

Umweltforschungsplan des
Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Forschungsbericht
UBA FuE-Vorhaben:
FKZ 201 96 105

**Umsetzung der Agenda 21 in
europäischen Seehäfen am Beispiel
Lübeck-Travemünde**

Endbericht
Anlagenband I

Stadtwerke Lübeck GmbH
in Kooperation mit GAUSS

Bearbeitung:
Kapitän Christian Bahlke

Im Auftrag des Umweltbundesamtes
Dezember 2004

Berichtskennblatt

1. Berichtsnummer 201 96 105	2.	3. Wasserwirtschaft
4. Titel des Berichts Umsetzung der Agenda 21 in europäischen Seehäfen am Beispiel Lübeck-Travemünde		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Ralf Giercke Henning Schulz-Streeck Christian Bahlke		8. Abschlussdatum Dezember 2004
		9. Veröffentlichungsdatum Juni 2005
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Stadtwerke Lübeck in Kooperation mit der Moisinger Allee 9 GAUSS mbH 23547 Lübeck		10. UFOPlan-Nr.: 201 96 105
		11. Seitenzahlen: 255
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt Bismarckplatz 1 14191 Berlin		12. Literaturangaben: 37
		13. Tabellen: 49
		14. Abbildungen: 47
15. Zusätzliche Angaben:		
16. Kurzfassung: Das Ziel des Forschungsprojektes ist die Untersuchung verschiedener Möglichkeiten, die Umweltauswirkungen von Schiffen in den Häfen von Lübeck-Travemünde zu mindern. Am Projekt beteiligt sind neben den Stadtwerken Lübeck das Agenda-21-Büro der Hansestadt sowie die Gesellschaft für angewandten Umweltschutz und Sicherheit im Seeverkehr (GAUSS) in Bremen. Auf Basis der Analyse der Ist-Situation sollten Lösungen zur Verminderung von Luftschadstoffemissionen, Lärm und Vibrationen durch die in den Seehäfen liegenden Schiffe bzw. Fähren erarbeitet werden, um Konfliktpotenzial zwischen Anwohnern, Schifffahrt und Touristen zu reduzieren. Im Laufe des Projektes wurden hierfür Emissionsuntersuchungen vorgenommen und technischen Lösungsmöglichkeiten zur Verminderung der durch Schiffsmotoren erzeugten Schadstoffemissionen, des Lärms und der Vibrationen vorgeschlagen. Als ein weiterer Aspekt der Projektbearbeitung wurde die Berücksichtigung rechtlicher Fragen bezüglich der Schnittstellen zwischen europäischem Umweltrecht und dem internationalen Seerecht angesehen, damit die erarbeiteten Lösungsvorschläge in der Praxis umsetzbar sind. Neben technischen Lösungen, u. a. der Beschreibung der Möglichkeit, den Schiffen am Liegeplatz eine Landstromversorgung anzubieten, wurde ein <i>Memorandum of Understanding</i> für eine nachhaltige Entwicklung von Hafen- und Schifffahrtsunternehmen in der Ostsee entwickelt. Die Ergebnisse des Vorhabens können sinnvoll nur im Rahmen eines grenzüberschreitenden Maßnahmenkataloges mit den konkurrierenden Häfen und Reedereien im Ostseeraum umgesetzt werden. Deshalb ist vorgesehen, das Ergebnis des Vorhabens zu kommunizieren und in die nächsten Schritte nicht nur deutsche Seehäfen, sondern auch Häfen der Ostseeanrainerstaaten einzubeziehen und diese über die <i>Union of the Baltic Cities</i> (UBC) und die Agenda Baltic 21 an der Umsetzung der Lösungsvorschläge zu beteiligen.		
17. Schlagwörter: Agenda 21, Lübeck-Travemünde, RoRo-Verkehr, Schiffsemissionen, Emissionsberechnung, Schadstoffe, Reduktionsmaßnahmen, Landstromversorgung, Memorandum of Understanding		
18.	19.	20.

Report cover sheet

1. Report number 201 96 105	2.	3. Wasserwirtschaft
4. Report title Implementation of Agenda 21 in European seaports on the example of Lübeck-Travemünde		
5. Author(s), Name(s), First Name(s) Ralf Giercke Henning Schulz-Streeck Christian Bahlke		8. Report date December 2004
		9. Publication date June 2005
6. Performing organisation (name, address) Stadtwerke Lübeck GmbH in co-operation with Moisinger Allee GAUSS mbH 23547 Lübeck		10. UFOPlan-Ref. No.: 201 96 105
		11. No. of pages: 255
7. Sponsoring agency (name, address) Federal Environmental Agency Bismarckplatz 1 14191 Berlin		12. No. of references: 37
		13. No. of tables: 49
		14. No. of figures: 47
15. Supplementary notes:		
16. Abstract: The aim of the research project was the investigation of different options to reduce the negative impacts of shipping in the ports of Lübeck-Travemünde. Project-partners are among the Stadtwerke Lübeck the Agenda 21 bureau of the Hanseatic City of Lübeck-Travemünde and the GAUSS Institute for Environmental Protection and Safety in Shipping in Bremen. Based on the analysis of the actual situation solutions should be elaborated to reduce gaseous emissions, noise and vibrations of the vessels, mainly ferries, being alongside in order to address the potential of conflicts between the residents living close to the berths, the tourist industry and shipping. In the course of the project execution emission calculations have been carried out and proposals have been made to mitigate emissions, noise and vibration. Another aspect to be addressed was the consideration of legal aspects at the interface of the European environmental law and the international law of the sea to safeguard that the solutions identified are compatible herewith and may be implemented in practice. Beside the technical recommendations, among others the specification of the option to provide ships alongside with cold ironing, a draft of a memorandum of understanding on a sustainable development of port and shipping companies was produced. The results yielded can only be implemented reasonably within the framework of a trans-national catalogue of measures between the competing ports and the shipping companies in the Baltic sea region. Therefore it is scheduled to communicate the results and include into further steps not only in German ports but also in ports of Baltic neighbouring states and to activate these via the Union of the Baltic Cities (UBC) und die Agenda Baltic 21 on the implementation of the proposals.		
17. Keywords: Agenda 21, Lübeck-Travemünde, RoRo-Shipping, ship-emissions, emission-calculating, harmful substances, reduction measures, cold ironing, Memorandum of Understanding		
18.	19.	20.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Globale Schiffsemissionen	5
1.2	Küstennahe Schiffsemissionen	7
1.3	Übertragbarkeit der Umweltprobleme auf die Häfen des baltischen Raumes.....	8
2	Die Agenda 21 zur Umsetzung einer global nachhaltigen Entwicklung	11
2.1	Indikatoren zur Verfolgung des Agenda 21 Prozesses.....	12
2.2	Umsetzung der Agenda 21 in deutschen Seehäfen.....	14
2.2.1	Aufgabenstellung.....	14
2.2.2	Ziel des Vorhabens	15
2.2.3	Vorgehensweise.....	16
3	Situation im Umfeld der Lübecker Häfen.....	19
3.1	Aussagen zur Umweltsituation in Lübeck-Travemünde	22
3.2	Konfliktpotenzial durch konkurrierende wirtschaftliche Interessen	25
3.2.1	Seeverkehrswirtschaft und Tourismus	27
4	Schadstoffemissionen durch den Schiffs- und Hafenbetrieb.....	29
4.1	Abgase	30
4.1.1	Schwefeldioxid (SO _x)	31
4.1.2	Stickoxide (NO _x).....	33
4.1.3	Volatile Organic Compounds (VOC).....	33
4.1.4	Treibhausgase (GHG).....	34
4.1.5	Die Relevanz der Schadstoffemissionen von Hilfskesseln.....	34
4.1.5.1	Größenordnungen von Hilfskesseln	35
4.1.5.2	Relevanz der Emissionen von Hilfskesseln.....	36
4.1.5.3	Ölschlamm und Altöl als Brennstoff für den Hilfskesselbetrieb.....	37
4.1.5.4	Resümee	37
4.1.6	Emissionen durch den Betrieb des Hafens	38
4.2	Abwasser	38
4.2.1	Schwarzwasser.....	39
4.2.2	Grauwasser	40
4.2.2.1	Chlorierung der Abwässer	42
4.2.3	Bilgenwasser.....	42
4.2.4	Abwasser aus dem Decks- und Ladungsbereich	43
4.2.5	Abwasserannahme im Hafen	43
4.3	Abfall	44

4.3.1	Übersicht der gesetzlichen Rahmenbedingungen.....	46
4.3.2	Abfallbehandlung im Hafen	48
4.4	Schall- bzw. Lärmemissionen	49
4.4.1	Lärmemissionen durch den Schiffsbetrieb	50
4.4.2	Lärmemissionen durch den Hafbetrieb.....	51
4.5	Vibrationen durch den Schiffsbetrieb.....	51
5	Quantitative Beurteilung der Schadstoffemissionen in Lübeck-Travemünde ..	53
5.1	Emissionsuntersuchungen auf verschiedenen Kais in Lübeck-Trave-münde	54
5.1.1	Der Terminal Nordlandkai	54
5.1.2	Das Terminal Schlutup	55
5.1.3	Der Terminal Konstinkai	56
5.1.4	Der Terminal Seelandkai	56
5.1.5	Der Terminal Skandinavienkai.....	57
5.1.6	Die Lehmann Kaianlagen	59
5.1.6.1	Lehmannkai 1	59
5.1.6.2	Lehmannkai 2	59
5.1.6.3	Lehmannkai 3 und 4	60
5.2	Verkehrsbewegungen	60
5.3	Technische Auslegung der Schiffe.....	60
5.4	Schadstoffemissionsberechnung und Prognose.....	62
5.5	Schadstoffemissionsberechnung und Prognose (LAIRM-Consult)	62
5.5.1	Anlass und Aufgabenstellung (Auszug aus dem Bericht von LAIRM)	63
5.5.2	Untersuchungskonzept	64
5.5.2.1	Zusammenfassung vorhergehender Arbeiten	64
5.5.3	Bearbeitungskonzept	66
5.5.4	Untersuchungsrahmen	68
5.5.4.1	Untersuchungsszenarien	68
5.5.4.2	Untersuchungsgebiet	69
5.5.5	Luftschadstoffquellen	70
5.5.5.1	Verbrennungsmotoren	70
5.5.6	Weitere Emissionsquellen	71
5.5.7	Beurteilungsgrundlagen.....	71
5.5.8	Emissionen (Schiffsverkehr im Analysezustand).....	73
5.5.8.1	Schiffsfahrten und Liegezeiten.....	73
5.5.8.2	Emissionsfaktoren	74

5.5.8.3	Treibstoffarten	76
5.5.8.4	Auslastungsgrade der Aggregate	77
5.5.8.5	Schiffsspezifische Eingangsdaten.....	77
5.5.8.6	Emissionsmodell.....	77
5.5.9	Schiffsverkehr (Analyse), Minderungskonzept 1	78
5.5.10	Schiffsverkehr (Analyse), Minderungskonzept 2.....	78
5.5.11	Schiffsverkehr im Prognosezustand	79
5.5.11.1	Schiffsfahrten und Liegezeiten.....	79
5.5.11.2	Emissionsfaktoren	79
5.5.11.3	Schiffsspezifische Eingangsdaten.....	79
5.5.11.4	Emissionsmodell.....	80
5.5.12	Schiffsverkehr (Prognose), Minderungskonzept 1	80
5.5.13	Schiffsverkehr (Prognose), Minderungskonzept 3	80
5.5.14	Schiffsverkehr (Prognose), Minderungskonzept 1+3.....	81
5.5.15	Straßenverkehr (Verkehrsbelastungen)	81
5.5.15.1	Analysezustand.....	81
5.5.15.2	Prognosezustand	82
5.5.15.3	Emissionsfaktoren (KFZ-Abgase).....	83
5.5.15.4	Staubaufwirbelung durch den KFZ-Verkehr.....	84
5.5.15.5	Emissionsmodell.....	84
5.5.16	Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet (Analyse)	85
5.5.16.1	Analyse mit Minderungskonzepten	88
5.5.16.2	Prognose	91
5.5.16.3	Prognose mit Minderungskonzepten	94
5.5.17	Zusammenfassung und Beurteilung	97
5.6	Schadstoffemissionsberechnung mit dem Programm <i>MARION</i>	99
5.6.1	Berechnung von NO _x - und SO ₂ -Emissionen ausgehend von dem ruhenden und fahrenden Schiffsverkehr in Lübeck und Travemünde	99
5.6.2	Emissionen durch den Schiffsverkehr	100
5.6.3	Allgemeiner Rechenansatz	101
5.6.3.1	Ermittlungsmethode zur Berechnung der schiffsbedingten Emission für den fahrenden Schiffsverkehr.....	102
5.6.3.2	Ermittlungsmethode zur Berechnung schiffsbedingter Emission für den liegenden Schiffsverkehr.....	104
5.6.4	Kesselemissionen	105
5.6.5	Verteilung des Schiffverkehrs auf die unter Kap. 5 aufgeführten Kaianlagen.....	105

5.6.6	Berechnungsergebnisse für den fahrenden Schiffsverkehr von Lübeck nach Travemünde	107
5.6.6.1	Berechnungsergebnisse für den fahrenden Schiffsverkehr von Mole Travemünde bis Tonne 5 „Lübeck-Gedser-Weg“	108
5.6.6.2	Berechnungsergebnisse für den liegenden Schiffsverkehr	108
5.6.6.3	Berechnungsergebnisse Gesamt	110
6	Technische und operationelle Ansätze zur Reduzierung von Umweltauswirkungen.....	111
6.1	Möglichkeiten zur Verringerung gasförmiger Schadstoffemissionen.....	111
6.1.1	Verringerung der Schadstoffe im Abgas von Haupt- und Hilfsmaschinen.....	111
6.1.1.1	Die Reduzierung der Leistung/Geschwindigkeit zur Verminderung des Treibstoffverbrauches	112
6.1.1.2	Technische Verbesserung: Schwefeloxide	113
6.1.1.3	Anlagentechnische Maßnahmen zur Reduzierung von NO _x -Emissionen	114
6.1.1.4	Technische Verbesserung: Kohlendioxid.....	116
6.1.1.5	Technische Verbesserungen: Das Dieselelektrik-Konzept	116
6.1.1.6	Technische Verbesserungen zur Reduzierung von VOC	119
6.1.1.7	Technische Verbesserungen zur Verminderung ozonschädigender Stoffe (ODP), FCKW, Halone	119
6.1.2	Verringerung der Abgasbelastung an Land.....	119
6.2	Verringerung flüssiger Schadstoffemissionen.....	120
6.2.1	Schwarz-, Grau- und Bilgenwasserreinigung an Bord.....	121
6.2.2	Schwarz- Grau- und Bilgenwasserreinigung an Land.....	123
6.2.3	Ballastwasserbehandlung an Bord.....	124
6.2.3.1	Funktionsweise eines Filters.....	126
6.2.3.2	Ultraviolettes Licht (UV-Bestrahlung).....	128
6.2.3.3	Einsatz von Chemikalien	129
6.2.3.4	Ersatz von Ballastwasser durch Frischwasser	129
6.2.4	Ballastwasser-Behandlung an Land	130
6.3	Verringerung des Aufkommens von Abfall	132
6.3.1	Abfallreduzierung an Bord	133
6.3.2	Vorzuhaltende Kapazitäten	133
6.3.2.1	Geringe Mengen personenbedingter Abfälle.....	133
6.3.2.2	Große Mengen personenbedingter Abfälle	134
6.3.3	Kennzeichnung	134
6.3.4	Abfallerfassungssysteme	134
6.3.4.1	Standardisiertes Bringsystem	134

6.3.4.2	Standardisiertes Holsystem	135
6.3.5	Behälter für die Abfallsammlung	135
6.3.5.1	Behälter für die Abfalllagerung.....	135
6.3.5.2	Behälter für das Abfall Bringsystem	135
6.3.5.3	Behälter für das Abfall Holsystem	136
6.3.6	Unterweisung bzw. Information der Passagiere	136
6.3.7	Abfallreduzierung an Land.....	136
6.3.7.1	Kommunikation über die hafenseitige Entsorgung	136
6.3.7.2	Schulungen der Mitarbeiter	138
6.4	Verringerung von Schallemissionen.....	138
6.4.1	Möglichkeiten der Schallreduzierung an Land.....	139
6.5	Verringerung von Vibration	140
7	Die Versorgung der Schiffe während der Liegezeit mit Landstrom	141
7.1	Landstromversorgung von Schiffen in Los Angeles	143
7.1.1	Die <i>Cold Ironing</i> Studie: Landstromverbindung von Schiffen in Los Angeles	143
7.1.2	Auslegung der Landstromanlage in Los Angeles an Land.....	148
7.1.3	Zusammenfassung der Ergebnisse der <i>Cold Ironing</i> Studie	151
7.2	Beschreibung der Auslegung einer Landstromanlage der Fa. Siemens	152
8	Betrachtung der rechtlichen Einflussmöglichkeiten zum Schutz der Umwelt	155
8.1	Internationales Recht	155
8.1.1	UN-Seerechtsübereinkommen.....	155
8.1.2	MARPOL-Übereinkommen	158
8.1.3	Helsinki-Abkommen	158
8.2	Europarecht.....	159
8.3	Nationales Recht.....	162
8.3.1	Bundesrecht	163
8.3.2	Landesrecht (Schleswig-Holstein) / Stadt (Lübeck).....	164
8.3.3	Hafenordnung	164
8.4	Ergebnis und Empfehlung	165
9	Anwendungsbereiche eines Memorandum of Understanding	169
9.1	Kurze Beschreibung verschiedener Memoranden	169
9.1.1	Das Memorandum of Understanding on Port State Control	169
9.1.2	Das Memorandum of Understanding für die Beförderung verpackter gefährlicher Güter in der Ostsee (Ostsee-MoU)	170
9.1.3	Das <i>Memorandum of Understanding</i> zwischen dem <i>International Council of Cruise Liners</i> (ICCL) und einigen amerikanischen Bundesstaaten	171

9.2	Zusammenfassung der Vor- und Nachteile von MoUs	172
9.2.1	Vorteile die sich durch ein MoU ergeben können.....	173
9.2.2	Nachteile, die sich durch ein MoU ergeben können.....	174
9.3	Das Memorandum of Understanding für eine nachhaltige Entwicklung von Hafen-und Schifffahrtsunternehmen in der Ostsee	175
9.3.1	Hintergrundinformation zum MoU	175
9.3.2	Rahmenbedingungen des MoU	179
9.3.3	Inhaltlicher Teil des MoU (Anhang 1)	184
10	Initiativen zur Schadstoffreduzierung auf Schiffen/in Häfen	191
10.1	Vorwiegend schiffsbezogene Initiativen für verbesserten Umweltschutz	192
10.1.1	Das schwedischen System <i>Differentiated Fairway Dues</i>	192
10.1.2	Die EU-Hafenauffangrichtlinie (<i>no spezial fee</i> -System).....	195
10.1.3	Das <i>Bremer Bonusmodell zur Förderung des Umweltschutzes in der Seeschifffahrt</i>	196
10.1.4	Der <i>Blaue Engel für den umweltschonenden Schiffsbetrieb</i>	202
10.2	Vorwiegend hafenbezogene Initiativen für verbesserten Umweltschutz	207
10.2.1	<i>European Sea Ports Organisation: Das ECO-Port Projekt</i>	207
10.2.2	Der <i>IPSEM-Code</i>	212
10.3	Hafen/Schiff-Initiativen zur Verbesserung des Umweltschutzes.....	212
10.3.1	Die Initiative <i>Green Ports</i> in den USA	213
10.3.2	Port of Los Angeles: <i>No net increase of air emissions</i>	214
10.3.3	Das Interreg III-B-Projekt “New Hansa of sustainable Ports and Cities”	215
11	Zusammenfassung	219
12	Abkürzungen.....	233
13	Abbildungsverzeichnis	235
14	Tabellenverzeichnis	237
15	Literaturverzeichnis	239
16	Internetadressen	243
17	Anlagen	245

1 Einleitung

In Lübeck-Travemünde – wie auch in anderen Ostseehafenstädten – sind Tourismus und Hafenwirtschaft auf engstem Raum miteinander verbunden. Das Seebad Travemünde ist seit 1957 staatlich anerkanntes Ostseeheilbad und die Altstadt von Lübeck wurde von der UNESCO als Weltkulturerbe anerkannt. Dem steht eine immer höhere Luftverschmutzung durch die Verkehrszunahme, insbesondere auch den Fähr- und Schiffsverkehr im Hafen gegenüber, sodass die Umweltbelastung in Teilen der Hansestadt Lübeck in bei einigen Emissionsarten inzwischen wesentlich von der Schifffahrt geprägt ist.

Durch die ständige Zunahme des Schiffs- und Fährverkehrs und den geplanten weiteren Ausbau des Hafens Lübeck-Travemünde verschärft sich die Situation zusehends.

Die im Hafen liegenden Schiffe und Fähren verursachen Luftemissionen, Lärm und Vibrationen, die bis in Gebäude an Land übertragen werden. Außerdem sind die Auffanganlagen für Schiffsabwässer und Schiffsabfälle im Hafen in Hinsicht auf den Umweltschutz unbedingt verbesserungsbedürftig.

Diese Probleme betreffen mehr oder weniger alle Ostseehafenstädte. Durch den Binnenseecharakter der Ostsee befinden sich die Ostseehäfen in einer gewissen Konkurrenzsituation zueinander, sodass die oben genannten Probleme für alle bedeutenden Ostseehafenstädte gelöst werden müssen.

Um konkrete Anhaltspunkte zu erhalten, wurden Untersuchungen im Rahmen des Projektes “Umsetzung der Agenda 21 in europäischen Seehäfen am Beispiel Lübeck-Travemünde” am Beispiel des Hafens Lübeck-Travemünde vorgenommen. Die Umsetzung der Problemlösung soll aber in Abstimmung der bedeutendsten Ostseehafenstädte, -häfen und Schiffseigentümer der Ostsee untereinander erfolgen.

Aus diesem Grunde wurde das Projekt unter die Schirmherrschaft von Baltic 21 gestellt und als Aktionsebene die *Union of the Baltic Cities* (UBC) (Mitglied von Baltic 21) ausgewählt.

Ziel und Inhalt dieses Projektes sind Untersuchung von Möglichkeiten zur Minderung der Schadstoffemissionen (Abgas, Abwasser, Abfall), des Lärmes und der Vibrationen, die die in Ostseehäfen liegenden Schiffe und Fähren verursachen mittels:

- Luft-Emissionsmessungen im Gebiet Lübeck-Travemünde,
- Untersuchung technischer Möglichkeiten zur Schadstoffminderung (z. B. Landstromanschlüsse für im Hafen liegende Schiffe und Fähren),
- Untersuchung rechtlicher Möglichkeiten zur Umsetzung der Schadstoffminderung in Ostseehäfen und auf Schiffen und Fähren,
- Entwurf eines Memorandum of Understanding (MoU) für die bedeutendsten Ostseehäfen und Schifffahrtsunternehmen. (Dieser Entwurf soll als Grundlage für die Abstimmung der Ostseehäfen und Schifffahrtsunternehmen untereinander dienen.)

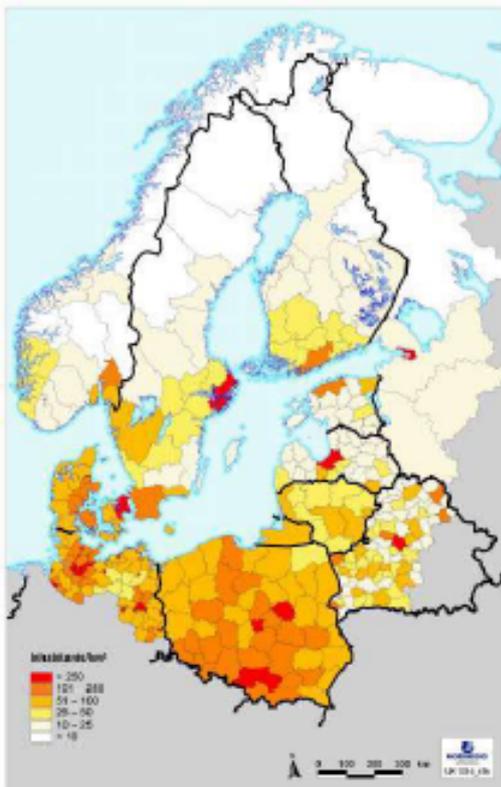
Die Kapazität und technische Entwicklung der Schifffahrt und Häfen korreliert eng mit der politischen und wirtschaftlichen Entwicklung von Ländern und Regionen, weil der Warenaustausch immer noch zu einem großen Teil auf dem Seeweg statt findet. Weltweit werden heute rund zwei Drittel aller Handelsgüter und im grenzüberschreitenden Verkehr der Bundesrepu-

blik Deutschland etwa ein Drittel aller Waren über den Seeweg befördert (vgl. Taubmann 1999 und Statistisches Bundesamt 2003). Vor allem, weil die Öffnung der osteuropäischer Länder und Märkte für westliche Partner mit einem ständig steigenden Handelsvolumen und einem erhöhten Personen- und Warenstrom verbunden ist, zeichnet sich der Ostseeraum als Wirtschaftsregion ersten Ranges aus.

Seit 1995 haben sich Schweden und Finnland der Europäischen Union angeschlossen, mit dem Beitritt durch Polen, Litauen, Lettland und Estland im Jahre 2004 wurde der Kreis noch einmal erweitert. Die Ostsee entwickelte sich damit fast zu einem EU-Binnenmeer[5].

Rund 100 Million Menschen leben in diesem Gebiet. Von den 75 Millionen Städtern der Ostseeregion leben 63 Millionen in Städten mit mehr als 10.000 Einwohnern. Für Handel und Tourismus stehen im Ostseeraum ca. 76 große Seehäfen zur Verfügung.

Abbildung 1: Das Einzugsgebiet der Ostsee



Quelle [5]: August, Michael: Hafenentwicklung und Schiffsverkehr im Wandel, Geographisches Institut der Universität Kiel Mittelseminar: Die Ostseeregion im Wandel, 2004.

Ein Drittel der gesamten europäischen Exporte wurden im Jahr 2000 von den Ostseestaaten erbracht (Baltic Chambers Of Commerce Association, 2002). Seit 1995 hat sich das Volumen der Exporte der Ostseeanrainerstaaten um durchschnittlich 5,2 % p.a. von etwa 1 Mrd. Tonnen auf 1,3 Mrd. Tonnen erhöht. Die prozentual stärksten Zuwächse verzeichneten dabei die baltischen Staaten, Norwegen und Russland, die beiden letzteren besonders wegen der Öl- und Gasexporte [5].

Mit etwa 400 Mio. Tonnen Jahrestransport werden fast ein Viertel des Im- und Exportes der Ostseeanrainerstaaten über die Ostsee bewältigt - fast sieben Prozent des mengenmäßigen Weltseeverkehrs. Dabei zeichnet sich laut Breitzmann eine Zweiteilung

des Ostseeverkehrs ab: Zwischen den traditionell marktwirtschaftlichen Ländern verlaufen intensive Güterströme, wobei es sich größtenteils um verarbeitete Produkte handelt, während der Rohstoffaustausch eher stagniert.

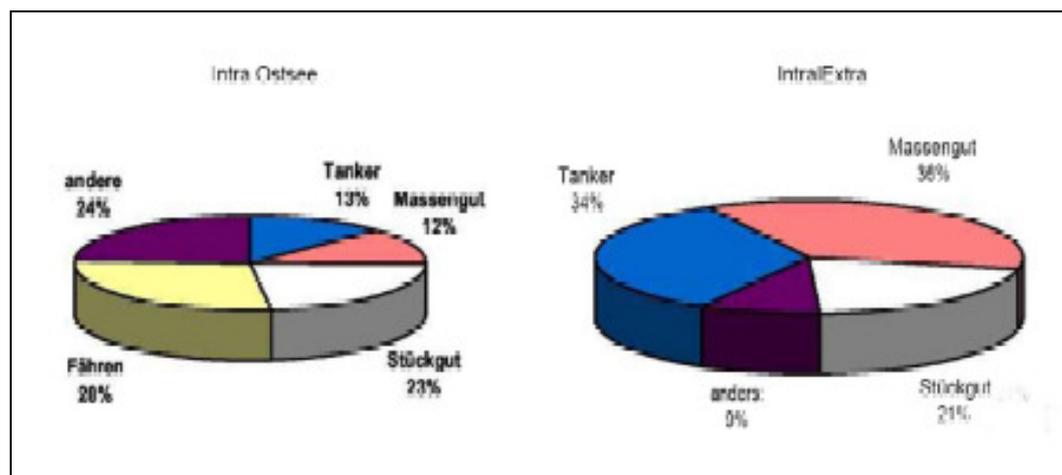
Im Verkehr mit den Transformationsländern, aus deutscher Sicht also im Ost-West-Verkehr, geht es dagegen um einseitige Ströme. Exportiert werden über die Häfen dieser Transformationsländer vor allem Rohstoffe, importiert werden dagegen Fertigerzeugnisse des Konsumgüter- und Investitionsgüterbereichs. Damit steht die Linienschifffahrt vor dem Problem einer ungenügenden Auslastung im westwärts verlaufenden Verkehr [5].

Die über die Ostsee transportierten Güterströme sind außerordentlich komplex. Die Güter werden ostseeintern und -extern transportiert. Die unterschiedlichen Güter erfordern unter-

schiedliche Schiffe. Im Rahmen einer Untersuchung für das Bundesverkehrsministerium hat das Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik eine Analyse der Schiffsverkehre im Ostseeraum vorgenommen. Sie belegt das enorme Verkehrsaufkommen auf der Ostsee.

Für den Zeitraum Juli bis Ende September 2001 wurden alle Schiffe registriert, die einen Ostseehafen anliefen: Dies waren 3.594 Schiffe mit einer Gesamttonnage von 47,7 Mio. t dw im Ostseeverkehr, darunter waren 137 Fähren und 151 sogenannte „Nicht-Handelsschiffe“ wie Fischereifahrzeuge oder Schlepper. Der überwiegende Teil der Schiffe fuhr sowohl Häfen innerhalb als auch Häfen außerhalb der Ostsee an. Nur 500 Schiffe (11,4 %) der Fahrzeuge, inklusive der Fähren, waren ausschließlich ostseeintern beschäftigt. Dies entspricht einem Anteil von nur rund 4,8 % der insgesamt eingesetzten Tonnage. Insgesamt wurden für den untersuchten Zeitraum rund 66.000 Hafenanläufe erfasst, davon 25.783 Anläufe innerhalb der 245 Ostseehäfen und 1.480 frequentierte Häfen außerhalb der Ostsee. In die Untersuchung wurden ferner 137 Fähren mit einbezogen, für die im Untersuchungszeitraum 66.239 Hafenanläufe registriert wurden. Die Zahlen machen eindrucksvoll den Verkehr auf der Ostsee deutlich [5].

Abbildung 2: Eingesetzte Schiffe im Ostseeraum nach Fahrtgebiet (Intra/Extra) und Schiffstypen, Zeitraum Juli bis September 2001



Quelle [5]: ISL 2001.

Der ostseeexterne Containertransport gehört zu dem am schnellsten wachsenden Sektor des Ostseetransports. Er hat sich bis zum Jahr 2000 gegenüber 1990 auf 186 Prozent gesteigert. Lag der jahresdurchschnittliche Zuwachs 1990 bis 1995 bei 6,4 Prozent, so stieg er im Jahr 2000 sogar auf 7,1 Prozent an. Der Containerumschlag in allen Ostseehäfen betrug im Jahr 2000 somit mehr als 3,4 Mio. TEU. Im ostseeinternen Verkehr setzen Zubringerdiensten kleinere und mittelgroße Containerfrachter ein, um die aus Übersee in den großen Nordsee-Containerhäfen (Hubports) Hamburg, Bremerhaven oder Rotterdam mit großen Schiffen eingetroffenen Waren auf die kleineren Ostseehäfen zu verteilen bzw. Ladung von hier zum Umladen in die Nordseehäfen zu bringen (Sesemann 1999)[5].

Im ostseeinternen Verkehr dominiert jedoch nicht der Containertransport, sondern die rollende Schiffsbe- und -entladung. Mit Fähren- und RoRo-Schiffen werden vor allem LKWs und Sattelanhänger transportiert, aber auch Bahnwagen und andere Ladeeinheiten. Diese Trans-

porttechnologie wird von den Speditionen vor allem wegen der effizienten Verlademöglichkeiten geschätzt. Besonders zwischen Deutschland, Polen und den skandinavischen Ländern bestehen regelmäßige RoRo-Fährverbindungen. Auch die relativ jungen Routen von/nach den östlichen Transformationsländern verzeichnen in diesem Bereich große Zuwächse, sodass mit einer weiteren Verdichtung des Passagier- und Trailertransports zu rechnen ist. Ein ebenfalls nicht zu verachtendes Frachtaufkommen stellt die Passagierschifffahrt der Ostsee. Mehr als 50 Mio. Reisende mit 6 Mio. PKWs passieren jährlich die Ostsee. Größtenteils kommen dabei kombinierte Güter-Passagier-Schiffe zum Einsatz. Auch einige Schnellfähren verkehren zum Beispiel zwischen Rostock und Trelleborg oder zwischen Helsinki und Tallin; die Tendenz ist weiter steigend. Bei den Passagieren handelt es sich häufig um Touristen und, vor allem zwischen den westlichen Anrainerstaaten und den Transformationsländern, um Geschäftsleute. Darüber hinaus hat auch die internationale Kreuzschifffahrt den Ostseeraum entdeckt. Kopenhagen, Stockholm, St. Petersburg, Tallinn und Helsinki bringen es auf fast 300 Schiffsanläufe pro Jahr. In Kiel legen 2004 voraussichtlich 95 Kreuzfahrer an. Womit die schleswig-holsteinische Landeshauptstadt an der deutschen Spitze steht, vor Rostock (80) und Lübeck (20) (vgl. Kieler Nachrichten 2004) [5].

Verschiedene Prognosen sagen ein zum Teil rasantes Wachstum in den nächsten Jahren für den Ostseeraum voraus. Verbunden damit sind die von der Schifffahrt ausgehenden Umweltbelastungen, die ebenfalls ansteigen. Diese Belastungen führen besonders in Hafengebieten zu Interessenskonflikten zwischen Touristen, Anwohnern und dem Schiffs- bzw. Hafenbetrieb. Während der Seeverkehr in der Vergangenheit kaum Konflikte hervorrief, führt der notwendige Ausbau der Häfen sowie die steigende Frequenz der Schifffahrtsdienste und die zunehmende Größe der Fähren vermehrt zu Akzeptanzverlusten. Besonders trifft dies auf Fährhäfen zu, die, in der Regel historisch bedingt, in der Nähe von Stadt- bzw. Touristikzentren liegen. So entwickelt sich besonders in diesen Häfen ein zunehmendes Spannungsfeld: Einerseits soll die Funktion des Hafens als Drehscheibe für den internationalen Waren- und Personenverkehr erhalten und ausgebaut sowie die Versorgung des Hinterlandes sichergestellt und den steigenden Marktanforderungen angepasst werden, andererseits müssen hier auch die Interessen des ständig wachsenden Wirtschaftsfaktors Dienstleistungen für Gesundheit & Fitness sowie Tourismus im Küstengebiet berücksichtigt werden.

Die schleswig-holsteinische Landesinitiative Gesundheitswirtschaft/Gesundheitstourismus sowie die dazu gegründete Lübecker Arbeitsgruppe fördern durch Handlungsempfehlungen Investitionen im Tourismus-, Gesundheits- und Wellnesssektor, deren Basis saubere Luft, sauberes Wasser, möglichst wenig Lärm und andere Beeinträchtigungen sind. Auch die großen Sportveranstaltungen, wie die Travemünder Woche und die (inzwischen anderweitig vergebene) Durchführung der olympischen Segelwettbewerbe waren und sind von diesen Rahmenbedingungen betroffen.

Das zunehmende Transportaufkommen der Schifffahrt in der Ostsee führt zu steigenden Emissionen verschiedenster Art, zum Ausbau der Hafenanlagen und damit zu einem verstärkten Interessenkonflikt zwischen Schifffahrt, Bevölkerung und Fremdenverkehr. Mit zunehmendem Angebot an Fährverbindungen und Anzahl und Größe der eingesetzten Fähren treten vermehrt Probleme auf. Dies sind zum Beispiel:

- Schadstoffemissionen in die Luft,

- Schadstoffemissionen in das Wasser,
- Lärmentwicklungen durch den Betrieb der Schiffe sowie den Betrieb von Fahrzeugen im Hafen beim Laden und Löschen,
- Vibrationen durch den Betrieb von Schiffen, die auf ufernahe Bereiche im Revier und im Hafen übertragen werden.

Diese Beeinträchtigungen können besonders für touristisch genutzte Hafenstädte beträchtlich sein. Die Grundlage für die zunehmende Kritik an den von der Schifffahrt verursachten Belästigungen ist besondere in den sich stark auseinander entwickelnden international und national geltenden Umweltstandards an Land und auf See zu sehen. Üblicherweise sind die international vereinbarten Umweltstandards nicht so stringent wie die (zumindest in Nordeuropa geltenden) nationalen Standards, mit dem Ergebnis, dass nationale Bemühungen im Umweltschutz durch die internationale Schifffahrt in diesem Bereich konterkariert werden. Der daraus resultierende prozentuale Anstieg von Schiffsemission im Vergleich zu landseitigen Emissionen, stößt auf zunehmendes Unverständnis bei den davon Betroffenen.

Aufgrund internationaler Rahmenbedingungen und extrem starker Konkurrenz zwischen Häfen und Reedereien können nationale Regelungen auf Schiffe unter fremder Flagge nicht angewendet werden. Dadurch sind sie direkt mit den negativen Folgen einer unterschiedlich motivierten Umweltgesetzgebung konfrontiert.

Die Reduzierung der Umweltbelastungen und -probleme im Umfeld von Schiffsverkehr und Hafenbetrieben wird zurzeit, wenn überhaupt, nur lokal begrenzt und schadstoffbezogen durchgeführt. Allerdings ist offensichtlich, dass nur Teilbereiche der Probleme erfasst werden, wenn ein ganzheitlicher Ansatz fehlt.

Eine Zusammenführung der verschiedenen Wirtschafts-, Umwelt-, und Sozialprobleme im Wechselfeld von Hafen, Schifffahrt, Tourismus und Anwohner ist unumgänglich, um eine nachhaltige Entwicklung des Seetransportes und des Fremdenverkehrs zu gewährleisten. Dies ist Bestandteil und Ziel dieses Projektes.

1.1 Globale Schiffsemissionen

Nach Untersuchung von Lloyd's Register [2] beträgt der Anteil der internationalen Schifffahrt am gesamten Schwefelausstoß weltweit ca. 7 Prozent. Das sind 7,5 bis 11,5 Mio. Tonnen pro Jahr. Der Anteil der NO_x-Emissionen durch die internationale Schifffahrt an dem globalen Ausstoß wird auf 11 bis 13 Prozent geschätzt (das sind ca. 9,3 Mio. Tonnen NO_x pro Jahr). Diese Werte sind zunächst überraschend, weil der Anteil der Schifffahrt am gesamten Brennstoffverbrauch aller Verkehrsträger nur ca. 3 Prozent beträgt [2].

Diese Untersuchungen haben weiter ergeben, dass der Anteil, der durch die Schifffahrt verursachten SO₂ und NO_x-Emissionen, über dem Nordostatlantik ca. dreimal höher ist, als bislang angenommen worden war. Damit betragen die jährlichen Emissionen in dieser Region ca. 1,37 Mio. Tonnen SO₂ und 1,94 Mio. Tonnen NO_x [2]. Einen Überblick über die bestehenden und erwarteten SO₂ und NO_x-Emissionen gibt folgende Tabelle:

Tabelle 1: SO₂ und NO_x-Emissionen der Seeschifffahrt

Shipping emissions	Emission (Million Tonnes per year)		% of EU-15 1990		% of EU-15 2010 "Current Plans"	
	SO _x	NO _x	SO _x	NO _x	SO _x	NO _x
World shipping (Corbett, 99)	8.5	10.1				
World shipping (A1: Table 1.8)	9.2	11.0				
N Atlantic (Corbett, 99)	4.4	5.3				
NE Atlantic (LR, 95)	1.4	1.9	8 %	14 %	30 %	28 %
N Sea & NE Atlantic (Tsyro, 97)	1.1	1.6	7 %	12 %	23 %	24 %
N Sea & NE Atlantic (EMEP, Tab. A.6.4)	1.4	2.0	8 %	15 %	29 %	29 %
N W European waters (A1: Tab. 1.8) & N E Atlantic (A1: Tab 1.8)	1.1	1.3	6%	10 %	23 %	18 %
Baltic (Mari Term, 91)	0.1	-	1 %	-	2 %	-
Baltic (EMEP, Tab. A 6.4)	0.2	0.4	1 %	3 %	5 %	5 %
Baltic (A1: Tab. 1.8)	0.3	0.3	2 %	2 %	6 %	5 %
Mediterranean (A1: Tab. 1.8)	0.4	0.5	2 %	4 %	8 %	7 %
Mediterranean & black Sea (LR 2000)	1.2	1.7	7 %	13 %	26 %	25 %
SO ₂ from bunkers sold in Europe (A1)	2.6	-	16 %	-	55 %	-

Quelle: Hübscher, ISL: Präsentation des Projektes SEAM bei GAUSS mbH, 12. April 2004.

Obwohl der Schadstoffausstoß in Relation zur Transportleistung besonders durch die zunehmenden Größen der Schiffe relativ weniger geworden ist, wird der Energieverbrauch und damit auch der Schadstoffausstoß in der Seeschifffahrt trotzdem in den nächsten Jahren zunehmen [11, 4]. Dies liegt vor allem daran, dass einerseits das Volumen der zu transportierenden Warenmenge zunimmt und andererseits auch zu erwarten ist, dass in manchen Transportbereichen, besonders im Containertransport, die Geschwindigkeiten und damit auch der Schadstoffausstoß weiter zunehmen werden.

Ein wachsendes Umwelt- und Gesundheitsproblem bilden auch die von Schiffsdieselmotoren emittierten Schadstoffe. Auf die hohe Gesundheitsschädlichkeit von Rußpartikeln wurde in den letzten Jahren verstärkt hingewiesen. An Land gibt es diesbezüglich z. T. bereits strenge Auflagen. Die noch gänzlich fehlende Gesetzgebung für Partikelemissionen der internationalen Schifffahrt erlauben eine ständige Zunahme schiffsseitiger Partikelemissionen im Gegensatz zur Situation bei den Verkehrsträgern an Land. Deswegen wird die EU in absehbarer Zeit Initiativen zur Begrenzung von Partikeln ergreifen. Lokal existieren bereits Regelungen, z. B. in Alaska und Kalifornien. Messungen und Berechnungen haben ergeben, dass ca. 15 % der globalen Umweltverschmutzung durch Partikel von Schiffsdieselmotoren verursacht werden. So emittiert der leistungsstärkste Mittelschnellläufer von MAN B&W ca. 136.000 kg Abgase pro Stunde, von denen ca. 11 kg Ruß und Partikel sind¹. Im Jahre 1994 wurden weltweit mehr als 260.000 t Ruß und Asche von Schiffsdieselmotoren emittiert. Besonders betroffen hiervon sind Hafenstädte mit regelmäßigem Fährbetrieb und Regionen, für die bereits heute international (Antarktis) oder lokal (z. B. in Alaska bzw. in Deutschland in Luftkurorten) ein höheres Schutzbedürfnis besteht.

¹ Horst W. Köhler: Weiterer Kampf um den Dieselruß und die NO_x-Reduktion; Schiff & Hafen 9/2001

Aufgrund fehlender Reinigungsmöglichkeiten der Abgase von großen Schiffsmotoren wird deshalb zum Teil von Schwerölbetrieb auf Dieselölbetrieb umgestellt, weil Partikelemissionen offenbar mit der Treibstoffqualität bzw. dem Schwefelgehalt korreliert sind.

Tabelle 2: Korrelation Schwefelgehalt des Treibstoffs und Partikelemissionen²

Marine Fuel Sulfur Content	PM	SO _x
1.5% (15,000 ppm)	18%	44%
0.3% (3,000 ppm)	63%	89%

Source: Office of Transportation and Air Quality, U.S. EPA, "Draft Regulatory Support Document: Control of Emissions From Compression-Ignition Marine Diesel Engines at or Above 30 Liters per Cylinder," April 2002.
Note: Reductions are as compared to 27,000 ppm or 2.7 percent sulfur content.

[37] D. Bailey, T. Plenys, G. Solomon, T. Campbell, G. Ruderman Feuer, J. Masters, B. Tonkogy: HARBORING POLLUTION - Strategies to Clean Up U.S. Ports, August 2004.

Zum Teil wird auch auf vor- bzw. innermotorische Maßnahmen zurückgegriffen (siehe Kap. 6.1). Eine Umstellung ist aber von vielen Schiffen nicht umsetzbar oder sehr teuer bzw. verringert nur die Sichtbarkeit der Emissionen³.

FCKW sind vor allem in Gefrieraggregaten und Klimaanlage sowie in Isolationsmaterialien an Bord im Einsatz. Schätzungen haben ergeben, dass ca. 50 % der gesamten in Verwendung befindlichen FCKW an Bord während der Betriebsdauer der Gefrier- und Kühlanlagen und weitere 15 % während der Reparaturen und Wartung dieser Anlagen freigesetzt werden [3].

Schließlich werden auch beim Verschrotten eines Schiffes große Mengen FCKW freigesetzt. Bis zum Jahr 2005 soll die Kapazität der Kühlschiffe um ca. 25 % weiter zunehmen, damit auch die Menge der FCKW bzw. die durch die IMO gebilligten Alternativsubstanzen [3].

Hinsichtlich der VOC-Emissionen wird geschätzt, dass sie bei 1,5 Mio. Tonnen pro Jahr liegen, was ungefähr 0,1 % der gesamten transportierten Ölmenge ausmacht [10].

1.2 Küstennahe Schiffsemissionen

Man ging bislang im allgemeinen davon aus, dass die Auswirkungen der Emissionen durch die Seeschifffahrt auf die Versauerung der Böden, der Wälder, Flüsse und Seen an Land minimal sei, da diese Luft- bzw. Schadstoffemissionen weitgehend auf hoher See stattfinden. Neueste Untersuchungen haben ergeben, dass dies eine falsche Einschätzung war, d. h., der Anteil, der sich in Land- bzw. Küstennähe befindlichen Schiffe und deren Emissionen, wesentlich höher ist, als bislang angenommen wurde.

Im Rahmen eines norwegischen Untersuchungsprojektes wurde 1993/94 festgestellt, dass von den untersuchten 605 norwegischen Schiffen 59,5 % im Hafen lagen, sich 23,5 % in küsten-

² <http://www.coalitionforcleanair.org/pdf/reports/cca-reports-harboring-pollution-strategies-to-clean-up-US-ports.pdf>

³ siehe z. B. das Konzept "invisible smoke" von MAN B&W

nahen Gewässern innerhalb von 200 Meilen befanden und nur 17 % von den untersuchten Schiffen auf hoher See waren, d. h. weiter als 200 Meilen von der Küste entfernt [7]. Dieses Verhältnis wird auch durch eine weitere Untersuchung, die von Liberia initiiert worden ist, bestätigt. Nach der liberianischen Studie waren 37 % aller Schiffe im Hafen und 25 % innerhalb von 12 bis 200 nautischen Seemeilen vom Land entfernt und nur 26 % weiter als 200 Seemeilen auf See. Durch die Untersuchungen wird deutlich, dass die Schiffe sich die meiste Zeit in unmittelbarer Küstennähe aufhalten und damit einen erheblichen Einfluss auf die Beeinträchtigung der Böden, Flüsse und Seen durch ihre Luft- und Schadstoffemissionen haben (können).

So lässt sich erklären, dass durch die entsprechenden internationalen und nationalen Gesetzgebungen (z. B. Montreal-Protokoll, TA-Luft) der Anteil von landgestützten Emissionen in den Industrieländern kontinuierlich abnimmt, während der relative Anteil durch die schiff-fahrtsbedingten Emissionen entsprechend relativ zunimmt, zumal der absolute Anteil der Seeschifffahrt in den nächsten Jahren noch kontinuierlich steigen wird.

Auch nach Hochrechnungen von *Det Norske Veritas Industry* in Bezug auf Schwefeleinträge in die Nordsee wird der prozentuale Anteil der Schifffahrt an den Schwefelemissionen kontinuierlich zunehmen [8]. Dies geschieht zum Teil in dem Maße, wie die europäischen Länder ihre landgestützten Schwefelemissionen bis zum Jahre 2010 reduzieren werden. In der sehr differenzierten Prognose der DNV-Studie kommen die norwegischen Wissenschaftler zu dem Ergebnis, dass im Jahre 2010, insbesondere in den küstennahen Gebieten (Niederlande, Norddeutschland, Südnorwegen, Englischer Kanal), die Schifffahrt der Hauptemittent bezüglich SO_x sein wird, da sich ihr relativer Anteil an den SO_x -Emissionen verdoppeln bzw. verdreifachen wird.

Nach den Hochrechnungen von DNV würde das Problem der Versauerung der Nordsee durch die Deklaration derselben als Sondergebiet in Kontext mit MARPOL Anlage VI keine hinreichende, aber eine unabdingbare Maßnahme sein, um die angestrebten Ziele des Schwefel-Protokolls (LRTAP-Convention) annähernd zu erreichen. Besonders in den stark frequentierten Fährhäfen in der Nord- und Ostsee stellen die Schiffsemissionen (SO_x und NO_x) schon heute den mit Abstand größten Schadstoffeintrag dar [8].

So hat eine Untersuchung in Schweden ergeben, dass im unmittelbaren Bereich der schwedischen Südküste und in den dortigen Fährhäfen die Schadstoffemissionen durch die Abgase der Schiffe, insbesondere der großen Fähren, bis zu 80 Prozent der gesamten Luftemissionen bezüglich NO_x und SO_x verursachen. In manchen Regionen stellen die Seeschiffe auch die Hauptemittenten bezüglich CO_2 dar [9].

1.3 Übertragbarkeit der Umweltprobleme auf die Häfen des baltischen Raumes

Vergleichbare Situationen und Probleme finden sich bereits in vielen Häfen der Ostseeanrainer und zunehmend auch weltweit. Auch hier finden sich lokal und regional betroffene Anwohner zusammen, um ihre Interessen gegen die der Transportbranche und Schifffahrt durchzusetzen. Im Vordergrund stehen auch bei diesen Diskussionen besonders die Emissionspfade

Luft und Wasser sowie die Lärmbelastungen. Einen Einblick in die Seeverkehrsstruktur zwischen den verschiedenen baltischen Anrainerstaaten gibt folgende Tabelle:

Tabelle 3: Number of port calls in the Baltic Sea, II/1998 (SMA, 1999)

<i>Country</i>	<i>Bulk/comb</i>	<i>Tankers</i>	<i>Gas</i>	<i>Gen. cargo</i>	<i>Container</i>	<i>Reefers</i>	<i>RoRo</i>	<i>Passenger</i>	<i>Others</i>	<i>Total</i>
Germany	197	388	10	2 601	20	12	955	356	5	4 544
Denmark	653	2 100	85	6 642	480	91	967	213	45	11 276
Estonia	104	531	1	1 711	60	34	142	22	0	2 605
Finland	362	1 128	53	3 904	374	10	2 086	384	5	8 306
Lithuania	168	118	0	929	17	86	146	110	1	1 575
Latvia	357	490	53	1 969	67	58	237	63	3	3 297
Norway	1 149	3 041	458	11 358	791	706	1 998	885	50	20 436
Poland	478	707	55	2 544	168	166	230	48	10	4 406
Russia	240	411	1	2 291	179	267	143	323	17	3 872
Sweden	446	3 002	241	8 382	648	83	1 831	245	45	14 923
TOTAL	4 154	11 916	957	42 331	2 804	1 513	8 735	2 649	181	75 240

Quelle [6]: Statistical Analyses of the Baltic Maritime Traffic, Customer: Finnish Environment Institute, Ministry of Traffic and Communications, RESEARCH REPORT NO VAL34-012344, 30.09.02.

Es wird deutlich, dass sich besonders der RoRo-Verkehr zwischen den skandinavischen Ländern und Deutschland abspielt, hier gibt es vermutlich einen Nachholbedarf der übrigen Länder. Dabei wird voraussichtlich vor allem die Schifffahrt im Bereich General Cargo abnehmen. Aus der folgenden Tabelle wird ersichtlich, dass Lübeck-Travemünde im Ostseeverkehr durch seinen hohen Anteil an RoRo-Transporten einen besonderen Status hat.

Weil es sich im Verkehr in der Ostsee um weitgehend dieselben Schiffsflotten handelt, sind die Folgen des Seeverkehrs – zumindest, wenn sich die Häfen in Stadtnähe befinden – immer die Gleichen. Sind die Häfen in „abgelegenen“ Gebieten, werden die negativen Folgen nicht oder kaum wahrgenommen. Handelt es sich um stadtnahe Häfen in Regionen mit umweltsensibilisierten Bürgern, regen sich Proteste. Göteborg, Stockholm und Lübeck sind Beispiele hierfür, es gibt weitere „Schwellenstädte“, wo sich ein Protest bereits aufbaut, wie offenbar in Rostock. Bei gleichbleibenden Rahmenbedingungen steigt das Potenzial für Widerstand durch die zunehmend umweltbewusstere Bevölkerung im gesamten Ostseeraum und darüber hinaus.

In verschiedenen Seehafenstädten der Ostsee wird deshalb versucht, auf Grundlage der Vorgaben der Agenda 21 einen Interessenausgleich zu schaffen, um so in der Region eine nachhaltige ökologische, soziale und wirtschaftliche Entwicklung in Gang zu setzen. Ein erster Schritt in diese Richtung war z. B. das "Archipelago Seehafenprojekt" der Städte Turku, Stockholm und Mariehamn, in dem versucht wurde, verbindliche Standards für die Fährschifffahrt zu schaffen.

Tabelle 4: Harbour cargo turnover and primary types of cargo in 1996 at the ten largest harbours in the Baltic Sea (EC 1997, Annual 1998)

Harbor	Country	Turnover (million tons)	Main Cargo types
Gothenburg / Brofjorden	Sweden	47.6	Bulk, general cargo, crude oil, oil products, containers and trailers
Ventspils	Latvia	35.7	Crude oil, oil products and bulk
Lübeck / Travemunde	Germany	21.9	Bulk general cargo, trailers and ferry cargo
Rostock	Germany	20.2	Bulk and general cargo
Gdansk/Gdynia	Poland	24.8	Bulk and general cargo
Porvoo	Finland	16.9	Oil and oil products
Swinoujscie / Szczecin	Poland	16.3	Bulk and general cargo
St. Petersburg	Russia	16.1	Bulk, general cargo, containers and trailers
Klaipeda	Lithuania	14.8	Bulk, oil products and general cargo
Tallinn	Estonia	14.1	Bulk, general Cargo and Trailers

Quelle [6]: Statistical Analyses of the Baltic Maritime Traffic, Customer: Finnish Environment Institute, Ministry of Traffic and Communications, RESEARCH REPORT NO VAL34-012344, 30.09.02.

2 Die Agenda 21 zur Umsetzung einer global nachhaltigen Entwicklung

Auf der Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung (UNCED) 1992 haben die Regierungen mit der Agenda 21 ein Aktionsprogramm für das 21. Jahrhundert verabschiedet, das zur Umsetzung einer global nachhaltigen Entwicklung beitragen soll⁴. Damit wurde nachhaltige Entwicklung zu einem weltweit geltenden Leitbild erhoben, das die internationale und nationale Politik ebenso bestimmen soll wie das Handeln in den einzelnen Städten und Gemeinden.

Inhaltlich bedeutet eine nachhaltige Entwicklung, dass sich das Leitbild der Nachhaltigkeit zumindest auf die drei Dimensionen Ökologie, Wirtschaft und Gesellschaft beziehen muss.

Das Hauptanliegen des Kapitel 17 Agenda 21 „Schutz der Ozeane, aller Arten von Meeren einschließlich umschlossener und halbumschlossener Meere und Küstengebiete sowie Schutz, rationelle Nutzung und Entwicklung ihrer lebenden Ressourcen“ ist, durch vorsorgende und vorbeugende Maßnahmen einen Ausgleich zwischen den divergierenden Interessen zu schaffen, um so die "allmähliche Zerstörung der Meeresumwelt aufzuhalten... und um eine integrierte Bewirtschaftung und Entwicklung von Küstengebieten zu ermöglichen" [1]5. Es ist demnach auch notwendig, ein Handlungskonzept für einen nachhaltigen regionalen Ausgleich zwischen Ökologie, Ökonomie und Sozialaspekten in den Seehäfen zu entwickeln, um eine Auflösung oder Reduzierung des Nutzungskonfliktes Transport versus Tourismus zu erreichen.

Kapitel 17 der Agenda 21 fordert ganz konkret alle schiffahrttreibenden Regierungen und Institutionen auf, umgehend angemessene Maßnahmen einzuleiten, um die Luftverschmutzungen durch Schiffe zu reduzieren. Dieser Appell der UNO ist schon früher von der IMO aufgegriffen und auf der 17. Vollversammlung der IMO im Jahre 1991 in Rahmen der Resolution A.719 (17) verabschiedet worden. Die Resolution forderte das „Marine Environment Protection Committee“ (MEPC) auf, einen neuen Anlage zu MARPOL 73/78 zu entwickeln, der sich mit der Verhütung der Luftverschmutzung durch Schiffsabgase befasst. Dieser MARPOL Anlage VI wird am 19. Mai 2005 in Kraft treten und Grenzwerte für NO_x und SO_x-Emissionen von Schiffen setzen, ferner beinhaltet er klare Vorgaben hinsichtlich der Reduzierung von ozonabbauenden Substanzen (Ozone Depleting Potential - ODP).

Entsprechend der Vorgaben von Absatz 17.6 der Agenda 21 sollen nationale Koordinierungsmechanismen u. a. folgende Aufgaben übernehmen:

Punkt g: "... die regelmäßige Abschätzung der Wirkung externer Faktoren und Phänomene, um sicherzustellen, dass die Ziele einer integrierten Bewirtschaftung und nachhaltigen Entwicklung der Küstengebiete und der Meeresumwelt erfüllt werden".

Punkt i: "... die Verknüpfung von sektoralen, auf nachhaltige Entwicklung ausgerichteten Programmen für Siedlungen, die Landwirtschaft, den Tourismus, die Fischerei, Häfen sowie Industrien, die sich auf den Küstenbereich auswirken".

⁴ <http://www.agrar.de/agenda/agd21k00.htm>

⁵ [1] Agenda 21; Kapitel 17.21

Punkt n: "... die Erarbeitung und gleichzeitige Umsetzung von Umweltqualitätskriterien".

Bei der lokalen Agenda 21 besteht die besondere Aufgabe der Kommunen und der kommunalen Verwaltung darin, sowohl bei einzelnen Projekten als auch längerfristig das Ziel der nachhaltigen Entwicklung insgesamt nicht unberücksichtigt zu lassen.

Jede Kommune muss dabei unter Berücksichtigung der jeweiligen Rahmenbedingungen einen eigenen Weg zum Ausgleich der verschiedenen Interessen finden.

2.1 Indikatoren zur Verfolgung des Agenda 21 Prozesses

Nachhaltigkeitsindikatoren sind eine notwendige Voraussetzung, "um eine solide Grundlage für Entscheidungen auf allen Ebenen zu schaffen und zu einer selbstregulierenden Nachhaltigkeit integrierter Umwelt- und Entwicklungssysteme beizutragen" heißt es im Kapitel 40.4 der Agenda 21. Außerdem sind Indikatoren wichtig, um Fortschritte und Misserfolge zu erkennen.

Eine Konsequenz der Konferenz von Rio war deshalb die Gründung der *Commission of Sustainable Development* (CSD), die 1995 rund 130 Indikatoren vorlegte, die ökologische, ökonomische und soziale Aspekte beinhalten. Das System wurde in 21 Ländern, auch in der Bundesrepublik Deutschland, erprobt und weiterentwickelt. Nach der Erprobung wurden 58 Indikatoren definiert.

Der Begriff Nachhaltigkeit ist abhängig vom jeweiligen Entwicklungsstand eines Landes bzw. der Schwerpunktsetzung innerhalb eines Agenda-Prozesses einer Kommune. Ausgangspunkt für die Erstellung von Indikatorensystemen auf kommunaler Ebene ist darum die Definition von Handlungszielen in deren Richtung sich die Kommune entwickeln soll.

In Artikel 28 wird den Kommunen ausdrücklich aufgetragen, die lokale Agenda 21 im Dialog mit Nichtregierungsorganisationen, Wirtschaft sowie Bürgerinnen- und Bürgern zu erarbeiten und damit das Gemeinwohl der Kommunen zu gestalten.

Gemäß diesem Auftrag wurden innerhalb des Agenda 21-Prozesses mehrere Foren zur Bürgerinnen- und Bürgerbeteiligung veranstaltet, auf denen Handlungsziele für eine zukunftsbeständige Entwicklung formuliert und favorisiert wurden.

Das Lübecker Indikatorenset umfasst insgesamt 22 Indikatoren in den drei Dimensionen Soziales, Ökonomie und Ökologie :

Tabelle 5: Das Lübecker Indikatorenset

Soziales	Ökonomie	Ökologie
<ul style="list-style-type: none"> • SozialhilfeempfängerInnen (%) • Versorgungsquote mit Plätzen in Kindertagesstätten (%) • Übergewichtige Kinder (%) • SchülerInnen ohne Schulabschluss (%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitslosenquote (%) • Sozialversicherungspflichtige Beschäftigte nach Wirtschaftsabteilungen (Anzahl) • Energieverbrauch pro Bruttowertschöpfung (kWh/TDM) • Unternehmen mit zertifiziertem 	<ul style="list-style-type: none"> • Siedlungs- und Verkehrsfläche (%) • Fläche die unter Natur- und Landschaftsschutz steht (% der schutzwürdigen Fläche) • Grünanlagen (M²/E)

<ul style="list-style-type: none"> • Jugendhilfe (DM/E) • Frauen in der Bürgerschaft(%) • Straftaten gegen die sexuelle Selbstbestimmung (Anzahl) • Besuche kultureller Einrichtungen (Anzahl) • Wahlbeteiligung (%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltmanagement (%) • Frauen in Führungspositionen der Stadtverwaltung(%) • Freier Finanzspielraum der Kommune (DM/E) 	<ul style="list-style-type: none"> • Luftbelastung durch SO₂(µg/m³) • Wasserverbrauch privater Haushalte und Gewerbe (m³/E) • Hausmüllaufkommen (kg/E) • Beförderungsfälle im ÖPNV (Anzahl/E)
---	--	--

Quelle: Agenda 21-Büro Lübeck, Mai 2001.

Für den konkreten Fall der Umsetzung der Agenda 21 im Lübecker Hafen können Handlungsziele und die dazugehörigen Indikatoren mit dem Schwerpunkt auf Ökonomie und Ökologie mehr Hinweise geben als soziale Indikatoren. Daher lassen sich nur ein Teil der insgesamt 22 erarbeiteten Handlungsziele und ein noch kleinerer Teil der dazugehörigen Indikatoren auf die Umsetzung der Agenda 21 im Lübecker Hafen anwenden. Aus diesem Grund muss das Indikatorenset für die konkrete Aufgabenstellung des Projektes erweitert werden.

Den folgenden drei von Bürgerinnen und Bürgern favorisierten Handlungszielen aus dem ökonomischen Bereich:

- ausgeglichene Wirtschaftsstruktur,
- effiziente Ressourcennutzung,
- Standortvorteile durch Vorreiterfunktion im Umsetzen der Agenda 21

und den fünf Handlungszielen aus dem ökologischen Bereich:

- Schutz der Natur,
- Reduzierung von Umweltbelastungen,
- Bewusster Umgang mit der Ressource Wasser,
- Reduzierung des Abfallaufkommens,
- Förderung einer umweltschonenden Mobilität

lassen sich folgende Indikatoren mit Relevanz zum Lübecker Hafen zuordnen ohne, dass die Handlungsziele erweitert werden müssen:

Tabelle 6: Indikatoren zur Beurteilung der Erreichung von Handlungszielen

Handlungsziel	Indikator
Ausgeglichene Wirtschaftsstruktur	<ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftliche Entwicklung des Hafens
Effiziente Ressourcennutzung	<ul style="list-style-type: none"> • Treibstoffverbrauch (Messung, Interview) • Wasserverbrauch (Statistik, Messung,) • Stromverbrauch (Statistik, Messung)
Standortvorteile durch Vorreiterfunktion im Umsetzen der Agenda 21	<ul style="list-style-type: none"> • Tourismusedwicklung (Statistik) • Risikoentwicklung (Analyse)
Schutz der Natur	<ul style="list-style-type: none"> • Zustand der Umwelt im Einflussbereich des Hafens (Flechtengutachten oder andere Bioindikatoren)
Reduzierung von Umweltbelastungen	<ul style="list-style-type: none"> • Luftqualität NO_x , SO_x , Ruß (Statistik, Messung)

	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserqualität, Ab- und Bilgenwasser, TBT- Belastung, (Statistik, Messung) • Lärmbelastung (Statistik, Messung, Interview) • Vibrationsbelastung (Statistik, Messung, Interview) • Abfallaufkommen (Statistik) • Emissionsmessung und prozentuale Verteilung der NO_x, SO_x und Ruß – Emission durch Schiffe, Arbeitsmaschinen, LKWs und Züge im Hafengebiet. • Anzahl der Hafengebäude mit Schadstoffausstoß
Bewusster Umgang mit der Ressource Wasser	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserqualität, Ab- und Bilgenwasser, TBT-Belastung, (Statistik, Messung)
Reduzierung des Abfallaufkommens	<ul style="list-style-type: none"> • Abfallaufkommen im Hafen (Statistik)
Förderung einer umweltschonenden Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> • Seeverkehr, Short Sea Shipping etc. (Statistik)

In Anlehnung an Quelle [30]: Hansestadt Lübeck: Indikatoren im Rahmen der Lübecker Agenda 21, Agenda 21-Büro, Lübeck im Mai 2001.

Im Verlauf der Bearbeitung des Projektes - und darüber hinaus - können hiermit Entwicklungen durch den Abgleich mit der Ursprungssituation dargestellt werden. Eine enge Abstimmung mit dem Agenda-Büro der Hansestadt Lübeck sollte die Einflechtung der Ergebnisse in die Lokale Agenda ermöglichen und so die Bemühungen der Stadt Lübeck-Travemünde zur Umsetzung der Agenda 21 unterstützen.

2.2 Umsetzung der Agenda 21 in deutschen Seehäfen

Die Initiative zur Durchführung des Projektes ging aus einem Austausch des Umweltbundesamtes, den Stadtwerken Lübeck-Travemünde und der GAUSS hervor. Hintergrund hierfür war die zunehmende Besorgnis über die Emissionen der Seeschifffahrt in Teilen der Hansestadt und der Versuch über eine Analyse der Situation konkrete Vorschläge zu Reduzierungsmöglichkeiten zu erarbeiten.

2.2.1 Aufgabenstellung

Häfen dienen als Umschlagplatz für etwa 90 % des Handels zwischen den Ländern der EU und den anderen Teilen der Welt und für ca. 40 % des EU-internen Handels, was sich auf ein Gesamtvolumen von ca. 3,5 Mrd. Tonnen jährlichem Ladungsumschlag beläuft. Außerdem werden hier jährlich ca. 350 Mio. Passagiere abgefertigt. Häfen dienen aber nicht nur als Schnittstelle für den Personen- und Ladungstransport, sie sind auch Zentren für Industrieanlagen und Logistikunternehmen. Hier sind weiterhin Gewerbe und Industrie in den Bereichen Schiffbau, Anlagenbau, Reparatur, Finanzierung und Versicherung, Fischerei und Freizeit u. a. angesiedelt, sodass von den Häfen viele Arbeitsstellen in Stadt und Region direkt und indirekt abhängig sind. Sie sind damit auch Knotenpunkte für den regionalen und den Transitverkehr.

Entsprechend der verkehrsstrategischen Leitlinien der EU soll der Seeverkehr und besonders der Kurzstreckenverkehr (*Short Sea Shipping*) weiter ausgebaut werden, um die landbasierten Verkehrsträger zu entlasten. Außerdem zeichnet sich der Seeverkehr unter Gesichtspunkten der Energieeffizienz umwelttechnisch und gesamtwirtschaftlich im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern positiv aus, weshalb es verstärkt Bestrebungen gibt, mehr Güterströme besonders von der Straße auf die Schiffe zu lenken.

Dadurch steigen die durch die Schifffahrt erzeugten Umweltbelastungen. Die in den Häfen zunehmenden Belastungen durch Schadstoffemissionen können aufgrund der auf Schiffen eingesetzten Treibstoffe z. T. eindeutig diesem Verkehrsträger zugeordnet werden, wobei die Höhe der Werte für SO_x in der Luft gravierend sind, aber auch andere Schadstoffe in beträchtlichem Umfang generiert werden.

2.2.2 Ziel des Vorhabens

Eine Verlagerung von Terminals zur Reduzierung der Belastung von städtischen Ballungsgebieten ist meistens aus kosten- oder infrastrukturellen Gründen sowie umweltpolitisch weder wünschenswert noch durchsetzbar.

Das Projekt Agenda 21 in europäischen Seehäfen am Beispiel Lübeck-Travemünde soll von der Analyse der wirtschaftlichen, umwelttechnischen und sozialen Situation in der Region ausgehen und die sich durch die Seeschifffahrt unter spezieller Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten in den betroffenen Küstenregionen ergebenden Konsequenzen beschreiben und Lösungsvorschläge unterbreiten. Soweit möglich, sollen konkrete Maßnahmen oder Schritte zur Verbesserung der Situation initiiert werden.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die internationale Rechtslage es zurzeit den Häfen nicht erlaubt, nationale Vorschriften auf Schiffen unter fremder Flagge durchzusetzen, da diese in fremden Häfen als exterritoriales Gebiet ihrer eigenen Rechtsstaatlichkeit unterliegen (siehe Kapitel 8). Darüber hinaus muss beachtet werden, dass sich die Häfen in gegenseitigem starkem Konkurrenzkampf befinden, und deshalb den Kunden, d. h. der Schifffahrt in der Regel keine über die international anwendbaren Vorschriften hinausgehenden Auflagen machen können.

Die Ergebnisse des Vorhabens zur Reduzierung der Nutzungskonflikte, besonders im Bereich der Schadstoffemissionen, können deshalb nur im Rahmen einer grenzüberschreitenden regionalen Kooperation gemeinsam mit den konkurrierenden Häfen umgesetzt werden. Hierfür soll den Hafenstädten in der Ostsee der Entwurf eines *Memorandum of Understanding für nachhaltige Hafenwirtschaft* zur Verfügung gestellt werden, das nach Diskussion im Rahmen der Agenda-Kreise im baltischen Raum eine einheitliche Basis für ein gemeinsames Vorgehen zur Lösung der Konflikte bieten kann.

Als vorrangiges Ziel ist die Reduzierung von Luftschadstoffemissionen, besonders SO_2 und NO_x zu sehen, allerdings soll die Betrachtung sich hierauf nicht beschränken. Außer den oben genannten sollen die Entwicklungspfade auch anderer fester, flüssiger und gasförmiger Emissionen sowie Lärm und Vibration erfasst werden, um gegebenenfalls Potenziale zur Reduktion aufzuzeigen.

Die zu betrachtenden Lösungsmöglichkeiten werden dabei sowohl seeseitig (u. a. eingesetzter Treibstoff, Anlagen zur Reduktion von Emissionen) als auch landseitig, z. B. durch eine Versorgung der Schifffahrt mit Landstrom, zu finden sein. Als Modell für einen umwelt- und sozialverträglichen Seeverkehr soll später in Zusammenarbeit mit anderen Häfen die Umsetzung der nachhaltigen Bewirtschaftung von Küstenregionen exemplarisch dargestellt werden.

2.2.3 Vorgehensweise

Eine statistische Datenrecherche der wirtschaftlichen Grundvoraussetzungen im Betrachtungsgebiet soll die ökonomischen Wirkmechanismen darstellen. Die Ermittlung der rechtlichen Rahmenbedingungen soll zunächst die Handlungsspielräume unabhängig von wirtschaftlichen, sozialen und sonstigen Aspekten aufzeigen. Eine Gegenüberstellung der verschiedenen anzuwendenden internationalen und nationalen Rechtsvorschriften, Verordnungen und freiwilligen Selbstverpflichtungen mit ihren entsprechenden Wirk- und Zuständigkeitsgrenzen bildet die Grundlage hierfür.

Als Basis für die Herleitung einer Prioritätenliste der zu treffenden technischen Maßnahmen soll eine statistische Datenrecherche durchgeführt werden, aus der die Entwicklung der Verkehrsströme und der damit verbundenen emittierten Schadstoffe abgeleitet werden kann. Dabei sind zur Verbesserung der Umwelt insbesondere die Luftemissionen, Abwasser- u. Trinkwasserwirtschaft, Abfall- u. Wertstoffwirtschaft sowie Belastungen durch Lärm und Vibration zu untersuchen. Zur Ermittlung der Emissionen in Luft und Wasser dienen Bewegungsdaten von ein- und auslaufenden Schiffen in Lübeck-Travemünde in Kombination mit den individuellen technischen Schiffsdaten. Verifiziert werden sollen diese theoretisch gewonnen Erkenntnisse durch ein Messprogramm für SO₂ und NO_x. Der Informationsaustausch sowie die Bereitstellung und Ermittlung von Daten, Strukturen, Informationen und Ergebnissen aus anderen Seehafenstädten und Projekten im Zusammenhang mit der Umsetzung eines umweltverträglichen Seeverkehrs in der Ostsee (z. B. Stockholm, Turku, Mariehamn) soll vornehmlich mit Unterstützung und Hilfe der *Union of the Baltic Cities* erfolgen, in der fast alle größeren Seehäfen organisiert sind. Die so erhaltenen Angaben sollen während der Bearbeitung genutzt werden, um eine harmonisierte Vernetzung der Ostseeanrainer zu erreichen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen den anderen Hafenstädten zur Verfügung gestellt werden, gegebenenfalls soll die Übertragung des Projektes im gesamten Ostseegebiet über internationale Programmlinien weiter verfolgt werden.

Unter Einbeziehung von Bürgerarbeitsgruppen, Gemeinnützigen Vereinen und sonstigen Initiativen sollen die von der Schifffahrt ausgehenden Beeinträchtigungen für die Gesundheit und Lebensqualität der Bevölkerung in der Region mittels Informationsaustausch erfasst werden. Die von den Kreisen genannten sowohl subjektiven als auch messbaren negativen Einflüsse sollen durch Messungen sowie repräsentative Umfragen genauer ermittelt und verifiziert werden, um sie entsprechend ihrer Prioritäten ordnen zu können. Die zu entwickelnden Lösungsvorschläge sollen in den angesprochenen Gremien diskutiert werden, um abgestimmte Handlungsempfehlungen definieren zu können.

Darauf basierend können standortspezifische oder regional einzusetzende administrative Maßnahmen, wie z. B. der Einsatz eines Bonussystems zur Unterstützung eines umweltschonenden Fährverkehrs empfohlen bzw. entwickelt werden.

Außerdem sollen technisch bereits verfügbare Lösungen berücksichtigt werden, um bord- und landseitige Möglichkeiten zur Reduzierung von Schadstoffemissionen und anderer Umweltbelastungen zu beschreiben und Verbesserungspotenziale aufzeigen zu können.

Zur Kooperation, Abstimmung und Verbreitung der Ergebnisse sollen vorrangig folgende Ansprechpartner/Zielgruppen hinzugezogen werden:

- Lokale Agenda 21 - der Hansestadt Lübeck einschließlich der Stadtverwaltung,
- Deutsche Hafenverwaltungen (besonders Ostseehäfen sowie Hamburg und Bremen),
- Organisation "Union of the Baltic Cities",
- Projektgruppe "Archipelago",
- Der „Energietisch Lübeck“.

Mittelfristig soll auf Basis des *Memorandum of Understanding für nachhaltige Hafenwirtschaft* und den Einsatz fortschrittlicher Technologien der Betrieb von umweltschonenden Schiffen in kooperierenden Häfen im Ausgleich mit sozioökonomischen Faktoren gefördert und so eine integrierte und nachhaltige Küsten- und Meeresbewirtschaftung erreicht werden. Die sozioökonomischen Auswirkungen auf den Tourismusbetrieb durch eine zu befürchtende Aberkennung des Heilbadstatus sind bei der Beurteilung der Ergebnisse zu berücksichtigen.

3 Situation im Umfeld der Lübecker Häfen

In Lübeck-Travemünde treffen eine Reihe ganz unterschiedlicher wirtschaftlicher Aktivitäten aufeinander, deren Interessen nicht immer harmonieren (können). Einen kurzen Überblick über die verschiedenen ansässigen Wirtschaftszweige gibt der Auszug aus dem Bericht des Statistisches Amtes der Hansestadt Lübeck:

„Obwohl sich die Wirtschaftsleistung in den Hamburger Randkreisen Segeberg und Stormarn ständig steigert, ist die Hansestadt Lübeck mit 213.301 Einwohnern weiterhin ein leistungsstarkes Oberzentrum mit großem Entwicklungspotenzial. Aber die Industriedichte in der Hansestadt sinkt, begleitet von einem kräftigen Strukturwandel. Mittlerweile ist in der Hansestadt Lübeck der tertiäre Sektor (Handel, Verkehr und Dienstleistungen) mit einem Bruttowertschöpfungsanteil von rund 70 % dominant. Gleichwohl erbringt die Industrie in der Hansestadt Lübeck mit ihren 109 größeren Betrieben und 13.639 Beschäftigten einen Umsatz von 2.463 Mio. EUR in 2002. Für diese Leistung stehen namhafte Unternehmen in den Bereichen Ernährungsindustrie, Maschinenbau und Medizin- bzw. Elektrotechnik. Zwischen diesen Unternehmen und der expandierenden Hochschullandschaft in der Hansestadt bestehen enge Kooperationen im Forschungsbereich in den Bereichen Medizin, Bauwesen und Elektrotechnik und deren Nebendisziplinen.

Die Errichtung des „Hochschulstadtteils“ schreitet voran. Durch die Verknüpfung der bestehenden Fakultäten mit dem Wohnungsbau und Gewerbeflächen zu einem Wissenschafts- und Technologiepark soll ein positives Gründerumfeld geschaffen werden. Die „Media Docks“ – ein Multimediaunternehmenpark mit integrierten Studiemöglichkeiten (ISNM – International School of New Media) haben im unmittelbaren Altstadtbereich den Betrieb aufgenommen. Das Technikzentrum Lübeck (TZL) und das Innovationszentrum Lübeck (IZL) unterstützen innovative Existenzgründer aus sämtlichen Bereichen der Hochschulen und der Forschung. Größere freie Gewerbeflächen befinden sich im Ortsteil Genin-Süd.

Mit der Entwicklung der Industrie, dem Außenhandel und dem Tourismus eng verbunden sind die Häfen der Hansestadt Lübeck und die dazugehörige Verkehrsinfrastruktur. Über den größten deutschen Ostseehafen mit Anschluss an das Binnenschiffahrtsnetz über den Elbe-Lübeck-Kanal wird der Großteil des Güterumschlags mit den skandinavischen Ländern realisiert. Hohe Investitionen in den Ausbau der Hafenanlagen und weitere geplante Bauvorhaben in diesem Bereich werden den prognostizierten Anstieg der Verkehre bewältigen helfen. Eine Vielzahl von Fährschifflinien verbinden die Hansestadt Lübeck mit Skandinavien und Nordosteuropa. Günstig für die weitere reibungslose Abwicklung aller Verkehre wird die in Bau befindliche Autobahn A 20 über Lübeck in Richtung Polen sein. Auch der Ausbau der Schienenverbindung Hamburg-Lübeck-Puttgarden und Lübeck-Bad Kleinen/Rostock und der Ausbau des Lübecker Bahnhofes werden dazu beitragen. Aber auch Vorhaben des innerstädtischen Verkehrs, wie z. B. der begonnene Bau der „Nordtangente“ und des „Herrentunnels“ gehören dazu. Die Altstadt der Hansestadt Lübeck (UNESCO-Weltkulturerbe) ist jährlich Attraktion für rund 500.000 Touristen und Standort für viele Hotels und gastronomische Betriebe. Sie beherbergt nicht nur in der entwickelten Fußgängerzone ein

weitgefächertes Dienstleistungsbündel mit zahlreichen Betrieben des Handels, sondern erfüllt auch eine Versorgungsfunktion für rund 13.000 Bewohner der Altstadt. Der Einzelhandel in der Hansestadt setzt rund 950 Mio. EUR um. Positive Impulse hat die Wirtschaft in der Hansestadt Lübeck in den letzten Jahren durch die neue Musik- und Kongresshalle sowie durch die Neubauten von Einkaufspassagen und Dienstleistungszentren erhalten. Kurz vor der Realisierung steht ein Neubauprojekt auf dem Lübecker Markt. Sehr erfreulich entwickelt sich der Lübecker Flughafen Blankensee. Wegen der Aufnahme von Linienflügen nach London, Stockholm und Norditalien ist das Passagieraufkommen stark gestiegen“ [23].

Der Lübecker Hafen ist der südwestlichste Hafenumschlagplatz an der Ostsee und nimmt speziell in den Verkehren zwischen den traditionellen Wirtschaftsmetropolen West- und Zentraleuropas und dem sich rasch entwickelnden Wirtschaftsraum Ostsee die zentrale Drehscheibenfunktion ein. 2003 wurden insgesamt 25,4 Millionen Tonnen Güter umgeschlagen. Die Lübecker Hafen-Gesellschaft mbH (LHG) als Betreiberin der öffentlichen Lübecker Häfen hatte daran einen Anteil von 23,1 Millionen Tonnen. Außerdem nutzen rund 620.000 Passagiere den Hafen Lübeck⁶.

Einer der wichtigsten Faktoren für den Erfolg des mit Abstand größten deutschen Ostseehafens (Marktanteil über 40 %) ist die extrem hohe Abfahrtsdichte der Liniendienste. Die Lübecker Häfen bieten mittlerweile etwa 150 Abfahrten pro Woche zu 25 Partnerhäfen rund um die gesamte Ostsee und bieten damit allerhöchste Lieferfähigkeit und Sicherung der Ladungsströme Europas. Dabei sind die Verkehre jeder Destination nahezu paarig, sodass die Frachtkapazitäten sowohl der Fährschiffe als auch der Verkehrsträger im Hinterlandtransport stets optimal ausgelastet sind. Für den Transporteur ergeben sich somit entscheidende Kostenvorteile gegenüber alternativen Transportrouten.

Daneben bietet der Lübecker Hafen die Vorteile eines logistischen Zentrums, das über ein Höchstmaß an Qualität und Know-how verfügt. Dieses gilt insbesondere für Forstprodukte wie Papier und Zellulose. Lübeck ist das größte Umschlag- und Verteilzentrum für die schwedische und finnische Papierindustrie in Europa. Diese führende Rolle wurde in jüngster Vergangenheit durch langfristige Kooperationsverträge mit weltweit führenden Papierherstellern aus Schweden und Finnland gefestigt. Etwa vier Millionen Tonnen Forstprodukte wurden 2003 in Lübeck umgeschlagen.

Lübecks Stärke besteht im Roll-on-Roll-off-Verkehr (RoRo): schnelle Fracht, die per LKW, Reederei-Einheit oder Eisenbahnwaggon an und von Bord rollt. Individuell ausgefeilte Logistiksysteme garantieren den Kunden an 365 Tagen im Jahr optimale Dienstleistungen. Mit über 85.000 umgeschlagenen Container-Einheiten (TEU) pro Jahr ist Lübeck der größte deutsche Ostsee-Containerhafen.

Der Hafenstandort Lübeck bietet hervorragende Hinterlandanbindungen. Die dreispurig ausgebaute Autobahn A1 in Richtung Hamburg verbindet Lübeck mit den Hauptwirtschaftszentren Europas. Das Schienennetz zeichnet sich durch besonders hohe Effizienz im Wagenladungsverkehr sowie im kombinierten Ladungsverkehr aus. Pro Woche verkehren rund 35

⁶ <http://www.lhg-online.de/>

100 m hier nicht mehr einlaufen und festmachen können. Diese werden dann im wesentlichen am Ostpreußenkai, einige vielleicht auch am Skandinavienkai, anlegen. Kleinere Schiffe (< 100 m) sollen eventuell auch zum Kohlenhof (Priwall) fahren. 2003 waren knapp 30 Anläufe von Passagierschiffen zu verzeichnen, in 2004 rechnet man ebenfalls mit 30 Schiffen, für 2010 ist es das Ziel, 50 Schiffe nach Lübeck-Travemünde zu holen.

3.1 Aussagen zur Umweltsituation in Lübeck-Travemünde

Vom Bereich Umweltschutz in Lübeck-Travemünde werden Luftuntersuchungen für die Stadt in Auftrag gegeben und die Ergebnisse veröffentlicht. Hierfür werden u. a. Flechten als Bioindikatoren genutzt. Nachdem in den Jahren 1989 und 1992 der Rheinisch-Westfälische TÜV die erste Untersuchung mit Flechten durchgeführt hat, nahm er eine erneute Flechtenkartierung 1999 vor. Ziel dieser Untersuchung war, die lufthygienische Situation in Lübeck flächendeckend zu ermitteln und Veränderungen zu identifizieren und zu beurteilen. Bei der Einschätzung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass Flechten nicht auf einen Schadstoff, sondern auf eine Gesamtbelastung reagieren, wobei sie dennoch gute Indikatoren, besonders für SO_x, NO_x und auch andere Schadstoffe sind.

Im Vergleich zur Erstuntersuchung 1989/1992 hatten sich Lage und Form der bisher belasteten Bereiche in Lübeck nur wenig verändert. Dagegen hatte sich die Luftqualität selbst in einigen Bereichen, besonders den hochbelasteten, verbessert. Bis auf die Außenbereiche war die Luftgüte fast durchgehend um eine Stufe angestiegen. Ausgenommen davon war Genin-Süd. Hier hatte sich in den letzten zehn Jahren keine Veränderung der Luftqualität ergeben. Positiv hatten sich vor allem die Minderung von Schadstoffen in Benzin- und Dieselkraftstoffen, der Einsatz von Katalysatoren, der reduzierte Schwefelgehalt im Heizöl und erhöhte Anforderungen an die Abgas- und Abluftreinigung in der Industrie- und Energieerzeugungswirtschaft ausgewirkt.

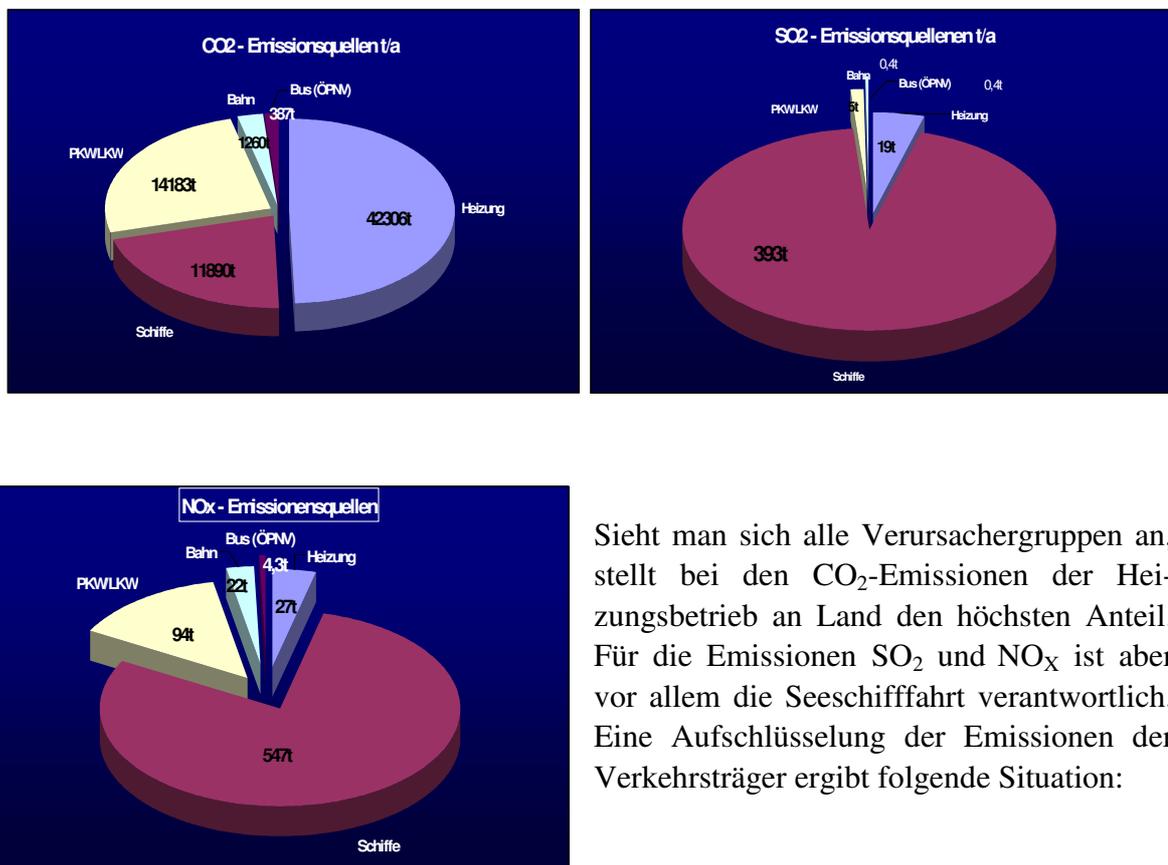
Starke Belastungen der Luftgütestufe 1,1 bis 1,2⁹ sind im Stadtzentrum festzustellen, wobei der Luftaustausch infolge dichter Bebauung erschwert ist. Dies gilt auch für den Hafenbereich, die Gewerbegebiete Genin und Dänischburg, Siems, Herrenwyk sowie ein Teilgebiet von Travemünde, das im Einflussbereich des Schiffsverkehrs liegt¹⁰. Auch in einem Gutachten des Deutschen Wetterdienstes von 1994 wird darauf hingewiesen, dass in einigen Bereichen der Stadt eine „unzulässig hohe Schwefelbelastung“ vorhanden ist und es immer wieder zu einer Überschreitung der Langschwellenwerte, teilweise auch für Stickstoffdioxid kommt und zusammenfassend wird festgestellt, „dass Travemünde die lufthygienischen Anforderungen an ein Seeheilbad nur noch bedingt erfüllt. Dennoch wird aus lufthygienischer Sicht eine Bestätigung des Prädikates noch befürwortet. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass durch geeignete Maßnahmen die hohe winterliche Schwefeldioxidbelastung deutlich reduziert wird...“ [28].

⁹ Die Luftqualität wird mit einem Index von < 0.7 (besonders hoch belastet) bis > 3.1 (nicht nachweisbare Belastung) eingestuft. Zonen mit Werten von 1.1 bis 1.2 werden als „kritisch belastet“, von 1.3 bis 1.5 als „mäßig hoch belastet“ und 1.6 bis 1.8 als „mittel hoch belastet“ klassifiziert.

¹⁰ <http://www.luebeck.de/aktuelles/pressediensarchiv/view/2001/6/010413I/>

Im Jahre 1995 wurde in der Bürgerschaft von Lübeck-Travemünde ein Bericht über die Luftqualität vorgelegt und diskutiert. Für Travemünde werden folgende Belastungen der Luft angegeben, wobei einschränkend kommentiert wird, dass die Mengenangaben mit Unsicherheiten behaftet sind:

Abbildung 4: SO₂-, NO_x- und CO₂-Emissionen in Lübeck-Travemünde (Jahresangabe)



Sieht man sich alle Verursachergruppen an, stellt bei den CO₂-Emissionen der Heizungsbetrieb an Land den höchsten Anteil. Für die Emissionen SO₂ und NO_x ist aber vor allem die Seeschifffahrt verantwortlich. Eine Aufschlüsselung der Emissionen der Verkehrsträger ergibt folgende Situation:

Quelle [28]: Deutscher Wetterdienst Wetteramt Schleswig: Amtliches Gutachten über die Luftqualität in Lübeck-Travemünde“, Schleswig, 23. November 1994.

Tabelle 7: Schadstoffbelastung in Travemünde durch den Verkehr¹¹

Emissionsquelle	CO ₂ (t/a)	SO ₂ (t/a)	NO _x (t/a)
PKW / LKW	14,183	4,67	93,5
Deutsche Bahn AG	1,260	0,40	19,5
Busse des ÖPNV	387	0,22	5,5
Ruhender Schiffsverkehr	7,910	281	228

¹¹ Die Zahlen wurden aus zwei Tabellen zusammengefasst und sind gerundet. Bei den NO_x der Schiffe sind statt 364 t/a fälschlicherweise 464 t/a errechnet worden (ist in dieser Tabelle korrigiert).

Fließender Schiffsverkehr	3,980	112	136
Gesamt	27,720	398	482,5

Quelle [28]: Deutscher Wetterdienst Wetteramt Schleswig: Amtliches Gutachten über die Luftqualität in Lübeck-Travemünde“, Schleswig, 23. November 1994.

Als mögliche Maßnahmen zur Verringerung werden für CO₂-Emissionen vor allem die Gebäudesanierung und eine Umstellung der Heizenergie auf Erdgas bzw. regenerative Energieträger vorgeschlagen, was ebenfalls SO_x-Emissionen reduzieren würde. Um die Emissionen des Schiffsbetriebs zu reduzieren, wird vorgeschlagen:

- Zu prüfen, ob der ruhende Schiffsverkehr mit Landstrom versorgt werden kann;
- Zu prüfen, ob Schiffe beim Ein- und Auslaufen bis zu einer Distanz von 3-5 sm vor dem Hafen mit reduzierter Geschwindigkeit fahren sollten;
- Den Fahrgastbetrieb bzw. die Liegeplätze für Butterfahrten zu verlegen (eine Einstellung des Betriebes wegen geänderter Zollbestimmungen war zu dem Zeitpunkt aber bereits absehbar);
- Über reduzierte Hafengebühren der Schifffahrt einen Anreiz zu geben, schwefelärmeren Treibstoff einzusetzen.

Die ersten beiden Optionen sind inzwischen in Los Angeles realisiert worden. Um Liegeplätze nicht verlegen zu müssen, hat auch Göteborg eine Landstromanlage installiert. Einen Anreiz für den Einsatz schwefelarmer Treibstoffe gibt es bereits in Schweden. Deutsche Häfen haben es aber bislang abgelehnt, sich an dem schwedischen System zu beteiligen. Einige Reedereien, die Travemünde und schwedische Häfen anlaufen, setzen aber trotzdem bereits schwefelarme Treibstoffe ein und werden auf der schwedischen Seite durch Rabatte auf Seestraßen- bzw. Hafengebühren dafür honoriert. Für das Jahr 2000 wurden die Emissionen der Verkehrsträger hochgerechnet, es ergab sich dabei folgendes Bild:

Tabelle 8: Emissionen der Verkehrsträger im Jahr 2000

	NO _x (t/a)	SO ₂ (t/a)	NO _x (%)	SO ₂ (%)
Öffentliches Straßennetz	73,8	2,0	4,44	0,26
Schienenverkehr (Hauptgleise)	31,7	0,6	1,91	0,08
Schiffsverkehr (ohne Skandinavienkai)	966,0	536,9	58,16	69,48
Schiffsverkehr (Skandinavienkai)	277,1	103,1	16,68	13,43
Schiffsliegezeiten (Skandinavienkai)	288,5	129,7	17,37	16,79
Schienenverkehr auf Hafenflächen	8,0	0,1	0,48	0,01
LKW und mobile Geräte auf Hafenflächen	15,9	0,3	0,96	0,04
Gesamt	1661,0	772,7	100	100

Quelle [28]: Deutscher Wetterdienst Wetteramt Schleswig: Amtliches Gutachten über die Luftqualität in Lübeck-Travemünde“, Schleswig, 23. November 1994.

Demnach fallen in Travemünde ca. 92 % der NO_x- und 99,7 % der SO_x-Emissionen der Verkehrsträger auf den Gesamtschiffsverkehr wobei 37 % der NO_x-Emissionen und 30,3 % der SO_x-Emissionen am Skandinavienkai generiert werden.

3.2 Konfliktpotenzial durch konkurrierende wirtschaftliche Interessen

Der Hafenbetrieb mit Schiffen aus aller Welt, mit Ausländern und ausländischen Gütern war in der Vergangenheit für den Tourismus an der Küste eine Attraktion. Seeschifffahrt repräsentierte für viele Touristen eine fremde Welt mit besonderen Reizen, an denen man durch einen Urlaub in Küstenregionen und Hafenstädten teilhaben konnte.

Das Bild hat sich grundlegend gewandelt: Hafengelände und Schiffe dürfen heute in der Regel wegen strenger Sicherheitsvorschriften von fremden Personen nicht mehr betreten werden. Die Arbeit auf Schiffen findet auf nicht zugänglichen, vor Einsicht geschützten und in überwachten Arealen statt. Hinzu kommt, dass durch die Globalität in der Schifffahrt eine in der Vergangenheit ausgeprägte und wahrnehmbare Schifffahrtskultur wenn überhaupt, dann nur noch vereinzelt präsent ist. Die Anonymisierung trägt dazu bei, dass Seeschifffahrt in der öffentlichen Wahrnehmung oft mit ausgeflaggten Schiffen mit geringen Sicherheits- und Umweltstandards, verölkten Seevögeln und allgemeiner Umweltverschmutzung assoziiert wird. Diese Sichtweise verbirgt, dass in den Seehäfen wichtige Aufgaben einer funktionierenden Wirtschaft übernommen werden.

Im Jahr 1999 betrug der Gesamtdurchsatz in den Lübecker Häfen 25,2 Mio. Tonnen (1998: 24,9 Mio. Tonnen). Lübeck hat eine gute Hinterlandanbindung und verfügt über Liniendienste zu 16 Häfen in der Ostsee mit mehr als 110 Abfahrten pro Woche. In den 5 Hauptterminals Skandinavienkai, Konstinkai, Nordlandkai, Schlutup und Lehmannterminal wird vor allem Fährverkehr abgewickelt. Hier werden besonders Papier und Waldprodukte, Stückgut, Obst und Gemüse, Massengut, Autos etc. verladen und außerdem Passagiere befördert.

Tabelle 9: Seewärts gerichteter Verkehr in Lübeck

Jahr	angekommen Schiffe	abgegangen Schiffe
1960	5 806	5 831
1970	7 556	7 567
1980	6 425	6 429
1990	5 896	5 894
1995	5 382	5 382
1996	5 471	5 468
1997	5 660	5 661
1998	6 088	6 075
1999	6 426	6 420
2000	6 003	6 002
2001	6 041	6 042
2002	5 913	6 041
Veränderung in v.H. gegenüber dem Vorjahr	- 2,11 %	- 0,02 %

Quelle [23]: Statistisches Amt in Hansestadt Lübeck, Stand 01.09.03.

Obwohl im Zeitraum von 1960 bis 2002 die Anzahl der in Lübeck-Travemünde abgefertigten Schiffe relativ konstant geblieben ist, hat sich der Güterumschlag und die Personenbeförderung erheblich gesteigert.

Tabelle 10: Güterumschlag der seewärts ein- und ausgegangenen Güter in Lübeck

Jahr	Umschlag in t insgesamt	davon Ausland	darunter Eingang in t insgesamt	davon Ausland	Ausgang in t insgesamt	davon Ausland
1960	3 037 630	2 770 768	2 261 110	2 040 892	776 520	729 876
1970	7 274 541	6 563 430	5 096 987	4 404 075	2 177 554	2 159 355
1980	9 962 481	9 314 234	5 856 264	5 212 266	4 106 217	4 101 968
1990	18 000 571	17 860 035	10 147 644	10 064 051	7 852 927	7 795 984
1993	18 577 423	18 204 925	10 902 327	10 547 879	7 675 096	7 657 046
1994	20 329 597	20 101 424	11 534 683	11 320 018	8 794 914	8 781 406
1995	20 835 004	20 132 980	11 619 788	11 365 185	9 215 216	8 767 795
1996	21 976 578	21 741 685	12 114 672	11 898 250	9 861 906	9 843 435
1997	24 372 718	24 143 988	13 494 998	13 288 734	10 877 720	10 855 254
1998	24 925 399	24 727 303	14 188 698	14 004 540	10 736 701	10 722 763
1999	25 262 869	25 118 920	14 449 152	14 336 595	10 813 717	10 782 325
2000	25 707 439	25 680 817	14 836 194	14 830 057	10 871 245	10 850 760
2001	24 523 215	24 496 621	14 206 510	14 202 422	10 316 900	10 294 199
2002	24 552 543	24 522 563	14 249 974	14 247 133	10 308 569	10 281 430
Veränderung in v.H. gegenüber dem Vorjahr	0,12	0,10	0,30	0,31	-0,08	-0,12

Quelle [23]: Statistisches Amt in Hansestadt Lübeck, Stand 01.05.03.

Tabelle 11: Güterumschlag und Passagiertransport in Lübeck-Travemünde

Kategorie		1999	2000
Stückgut (Mio. t)	Papier	2.806.512	3.188.471
	Zellulose	275.784	312.6
Ladungsgut (Stückzahl)	Begleitete LKW	302.927	304.096
	Unbegleitete LKW	330.471	347.419
	Container	56.489	64.204
	Waggons (railcars)	26.848	18.931
	PKW	159.634	159.634
Reiseverkehr (Anzahl)	Passagiere	573.373	484.189
	Passagier-PKW	117.413	110.758
LHG-Terminals (Mio. t)	Skandinavienkai	15.143.598	15.011.299
	Nordlandkai	5.249.705	5.481.341
	Konstinkai	1.818.194	1.783.341
	Schlutup	1.150.715	1.185.919

Quelle [18]: Finnish Environment Institute: Statistical Analyses of the Baltic Maritime Traffic.

Das - auch im Vergleich zu anderen Ostseehäfen - enorme Entwicklungspotenzial der Lübecker Häfen zeigt die folgende Prognose des ISL für das Jahr 2015. Verbunden mit diesen Ak-

tivitäten ist natürlich auch eine Zunahme der ungewollten Umweltauswirkungen, sofern sie nicht durch gesetzliche Schritte oder freiwillige Maßnahmen reduziert werden.

Tabelle 12: Prognose für deutsche Ostseehäfen und deren Kapazität in 2015 in Mio. t

Port	Throughput 1998	Throughput in 2015	Capacity in 2015	
			min	max
Kiel	4,13	5,44	6,48	7,55
Puttgarten	6,23	8,91	8,45	
Lubeck	24,69	38,67	39,28	39,87
Wismar	1,85	3,22	3,01	
Rostock	18,49	32,78	31,76	32,37
Stralsund	0,60	0,75	0,93	
Sassnitz	5,54	11,47	11,46	12,48
Total	61,90	101,24	101,36	104,56

Quelle: ISL 2000.

3.2.1 Seeverkehrswirtschaft und Tourismus

Die Seeverkehrswirtschaft hat sich, wie oben dargestellt, enorm entwickelt und es wird auch in Zukunft mit großen Zuwächsen gerechnet. Doch auch der Tourismus an der deutschen Küste verzeichnet stetige Zuwachsraten, die Einnahmen durch den Tourismus zählen hier zum Teil zu den größten Einnahmequellen. Der Fremdenverkehr an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste ist eine Mischung verschiedener Fremdenverkehrsformen. Zu 60 % handelt es sich um Erholungstourismus von Familien und Senioren, zu 20 % um Kurtourismus und zu gleichen Teilen um Geschäftstourismus (Lübeck, Kiel, Flensburg) und Wochenendtourismus und Naherholungsverkehr aus Hamburg mit jeweils 10 %. Trotz erhoffter Zuwächse beim Tourismus bleibt das Ziel der Stadt, einen ausgewogenen Kompromiss zwischen Ökonomie und Ökologie zu finden, da der Fremdenverkehr nicht seine eigenen Grundlagen, d. h. eine weitgehend intakte Natur bzw. Umwelt und Landschaft, beschädigen darf.

Da in vielen Regionen in Schleswig-Holstein Seeverkehrswirtschaft und Tourismus als Erwerbsquellen gleichzeitig genutzt und ausgebaut werden, sind bereits Konflikte absehbar bzw. treten bereits auf. Als Beispiel hierfür mag der Hafen Lübeck-Travemünde gelten. Einerseits ist der Hafen Umschlagplatz für den Personen- und Gütertransport mit RoRo-Schiffen, andererseits hat das Gebiet den Status eines Seeheilbades. Das Gebiet läuft Gefahr, diesen Status aufgrund der zunehmenden Umweltbelastungen durch die Schifffahrt zu verlieren. Andere Häfen sind in ähnlicher Weise betroffen. Hier müssen Ansätze gefunden werden, um Nutzungskonflikte zu vermeiden.

Mit Lübeck wurde erstmalig in Nordeuropa eine ganze Altstadt von der UNESCO wegen des mittelalterlichen Stadtkerns als Weltkulturerbe anerkannt. Aufgrund ihrer sehenswerten Baukunst, u. a. einem vollständig erhaltenem Viertel des 13. Jahrhunderts - mit Jakobskirche, Heiligengeist-Spital und den Baublöcken zwischen Glockengießer, dem Viertel der Patrizierhäuser des 15. und 16. Jahrhunderts und den Salzspeichern am linken Traveufer, wurde die Hansestadt 1987 als die „Königin der Hanse“ in die Liste des „Weltkulturerbes der Menschheit“ aufgenommen. Die Hansestadt gehört demnach mit ihrer historischen Altstadt, ihrer

800-jährigen Kultur und ihrer Hanse- und Wirtschaftstradition zu den bedeutenden Kulturstädten Deutschlands und hat sich, in Konkurrenz mit anderen deutschen Städten, für das Jahr 2010 als nationales und internationales Kulturdenkmal darum beworben, Kulturhauptstadt Europas zu werden. Die Verbindung der Stadt Lübeck mit dem Ostseebad Lübeck-Travemünde bietet hierfür eine gelungene Kombination aus Urlaub, Tagungen und kulturellen Veranstaltungen.

Dass Seebad Travemünde entwickelte sich schon früh zu einem der traditionsreichsten Seebäder der Ostsee. Es ist seit 1957 ein staatlich anerkanntes Ostseeheilbad, das mit Sonne, Strand, Kuren, Kultur und Kasino Hunderttausende von Reisende und Wochenendausflügler anzieht. Im Krankenhaus Priwall besteht eine Dialyse-Einrichtung, wo eine Vielzahl von Therapien angewendet werden, wie z. B. ein Kohlensäurebad, Sauerstoffbad, Luftperlbäd etc., Kneipp-Anwendungen, Fango-, Moor-, und Eispackungen, Kopfschmerz- bzw. Migränebehandlung.

Darüber hinaus findet alljährlich in der letzten vollen Woche im Juli die Travemünder Woche statt, die eine der größten Segelveranstaltungen der Welt ist. Weitere Sportmöglichkeiten sind Surfen, Angeln/Hochseeangeln, Tauchen, Schiffsausflugsfahrten, Segeltörns auf Oldtimer-Schiffen, Reiten, Tennis und Golf u.v.a.

Durch die geografischen Voraussetzungen in vielen Fährhäfen (geschützte Buchten etc.) sind hier ebenfalls oft Yachthäfen, Segel- und Surfschulen sowie sonstige Sportangebote angesiedelt. Die unterschiedliche Interessenlage der kommerziellen und der Sportschiffahrt hat in der Vergangenheit bereits häufig zu Konflikten geführt, die sich durch den Einsatz der immer schnelleren und größeren Fähren eher verschärfen wird. Besondere durch den zunehmenden Einsatz immer schneller werdender Schiffe, der *High Speed Craft* Schiffe, werden bestehende Probleme verschärft. Kleine Sportboote sind bei Seegang für die Nautischen Offiziere auf den Brücken dieser Schiffe oft erst spät zu identifizieren, und die Sportschiffer ihrerseits unterschätzen häufig die Geschwindigkeit der Schiffe. Dies hat schon zu Unfällen geführt.

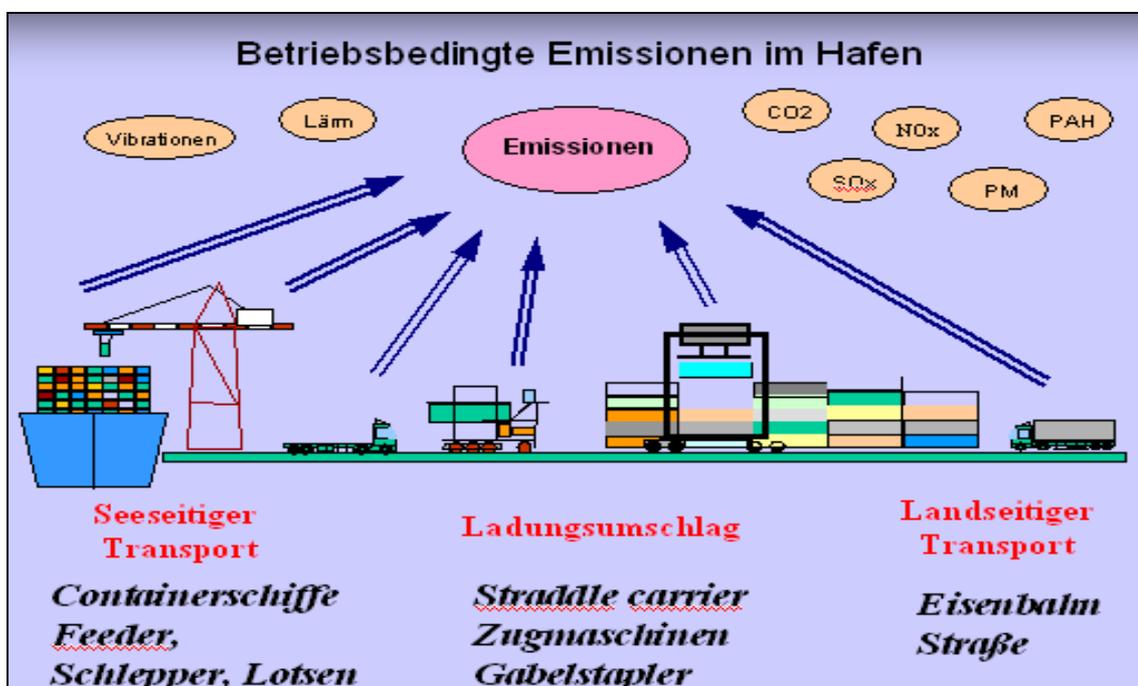
Weil die Passagier- bzw. Fährhafenterminals im Bereich des Ortszentrums bzw. im Bereich von Flussmündungen liegen, sind hier die infrastrukturellen Gegebenheiten durch die Nähe zur Innenstadtbebauung bzw. zu den Tourismus- und Wellnessanlagen häufig sehr eng. Dies hat zur Folge, dass durch den ständig zunehmenden Fährverkehr auch die Innenstädte sowie die Zufahrtsstraßen durch zu- und abfahrenden LKW- und PKW-Verkehr höher belastet werden. Hierdurch ergeben sich erhebliche Nutzungskonflikte für Anwohner und Touristen.

Die verschiedenen oben dargestellten Auswirkungen haben dazu geführt, dass in Lübeck-Travemünde bereits eine Interessengruppe der "Energietisch Lübeck, AG Schiffsverkehr" mit davon betroffenen Bewohnern gebildet wurde, um Maßnahmen zur Verminderung dieser Einflüsse durchzusetzen.

4 Schadstoffemissionen durch den Schiffs- und Hafenbetrieb

Wie beschrieben, wecken die Emissionen der Schifffahrt zunehmend das öffentliche Interesse. Mit Maßnahmen zur Reduktion besonders kritisch eingeschätzter Schadstoffe muss in absehbarer Zeit gerechnet werden. Für Häfen werden zurzeit offenbar weniger Überlegungen angestellt, wie dem vorsorglichen Umweltschutz im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung im Konsens mit anderen Interessenten am maritimen Lebensraum Genüge getan werden kann. Das liegt vor allem daran, dass die Emissionen hier zum Teil bereits geregelt sind. Für z. B. Baumaßnahmen werden schon seit längerem heranzuziehende Umweltstandards berücksichtigt und ggf. Ausgleichsflächen ausgewiesen, aber für die Betriebsphase des Hafens ist ein aktives und vorsorgliches Vorgehen zur Reduzierung von Umweltbelastungen in der Regel nicht sichtbar.

Abbildung 5: Betriebsbedingte Emissionen im Hafen



Quelle: GAUSS 2004.

Möglichkeiten zur Reduktion der Schadstoffemissionen werden in einigen Häfen der Welt untersucht und angewandt. Sie belegen, dass ein zunehmendes Interesse an der Minderung dieser Emissionen in Häfen besteht. Es kann unterschieden werden zwischen hafeninternen Maßnahmen, d. h. solchen, die durch an Land im Hafen eingesetzte Maschinen und Anlagen entstehen, sowie Maßnahmen von Schiffen zur Reduktion der Schadstoffemissionen in Häfen. Zu den ersten gehören:

- Maßnahmen zur Schadstoffreduzierung von Kränen, *Straddlecarriern*, *Mafis*, Gabelstaplern, LKW und weiteren. Hierzu sind in (siehe Kapitel 10.3.2) einige bereits in der Praxis angewandten Methoden beschrieben.

- Maßnahmen zur Reduktion schiffsseitiger Emissionen wie Vorgaben für den „freiwilligen“ Einsatz schwefelarmer Treibstoffe oder das Angebot einer externen Stromversorgung.

Die Emissionsarten und die Reduktionsmöglichkeiten und -potenziale sollen in den folgenden Kapiteln näher beschrieben werden.

4.1 Abgase

Die wichtigsten Emissionen aus Schiff- und Hafenbetrieb sind Schwefeldioxid, Stickoxide, flüchtige Kohlenwasserstoffe, Treibhausgase (besonders CO₂) sowie Gase mit Ozon zerstörenden Eigenschaften. Diese gasförmigen Schiffsemissionen haben ein breites Spektrum an Schädigungspotenzial. Weitere, in dieser Studie nicht näher beschriebene Schadstoffe im Abgas der Schiffsmaschinen sind Stoffe, die, wie Kohlendioxid, Eigenschaften zur Verstärkung des Treibhauseffektes besitzen¹² sowie Schwermetalle und PAKs¹³.

Die Entstehungspfade für die verschiedenen Emissionen sind zum Teil gleich (z. B. Hauptmaschine des Schiffes), zum Teil aber auch unterschiedlich (z. B. Brandbekämpfung, Kältemittel). Während die Hauptmaschine eine ganze Reihe verschiedener Schadstoffe emittiert, kommen VOC fast ausschließlich aus der Ladung. Abgesehen von den Primärschadstoffen (z. B. CO₂ und SO_x) entwickeln sich durch den Einfluss von Licht aus den Schiffsabgasen auch Sekundärschadstoffe (z. B. Ozon).

Die Luftverschmutzung durch Seeschiffe hat bis in die jüngste Zeit im Wissen und Bewusstsein der Internationalen Schifffahrt keine bzw. eine vernachlässigte Rolle gespielt. Die viel zitierte und oft missbrauchte „Freiheit der Meere“ wurde dahingehend wahrgenommen und interpretiert, als ob die scheinbare „Unendlichkeit“ der Ozeane alles aufnehmen und alles verkraften könne, was der Mensch ihnen zufügt. Besonders deutlich wird dies auch dadurch, dass es bis vor kurzem noch möglich war, auf See hochgiftige Abfallprodukte aus der Industrie zu verbrennen, und dies vorzugsweise in küstennahen Bereichen.

¹² Die wichtigsten Treibhausgase sind: Kohlendioxyd (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (Distickstoffoxyd N₂O), Fluorkohlenwasserstoffe (FSKW), Schwefelhexafluorid (SF₆).

¹³ Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK oder engl. PAH)

Abbildung 6: Gasförmige Schadstoffemissionen



Quelle: Ver:di Report Schifffahrt, Fachbereich Verkehr 2/2004.

Faktisch verbrennen die meisten Seeschiffe als Treibstoff Abfallprodukte aus den Raffinerieprozessen (Bunker C-Öl) ohne hinreichende technische Abgasbehandlungen. Erst seit einigen Jahren beschäftigen sich die schifffahrtsbetreibenden Industrienationen mit den Auswirkungen der Luftverschmutzungen durch die Seeschiffe. MARPOL Anlage VI wurde von der IMO am 26. September 1997 angenommen und am 18.05.2004 von der benötigten Anzahl von 15 Staaten ratifiziert, d. h., er tritt am 19.05.2005 in Kraft.

Die seit einigen Jahren intensivere Beschäftigung der IMO mit den schiffsbedingten Luftemissionen resultiert zum einen aus dem gewachsenen größeren Umweltbewusstsein vieler Signatarstaaten, zum anderen aus dem zunehmenden internationalen öffentlichen Druck. Insbesondere durch die LRTAP-Convention¹⁴ [11] geriet die IMO unter Zeit- und Handlungsdruck, zumal für Ende 1997 geplant war, das NO_x-Protokoll dieser Konvention auch auf *mobile resources*, und damit auch auf die internationale Schifffahrt auszuweiten. Gleiches wurde in absehbarer Zeit dann auch sowohl für das „Schwefel-Protokoll“ als auch für das VOC-Protokoll erwartet.

4.1.1 Schwefeldioxid (SO_x)

Das zurzeit am intensivsten diskutierte Thema im Kontext Seeschifffahrt und Umweltschutz sind die Schwefeldioxidemissionen. Der üblicherweise auf seegängigen Schiffen eingesetzte Treibstoff ist *Heavy Fuel Oil* (HFO), das im Gegensatz zur Situation an Land nicht entschwefelt ist. Der Treibstoff entstammt in der Regel den Raffinerierückständen aus der Erdölaufbereitung. Es finden sich hier alle Stoffe, die für den Einsatz an Land nicht (mehr) erlaubt sind. Es wird zum Teil sogar davon ausgegangen, dass mit den „normalen Raffinerierückständen“ andere, normale kostenträchtig zu entsorgende Schadstoffe zugemischt werden, um sie so auf See loszuwerden. Der Vorteil für die Seeschifffahrt liegt darin, dass die robusten Schiffsdiesel diesen Stoff verwerten können und die Kosten wegen der schlechten Qualität niedrig sind.

¹⁴ Convention on Long Range Transboundary Air Pollution

Während eine Tonne HFO ca. 160 USD kostet, liegt der Preis von MDO bei ca. 240 USD und der von Diesel für den Einsatz an Land bei ca. 440 USD pro Tonne.

Während MARPOL Anlage VI (in Kraft ab 19. Mai 2005) noch einen maximalen Höchstwert von 4,5 % Gewichtsanteil vorschreibt, liegt der weltweite Durchschnittswert bei ca. 2,7 %, d. h., vom international verbindlichen Regelwerk für die Seeschifffahrt geht (von wenigen Ausnahmen abgesehen) keine umweltschonende Funktion aus. Eine eindrucksvolle Darstellung der Bandbreite beim Einsatz verschiedener schwefeliger Treibstoffe gibt folgende Tabelle¹⁵.

Tabelle 13: Schwefelgehalt verschiedener Treibstoffe

Summary of Sulfur Content in Various Fuels		
SULFUR CONTENT		Example of Current Usage or Status
percent	ppm	
4.5	45,000	Maximum allowable level for marine fuels in the International Convention for the Prevention of Pollution From Ships (MARPOL)
2.7	27,000	Average for marine fuels (widely accepted global average)
1.5	15,000	Recently proposed by EU as its cap for marine vessels in the North Sea, English Channel, and Baltic Sea
0.5	5,000	Current U.S. EPA nonroad diesel fuel standard, which does not include marine vessels
0.1	1,000	Recently proposed by EU for marine vessels while berthed in EU ports beginning in 2010
0.05	500	Current U.S. EPA on-road diesel fuel standard
0.015	150	Current California on-road diesel fuel standard
0.0015	15	U.S. EPA on-road and California on-road and off-road diesel planned for mid-2006

Quelle [37]: D. Bailey, T. Plenys, G. Solomon, T. Campbell, G. Ruderman Feuer, J. Masters, B. Tonkonogy: HARBORING POLLUTION - Strategies to Clean Up U.S. Ports, August 2004.

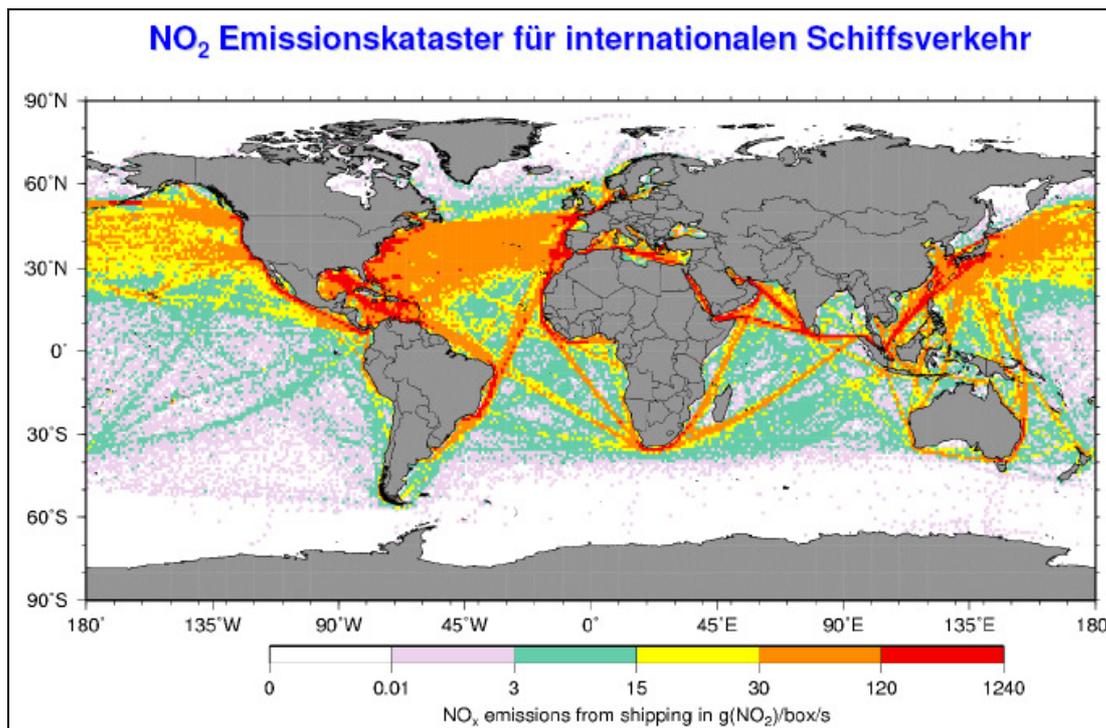
Entsprechend der europäischen Kraftstoffrichtlinie vom 13. Oktober 1998 wurde der Schwefelgehalt der Benzin- und Dieselsorten zum Verbrauch für PKWs an Land ab dem 1. Januar 2000 bei Benzin von ehemals 500 auf 150 ppm und bei Diesel von 500 auf 350 ppm verringert. Für 2005 sollte für alle Kraftstoffsorten ein maximaler Schwefelgehalt von 50 ppm (= 0,005 Gewichtsprozent) verbindlich festgelegt werden. In Gesprächen zwischen Bundesregierung, Automobilindustrie und Mineralölindustrie wurde aber bereits Mitte 1999 über eine vorzeitige Einführung von Benzin und Diesel mit einem maximalen Schwefelgehalt von 50 ppm sowie über eine weitere Reduzierung auf nur noch 10 ppm unter Einbeziehung von Steuerpräferenzen diskutiert. Eine Annäherung der kontroversen Standpunkte konnte nicht sofort erzielt werden, aber seit dem 01.11.2002 bieten die Raffinerien in Deutschland nur noch schwefelfreien Kraftstoff mit nicht mehr als 10 ppm Schwefel an (unter der Nachweisgrenze).

¹⁵ <http://www.coalitionforcleanair.org/pdf/reports/cca-reports-harboring-pollution-strategies-to-clean-up-US-ports.pdf>

4.1.2 Stickoxide (NO_x)

NO_x entsteht während des Verbrennungsprozesses in der Brennkammer. Durch den hohen Druck und die hohe Temperatur werden einige der Stickstoffanteile oxidiert und so zu NO_x umgewandelt. In den letzten 25 Jahren ist der Verbrennungsdruck und die Temperatur in den marinen Dieselmotoren kontinuierlich angestiegen. Dies hatte den positiven Effekt, dass die Energieeffizienz bis zu 20 % gesteigert werden konnte, aber bedauerlicherweise steigt damit einhergehend auch der NO_x-Ausstoß („Diesel Dilemma“).

Abbildung 7: NO_x-Emissionen der Seeschifffahrt



Quelle: Bovensmann, UNI Bremen: Präsentation des Projektes SEAM bei GAUSS, 12. April 2004.

Grundsätzlich kann aber festgestellt werden, dass bei dem Stand der Technik heute die NO_x-Emissionen technisch problemlos um 95 % reduziert werden können [11]. Am besten würde dies durch die Verwendung von SCR-Katalysatoren (*Selective Catalytic Reduction*) [11] zu erreichen sein.

Eine fast ebenso große Reduktion an NO_x kann erreicht werden, indem man die Schiffe mit Gasturbinen umrüstet bzw. ausrüstet. Beide Aspekte, Katalysator und Gasturbine, implizieren allerdings einen erheblichen technischen und ökonomischen Aufwand, sodass im nachfolgenden auch nach weiteren Möglichkeiten gesucht wurde.

4.1.3 Volatile Organic Compounds (VOC)

Wenn auch geringe Anteile an VOC in den Abgasen der Verbrennungsmotoren vorhanden sind, stammt doch der größte Teil der VOC von den Tankschiffen bzw. deren Ladung. Die

Emissionen der VOC treten vorzugsweise während des Ladevorganges auf sowie auch während der Reise, verursacht durch die Gasentwicklung an der Oberfläche der Ladung in den Tanks.

4.1.4 Treibhausgase (GHG¹⁶)

Der zunächst natürliche Treibhauseffekt, verursacht durch die zusätzliche Erwärmung der Erdatmosphäre durch die zurückgesandte Sonnenenergie an einer in der Troposphäre liegenden Schicht bestimmter Gase, wird durch die Emission sogenannter Treibhausgase (Kohlendioxid, FCKW, Methan, Ozon und Distickstoffoxid) zusätzlich verstärkt.

Das wichtigste Treibhausgas, das von der Schifffahrt emittiert wird, ist CO₂¹⁷. Wenn auch die neue MARPOL Anlage noch keine Auflagen bezüglich der Reduzierung von CO₂ definieren wird, ist davon auszugehen, dass entsprechende Forderungen in absehbarer Zeit, wie sie für landgestützte Emissionsquellen durch das „Berlin Mandat“ der *UN Framework Convention on Climate Changes* formuliert wurden, auch für die Seeschifffahrt wirksam werden.

4.1.5 Die Relevanz der Schadstoffemissionen von Hilfskesseln

Zur Ermittlung der Emissionen der Schiffe beim Ein- und Auslaufen sowie während der Liegezeit werden entweder die Bunkerverbräuche für den jeweiligen Zeitraum benötigt oder die Leistungsdaten verschiedenen Maschinen und Anlagen für den Vortrieb, die elektrische Stromversorgung und den Wärmebedarf an Bord. Da die Bunkerverbräuche von den Reedereien nicht veröffentlicht werden, müssen die Leistungsdaten herangezogen werden. Für Hauptmaschine und Hilfsdiesel sind diese normalerweise aus Publikationen verfügbar. Bei den Hilfskesseln zur Erzeugung der Wärmeenergie ist dies nur in Ausnahmefällen bekannt. Da auch auf Nachfrage bei den Reedereien selten die benötigten Informationen erlangt werden konnten, wurde versucht, über Korrelationen mit anderen Schiffsdaten die benötigten Werte zu ermitteln. Die hierfür berücksichtigten Daten bei Fähr- und RoRo-Schiffen sind die Anzahl der Personen an Bord (Besatzung und Passagiere) und die verfügbare Spurlänge zur Beförderung von Fahrzeugen. Die meisten Schiffe haben 3 bis 4 Energieversorger, und diese laufen in 3 Haupt-Betriebszuständen:

Tabelle 14: Energieversorger und Betriebszustände

Betriebszustand	Antriebsmotor für Prop. (+ Wellengen.)	Hilfsmotoren (2-4) für E-Versorgung	Abgaskessel (wenn installiert)	Hilfskessel
Energieform	Mechanische Energie.	Elektrische Energie	Wärme-Energie	Wärme-Energie
Auf See	Dauerbetrieb, (erzeugt z.T. auch el. Energie »)	Laufen nicht, wenn es Wellengenerator/Verstellpropeller gibt	Läuft mit Abgasen von Haupt - und Hilfsmotoren	Läuft meist nicht

¹⁶ GHG: Green House Gases

¹⁷ Weitere wichtige gase sind Methan (CH₄), Lachgas (Distickstoffoxyd N₂O), Fluorkohlenwasserstoffe (FSKW), Schwefelhexafluorid (SF₆).

Manövrieren Hafeneinfahrt Revierfahrt	Teillastbetrieb* unregelmäßig (besonders bei Festpropeller)	Teillast* und Vollast, meist 2 Motoren	Teillast*	Teillast*
Im Hafen	Läuft nicht	Laufen abwechselnd im Dauerbetrieb	Läuft meist nicht	Gesamte Wärmeversorgung

*Teillasten sind emissionstechnisch ungünstigste Betriebszustände, z. B. können so bei Dieselmotoren 3-mal mehr Ruß als bei Vollast erzeugt werden.

Quelle [29]: Isensee, J: Schiffs-Hilfskessel: Größe – Eigenschaften – Umweltbelastung, Hannover 16.12.2003.

4.1.5.1 Größenordnungen von Hilfskesseln

Für viele Anwendungen ist es notwendig, die Größenordnungen der Hilfskessel einfach abschätzen zu können. Deshalb wurden alle erreichbaren (z. T. auch einige von Werften zur Verfügung gestellten) Datensätze von Schiffen und zugehörigen Hilfskesseln ausgewertet. Zur Einschätzung der Kesselgröße an Bord verschiedener Schiffstypen liegen zurzeit 28 Datensätze vor.

In der folgenden Tabelle 15 werden die Ergebnisse von einfachsten Regressionen gezeigt. Das Ziel sind Faustformeln zur Bestimmung der Hilfskesselgröße (DM = Sattedampfmasse pro Stunde) in Abhängigkeit vom jeweils wichtigsten Parameter des Schiffes. Dabei ist es nicht immer sicher, welche Parameter maßgebend sind. Oft sind die maßgebenden Parameter noch nicht bekannt, wenn man die Hilfskesselgröße abschätzen will. Dann ist es klüger, Parameter zu wählen, die mit den maßgebenden Parametern in enger Verbindung stehen. Der wichtigste Parameter bei allen Nicht-Tankern und Nicht-Passagierschiffen scheint die Tankgröße für zu erwärmenden Treibstoff, d. h. in der Regel von Tanks für Rückstandsöle zu sein¹⁸.

Bei einigen Schiffstypen wird es sich kaum vermeiden lassen, Faustformeln mit 2 Parametern zu bilden – so sind bei RoRo-Passagierschiffen die Hilfskessel sicher von der Passagierzahl und den Treibstofftanks abhängig. Außerdem müsste man diesen Schiffstyp noch in zwei Untertypen aufteilen, nämlich in RoRo-Passagierschiffe mit und ohne Kabinen. Hierbei sind es die Kabinen-Passagiere, die deutlich mehr Wärmeenergie benötigen.

Folgende Parameter wurden für diese Ausarbeitung gewählt (es sind aber von den genutzten Schiffsdatensätzen mehr Parameter bekannt):

- Tragfähigkeit (tdw),
- Besatzung + Passagiere (BP).

Später, wenn von mehr Schiffen die Hilfskesselleistung bekannt ist, sollen hinzukommen:

- (Brems-) Leistung der Antriebs-Anlage (PB),
- Spurlänge bei reinen RoRo- und RoRo-Passagierschiffen (SP).

¹⁸ U. Janssen, K.-H. Hochhaus: „Langzeitmessung des Hilfsdampfverbrauches“, HANSA 1985, Nr. 14 S.1474 – 1483

Tabelle 15: Schiffstypen und Leistungsbedarf für Hilfskessel

Schiffstyp	Anzahl Schiffe/ Größenbereich	Bestimmungs- parameter	Faustformel für Dampfmenge DM t/h Sattdampf	Streuung der Punkte
Container	5 / 500<TEU<7500	tdw	$DM = 0,5 + 6 * 10^{-5} * tdw$	stark
Tanker	6 / 16000<tdw<40000	tdw	$DM = 60 * 10^{-5} * tdw$	mittel
RoRoCargo	5 / 600<SP<2200	tdw	$DM = 1,2 + 26 * 10^{-5} * tdw$	stark
RoRo-Pax	8 / 340<BP<2880	BP	$DM = 2,0 + 2,3 * 10^{-3} * BP$	stark
Passagier	4 / 920<BP<4200	BP	$DM = 5,0 + 6,0 * 10^{-3} * BP$	klein

Quelle [29]: Isensee, J: Schiffs-Hilfskessel: Größe – Eigenschaften – Umweltbelastung, Hannover 16.12.2003.

Verlässliche Angaben über die Auslastung der Hilfskessel waren fast nicht zu bekommen. Bei dem Hilfskessel eines Kümos konnte per Augenschein an einem kühlen Tag im Hafen ohne Treiböl-Heizung eine ca. 25%ige-Auslastung festgestellt werden. Für einen Tanker wurde vor Jahren aus einer Kapazitäts-Forderung in einer Bauvorschrift für den Zeitraum, in dem kaltes Rohöl (Ladung) zum Löschen auf Pumpemperatur gebracht werden musste, knapp 100 % ermittelt. Das war die Leistung der Hilfskessel in etwa in Höhe der Hauptmaschine und betrug etwa das 5fache der Leistung der Hilfsmaschinen.

Der Wirkungsgrad (Satt-Dampfenergie/Treibstoffenergie) liegt bei 0,80 bis 0,85 (etwa ab 2 t/h Dampfleistung ~ 1,3 MW). Hier sollte der kleinere Wert für kleinere Anlagen, der größere für große Anlagen ab 5 t/h gelten.

4.1.5.2 Relevanz der Emissionen von Hilfskesseln

Für die Studie war besonders die Einschätzung der Emissionen wichtig. Es gibt zurzeit keinerlei Vorschriften für Emissionsbegrenzungen bzw. einzusetzende Treibstoffe für Hilfskessel, trotz ihrer Größen und trotz des Umstandes, dass sie vor allem in den Häfen betrieben werden. Man kann bei gut betriebenen Schiffshilfskesseln damit rechnen, dass sie emissionsärmer arbeiten als Motoren. Jedoch sind besonders der Brennraum und der Gesamtkessel sowie die noch nicht vorgeschriebenen Abgasreinigungsanlagen ungünstiger geformt als bei Landanlagen, weshalb mit ungünstigeren Emissionen als bei Landanlagen zu rechnen ist.

Außer einem mündlich überlieferten Messwert zu NO_x und einem ähnlichen Schätzwert aus Dänemark¹⁹ konnten keine Werte in Erfahrung gebracht werden. Beide Werte sind erfreulich niedrig. Sie betragen ca. 1g NO_x/kWh. Aus der dänischen Quelle beträgt der Wert ca. 0,03 bis 0,15 g PM/kWh ohne Nennung von Treibstoff, Kesselzustand und Größe.

SO₂ ist wie bei Motoren aus Treibstoffdaten gut berechenbar. Hierbei ist zu beachten, dass häufiger auch Ölschlamm verbrannt wird. Über die Emission von Ruß u. a. Partikel, CO, C_nH_m, VOX usw. ist fast nichts bekannt, sie können aber im Hafen die schädlichsten über-

¹⁹ Es wurden 380ppm NO_x für einen Kessel genannt, was etwa 10,7g NO_x pro kg Öl bei NO_x = NO₂ entspräche oder 7,2g NO_x pro kg Öl bei NO:NO₂:N₂O = 94:5:1. Für Partikel nennt die dänische Quelle 0,3–1,5g pro kg Öl.

haupt sein. Hilfskessel verursachen in Häfen und Zufahrten möglicherweise $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ aller Schiffsemissionen.

Es gibt zum Teil bei der Abnahme von Kesseln durch die Lieferfirma und nach dem Einbau an Bord Messungen zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit, die in Protokollen festgehalten werden. Solche Protokolle konnten leider nicht überprüft werden. Sie dienen auch nicht vorrangig der Emissionskontrolle. Ruß ist außerdem nur mit großem Aufwand in g/kWh messbar, weshalb Ruß wohl meistens, wenn überhaupt, nicht gemessen wird, denn es gibt ja keine Grenzwert-Vorschriften. Ob Werte bei der Inbetriebnahme überhaupt verlässliche Daten über Emissionen liefern, ist ohnehin fraglich.

Die Sonderform Thermokessel ähneln in allen hier wichtigen Aspekten den Dampfkesseln so weit, dass sie nicht gesondert abgehandelt werden müssen. Ihre Emissionen und Wirkungsgrade sind denen der Dampfkessel vergleichbar. Die Regelung der thermoölbeheizten Vorwärmer ist allerdings schwerer, weil Thermoöl sich bei Wärmeabgabe abkühlt, Dampf dagegen bei der Wärmeabgabe kondensiert und dieser Kondensationsvorgang bei konstanter Temperatur stattfindet.

4.1.5.3 Ölschlamm und Altöl als Brennstoff für den Hilfskesselbetrieb

Spätestens seitdem die im Rahmen der Hafenstaatenkontrolle (*port state control / PSC*) Altöl- und Ölschlamm tanks von Zeit zu Zeit überprüft werden und die PSC auf gesetzeskonforme Entsorgung besteht, wird versucht, diese Stoffe an Bord zu nutzen. Die Entsorgung, die nur zeitweilig subventioniert war, ist teuer. Das System *no special fee* (siehe Kapitel 10.1.2) ist noch nicht allgemein umgesetzt. Zurzeit wird eine Aussage an Bord, dass Ölschlamm verbrannt wird, akzeptiert. Die Tatsache, dass offenbar niemand genau weiß, welche Mengen und Schadstoffe (Ruß u.a. PM, VOC, PAH) an Emissionen aus dem Kessel herauskommen, wenn Ölschlämme und Altöle verheizt werden, muss unter Umweltgesichtspunkten kritisch gesehen werden.

In Hilfskesseln kann man demnach diese Abfälle verbrennen, wenn es auch z. T. schwierig ist, die Flamme stabil zu halten. Die Tatsache, dass diese Möglichkeit in Ausschreibungen heute meist formuliert wird, ist ein Beleg dafür. Vorher werden Ölschlämme manchmal noch durch einen Homogenisator geschickt. Trotzdem verschmutzen die Kessel schnell und stark und müssen dann gewaschen werden, was ein großes Abwasserproblem sein kann, welches aber zurzeit offenbar noch nicht wahrgenommen wird. Es wird deshalb angestrebt, im Rahmen eines gesonderten Forschungsauftrages diese Fragestellung zu untersuchen (siehe im Anhang die Projektskizze zu Hilfskesselmissionen).

4.1.5.4 Resümee

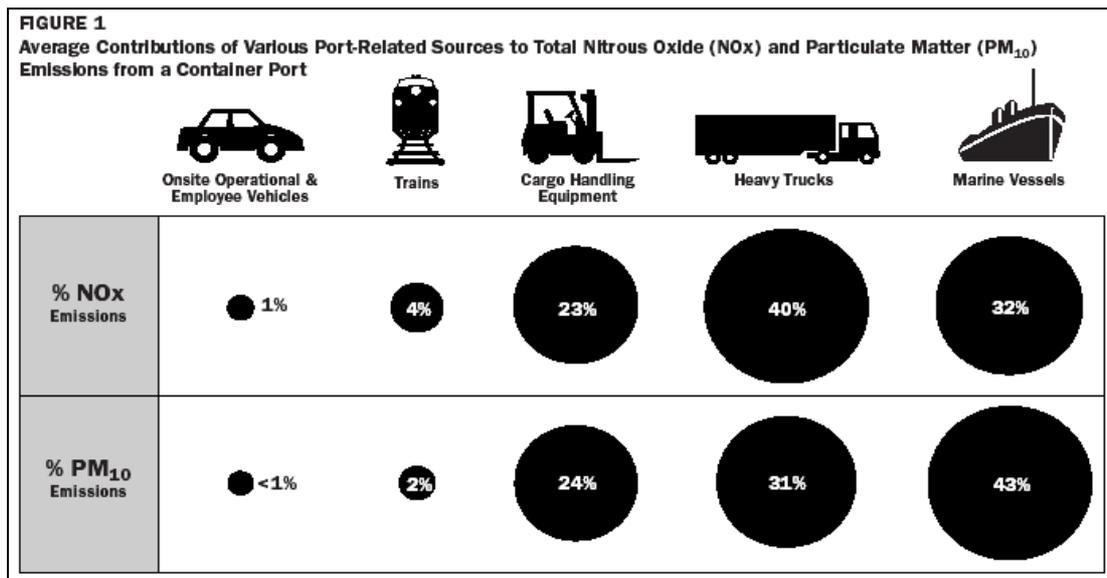
Es ist höchst unbefriedigend, dass die Emissionen eines großen Teiles der Schiffe (in Häfen) nicht berechnet werden können. Es ist auch nicht nachzuvollziehen, dass in einem Hafen ein Landkessel unter strengen Gesetzesvorschriften betrieben wird und dicht daneben in einem Schiff ein Hilfskessel ohne jede Auflage einige MW Wärmeleistung erzeugen darf.

In dem o. a. Projekt sollten deshalb die Betriebs- und Emissionsdaten typischer Hilfskessel verschiedener Größe und Bauart im Betrieb ähnlich wie Hilfsmotoren von Cooper²⁰ gemessen werden. Besonders die Berücksichtigung der Auslastungen bei verschiedenen Betriebszuständen, Wetter-, Jahreszeit- und Tagesbedingungen ist hierbei wichtig. Darauf aufbauend sollten Empfehlungen für den Bau und Betrieb emissionsarmer Schiffshilfskessel, einschließlich der Reinigung ausgearbeitet werden sowie die Definition für Emissionsgrenzwerte von Schiffshilfskesseln, z. B. für die IMO und Aussagen über zulässige Brennstoffe erarbeitet werden.

4.1.6 Emissionen durch den Betrieb des Hafens

Dass auch der Hafenbetrieb und die Zuliefersdienste einen erheblichen Beitrag an der Gesamtemissionsbilanz haben können, zeigt eine Untersuchung aus den Vereinigten Staaten [22]. Die Daten werden aufgrund verschiedener Parameter nicht 1:1 auf Häfen im Ostseeraum bzw. auf Lübeck-Travemünde übertragbar sein, können aber zur Orientierung dienen:

Abbildung 8: Anteile verschiedener Verkehrsträger an CO₂- und PM-Emissionen



Quelle [22]: Bailey, D., Plenys, T., Solomon, G., Campbell, T., Ruderman, G., Masters, J., Tonkono, B.: HARBORING POLLUTION, The Dirty Truth about U.S. Ports.

4.2 Abwasser

Die Einleitung von Abwasser in die Meeresumwelt muss besonders aufgrund des Nähr- und Schadstoffeintrags kritisch gesehen werden. Den größten Anteil der Nährstoffeinträge in die Weltmeere haben die landgestützten Emissionsquellen, die die Nährstoffe (vor allem Phosphate und Nitrate) über die Flüsse und über die Atmosphäre in die Meere einleiten. Diese Nährstoffeinträge können unter spezifischen Bedingungsvariablen zu einer Übersättigung mit

²⁰ Cooper: „Exhaust emissions from ships at berth“, ATMOSPHERIC ENVIRONMENT 37 (2003) 3817 - 3830

Nährstoffen der jeweiligen Seegebiete führen [65]. Die Schifffahrt alleine, als isolierte Quelle von Nährstoffeinträgen, kann eine Übersättigung kaum herbeiführen, aber in bereits stark belasteten Seegebieten den Eintrag und das Überangebot erheblich verstärken. Ein Ökosystem gilt dann als übersättigt, wenn die bislang auf Sauerstoffatmung basierende Abbaukapazität desselben nicht mehr ausreicht und somit störender Sauerstoffmangel oder gar anaerobe Abbauprozesse vermehrt auftreten.

Die Abwasserproblematik mit den an Bord anfallenden Abwassermengen muss im Kontext mit der Sensitivität eines davon betroffenen Seegebietes gesehen werden. Hier sind es vor allem die großen Kreuzfahrt- und Fährschiffe, deren Passagierkapazitäten in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen haben und die in stark frequentierten Seegebieten operieren, die oft bezüglich der Abwassereinträge sehr empfindlich sind, wie z. B. Karibik, Mittelmeer, Arktis und Antarktis, Ostsee, Fjordlandschaften, große Riffgebiete etc.

Durch nicht bzw. unzureichend behandeltes Schwarzwasser können außer Nährstoffen Koli-bakterien und Krankheitskeime in die Wassersäule eingetragen werden, was besonders in austauscharmen Seegebieten und Hafensarealen zu Gesundheitsproblemen führen kann. Die zur Eliminierung der Krankheitskeime ausgerichtete Behandlung des Abwassers mit Chlor stellt ein zunehmend größer werdendes Problem dar, da Chlor nicht nur diese Keime abtötet, sondern auch auf eine Vielzahl mariner Organismen schädigend wirken kann [17]. Offenbar haben Chloreinträge bereits Riffe beschädigt (Great Barrier Reef und Karibische See). Der kausale Nachweis, dass diese Schädigungen primär durch schiffsbedingte Chloreinträge verursacht worden sind, konnte allerdings noch nicht erbracht werden. Durch die Zunahme des Passagieraufkommens auf den Fähr- und Kreuzfahrtschiffen in den letzten Jahren haben auch die Chloreinträge in den spezifischen Fahrtgebieten zugenommen. Eine gründliche Ökobilanzierung der Abwasserbehandlung mit Chlor steht noch aus. Es gibt aber deutliche Hinweise, dass in ökologisch sensiblen Gebieten der Schaden durch die Chlorierung der Abwässer höher ist als der Nutzen.

4.2.1 Schwarzwasser

Die Anlage IV des MARPOL-Übereinkommens, die das Einleiten von Schwarzwasser (*sewage*) in die See behandelt, ist international am 27.09.2003 in Kraft getreten. Als Schwarzwasser wird Abwasser bezeichnet, das aus Toiletten, aus dem Sanitärbereich und aus Räumen, in denen sich lebende Tiere befinden, stammt. Außerdem ist Schwarzwasser jedes Abwasser, das mit den zuvor genannten Abläufen gemischt ist.

Tabelle 16: Bestimmungen nach MARPOL Anlage IV bezüglich der Abwassereinleitungen in die Umwelt

Sea Area	Discharge Area
Within 3 nautical miles from land	No discharge except from approved sewage treatment plant certified to meet regulations 3(1)(a)(i) and 8(1)(b)
Between 3 and 12 nautical miles from land	No discharge except from: (1) approved sewage treatment plant certified to meet regulations 3(1)(a)(i) and 8(1)(b); or (2) an approved system für comminuting and disinfecting sewage

More than 12 nautical miles from land	meeting regulations 3(1)(a)(ii) and 8(1)(a) Discharge from either (1) or (2) above; or sewage which is not comminuted or disinfected when the ship is proceeding at not less than 4 knots and the rate of discharge is approved by the Administration
---------------------------------------	--

Quelle [10]: Kaps, H.: Entwicklung eines Kriterienkataloges für die Vergabe des Prädikates „Umweltfreundliches Schiff“, UBA FuE-Vorhaben 102 04 416, GAUSS, Februar 1998.

Weitere wesentliche Merkmale der MARPOL Anlage IV sind:

- Verpflichtung der Vertragsstaaten, entsprechende Auffanganlagen in den Häfen bereit zu stellen,
- MARPOL Anlage IV kennt keine Sondergebiete,
- MARPOL Anlage IV enthält das Muster eines „International sewage pollution prevention certificate“,
- MARPOL Anlage IV regelt die Leistungsfähigkeit der Kläranlagen [16].

Fast alle Schiffe sind heutzutage mit Abwassertanks und Behandlungsanlagen ausgerüstet. Das bedeutet, sie können im Hafen Abwasser aufnehmen und auf See behandelt in die Umwelt abgeben.

Nach HELCOM dürfen Schiffe mit der Flagge eines Anrainerstaates Abwasser²¹ nur 12 sm von Land entfernt einleiten. Das Gleiche gilt für Schiffe unter fremder Flagge in den Territorialgewässern der Ostseeanrainer. Wenn grobe Teile im Abwasser zerkleinert und desinfiziert wurden, darf es aber schon in einer Entfernung von vier Seemeilen eingeleitet werden. Es soll nicht *in excessive quantities* eingeleitet werden und Schiffe müssen eine Minimalfahrt von 4 kn aufrechterhalten. Beim Vorhandensein einer *approved sewage treatment plant* gibt es keine Auflage bezüglich der Entfernung von der Küste. Schiffe mit der Flagge eines Anrainerstaates, die zum Passagiertransport von mehr als 50 Personen für internationale Beförderung zertifiziert sind, müssen ein *Sewage Pollution Prevention Certificate* haben. Sie unterliegen regelmäßigen Kontrollen.

4.2.2 Grauwasser

Als Grauwasser gelten Abläufe und Abfälle aus den Kombüsen, Pantrys, Wäschereien, Bädern und Duschen, sofern sie nicht mit Schwarzwasser vermischt sind. Grauwasser ist in MARPOL Anlage IV zwar definiert, wird aber nicht weiter geregelt.

Die an Bord anfallenden Abwässer können in Abhängigkeit von Schiffstyp, Fahrgebiet etc. bezüglich Zusammensetzung und Menge stark variieren. Eine Übersicht über Art und Menge des anfallenden Abwassers gibt folgende Tabelle:

²¹ Hier ist mit Abwasser „sewage“ gemeint, also Schwarz- und Grauwasser (z. B. kein ! Bilgenwasser)

Tabelle 17: Art und Menge des an Bord anfallenden Abwassers

Art	Menge (pro Person /Tag)
Schwarz-, Grau- und Küchenabwasser (Konventionell)	250 ltr.
Schwarz-, Grau- und Küchenabwasser (Vacuum)	195 ltr.
Schwarz- und Küchenabwasser (Konventionell)	130 ltr.
Schwarz-, Grau- und Küchenabwasser (Vacuum)	75 ltr.
Schwarzwasser (Konventionell)	70 ltr.
Schwarzwasser (Vacuum)	15 ltr.

Quelle: <http://www.marinfloc.se/Marinfloc%20Neptumatic%20System.pdf>.

Grauwasser darf nach MARPOL Anlage IV unbehandelt in die Umwelt abgegeben werden. Lokal wird diese Regel durch Hafenordnungen aber eingeschränkt, weshalb es im Hafen in Tanks gesammelt und auf See eingeleitet wird. Grauwasser wird in vielen Anlagen an Bord dem Schwarzwasser zugemischt und dann in der Kläranlage an Bord behandelt.

Die zum Einsatz kommenden biologischen Kleinkläranlagen sind aus den im Landbetrieb eingesetzten Anlagen übernommen worden. Diese Anlagen arbeiten nach dem Belebtschlamm-Verfahren, bei dem das Abwasser durch eine zirkulierende Bakterienmasse gereinigt wird, die die biologisch abbaubaren Inhaltsstoffe des Abwassers unter Veratmung von Sauerstoff im Idealfall zu Kohlendioxid (CO₂), Wasser (H₂O) und Stickoxid (N₂) abbaut. Die moderneren biologischen Abwasseraufbereitungsanlagen auf den Schiffen arbeiten vollautomatisch einschließlich des Monitoring und der Zugabe von Desinfektionsmitteln (Chlor) [14].

In den nach diesem Prinzip funktionierenden biologischen Kläranlagen können krankheitserregende Keime um 90 bis 98 % reduziert werden. Der Abbau des BSB²² kann bis zu 90 % betragen. Derartige Anlagen können bei der Prüfung an Land bei Einhaltung der vorgegebenen Randbedingungen die von der MARPOL Anlage IV bzw. die der HELCOM und der verschiedenen nationalen Gesetzgebungen geforderten Grenzwerte einhalten.

Tabelle 18: Grenzwerte nach MARPOL und HELCOM für Abwassereinleitungen

Abwasser-Parameter	Grenzwert
• BSB ₅	50 mg/l
• fäkal-koliforme Keime	250 auf 100 ml MPN-Methode
• Schwimm- und Schwebestoffe als geometrisches Mittel, bei der Typenerprobung an Bord	100 mg/l

Quelle [16]: International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL 73/78), [13]:

<http://www.HELCOM.fi/HELCOM/convention.html>

²² BSB₅: Biologischer Sauerstoffbedarf innerhalb von 5 Tagen.

Um die Menge des anfallenden Schwarzwassers zu reduzieren, werden schon seit Jahren insbesondere die Passagier- und Fährschiffe mit Vakuum-WC-Anlagen ausgerüstet, welche den Schwarzwasseranfall pro Tag und pro Person um bis zu 80 % verringern [13].

Trotzdem sind auch die modernen aerob-biologischen Abwasserbehandlungsanlagen auf den Schiffen oft nur begrenzt bzw. nicht imstande, den anfallenden Anforderungen gerecht zu werden. Besonders auf Kreuzfahrtschiffen und im Fährverkehr können die gewaltigen Mengen an anfallenden Schwarzwassern und die abzubauenen Biosubstanzen unter schiffstypischen Bedingungen zu erheblichen Problemen führen [13].

Unter anderem beeinträchtigen die seegangsbedingten Bewegungen der Schiffe oft eine hinreichende Sedimentation des Belebtschlammes in diesen Anlagen. Daher wurden bereits verschiedene Versuche durchgeführt, das Belebtschlamm-Verfahren durch ein Testbett zu erweitern, welches den Bakterien sowohl als Aufwuchsfläche dient und damit die Abbauleistung einer derartigen Anlage steigert als auch die Wirkung von Belastungsveränderung abmildern kann und den Ersatz der wenig effektiven und wartungsaufwendigen Fettabscheider möglich machen soll.

4.2.2.1 Chlorierung der Abwässer

Bei allen modernen sich im Einsatz befindlichen aerob-biologischen Abwasseranlagen auf Schiffen werden zur Desinfektion automatisch Chlor bzw. Chlorzusammensetzungen zugefügt. In Abhängigkeit von der Menge der Abwässer und der Menge der in ihnen enthaltenden schädlichen Keime kommt es über die großen Fähr- und Kreuzfahrtschiffe zu nicht unerheblichen Einträgen von Chlor und Chlorverbindungen in die marine Umwelt. So leitet z. B. eine Fähre mit einer Passagierkapazität von 1.500 Personen durchschnittlich 10 Tonnen Chlor und Chlorverbindungen jährlich in die marine Umwelt ein [17].

Auch bei den modernsten biologischen Kläranlagen, die den höchsten IMO-Kriterien entsprechen und somit ein Einleiten der behandelten Abwässer auch innerhalb der 4-Meilen-Zone ermöglichen, werden weiterhin nicht unerhebliche Mengen Chlor und Chlorverbindungen automatisch in die marine Umwelt eingeleitet. Da sowohl Passagiere als auch Besatzungsmitglieder Toilettenartikel verwenden, die den biologischen Abbauprozess beeinträchtigen, kommt es bei der großen Zahl von Passagieren nachweislich oft zu einer Beeinträchtigung des Reinigungsprozesses in den bordseitigen biologischen Abwasseraufbereitungsanlagen [17]. Bei diesen Anlagen läuft der gesamte Reinigungs- und Einleitungsprozess vollautomatisch und kontinuierlich ab, d. h., unter Umständen werden auch Hafenregionen mit chlorierten Abwässern konfrontiert. Sowohl in der Kreuzschiffahrt als auch in den stark frequentierten Fährhäfen kann dies erhebliche ökologische Probleme aufwerfen, vor allem, wenn diese Gebiete bereits durch landseitige Einleitungen vorbelastet sind.

4.2.3 Bilgenwasser

Das Abwasser aus dem Maschinenbereich wird von MARPOL Anlage IV nicht erfasst, weil es in der Regel verölt ist. Zu diesen Abwässern gehören u. a. Kühl- und Speisewasser. Insbesondere dem *Kühlwasser* werden eine Vielzahl von Additiven zugefügt, die z. B. dem Korro-

sionsschutz, der Altersbeständigkeit, der Unterbindung von Schlammbildungen, Verhinderung von Kesselsteinen, Fremdpassivierung, dem Säureschutz und/oder als ph-Puffer dienen. Diese vielfältigen, oft synthetischen Verbindungen, die meistens auch noch zusätzlich mit Emulsionsölen versetzt sind, werden in der Regel mit den bordüblichen Schwerkraftentöler gereinigt, bevor sie außenbords entsorgt werden. Diese Entöler trennen nach unterschiedlichen Verfahren nur das Öl-Wasser-Gemisch, können aber alle anderen Verunreinigungen, z. B. durch Additive, nicht entfernen, sodass diese in der Regel ins Meer gelangen [10].

Auch *Speisewasser* ist oft mit Zusätzen von Chemikalien der unterschiedlichsten Art, wie z. B. Hydrazin, Levokzin, Ätznatron u. a. mehr versetzt. Diese Speisewasser können als Abwasser beim sogenannten Kesselblasen als auch beim Abschleppen anfallen. Es wird den Bilgen zugeführt und anschließend auch durch die Entöler geschickt, die die vorweg genannten Chemikalien aber nicht entfernen können, sodass auch diese ins Meer eingetragen werden [10].

In der Regel enthalten alle Waschwasser, die im *Maschinenbereich* anfallen, z. T. hohe Konzentrationen an Reinigungs- und Lösungsmitteln als auch erhebliche (meistens ölige) Schmutzrückstände [14]. Auch der *Abwasseranfall aus den Separatoren* auf den Schiffen enthält eine Vielzahl von Problemstoffen, u. a. gelöste Kohlenwasserstoffe, Magnesiumsulfate, Emulgatoren und Additive [14].

4.2.4 Abwasser aus dem Decks- und Ladungsbereich

Die Abwässer, die bei der Reinigung der Schiffe und der Laderäume nach dem Löschvorgang anfallen, können in der Umwelt zu erheblichen Problemen führen, da sie, insbesondere in der Massengutschifffahrt, mit großen Mengen an Ladungsresten kontaminiert bzw. versetzt sind. Diese Abwässer, die teilweise noch im Hafen bzw. Revierbereich anfallen, werden, wie schon festgestellt wurde, ebenfalls nicht von MARPOL Anlage IV erfasst.

4.2.5 Abwasserannahme im Hafen

Das Einleiten von Abwasser verschlechtert nicht nur die Wasserqualität und überdüngt lokale Gewässer, wodurch das natürliche Gleichgewicht in dem Lebensraum gefährdet wird, sondern es kann auch dazu führen, dass in küstennahen Bereichen die Grenzwerte zur Ausweisung als Badegewässer überschritten werden, was zu Problemen mit anderen Wirtschaftszweigen führen kann. Dies gilt besonders für den lokalen Tourismus. Unter anderem deswegen sollen im Rahmen von Memoranden Kreuzfahrtreedereien dazu bewegt werden, gewisse Standards für das Einleiten von Abwasser einzuhalten. Hafenauffanganlagen sollen u. a. nach den *Baltic sea environment proceedings no.86* [I7] zur Abwasseraufnahme ausgerüstet sein²³.

Nach Angaben in den *Baltic sea environment proceedings No. 50* (seminar on reception facilities in ports) [I6] sind in 20 Häfen an der Ostseeküste mobile Einheiten zur Aufnahme von *sewage* ausgestattet. In 12 der Häfen sind stationäre Einrichtungen verfügbar. Da der Bericht

²³ Zitat: „Port reception facilities are equipped to deal with sewage“.

aus dem Jahr 1992 ist, wird sich die Situation vermutlich verbessert haben. Eine Stichpunkt-Nachfrage ergab allerdings, dass stationäre Einrichtungen zumindest in deutschen Häfen durchaus noch keine Selbstverständlichkeit sind. In einigen Regionen in Skandinavien ist dies aber offenbar (zumindest für die Passagier- und Fährschiffahrt) bereits der Fall.

4.3 Abfall

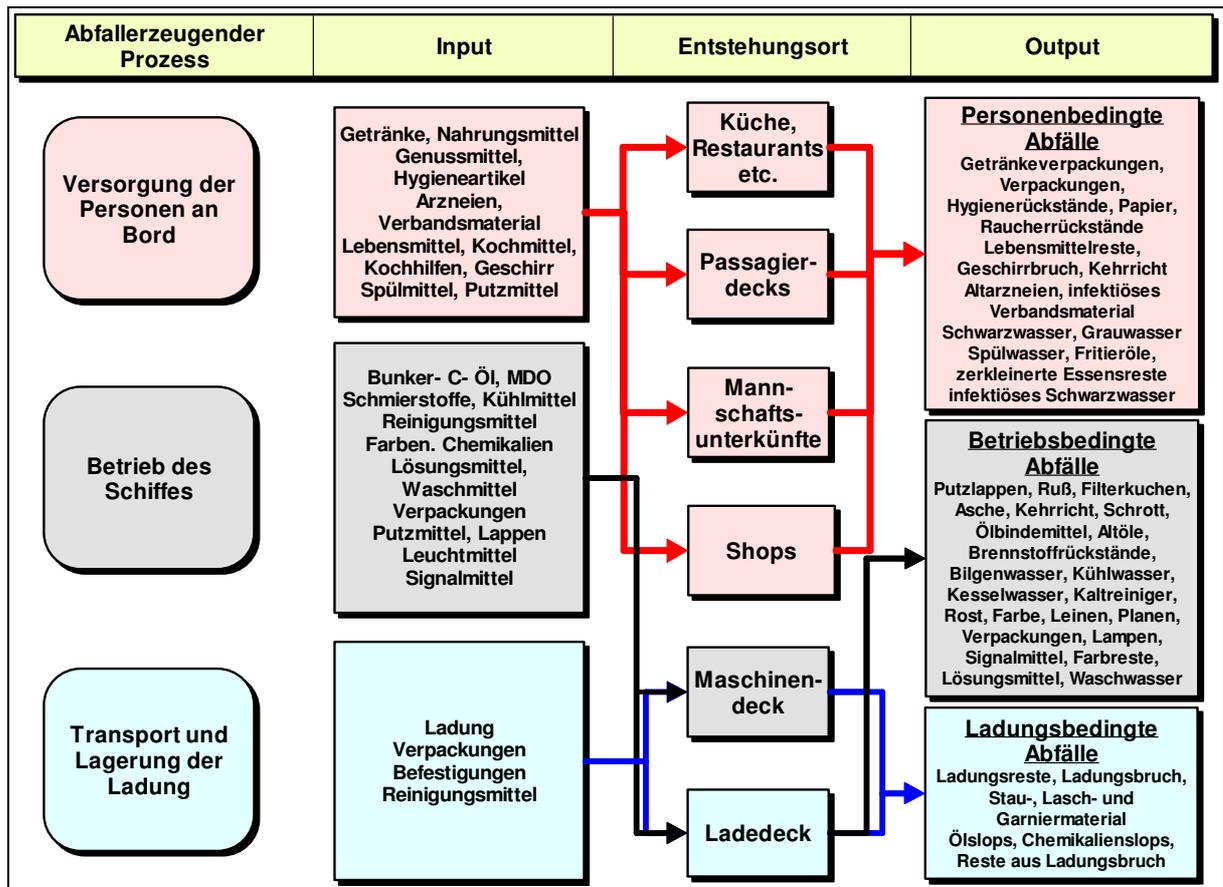
Die Meeresverschmutzung durch Abfall stellt eine Bedrohung des marinen Lebensraumes dar und gefährdet Menschen am Strand und im Wasser. Dabei ist sie, ohne hohen Aufwand zu betreiben, zum größten Teil vermeidbar. Eine nicht unerhebliche Menge Abfall an der deutschen Küste wird durch die Schifffahrt und durch Fischereifahrzeuge verursacht. Die negativen Auswirkungen dieser Müllverschmutzung der Meere sind vielfältig, die Kosten zur Behebung entstehender Schäden immens. Die Probleme, die mit der Müllverschmutzung entstehen, reichen von blockierten Schiffspropellern, beschädigtem Fischereigeschirr, verstopften Wasserfiltern bei Kraftwerken bis hin zu verschmutzten Stränden, die gereinigt werden müssen. Es wird geschätzt, dass die Summe dieser Auswirkungen die Küstengemeinden Europas insgesamt pro Jahr einige Milliarden Euros kostet. Darüber hinaus sind die negativen Auswirkungen von Abfall auf Meeresorganismen und Meeressäuger und -vögel sehr gut dokumentiert, insbesondere für die deutsche Nordseeküste.

Der in einer Studie des Umweltbundesamtes [24] untersuchte Abfall an der deutschen Nordseeküste bestand überwiegend aus schwimmenden Teilen. Der am Strand angespülte Abfall bestand hauptsächlich aus Teilen, die im Wasser nicht auseinander fallen, sich nicht auflösen oder sich zersetzen. Metall und Glas sind sicherlich unterrepräsentiert, da diese im Vergleich zum Abfall aus Plastik, Schaumgummi, Styropor oder Holz eher sinken. Papier wird im Wasser zum Teil auseinander fallen, manche Nahrungsmittelteile werden von Meerestieren und Vögeln gefressen, andere sinken ab oder lösen sich auf.

Die Ergebnisse der Studien der letzten 10 Jahre zeigen, dass Plastikmüll bei weitem die vorherrschende Form der Müllverschmutzung ist, wenn es um die Anzahl der Teile geht, und dass Holz die häufigste Form der Müllverschmutzung nach Gewicht ist. Dieses generelle Muster hat sich in den letzten Jahren nicht verändert. Auch die Ergebnisse von ähnlichen Erfassungen in vielen anderen Teilen der Welt bestätigen, dass Plastik weltweit die wichtigste Form der marinen Abfallverschmutzung ist [24].

Bei der Entstehung von Abfällen an Bord eines Schiffen lassen sich drei unterschiedliche Prozesse zuordnen. Diese Prozesse sowie die hierbei entstehende Abfallarten sind in der Abbildung 12 dargestellt.

Abbildung 9: Abfallerzeugende Prozesse



Quelle: Stadtwerke Lübeck-Travemünde / GAUSS.

Betriebsbedingte Abfälle entstehen ausschließlich beim Betrieb des Schiffes. Dieser beinhaltet sowohl die Aufrechterhaltung der Fortbewegung als auch die Erhaltung des gesamten übrigen Schiffsbetriebs. Ladungsbedingte Abfälle entstehen direkt oder indirekt durch die transportierte Ladung. Es handelt sich hierbei um unbrauchbar bzw. ungenießbar gewordene Ladung sowie um defektes bzw. unbrauchbar gewordenes Material zur Lagerung, Separation, Sicherung etc. der Ladungsgüter. Personenbedingte Abfälle entstehen durch die Besatzung und bei der Beförderung von Passagieren an Bord eines Schiffes. Es handelt sich hierbei hauptsächlich um Nahrungsmittelreste und Verpackungen für Nahrungsmittel aller Art.

Bei betriebsbedingten Abfällen ist auf Fähr- und Frachtschiffen nach Hartung²⁴ mit folgender Abfallzusammensetzung zu rechnen:

²⁴ Dipl. Ing. Olaf Hartung, Bremen, 1997, Durchschnittlicher Anfall fester Abfälle auf Fährschiffen - Auswertung von Fragebögen „Schiff“ nach für die Schwachstellenanalyse Schiffsmüllentsorgung

Tabelle 19: Betriebs-, ladungs- und personenbedingte Abfälle

Gruppe	Fährrschiffe		Frachtschiffe	
	pro Person [kg/(d x pc)]			
	Betriebsbedingt	Betriebsbedingt	Ladungsbedingt	
Lebensmittelreste	-	-	2,41	
Papier/ Pappe	0,01	0,02	1,72	
Holz	0,01	< 0,005	7,98	
Glas	< 0,005	< 0,005	-	
Metall	0,28	0,09	1,49	
Kunststoffe	0,01	0,02	0,08	
Öl- und fetthaltige Abfälle	0,31	0,22	-	
Chemikalien/ Farben	0,12	0,05	0,08	
Reststoffe	0,04	0,03	0,91	
Summe	0,78	0,43	14,79	

Quelle: Stadtwerke Lübeck-Travemünde / GAUSS.

4.3.1 Übersicht der gesetzlichen Rahmenbedingungen

MARPOL Anlage V schreibt die Einteilung von Abfällen in nur sechs Kategorien vor. Zur getrennten Erfassung dieser Abfallkategorien sind seit dem 01. Juli 1988 alle Schiffe verpflichtet, die größer als 400 Registertonnen sind und/oder mehr als 12 Personen befördern dürfen.

Die Entsorgung von Kunststoffgegenständen ins Meer ist generell verboten und die Einleitung von anderem Schiffsmüll in küstennahe Meeres- und Sondergebiete reglementiert. In den Richtlinien zur Einführung von MARPOL V wird empfohlen, regional vorhandene Recyclingangebote zu nutzen. Die Abfallkategorien werden, wie weiter unten beschrieben, unterschieden. Bezugsgröße bei dieser Kategorisierung ist neben der stofflichen Unterteilung insbesondere eine Unterscheidung zwischen schwimmfähig und sinkend bzw. zerkleinert und unzerkleinert. Die Einleitmöglichkeiten für die verschiedenen Abfallkategorien sind in Tabelle 14 dargestellt:

Tabelle 20: Abfallkategorien nach MARPOL Anlage V

Kategorie 1	Kunststoffabfälle
Kategorie 2	schwimmfähige Materialien wie: Stauholz, Schalungs- oder Verpackungsmaterial (a. d. Ladungsbereich)
Kategorie 3	nicht schwimmfähige und zerkleinerte Materialien wie: Glas, Metall, Steingut, Papier/Pappe, Putzlappen u.ä.
Kategorie 4	nicht schwimmfähige, unzerkleinerte Materialien wie unter Kategorie 3
Kategorie 5	Speiseabfälle
Kategorie 6	Asche aus der Abfallverbrennungsanlage

Quelle [16]: International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL 73/78).

Nach MARPOL Anlage V Regel 7 über Hafenauffangeinrichtungen haben sich alle Mitgliedsstaaten verpflichtet, in ihren Häfen adäquate Abnahmeeinrichtungen in angemessener Anzahl für Abfälle, Ladungsreste und Mischungen gefährlicher Stoffe bereit zu stellen. Es soll gewährleistet werden, dass eine Schiffsentsorgung ohne zeitliche Verzögerung für das Schiff erfolgen kann. In Sondergebieten, zu denen auch die Ostsee gehört, gelten besondere Vorschriften.

Tabelle 21: Einleitbedingungen inner- und außerhalb von Sondergebieten

Abfallkategorie		Einleitung innerhalb Ostsee
Kunststoffe wie synthetisches Tauwerk, Netze, Plastiksäcke u.a.		Verboten
Schwimmfähiges Material wie Stauholz, Schalungs- und Verpackungsmaterial		Verboten
Metall, Papier/Pappe, Lumpen, Steingut, Glas u. ä.		Verboten
anderer Abfall einschließlich Metall, Papier/Pappe, Lumpen, Steingut, Glas u. ä., zerkleinert oder gemahlen mit Teilchengröße < 25 mm		Verboten
Speiseabfall, unzerkleinert		Erlaubt bei Küstenabstand > 12 sm
Speiseabfall, zerkleinert		Erlaubt bei Küstenabstand > 12 sm
Vermischte Abfälle	Anwendung der jeweils strengere Regelung	
Asche aus der Verbrennungsanlage	Entsorgung an Land wegen möglicher Schadstoffe durch Kunststoffabfall; werden Kunststoffe mitverbrannt, ist die seeseitige Entsorgung verboten	

Quelle [16]: International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL 73/78).

Neben der geforderten getrennten Abfallerfassung entsprechend der genannten Kategorien wird ein „Abfallmanagement“ für Seeschiffe ab 400 GRT und oder solche, die 12 und mehr Personen befördern dürfen, vorgeschrieben. In einem sogenannten „Abfallbehandlungsplan“ muss die Schiffsleitung die Umgehensweise mit festen Abfällen darlegen. Die Besatzungen und Passagiere sind über die daraus resultierenden Konsequenzen zu unterrichten. Weiter muss ein Abfalltagebuch geführt werden, in dem genau dokumentiert ist, wo welche Abfallkategorien und –mengen verblieben sind.

Die von der EU erarbeitete „Richtlinie des Rates über Hafenauffangeinrichtungen für Schiffsabfälle und Ladungsrückstände“ (2000/59/EG) trat am 27.11.2000 in Kraft und regelt gemäß der Vorgaben von MARPOL Anlage V Regel 7 die allgemeine Entsorgungspflicht von Seeschiffen, die Bereitstellung von Hafenauffangeinrichtungen (nachfolgend HAE genannt), die Erstellung von Abfallbewirtschaftungsplänen (ABP) von Häfen sowie die mit der Entsorgung verbundene Gebührenerhebung.

Zu den Zielen dieser Richtlinie zählen die Verringerung der Meeresverschmutzung, ein grenzüberschreitender Meeresumweltschutz, die Umsetzung von MARPOL 73/78 in der gesamten EU, die Verbesserung von Inanspruchnahme, Verfügbarkeit und Kontrolle der HAE sowie die Vermeidung von Wettbewerb durch unterschiedliche Entsorgungsmodalitäten. Die Richtlinie über HAE gilt für alle Schiffe, inklusive Fischereifahrzeuge und Sportboote, die den Hafen eines Mitgliedsstaates anlaufen oder in diesem betrieben werden, unabhängig von ihrer Flagge. Für die nicht betroffenen Schiffe sollen die Mitgliedsstaaten sicherstellen, dass diese, soweit möglich, im Sinne der Richtlinie entsorgt werden. Diese Richtlinie gilt für alle Häfen,

die normalerweise von den o. g. Schiffen angelaufen werden. Die Mitgliedsstaaten gewährleisten die adäquate Verfügbarkeit von HAE, die den Bedürfnissen der Schiffe entsprechen, die normalerweise den Hafen anlaufen, ohne dass die Schiffe unangemessen aufgehalten werden.

Für jeden Hafen ist mit den beteiligten Parteien, insbesondere den Hafenbenutzern oder deren Vertretern, ein ABP zu erstellen. Abfallbewirtschaftungspläne sind das Hauptinstrument dieser Richtlinie.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich das geltende Recht in der Schiffsabfallentsorgung aus unterschiedlichen rechtlichen Komponenten zusammensetzt. Aus der Kombination von internationalen, nationalen und regionalen Umweltgesetzen ergeben sich unterschiedliche hafenspezifische Bestimmungen. Eine allgemeingültige Abfallgesetzgebung existiert z. B. in deutschen Häfen durch das Zusammenwirken aller oben genannten, teilweise konkurrierenden rechtlichen Rahmenbedingungen nicht. Die Schiffe haben sich mit einer für sie ständig ändernden Gesetzgebung auseinander zu setzen. Ein sowohl an Bord als auch an Land auftretendes Problem ist dabei u. a. die unterschiedliche Abfallklassifizierung.

Die Abfallklassifizierungen, die nach MARPOL Anlage V und Richtlinie für HAE gefordert werden, sind zurzeit noch unterschiedlich. „Eine allgemein rechtsgültig anerkannte Definition, welche alle im Schiffsbetrieb entstehenden festen Abfälle beschreibt und eine direkte und unmissverständliche Zuordnung zu einer bestimmten Abfallgruppe ermöglicht, liegt nicht vor.“²⁵ Mit anderen Worten: An Bord wird möglicherweise nach Umsetzung der MARPOL Anlage V-Kriterien verfahren und bei der anschließenden Behandlung im Hinterland muss die EU-Richtlinie über HAE mit der darin geforderten Abfallverzeichnisverordnung (AVV) angewendet werden. Für regelmäßige Fährverkehre wird deshalb vorgeschlagen, auch schon an Bord nach der AVV zu trennen.

4.3.2 Abfallbehandlung im Hafen

Um hafenseitig vergleichbare oder ähnliche Entsorgungsstrukturen aufzubauen, gibt es verschiedene Ansätze. Mit der Harmonisierung verschiedener Strukturen der Abfallbehandlung in Häfen beschäftigt sich z. B. eine Initiative von ECOPORT. Einige der dort engagierten Häfen (Antwerpen, Göteborg, Barcelona, Amsterdam, Genua, Piräus und andere) haben sich im Rahmen eines Projektes zu einer Kooperative zusammengeschlossen, um gemeinsam Strategien zur Behandlung von Abfall zu entwickeln und so nicht nur die Behandlung im Hafen selbst sondern auch den Schiffen die Entsorgung zu erleichtern.

Die Aufgabe war es unter anderem zunächst, die anfallenden Abfallarten, das –volumen und den -transport zu erfassen und eine Übersicht über Gesetzesvorlagen mit dem Ziel zu entwickeln, basierend darauf ein *Greenbook for Waste in Ports* zu erstellen. Als Inhalte sind vorgesehen:

²⁵ Vgl.: Hartung, Olaf; Knoop, Hans Gerd et al. (1997): „Entwicklung umweltverträglicher Entsorgungskonzepte für die Seeschifffahrt“, Vorstudie zum Forschungsvorhaben F+E 102 04 417 i.A. des Umweltbundesamtes, Bremen, GAUSS mbH, S.32

- Definition der besten und schlechtesten Praxis,
- Wege des Datenaustausches,
- Definition von Empfehlungen für die Hafenpolitik,
- Erarbeitung eines Vorschlages für ein gemeinsames Vorgehen.

Die Bemühungen, das Vorgehen der Häfen zu harmonisieren, betreffen auch die Verfahren zur Abfallbehandlung, Containments, Piktogramme etc. Außerdem soll ein Handbuch für Hafentarbeiter erstellt werden. Die Ansätze in den verschiedenen Häfen sollten zur allgemeinen Information per EDV verknüpft werden.

Abgesehen von den Abfällen, die durch Schiffe generiert und im Hafen an Land abgegeben werden, entstehen im Hafen selbst natürlich auch Abfälle. Die Entstehungsorte sind vor allem

- Fahrzeugwerkstätten für Reparatur und Wartung,
- Tonnen- und Boyenreparatur etc.,
- Lagerbetrieb,
- Büros und Restaurants,
- Reste von im Hafen anfallendem Schiffsabfall (Leinen, Tauwerk, Stauholz etc) [I5].

Diese Abfälle werden entsprechend den an Land zur Anwendung kommenden Rechtsvorschriften behandelt bzw. entsorgt.

4.4 Schall- bzw. Lärmemissionen

Lärmbelastungen spielen eine nicht zu unterschätzende Rolle bei der Beurteilung von Arbeitssituationen und sind daher Gegenstand einschlägiger Gesetze und Vorschriften. Auch im Bereich der Seeschifffahrt sind Lärmbelastungen der Besatzungen schon seit längerer Zeit als problematisch bekannt und Gegenstand einschlägiger Untersuchungen. An Bord der Schiffe müssen deshalb die Unterkunftsräume, mit Ausnahme der Vorratsräume und der sanitären Einrichtungen, so angeordnet und beschaffen sein, dass sie, soweit dies mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand möglich ist, gegen Lärm und Vibration, insbesondere vom Maschinenraum, von der Schiffsschraube, den Ladewinden, den Lüftungs-, Heizungs- und Klimaanlage und anderen lärm erzeugenden Maschinen und Geräten isoliert sind.

Geräusche setzen sich aus Tonhöhe (Schallfrequenz: Einheit Hertz (Hz)) und Lautstärke (Schalldruck: Einheit Pascal (Pa)) zusammen. Gemessen wird der Schalldruckpegel (kurz Schallpegel), die Maßeinheit hierfür ist das Dezibel (dB).

Das menschliche Ohr empfindet hohe und niedrige Töne bei gleichem Schalldruck als unterschiedlich laut. Um vergleichbare Werte zu erhalten, wird der Schallpegel bewertet. Durchgesetzt hat sich der bewertete Schallpegel $db(A)$. Als Anhalt für bewertete Schallpegel kann man folgende Größen annehmen:

- ca. 0 $db(A)$: Untere Grenze des Hörvermögens
- ca. 40 $db(A)$: Flüstern
- ca. 70 $db(A)$: Straßenverkehr

- ca. 90 dB(A): Werkzeugmaschinen, Stanzen
- ca. 100 dB(A): Kompressor
- ca. 110 dB(A): Pressufthammer im Bergbau
- ca. 130 dB(A): Flugzeugmotor

Die Auswirkungen von Lärm lassen sich folgendermaßen klassifizieren:

- Lästigkeit: Beeinträchtigung des Wohlbefindens, Ärger und Unmut, Kopfschmerzen.
- Leistungsstörung: Störung von Aufmerksamkeit und Konzentration, dadurch u. U. erhöhtes Unfallrisiko.
- Überdeckung akustischer Wahrnehmung: Mangelnde Verständigungsmöglichkeit beeinträchtigt Wohlbefinden, aber auch Arbeitssicherheit (z. B. Überhören von Signalen).
- Vegetative Reaktion: Störungen im Nervensystem mit physischen Folgen: Gefäßverengung, Blutdruckanstieg, Neurosen. Schreckreaktionen bei plötzlichen Lärmimpulsen, dadurch Gefahr erhöhten Fehlverhaltens. Die Aktivierungsreaktion des zentralen und vegetativen Nervensystems ist nicht gewöhnungsfähig.
- Hörverlust: Ab einem Geräuschpegel von dauerhaft mehr als 85 dB(A) kann ein dauerhafter Hörverlust eintreten.
- Die Schmerzgrenze für das menschliche Gehör liegt bei etwa 135 dB(A).

Zu beachten ist, dass je höher der tatsächlich vorhandene Schalldruckpegel ist, desto kürzer darf die Zeitspanne, in der man sich ihm gefahrlos aussetzen kann, sein. Die UVV See gibt ein Beispiel an:

[...]: Bei Einwirkung folgender Schalldruckpegel und Wirkzeiten wird ein Beurteilungspegel von 85 dB(A) bereits erreicht:

88 dB(A) -	4	Stunden,
91 dB(A) -	2	Stunden,
94 dB(A) -	1	Stunde,
97 dB(A) -	30	Minuten,
100 dB(A) -	15	Minuten,
105 dB(A) -	4,8	Minuten.

4.4.1 Lärmemissionen durch den Schiffsbetrieb

Für die Arbeit auf Schiffen kann es ein Problem sein, dass der Seemann nach der Arbeit nicht nach Hause geht, sondern in unmittelbarer Nähe seines Arbeitsplatzes wohnt. Er kann den normalen Arbeitsgeräuschen an Bord kaum entgehen. Auf See wird die Belastung durch Maschinenlärm überwiegen. Aber auch im Hafen, wenn die Hauptmaschine nicht läuft, wird z. B. durch Hilfsdiesel ein ständiges, eventuell störendes Grundgeräusch vorhanden sein. Hinzu kommen die Geräuschbelastungen durch Ladungsarbeiten. Hier sind z. B. das Abstellen von Containern, das Werfen von Laschmaterial an Deck oder die Betriebsgeräusche von Containerbrücken, Kränen, Tugmastern, LKWs und andere zu nennen. Auch Lärmemissionen von

anderen Schiffen können störend wirken. Der Hafenbetrieb (Ladungsumschlag) selbst verursacht beispielsweise durch Lastwagen oder Hafengebäude Lärm. Häufig kommen noch in Hafennähe angesiedelte Industrie- und Gewerbegebiete hinzu.

Neben der Gefahr der Gehörschädigung, die besonders für Beschäftigte im Maschinenbereich beträchtlich ist, können auch Risiken durch das Überhören von Warn- oder sonstige Schallsignalen entstehen. Der vorhandene Grundpegel kann sich störend auf die Konzentration auswirken, z. B. beim Beobachten von Radar oder anderen nautischen Geräten oder auch Stress verursachen.

Die Lärmentwicklung durch den Betrieb der Schiffe am Liegeplatz (vor allem Lüfterbetrieb und Rampenbewegungen) sowie die Geräusche beim Be- und Entladen der Schiffe entstehen entsprechend des Fahrplanes der Schiffe rund um die Uhr. Die Schiffsrümpfe als stählerne Resonanzkörper wirken dabei für die Schallemissionen verstärkend.

4.4.2 Lärmemissionen durch den Hafenbetrieb

Schifffahrt findet in der Regel 24 Stunden am Tag und 7 Tage die Woche statt. Dies hängt mit dem landseitigen Bedarf an der Transportleistung für Güter bzw. auch zur Beförderung von Passagieren auf Fähren und RoRo-Schiffen zusammen. Hinzu kommen die hohen Investitionskosten der Schiffe, die es nicht erlauben, das Schiff „untätig“ liegen oder auf „normale“ Geschäftszeiten warten zu lassen. Obwohl generell von der Schiffsbetreiberseite versucht wird, das Schiff tagsüber im Hafen zu haben (vor allem, weil das dem An- und Von-Bord-Gehen der Passagiere entgegen kommt und auch, weil Nacharbeit des Personals im Hafen teurer ist, als die Beschäftigung am Tag), lassen sich Arbeiten in der Nacht in größeren Häfen nicht vermeiden. Je nach Hafen (Fähr- oder Containerhafen) sind Art und Pegel der Geräuschemissionen dabei unterschiedlich. Während in Containerhäfen (die in der Regel von Stadtzentren weiter entfernt liegen) eher die Geräusche des Containerhandlings im Vordergrund stehen (Absetzen der Container, Fahrgeräusche der Kräne und Vancarrier), treten in RoRo-Häfen eher Geräusche durch das Fahren der Rampen an Bord, Fahrgeräusche durch Tugmaster und Betrieb der Lüfter an Bord auf.

Die zulässige Einwirkung von Lärm in Wohngebieten, Mischgebieten, Gewerbegebieten, Industriegebieten usw. wird in der "Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm TA Lärm" geregelt, die erst im letzten Jahr durch eine überarbeitete Version ersetzt wurde. Diese TA Lärm schließt allerdings Arbeitsstätten auf Schiffen bzw. Hafenumschlagsanlagen explizit aus.

4.5 Vibrationen durch den Schiffsbetrieb

Vibrationen aus dem Schiffsbetrieb treten durch die Schwingungen der häufig langsam laufenden und tiefe Frequenzen erzeugenden Hauptmaschinen und Hilfsdiesel auf. Das Hauptproblem wird in der Regel von der Hauptmaschine verursacht. Eine besondere Lärmquelle geht auch von den Abgasturboladern aus (hochfrequente Schwingungen).

Wenn in unmittelbarer Nähe des Liegeplatzes Wohngebäude oder z. B. Gastronomiebetriebe (wie es in Lübeck zum Teil der Fall ist) liegen, können die Vibrationen durchaus als Belästi-

gungen empfunden werden. wodurch anliegende Unternehmen Belästigungen (Gastronomie und Gewerbe) gestört werden. Dies hat in Lübeck-Travemünde dazu geführt, dass ein Beschwerdebrief der davon betroffenen an die Stadtvertretung geschickt wurde²⁶.

²⁶ Siehe den Beschwerdebrief von Anwohnern in Anhang

5 Quantitative Beurteilung der Schadstoffemissionen in Lübeck-Travemünde

Bei der Datenermittlung sollen auf Basis von Schiffsverkehrsströmen und individuellen Schiffsdaten unterschiedliche Emissionen mit geographischen Positionen verknüpft werden. Diese Daten dienen der Ermittlung von Emissionsschwerpunkten entlang der Trave bzw. an den einzelnen Liegeplätzen. Die Gesamtemission für die Bearbeitung mit MARION ergibt sich aus der Fahrtzeit von bzw. zu dem Liegeplatz bis zur Ansteuerungstonne und der Liegezeit des Schiffes. Da die Schiffsbewegung für den Schiffsmeldedienst durch das Erreichen eines Meldepunktes definiert ist, werden Verholvorgänge landseitig „hinter“ dieser Linie und auch das Drehen eines Schiffes mit entsprechenden Manövern und Emissionen nicht erfasst.

In einem weiteren Schritt soll dann die Datenerhebung dazu genutzt werden, um eine Abschätzung von Wirkungsgraden verschiedener Maßnahmen und die Erstellung einer Prioritätenliste für Handlungsschwerpunkte durchführen zu können. Des weiteren kann sie zur Quantifizierung von Einsparpotentialen der unterschiedlichen Maßnahmen dienen.

Das Betrachtungsgebiet für die Bearbeitung mit MARION wird durch den Verlauf der Trave bzw. der Ausdehnung der Lübecker Bucht wie in der Karte im Anhang beschrieben.

Die Position der Ansteuerungstonne ist 53° 59,9' N 10°56,2 E und liegt 2,8 sm vor der Hafemündung. Die Schiffe laufen Lübeck-Travemünde aus NNO-Richtung kommend an und machen an den folgenden wichtigsten Liegeplätzen fest:

- Skandinavienkai (LHG)
- Nordlandkai (LHG)
- Konstinkai (LHG)
- Schlutup (LHG)
- Container Terminal Lübeck
- Lehmann Kaianlagen (privat)

Da auf der Trave wöchentlich ca. 150 Schiffe ein- bzw. auslaufen, gibt es immer wieder Situationen, die ein Manövrieren unabhängig von dem Revierverlauf erforderlich machen. Darüber hinaus liegen an der Trave Yachthäfen und sie wird von der Priwall-Fähre gekreuzt. Die Emissionen während des Manövrierens, besonders beim Umsteuern einer Maschine, sind besonders signifikant (es sei denn, es handelt sich bei dem entsprechenden Schiff um eins mit Verstellpropeller). Die reinen, „theoretischen möglichen“ Fahrtzeiten beim Zugrundlegen einer Geschwindigkeit von 8 kn von Ansteuerungstonne Trave bis zum Liegeplatz sind in ihrer Aussagekraft bezüglich der entstehenden Emissionen demnach begrenzt. Deswegen werden bei der Beschreibung der Fahrtzeiten bis zu den Liegeplätzen auch auf ½ Stunde gerundet, bis zu / von dem Zeitpunkt, zu dem die Hauptmaschine des Schiff aus- bzw. wieder angestellt wird.

Zu den Lübecker Stadthäfen zählen außer den weiter unten kurz beschriebenen Häfen auch der Wallhafen, der Hansahafen und der Burgtorhafen. Hier findet u. a. der Massengutumschlag von Getreide und Getreideprodukten und von Holz und Holzhackschnitzeln statt.

Der Hansekai ist außerdem Anlegeplatz für Marine- und Kreuzfahrtschiffe sowie für Sportboote.

Die Ergebnisse von LAIRM und MARION können nicht mit einander verglichen werden, weil sich die Eingangsparameter zum Teil unterscheiden. Ein Grund hierfür liegt in der unterschiedlichen Grundlage bei den Schiffsdaten, da die Berechnungen zu unterschiedlichen Phasen des Projektes durchgeführt wurden. Darüber hinaus wurde mit unterschiedlichen Emissionsfaktoren und Lastannahmen gerechnet. Selbst bei vergleichbaren Eingangsdaten verdeutlicht die Tatsache, dass zum Beispiel bezüglich der Emissionsfaktoren kein allgemein akzeptierter Standard vorhanden ist, die Schwierigkeit, verlässliche Ergebnisse zu erzielen. Hier sollten im Sinne einer Vergleichbarkeit von Ergebnissen verschiedener Häfen bzw. verschiedener Jahrläufe eines Hafens allgemein anerkannte Standards entwickelt werden.

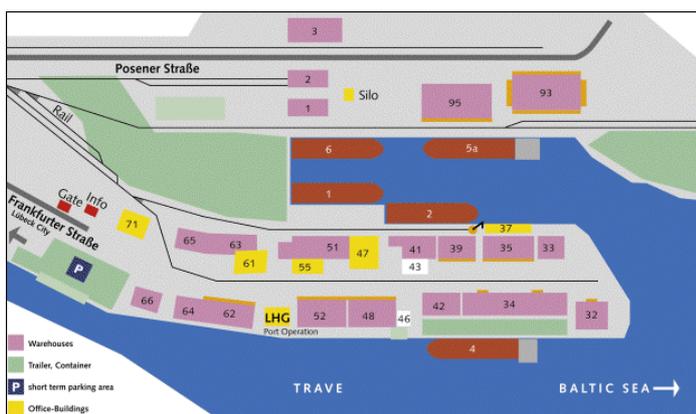
5.1 Emissionsuntersuchungen auf verschiedenen Kais in Lübeck-Travemünde

In den folgenden Kapiteln sollen kurz die verschiedenen Teilhäfen Lübeck-Travemündes vorgestellt werden, bevor die Ergebnisse der Emissionsuntersuchungen beschrieben werden.

5.1.1 Der Terminal Nordlandkai

Dieser größte Terminal der Lübecker Stadthäfen ist der Knotenpunkt für die Verkehre von und nach Finnland sowie Russland. Er schließt den Vorwerker Hafen mit ein. Die Schwerpunkte dieser Anlage liegen im Umschlag von Papier und Zellulose, im LKW-/Trailer- und im kombinierten Ladungsverkehr sowie im Export von Neufahrzeugen.

Abbildung 10: Der Terminal Nordlandkai



Quelle: <http://www.lhg-online.de/german/terminal/nk>.

Die Auslastung in Richtung Norden ermöglicht zusätzliche Abfahrten mit Papier- und Forstprodukten in Richtung Süden, sodass der Vorteil des paarigen Verkehrs für Lübeck und den Nordlandkai gegeben ist. Durch die täglichen Abfahrten nach Rauma, Helsinki, Kotka und

andere finnischen Häfen hat die verladende Wirtschaft hervorragende Möglichkeiten für die Verschiffung von und nach Finnland. Seit Anfang 2003 werden von hier auch die Häfen St. Petersburg und Baltjisk/Kaliningrad angelaufen.

Der Nordlandkai ist ein wichtiger Umschlagsplatz für den kombinierten Ladungsverkehr und Container. Inzwischen gibt es eine Shuttle-Anbindung zwischen Lübeck und Hamburg mit mehreren Zügen. Hohe Kapazität an Lagerflächen und Ganzzugverbindungen in Richtung West- und Südwestdeutschland sowie in die Schweiz und Italien untermauern den Status des Distributionshafens für die finnische Papierindustrie.

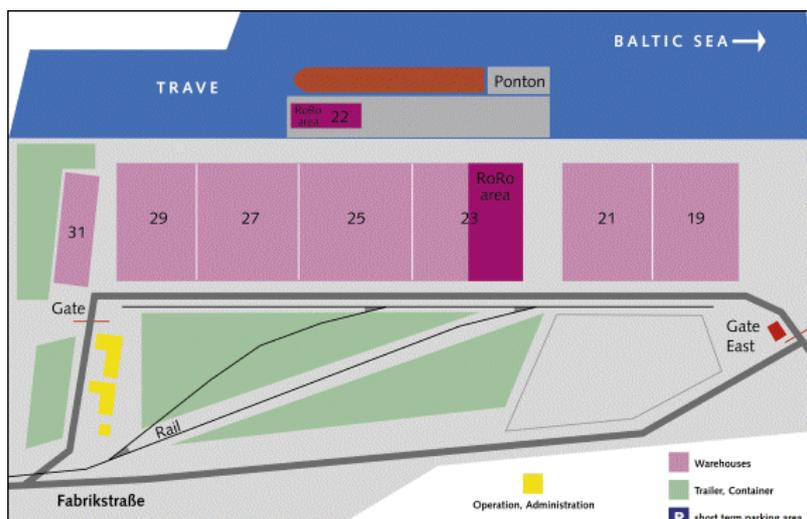
Die Größe des Nordlandkais mit einer Kailänge von 1.550 m und 5 RoRo-Anlegern beträgt 446.000 m². Hier sind 320 Personen beschäftigt. Die Ladungsschwerpunkte sind Papier, LKW, Trailer, Container, Stückgüter aller Art und kombinierter Ladungsverkehr sowie Neufahrzeuge; der Umschlag betrug im Jahr 2003 3,4 Mio. t.

In der Regel drehen die Schiffe bereits vor dem Festmachen, d. h., es fallen dann vergleichsweise viele Manövriervorgänge an. Nach dem Ablegen können die Schiffe demgegenüber, ohne viel manövrieren zu müssen, auslaufen.

5.1.2 Das Terminal Schlutup

Dieses Terminal stellt eine neue Generation von Hafenanlagen dar, das in Zusammenarbeit mit den schwedischen Papierherstellern entwickelt und ausgebaut worden ist. Nach deren Logistikkonzept werden die Forstprodukte aus Schweden in Lübeck-Schlutup angelandet und von dort europaweit verteilt. Die Anlage ist diesen Anforderungen entsprechend konzipiert, d. h., es werden große Hallenkapazitäten und entsprechendes Equipment für den Umschlag von Schiffskassetten direkt oder indirekt in Waggons, LKWs und Container zur Verfügung gestellt.

Abbildung 11: Der Terminal Schlutup



Quelle: <http://www.lhg-online.de/german/terminal/nk>.

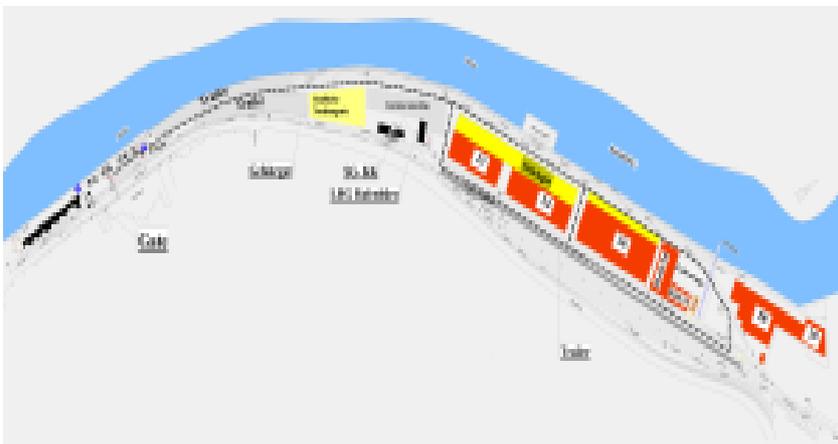
Die Größe von Schlutup mit einer Hallenkapazität von 64.000 m² und einer Kailänge von 230 m und einem RoRo-Anleger beträgt 259.627 m². Es sind hier 80 Personen beschäftigt. Die Ladungsschwerpunkte sind Forstprodukte (Papier, Zellulose), LKWs, Trailer, Container und kombinierter Ladungsverkehr sowie Massengut. Der Umschlag betrug im Jahr 2003 ca. 1,1 Mio. t.

5.1.3 Der Terminal Konstinkai

Der Kernpunkt der Seeverbindungen des Terminals für RoRo-Verkehr, Forstprodukte und Schwergut ist auf Finnland ausgerichtet. Täglich wird der Hafen Hanko bedient und somit ein weiterer RoRo-Dienst von und nach Finnland geboten. An diesem Terminal wird durch den nord- und südgehenden Ladungsmix eine gleich gute Auslastung von Schiffen, Waggonen und LKWs/Trailern gewährleistet. Ein weiterer Ladungsschwerpunkt ist der Umschlag von Kraftfahrzeugen. Am Konstinkai wird an 7 Tagen in der Woche gearbeitet, d. h., auch an Sonn- und Feiertagen werden Umschlagsarbeiten bei Bedarf verrichtet.

Die Größe des Konstinkais mit einer Hallenkapazität von 23.500 m² und einer Kailänge von 1.108 m mit zwei RoRo-Anlegern beträgt 131.707 m². Es sind hier 75 Personen beschäftigt. Die Ladungsschwerpunkte sind Forstprodukte, Trailer- und LKW-RoRo-Verkehr, Neufahrzeuge, kombinierter Ladungsverkehr sowie Schwergutumschlag. Der Umschlag betrug im Jahr 2003 ca. 1,8 Mio. t.

Abbildung 12: Der Terminal Konstinkai



Quelle: <http://www.lhg-online.de/german/terminal/kk-karte.htm>.

5.1.4 Der Terminal Seelandkai

Auf dem Gelände der ehemaligen Flender Werft AG an der Straße „Unter der Herrenbrücke/ Seelandstraße“ hat die Hansestadt Lübeck bereits vor einiger Zeit weitere Flächen angekauft, um die Hafenskapazität zu erweitern. Auf einer ca. 20 ha großen Hafensfläche sollen bis 2005

vier Schiffsliegeplätzen und drei Lagerhallen entstehen²⁷. Hier können später gemischter Finnlandverkehr, Schwedenverkehr oder GUS- und Baltikumsverkehr abgefertigt sowie in begrenztem Umfang auch Massengüter umgeschlagen werden. Der Terminal ist günstig über die Bundesstraße B 75 an die Bundesautobahn A 226 angeschlossen. Schiffe drehen vor dem Terminal Schlutupkai. Weil dieser Wendeplatz allerdings nicht den Anforderungen des künftigen Schiffsverkehrs entspricht, soll er eventuell zu einem Drehkreis mit 300 m Durchmesser ausgebaut werden.

Abbildung 13: Der Terminal Seelandkai



Quelle: <http://www.kmtiing.de/pdf/103099.PDF>.

5.1.5 Der Terminal Skandinavienkai

Direkt an der Mündung der Trave liegt der Terminal Skandinavienkai, der größte der Lübecker Häfen und einer der größten RoRo- und Fährhäfen Europas. Eine hohe Abfahrtsdichte mit mehr als 80 Abfahrten pro Woche sorgt für die Verbindungen in der Transportkette der Industriezentren Europas mit Schweden, Finnland, Russland und den baltischen Staaten. Häfen wie Göteborg, Trelleborg, Malmö, Helsinki, Turku, Hanko, Ventspils werden regelmäßig mit kurzen Abfahrtsfrequenzen bedient. Auf einigen dieser Relationen werden bis zu fünf Abfahrten täglich geboten, sodass hier ein 24-Stunden-Dienst an 365 Tagen im Jahr zur Verfügung steht.

Der Terminal ist eine Drehscheibe für alle Ladungsarten, die auf LKWs, Trailern oder in Containern transportiert werden. Drei der acht Anleger sind speziell für Eisenbahnfähren ausgerüstet. Neben der Verladung von Neu- und Gebrauchtfahrzeugen aller Art machen jährlich ca.

²⁷ http://www.ihk-luebeck.de/HLIHK24/HLIHK24/produktmarken/standortpolitik/Anlagen/Positionspapier_LHG.pdf

350.000 Passagiere den Skandinavienkai zum Ausgangspunkt oder Bestimmungsort ihrer Reise über die Ostsee.

Im Jahre 2003 betrug der Ladungsumschlag ca. 16,8 Mio. Tonnen, wobei die nord- und südgehenden Ladungsströme ausgeglichen sind.

Während der letzten Jahre waren am Skandinavienkai stetig steigende Ladungsvolumina sowie eine permanente Ausweitung der Liniendienste zu verzeichnen. Nicht zuletzt wegen der positiven wirtschaftlichen Entwicklung in Russland und den baltischen Staaten, aber auch aufgrund der guten geographischen Lage des Terminals, wird ein Fortschreibung dieses positiven Trends für die nächsten Jahre erwartet.

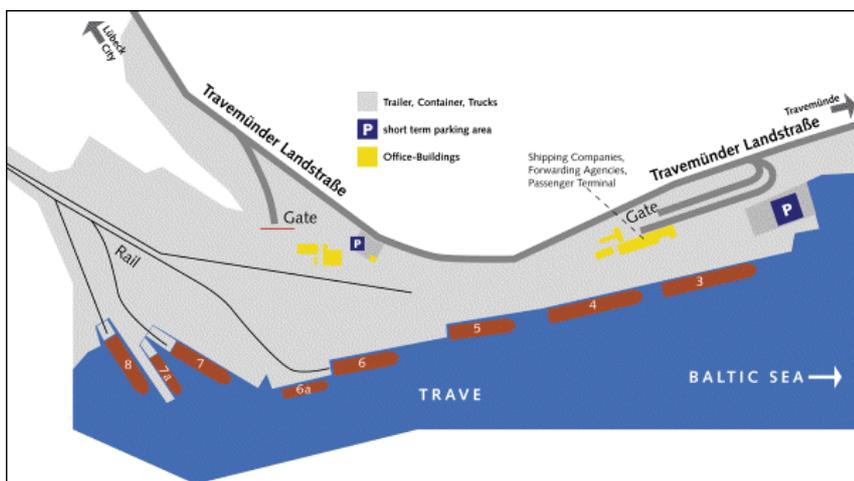
Der Terminal Skandinavienkai wird zurzeit umgebaut und erweitert. Die Umbauprojekte mit hohen Investitionen wurden auf den Weg gebracht, um die Anleger- und Landkapazitäten zukünftigen Anforderungen anzupassen. Im Jahr 2003 wurde ein Bahnterminal für den kombinierten Verkehr in Betrieb genommen, das die Kapazität am Skandinavienkai auf 140.000 Einheiten pro Jahr verdoppelt.

Die Größe des Skandinavienkais mit einer Kailänge von 1.689 m und 8 RoRo -Anlegern (3 für Eisenbahnfähren, 3 mit Oberdeckrampe, 3 Pontons) beträgt 658.129 m². Es sind hier 120 Personen beschäftigt. Die Ladungsschwerpunkte sind rollendes Gut (Trailer, LKW, kombinierter Ladungsverkehr und Trajektwaggon) sowie Neu- und Gebrauchtfahrzeuge. Der Umschlag betrug im Jahr 2003 16,8 Mio. t.

In der Regel drehen die Schiffe bereits vor dem Festmachen, d. h. es fallen dann vergleichsweise viele Manövriervorgänge an. Nach dem Ablegen können die Schiffe demgegenüber, ohne viel manövrieren zu müssen, auslaufen.

Der Skandinavienkai hat 8 Liegeplätze, die z. T. aber nicht ausschließlich von verschiedenen Schiffen genutzt werden. Es handelt sich bei den Schiffen um typische RoRo-/Kombi-Fähren, die zu den größten und modernsten in der Ostsee zählen. Der Skandinavienkai soll bis zum Jahr 2010 um 2 Liegeplätze erweitert werden.

Abbildung 14: Der Terminal Skandinavienkai



Quelle: <http://www.lhg-online.de/german/terminal/nk>.

5.1.6 Die Lehmann Kaianlagen

Mit vier eigenen Hafenanlagen, die nicht zur LHG-Gruppe gehören, bietet die Firma Lehmann in Lübeck mit einer Gesamtkailänge von über 1,6 Kilometer Hafendienstleistungen rund um RoRo, LoLo, Stückgut, Massengut, Schwergut, hochwertige Güter wie Papier und Zellulose an. Die Distributionszentren liegen verkehrsgünstig für Anschlusstransport oder Anlieferung über Straße, Binnenschiff und Schiene. Es sind Gleisanschlüsse, Flurfördergeräte, moderne Hallen und Kaianlagen auch für kommende Schiffsgenerationen vorhanden.

Abbildung 15: Die Hafenanlagen von Lehmann



Quelle: <http://www.hans-lehmann.de/hafenbetrieb.html>.

5.1.6.1 Lehmannkai 1

Der Terminal Lehmannkai 1 kombiniert die Verladung von RoRo, LoLo, Stückgut, Schwergut, hochwertige Ladung wie Papier, Zellstoffe, Trailer und LKWs, sowie Be- und Entladung von Forstprodukten auf die Eisenbahn auf dem firmeneigenen Anschlussgleis oder Transshipment per Binnenschiff.

Die Größe des Lehmannkais 1 mit einer Hallenkapazität von 8.000 m² und einer Kailänge von 300 m mit einem RoRo-Anleger beträgt 62.500 m².

5.1.6.2 Lehmannkai 2

Diese Hafenanlage für RoRo- und LoLo-Verkehre wurde 1996/97 für den Umschlag von Forstprodukten konzipiert. Außer für Papier und Zellulose wird die Anlage für den Umschlag von Stückgut, Schwergut sowie hochwertiger Güter und Containerverkehr genutzt. Mit 6 Abfahrten pro Woche verkehrt von hier aus eine Fährverbindung der Reederei DFDS Torline nach Riga die sowohl rollende Ladung als auch Passagiere befördert. Zur Erweiterung des Kais wurde die Flender Werft erworben. Es ist geplant, 3 weitere RoRo-Anleger für zusätzliche Verkehre zu bauen.

Die Größe des Lehmannkais 2 mit einer Hallenkapazität von 25.000 m² und einer Kailänge von 670 m mit einem RoRo-Anleger beträgt 300.000 m².

5.1.6.3 Lehmannkai 3 und 4

Als Spezialterminals für Massengut bieten die Kaianlagen 3 die Voraussetzung für einen schnellen Umschlag an der Schnittstelle von Land- und Seeverkehr. Die Größe der Kaianlagen 3 und 4 mit einer Gesamtkailänge von 800 m und einem RoRo-Anleger beträgt ca. 70.000 m².

5.2 Verkehrsbewegungen

Die Erfassung der Verkehrsbewegungen erfolgte zunächst auf Basis der Berichte des Schiffsmeldedienstes für Januar und Juli 2003. Für die zur Verfügung gestellten Daten wurde ein Abgleich mit den Fahrplänen der Liniendienste vorgenommen. Nach dem Vergleich beider Monate und nach Rücksprache mit den Mitarbeitern des Schiffsmeldedienstes stellte sich heraus, dass saisonale Unterschiede im Fährdienst nicht signifikant ins Gewicht fielen, zumal es trotz relativ konstanter Fahrpläne für die Fährschiffahrt immer wieder zu Änderungen in den Fahrplänen der verschiedenen Reedereien kam. Diese waren darauf zurück zu führen, dass z. B. spontan Schiffe ausgewechselt wurden, um technische Schwierigkeiten zu überbrücken oder, um kurzfristig besondere Bedarfe zu erfüllen. Es wurden auch - zunächst als Test- neue Linien aufgebaut, um die Akzeptanz und Wirtschaftlichkeit zu untersuchen. Um auftretende Fragen zu klären wurden die entsprechenden Reedereivertreter zum Teil persönlich angesprochen. Wenn es auch keine deutlichen Unterschiede zwischen verschiedenen Monaten gab, so wurde doch bestätigt, dass naturgemäß zu Urlaubszeiten und an Feiertagen tendenziell mehr Reisen gebucht wurden und der zunehmende Bedarf ggf. durch zusätzliche Abfahrten gedeckt wurde. Dies war dann eher bei Fahrgastschiffen der Fall, es wurden aber deshalb in der Regel nicht zusätzliche Schiffe eingesetzt, sondern die Fahrpläne so verändert, dass durch ein Schiff eine Abfahrt mehr angeboten werden konnte. Wegen der tendenziell höheren Auslastung der Schiffe in den Sommermonaten wurde für die statistischen Erfassung der Verkehre und zur Emissionsberechnung ein „konservativer Ansatz“ zugrunde gelegt, d. h. es wurde der Verkehr im Juni als Durchschnittsverkehr für alle 12 Monate angenommen, wodurch eventuelle Spitzen in anderen Monaten mit abgedeckt werden. Außerdem wird die Darstellung der Emissionen nicht geschönt, die Ergebnisse geben eher einen *worst case* wieder.

5.3 Technische Auslegung der Schiffe

Nach Erfassung der Schiffsbewegungen wurden die benötigten technischen Daten der Schiffe zur Berechnung der Emissionen ermittelt. Über den vom Schiffsmeldedienst angegebenen Schiffsnamen konnten die IMO-Nummer des Schiffes und die Reederei ermittelt werden. Hierüber war es im ersten Durchgang möglich, über Publikationen den Schiffstyp, BRZ, tdw, Baujahr, Bauwerft, die Anzahl und Einzel- bzw. Gesamtleistung von Hauptmaschinen, Hilfsdieseln und Hilfskesseln sowie den verwendeten Treibstoff nachzufragen. Als Faktoren, die möglicherweise Einfluss auf das Ergebnisse haben könnten, sollten noch die Besatzungsstärke

und die mögliche Anzahl Passagiere an Bord ermittelt werden. Außerdem wurden Angaben darüber, wie hoch der Schornstein (die Emissionshöhe), welche Abgastemperatur bzw. Abgasgeschwindigkeit und -volumen nachgefragt. Letztere Informationen wurden für die Berechnung der Verbreitung der Immissionen in der Umgebung benötigt. Als letzte Abfrage wurde formuliert, ob bzw. wie lange die Hilfsdiesel vor Einlaufen bzw. Nach Auslaufen des Schiffes betrieben werden.

Außer der Durchsicht offizieller Publikationen (Lloyds Register, Hansa, Schiff & Hafen etc.) für die benötigten Daten wurden zunächst Fachzeitschriften durchgesehen. Erst im nächsten Durchgang wurden Vertreter von Reedereien angesprochen. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um eine zusätzliche Arbeit in den Inspektionen der Reedereien zu vermeiden und außerdem, weil bekannt war, dass es bei den Inspektionen zum Teil große Vorbehalte gegen die Herausgabe solcher Informationen gibt. Zum Teil liegen diese Angaben tatsächlich nicht „griffbereit“ in den Kontoren vor. Den Reedereien, von denen noch Angaben zu den Schiffen benötigt wurde, ist deshalb zunächst ein Fragebogen zugeschickt worden, mit der Bitte, ihn zu komplettieren und zurück zu schicken. Erst danach sind die Reedereivertreter telefonisch befragt worden. Zum Teil gelang es darauf hin, die Basisdaten weiter zu komplettieren, zum Teil hatten aber die entsprechenden Personen nicht die Zeit (z. T. mit dem Hinweis verbunden, später nachzufragen, was dann in der Regel auch ohne Erfolg blieb), sich um die Angaben zu kümmern. In einem Fall ist die Zusammenarbeit auch definitiv abgelehnt worden.

Zur Einschätzung der Ergebnisse der Emissionsberechnung müssen einige Voraussetzungen berücksichtigt werden: Es konnte über manche Schiffe nicht alle benötigten Angaben erhoben werden. Die Datenlage ist besonders schlecht im Zusammenhang mit den Angaben über die Schornsteinhöhe, Abgastemperatur bzw. Abgasgeschwindigkeit und -volumen. Hier wurden vernünftige Annahmen getroffen. Schädlicher sind die Defizite im Bereich „eingesetzter Treibstoff“ (für Hauptmaschine, Hilfsdiesel und -kessel) sowie Anzahl, Laufzeit und Leistung der Hilfskessel.

Wenn über den an Bord eingesetzten Treibstoff keine Daten verfügbar waren, wurde in der Regel davon ausgegangen, dass heavy fuel oil mit einem Schwefelgehalt von 2,7 % gefahren wurde. Es ist den Autoren klar, dass gerade in der Ostsee im Fährschiffssektor häufig niedrigschwefeligerer Treibstoff gefahren wird, allerdings sollten die Berechnungen unter konservativen Annahmen durchgeführt werden, sodass keine niedrigeren Werte zugrunde gelegt wurden, selbst wenn der „Verdacht“ bestand, dass diese eventuell die richtigen sein könnten. Erschwerend kommt hier hinzu, dass die verschiedenen Aggregate an Bord den gleichen Treibstoff fahren können, aber nicht unbedingt müssen. Während früher in der Regel für die Revierfahrt aus Sicherheitsgründen von hochschwefeligem HFO auf niedrigschwefeliges MDO umgestellt wurde, ist dies heute nicht mehr nötig, zumal auf einigen Fähren ohnehin nur MDO eingesetzt wird, wie z. B. auf den Schiffen der TT-Line, auf denen der Schwefelgehalt des Treibstoffs bei 0,2 % liegt. Solche Angaben, besonders bezüglich der Verteilung verschiedener Treibstoffarten auf die verschiedenen Aggregate an Bord, waren aber häufig nicht verfügbar, weshalb dann von 2,7 % ausgegangen wurde.

Der Teilbereich der Emissionen durch den Betrieb von Hilfskesseln an Bord war noch schwieriger zu fassen. Offiziell publizierte Aussagen über Anzahl und Leistung der Hilfskessel waren in der Regel nicht verfügbar. Wenn es gelang, diese Angaben zu beschaffen, blieb in der Regel offen, welcher Treibstoff zum Betrieb eingesetzt wurde. Häufig war die

Antwort das es eben der „normalerweise an Bord eingesetzte Treibstoff“ ist. Aber während auf manchen Schiffen hierfür MDO eingesetzt wurde, wenn dies auch bei Hilfsdieseln der Fall war, wird auf anderen aus Kostengründen der Treibstoff für die Hauptmaschine genutzt. In einigen Fällen kann es zudem sein, dass hier auch Sludge verbrannt wird, um die Entsorgungskosten hierfür zu sparen – was nach Aussage von Kesselherstellern in der Regel technisch möglich ist. Die Tatsache, dass im Gegensatz zur Hauptmaschine (abgesehen vom die-selektischen Antrieb, wo ein Teil der „Hauptmaschinen“ im Hafen als Hilfsdiesel fungiert) der Kessel vor allem im Hafen läuft, ließ vermuten, dass der Anteil der Emissionen nicht unerheblich sein könnte. Zudem wird auf den, im Lübeck-Travemünde-Verkehr vorherrschenden Schiffstyp „Fährschiff“, eingesetzten Schiffen relativ viel Kesselleistung benötigt, um die Wohnräume der Passagiere zu beheizen und ggf. auch große Mengen Warmwasser bereit zu stellen.

Als weiterer Unsicherheitsfaktor muss berücksichtigt werden, dass in Abhängigkeit vom (Haupt-) Maschinentyp, dem Alter der Maschine, der vorhergehenden Liegezeit des Schiffes, eventuell der Jahreszeit u.a. die Hauptmaschine mit unterschiedlicher Vorlaufzeit vor dem Auslaufen angestellt wird. Bei kürzeren Liegezeiten wird sie in Abhängigkeit von den oben genannten Faktoren gar nicht abgestellt.

5.4 Schadstoffemissionsberechnung und Prognose

Die Berechnung der Emissionen sollte dazu dienen, zunächst die Situation bezüglich der von der Schifffahrt emittierten Schadstoffe zu beschreiben und basiert darauf, verschiedenen Szenarien durchzuspielen und Prognosen für die Veränderung der Emissionen zu erstellen. Als die wichtigsten zu berücksichtigenden Veränderungen hierfür wurden die absehbaren Vorschriften für Emissionen der Schifffahrt herangezogen. Dies sind im wesentlichen die Implementierung von MARPOL Anlage VI am 19 Mai 2005, in der die Ostsee als Sondergebiet ausgewiesen ist, was zur Folge hat, dass hier nur noch Treibstoff mit einem Maximalgehalt von 1,5 % Schwefelanteil gefahren werden darf. Als weitere Prämisse wurde herangezogen, dass die EU beabsichtigt, für Schiffe vorzuschreiben, dass während der Liegeplatz des Schiffes der maximale Schwefelgehalt 0,1 % (mit einer angemessenen Frist zum Umschalten) nicht überschritten werden darf. Dieses Gesetz ist zurzeit noch nicht beschlossen, soll aber 2010 in Kraft treten. Als drittes Szenario wurde angenommen, dass die Schiffe am Skandinavienkai eine Stromversorgung von Land bekommen, wodurch Hauptmaschine und Hilfsdiesel (nicht aber der Hilfskessel) abgestellt werden können. Die Ergebnisse der verschiedenen Annahmen sind im folgenden dargestellt.

5.5 Schadstoffemissionsberechnung und Prognose (LAIRM-Consult)²⁸

Im Rahmen der Projektbearbeitung wurden die Schiffsemissionen für den Verkehr im Jahr 2002 von der Firma LAIRM quantifiziert, um auf Basis der Ergebnisse mögliche Verbesserungen der Luftqualität entsprechend verschiedener Szenarien zu berechnen. Die nachfolgenden Kapitel sind ein Auszug aus dem Abschlussbericht der Emissionsberechnung, die die

²⁸ Den Volltext inklusive Tabellen und Grafiken siehe Anhang

wichtigsten Annahmen und Ergebnisse aufgreifen. Der volle Bericht inklusive Tabellen, Grafiken etc. ist im Anhang zu finden.

5.5.1 Anlass und Aufgabenstellung (Auszug aus dem Bericht von LAIRM)

Um die Seehäfen entwickelt sich ein zunehmendes Spannungsfeld, das die Interessen des stetig steigenden seeseitigen Verkehrs und des ebenfalls wachsenden Wirtschaftsfaktors „Tourismus im Küstengebiet“ umfasst. Als Grundlage der Kritik sind insbesondere die international und national geltenden Umweltstandards für den Schiffsverkehr zu sehen, die gegenüber den Bestimmungen für landseitige Emittenten (KFZ-Verkehr, Industrieanlagen, Energieerzeugung, Kleinf Feuerungsanlagen etc.) als wesentlich weniger stringent anzusehen sind. Die Schadstoffbelastung der Luft in den europäischen Häfen ist daher häufig auf die Schifffahrt zurückzuführen. Dabei sind neben den Schifffahrten die Emissionen während der Liegezeiten maßgebend.

Im Rahmen eines F+E-Vorhabens zur Umsetzung der Agenda 21 in den deutschen Seehäfen sollen am Beispiel Lübeck-Travemünde eine Analyse der Luftschadstoffbelastungen durchgeführt und Möglichkeiten zu deren Reduzierung geprüft werden.

Lübeck-Travemünde zeichnet sich dadurch aus, dass eine historisch gewachsene Nachbarschaft zwischen dem Seeheilbad Travemünde, der schmalen Zufahrt auf der Trave zu den Lübecker Häfen und dem Hafenbetrieb am Skandinavienkai besteht. Durch das stetige Wachstum des seeseitigen Güterverkehrs in den letzten Jahren und die geplante Erweiterung des Skandinavienkais ist eine weitere Zunahme des Schiffsverkehrs zu erwarten. Dadurch erhöht sich die Schadstoffbelastung wovon andere Planungen für neue touristische Nutzungen auf dem Priwall (z. B. Wellness-Anlage) betroffen sein können. Mit einer Reduzierung der Luftschadstoffemissionen durch den Schiffsverkehr soll daher eine Verbesserung der Luftqualität erreicht werden, um als langfristige Maßnahme einen Ausgleich zwischen den divergierenden Interessen zu schaffen.

Lösungsmöglichkeiten zur Emissionsminderung sind seeseitig z.B. durch Abgasnormen für den Schiffsverkehr und/oder die Begrenzung des Schwefelgehalts der Treibstoffe gegeben. Diese Maßnahmen sind voraussichtlich jedoch nur durch internationale Abkommen umzusetzen. Weiterhin sind an die Höhe der Emissionen gekoppelte Hafengebühren denkbar, die allerdings vor dem Hintergrund der Konkurrenz mit den anderen deutschen und europäischen Häfen nur bedingt umgesetzt werden können, solange derartige Regelungen nicht in allen Häfen eingeführt werden. Eine weitere effektive, landseitig angesiedelte Minderungsmöglichkeit besteht in der Versorgung der Schiffe während der Liegezeiten mit Landstrom.

In der vorliegenden Untersuchung werden die Luftschadstoffemissionen im Bereich Travemünde durch Simulationsrechnungen mit dem TA Luft-Modell AUSTAL2000 prognostiziert. Dabei werden Zeitreihen über ein Jahr mit stundenfeiner Auflösung zugrunde gelegt, sodass neben den Jahresmittelwerten auch Spitzenbelastungen und Tagesmittelwerte abgeschätzt werden können.

Der vorliegende Untersuchungsbericht enthält die Ergebnisse für den Analysezustand (ohne Ausbau des Skandinavienkais) und den Prognosezustand 2010 nach Erweiterung des Skandinavienkais. In Bezug auf Maßnahmen zur Emissionsminderung des Schiffsverkehrs werden

exemplarisch drei idealisierte Minderungskonzepte geprüft, um das mögliche Minderungspotenzial aufzuzeigen (Konzept 1: Versorgung aller Anleger am Skandinavienkai mit landseitigem Strom, Konzept 2: Begrenzung des Schwefelgehalts der Treibstoffe auf maximal 1 %, Konzept 3: Begrenzung des Schwefelgehalts der Treibstoffe während der Liegezeiten auf maximal 0,1 % (Einsatz von Marinegasöl)).

5.5.2 Untersuchungskonzept

5.5.2.1 Zusammenfassung vorhergehender Arbeiten

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens zur Erweiterung des Skandinavienkais wurden die Luftschadstoffimmissionen innerhalb eines großräumigen Untersuchungsgebietes für den Analysezustand (Bezugsjahr 2000) und den Prognosezustand (Bezugsjahr 2010) ermittelt und die Veränderungen aufgezeigt und bewertet [L47²⁹]. Das Untersuchungsgebiet umfasste neben den nächstgelegenen schutzbedürftigen Bereichen mit Wohnbebauung auch den Ortsbereich Travemünde, den Uferbereich auf dem Priwall und das FFH-Gebiet Dummersdorfer Ufer.

Bei der Beurteilung erfolgte eine Gesamtbetrachtung aller geplanten Vorhaben im Bereich des Skandinavienkais (Verlegung der Bahntrasse, Hafentrassenerweiterung, KV-Terminal und neue Gewerbegebiete). Des Weiteren wurden Auswirkungen durch bereits genehmigte oder derzeit im Planfeststellungsverfahren befindliche Vorhaben in Lübeck-Siems ebenfalls berücksichtigt (Lehmannkai, Seelandkai, Containerterminal Herrenhafen), was im Wesentlichen die künftige Anzahl der Schiffsfahrten auf der Trave betrifft. Hinsichtlich der Quellen wurden alle maßgeblichen Einflüsse berücksichtigt (Straßen-, Schienen- und Schiffsverkehr, Schiffs-liegezeiten, LKW-Fahrten und Hafengeräte auf den Hafen- und Gewerbeflächen). Weitere Einflüsse, wie z.B. durch private Haushalte (Hausbrand) oder andere Gewerbebetriebe sowie durch den großräumigen Schadstofftransport aus anderen Bereichen wurden durch eine pauschale Hintergrundbelastung erfasst, die aus Messwerten abgeleitet wurde.

Zur Ermittlung der Hintergrundbelastungen im Bereich Travemünde wurden im Rahmen des Verfahrens für die Erweiterung des Skandinavienkais im Jahr 2000 exemplarische Messungen durchgeführt. Dabei wurden als geeignete Leitwerte die Belastungen durch Stickstoffoxide, Ruß und Feinstaub erfasst. Die Messungen wurden mit dem Staatlichen Umweltamt Itzehoe abgestimmt und von der ERGO Forschungsgesellschaft (Hamburg) durchgeführt, die u. a. auch im Auftrag des Staatlichen Umweltamtes Itzehoe an der Luftüberwachung in Schleswig-Holstein beteiligt ist.

Die Messungen erfolgten an drei Messorten, an denen unterschiedliche Einflüsse zu erwarten waren:

- Messpunkt 1: am Skandinavienkai auf dem Hafengelände, im Nahbereich stark frequentierter Fahrwege überwiegend während Zeiten hoher Umschlagstätigkeit zur Erfassung der Maximalbelastungen;

²⁹ Die mit einem „L“ gekennzeichneten Quellen, Grafiken etc. sind nicht Teil dieses Berichtes sondern Teil des kompletten LAIRM - Gutachtens im Anhang.

- Messpunkt 2: an der Uferpromenade westlich der Priwall-Fähre zur Erfassung der Immissionen von den Schiffsfahrten auf der Trave;
- Messpunkt 3: im Kurpark als ein im Wesentlichen unbelasteter Standort zur Ermittlung der im Untersuchungsgebiet vorherrschenden Hintergrundbelastung.

Die Messungen erfolgten über ein halbes Jahr zwischen Mai und November 2000. Die NO_x-Belastungen wurden durch eine je halbstündige Probenahme an einem Messtag je Woche bestimmt, wobei bevorzugt Zeiten mit hoher Umschlagstätigkeit am Skandinavienkai gewählt wurden. Die Feinstaub- und Rußmessungen erfolgten über 24 Stunden mit Passivsammlern.

Aus den Messungen ergab sich im Bereich Travemünde eine geringe Belastung: Die im Kurpark in Travemünde festgestellten Luftbelastungen liegen in gleicher Größenordnung wie an der ländlichen Referenzstation des Landes in Bornhöved und können damit als niedrig eingestuft werden. Der Messpunkt im Bereich der Priwall-Fähre ist, obwohl er im Einflussbereich von PKW- und Schiffsverkehr gelegen ist, ebenfalls vergleichsweise niedrig belastet. Dagegen ist der Messpunkt auf dem Skandinavienkai direkt von den Emissionen des Schiffs- und Ladeverkehrs betroffen, die Belastungen fallen hier jedoch geringer aus als an straßenverkehrsexponierten Messorten, z. B. am Lindenplatz in Lübeck.

Die Ermittlung der Luftschadstoffbelastungen im Rahmen der Luftschadstoffuntersuchung erfolgte durch eine Ausbreitungsrechnung für den derzeitigen Zustand (Analyse) und den Prognosezustand. Dabei wurden für jede Quelle geeignete Emissionsfaktoren berücksichtigt, wobei zur sicheren Seite von konservativen Ansätzen ausgegangen wurde, insbesondere für die Emissionen von den Schiffsaggregaten. Zur Prüfung der Plausibilität des Berechnungsmodells wurden die Belastungen an den Messpunkten für den Analysezustand berechnet und mit den Messwerten verglichen. Es zeigte sich, dass die Rechnung gegenüber den Messdaten zu höheren Werten führt. Das Berechnungsmodell überschätzt dementsprechend die tatsächliche Situation und liegt daher für die Betroffenen auf der sicheren Seite. Diese Berechnungsansätze wurden auch für den Prognosezustand verwendet, sodass die berechneten Belastungen nach Umsetzung der geplanten Erweiterungsmaßnahmen deutlich auf der sicheren Seite liegen werden.

Im Rahmen aktueller EU-Luftqualitätsrichtlinien wurden für einige Schadstoffkomponenten, u. a. für Schwefeldioxid, neben Immissionsgrenzwerten für die Jahresmittelwerte auch Immissionsgrenzwerte für die Tages- und Stundenmittelwerte eingeführt, wobei eine bestimmte Anzahl von Überschreitungen zulässig ist. Diese Grenzwerte wurden in den Neufassungen der 22. BImSchV und der TA Luft übernommen. Die Neufassung der TA Luft beinhaltet zur Berechnung der Schadstoffausbreitung das Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, mit dem die Berechnung von Zeitreihen und die Ermittlung der Überschreitungshäufigkeiten von Tages- und Stundenmittelwerten möglich ist.

Insgesamt ergab sich für den Prognosezustand nach Erweiterung des Skandinavienkais, dass die derzeit geltenden und geplanten Grenz- und Prüfwerte zum Schutz des Menschen an allen maßgeblichen Immissionsorten im Bereich der nächstgelegenen Wohnbebauung eingehalten werden. Die Zunahmen durch die Erweiterung des Skandinavienkais und die damit zusammenhängenden weiteren Maßnahmen fallen gering aus. Insbesondere im Bereich des Kurparks ist eine beurteilungsrelevante Verschlechterung der Luftqualität nicht zu erwarten.

Die höchsten Belastungen sind aufgrund der Nähe zu den Schiffs Liegeplätzen und der vorherrschenden Hauptwindrichtung (SW) auf dem Priwall in ufernahen Bereichen zu erwarten.

5.5.3 Bearbeitungskonzept

Im Vorwege der Luftschadstoffuntersuchung für das vorliegende F+E-Vorhaben erfolgten mehrere Abstimmungsgespräche mit den beteiligten Behörden, Ämtern, Unternehmen und Fachleuten. Im Einzelnen waren beteiligt:

- Stadtwerke Lübeck GmbH als Auftraggeber und Koordinator des F+E-Vorhabens;
- Hansestadt Lübeck;
- Umweltministerium Schleswig-Holstein (MUNL);
- Staatliches Umweltamt Itzehoe (StUA);
- Umweltbundesamt (UBA);
- Lübecker Hafengesellschaft (LHG);
- Gesellschaft für angewandten Umweltschutz und Sicherheit im Seeverkehr mbH (GAUSS), Bremen;
- Germanischer Lloyd (GL), Hamburg;
- Herr Dipl.-Ing. (Schiffbau) Jürgen Isensee, Hannover;
- LAIRM Consult GmbH, bis Ende 2003 Masuch + Olbrisch GmbH.

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens ist eine Teilquellenanalyse erforderlich, um die Möglichkeiten zur Emissionsminderung durch Maßnahmen an einzelnen Teilquellen zu prüfen (z. B. Wegfall der Emissionen während der Liegezeiten durch die Schaffung von Stromanschlüssen, Einsatz schwefelarmer Kraftstoffe). Dies ist nur durch Modellrechnungen quantifizierbar. Mit einer Zeitreihenberechnung mit dem TA Luft-Modell AUSTAL2000 sind stundengenaue Aussagen möglich, sodass auch kurzzeitig auftretende Spitzenbelastungen erfasst werden.

Grundlage der Immissionsprognose bilden die Belastungen (Anzahl der Schiffe, Liegezeiten, Fahrstrecken, Motorleistungen, Tages-, Wochen- und Jahresgänge etc.) und die Emissionsfaktoren der jeweiligen Quellbereiche.

Im Bereich Travemünde sind die Emissionen von den Schiffsfahrten auf der Trave und während der Liegezeiten am Skandinavienkai maßgebend. Um gegenüber den bisherigen Untersuchungen detailliertere Ergebnisse zu erhalten, ist eine Aktualisierung der Schiffsemissionen von wesentlicher Bedeutung. Hierbei sind u.a. folgende Quellen einzubeziehen:

- Emissionen der Hilfsdiesel und der Hilfskessel während der Liegezeiten am Skandinavienkai;
- Emissionen der Schiffe während der An- und Abfahrten am Skandinavienkai und auf der Trave einschließlich der Wendemanöver;

- Emissionen während der Schiffsfahrten auf der Trave zu den anderen Häfen in Lübeck.

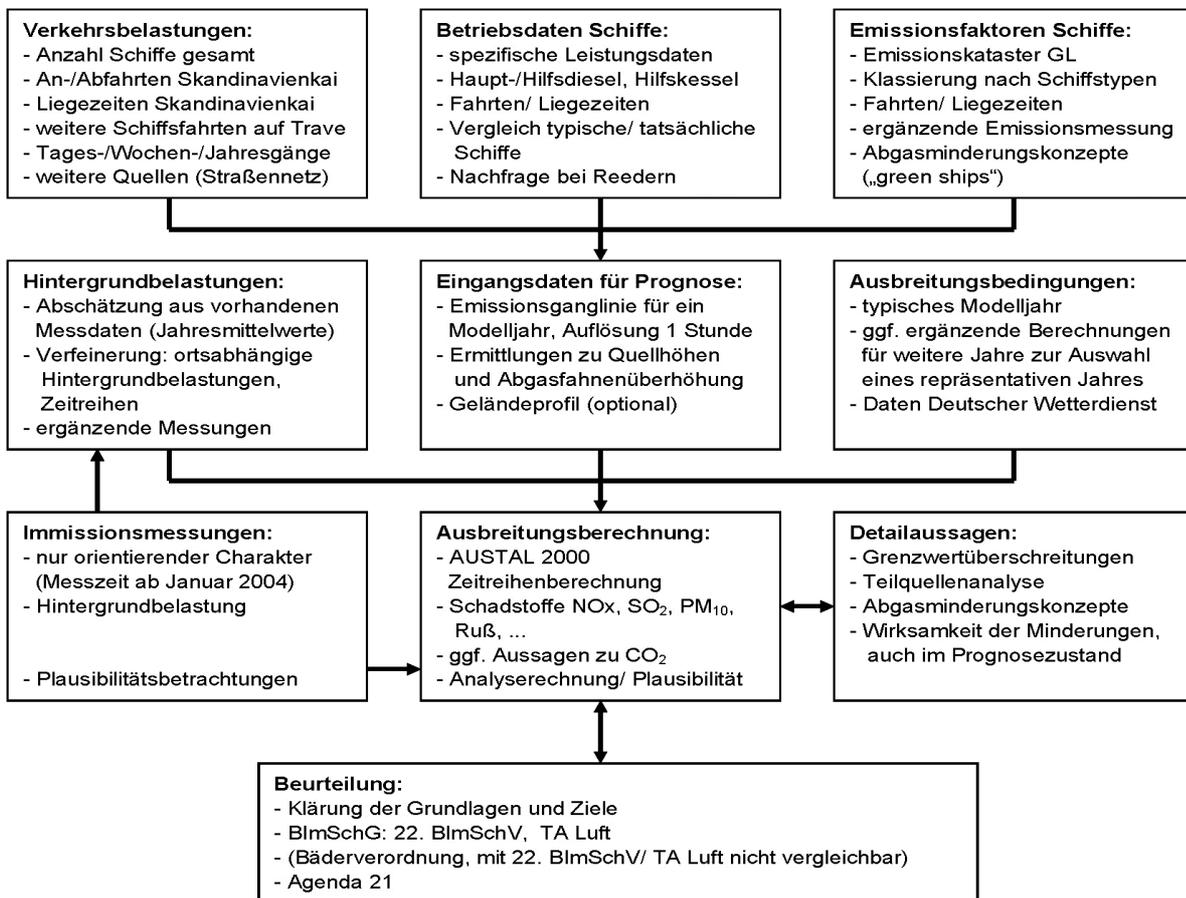
Für eine detaillierte Zeitreihenberechnung der Schadstoffausbreitung werden stundengenaue Tages- und Wochengänge der Emissionen für jede Teilquelle, d. h. für jeden Anleger und die Fahrstrecken benötigt. Die entsprechenden Belastungen können von der LHG bzw. vom Hafenamtsamt der Stadt Lübeck zur Verfügung gestellt werden. Mit den Emissionsfaktoren und den Motorkennwerten für die jeweiligen Lastfälle können die Emissionen stundengenau für ein Modelljahr ermittelt werden.

Die Abstimmungen haben zu dem unten aufgezählten Untersuchungskonzept geführt. Die Durchführung der einzelnen Bearbeitungsschritte erfolgte – teilweise in Änderung zu den ursprünglichen Planungen – durch folgende Beteiligte, wobei einige Punkte nicht abschließend bearbeitet werden konnten:

1. Ermittlung der stundengenauen Belastungsdaten (An-/Abfahrten, Liegezeiten) unter Einbeziehung der LHG, der Reedereien und des Hafenamtes: Zusammenstellung durch die GAUSS;
2. Ermittlung der spezifischen Leistungsdaten zum Einsatz der Haupt- und Hilfsaggregate sowie der Kessel durch Nachfrage bei den Reedereien in Abstimmung mit vorhandenen Erfahrungswerten des Germanischen Lloyd und anderen Fachleuten: Durchführung durch die GAUSS und Herrn Isensee;
3. Ergänzende Emissionsmessungen zur Vervollständigung des Emissionsregisters des Germanischen Lloyd: Neue Messungen der Abgasemissionen an Seeschiffen, insbesondere der Emissionen der Hilfskessel konnten nicht durchgeführt werden, da die Reeder bzw. die Kesselhersteller an einer Zusammenarbeit kein Interesse hatten. Entsprechende Ermittlungen wurden von Herrn Isensee und GAUSS begonnen, aber nicht abgeschlossen;
4. Zusammenstellen der Emissionen für den Bereich Travemünde (Schiffsfahrten vom/zum Skandinavienkai, Liegezeiten am Skandinavienkai, Schiffsfahrten zu den anderen Häfen in Lübeck) für die Schadstoffe CO₂, NO_x, SO₂, Benzol, Partikel und Ruß: Die Ermittlung der Emissionen erfolgte unter Berücksichtigung der aktuellen Ansätze gemäß ENTEC durch die LAIRM Consult GmbH in Abstimmung mit dem UBA und der GAUSS;
5. Erstellen der stundengenauen Emissionsganglinien über ein Modelljahr für jede Teilquelle als Eingangsdaten für die Ausbreitungsberechnung, Einbeziehung verschiedener Szenarien unter Berücksichtigung von Maßnahmen zur Emissionsminderung: LAIRM Consult GmbH;
6. Ergänzende Berücksichtigung der Emissionen des großräumigen Straßenverkehrsnetzes zur Abschätzung der straßenverkehrsbedingten Immissionen, Ermittlung der Verkehrsbelastungen in Abstimmung mit dem Amt für Verkehr der Hansestadt Lübeck: LAIRM Consult GmbH;
7. Abstimmung mit dem Staatlichen Umweltamt Itzehoe über vorhandene Hintergrundbelastungen: LAIRM Consult GmbH;

8. Immissionsprognose durch Ausbreitungsrechnung mit AUSTAL2000: LAIRM Consult GmbH;
9. Auswertung der Belastungssituation und Beurteilung einzelner Minderungsmaßnahmen: LAIRM Consult GmbH;
10. Ergänzende Immissionsmessungen zur Erfassung der derzeitigen Luftschadstoffbelastung bzw. zur Plausibilitätsprüfung des Berechnungsmodells, insbesondere der SO₂-Belastungen: Hierzu wurde Ende 2003 durch das StUA Itzehoe eine Messkampagne an insgesamt fünf Standorten im Umfeld des Skandinavienkais bzw. in Travemünde begonnen, an denen über ein Jahr lang die Stickstoffdioxid- und Schwefeldioxidbelastungen gemessen werden.

Abbildung 16: Schematische Darstellung des Bearbeitungskonzeptes



5.5.4 Untersuchungsrahmen

5.5.4.1 Untersuchungsszenarien

Folgende Zustände wurden im Rahmen dieser Untersuchung einbezogen:

1. **Analysezustand:** Derzeitiger Ausbauzustand des Skandinavienkais, Belastungen des Schiffsverkehrs auf Grundlage einer Analyse für das Jahr 2003;

2. **Analysezustand mit Minderungskonzept 1:** Exemplarisches Minderungskonzept zur Prüfung des maximal möglichen Minderungspotenzials bei Schaffung von landseitigen Stromanschlüssen für alle Anleger am Skandinavienkai (100 %), Belastungen und sonstige Eingangsdaten wie im Analysezustand;
3. **Analysezustand mit Minderungskonzept 2:** Als zweites exemplarisches Minderungskonzept wird eine Begrenzung des Schwefeldioxidgehalts der Treibstoffe auf maximal 1 % für alle Schiffe im Untersuchungsgebiet angenommen, Belastungen und sonstige Eingangsdaten wie im Analysezustand;
4. **Prognosezustand (2010):** Künftiger Ausbauzustand des Skandinavienkais nach Umsetzung aller derzeit planfestgestellten Erweiterungen, Prognose der Zunahmen des Schiffsverkehrs auf Grundlage der Untersuchungen zum Planfeststellungsverfahren für die Erweiterung des Skandinavienkais sowie aktueller Erkenntnisse, Berücksichtigung eines ab 2006 im Ostseeraum maximal zulässigen Schwefelanteils im Schweröl von 1,5 %;
5. **Prognosezustand (2010) mit Minderungskonzept 1:** Exemplarisches Minderungskonzept zur Prüfung des maximal möglichen Minderungspotenzials bei Schaffung von landseitigen Stromanschlüssen für alle Anleger am Skandinavienkai (100 %), Belastungen und sonstige Eingangsdaten wie im Prognosezustand;
6. **Prognosezustand (2010) mit Minderungskonzept 3:** Als weiteres Minderungskonzept wird eine Begrenzung des Schwefeldioxidgehalts der Treibstoffe während der Liegezeiten auf maximal 0,1 % für alle Schiffe im Untersuchungsgebiet angenommen (Verwendung von Marinegasöl), Belastungen und sonstige Eingangsdaten wie im Prognosezustand;
7. **Prognosezustand (2010) mit Minderungskonzepten 1 und 3:** In diesem Fall werden beide Minderungskonzepte 1 und 3 kombiniert.

5.5.4.2 Untersuchungsgebiet

Für die Berechnungen wurde ein großräumiges Untersuchungsgebiet gewählt, das alle maßgeblichen Quellen und Einwirkungsbereich im Umfeld des Skandinavienkais und in Travemünde umfasst. Eine grafische Darstellung des Untersuchungsgebietes findet sich in den Lageplänen der Anlage LA1.

Die Berechnung der Luftschadstoffimmissionen erfolgte flächendeckend für ein Untersuchungsgebiet von 5.000 x 7.000 m² Größe. Ergänzend wurden die Immissionen an einigen maßgeblichen Einzelpunkten betrachtet. Die Bezeichnung der Immissionsorte kann der Anlage LA1 entnommen werden.

5.5.5 Luftschadstoffquellen

5.5.5.1 Verbrennungsmotoren

Durch Verbrennungsprozesse in Verbrennungsmotoren entstehen Abgase, die zu Luftverunreinigungen führen. Zu diesen primären Luftschadstoffen, die Bestandteil der Abgase sind, zählen im Wesentlichen:

- Stickoxide (in der Regel angegeben als NO_x : Summe aus Stickstoffmonoxid NO und Stickstoffdioxid NO_2),
- Kohlenmonoxid (CO),
- Schwefeldioxid (SO_2),
- Kohlenwasserstoffe (HC , darunter Benzol (C_6H_6), Toluol (C_7H_8) und Xylole (C_8H_{10})),
- Partikel (PM , darunter Dieselruß und Feinstaub) und
- Blei (Pb).

Die Stickoxide im Abgas setzen sich in der Regel zu mehr als 90 % aus Stickstoffmonoxid (NO) und weniger als 10 % aus Stickstoffdioxid (NO_2) zusammen. Auf dem Ausbreitungsweg in der Atmosphäre wird das Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid oxidiert, wobei eine Vielzahl von chemischen Reaktionen möglich ist (s. hierzu z. B. [L1]). Der wichtigste Umwandlungsprozess von NO in der Atmosphäre ist die Oxidation durch Ozon (O_3). Die Reaktion läuft relativ schnell ab, sodass im straßennahen Bereich ein großer Teil des als natürliches Spurengas in der Luft vorhandenen Ozons aufgebraucht wird. Bei Sonnenlicht kann sich NO_2 durch Photolyse wieder in NO und O_3 umwandeln.

Für das Kohlenmonoxid liegen aufgrund zahlreicher Wirkungsuntersuchungen Immissionswerte als Grenz- und Vorsorgewerte vor. Sie liegen jedoch im Vergleich zu den Messwerten so hoch, dass CO im Freien keine kritische Komponente ist.

In den Kohlenwasserstoffen ist eine Vielzahl von Stoffen enthalten, die die unterschiedlichsten Wirkungsspektren aufweisen. Derzeit sind bis zu 200 organische Stoffe im Abgas bekannt. Darunter befinden sich auch das Benzol sowie die Gruppe der flüchtigen Kohlenwasserstoffverbindungen (VOC). Aufgrund der unterschiedlichen Wirkungsspektren ist die Summe der Kohlenwasserstoffe einer Bewertung nicht zugänglich. Stellvertretend erfolgt eine Beurteilung anhand des in den Kohlenwasserstoffen enthaltenen Benzols.

Die Schadstoffkomponente Blei verliert mit zunehmendem Einsatz bleifreier Kraftstoffe immer mehr an Bedeutung und kann daher bei der Bewertung einer Immissionssituation vernachlässigt werden.

Eine weitere Komponente im Abgas von Verbrennungsmotoren stellen die Partikel dar (Staub). Zum Themenkreis Staub/Feinstaub fanden 1998 im Umweltbundesamt insgesamt drei Fachgespräche statt [L26]. Bei den mit dem Abgas von Motoren emittierten Partikelemissionen handelt es sich danach vollständig um Feinstaub PM_{10} (Partikeldurchmesser kleiner als $10 \mu\text{m}$), überwiegend sogar um Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$ (Partikeldurchmesser kleiner als $2,5 \mu\text{m}$).

Die Staubemissionen der Abgase beinhalten auch die Dieselrußemissionen. Aufgrund der Emissionsminderungen an modernen Dieselmotoren ist in den letzten Jahren zwar eine Abnahme der Emissionsfaktoren (angegeben als Gramm pro Kilometer) zu verzeichnen. Diese Abnahme wird jedoch teilweise durch eine stetige Zunahme der Fahrzeuge mit Dieselantrieb kompensiert. Hinsichtlich der Korngrößenverteilungen der Dieselrußpartikel ist anzumerken, dass einige Untersuchungen Hinweise auf einen nicht unerheblichen Teil an kleinen und sehr kleinen Teilchen auch bei modernen Abgaskonzepten ergeben haben. Hierzu sind jedoch weitere systematische Untersuchungen erforderlich, auch im Hinblick auf den Einsatz von Rußfiltern. Bezüglich der Schiffsabgase ist Dieselruß eine deutlich sichtbare Schadstoffkomponente, insbesondere bei den An- und Ablegemanövern.

Ein weiterer Bestandteil des Abgases ist das Kohlendioxid, das bei der Verbrennung fossiler Energieträger als Endprodukt entsteht. Da es bereits zum Teil in der Luft vorhanden ist, wird es nicht unmittelbar als „Luftschadstoff“ bezeichnet. Kohlendioxid wird jedoch als klimarelevantes Gas für den Treibhauseffekt mit verantwortlich gemacht, sodass es in diesem Zusammenhang von Interesse ist. In der vorliegenden Untersuchung erfolgt daher eine Bilanzierung der Kohlendioxidemissionen.

5.5.6 Weitere Emissionsquellen

Durch die Aufwirbelung von Staub verursacht durch das Fahren von Fahrzeugen auf Straßen ist eine weitere maßgebliche Quelle für Feinstaubemissionen gegeben. Hierbei ist nach befestigten und unbefestigten Fahrwegen zu unterscheiden.

Des Weiteren können durch den Reifenabrieb Stäube emittiert werden. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um gröbere Partikel. Der PM_{10} -Anteil wird in der Literatur mit ca. 10 % abgeschätzt. Der Reifenabrieb ist in den Emissionsfaktoren der Staubaufwirbelung implizit enthalten, sodass weitergehende Untersuchungen – auch angesichts des geringen Feinstaubanteils – hier nicht erforderlich sind.

5.5.7 Beurteilungsgrundlagen

Die Beurteilung von Luftverunreinigungen erfolgt anhand der Immissionswerte aus den geltenden Regelwerken (22. BImSchV, 23. BImSchV, TA Luft, EU-Rahmenrichtlinie und deren Tochterrichtlinien, Vorsorgewerte des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI)).

Die Umsetzung der Luftqualitätsrahmenrichtlinie [L7] der Europäischen Union und deren Tochterrichtlinien [L8]/[L9] ist mittlerweile durch die Neufassung der 22. BImSchV [L4] erfolgt. Ergänzend wurde die TA Luft grundlegend überarbeitet, wobei die aktuellen Grenzwerte der obigen EU-Richtlinien übernommen wurden. Die Neufassung der TA Luft [L5] ist am 1. Oktober 2002 in Kraft getreten.

In Tabelle 2 sind die aktuellen Grenz-, Leit-, und Vorsorgewerte zum Schutz des Menschen sowie zum Schutz der Vegetation und von Ökosystemen aufgeführt. (Anmerkung: Der 98-Perzentil dient zur Bewertung der Kurzzeitbelastung und stellt den Konzentrationswert dar, der in 98 % der Jahresstunden eingehalten wird.)

Tabelle 22: Beurteilungsrelevante Immissionswerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] zum Schutz des Menschen (wenn nicht anders angegeben)

Luftschadstoff		Immissionswerte		
		Wert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Quelle	Charakter
NO _x	Jahresmittel	30	22. BImSchV	Schutz der Vegetation abseits von Ballungszentren
		30	TA Luft	
NO ₂	Jahresmittel	40	22. BImSchV	Grenzwert (ab 2010)
		40	TA Luft	Immissionswert
	98-Perzentil	200	22. BImSchV	Grenzwert (ab 2010)
		135	EG-Richtlinie 85/203/EWG	Leitwert (Vorsorge)
	1 Stunde	200	22. BImSchV	Grenzwert (ab 2010), max. 18 Überschreitungen im Jahr
		200	TA Luft	Immissionswert, max. 18 Überschreitungen im Jahr
SO ₂	Jahresmittel	50	TA Luft	Immissionswert
	Jahr und Winter	20	22. BImSchV	Schutz von Ökosystemen abseits von Ballungszentren
		20	TA Luft	
	24 Stunden	125	22. BImSchV	Grenzwert (ab 2005), max. 3 Überschreitungen im Jahr
			TA Luft	Immissionswert, max. 3 Überschreitungen im Jahr
	1 Stunde	350	22. BImSchV	Grenzwert (ab 2005), max. 24 Überschreitungen im Jahr
TA Luft			Immissionswert, max. 24 Überschreitungen im Jahr	
Benzol	Jahresmittel	5	22. BImSchV	Prüfwert
		5	TA Luft	Immissionswert
		2,5	LAI	Vorsorgewert
Ruß	Jahresmittel	1,1	LAI	Vorsorgewert
Feinstaub (PM ₁₀)	Jahresmittel	40	22. BImSchV	Grenzwert (ab 2005)
		40	TA Luft	Immissionswert
	24 Stunden	50	22. BImSchV	Grenzwert (ab 2005), max. 35 Überschreitungen im Jahr
		50	TA Luft	Immissionswert, max. 35 Überschreitungen im Jahr

In Bezug auf Schwebstaubbelastungen haben neuere Untersuchungen ergeben, dass bereits bei Schwebstaubkonzentrationen wie sie üblicherweise in der Außenluft auftreten, gesundheitliche Schädigungen festgestellt werden können. Dabei sind Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 μm und kleiner als relevant anzusehen (Bezeichnung PM₁₀ – Particulate Matter 10 μm).

Diesen Erkenntnissen tragen auch die Beschlüsse auf europäischer Ebene zur weitergehenden Begrenzung von Feinstaubimmissionen Rechnung. Im Rahmen der EU-Richtlinie 1999/30/EG [L8] wurden für den Jahresmittelwert der PM₁₀-Feinstaubimmissionen ab 2005 (Stufe 1) ein Grenzwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und ab 2010 (Stufe 2) ein Grenzwert von 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

festgelegt. Der 24-Stunden-Mittelwert der PM_{10} -Immissionen darf zusätzlich einen Grenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht öfter als 35-mal (Stufe 1) bzw. 7-mal pro Jahr (Stufe 2) überschreiten.

5.5.8 Emissionen (Schiffsverkehr im Analysezustand)

5.5.8.1 Schiffsfahrten und Liegezeiten

Die Anzahl der Schiffsbewegungen auf der Trave sowie die Liegezeiten am Skandinavienkai wurden von der GAUSS ermittelt [L48]. Dazu erfolgte eine Analyse der Schiffseingangs- und -ausgangslisten beim Hafenamts Lübeck. Derzeit liegen die Daten noch nicht in maschinenlesbarer Form vor, sodass eine Auswertung per Hand erforderlich war. Für den regelmäßigen Schiffsverkehr von und nach Lübeck wurde als exemplarischer Monat der Juli 2003 ausgewertet. Hinsichtlich der Liegezeiten wurden die Fahrpläne berücksichtigt sowie entsprechende Nachfragen bei der LHG und den Reedereien durchgeführt. Für die unregelmäßig anlaufenden Kreuzfahrtschiffe erfolgte eine gesonderte Ermittlung durch die GAUSS, wobei das gesamte Jahr 2003 berücksichtigt wurde.

Aus den von der GAUSS zusammengestellten Daten wurde für die regelmäßigen Schiffsfahrten ein Modell entwickelt, das eine 4-Wochen-Periodizität aufweist. Aus diesem 4-Wochen-Belastungsmodell wurde ein Modelljahr als Grundlage für die Simulationsrechnungen erstellt. Die Kreuzfahrtschiffe wurden den tatsächlichen Angaben entsprechend dem Modelljahr hinzugerechnet. Kleinere oder Lübeck selten anlaufende Schiffe, Ausflugsschiffe sowie die Priwallfähren sind in der Gesamtbetrachtung von untergeordneter Bedeutung und wurden in Absprache mit der GAUSS nicht berücksichtigt.

Das Modelljahr wurde in stundenfeiner Auflösung erstellt, sodass je Quelle 8.760 Stundenwerte zu berücksichtigen sind. Die Schiffsfahrten auf der Trave wurden den Zeitangaben der Ein- und Ausgangslisten entsprechend den jeweiligen (vollen) Stunden zugeordnet; die Emissionen wurden jedoch der tatsächlichen Einwirkzeit angepasst, die aus der Strecke und der Fahrgeschwindigkeit resultiert. Für die Fahrten auf der Ostsee im Bereich der Hafeneinfahrt und auf der Trave wurde als Lastfall eine Revierfahrt mit 15 km/h (etwa 8 Knoten) angenommen. Folgende Fahrstrecken und Einwirkzeiten wurden berücksichtigt:

- Fahrten zum Ostpreußenkai: Fahrstrecke 2,2 km, Einwirkzeit 10 Minuten;
- Fahrten zum Skandinavienkai: Fahrstrecke 4,6 km, Einwirkzeit 20 Minuten;
- Fahrten zu den anderen Häfen in Lübeck (südlich Skandinavienkai): Fahrstrecke 6,8 km, Einwirkzeit 30 Minuten.

Die Liegezeiten wurden ebenfalls stundengenau eingearbeitet. Stunden, in denen nur teilweise ein Schiff am Kai lag, wurden im Modell in der Regel insgesamt der Liegezeit zugerechnet. Mit diesem Vorgehen sind im Modell Sicherheiten enthalten, um zusätzliche Emissionen beim Wende- sowie An- und Ablegemanöver abzubilden.

Die Eingangsdaten finden sich in der Anlage LA2. Eine schematische Darstellung der Schiffsbewegungen des 4-Wochen-Belastungsmodells ist in der Anlage LA 2.1 enthalten. Die Liegezeiten am Ostpreußenkai wurden in der Anlage LA 2.2 quartalsweise dargestellt. (Anmerkung: Im ersten Quartal erfolgte kein Schiffsverkehr am Ostpreußenkai.) Eine schiffsge-

naue Darstellung des 4-Wochen-Modells zeigt Anlage LA 2.3 (Modellmonat Juli); die Schiffskürzel sind Anlage LA 2.6.1 zu entnehmen.

5.5.8.2 Emissionsfaktoren

Die Emissionen aus dem Schiffsverkehr ergeben sich zum einen durch die Fahrten auf der Trave einschließlich der Wende- und Anlegemanöver, zum anderen durch den kontinuierlichen Betrieb der Hilfsaggregate und Hilfskessel während der Liegezeiten im Hafen. Die Energieversorgung eines Schiffes erfolgt in der Regel durch drei bis vier verschiedene Aggregattypen:

- Hauptmaschine(n) (Antriebsmotor für Propeller und Wellengenerator): Dauerbetrieb auf See, Teillastbetrieb beim Manövrieren, bei der Hafeneinfahrt und der Revierfahrt, im Hafen üblicherweise nicht in Betrieb;
- Hilfsdiesel (2 bis 4, elektrische Versorgung): Auf See laufen die Hilfsdiesel nicht, wenn es einen Wellengenerator/Verstellpropeller gibt, Teil- oder Volllastbetrieb beim Manövrieren, bei der Hafeneinfahrt und der Revierfahrt, im Hafen meist abwechselnd im Dauerbetrieb;
- Abgaskessel (nicht immer installiert, Wärmeerzeugung): Läuft auf See mit Abgasen von Haupt- und Hilfsmotoren, Teillastbetrieb beim Manövrieren, bei der Hafeneinfahrt und der Revierfahrt, im Hafen meist nicht in Betrieb;
- Hilfskessel (Wärmeerzeugung): Läuft auf See meist nicht, Teillastbetrieb beim Manövrieren, bei der Hafeneinfahrt und der Revierfahrt, im Hafen gesamte Wärmeerzeugung.

Einige neuere Schiffe sind mit einem dieselelektrischen Generator ausgerüstet, der elektrischen Strom erzeugt, mit dem sowohl der Antrieb als auch die Stromversorgung an Bord erfolgt. Verbrauchs- und emissionstechnisch sind diese Konzepte als günstig einzustufen, da u. a. schwefelarmer Treibstoff zum Einsatz kommt („green ships“). Hilfsdiesel sind bei diesen Schiffen nicht installiert.

Die Größe der Abgasemissionen lässt sich mithilfe von motorspezifischen Emissionsfaktoren ermitteln, die üblicherweise in Bezug auf die erbrachte Motorleistung oder den Treibstoffverbrauch angegeben werden. Zur Berechnung der Emissionen sind daher neben den Emissionsfaktoren auch Angaben über den Betriebszustand der Antriebsaggregate erforderlich, insbesondere zur Auslastung. Da sowohl die Emissionsfaktoren als auch die Auslastungsgrade je nach Betriebszustand, Motorkonzept und/oder Schiffstyp schwanken, sind für die Schiffsemissionen im Einzelfall größere Abweichungen vom Mittelwert möglich. Hinsichtlich der Emissionsfaktoren von Schiffsmotoren stehen folgende Quellen zur Verfügung:

- Für den Betrieb der Hilfsaggregate und der Hauptmaschinen liegen veröffentlichte Daten des Germanischen Lloyd vor, die zum Teil jedoch bereits aus 1980 bzw. 1985 stammen [L14]. Darüber hinaus verfügt der Germanische Lloyd (GL) über ein Emissionskataster, das jedoch nicht frei zugänglich ist. Die aus Emissionsmessungen im Auftrag von Schiffsmotorenherstellern gewonnenen Daten sind häufig projektbezogen und stehen nur dem Auftraggeber zur Verfügung. Da die Leistung und dementsprechend auch der Verbrauch empfindlich von der Last abhängen, ist eine Rückrechnung

auf pauschale Emissionsfaktoren häufig nur sehr begrenzt möglich, sodass im Einzelfall zu den jeweiligen Emissionsfaktoren auch genaue Angaben über die Betriebsbedingungen erforderlich sind.

- Zur Ermittlung und Beurteilung der Emissionen des Schiffsverkehrs hat das Hansestadt Bremische Hafenamt im Auftrag des Umweltbundesamtes das Emissionsmodell MARION entwickelt, mit dem die Gesamtemissionen von Häfen schiffsgenau berechnet werden können. Die darin enthaltenen Emissionsfaktoren und Auslastungsgrade sind jedoch pauschale Werte und für alle Schiffsklassen gleich.
- Angaben zu den Schadstoffemissionen finden sich u.a. in Veröffentlichungen von Isensee et al. [L15]. Dort sind sowohl ältere Faktoren (Angaben des Umweltamtes Hamburg, Stand 1980 (Quelle: Ministry of Health and Environment Protection, Holland)) als auch zukünftige Faktoren aus dem Vorhaben CLEAN (Verbundvorhaben „Emissionsarme Schiffsantriebsanlagen“, Germanischer Lloyd) aufgeführt.
- Für die Vergabe des Umweltzeichens „Blauer Engel“ wurde von Isensee im Auftrag des Umweltbundesamtes das EDV-Programm EMISS [L17] zur Berechnung von Schiffsemissionen erstellt. Darin wurden plausible mittlere Emissionsfaktoren und Auslastungsgrade zugrunde gelegt, die mit Werten aus aktuellen Veröffentlichungen vergleichbar sind.
- Die aktuellste Zusammenstellung schiffsspezifischer Emissionsfaktoren und der weiteren Einflussgrößen findet sich im Abschlussbericht „Quantifizierung der Schiffsemissionen durch Schiffsbewegungen zwischen Häfen in der Europäischen Union“ der ENTEC UK Limited aus dem Jahr 2002 [L16]. Neben mittleren Emissionsfaktoren für spezielle Schiffsklassen sind dort ebenfalls detaillierte Angaben für die Hauptmaschinen und die Hilfsdiesel je nach Motorenkonzept und Treibstoffart verfügbar. Weiterhin finden sich Angaben zu den Aggregaten, Treibstoffen und Auslastungsgraden. Emissionsfaktoren für die Hilfskessel stehen in der ENTEC-Studie jedoch nicht zur Verfügung.
- Zur Abschätzung der Emissionen der Hilfskessel hat Isensee einen ersten Modellansatz erstellt, der sich jedoch noch in der Weiterentwicklung befindet [L18]. Der Wärmebedarf und damit die erforderliche Größe der Hilfskessel kann anhand von typischen Parametern geschätzt werden (Containerschiffe, Tanker, RoRo-Cargo: Tragfähigkeit tdw, RoRo-Pax und Passagier-Schiffe: Anzahl der Besatzung und Passagiere). Weiterhin werden von Isensee Anhaltswerte für die Auslastung, den Wirkungsgrad und die Emissionsfaktoren angegeben. Es ist jedoch zu beachten, dass bisher nur eine geringe Datengrundlage zur Verfügung steht, für eine Abschätzung der Größenordnung der Emissionen der Hilfskessel ist das Modell jedoch geeignet.
- Hinsichtlich möglicher Konzepte zur Emissionsminderung bei Schiffsmotoren ist Folgendes anzumerken:
 - Für neue Schiffe ist durch den Einbau einer Katalysatoranlage eine erhebliche Reduktion der NO_x-Emissionen um mehr als 90 % grundsätzlich möglich. Vereinzelt werden bereits derartige Konzepte umgesetzt [L19].
 - Die SO₂-Emissionen können durch den Einsatz von schwefelarmem Kraftstoff mit einem Schwefelgehalt von 1 % gegenüber dem normalen Kraftstoff

(Schwefelgehalt von etwa 2 – 3 %) auf die Hälfte bzw. auf ein Drittel gesenkt werden.

- Die Rußemissionen lassen sich durch den Einsatz von Rußfiltern begrenzen.

Diese Maßnahmen sind jedoch mit deutlichen Mehrkosten sowohl bei der Anschaffung als auch beim Betrieb der Seeschiffe verbunden. Eine Umsetzung dieser Minderungsmaßnahmen ist daher wohl nur durch gesetzliche Regelungen (wie bereits in Schweden realisiert) möglich.

In der vorliegenden Untersuchung werden die nach Motoren- und Treibstoffklassen differenzierten Emissionsfaktoren der ENTEC-Studie zugrunde gelegt. Diese Ansätze stellen die aktuellsten verfügbaren Daten dar und sind geeignet, die Emissionen für jedes Schiff abzuleiten, sofern Motorenkonzept und Treibstoffart bekannt sind. Eine Zusammenstellung der Emissionsfaktoren findet sich in der Anlage LA2.4.

Neben den ENTEC-Ansätzen sind in Anlage LA 2.4.6 auch die Emissionsfaktoren angegeben, die sich unter Berücksichtigung der Formeln aus dem Programm EMISS (Isensee) ergeben. Beim Vergleich der Daten für SO₂ und CO₂ (Grundlage: Treibstoffverbräuche gemäß ENTEC) zeigen sich vergleichbare Emissionsfaktoren bzw. nur geringe Unterschiede in der Größenordnung von 10 bis 15 % (vgl. Anlage LA 2.4.7). Für die Hilfskessel werden die Ansätze gemäß Isensee berücksichtigt. Eine Zusammenstellung zeigt die Anlage LA 2.4.5.

Die verfügbaren Emissionsfaktoren beschränken sich auf die Schadstoffkomponenten NO_x, SO₂, CO₂, HC und Feinstaub PM₁₀. Die Emissionsfaktoren der weiteren Schadstoffe werden in Analogie zu LKW-Dieselmotoren abgeschätzt. Die Benzol-Emissionen können dementsprechend anhand des Anteils an den gesamten HC-Emissionen ermittelt werden (etwa 1,9 %), die Dieselruß-Emissionen anhand der Partikelemissionen (etwa 40 %).

5.5.8.3 Treibstoffarten

Als Treibstoffarten werden für die Schiffsaggregate Schweröl (Residual oil, RO), Marinediesöl (MDO) und Marinegasöl (MGO) eingesetzt. Hinsichtlich der Abgasemissionen ist der wesentliche Unterschied im Schwefelgehalt gegeben, da bei der Verbrennung in erster Näherung der gesamte Schwefel im Treibstoff in SO₂ umgewandelt wird. In der vorliegenden Untersuchung wird von den mittleren Schwefelgehalten der ENTEC-Studie ausgegangen, die auch für die Ostsee repräsentativ sein dürften:

- Schweröl (RO): Schwefelgehalt 2,7 %;
- Marinediesöl (MDO): Schwefelgehalt 1,0 %;
- Marinegasöl (MGO): Schwefelgehalt 0,5 %.

Sofern im Einzelfall detaillierte Angaben zum Schwefelgehalt der verwendeten Treibstoffe von den Reedereien zur Verfügung standen, wurden diese abweichend von den ENTEC-Ansätzen zugrunde gelegt.

5.5.8.4 Auslastungsgrade der Aggregate

Weiterhin sind die Auslastungsgrade der Maschinen für die Ermittlung der Emissionen der verschiedenen Zustände wichtig. Hier werden ebenfalls die Ansätze gemäß ENTEC zugrunde gelegt, die z.B. auch für die Hauptmaschinen während der Liegezeit eine mittlere Auslastung von 1 % zugrunde legen. Dies ist sinnvoll, um pauschal die Emissionen beim Anfahren und Runterfahren der Maschinen zu berücksichtigen. Eine Zusammenstellung findet sich in der Anlage LA 2.5.

Geht man von den Auslastungen der Aggregate aus dem Programm EMISS gemäß Isensee aus, so ergeben sich um etwa 5 bis 10 % geringere Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet gegenüber der ENTEC-Verfahrensweise. Die Unterschiede sind also gering, sodass im Folgenden zur sicheren Seite mit den ENTEC-Ansätzen gerechnet wird.

Für die Auslastung der Hilfskessel schlägt Isensee Werte von 30 % bei der Revierfahrt bzw. 25 % im Hafen vor. Aufgrund der geringen Datengrundlage wird im Folgenden ein geringerer Ansatz von jeweils 10 % gewählt, um den Einfluss der Hilfskessel nicht über zu bewerten. Ein Plausibilitätstest zwischen den Modellrechnungen und überschlägigen ersten Ergebnissen der aktuellen Immissionsmessungen zeigt, dass diese Annahmen in die richtige Richtung weisen.

Sofern im Einzelfall detaillierte Angaben zu den Aggregatauslastungen zur Verfügung standen, wurden diese abweichend von den ENTEC-Ansätzen zugrunde gelegt. In einigen besonderen Fällen (z. B. dieselelektrische Antriebsaggregate) wurden plausible Annahmen getroffen.

5.5.8.5 Schiffsspezifische Eingangsdaten

Für den regelmäßigen Schiffsverkehr und die Kreuzfahrtschiffe wurden von der GAUSS die benötigten schiffsspezifischen Eingangsdaten zusammengestellt [L48], u.a. Anzahl und Leistung der Hauptmaschinen, Hilfsdiesel und Hilfskessel, verwendete Treibstoffarten und deren Schwefelgehalte, Abgasvolumen und -temperaturen, Tragfähigkeiten, Anzahl der Besatzung und der Passagiere. Insgesamt wurden 54 Schiffe berücksichtigt. Ergänzend wurden Daten einer Berechnung mit dem Modell MARION verwendet [L49]. Eine Zusammenstellung der Daten findet sich in der Anlage LA 2.6.

Sofern keine detaillierten Angaben zur Verfügung standen, wurden plausible Annahmen getroffen. Hinsichtlich des Schwefelgehalts wurde von den Angaben der GAUSS bzw. der Reeder ausgegangen, bei fehlenden Angaben wurden die ENTEC-Ansätze verwendet. Die Größe der Hilfskessel wurde von Isensee geschätzt, sofern keine schiffsgenauen Daten verfügbar waren.

5.5.8.6 Emissionsmodell

Unter Berücksichtigung der Emissionsfaktoren, Treibstoffarten, Auslastungsgrade und der weiteren schiffsgenauen Eingangsdaten wurden die Emissionen für jedes Schiff für die drei Lastfälle „Fahrt auf See“, „Revierfahrt“ und „Liegezeit im Hafen“ ermittelt. Eine Zusammenstellung findet sich in der Anlage LA 2.6.

Im vorliegenden Fall wird für die Fahrten im Bereich der Ostsee vor der Travemündung und auf der Trave von einer Revierfahrt ausgegangen.

Als Basis für die Verknüpfung mit dem stundenfeinen Modelljahr der Schiffsbewegungen und Liegezeiten wurden anschließend die Gesamtemissionen für jeden Lastfall als Summe über alle Schiffsaggregate verwendet (Anlagen LA 2.6.21 bis LA 2.6.23). Mit diesen Ansätzen wurde für jede Luftschadstoffkomponente eine Jahresganglinie erstellt, die als Emissionszeitreihe bei der Ausbreitungsberechnung berücksichtigt wird. Die jährlichen Gesamtemissionen durch den Schiffsverkehr sind in der Anlage LA 2 zusammengestellt.

5.5.9 Schiffsverkehr (Analyse), Minderungskonzept 1

Bei diesem Minderungskonzept wird davon ausgegangen, dass alle Anleger am Skandinavienkai mit Stromanschlüssen ausgerüstet sind und ihre Stromversorgung landseitig beziehen. Während der Liegezeiten sind daher die Haupt- und Hilfsmaschinen nicht mehr in Betrieb. Zur sicheren Seite wird jedoch für die Hauptmaschinen weiterhin, den ENTEC-Ansätzen entsprechend, eine geringe mittlere Auslastung von 1 % zugrunde gelegt, sodass die Emissionen beim Runterfahren und Hochfahren der Maschinen berücksichtigt werden. Analog wird auch bei den Hilfsmaschinen eine verbleibende Last von 1 % zugrunde gelegt. Hinsichtlich der Auslastung der Hilfskessel werden zwei Fälle unterschieden:

- Minderungskonzept 1a: Auslastungsgrad der Hilfskessel wie im Analysefall 10 %;
- Minderungskonzept 1b: kein Betrieb der Hilfskessel, d.h. Auslastungsgrad von 1 % (sichere Seite, s.o.).

Die sich ergebenden Emissionsansätze je Lastfall und Betriebsstunde sind in den Anlagen LA 2.7 und LA 2.8 zusammengestellt. Die jährliche Emissionsbilanz findet sich in den Anlagen LA 2.11.2 und LA 2.11.3.

5.5.10 Schiffsverkehr (Analyse), Minderungskonzept 2

Das Minderungskonzept 2 geht davon aus, dass alle Schiffe innerhalb des Untersuchungsgebietes ausschließlich Treibstoff mit einem Schwefelgehalt von maximal 1 % verwenden, sowohl für die Haupt- und Hilfsmaschinen als auch für die Hilfskessel. Dieses Minderungskonzept wirkt sich überwiegend bei den Schwefeldioxidemissionen aus, die direkt dem Schwefelgehalt proportional sind. Bei den anderen Schadstoffkomponenten sind die Minderungen gering und werden nicht weiter untersucht. Die sich ergebenden Emissionsansätze je Lastfall und Betriebsstunde sind in der Anlage LA 2.9 zusammengestellt. Die jährliche Emissionsbilanz findet sich in Anlage LA 2.11.4.

5.5.11 Schiffsverkehr im Prognosezustand

5.5.11.1 Schiffsfahrten und Liegezeiten

Der Prognosezustand der vorliegenden Untersuchung bezieht sich auf das Jahr 2010 nach Umsetzung der Erweiterung des Skandinavienkais. Dies beinhaltet unter anderem die Schaffung eines weiteren Liegeplatzes.

Die Zunahmen des Schiffsverkehrs wurden in Abstimmung mit der GAUSS auf Grundlage der Ermittlungen im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für die Erweiterung des Skandinavienkais [L47] durchgeführt. Dementsprechend ist am Skandinavienkai mit etwa 28 Schiffen pro Woche zusätzlich zu rechnen. Im Modell wird von 2 Schiffen je Tag an dem neuen Anleger 5a und je einem Schiff pro Tag an den Anlegern 7 und 8 ausgegangen. Für die Liegezeit werden im Mittel 10 Stunden angenommen.

Für Fahrten auf der Trave zu den anderen vorhandenen bzw. derzeit in Planung befindlichen Häfen in Lübeck (Containerterminal Lübeck-Siems, Seelandkai, Lehmann) wurde eine Zunahme um etwa 28 Schiffe pro Woche, d. h. 56 Fahrten abgeschätzt. Pro Tag wurde dementsprechend von 8 zusätzlichen Schiffsfahrten ausgegangen. Zwischen den An- und Abfahrten wurden im Mittel 12 Stunden angesetzt (10 Stunden Liegezeit und je 1 Stunde Fahrt).

Für den Betrieb am Ostpreußenkai kann als Zielplanung von etwa 50 Kreuzfahrtschiffen pro Jahr ausgegangen werden. Im Mittel wurde hier eine Liegezeit von 16 Stunden zugrunde gelegt. Die Belastungen aus dem Schiffsverkehr sind in den Anlagen LA 3.1 bis LA 3.3 dargestellt.

5.5.11.2 Emissionsfaktoren

Ab 2006 darf im Ostseeraum der Schwefelgehalt im Schweröl (RO) nur noch maximal 1,5 % betragen. Für den Prognosehorizont 2010 ist daher diese Minderung zu berücksichtigen.

Hinsichtlich der Emissionsfaktoren wurde wie für den Analysezustand von den detaillierten Ansätzen aus der ENTEC-Studie [L16] ausgegangen. Die obige Minderung des Schwefelgehalts entspricht dem Szenario 2 (2006) der ENTEC-Studie, sodass die entsprechenden Emissionsfaktoren und Minderungen berücksichtigt wurden. Die Emissionsfaktoren sind in der Anlage LA 3.4 zusammengestellt.

5.5.11.3 Schiffsspezifische Eingangsdaten

Für die zusätzlich prognostizierten Schiffe zum Skandinavienkai und den anderen Lübecker Häfen wurde zur sicheren Seite von RoRo/C-Schiffen (ENTEC-Typ A35) mit folgenden Parametern ausgegangen:

- Leistung Hauptmaschinen zusammen 25.000 kW;
- Hilfsdiesel zusammen 6.000 kW;
- Hilfskessel 3.000 kW.

Für die derzeit den Skandinavienkai und die anderen Häfen anlaufenden Schiffe wird angenommen, dass sich keine Veränderungen gegenüber dem Analysezustand ergeben. Prognosen für den Ersatz heutiger Schiffe durch neue Schiffe sind nach Aussage der GAUSS kaum möglich. Ein Teil der den Skandinavienkai regelmäßig anlaufenden Schiffe wurden bereits vor kurzem ersetzt und sind im Analysefall bereits enthalten. Im Übrigen ist der Prognosehorizont 2010 in Bezug auf typische Schiffseinsatzdauern als zeitnah anzusehen, sodass - wenn überhaupt - nur wenige Linien betroffen sein werden. Da ohnehin viele mittlere Annahmen getroffen werden müssen, sind Hochrechnungen auf andere Schiffe oder Schiffsgrößen aufgrund des Fehlens konkreten Datenmaterials nicht sinnvoll. Eine Verbesserung der Aussagegenauigkeit ist daher nicht zu erwarten.

5.5.11.4 Emissionsmodell

Das Emissionsmodell wurde unter Berücksichtigung der Emissionsfaktoren, Treibstoffarten, Auslastungsgrade und der weiteren schiffsgenauen Eingangsdaten analog dem Analysezustand ermittelt. Eine Zusammenstellung findet sich in der Anlage LA 3.6. Die jährlichen Gesamtemissionen durch den Schiffsverkehr sind in der Anlage LA 3.13 zusammengestellt.

5.5.12 Schiffsverkehr (Prognose), Minderungskonzept 1

Bei diesem Minderungskonzept wird wie für den Analysezustand davon ausgegangen, dass alle Anleger am Skandinavienkai mit Stromanschlüssen ausgerüstet sind und alle Schiffe ihre Stromversorgung landseitig beziehen. Während der Liegezeiten sind daher die Haupt- und Hilfsmaschinen nicht mehr in Betrieb. Zur sicheren Seite wird jedoch für die Hauptmaschinen weiterhin, den ENTEC-Ansätzen entsprechend, eine geringe mittlere Auslastung von 1 % zugrunde gelegt, sodass die Emissionen beim Runterfahren und Hochfahren der Maschinen berücksichtigt werden. Analog wird auch bei den Hilfsmaschinen eine verbleibende Last von 1 % zugrunde gelegt. Hinsichtlich der Auslastung der Hilfskessel werden zwei Fälle unterschieden:

- Minderungskonzept 1a: Auslastungsgrad der Hilfskessel wie im Analysefall 10 %;
- Minderungskonzept 1b: kein Betrieb der Hilfskessel, d. h. Auslastungsgrad von 1 % (sichere Seite, s.o.).

Die sich ergebenden Emissionsansätze je Lastfall und Betriebsstunde sind in den Anlagen LA 3.7 und LA 3.8 zusammengestellt. Die jährliche Emissionsbilanz findet sich in den Anlagen LA 3.13.2 und LA 3.13.3.

5.5.13 Schiffsverkehr (Prognose), Minderungskonzept 3

Das Minderungskonzept 3 geht davon aus, dass während der Liegezeiten in den Häfen ausschließlich Treibstoff mit einem Schwefelgehalt von maximal 0,1 % (MGO) verwendet werden darf. Hierzu erfolgen derzeit auf europäischer Ebene entsprechende Verhandlungen.

Dieses Minderungskonzept wirkt sich überwiegend bei den Schwefeldioxidemissionen aus, die direkt dem Schwefelgehalt proportional sind. Gegenüber den Emissionsfaktoren für SO₂ des Szenarios 2 (2006) mit einem Schwefelgehalt von 0,5 % für MGO werden die Emissionsfaktoren dementsprechend auf 20 % reduziert. Bei den anderen Schadstoffkomponenten ergeben sich durch den vermehrten Einsatz von Marinegasöl (MGO) ebenfalls Minderungen, die allerdings deutlich geringer ausfallen.

Für den vorliegenden Fall wird davon ausgegangen, dass alle Schiffsaggregate, auch die Hilfskessel, während der Liegezeiten mit dem schwefelarmen MGO betrieben werden. Die sich ergebenden Emissionsansätze je Lastfall und Betriebsstunde sind in der Anlage LA 3.9 zusammengestellt. Die jährliche Emissionsbilanz findet sich in Anlage LA 3.13.4.

5.5.14 Schiffsverkehr (Prognose), Minderungskonzept 1+3

Ergänzend wurde geprüft, welches Minderungspotenzial bei Kombination der Minderungskonzepte 1 (Stromanschlüsse) und 3 (Begrenzung des Schwefelgehalts während der Liegezeiten) möglich ist.

Am Skandinavienkai ergeben sich die Minderungen gegenüber dem Konzept 1 im Wesentlichen durch den Betrieb der Hilfskessel, da aufgrund der landseitigen Stromanschlüsse die Haupt- und Hilfsmaschinen nicht betrieben werden. Die sich ergebenden Emissionsansätze je Lastfall und Betriebsstunde sind in den Anlagen LA 3.10 und LA 3.11 zusammengestellt. Die jährliche Emissionsbilanz findet sich in den Anlagen LA 3.13.5 und LA 3.13.6.

5.5.15 Straßenverkehr (Verkehrsbelastungen)

5.5.15.1 Analysezustand

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden zur Abschätzung der Gesamtbelastungen auch die Emissionen des Straßenverkehrsnetzes berücksichtigt. Dabei wurden alle relevanten Straßenabschnitte innerhalb des Untersuchungsgebietes als maßgebliche Quellen einbezogen. Nicht explizit betrachtete Straßenabschnitte weisen deutlich niedrigere Belastungen auf oder sind von den maßgeblichen Immissionsorten hinreichend weit entfernt. Daher tragen sie kaum zur Schadstoffbelastung bei und werden im Folgenden vernachlässigt.

Das Fahrtenaufkommen (DTV - durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke an allen Tagen des Jahres) und die maßgeblichen LKW-Anteile (KFZ mit mehr als 2,8 t zulässigem Gesamtgewicht, p) auf den öffentlichen Straßen im Untersuchungsgebiet wurden auf Grundlage vorhandener Verkehrszählungen der Hansestadt Lübeck [L13] abgeschätzt bzw. vorhergehenden Untersuchungen [L14] entnommen. Da die Emissionen des Straßenverkehrsnetzes hier nicht Gegenstand der Beurteilung sind und nur der Einschätzung der Gesamtbelastung dienen, wurde auf eine detaillierte Verkehrsuntersuchung verzichtet. Die im Folgenden angegebenen Verkehrszahlen sind daher als Abschätzungen zu verstehen.

Sofern für die LKW-Anteile keine Daten vorlagen, wurden plausible Annahmen in Anlehnung an die Werte aus den Verkehrszählungen getroffen. Die Verteilung auf PKW, leichte Nutzfahrzeuge (LNF: KFZ bis 3,8 t) und schwere Nutzfahrzeuge (SNF: KFZ über 3,8 t) wird

im Folgenden anhand von Daten aus [L21] abgeleitet. Eine detaillierte Zusammenstellung der Belastungen findet sich in der Anlage LA 4.1.2.

Die Ergebnisse der Verkehrszählungen wurden vom Amt für Verkehr der Hansestadt Lübeck zur Verfügung gestellt. Es waren Zählungen zwischen 1995 und 2002 in unterschiedlichem Umfang vorhanden, sowohl an Werktagen als auch an Sonntagen. Für die Hochrechnung der Zählergebnisse in den einzelnen Stundengruppen auf die Tagesverkehrsstärke wurden aus verfügbaren 24-Stunden-Zählungen mittlere Hochrechnungsfaktoren abgeleitet. Folgende Faktoren wurden verwendet:

- Zählung von 0 bis 24 Uhr (24 Stunden): Faktor 1;
- Zählung von 6 bis 20 Uhr (14 Stunden): Faktor 1, 2;
- Zählung von 15 bis 18 Uhr (3 Stunden): Faktor 4;
- Zählung von 15 bis 19 Uhr (4 Stunden): Faktor 3.

Andere Stundengruppen wurden nicht ausgewertet. Bei der Auswertung zeigte sich, dass die Tagesverkehre der unterschiedlichen Zähltage teilweise erheblich voneinander abwichen, sowohl zwischen Sonn- und Werktagen aber auch an gleichen Wochentagen zu unterschiedlichen Jahreszeiten. Diese Ergebnisse weisen auf deutliche Unterschiede im Jahres- und Wochengang hin. Daher wurden in einem zweiten Schritt zur Ermittlung des DTV geeignete Jahres- und Wochengänge berücksichtigt. Dabei wurde auf aktuelle Ganglinien der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) zurückgegriffen [L12]. Im Vergleich mit den Zählergebnissen führten Ganglinien mit überwiegendem Freizeit- und Urlaubsverkehr zu den besten Ergebnissen (Jahresganglinie Typ F, Wochenganglinie Mittelwert aus Typ E und Typ F).

(Anmerkung: Die Jahresganglinien der BAST sind ursprünglich wochengenau angegeben. Aufgrund der teilweise großen Sprünge an besonderen Wochen (Ostern, Pfingsten etc.) war ein Vergleich mit den Zähldaten mit großen Unsicherheiten behaftet, wenn die Zählung in diese Zeiten fiel. Eine bessere Übereinstimmung mit einem geringeren mittleren Fehler ergab sich unter Verwendung einer monatsgenauen Ganglinie, bei der die Wochenwerte eines Monats gemittelt wurden.)

5.5.15.2 Prognosezustand

Durch die Erweiterung des Skandinavienkais sind durch den Wegfall der Travemünder Landstraße Verlagerungen der Verkehrsströme zu erwarten. Im Rahmen der vorhergehenden Untersuchungen [L47] wurden hierzu entsprechende Ermittlungen durchgeführt, sodass auf diese Daten zurückgegriffen wurde. Die Zunahmen durch die Verlagerung und die zusätzlichen Fahrten vom/zum Skandinavienkai sind darin enthalten.

Für die anderen, in der vorhergehenden Untersuchung nicht berücksichtigten, Straßenabschnitte wurden plausible Annahmen getroffen. Dabei wurde in Abstimmung mit dem Verkehrsamt der Hansestadt Lübeck davon ausgegangen, dass nennenswerte Zunahmen der Verkehrsbelastungen im Stadtbereich Travemünde nicht zu erwarten sind. Die Prognoseverkehrsbelastungen sind in der Anlage LA 4.1.3 zusammengefasst.

5.5.15.3 Emissionsfaktoren (KFZ-Abgase)

Zur Ermittlung der Emissionsfaktoren der KFZ-Abgase wird die aktuelle Fassung des „Handbuchs Emissionsfaktoren“ [L20] herangezogen.

Die Emissionsfaktoren hängen u. a. von folgenden Parametern ab:

- Fahrzeugkategorien und -zusammensetzungen;
- Verkehrssituation (Fahrmuster, Straßentypen);
- Umgebungstemperatur, Längsneigung, Laufleistung etc;
- Bezugsjahr.

Das EDV-Programm „Handbuch Emissionsfaktoren“ berechnet die Emissionen für unterschiedliche Straßentypen und Verkehrssituationen. Darin sind je nach Bezugsjahr entsprechende Verteilungen der Fahrleistungsgewichte (Zusammensetzung der Fahrzeugflotte) sowie typische Temperaturganglinien und Kaltstarthäufigkeiten angegeben, die bei Fehlen exakter Zählraten verwendet werden können.

Die Emissionsfaktoren hängen zum Teil erheblich vom Bezugsjahr ab, das für die Berechnung zugrunde gelegt wird, da sich die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte nach Alter, Motorenkonzept und Abgas-Norm ändert. Das „Handbuch Emissionsfaktoren“ legt daher je nach Bezugsjahr eine entsprechende Prognoseverteilung der Fahrzeugflotte zugrunde. Zusätzlich werden absehbare bzw. bereits gesetzlich beschlossene Verbesserungen der Kraftstoffqualitäten berücksichtigt (Verringerung von Benzol- und Schwefelgehalten). (Anmerkung: Eine Verringerung des Schwefelgehalts bewirkt auch eine Verringerung weiterer Schadstoffkomponenten (Partikel, HC, CO, NO_x)).

In der vorliegenden Untersuchung wird für den Analysezustand zur Ermittlung der Emissionsfaktoren das Bezugsjahr 2004 zugrunde gelegt. Für den Prognosezustand wird das Bezugsjahr 2010 verwendet.

Angaben zu Dieselruß-Emissionen sind im „Handbuch Emissionsfaktoren“ nicht enthalten. In erster Näherung kann jedoch nach heutigem Wissensstand davon ausgegangen werden, dass bei PKW-Abgasen (und leichten Nutzfahrzeugen) der Anteil von Dieselruß an der gesamten Partikelemission etwa 60 %, bei LKW-Abgasen etwa 40 % beträgt (Auskunft des Umweltbundesamtes).

Zum Themenkreis Staub/Feinstaub fanden 1998 im Umweltbundesamt insgesamt drei Fachgespräche statt [L26]. Bei den mit dem Abgas von Motoren emittierten Partikelemissionen handelt es sich danach vollständig um Feinstaub PM₁₀. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung gehen wir dementsprechend davon aus, dass die Partikelemissionen aus den Abgasen zu 100 % aus PM₁₀ bestehen.

Die Basisemissionsfaktoren aus dem Handbuch Emissionsfaktoren finden sich in den Anlagen LA 4.4.1 und LA 4.4.2. Die relevanten Eingangsgrößen für die Ermittlung der Emissionen wie Verkehrssituation und Feinstaubmodell sind in der Anlage LA 4.2 zusammengestellt. Die Emissionen des berücksichtigten Straßennetzes sind in den Anlagen LA 4.5 und aufgeführt. Die Emissionen sind als mittlere Emissionsfaktoren je KFZ und Kilometer für den entsprechenden Straßenabschnitt angegeben.

5.5.15.4 Staubaufwirbelung durch den KFZ-Verkehr

Eine weitere Staubquelle ist durch die Aufwirbelung durch das Fahren von Fahrzeugen auf Straßen gegeben. Während für die Partikelemissionen im Abgas von Kraftfahrzeugen detaillierte Emissionsfaktoren zur Verfügung stehen, ist die Prognose der Staubaufwirbelung auf Straßen weitaus schwieriger. In der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 [L23] steht zwar ein entsprechender Berechnungsansatz zur Verfügung, der allerdings auf älteren Daten der U.S. Environmental Protection Agency (EPA, 4. Auflage [L24]) basiert und die tatsächlich gemessenen Belastungen an deutschen Straßen erheblich überschätzt.

Eine andere Methode besteht in der Anwendung des aktuellen Berechnungsverfahrens der EPA (5. Auflage [L25]), das in den USA seit einigen Jahren als offizielles Berechnungsverfahren für Partikelemissionen verwendet wird. Hierzu werden neben Angaben zum mittleren Fahrzeuggewicht auch die Staubbeladung der entsprechenden Straßenabschnitte benötigt. In den USA stehen zwar umfangreiche Messungen der Staubbeladungen von Straßen zur Verfügung, die allerdings kaum auf deutsche Verhältnisse zu übertragen sind. Für Deutschland sind bisher nur Messergebnisse an wenigen Standorten bekannt [L29], umfangreiche Messkampagnen haben jedoch begonnen. Ergebnisse sollen in diesem Jahr veröffentlicht werden.

Solange noch keine systematischen Ergebnisse vorliegen, die zur Entwicklung eines geeigneten Emissionsmodells geeignet sind, kann das aktuelle EPA-Modell hilfsweise verwendet werden. Zur Übertragung auf deutsche Verhältnisse wurde vom Ingenieurbüro Lohmeyer im Rahmen eines Forschungsprojektes auf Basis der vorhandenen Literatur und aktueller Messergebnisse eine Anpassung der EPA-Formel vorgenommen und entsprechende Hinweise zur Anwendung gegeben [L28]. Neuere Immissionsmessungen der Luftüberwachung in Schleswig-Holstein und Hamburg legen zwar den Schluss nahe, dass zumindest in Schleswig-Holstein auch der Ansatz von Lohmeyer die Staubemissionen überschätzt. Im Folgenden wird dieser Ansatz jedoch verwendet, da keine anderen geeigneten Ansätze zur Verfügung stehen. Die Ermittlung der Emissionsfaktoren ist in der Anlage LA 4.4.2 zusammengestellt.

5.5.15.5 Emissionsmodell

Unter Berücksichtigung der Emissionsfaktoren und der Tages-, Wochen- und Jahresganglinien wurde eine Zeitreihe mit stundenfeiner Auflösung für das gesamte Straßennetz erstellt. Aufgrund der Begrenzung der maximal zulässigen Quellenzahl in AUSTAL2000 wurde das gesamte Straßennetz auf 5 Quellensätze aufgeteilt (5 Rechenläufe).

Für die Tages-, Jahres- und Wochengänge wurden Ganglinien der BAST verwendet [L12]. Für die PKW-Fahrten wurden den Zählergebnissen entsprechend Ganglinien mit hohem Verkehrsaufkommen am Wochenende und in den Ferienzeiten zugrunde gelegt. Für den gewerblichen Verkehr (LNF und SNF) wurden Ganglinien angenommen, die weitgehend ausgeglichen bzw. nur leicht stärkeren Verkehr im Sommer aufweisen. Eine grafische Darstellung der verwendeten Ganglinien findet sich in der Anlage LA 4.3. Für die Jahresganglinie wurde eine monatsgenaue Verteilung berücksichtigt.

Die Gesamtemissionen pro Straßenabschnitt sind den Tabellen der Anlage LA 4.6 aufgeführt. Die jährlichen Gesamtemissionen des gesamten Straßennetzes finden sich in der Anlage LA 4.7.

5.5.16 Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet (Analyse)

Die sich für das Modelljahr ergebenden Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet sind in der Tabelle 3 und den Abbildungen 2 bis 7 zusammengestellt. Dabei erfolgte eine Analyse nach den einzelnen Quellbereichen. Neben den Emissionen des Schiffsverkehrs sind auch die Emissionen des Straßenverkehrsnetzes angegeben.

Folgende Ergebnisse sind festzuhalten:

- Die Emissionen im Untersuchungsgebiet werden maßgeblich durch den Skandinavienkai bestimmt. Die Anteile an den Gesamtemissionen liegen bei etwa 80 bis 85 % für die Stickoxide, Schwefeldioxid und Dieselruß, bei 70 % für CO₂ und Benzol sowie 60 % für Feinstaub (PM10). Hierbei sind die Emissionen während der Liegezeiten mit etwa 60 bis 80 % gegenüber den Schiffsfahrten vom/zum Skandinavienkai (20 bis 40 %) maßgebend.

Bezogen auf die Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet liegt der Anteil der Emissionen während der Liegezeiten am Skandinavienkai bei etwa 50 bis 65 %, für Feinstaub bei etwa 40 %.

- Die Emissionen am Ostpreußenkai sind in der Gesamtbilanz von vernachlässigbarer Größe, können aber aufgrund der Nähe zur maßgebenden Bebauung lokal zu einer Zunahme der Schadstoffemissionen führen.
- Die Schiffsfahrten auf der Trave zu den anderen Häfen in Lübeck tragen zu etwa 18 % der Schwefeldioxid-, 16 % der Dieselruß- und 12 % der Feinstaub (PM10)-Emissionen bei. Für die anderen Schadstoffkomponenten liegt der Anteil an den Gesamtemissionen unter 10 %.
- Der Beitrag zu den jährlichen Gesamtemissionen durch das Straßenverkehrsnetz innerhalb des Untersuchungsgebiets liegt für die Benzol- und Feinstaub (PM10)-Emissionen bei etwa 18 % bzw. 25 %. Für NO_x und Dieselruß fallen die Anteile mit unter 7 % gering aus. Der CO₂-Anteil beträgt etwa 22 %. Die Schwefeldioxidemissionen durch den Straßenverkehr sind vernachlässigbar.

Den Ergebnissen entsprechend sind die größten Minderungspotenziale durch eine Begrenzung der Schadstoffemissionen bei den Liegezeiten am Skandinavienkai zu erkennen.

Tabelle 23: Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet (Tonnen pro Jahr) , Analysezustand

Hafen	Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet pro Jahr [t/a]					
	CO ₂	NO _x	SO ₂	Benzol	PM ₁₀	Ruß
Skandinavienkai						
Liegezeiten	35.745	612,2	185,4	0,818	32,42	12,97
Schiffsfahrten	10.748	181,5	91,2	0,368	21,69	8,68
Summe	46.493	793,7	276,6	1,186	54,12	21,65
Ostpreußenkai						
Liegezeiten	194	2,8	1,5	0,006	0,24	0,09
Schiffsfahrten	7	0,1	0,1	0,000	0,01	0,00
Summe	201	2,9	1,6	0,006	0,25	0,10
sonstige Häfen						
Schiffsfahrten	4.667	76,9	59,4	0,133	10,39	4,16
Summe Schiffsverkehr	51.360	873,5	337,6	1,325	64,75	25,90
Straßenverkehr	14.683	61,9	0,07	0,293	21,51	0,84
Gesamt	66.043	935,5	337,6	1,619	86,26	26,74

Tabelle 24: Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet (Tonnen pro Jahr), Prognosezustand

Hafen	Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet pro Jahr [t/a]					
	CO ₂	NO _x	SO ₂	Benzol	PM ₁₀	Ruß
Skandinavienkai						
Liegezeiten	64.027	1144,3	350,7	1,205	46,59	18,61
Schiffsfahrten	16.480	276,8	111,5	0,530	24,43	9,73
Summe	80.506	1421,2	462,1	1,735	71,02	28,33
Ostpreußenkai						
Liegezeiten	421	6,2	2,9	0,013	0,46	0,19
Schiffsfahrten	16	0,2	0,1	0,001	0,02	0,01
Summe	437	6,4	3,0	0,013	0,49	0,19
sonstige Häfen						
Schiffsfahrten	13.267	220,0	108,8	0,376	19,78	7,87
Summe Schiffsverkehr	94.211	1647,6	574,0	2,124	91,28	36,39
Straßenverkehr	16.312	47,4	0,08	0,137	24,94	0,65
Gesamt	110.522	1695,0	574,0	2,261	116,22	37,05

Im Folgenden werden von den sechs oben genannten berechneten Emissionen nur die grafische Darstellung für NO_x, SO₂ und PM₁₀ zitiert. Die grafische Darstellung für die anderen Emissionspfade können dem Anhang entnommen werden.

Abbildung 17: Stickstoffdioxid-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a], Analysezustand

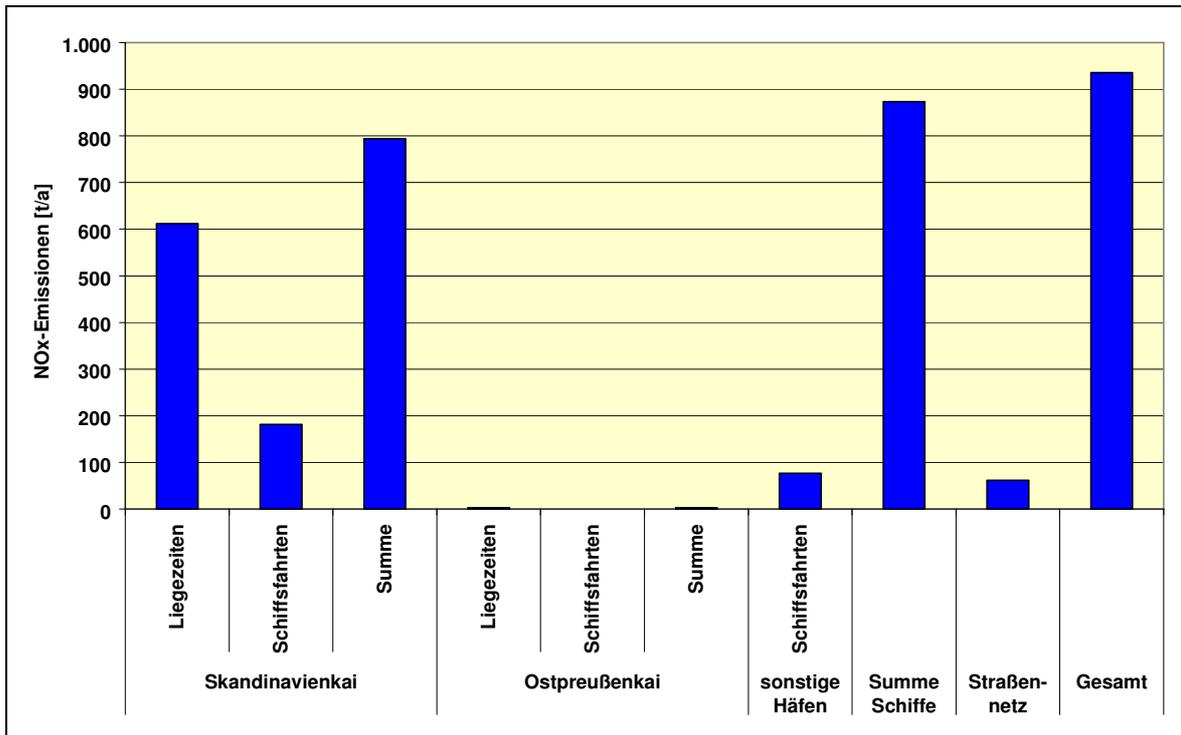


Abbildung 18: Schwefeldioxid-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a], Analysezustand

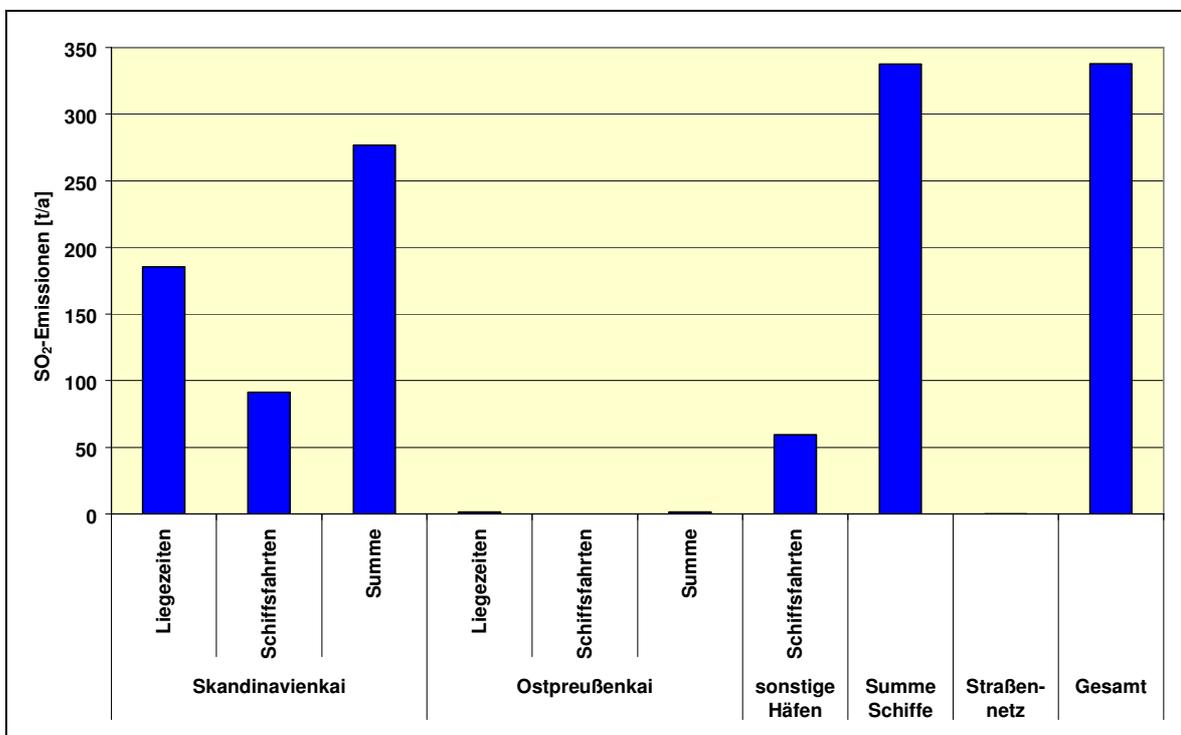
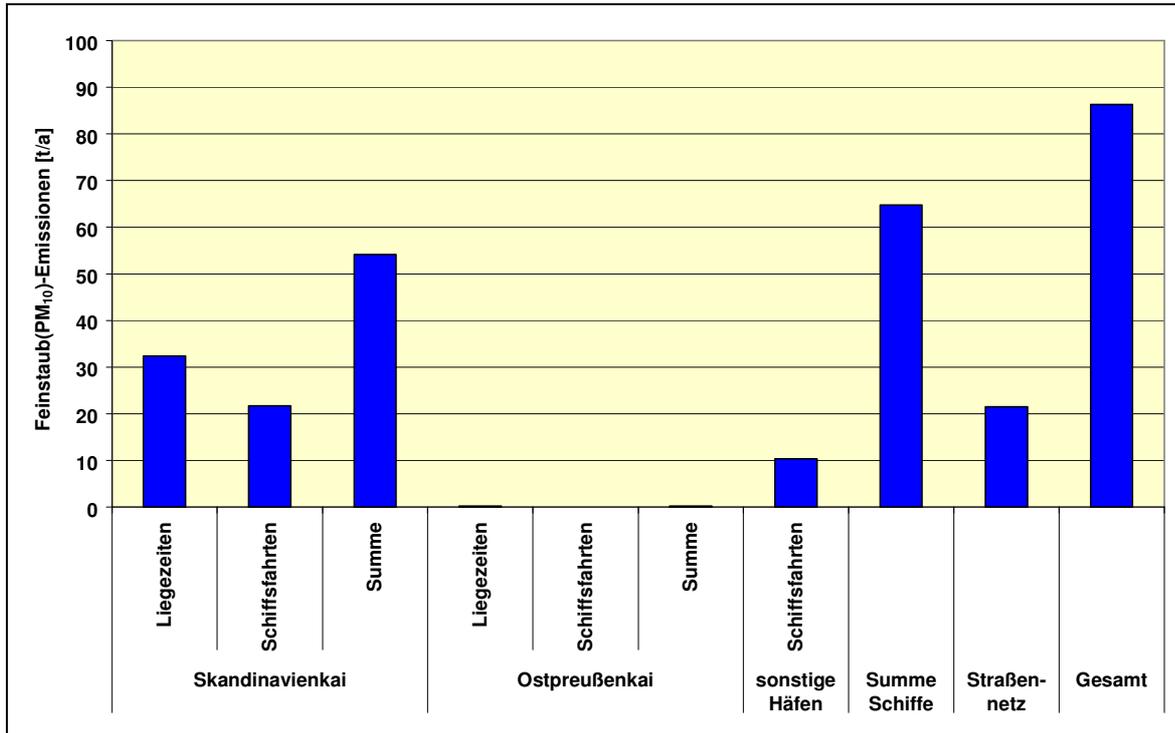


Abbildung 19: Feinstaub (PM₁₀)-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a], Analysezustand

5.5.16.1 Analyse mit Minderungskonzepten

Die Gesamtemissionen im Analysefall sowie unter Berücksichtigung der Minderungskonzepte 1a/1b (Stromanschlüsse) und 2 (Begrenzung Schwefelgehalt) sind in der Tabelle 4 zusammengefasst. Detaillierte Zusammenstellungen finden sich in der Anlage LA 2.7. Grafische Darstellungen sind in den Abbildungen 8 bis 13 zu sehen. Folgende Ergebnisse sind festzuhalten:

- **Minderungskonzept 1 (Stromanschlüsse):** Unter Berücksichtigung des Minderungskonzeptes 1a/1b sind Abnahmen der jährlichen Kohlendioxid-, Schwefeldioxid und Benzol-Gesamtemissionen in der Größe von etwa 40 bis 45 % zu erwarten. Für die Stickstoffoxide ergeben sich etwas größere Minderungen von knapp 60 %. Die Feinstaub(PM10)- und Dieselrußemissionen werden um etwa 25 bis 35 % reduziert.

Im Vergleich der Konzepte 1a/1b (Hilfskesselbetrieb während der Liegezeiten mit 10 % bzw. 1 % Last) zeigt sich, dass nennenswerte Abnahmen bei reduziertem Kesselbetrieb nur für die Schwefeldioxidemissionen zu erwarten sind (etwa 10 %). Für die anderen Luftschadstoffkomponenten liegen die Abnahmen bei 5 % und darunter.

Für die Emissionen im Bereich des Skandinavienkais, insbesondere an den Liegplätzen, sind deutlich höhere Abnahmen zu verzeichnen: Für die dem Betrieb des Skandinavienkais zuzuordnenden Emissionen (Fahrten und Liegezeiten zusammen) ergeben sich Abnahmen in der Größenordnung von 40 bis 70 %. Betrachtet man nur die Liegezeiten, so sind erhebliche Abnahmen zwischen 70 und 90 % zu erwarten.

- **Minderungskonzept 2:** Die Begrenzung des Schwefelgehaltes im Treibstoff auf maximal 1 % führt nur für die Schwefeldioxidemissionen zu nennenswerten Abnahmen. Hier ist eine Reduzierung der jährlichen Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet um etwa ein Drittel zu erwarten.

Zusammenfassend stellt sich die Schaffung von Stromanschlüssen als eine wirkungsvolle Maßnahme zur Reduzierung der Luftschadstoffemissionen dar, insbesondere da die Verbesserungen räumlich in der Nachbarschaft zu den am höchsten von Luftschadstoffemissionen betroffenen Bereichen liegen. Die Begrenzung des Schwefelgehalts auf maximal 1 % ist geeignet, die Schwefeldioxidemissionen deutlich zu senken.

Tabelle 25: Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet unter Berücksichtigung der Minderungskonzepte 1a/b und 2 (Tonnen pro Jahr)

Hafen	Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet pro Jahr [t/a]					
	CO ₂	NO _x	SO ₂	Benzol	PM ₁₀	Ruß
Analyse						
Skandinavienkai	46.493	793,7	276,6	1,186	54,12	21,65
Ostpreußenkai	201	2,9	1,6	0,006	0,25	0,10
sonstige Häfen	4.667	76,9	59,4	0,133	10,39	4,16
Straßenverkehr	14.683	61,9	0,07	0,293	21,51	0,84
Gesamt	66.043	935,5	337,6	1,619	86,26	26,74
Minderungskonzept 1a						
Skandinavienkai	16.774	252,4	148,0	0,538	31,94	12,78
Ostpreußenkai	201	2,9	1,6	0,006	0,25	0,10
sonstige Häfen	4.667	76,9	59,4	0,133	10,39	4,16
Straßenverkehr	14.683	61,9	0,07	0,293	21,51	0,84
Gesamt	36.324	394,2	209,1	0,971	64,09	17,87
Minderung vs. Analyse	-45 %	-58 %	-38 %	-40 %	-26 %	-33 %
Minderungskonzept 1b						
Skandinavienkai	14.956	246,6	129,7	0,516	31,08	12,43
Ostpreußenkai	201	2,9	1,6	0,006	0,25	0,10
sonstige Häfen	4.667	76,9	59,4	0,133	10,39	4,16
Straßenverkehr	14.683	61,9	0,07	0,293	21,51	0,84
Gesamt	34.507	388,4	190,7	0,949	63,22	17,52
Minderung vs. Analyse	-48 %	-58 %	-44 %	-41 %	-27 %	-34 %
Minderungskonzept 2						
Skandinavienkai	46.493	793,7	195,1	1,186	54,12	21,65
Ostpreußenkai	201	2,9	1,3	0,006	0,25	0,10
sonstige Häfen	4.667	76,9	28,4	0,133	10,39	4,16
Straßenverkehr	14.683	61,9	0,07	0,293	21,51	0,84
Gesamt	66.043	935,5	224,8	1,619	86,26	26,74
Minderung vs. Analyse	0 %	0 %	-33 %	0 %	0 %	0 %

Im Folgenden werden von den sechs oben genannten berechneten Emissionen nur die grafische Darstellung für NO_x, SO₂ und PM₁₀ zitiert. Die grafische Darstellung für die anderen Emissionspfade können dem Anhang entnommen werden.

Abbildung 20: Stickstoffoxid-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a] unter Berücksichtigung der Minderungskonzepte

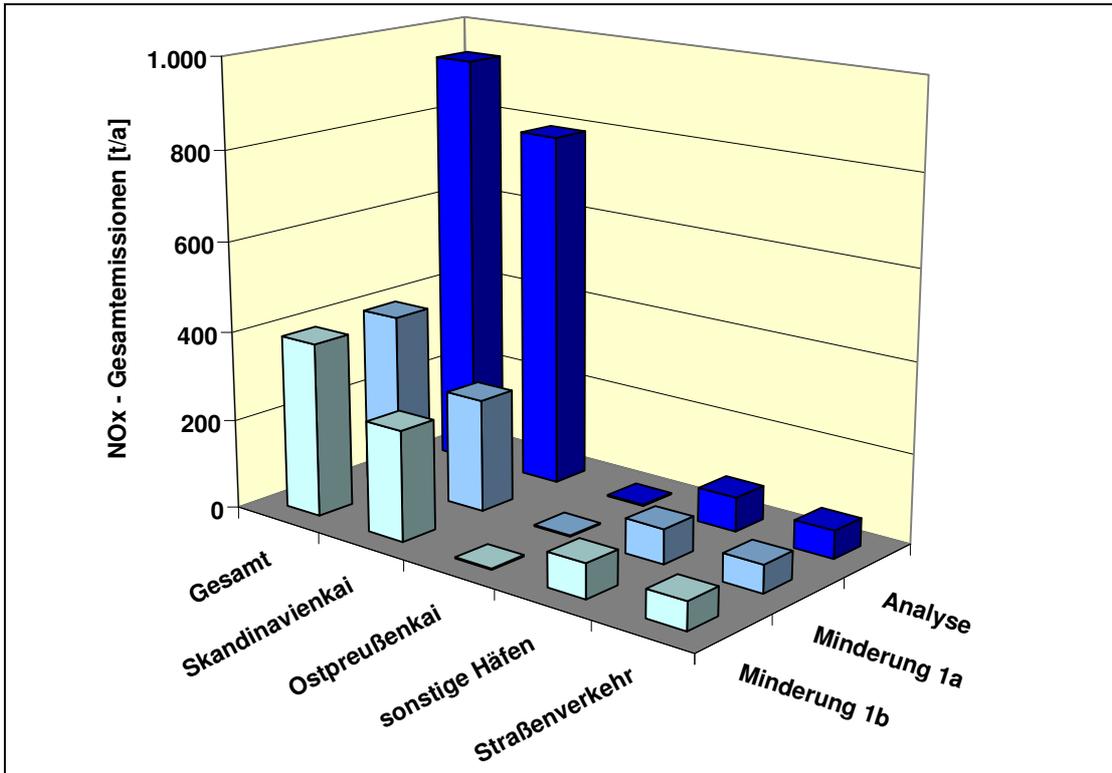


Abbildung 21: Schwefeldioxid-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a] unter Berücksichtigung der Minderungskonzepte

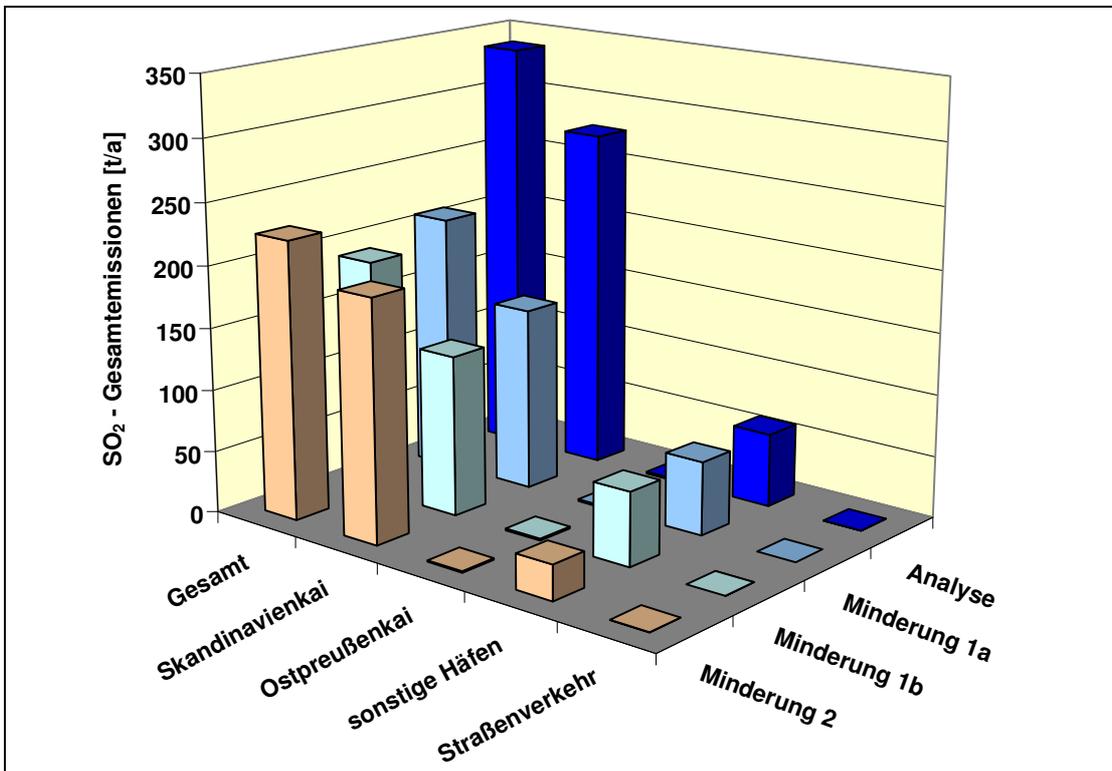
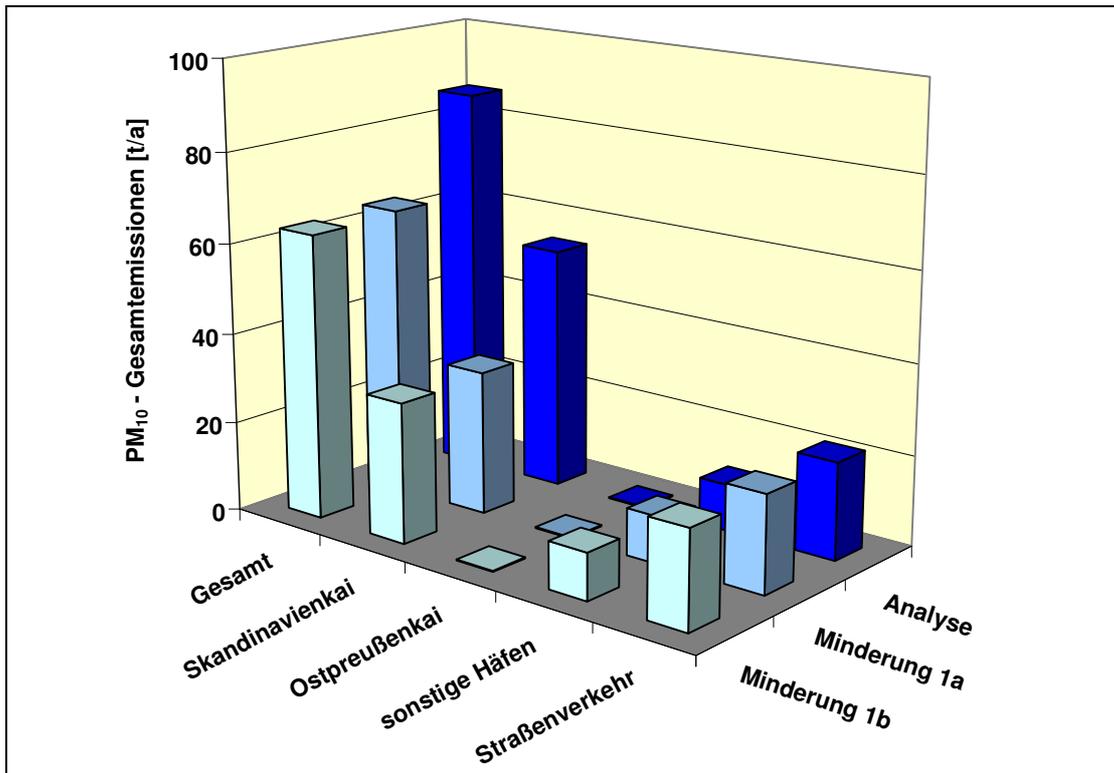


Abbildung 22: Feinstaub(PM₁₀)-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a] unter Berücksichtigung der Minderungskonzepte



5.5.16.2 Prognose

Die sich für das Prognosejahr 2010 ergebenden Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet sind in der Tabelle 5 und den Abbildungen 14 bis 19 zusammengestellt. Dabei erfolgte wie im Analysezustand eine Unterscheidung nach den einzelnen Quellbereichen. Folgende Ergebnisse sind festzuhalten:

- Gegenüber dem Analysezustand werden deutliche Zunahmen der Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet prognostiziert. Dies ist durch die zusätzlichen Schiffsfahrten und Liegezeiten bedingt. Die Zunahmen liegen in der Größenordnung von 70 bis 80 % für die Kohlendioxid-, Stickoxid- und Schwefeldioxidemissionen bzw. 35 bis 40 % für die Benzol, Feinstaub(PM₁₀)- und Dieselrußemissionen.
- Die Emissionen im Untersuchungsgebiet werden wie im Analysezustand maßgeblich durch den Skandinavienkai bestimmt. Die Anteile an den Gesamtemissionen liegen bei etwa 80 bis 85 % für die Stickoxide und Schwefeldioxid, bei etwa 75 % für CO₂, Benzol und Dieselruß sowie 60 % für Feinstaub (PM₁₀). Hierbei sind die Emissionen während der Liegezeiten mit etwa 65 bis 80 % gegenüber den Schiffsfahrten vom/zum Skandinavienkai (20 bis 35 %) maßgebend.

Bezogen auf die Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet liegt der Anteil der Emissionen während der Liegezeiten am Skandinavienkai bei etwa 50 bis 65 %, für Feinstaub bei etwa 40 %.

- Die Emissionen am Ostpreußenkai sind in der Gesamtbilanz weiterhin von vernachlässigbarer Größe, sind lokal jedoch durchaus von Interesse.
- Die Schiffsfahrten auf der Trave zu den anderen Häfen in Lübeck tragen je nach Schadstoff zwischen etwa 10 bis 20 % zu den Gesamtemissionen bei.
- Der Beitrag zu den jährlichen Gesamtemissionen durch das Straßenverkehrsnetz innerhalb des Untersuchungsgebiets ist für die Feinstaub(PM₁₀)-Emissionen mit etwa 22 % am höchsten. Für Benzol, NO_x und Dieselruß fallen die Anteile mit 6 % und weniger gering aus. Der CO₂-Anteil beträgt etwa 15 %. Die Schwefeldioxidemissionen durch den Straßenverkehr sind vernachlässigbar.

Den Ergebnissen entsprechend sind die größten Minderungspotenziale auch im Prognosefall durch eine Begrenzung der Schadstoffemissionen bei den Liegezeiten am Skandinavienkai zu erkennen.

Abbildung 23: Stickstoffoxid-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a] , Prognosezustand

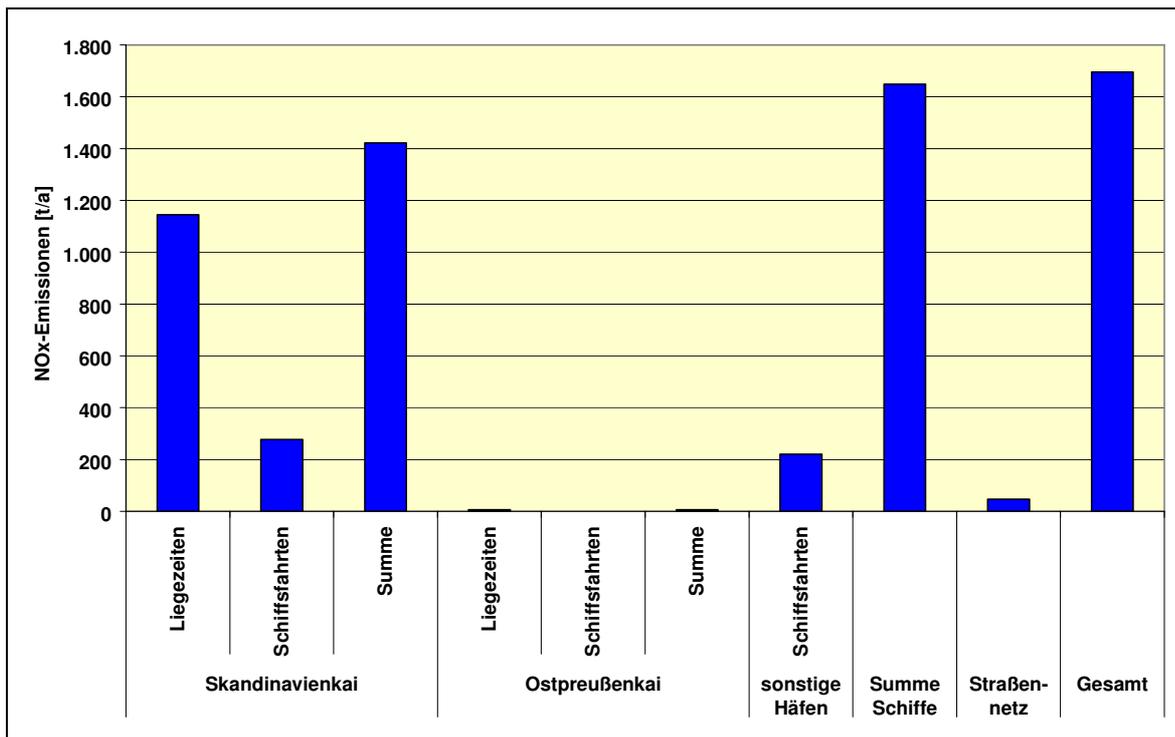


Abbildung 24: Schwefeldioxid-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a] , Prognosezustand

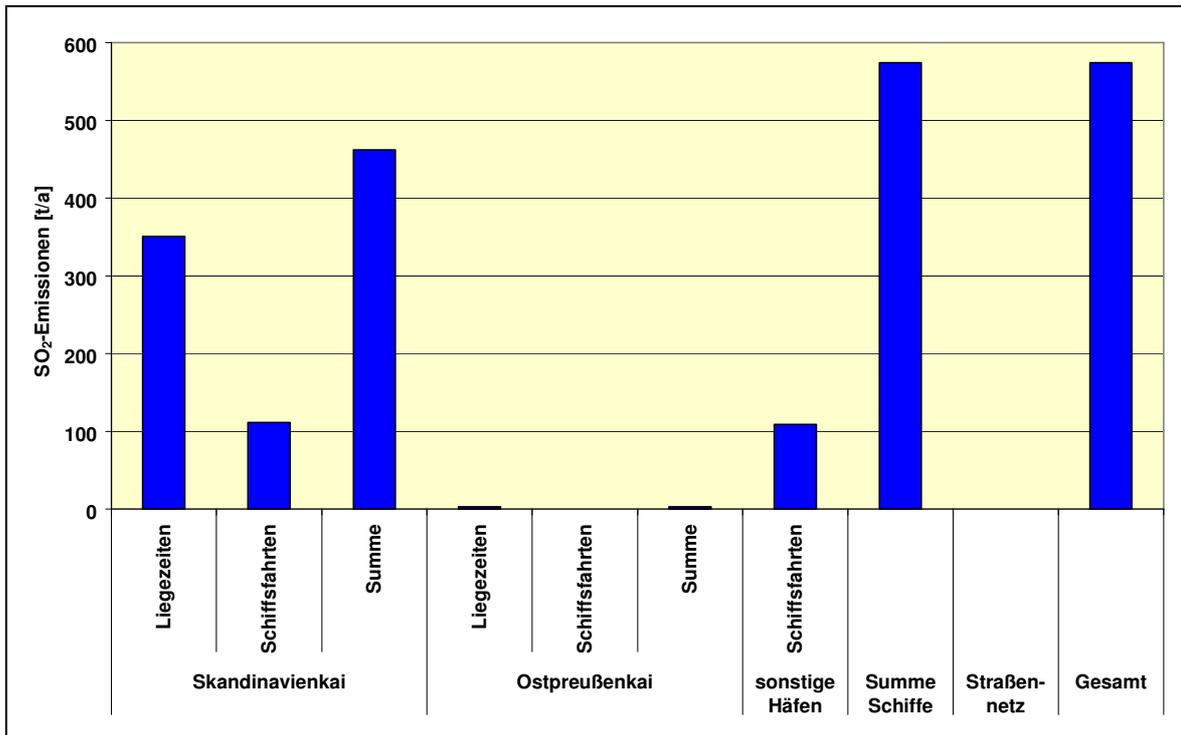
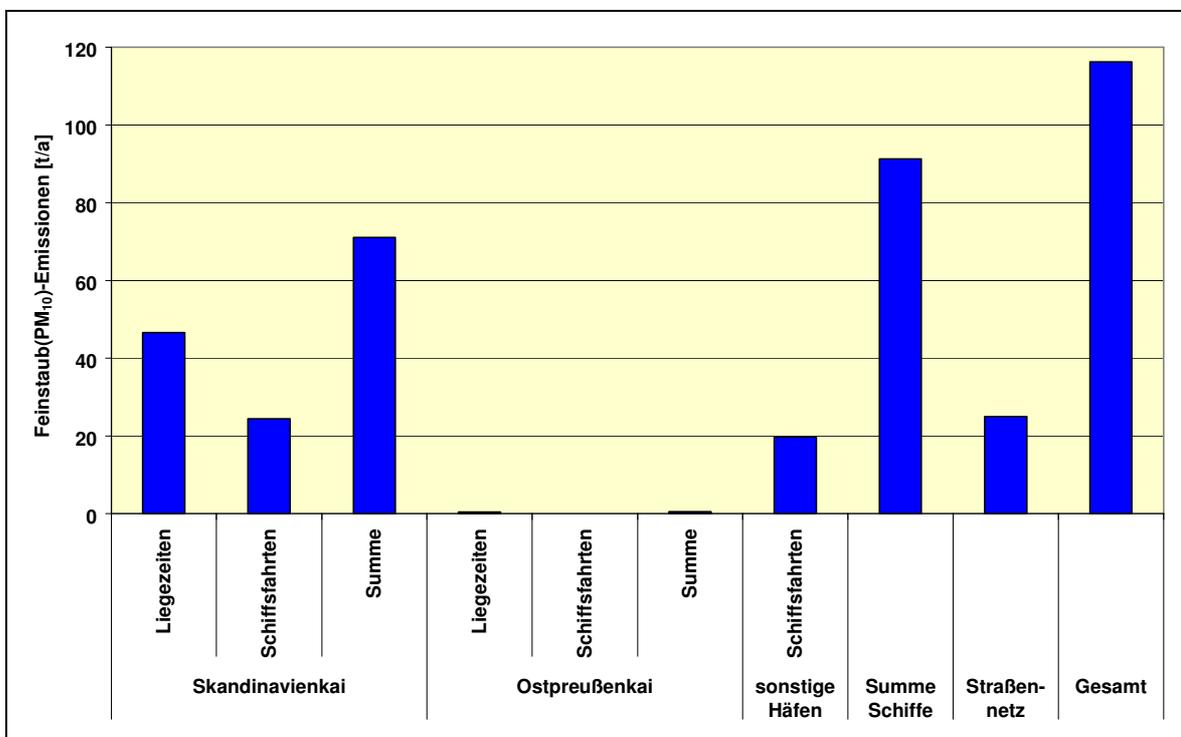


Abbildung 25: Feinstaub(PM₁₀)-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a] , Prognosezustand



5.5.16.3 Prognose mit Minderungskonzepten

Die Gesamtemissionen im Prognosefall sowie unter Berücksichtigung der Minderungskonzepte 1a/1b (Stromanschlüsse), 3 (Begrenzung des Schwefelgehalts während der Liegezeiten) und Kombinationen aus 1 und 3 sind in der Tabelle 6 zusammengefasst. Detaillierte Zusammenstellungen finden sich in der Anlage LA 3.13. Grafische Darstellungen sind in den Abbildungen 20 bis 25 zu sehen. Folgende Ergebnisse sind festzuhalten:

- **Minderungskonzept 1 (Stromanschlüsse):** Unter Berücksichtigung des Minderungskonzeptes 1a/1b sind Abnahmen der jährlichen Kohlendioxid-, Schwefeldioxid und Benzol-Gesamtemissionen in der Größe von etwa 40 bis 50 % zu erwarten. Für die Stickstoffoxide ergeben sich etwas größere Minderungen von knapp 60 %. Die Feinstaub(PM₁₀)- und Dieselrußemissionen werden um etwa 25 bis 35 % reduziert.

Im Vergleich der Konzepte 1a/1b (Hilfskesselbetrieb während der Liegezeiten mit 10 % bzw. 1 % Last) zeigen sich nur geringe Unterschiede in der Größenordnung von bis zu 6 %.

Für die Emissionen im Bereich des Skandinavienkais, insbesondere an den Liegeplätzen, sind mit den Konzepten 1a/1b höhere Abnahmen zu verzeichnen: Für die dem Betrieb des Skandinavienkais zuzuordnenden Emissionen (Fahrten und Liegezeiten zusammen) ergeben sich Abnahmen in der Größenordnung von 45 bis 70 %. Betrachtet man nur die Liegezeiten, so sind erhebliche Abnahmen zwischen 70 und 90 % zu erwarten.

- **Minderungskonzept 3:** Die Begrenzung des Schwefelgehaltes während der Liegezeiten auf maximal 0,1 % führt nur für die Schwefeldioxidemissionen zu nennenswerten Abnahmen. Hier ist eine Reduzierung der jährlichen Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet um etwa die Hälfte zu erwarten. Für die anderen Schadstoffe liegen die Abnahmen bei 5 % und weniger.
- **Minderungskonzept 1a+3:** Die Kombination der Konzepte 1a und 3 führt mit Ausnahme der Schwefeldioxidemissionen zu vergleichbaren Minderungen wie für das Konzept 1a allein. Die Schwefeldioxidemissionen werden jedoch um 12 Prozentpunkte gegenüber dem Minderungskonzept 1a gesenkt, sodass sich gegenüber dem Prognosezustand ohne Minderungsmaßnahmen eine Abnahme um etwa 60 % ergibt.
- **Minderungskonzept 1b+3:** Im Vergleich zur Kombination 1a+3 sind nur geringe weitere Abnahmen um bis zu 3 Prozentpunkten gegenüber dem Prognosezustand zu erwarten.

Zusammenfassend stellt sich die Schaffung von Stromanschlüssen als eine wirkungsvolle Maßnahme zur Reduzierung der Luftschadstoffemissionen dar. Besonders für die in nächster Nachbarschaft liegenden Bereiche wären Stromanschlüsse eine deutliche Verbesserung, da diese zu den derzeit am höchsten von Luftschadstoffemissionen betroffenen Gebieten gehören. Die Begrenzung des Schwefelgehalts auf maximal 0,1 % während der Liegezeiten ist geeignet, die Schwefeldioxidemissionen weiter zu senken.

Tabelle 26: Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet unter Berücksichtigung der Minderungskonzepte 1a/b und 2 (Tonnen pro Jahr)

Hafen	Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet pro Jahr [t/a]					
	CO ₂	NO _x	SO ₂	Benzol	PM ₁₀	Ruß
Prognose						
Skandinavienkai	80.506	1421,2	462,1	1,735	71,02	28,33
Ostpreußenkai	437	6,4	3,0	0,013	0,49	0,19
sonstige Häfen	13.267	220,0	108,8	0,376	19,78	7,87
Straßenverkehr	16.312	47,4	0,08	0,137	24,94	0,65
Gesamt	110.522	1695,0	574,0	2,261	116,22	37,05
Minderungskonzept 1a						
Skandinavienkai	27.222	405,1	187,1	0,828	38,66	15,39
Ostpreußenkai	437	6,4	3,0	0,013	0,49	0,19
sonstige Häfen	13.267	220,0	108,8	0,376	19,78	7,87
Straßenverkehr	16.312	47,4	0,08	0,137	24,94	0,65
Gesamt	57.238	679,0	298,9	1,354	83,85	24,10
Minderung vs. Prognose	-48 %	-60 %	-48 %	-40 %	-28 %	-35 %
Minderungskonzept 1b						
Skandinavienkai	24.150	395,4	167,8	0,791	37,20	14,81
Ostpreußenkai	437	6,4	3,0	0,013	0,49	0,19
sonstige Häfen	13.267	220,0	108,8	0,376	19,78	7,87
Straßenverkehr	16.312	47,4	0,08	0,137	24,94	0,65
Gesamt	54.166	669,3	279,6	1,317	82,40	23,52
Minderung vs. Prognose	-51 %	-61 %	-51 %	-42 %	-29 %	-37 %
Minderungskonzept 3						
Skandinavienkai	80.290	1416,9	148,4	1,735	66,50	26,55
Ostpreußenkai	435	6,4	0,4	0,013	0,43	0,17
sonstige Häfen	13.267	220,0	108,7	0,376	19,78	7,87
Straßenverkehr	16.312	47,4	0,08	0,137	24,94	0,65
Gesamt	110.304	1690,7	257,5	2,261	111,65	35,24
Minderung vs. Prognose	0 %	0 %	-55 %	0 %	-4 %	-5 %
Minderungskonzept 1a+3						
Skandinavienkai	27.008	400,9	117,6	0,828	34,18	13,62
Ostpreußenkai	435	6,4	0,4	0,013	0,43	0,17
sonstige Häfen	13.267	220,0	108,7	0,376	19,78	7,87
Straßenverkehr	16.312	47,4	0,08	0,137	24,94	0,65
Gesamt	57.022	674,7	226,8	1,354	79,32	22,31
Minderung vs. Prognose	-48 %	-60 %	-60 %	-40 %	-32 %	-40 %
Minderungskonzept 1b+3						
Skandinavienkai	23.915	391,2	115,7	0,791	32,72	13,04
Ostpreußenkai	435	6,4	0,4	0,013	0,43	0,17
sonstige Häfen	13.267	220,0	108,7	0,376	19,78	7,87
Straßenverkehr	16.312	47,4	0,08	0,137	24,94	0,65
Gesamt	53.929	665,0	224,8	1,317	77,86	21,73
Minderung vs. Prognose	-51 %	-61 %	-61 %	-42 %	-33 %	-41 %

Abbildung 26: Stickstoffdioxid-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a] unter Berücksichtigung der Minderungskonzepte

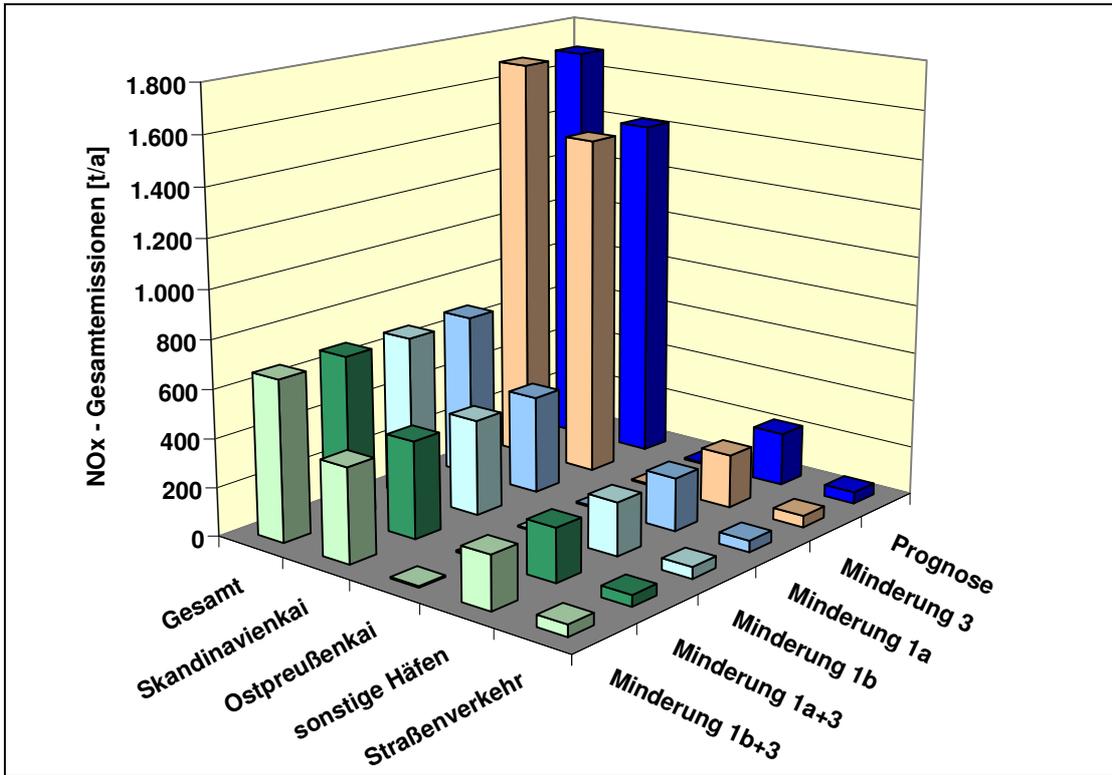


Abbildung 27: Schwefeldioxid-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a] unter Berücksichtigung der Minderungskonzepte

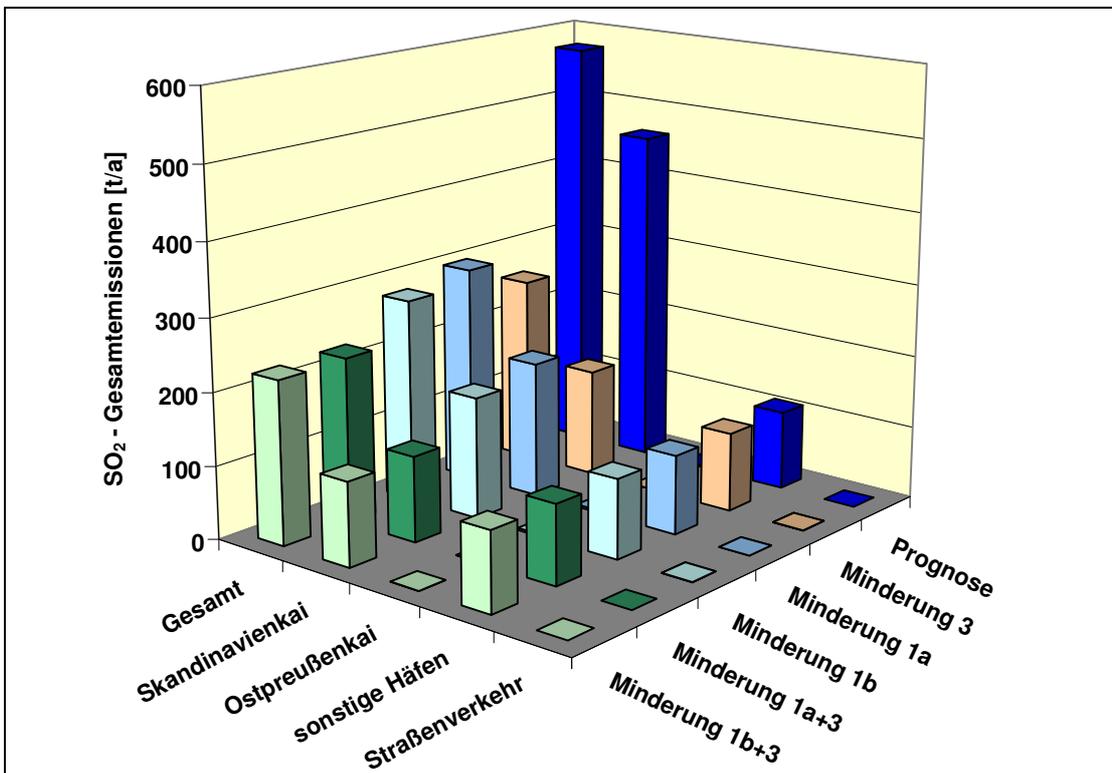
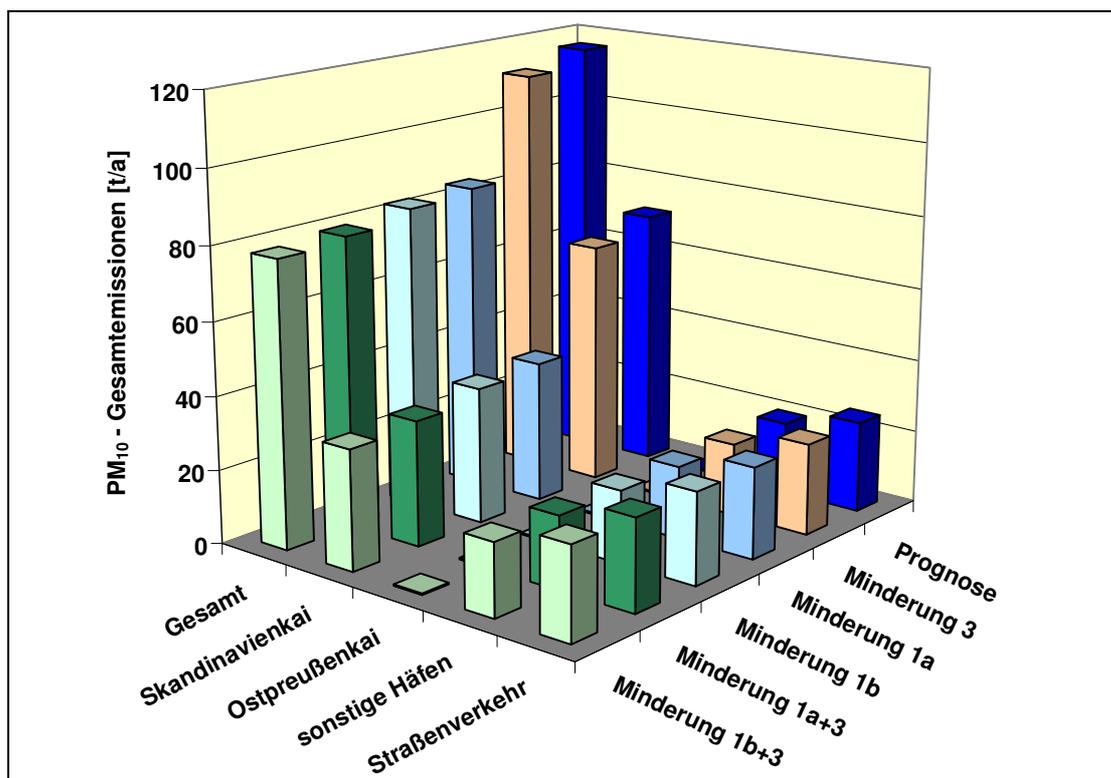


Abbildung 28: Feinstaub(PM₁₀)-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a] unter Berücksichtigung der Minderungskonzepte



5.5.17 Zusammenfassung und Beurteilung

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden die Luftschadstoffemissionen durch den Schiffsverkehr im Umfeld des Skandinavienkais in Lübeck-Travemünde prognostiziert und das Potenzial von Minderungskonzepten geprüft. Zur Ermittlung der gesamten Schadstoffbelastungen wurde das großräumige Straßenverkehrsnetz innerhalb des Untersuchungsgebietes ebenfalls einbezogen. Andere Quellen konnten aufgrund des geringen Anteils an den Gesamtemissionen vernachlässigt werden, wie Ermittlungen aus vorhergehenden Untersuchungen für die Erweiterung des Skandinavienkais ergeben haben.

Die Immissionsprognose wurde mit dem Modell AUSTAL2000 auf Grundlage von Jahressganglinien der Emissionen durchgeführt. In Voruntersuchungen wurden die Eingangsdaten und Parameter auf Plausibilität geprüft. Weiterhin wurde der Einfluss der Variation der meteorologischen Bedingungen für verschiedene Jahre geprüft. Ende 2003 wurde im Rahmen der Luftüberwachung Schleswig-Holstein eine Messkampagne im Umfeld des Skandinavienkais begonnen, wobei die Stickstoffdioxid- und die Schwefeldioxidbelastungen im Jahresmittel gemessen werden. Belastbare Ergebnisse liegen allerdings noch nicht vor, sodass eine Kalibrierung des Rechenmodells derzeit nicht möglich ist. Ein Vergleich mit den vorläufigen Messergebnissen und Messdaten aus 2000 deutet jedoch auf eine hinreichende Plausibilität des Rechenmodells hin.

Vorab ist festzustellen, dass durch den Schiffsverkehr und die Liegezeiten deutliche Belastungen im Umfeld des Skandinavienkais und der Trave zu erkennen sind. Es kann jedoch da-

von ausgegangen werden, dass die aktuellen Immissionsgrenzwerte zum Schutz des Menschen in allen maßgebenden Einwirkungsbereichen eingehalten werden. Dies gilt auch für die zu erwartenden Zunahmen im Prognosezustand 2010 nach der geplanten Erweiterung des Skandinavienkais. Unabhängig davon ist auf die strengeren Maßstäbe hinsichtlich des Travemünder Statusses als „Seeheilbad“ hinzuweisen. Bei den aktuellen Ermittlungen wurden folgende idealisierte Minderungskonzepte zur Reduzierung der Luftschadstoffemissionen der Seeschiffe geprüft:

- Minderungskonzept 1: Versorgung der Schiffe am Skandinavienkai mit landseitigem Strom, sodass auf den Betrieb der schiffseigenen Hilfsaggregate verzichtet werden kann; dies wurde für alle Schiffe während der Liegezeiten angenommen;
- Minderungskonzept 2: Begrenzung des Schwefelgehalts der Treibstoffe für alle Schiffe und Schiffsaggregate auf maximal 1 %, die sich auf der Trave und im Bereich der Travemündung befinden;
- Minderungskonzept 3: Begrenzung des Schwefelgehalts der Treibstoffe für alle Schiffe und Schiffsaggregate während der Liegezeiten auf maximal 0,1 % (Einsatz von Marinegasöl MGO).

Dabei wurden sowohl der Analysezustand (Belastungen aus 2003) als auch der Prognosezustand (Prognosehorizont 2010) einbezogen.

Zusammenfassend ergibt sich, dass sowohl emissions- als auch immissionsseitig der durchgehende Betrieb der Schiffsaggregate während der Liegezeiten am Skandinavienkai die Belastungen im Untersuchungsgebiet wesentlich bestimmt. Daher sind Minderungsmaßnahmen wie die Schaffung von Stromanschlüssen ein Konzept mit hohem Minderungspotenzial. Insbesondere lassen sich die Schwefeldioxid- und Stickstoffoxid-Belastungen deutlich reduzieren. Auch in weiter vom Skandinavienkai entfernten Bereichen lassen sich die Minderungen noch nachweisen.

Die Begrenzung des Schwefelgehalts wirkt sich im Wesentlichen nur auf die Schwefeldioxidbelastungen aus. Mit einer Begrenzung auf 1 % lässt sich flächendeckend eine messbare Reduzierung der Schwefeldioxidbelastungen erreichen. Die Minderung des Schwefelgehalts auf 0,1 % während der Liegezeiten führt ebenfalls nur für die Schwefeldioxidbelastungen zu einer nennenswerten Abnahme. In Kombination mit den landseitigen Stromanschlüssen sind nur geringe weitere Verbesserungen zu erwarten, da die Schiffsmaschinen während der Liegezeiten in diesem Fall praktisch nicht in Betrieb sind. Sofern die landseitigen Stromanschlüsse nicht von allen Schiffen genutzt werden, ist mit der Reduzierung des Schwefelgehaltes in den Treibstoffen jedoch eine geeignete Maßnahme gegeben, zumindest die Schwefeldioxidemissionen und -immissionen deutlich zu senken.

5.6 Schadstoffemissionsberechnung mit dem Programm *MARION*³⁰

Zur Berechnung der Emissionen der Schiffe in Lübeck-Travemünde sollte auch ein Programm eingesetzt werden, das vom UBA gefördert war. Das Programm sollte auf dem „Einzel-schiffsansatz“ beruhen, d. h. nicht mehr wie früher für Schiffe Pauschaldaten ansetzen. Die konkreten Schiffsdaten sollten mit aktuellen Bewegungsdaten der Schiffe im Revier und auf See verknüpft werden, um so zu verlässlichen Aussagen über die Emissionen zu kommen. In einem Versuch in der Praxis anhand von Daten, die von Bremerhaven zur Verfügung gestellt wurden, konnte die Funktionstüchtigkeit des Programms bestätigt werden. Es wurde dennoch danach vor allem aus zwei Gründen kaum eingesetzt: Weil die Umweltbelastung durch Schiffe von der Öffentlichkeit noch fast gänzlich unbemerkt war, gab es keinen Bedarf an den Ergebnissen und wenn (im Ansatz) doch die Chance bestand, dass das Programm eingesetzt werden könnte, stellte sich heraus, dass benötigte Informationen als Eingangsdaten, besonders die Bewegungsdaten in den Häfen, nicht zur Verfügung gestellt wurden oder in einem Format (meist lediglich als Hardcopy) vorlagen, das eine Eingabe sehr zeitintensiv gestaltete. Für die Anwendung des Programms *MARION* im Rahmen der Bearbeitung dieser Studie bestand zunächst das Problem, dass das Programm ursprünglich keine Liegezeiten der Schiffe berücksichtigte. Hierfür wurde das Programm modifiziert, sodass die Berechnungen durchgeführt werden konnten.

5.6.1 Berechnung von NO_x- und SO₂-Emissionen ausgehend von dem ruhenden und fahrenden Schiffsverkehr in Lübeck und Travemünde

In der vorliegenden Emissionsbetrachtung sollen schiffsbedingte Emissionen, ausgehend von dem ruhenden und fahrenden Schiffsverkehr von und nach Lübeck und Travemünde berechnet werden. Betrachtet werden die Emissionsterme NO_x, SO₂, CO, HC und VOC für 41 individuelle Schiffe an sechs verschiedenen Kajen in Lübeck und Travemünde und für eine Fahrt der jeweiligen Schiffe von Lübeck oder Travemünde bis zur Tonne 5 auf dem „Lübeck-Gedser-Weg“. Die Tonne 5 liegt ca. 23 Seemeilen vor Travemünde. Die Angaben über die Liegezeiten wurden den Statistiken des Schiffsmeldedienstes entnommen.

Nach Analyse der Daten und Rücksprache mit entsprechenden Sachverständigen in den Behörden ist davon auszugehen, dass die hier betrachteten Fährverkehre mindestens 95 % des Gesamtverkehrsaufkommens in Lübeck–Travemünde ausmachen.

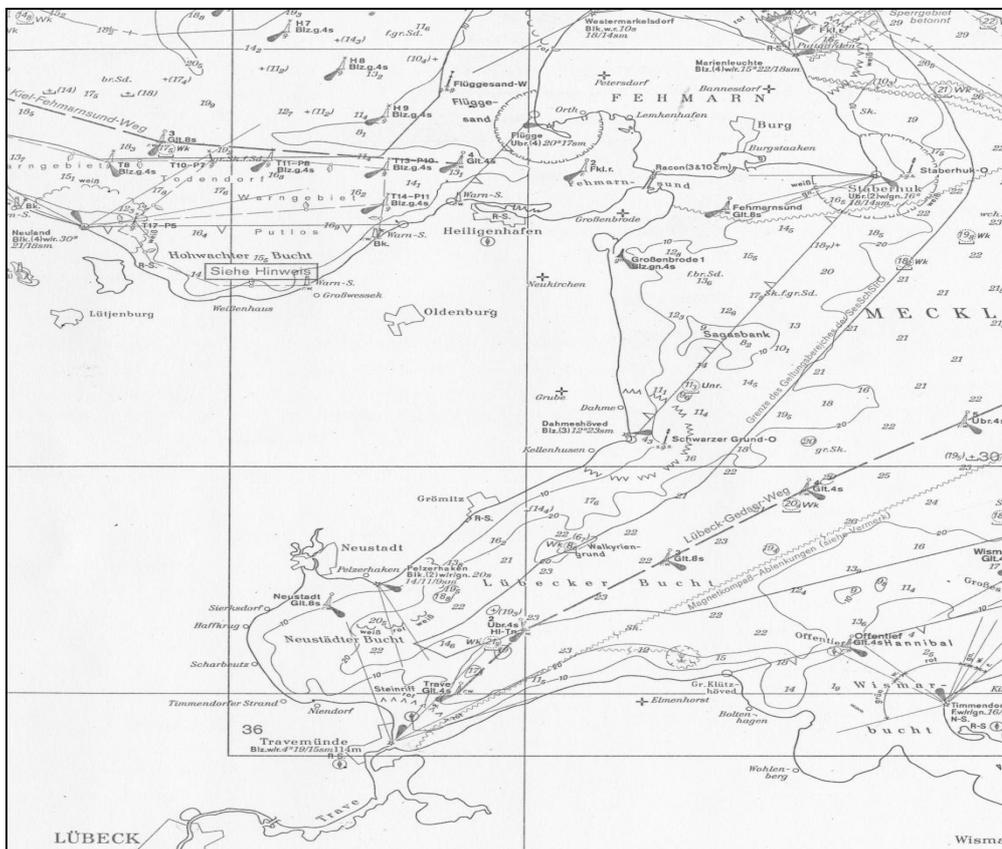
Die für die Berechnung notwendigen Schiffsdaten wurden von der GAUSS geliefert; d. h. entweder öffentlichen Publikationen (z. B. Lloyds Register) entnommen oder bei den Reedereien erfragt. Die jeweiligen Liegezeiten an den Kajen wurden durch die GAUSS geliefert bzw. den aktuellen Fahrplänen der einzelnen Reedereien entnommen. Für die Einschätzung der Hochrechnung muss erwähnt werden, dass es immer wieder zum Teil kurzfristige Fahrplanänderungen gibt und die Schiffe auch manchmal zwischen den Liegeplätzen verholen, was nicht berücksichtigt werden konnte.

³⁰ Den Volltext siehe im Anhang

Vor dem Hintergrund anderer Unwägbarkeiten (Emissionen vom Betrieb der Hilfskessel im Hafen) fällt dies jedoch kaum ins Gewicht. Für die Berechnung der ruhenden Verkehre werden folgende sechs Kaianlagen berücksichtigt:

- Nordlandkai, Lübeck
- Konstinkai, Lübeck
- Schlutupkai, Lübeck
- Container Terminal Lübeck
- Skandinavienkai, Travemünde
- Lehmannkai 1 – 4, Lübeck

Abbildung 29: Kartenauszug Lübecker Bucht



5.6.2 Emissionen durch den Schiffsverkehr

Bei der Betrachtung von schiffsbedingten Emissionen in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen der jeweiligen Schiffe muss unterschieden werden, ob sich ein Schiff bewegt oder ob es ruht. Ruht ein Schiff, so werden in der Regel nur die Hilfsaggregate für die Eigenver-

sorgung bzw. im Hafen für den Lösch- und Ladebetrieb benötigt. Für ein in Fahrt befindliches Schiff wird in der Regel sowohl der Hauptantrieb als auch der Hilfsantrieb verwendet.

Die Art und Menge der Schadstoffemissionen sind sowohl bei dem ruhenden als auch bei dem fließenden Verkehr unmittelbar abhängig von der Leistung und Art des Motors, der unmittelbaren Motorsteuerung (Drehzahl, Temperatur etc.), dem Zustand des Motors und dem eingesetzten Brennstoff. Das gilt sowohl für die Hauptmaschine/n als auch für den/die Hilfsdiesel.

Stickoxidemissionen sind unmittelbar abhängig von der Motorkonfiguration und Motorsteuerung. Der Einfluss des Brennstoffs spielt hier eine untergeordnete Rolle. Die Emission von Schwefeldioxid ist dagegen direkt proportional zum Schwefelgehalt im Brennstoff. Sie hängt weniger von der Motorenkonfiguration und den Betriebsbedingungen ab.

5.6.3 Allgemeiner Rechenansatz

Die vorliegende Emissionsberechnung beruht auf Grundlage des MARION-Systems [B1]. Hierbei werden Emissionsbilanzen auf Grundlage von Einzelschiffsinformationen vorgenommen. Für die Bilanzierung von Schadstoffeinträgen in die marine Umwelt verwendet MARION Mittel- oder Schätzwerte nur, wenn detaillierte Daten über Schiffe oder Schiffsbewegungen nicht verfügbar sind. In erster Linie wird versucht, die Daten jedes einzelnen Schiffes zu berücksichtigen (Einzelschiffsansatz). Im Einzelschiffsansatz werden zunächst unabhängig voneinander zwei Terme berechnet:

- der Verkehrsterm (charakterisiert die Verweilzeit bzw. den zurückgelegten Seeweg eines Schiffes)
- der Emissionsterm (stellt die Emission eines Schiffes je Zeiteinheit der Verweildauer bzw. je Längeneinheit des zurückgelegten Seewegs dar)

Die Gesamtemission des Einzelschiffes berechnet sich durch Verknüpfung des Verkehrsterms mit dem Emissionsterm.

$$\text{Einzelschiffsemission} = \text{Verkehrsterm} * \text{Emissionsterm}$$

Mathematisch präzisiert ergibt sich für die Berechnung der Emission E_i für jedes Einzelschiff i folgende Beziehung:

$$E_i = \int_0^{\tau_i} E_i(t) dt \quad [t]$$

Die Gesamtemission für einen definierten Betrachtungszeitraum in einem festgelegten Betrachtungsgebiet ergibt sich aus der Summe der Einzelschiffsemissionen E_i .

$$E = \sum_{i=1}^N E_i = \sum_{i=1}^N \int_0^{\tau_i} E_i(t) dt \quad [t]$$

In aller Regel werden die zeitabhängigen Emissionsraten $E_i(t)$ jedoch nicht verfügbar sein. Der Einzelschiffsansatz setzt dann aber voraus, dass ein zeitlich gemittelter Wert für jedes Einzelschiff i bekannt ist:

$$\langle E_i(t) \rangle_t \equiv E_i$$

Die folgenden "Arbeitsgleichungen" lauten somit:

$$E_i = E_i * \tau_i$$

und

$$E = \sum_{i=1}^N E_i = \sum_{i=1}^N E_i * \tau_i$$

5.6.3.1 Ermittlungsmethode zur Berechnung der schiffsbedingten Emission für den fahrenden Schiffsverkehr

Die Emissionsrate eines Schiffes hinsichtlich der Schadstoffart wie NO_x, SO₂, CO, HC oder VOC erfolgt mit Hilfe gemittelter Werte. Für die Emission von Luftschadstoffen wird ein Emissionsfaktor verwendet, der im wesentlichen auf zwei Arten definiert wird, nämlich über die Vortriebsarbeit oder über den verbrauchten Brennstoff des Schiffes. In dieser Berechnung wird die Vortriebsarbeit des Schiffes zu Grunde gelegt.

Die Leistung P_i eines Seeschiffes wird bestimmt durch die Gesamtleistung der Hauptmaschinen und der Gesamtleistung der Hilfsmaschinen. Die Gesamtleistung der Hauptmaschine/n wird für den normalen Dauerbetrieb auf See mit 85 % der Nennleistung angesetzt. Die Gesamtleistung der Hilfsmaschine/n wird für den normalen Dauerbetrieb auf See mit 35 % der Nennleistung angesetzt. Für die Verkehre, die von und nach Travemünde führen, werden diese Eingangsparameter verwendet. Die Fahrtroute wird für jedes individuelle Schiff bis zur Tonne 5 des „Lübeck-Gedser-Weges“ berechnet. Die Tonne 5 liegt ca. 23 Seemeilen vor Travemünde. Zeiten für Manöverfahrten wie An- und Ablegen, Verholen vom/zum Liegeplatz etc. werden auf Grund der geringen Eingangsinformationen nicht berücksichtigt.

$$\dot{E}_{i, \text{Schadstoffart}} = \left[\begin{array}{l} P_{i, \text{Hauptmaschine}} * 0,85 * e_{i, \text{Schadstoffart, Hauptmaschine}} + \\ P_{i, \text{Hilfsmaschine}} * 0,3 * e_{i, \text{Schadstoffart, Hilfsmaschine}} \end{array} \right]$$

Für die Schiffe, die Lübeck durch die Trave anlaufen, wird die Revierfahrt gesondert berechnet. Für die Revierfahrt ist davon auszugehen, dass die Gesamtleistung der Hauptmaschine/n mit 35 % der Nennleistung betrieben wird. Die Gesamtleistung der Hilfsmaschine/n wird mit 30 % der Nennleistung angesetzt. Für die Verkehre, die von und nach Lübeck führen, werden diese Eingangsparameter verwendet.

Die Fahrtstrecke von Lübeck nach Travemünde beträgt ca. 12 Seemeilen. Die Schiffe fahren im Revier in der Regel mit ca. 8 Knoten und haben somit eine reine Revierfahrt von ca. 1,5 Stunden um diesen Streckenabschnitt zurückzulegen. Für die Verkehre vom Schlutupkai bis zur Mole Travemünde werden 6 sm Revierfahrt zu Grunde gelegt. Hierbei sind Zeiten für Manöverfahrten wie An- und Ablegen, Verholen vom/zum Liegeplatz etc. nicht enthalten. Die Angaben der Haupt- und Hilfsmaschinenleistung wurde dem Lloyd Register entnommen.

$$\dot{E}_{i,Schadstoffart} = \left[\begin{array}{l} P_{i,Hauptmaschine} * 0,35 * e_{i,Schadstoffart,Hauptmaschine} + \\ P_{i,Hilfsmaschine} * 0,3 * e_{i,Schadstoffart,Hilfsmaschine} \end{array} \right]$$

Da zur Bestimmung der Emissionsfaktoren e_i die Brennstoffart erforderlich ist und im Seebetrieb überwiegend mit Schweröl gefahren wird, wurde überwiegend Schweröl für die Berechnung der Emissionsmengen herangezogen, während die Hilfsmaschinen überwiegend mit Marinedieselöl oder Marinegasöl gefahren werden.

Viele Seeschiffe stellen die Hauptmaschine während der Revierfahrt vom Schwerölbetrieb auf den Schiffsbetrieb mit Dieselöl um. Da jedoch nicht bekannt ist, wie viel bzw. welche Schiffe vom Schwerölbetrieb auf Dieselölbetrieb umstellen, wird in der Regel in der weiteren Rechnung vom reinen Schwerölbetrieb ausgegangen (konservative Betrachtungsweise). Sofern vorhanden, wurden jedoch die Angaben von den Reedereien über die Verwendung des Treibstoffs berücksichtigt. Anderenfalls wurden sie den Angaben des Lloyds Registers entnommen.

Für die Berechnung wurde ein spezifischer Brennstoffverbrauch von durchschnittlich 190 g/kWh zu Grunde gelegt. Der Emissionsfaktor e_i für SO₂ ist direkt proportional zum Schwefelgehalt im Brennstoff. Für die Verwendung von Schweröl im Hauptmaschinenbetrieb wurde ein Emissionsfaktor e_i von 12 g/kWh SO₂ angesetzt. Für den Hilfsmaschinenbetrieb mit Marinedieselöl- oder Marinegasölbetrieb wurde ein Emissionsfaktor e_i von 1,3 g/kWh SO₂ angesetzt.

Der Emissionsfaktor e_i für NO_x ist nicht vom Brennstoff sondern von der Bauart abhängig. Hier wird ein mittlerer Wert von 12 g/kWh NO_x im Haupt- und Hilfsmaschinenbetrieb angenommen. Der Einsatz von NO_x-reduzierenden Maßnahmen wird nicht angenommen.

Tabelle 27: Emissionsfaktoren e_i nach Hadler/Goetze [B2]

Schiffsklasse	Hauptmaschine		Hilfsmaschine	
	SO ₂ [g/kWh]	NO _x [g/kWh]	SO ₂ [g/kWh]	NO _x [g/kWh]
bis 500 BRT	1,3	12	1,3	12
bis 1000 BRT	4,0	12	1,3	12
über 1000 BRT	12,0	12	4,0	12

Der Emissionsfaktor e_i für CO wird mit 1,6 g/kWh angesetzt, für CO₂ wird 600 g/kWh, für HC wird 0,5 g/kWh und für VOC wird 0,4 g/kWh angesetzt.

Tabelle 28: Emissionsfaktoren für verschiedene Schadstoffe

Emission	g/kWh	Quelle
CO	1,6	[M3] ³¹
CO ₂	660	[M3]
HC	0,5	[M3]
VOC	0,4	[M4]

Die Berechnung der Luftschadstoffemission des Einzelschiffs ergibt sich durch die Verweildauer des Seeschiffes i während der Fahrt mit der Emissionsrate.

$$E_{i, \text{Schadstoffart}} = \left\langle \dot{E}_{i, \text{Schadstoffart}} \right\rangle * \langle \tau_i \rangle$$

Durch Summierung der Luftschadstoffemission pro Einzelschiff i erhält man die Gesamtemission des fahrenden Verkehrs.

5.6.3.2 Ermittlungsmethode zur Berechnung schiffsbedingter Emission für den liegenden Schiffsverkehr

Für die Ermittlung der schiffsbedingten Emission des liegenden Verkehrs, also der Hafenliegezeit, wird davon ausgegangen, dass die Hauptmaschine nicht in Betrieb ist, während die Hilfsmaschinen im Mittel mit 50 % der Nennleistung betrieben werden.

³¹ Die mit einem „M“ gekennzeichneten Quellen, Grafiken etc. sind nicht Teil dieses Berichtes sondern Teil des kompletten MARION - Gutachtens im Anhang.

Die Leistung wird für den Bordbetrieb, die elektrischen Anlagen, die Pumpen, die Hydraulik und die Wärme- bzw. Kälteerzeugung benötigt. Der Bedarf eines jeden Schiffes an Maschinenleistung hängt jedoch individuell von den jeweiligen Gegebenheiten an Bord ab. Es ist insofern nicht auszuschließen, dass vereinzelt auch die Hauptmaschine/n (besonders beim dieselektrischen Antrieb) während der Hafenliegezeit durchläuft. Diese Annahme wird hier jedoch nicht berücksichtigt. Beim dieselektrischen Antrieb wird die Leistung mit 30% angesetzt.

$$\dot{E}_{i,Schadstoffart} = \left[P_{i,Hilfsmaschine} * 0,5 * e_{i,Schadstoffart,Hilfsmaschine} \right]$$

bzw.

$$\dot{E}_{i,Schadstoffart} = \left[P_{i,Haupt,Dieselel.} * 0,3 * e_{i,Schadstoffart,Haupt,Dieselel.} \right]$$

Die Berechnung der Luftschadstoffemission des Einzelschiffes ergibt sich durch die Verweildauer des Seeschiffes i an der jeweiligen Kaje mit der Emissionsrate. Die jeweiligen Liegezeiten an den Kaje wurden durch die GAUSS geliefert oder den aktuellen Fahrplänen entnommen.

$$E_{i,Schadstoffart} = \left\langle \dot{E}_{i,Schadstoffart} \right\rangle * \left\langle \tau_i \right\rangle$$

Durch Summierung der Luftschadstoffemission pro Einzelschiff i an der jeweiligen Kaje erhält man die Gesamtemission des ruhenden Verkehrs an der Kaje.

5.6.4 Kesselemissionen

Eine Ermittlung der Emissionen ausgehend von Hilfskesseln konnte in der vorliegenden Arbeit nicht vorgenommen werden, weil die Informationen über installierte Hilfskessel nicht vorlagen. Auch eine rein statistische Berechnung auf Grundlage von anderen Schiffen (Schiffsdaten) konnte nicht vorgenommen werden weil z.Zt. nicht genügend Datenmaterial über Hilfskessel vorliegt.

5.6.5 Verteilung des Schiffverkehrs auf die unter Kap. 5 aufgeführten Kaianlagen

Die in Kapitel 5 aufgelisteten Kaianlagen werden regelmäßig von folgenden Schiffen angefahren:

Tabelle 29: Die berücksichtigten Schiffe zur Emissionsberechnung mit MARION

Schiffsname	Liegeplatz	Anleger
Serenaden	Container Terminal Lübeck	CTL
Longstone	Konstinkai	KK6
Birka Ex./Tr./Sh..	Konstinkai	KK6
Friedrich Russ	Konstinkai	KK8
Beachy Head	Konstinkai	KK8
Vilnius	Lehmannkai	Lkai 1
Mermaid II, jetzt Finnmaid	Lehmannkai	Lkai 1
Baltic Press	Lehmannkai	Lkai 2
Vasaland ex Oihonna	Nordlandkai	VH1
Aurora ex Arcturus	Nordlandkai	VH1
Translubeca	Nordlandkai	VH1
Transfinlandia	Nordlandkai	VH1
Finnhawk	Nordlandkai	VH2
Finnmill	Nordlandkai	VH2
Finnpulp, ex Finncarrier	Nordlandkai	VH2
Transgard	Nordlandkai	VH4
Bremer Uranus	Nordlandkai	VH4
Stena Forecaster	Schlutupkai	Schlutup 2
Helena	Schlutupkai	Schlutup 2
Viola Gorthon	Schlutupkai	Schlutup 2
Antares ex Finnforest	Skandinavienkai	Skai 3
Bore Nordia	Skandinavienkai	Skai 3
Kaptan Burhanetin Isim	Skandinavienkai	Skai 3
Ask	Skandinavienkai	Skai 3
Finnhansa	Skandinavienkai	Skai 4
Finn Arrow	Skandinavienkai	Skai 4
Finnfellow ex Stena Britannica	Skandinavienkai	Skai 4
Fintrader	Skandinavienkai	Skai 5
Transeuropa	Skandinavienkai	Skai 5

Finnpartner	Skandinavienkai	Skai 5
Nils Holgersson	Skandinavienkai	Skai 6a
Peter Pan	Skandinavienkai	Skai 6a
Robin Hood	Skandinavienkai	Skai 6a
Nils Dacke	Skandinavienkai	Skai 6a
Malmo Link, ex Finnhawk	Skandinavienkai	Skai 7
Lübeck Link ex. Finnrose	Skandinavienkai	Skai 7
Götaland	Skandinavienkai	Skai 7
Stena Freighter	Skandinavienkai	Skai 7a
Stena Carrier	Skandinavienkai	Skai 7a
Finnrider, ex Railship II	Skandinavienkai	Skai 8
Finnrunner, ex Railship III	Skandinavienkai	Skai 8

5.6.6 Berechnungsergebnisse für den fahrenden Schiffsverkehr von Lübeck nach Travemünde

Es wurden für die Revierfahrten der Schiffsverkehre vom Nordlandkai, Konstinkai, Schlutupkai und dem Container Terminal Lübeck für den Monat Juli 2003 folgende Emissionen berechnet:

- SO₂ 13,36 t
- NO_x 15,94 t
- CO 2,12 t
- CO₂ 877,15 t
- HC 0,66 t
- VOC 0,53 t

Da lediglich die Schiffsbewegungsdaten für den Juli 2003 zu Grunde gelegt wurden, wurde die Ermittlung der Gesamtemission des fahrenden Verkehrs von Lübeck nach Travemünde für das gesamte Jahr 2003 durch die Multiplikation mit 12 vorgenommen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich um eine sehr konservative Betrachtungsweise handelt, da der Fährverkehr in den Wintermonaten im Passagierschiffssektor eingeschränkt wird. Für das Jahr 2003 ergeben sich somit folgende gemittelte Emissionen:

- SO₂ 160,33 t
- NO_x 191,37 t
- CO 25,51 t
- CO₂ 10525,8t
- HC 7,97 t
- VOC 6,37 t

Die einzelnen Berechnungsergebnisse können dem Anhang entnommen werden.

5.6.6.1 Berechnungsergebnisse für den fahrenden Schiffsverkehr von Mole Travemünde bis Tonne 5 „Lübeck-Gedser-Weg“

Für die Schiffverkehre von Mole Travemünde bis zur Tonne 5 des „Lübeck-Gedser-Weg“ wurden für den Monat Juli 2003 folgende Emissionen berechnet:

- SO₂ 242,95 t
- NO_x 257,13 t
- CO 34,28 t
- CO₂ 14142,20 t
- HC 10,71 t
- VOC 8,57 t

Auch hier lagen lediglich die Schiffsbewegungsdaten für den Juli 2003 zu Grunde. Die Ermittlung der Gesamtemission des fahrenden Verkehrs von Travemünde bis zur Tonne 5 für das gesamte Jahr 2003 ist durch die Multiplikation mit 12 vorgenommen worden. Auch hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich um eine sehr konservative Betrachtungsweise handelt, da der Fährverkehr in den Wintermonaten im Passagierschiffssektor eingeschränkt wird. Für das Jahr 2003 ergeben sich somit folgende gemittelte Emissionen:

- SO₂ 2915,46 t
- NO_x 3085,56 t
- CO 411,41 t
- CO₂ 169706,5 t
- HC 128,56 t
- VOC 102,84 t

5.6.6.2 Berechnungsergebnisse für den liegenden Schiffsverkehr

Für den liegenden Schiffsverkehr ergeben sich für den Monat Juli 2003 an den einzelnen Ka- jen folgende Emissionen:

Container Terminal, Lübeck

- SO₂ 0,08 t
- NO_x 0,79 t
- CO 0,07 t
- CO₂ 43,81 t
- HC 0,03 t
- VOC 0,02 t

Konstinkai, Lübeck

- SO₂ 1,47t
- NO_x 13,59 t
- CO 1,81 t
- CO₂ 747,97 t
- HC 0,56 t
- VOC 0,45 t

Schlutupkai, Lübeck

• SO ₂	0,60 t
• NO _x	5,56 t
• CO	0,74 t
• CO ₂	306,33 t
• HC	0,23 t
• VOC	0,18 t

Skandinavienkai, Travemünde

SO ₂	8,98 t
NO _x	82,95 t
CO	11,06 t
CO ₂	4562,40 t
HC	3,45 t
VOC	2,76 t

Lehmannkai, Travemünde

• SO ₂	0,28 t
• NO _x	2,65 t
• CO	0,35 t
• CO ₂	146,21 t
• HC	0,11 t
• VOC	0,08 t

Nordlandkai, Lübeck

SO ₂	0,28 t
NO _x	2,65 t
CO	0,35 t
CO ₂	146,21 t
HC	0,11 t
VOC	0,08 t

Als rechnerische Mittel über zwölf gleiche Kalendermonate für das gesamte Jahr 2003 ergeben sich folgende Jahresbelastungen:

Container Terminal, Lübeck

• SO ₂	1,03 t
• NO _x	9,55 t
• CO	0,95 t
• CO ₂	525,76 t
• HC	0,39 t
• VOC	0,31 t

Konstinkai, Lübeck

SO ₂	17,67 t
NO _x	163,19 t
CO	21,75 t
CO ₂	8975,73 t
HC	6,79 t
VOC	5,43 t

Schlutupkai, Lübeck

• SO ₂	7,24 t
• NO _x	66,83 t
• CO	8,91 t
• CO ₂	3676,06 t
• HC	2,78 t
• VOC	2,22 t

Skandinavienkai, Travemünde

SO ₂	107,83 t
NO _x	995,43 t
CO	132,72 t
CO ₂	54748,83 t
HC	41,47 t
VOC	33,18 t

Lehmannkai, Travemünde

• SO ₂	3,45 t
• NO _x	31,90 t
• CO	4,25 t
• CO ₂	1754,63 t

Nordlandkai, Lübeck

SO ₂	15,21 t
NO _x	182,22 t
CO	24,29 t
CO ₂	10022,49 t

• HC	1,32 t	HC	7,59 t
• VOC	1,06 t	VOC	6,07 t

Die Gesamtemission der liegenden Schiffe an allen Kajen betrug:

Tabelle 30: Gesamtemissionen der liegenden Schiffe

für den Monat Juli 2003		für das Jahr 2003	
SO ₂	12,70 t	SO ₂	152,46 t
NO _x	117,27 t	NO _x	1407,32 t
CO	15,63 t	CO	187,64 t
CO ₂	6450,26 t	CO ₂	77403,12 t
HC	4,88 t	HC	58,63 t
VOC	3,90 t	VOC	46,91 t

5.6.6.3 Berechnungsergebnisse Gesamt

Rechnerische Gesamtemission der liegenden Schiffe an allen Kajen und des gesamten fahrenden Schiffsverkehrs für das Jahr 2003:

fahrender Verkehr		+	ruhender Verkehr		=	Gesamt
SO ₂	= 2915,46 t	+	152,46 t	=	3067,92 t	
	⇒ [95 %	+	5 %	=	100 %]	
NO _x	= 3085,56 t	+	1407,32 t	=	4492,88 t	
	⇒ [68,7 %	+	31,3 %	=	100 %]	
CO	= 411,41 t	+	187,64 t	=	599,05 t	
	⇒ [68,7 %	+	31,3 %	=	100 %]	
CO ₂	= 169706,5 t	+	77403,12 t	=	247109,62 t	
	⇒ [68,7 %	+	31,3 %	=	100 %]	
HC	= 128,56 t	+	58,63 t	=	187,19 t	
	⇒ [68,7 %	+	31,3 %	=	100 %]	
VOC	= 102,84 t	+	46,91 t	=	149,75 t	
	⇒ [68,7 %	+	31,3 %	=	100 %]	

Die einzelnen Berechnungsergebnisse können dem Anhang entnommen werden.

6 Technische und operationelle Ansätze zur Reduzierung von Umweltauswirkungen

Es gibt eine Reihe verschiedener Möglichkeiten, die Umweltbelastung durch die Schifffahrt zu reduzieren. Die wichtigsten, die hier vorgestellt werden sollen, sind technische und operative Maßnahmen, die in Nischen bereits zur Anwendung kamen, d. h. in der Praxis erprobt sind. Die zumindest theoretisch vorhandene Möglichkeit der Verlagerung von Verkehrsströmen von See nach Land ist aus Sicht der Seeverkehrswirtschaft nicht erstrebenswert und - unter Berücksichtigung moderner Konzepte zum Schutz der Umwelt beim Betrieb von Schiffen – auch unter Umweltgesichtspunkten nicht sinnvoll. Maßnahmen, deren Realisierungspotenzial in nächster Zukunft eher gering sind, wie z. B. der Einsatz alternativer Energien, werden ebenfalls nicht berücksichtigt.

6.1 Möglichkeiten zur Verringerung gasförmiger Schadstoffemissionen

Die gasförmigen Schadstoffemissionen der Seeschifffahrt korrelieren fast ausschließlich mit der Treibstoffart, dem -verbrauch und dem Antrieb des Schiffes. Der Treibstoffverbrauch ist abhängig von verschiedenen schiffbautechnischen Daten, wie z. B. technologischem Standard, Leistung und Qualität der Haupt- und Hilfsmaschinen, Konstruktion des Unterwasserschiffes und dem Ausmaß von Bewuchs am Rumpf bzw. dem Wasserwiderstand, der Effizienz des Propellers und der Schiffsforminteraktion. Nicht unwesentlich sind auch die Wartung der Maschine, des Propellers und des Schiffbodens. Einen großen Einfluss hat zudem die vorgegebene Reisegeschwindigkeit, da der Verbrauch mit der 3. Potenz der Geschwindigkeit steigt.

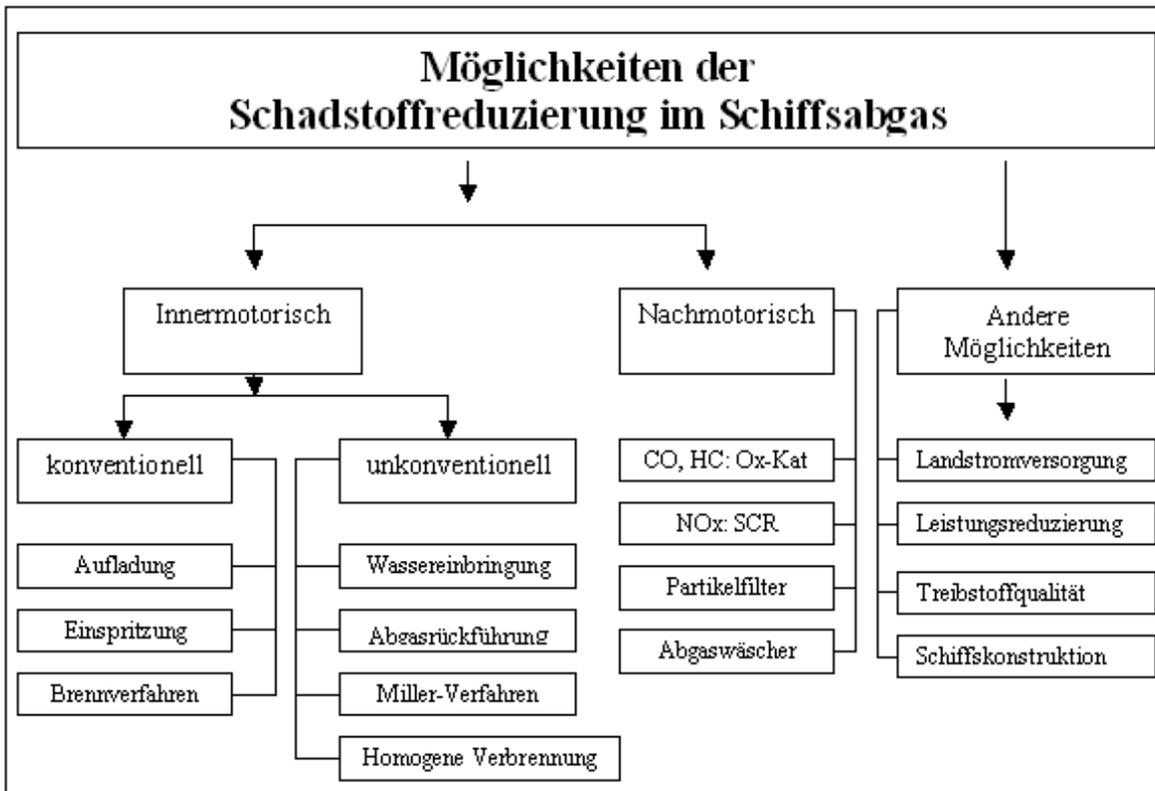
Im Hafen liegen die größten Einsparpotenziale bei den zum Transport der Ladung zu den Lagerhäusern eingesetzten Fahrzeugen bzw. bei den Fahrzeugen, die den direkten Abtransport durchführen. Hier sind es in der Regel die LKWs, die mit laufenden Motoren auf die Abgabe bzw. Annahme von Containern warten.

6.1.1 Verringerung der Schadstoffe im Abgas von Haupt- und Hilfsmaschinen

Bis vor wenigen Jahren wurden Schiffsmaschinen fast ausschließlich zum Zweck der effizienten Energieausbeute optimiert. Wegen des guten Verhältnisses von eingesetzter Energie zur transportierten Ladung galten Schiffe automatisch als relativ „umweltfreundlich“. Mit zunehmendem Umweltbewusstsein in der Bevölkerung, besonders in Industrieländern und einer damit einhergehenden zunehmenden Verschärfung der Umweltgesetze an Land, gewannen die Emissionen der Schifffahrt (besonders in den Hafenstädten) mehr und mehr an Bedeutung, sodass heute Motoren auch unter Berücksichtigung der Umweltrelevanz gebaut werden. Während in der Vergangenheit Nachteile für die Umwelt aus Effizienzgründen der Maschinen in Kauf genommen wurden, ist dieser Trend zurzeit rückläufig.

Eine technisch erreichbare Reduzierung von Schadstoffemissionen ist durch verschiedene Verfahren möglich. Eine grobe Übersicht gibt die folgende Abbildung:

Abbildung 30: Maßnahmen zur Reduzierung von Schadstoffen



In Anlehnung an Quelle [18]: Bahlke, Chr.: Übertragung von Standards auf dem Gebiet der Umwelttechnik auf die Schifffahrt zur Reduzierung der Emissionen sowie für eine umweltgerechte Entsorgung an Bord von Seeschiffen, UBA FuE-Vorhaben 102 04 416, GAUSS, Februar 1998.

Die verschiedenen Arten der Emissionsreduzierung sind unterschiedlich effektiv bzw. kostenintensiv. Bis auf die Reduzierung der Abgase von Partikelemissionen großer Hauptmaschinen im Schwerölbetrieb sind für die wichtigsten Schadstoffe Reduzierungsmöglichkeiten vorhanden. Als wichtigste Maßnahme zur Reduzierung von Schwefelemissionen ist der Einsatz von schwefelarmem Treibstoff zu nennen, für die Reduktion von Stickoxidemissionen kommen besonders Treibstoff/Wasseremulsionen oder Katalysatoren zum Einsatz. Besonders hohe Schadstoffreduktionen bzw. Verminderung von Umweltbeeinträchtigungen (Lärm, Vibration) aller Art können durch die Versorgung der Schiffe während der Liegezeit mit Landstrom erreicht werden. Weitere Vor- und Nachteile der verschiedenen Methoden sind im Anhang beschrieben.

6.1.1.1 Die Reduzierung der Leistung/Geschwindigkeit zur Verminderung des Treibstoffverbrauches

Theoretisch ist es auch möglich, durch verschiedene operationelle Maßnahmen die Schiffsemissionen zu reduzieren. Ein Beispiel hierfür ist die Verringerung von Geschwindigkeit und Leistung des Schiffes. In einer Studie für die IMO wurde errechnet, dass die Reduktion der Geschwindigkeit um 10 % eine Emissionsreduzierung von 23,3 % bei CO₂ bis zum Jahr 2010 bringt [35]. Theoretisch werden alle anderen Emissionen ebenfalls gesenkt. Damit ist diese

Maßnahme die effektivste operationelle Maßnahme, weitere Maßnahmen sind z. B. besondere Reiseplanung, Wetterrouting etc. Es wurde deshalb von Umweltverbänden bei der IMO vorgeschlagen, dass ein freiwilliger *Code of Conduct* auf den Weg gebracht werden soll, um die Schifffahrt hierfür zu motivieren.

Wegen der Luftschadstoffprobleme von Los Angeles gibt es hier tatsächlich eine freiwillige Vereinbarung des Hafens mit Reedereien, nach der innerhalb des Bereiches von 20 sm um den Hafen herum nur 12 Knoten gefahren werden darf. Hierdurch sollen im Einzugsbereich bis zu 4 Tonnen NO_x-Emissionen pro Tag reduziert werden³².

Allerdings werden auch gegen diese Maßnahme Argumente ins Feld geführt: In Seegebieten mit eingeschränkter Manövriermöglichkeit kann diese Reduktion zu Sicherheitsrisiken führen, besonders bei (Container-)Schiffen mit großer Windangriffsfläche. Außerdem könnte in Gebieten wie Nordeuropa diese Maßnahme aufgrund der vielen Hafenstandorte zu einer generellen Reduzierung der Schiffsgeschwindigkeit führen, wodurch Wettbewerbsnachteile, besonders von *Short Sea Shipping* gegenüber anderen Verkehrsträgern, möglich seien. Letztlich darf die Reduzierung der Geschwindigkeit nicht dazu führen, dass die Maschinen im Teillastbereich gefahren werden, was nicht mit einer Schadstoffreduzierung sondern sogar mit einer Erhöhung verbunden sein könnte.

6.1.1.2 Technische Verbesserung: Schwefeloxide

Bezüglich der SO_x-Emissionen stehen zwei Optionen zu ihrer Reduzierung zur Verfügung: erstens die Reduktion des Schwefelanteils im Treibstoff und zweitens die Behandlung der Schiffsabgase [12].

Technisch ist es unproblematisch, während des Raffinerieprozesses Rückstandsöle zu entschwefeln. Dies erfordert allerdings einen erheblichen Energieverbrauch und gleichzeitig entstehen erhebliche Mengen an CO₂. Entschwefelter Treibstoff wird dadurch erheblich teurer als die jetzigen Rückstandsöle, was nicht zuletzt den z. T. heftigen Widerstand gegen entsprechend niedrige Schwefelwerte im Kontext der neuen MARPOL Anlage VI von Seiten der Ölindustrie und der Reeder erklärt. In dem Maße, in dem die SO_x-Auflagen für die landseitige Verbrennung derartiger Öle verschärft werden, wird ein großes Interesse bestehen, Treibstoffe mit hohen Schwefelanteilen weiterhin als letzte Möglichkeit in der Schifffahrt zu nutzen

Wenn auch eine drastische Reduzierung des Schwefelanteils in den so genannten Schwerölen die sauberste Lösung wäre, bleibt zu befürchten, dass bei dem aktuellen Stand der Diskussionen hinsichtlich SO_x wahrscheinlich aufwendige Abgasreinigungsanlagen an Bord zum Einsatz kommen werden, um den Schwefelanteil auf das von der IMO vorgegebene Maß zu reduzieren, anstatt dass entsprechend niedrig schweflige Treibstoffe an Bord genutzt werden.

Der durch SO_x verursachte „Saure Regen“ stellt eine erhebliche Gefährdung des Bodens an Land dar. Wird durch so genannte *Scrubber* SO_x aus dem Abgas gewaschen und direkt in das Seewasser eingeleitet, gilt dies, in Abhängigkeit von der Verdünnungsrate, nach allgemeiner Einschätzung als ein ungefährlicher Vorgang. Allerdings liegen diesbezüglich noch keine

³² <http://www.lacity.org/mayor/oldpresss/ND7608.pdf>

wissenschaftlichen Daten vor. Die zu Testzwecken eingesetzten Entschwefelungsanlagen werden zurzeit an Bord von zwei P&O-Schiffen gefahren. Öffentlich einsehbare Testergebnisse sind noch nicht vorhanden. Während die Befürworter die Technologie als eine relativ kostengünstige Möglichkeit zur Reduzierung der Umweltbelastungen ansehen, gibt es nach Aussage von Skeptikern noch eine Reihe ungelöster technischer Probleme. So soll die Anpassung der *Scrubber* an die aktuelle Leistung der Maschinen schwierig sein. Außerdem werden, zusammen mit Schwefel auch andere Schadstoffe in die Umwelt eingeleitet, die (im Seewasser) kritischer zu bewerten sind. Es müssten dem *Scrubber* demnach eventuell aufwändige Wasserreinigungstechnologien nachgeschaltet werden. Letztlich gibt es in Bezug auf die Schädlichkeit von Schwefel in Süß- oder Brackwasser, d. h. in Küstengewässern, Revieren und Häfen noch weniger bzw. gar keine Untersuchungen und es ist zu vermuten, dass die Einleitungen hier nicht unkritisch sind.

6.1.1.3 Anlagentechnische Maßnahmen zur Reduzierung von NO_x-Emissionen

Es gibt eine ganze Bandbreite verschiedener Technologien zur Reduzierung von NO_x-Emissionen. Abgesehen von unterschiedlichen Wirkungsgraden unterscheiden sie sich vor allem durch den unterschiedlichen Raumbedarf und besonders durch die unterschiedlichen Installations- und Betriebskosten. Eine Übersicht hierüber gibt die folgende Tabelle:

Tabelle 31: Vergleich verschiedener Parameter von Verfahren zur NO_x-Reduzierung

NO _x Control Technology	% NO _x Reduction	Capital Costs US \$ (Hardware, Installation, Design)	Annual Operating Costs US \$ (Maintenance, Fuel and others)	NPV Costs (15% over 23 years) US \$	Cost effectiveness (US \$/ton NO _x)
Selective catalytic reduction	81	285,000	30,000	477,000	5,889
Water/fuel emulsion	42	119,000	32,000	324,000	7,714
Injection upgrade	16	41,000	24,000	195,000	12,188
Water in combustion air	28	134,000	36,000	364,000	13,000
Fuel pressure increase	14	36,000	29,000	222,000	15,857
Aftercooler upgrade	10	12,000	27,000	185,000	18,500
Injection timing retard	19	250	57,000	365,000	19,211
Engine derating	14	34,000	55,000	386,000	27,571
Exhaust gas recirculation	34

Quelle: J. Corbett and Fischbeck: study for large vessels.

Bei den innermotorischen technischen Maßnahmen zur NO_x-Reduzierung wird versucht, den Druck wie auch die Verbrennungstemperatur in der Verbrennungskammer zu reduzieren und

damit auch den NO_x-Anteil im Abgas. Ein praktiziertes Verfahren ist z. B. die Reduzierung der Verbrennungstemperatur durch Abkühlen der zugeführten Luft bzw. durch die Injektion von Wasser oder mit Wasser angereicherter Luft in die Verbrennungskammer. Ein anderes Verfahren, das der gleichen Zielsetzung dient, bedient sich der Abgasluft, die in den Verbrennungsprozess zurückgeführt wird, um damit den Druck herabzusetzen. Durch Herabkühlen des Verbrennungsprozesses (Injektion von Wasser) bzw. Reduktion des Verbrennungsdrucks kann es auch ohne den Einsatz von SCR-Katalysatoren zu erheblichen NO_x-Reduzierungen kommen. Hier werden Werte von 20 bis 50 % genannt (DNV/GL) [12].

Die Maßnahmen zur NO_x-Reduzierung durch Katalysatoren bedürfen einer Minimaltemperatur des Abgases, die in der Regel bei mittelschnell laufenden Viertaktmotoren auch gewährleistet ist. Kombiniert wird dieser Vorgang durch die Zusetzung verschiedener Mittel, wie z. B. Ammoniak. Allerdings sind bei den langsam laufenden Zweitakt Dieseln diese Abgastemperaturen in der Regel zu niedrig, sodass der Katalysator zwischen Maschinenzylinder und Turboauflader geschaltet werden muss, um die nötige Temperatur zu bekommen. Das zu Beginn der Einführung der SCR-Katalysatoren auftretende Problem mit dem Ammoniak kann dadurch gelöst werden, indem der SCR-Katalysator im Tandem mit einem Oxidationskatalysator und Konverter aufgestellt wird [12].

Bei einer Nachrüstung mit SCR-Katalysatoren sind die Kosten u.a. davon abhängig, wie der Maschinenraum angelegt ist. Die Nachrüstung von Viertaktmotoren ist in der Regel einfacher, als die von Zweitaktmotoren. Grundsätzlich kann aber festgestellt werden, dass die Nach- bzw. Ausrüstung mit SCR-Katalysatoren zurzeit die *Best Available Technology* (BAT) darstellt [12]. In der Ostsee gibt es bereits eine ganze Reihe von Schiffen, auf denen ein SCR-Katalysator eingesetzt wird:

Tabelle 32: Beispiele für Schiffe mit einem SCR-Katalysator in 2003 (Siemens / SINO_x)

Ship name	Build	DWT	GT	Fuel	NO _x Reduction by:	Total engine power in KW	NO _x		
							Aver. g/Kwh	Tons per year	%
Birka Princess	1986	1,825	22,412	HFO/MDO	SINO _x	23,055	0.5	1,409.7	96.3
Cellus	1998	6,350	4,231	HFO/MDO	SINO _x	4,619	1.3	371.9	91.0
Forester	1996	6,471	4,110	HFO/MDO	SINO _x	3,016	1.8	243.0	96.9
Gotland	1999	450	5,632	-	SINO _x	29,685	0.8	1,781.3	94.5
Gabriella	1992	2,962	35,492	D/MDO	SINO _x	2,000	-	-	-
Nils Dacke	1995	6,538	26,790	D/MDO	SINO _x	4,500	-	-	-
Ortviken	1996	11,521	20,154	-	SINO _x	9,930	0.8	860.0	94.7
Thjelvar	1981	4,150	17,046	D/MDO	SINO _x	17,320	0.6	1,054.5	95.9
Timbus	1999	6,389	4,230	HFO/MDO	SINO _x	4,627	1.1	392.0	89.3
Visby	2003	4,700	29,746	D/MDO	SINO _x	26,015	0.8	1,561.1	94.5

Quelle: Präsentation des Projektes SEAM bei GAUSS mbH, 12. April 2004.

6.1.1.4 Technische Verbesserung: Kohlendioxid

Eine spezielle Technologie für die CO₂-Reduzierung auf Schiffen ist noch nicht entwickelt worden. Es ist aber zu erwarten, dass sich die im Kontext von Anlage VI notwendig werden den Verbesserungen des Verbrennungsprozesses zur NO_x-Reduzierung auch günstig auf den CO₂-Ausstoß auswirken werden [12]. So ist schon jetzt beim Einsatz von Dieselelektrik der CO₂-Ausstoß gegenüber konventionellem Schwerölbetrieb deutlich reduziert worden [15]. Operationelle Maßnahmen zur Reduktion von CO₂-Emissionen könnten viel effektiver sein als technische, sind aber aufgrund der Marktsituation bzw. externer Anforderungen (*just in time concept*) häufig nicht realisierbar. Hierzu gehören die Geschwindigkeitsreduzierung, optimierte Wetternavigation, Modifikationen bzgl. Maschine, Propeller, Ballastwassermenge an Bord, effizientere Planung der Hafenziegezeiten [112].

6.1.1.5 Technische Verbesserungen: Das Dieselelektrik-Konzept

Besonders im Bereich der RoRo-Fähren (aber nicht nur dort) hat das Dieselelektrik-Konzept zunehmend an Bedeutung gewonnen, wobei allerdings nicht die Reduzierung der Abgasemissionen bei der Weiterentwicklung dieses Prinzips im Vordergrund stand, sondern spezifische Manövrier- und Stabilitätsanforderungen, insbesondere solche von RoRo-Fähren und Shuttle Tankern [12].

Das vor allem von *Deltamarine* (Finnland) entwickelte und bereits realisierte Dieselelektrik-Konzept (u. a. bei der TT Line) hat außerdem zu einer Verlängerung des unteren Laderaums von zusätzlichen vier 15-m-Einheiten geführt. Die ökonomischen Vorteile des Dieselelektrik-antriebes auf RoRo-Fähren sind offensichtlich und dies auch ohne die Einbeziehungen der Abgasemissionen (SO_x).

Vorteile:

Die übliche Aufteilung in Hauptmaschinen für den Antrieb und Hilfsmaschinen für die Stromerzeugung entfällt. Dadurch wird die gesamte Energie, die an Bord benötigt wird, in Form elektrischen Stroms von den Dieselgeneratoren bereitgestellt. Es reduziert sich die Anzahl der benötigten Dieselmotoren im Verhältnis zu vergleichbaren RoRo-Fähren von acht auf vier Maschinen.

Die gesamte herkömmliche Hilfsdieselanlage entfällt (und damit auch die Kosten für Erstellung, Bedienung und Wartung). Die Dieselmotoren laufen immer mit konstanter Drehzahl in ihrem optimalen Betriebsbereich. Dadurch ergibt sich ein geringerer Verschleiß. Der Lärm und die Vibrationen können reduziert werden [15].

Grundsätzlich haben derartige Systeme eine höhere Zuverlässigkeit und einen wesentlich geringeren Wartungsbedarf als dieselmechanische Systeme. Unter dem Aspekt der Abgasemissionen ist positiv zu sehen, dass das Dieselelektrik-Prinzip den Einsatz von Marinedieselloil zur unabdingbaren Voraussetzung macht (SO_x < 0,5 %). Darüber hinaus offeriert dieses Prinzip (neben den Abgasemissionen) auch weitere ökonomische Vorteile:

- Beheizungssysteme für Tanks, Rohrleitungen und entsprechende Aggregate entfallen. Die Anzahl der benötigten Separatoren, Pumpen, Filter usw. werden drastisch reduziert und die Isolierungen von Tanks entfallen.

- Ein Not-Brennstoffsystem für MDO-Betrieb bei Ausfall der Heizung ist überflüssig. Durch den wesentlich geringeren Wärmebedarf kann auf aufwendige Thermalöl- und Dampfsysteme zugunsten eines einfachen Warmwassersystems verzichtet werden [15].
- Das Konzept bezüglich des dieselelektrischen Antriebs von *Deltamarine* prognostiziert auf diesen Schiffen 30 % weniger Wartungsstunden und ca. 60 % geringere Ersatzteilkosten in Relation zur Dieselmotorenmechanik mit Schweröl. Im Bereich der Abgasemissionen sieht dieses Konzept folgende Vorteile vor:
- MDO enthält ca. 85 % weniger Schwefel als die üblichen Schweröle. Die Schwefeldioxidemissionen werden dadurch im selben Verhältnis reduziert. Die Partikelemissionen werden um ca. 1/3 reduziert, der Schlammanteil wie auch die Schwermetalle werden drastisch reduziert.
- Die niedrigen Schwefelgehalte schaffen darüber hinaus günstige Voraussetzungen für den Einsatz der SCR-Katalysatoren zur Stickoxidreduktion [15].

Anmerkung der Redaktion: Da die Einhaltung der zukünftigen NO_x-Grenzwerte ohne außer-motorische Maßnahmen (z. B. SCR-Katalysatoren) nur mit einer Erhöhung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs erreicht werden kann, ist es fraglich, ob der Dieselmotor als derzeit noch dominierender Schiffsantrieb diese Stellung auf Dauer behaupten kann. Davon wäre auch das Dieselelektrik-Konzept betroffen.

Zurzeit werden bereits Kreuzfahrtschiffe konzipiert und mit folgendem Konzept in Auftrag gegeben: Gasturbine mit gekuppeltem Generator, Antrieb mit E-Motor als Azipod (Antrieb und Steuer).

Tabelle 33: CO₂ reduction potential by technical measures³³

Measures new ships	Fuel/CO ₂ saving potential	Combined 1)	Total 1)
Optimised hull shape	5 - 20 %	5 - 30 %	
Choice of propeller	5 - 10 %		
Efficiency optimised	10 - 12 % 2)	14 - 17 % 2)	
	2 - 5 % 3)	6 - 10 % 3)	15 - 50%
Fuel switch fuel oil \leftrightarrow diesel	4 - 5 %		
Plant concepts	4 - 6 %	8 - 11 % 4)	
Use of sails	10-20%		
Machinery monitoring	0.5 - 1 %		
Measures existing ships			
Optimal hull maintenance	3 - 5 %	4 - 8 %	
Propeller maintenance	1 - 3 %		
Fuel injection	1 - 2 %	5 - 7 %	
Fuel switch fuel oil \leftrightarrow diesel	4 - 5 %		4 - 20 %
Efficiency rating	3 - 5 %	7 - 10 % 4)	
Eff. Rating + TC upgrade	5 - 7 %	9 - 12 % 4)	

1) Where potential for reduction from individual measures are well documented by different sources, potential for combination of measures is based on estimates only.

2) State of art technique in new medium speed engines running on heavy fuel oil.

3) Slow speed engines when trade-off with NO_x is accepted.

4) Including fuel switch. Sources: IMO (2000a, p. 14), Michaelis (1996, p. 693).

Quelle [I11]: Bode, Krause, Michaelowa: Forschungsschwerpunkte Klimapolitik

Tabelle 34: CO₂ reduction potential by operational and design measures

Measures	Fuel/CO ₂ saving potential	Combined 1)	Total 1)
Operational planning / Speed selection			
Fleet planning/lower speeds	5 - 40 %		
"Just in time" routing	1 - 5 %	1 - 40 %	
Weather routing	2 - 4 %		
Miscellaneous measures			
Constant RPM	0 - 2 %		
Optimal trim	0 - 1 %		
Minimum ballast	0 - 1 %	0 - 5 %	1 - 40 %
Optimal propeller pitch	0 - 2 %		
Optimal rudder	0 - 0.3 %		
Reduced time in port			
Optimal cargo handling	1 - 5 %	1 - 7 %	
Optimal berthing, mooring and anchoring	1 - 2 %		
1) Where potential for reduction from individual measures are documented by different sources, potential for combination of measures is based on estimates only			
Source: IMO (2000a, p. 15)			

Quelle: [I11] [http://www.hwwa.de/Projekte/Forsch_Schwerpunkte/FS/Klimapolitik/PDFDokumente/Bode,%20Krause,%20Michaelowa%20\(2002\).pdf](http://www.hwwa.de/Projekte/Forsch_Schwerpunkte/FS/Klimapolitik/PDFDokumente/Bode,%20Krause,%20Michaelowa%20(2002).pdf)

6.1.1.6 Technische Verbesserungen zur Reduzierung von VOC

Reduzierungsmöglichkeiten sind bei VOC vor allem bei Tankern möglich. Generell kann hier durch leichte Druckerhöhung in den Ladetanks sowie durch Kühlung der Ladung die Gasentwicklung reduziert werden. Ungelöst bleibt allerdings die Vermeidung der Gasentwicklung beim Waschen der Tanks mit Rohöl (*crude oil washing*), welches für sich genommen eine ideale Methode der umweltfreundlichen Tankreinigung auf Rohöltankern darstellt.

Außerdem gibt es in den Rohölkurzstreckenverkehren Überlegungen, diese Emissionen für die Schiffsantriebsanlage zu nutzen, nachdem die VOC aufgefangen und von den übrigen Tankatmosphärenbestandteilen durch Kondensation getrennt worden sind.

6.1.1.7 Technische Verbesserungen zur Verminderung ozonschädigender Stoffe (ODP), FCKW, Halone

Es gibt bereits eine Vielzahl alternativer Kühlmittel zu den FCKW, die sich auch bereits in der Bordpraxis - sowohl Neubau als auch Nachrüstung - bewährt haben.

Halone kommen in Feuerlöscheinrichtungen zum Einsatz. Ihre ozonschichtschädigende Wirkung (Ozon Depleting Potential - ODP) ist wesentlich höher als die der FCKW. Schätzungen sprechen von einem Entweichen von ca. 5 % der vorhandenen Mengen in Feuerlöscheinrichtungen allein bei der jährlichen Inspektion [10]. Über Fehlleistungen und schadhafte Anlagen, insbesondere der Halontanks, werden zusätzlich ca. 20 % in 10 Jahren freigesetzt [10].

Bei Ersatzstoffen bzw. alternativen Techniken stellt sich die Situation nicht so günstig dar. Bei Handfeuerlöschern wird Halongas in der Regel gegen Kohlendioxid ausgetauscht. Problematischer ist dies bei kompletten Feuerlöscheinrichtungen für Räume, in denen sich Menschen (oder andere Lebewesen) aufhalten. Betroffen sind der Maschinenraum, Logis und Kammern sowie sonstige Lebens- und Funktionsräume, die von den Seeleuten genutzt werden. Das hier zum Einsatz kommende Halon 1301 ist bezüglich der Löscheigenschaften zurzeit noch konkurrenzlos. Das Umrüsten dieser Anlagen auf CO₂ wirft nicht nur erhebliche Sicherheitsfragen für die Seeleute auf (nicht verbrannt, aber erstickt), sondern ist auch ökologisch problematisch [13].

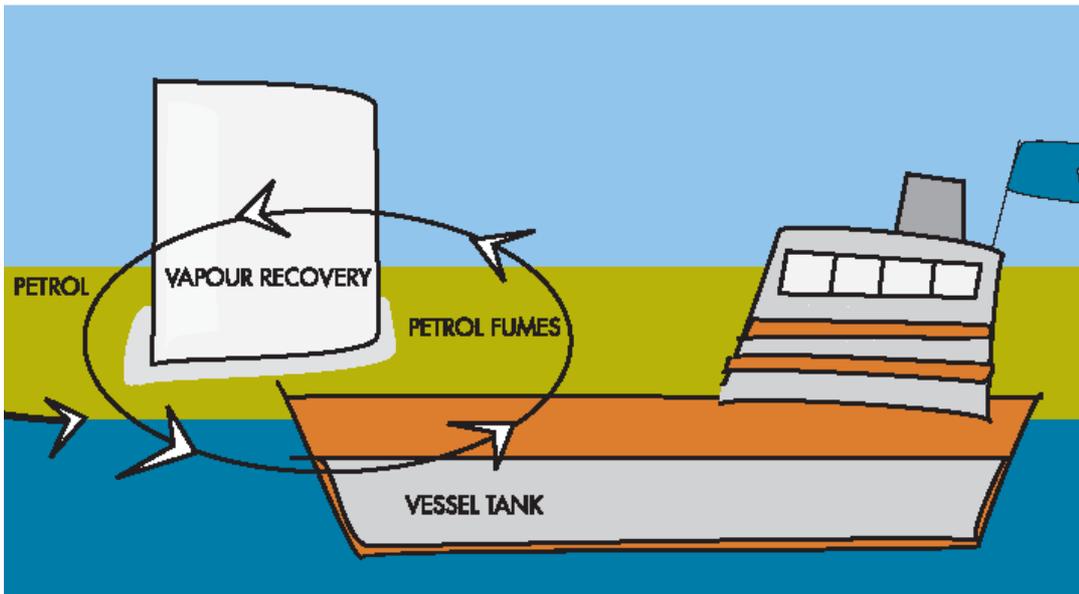
Alternativ werden auch Schiffe mit Schaumfallrohren oder mit Wasserebeltechnologien ausgerüstet. Deren Löschleistung reicht allerdings nicht an die der Halone heran. Ob das F11200 (R227a, Heptafluorpropan) zu einer Alternative werden könnte, wird sich erst noch in der Praxis beweisen müssen [13].

6.1.2 Verringerung der Abgasbelastung an Land

Reduzierungen der VOC-Emissionen können vor allem in Häfen mit Ölumschlag erreicht werden, d. h., Maßnahmen zur Reduzierung sind in großem Umfang in Fährhäfen eher nicht möglich. In Häfen mit Ölterminals können die Emissionen während des Beladungsvorgangs in manchen Häfen dadurch vermieden werden, dass die aus dem Tank gedrückten Gase durch eine eigene Rohrleitung (Gaspendelleitung) wieder an Land befördert und dann entweder abgefackelt oder rückverflüssigt werden.

Wie die Praxis im Hafen Göteborg belegt, sind erhebliche Reduzierungsmöglichkeiten vorhanden. Es wurden hier 3 *Vapour Recovery Units* installiert, die die VOC zu 95 % zurückhalten. Beim Schiffstransport von ca. 1,4 Mio. t Treibstoff pro Jahr konnten die Emissionsverluste von ca. 450 t auf 25 t gesenkt werden. Die Anlage hat inklusive schiffsseitiger Modifikationen ca. 65 Mio. SEK gekostet. Neben Entlastungen für die Umwelt wird besonders auf die Verringerung einer Gesundheitsbelastung des Terminal- und Schiffspersonals hingewiesen.

Abbildung 31: Funktionsprinzip des *Vapour Recovery Unit*



Quelle [14]: Vapour recovery when loading vessels in the port of Göteborg.

6.2 Verringerung flüssiger Schadstoffemissionen

An flüssigen Emissionen sind vor allem ölige Reste oder Abwässer (Sludge und Bilgenwasser) und Ablaufwasser aus dem Frischwasserkreislauf (Reinigung, Toilette, Küche etc.) von Relevanz. Die Schäden für die Umwelt durch das Einleiten von Sludge und Bilgenwasser sind seit langem bekannt und es wurden verschiedene Initiativen gestartet, um das Problem zu lösen. Sludge darf nicht mehr in die Umwelt eingeleitet werden, Bilgenwasser nur noch unter definierten Bedingungen. Um Kosten für die Entsorgung an Land zu sparen, werden die Vorschriften aber immer noch umgangen, zumal die Wahrscheinlichkeit einer Entdeckung von Regelwidrigkeiten sehr gering ist und die Strafen hierfür – wenn es denn dazu kommt – eher gering sind. Eine Möglichkeit, hier zu vernünftigen Ergebnissen zu kommen, liegt in der zielorientierten Umsetzung der Richtlinie zu Hafenauffangeinrichtungen der EU und dem damit verbundenen *no special fee* System.

Schwarz- und Grauwassereinträge werden erst langsam als Umweltproblem wahrgenommen. Während eine Belastung des Wassers oder der Organismen im Wasser durch die Abwässer von Frachtschiffen mit den geringen Besatzungsstärken von in der Regel weniger als 20 Personen eher als relativ harmlos eingeschätzt werden kann, sieht die Situation auf Passagierschiffen und –fahrten schon anders aus. Die Tatsache, dass auf diesen Schiffen enorme Ab-

wassermengen erzeugt und in die Umwelt eingeleitet werden, hat in einigen Regionen bereits zu Protesten bei der Bevölkerung geführt.

6.2.1 Schwarz-, Grau- und Bilgenwasserreinigung an Bord

Seit ca. 1993 wird in Deutschland die Kombination von Belebung und Mikrofiltration für die Schiffsabwasserreinigung untersucht. Die durchgeführten Versuche zur Reinigung von industriellem und kommunalem Abwasser wurden zunächst im labor- oder halbtechnischen Maßstab durchgeführt. Trotz der leistungssteigernden und kosteneinsparenden Möglichkeiten, die die Kombination des Belebungsverfahrens mit der Mikrofiltrationstechnologie beinhaltet, war der Einsatz des Verfahrens in einer technischen Anlage an Bord von Schiffen nicht realisiert worden. Erst Ende der 90er Jahre wurden Anlagen für den Schiffsbetrieb entwickelt, die zunächst Schwarz- und Grauwasser zusammen behandelten. Später wurde in die Behandlung entöltes Bilgenwasser einbezogen. Für den Bereich der kombinierten Reinigung von sanitären Schiffsabwässern und vorbehandelten Bilgenabwässern in einer Membranbelebungsanlage werden seitdem Erprobungen im Bordbetrieb durchgeführt.

Die Technik der Kombination aus aerober biologischer Abwasserreinigung und Mikrofiltration beruht auf dem biologischen Abbau von Schmutzstoffen und anschließender Membrantrennung. Durch Anlegen eines Über- oder Unterdruckes an die teildurchlässige, selektiv wirkende Mikrofiltrationsmembran lassen sich Suspensionen oder Emulsionen in Permeat (Ablaufwasser) und Retentat (Schmutzstoffe) auftrennen. Das Permeat ist durch den Abbau der Schmutzstoffe im Bioreaktor und die anschließende Mikrofiltration frei von coliformen Keimen und weist nur noch geringe CSB-, BSB5-, Stickstoff- und Phosphorgehalte auf. Damit erfüllt das Ablaufwasser nicht nur alle zurzeit geltenden Grenzwerte, sondern unterschreitet sie bei weitem. Aufgrund dieser Wirkungsweise stellt die Mikrofiltrationstechnik in Kombination mit der Belebung ein leistungsfähiges Verfahren zur Reinigung von Abwässern dar.

Konventionelle Belebungsbiologien reinigen das Abwasser von Stoffen, die CSB (Chemischer-Sauerstoff-Bedarf) und BSB5 (Biochemischer-Sauerstoff-Bedarf) verursachen sowie von Ammonium, Nitrat und Phosphat. Sie erreichen dabei Ablaufwerte, die die geltenden gesetzlichen Bestimmungen übertreffen.

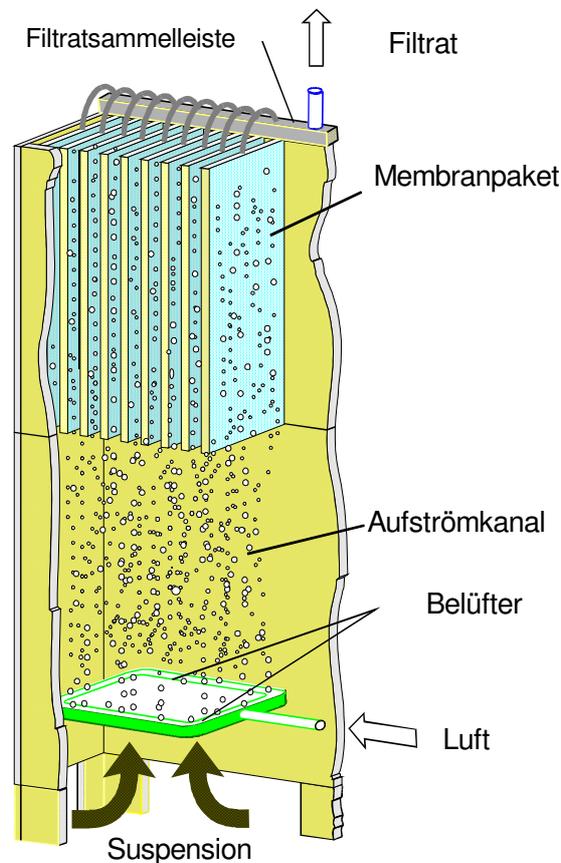
Die Membranbiologien sind ebenfalls in der Lage, die vorgenannten Stoffe aus dem Abwasser zu entfernen. Im Gegensatz zu konventionellen Belebungsanlagen ist das Ablaufwasser von Membranbiologien aufgrund des Filtrationsvorganges frei von krankheitserregenden Keimen. Es erfüllt die Werte der EU-Badewasserrichtlinie und setzt damit einen wichtigen Aspekt im Hinblick auf den Gewässerschutz, z. B. in Küstenregionen, um. Als Beispiel für solche Anlagen soll das Funktionsprinzip der MEMROD-Anlage beschrieben werden.

Im Rahmen eines vom BMBF geförderten Projektes wurde auf der Grundlage der Verfahrenskombination von biologischer Abwasserreinigung und getauchten Mikrofiltrationseinheiten der MEMROD[®]-Reaktor (**MEM**brane **R**eactor **O**peration **D**evice) entwickelt und für die Anwendung an Bord von Schiffen optimiert. Hierbei werden Mikrofiltrationsmembranen direkt im Bioreaktor eingebaut. Das biologisch gereinigte Abwasser wird ausschließlich durch die Membrane abgezogen. Die Membranen bilden dadurch eine Barriere für den belebten Schlamm, Suspensa und Bakterien bis hin zu agglomerierten Viren.

Der notwendige Sauerstoff für den aeroben Abbau der Abwasserinhaltsstoffe wird durch Belüftungseinrichtungen unterhalb der Membranen eingetragen (siehe Abbildung 45). Durch die entstehende Aufströmung innerhalb des Membranmoduls wird die Membranoberfläche permanent überstrichen und dadurch von anliegenden Feststoffen befreit. Durch den geringen Saugdruck von 0,1 - 0,2 bar (maximal 0,6 bar) auf der Transmembranseite wird die Bildung von festen Filterkuchen/Deckschichten auf der Membrane wirksam verhindert. Die entwickelte Anlagentechnik bietet für den Bereich der Schiffsabwasserklärung folgenden Vorteile:

- Platzsparendes und kompaktes Verfahren durch hohe Schlamm Trockensubstanz im Reaktor. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, den spärlichen Platz an Bord des Schiffes anderweitig gewinnbringend zu nutzen.
- Einfaches, weitgehend automatisiertes Verfahren. Dadurch wird die Mannschaft an Bord entlastet und Akzeptanz- und Verständlichkeitsprobleme reduziert bzw. sogar vermieden.
- Erlangung wesentlich höherer Abbauleistungen als bislang gesetzlich gefordert. Dies erhöht die Sicherheit gegenüber zukünftigen Gesetzesverschärfungen und einer eventuell vorhandenen Möglichkeit der Einleitung der Abwässer in Bereichen, die zurzeit für die Einleitung gesperrt sind (Zero-Emission-Areas).
- Behandlungsmöglichkeit aller Abwässer (Schwarz-, Grau- und vorentöltes Bilgenwasser) in einem Reaktor. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit der Einsparung von weiteren teuren und platzzehrenden Ausrüstungsteilen. So kann z. B. ein herkömmlicher Bilgenwasserentöler weiterhin zur Entölung eingesetzt werden, und man kann auf die Installation eines teuren und empfindlichen Bilgenwassermembranentölers verzichten. Restkohlenwasserstoffe im Bilgenwasser werden in der Membranbiologie durch Ansiedlung von Spezialisten abgebaut.
- Verzicht auf umweltbelastende und teure Nachbehandlung zu Desinfektionszwecken. Die sonst übliche Nachchlorierung entfällt durch die Verwendung der Membranbiologie. Das Abwasser entspricht den Vorgaben der EU-Badegewässerrichtlinie ohne weitere Behandlung. Eine Verwendung des Abwassers als Brauchwasser für verschiedene Zwecke ist denkbar und möglich.

Diese Anlagen werden bis jetzt zunehmend auf Passagierschiffen installiert, besonders auf solchen, die in ökologisch sensiblen Gebieten eingesetzt sind. Durch die hohen anfallenden Mengen von Schwarz- und Grauwasser und einer möglichen Verschmutzung der des Meeres und der Küstengewässer sind dort die Anwohner bereits häufig sensibilisiert.

Abbildung 32: Funktionsprinzip der MEMROD Anlage

6.2.2 Schwarz- Grau- und Bilgenwasserreinigung an Land

Die Abgabe von Schwarz- und Grauwasser ist in vielen Häfen heute technisch noch nicht möglich. Unter kommerziellen Gesichtspunkten ist dies zum Teil auch nicht zu vertreten, denn auf Schiffen mit niedrigen Besatzungsstärken fallen nur geringe Mengen Abwasser an. Wenn das Abwasser mit fortschrittlichen Anlagen gereinigt wird, ist eine Umweltbelastung im Vergleich zu anderen Emissionspfaden hier relativ gering. Für Frachtschiffe lohnt sich demnach der Aufwand häufig nicht, für Abwässer von großen Passagierschiffen sind die Kläranlagen bzw. das örtliche Abwassernetz in der Regel zum Teil nicht ausgelegt.

Für die Passagier- und Fährschifffahrt wird eine Abgabe an Land mittel- oder langfristig dennoch eingeführt werden. Die Anzahl der von diesen Schiffen insgesamt beförderten Personen und auch die Anzahl der Passagiere an Bord hat bis heute ständig zugenommen. Auf Fähren können mehr als 2.000 auf Passagierschiffen zurzeit ca. 5.000 Personen befördert werden. Nach HELCOM³⁴ fallen auf Schiffen an Schwarzwasser ca. 70 Liter bei konventionellen Toilettensystemen pro Person pro Tag an (in Vacuum Systemen ca. 25 L/P/T) und bei Grauwas-

³⁴ http://www.helcom.fi/recommendations/rec11_10.html

ser ca. 230 L/P/T (in Vacuum Systemen ca. 185 L/P/T), was bei mittelgroßen Schiffen schon einige Hundert Tonnen pro Tag ergeben kann. Tendenziell werden auf diesen Schiffstypen wegen des Freizeitangebotes (Pool, Sauna etc.) sogar größere Mengen anfallen.

Diese Schiffe fahren häufig in Küstennähe, sodass die Einleitungen sich früher oder später akkumulieren und mit einer direkten Beeinträchtigung des Lebensraumes der Bevölkerung verbunden sein wird (abgesehen von der ständigen Belastung von Fauna und Flora). Deswegen wird von verschiedenen Reedereien, die Schiffe in festen Linien (in der Regel zwischen Schweden und Finnland) einsetzen, bereits heute das Schwarz- und Grauwasser an Land abgegeben.

Vor diesem Hintergrund hat auch die Delegation von Finnland dem *Nordic Council of Ministers and the governments of the Nordic Countries* vorgeschlagen, Maßnahmen auf den Weg zu bringen, um ein komplettes Verbot der Einleitung von Abwassern in die Ostsee so bald wie möglich durchzusetzen³⁵.

6.2.3 Ballastwasserbehandlung an Bord

Als Bedrohung mit zunehmender Bedeutung für die Meeresumwelt stellt sich der Transport und Eintrag fremder Organismen durch Ballastwasser dar. Durch schnelle Ausbreitung von Organismen, die in ihrem neuen Lebensraum keine natürlichen Feinde finden, werden zum Teil ökologische Schäden (u. a. Reduzierung natürlicher Fischbestände) und erhebliche finanzielle Schäden, z. B. durch Schäden an Aquakulturen sowie an Bauwerken (Bewuchs von Kühlwasserrohren, Zerstörung von Holzbauwerken etc.) verursacht. Maßnahmen zur Minderung bzw. Lösung des Problems sind international in der Vorbereitung

Der Ballastwasseraustausch auf hoher See stellt momentan immer noch die einzige effektive Lösung zum Umgang mit Ballastwasser dar. Es wird zwischen zwei Hauptmethoden differenziert:

- Das kontinuierliche Durchspülen der Ballastwassertanks mit Seewasser, auch als „Flow Through“ oder „Überlauf“-Methode bekannt.
- Das möglichst völlige Entleeren und neue Füllen der Tanks, auch als „Sequentielle“ Methode bekannt.

In den meisten Fällen haben Schiffe nur eine Leitung, um Ballasttanks zu füllen und zu leeren. Um aus Sicherheitsgründen einen eventuellen Überdruck abzubauen, haben sie zusätzlich noch einen Überlauf, der üblicherweise an Deck endet und den ca. anderthalbfachen Durchmesser der Füllleitung hat. Bei der Konzeption und Dimensionierung dieser Überläufe haben die Klassifikationsgesellschaften ein gelegentliches Überlaufen der Tanks einkalkuliert.

Zur effektiven Behandlung wird bei der „Flow-Through“ Methode von der IMO mindestens ein dreifacher Wasserwechsel gefordert. Es wird hierbei Wasser durch den Seekasten angesaugt und von der Ballastwasserpumpe über das vorhandene Ballastleitungssystem in den

35

[http://www.helcom.fi/dps/docs/documents/Heads%20of%20Delegation%20\(HODS\)/HODS%2011%202003/5.2-4.pdf](http://www.helcom.fi/dps/docs/documents/Heads%20of%20Delegation%20(HODS)/HODS%2011%202003/5.2-4.pdf)

entsprechenden Tank gedrückt, der dann so lange überläuft, bis die dreifache Menge des vorhandenen Tankvolumens durchgespült wurde. Ein hundertprozentiger Austausch des Tankinhaltes kann auf diese Weise nicht erreicht werden. Es setzt lediglich eine Verdünnung ein, die aber nur für eine perfekte Vermischung der Flüssigkeiten gilt. Eine Beeinflussung der Durchmischung entsteht z. B. in Abhängigkeit von der Bauform der Tanks, der Lage der Zu- und Überläufe, der Dauer der Pumpvorgänge und eventuell auftretender Schiffsbewegungen.

Tabelle 35: Idealisierter Ballastwasseraustausch

Durchgespültes Tankvolumen	Gehalt an frischem Wasser in %
1x	63,2
2x	86,5
3x	89,2
4x	95

Quelle [34]: O. Mühr: Darstellung technischer Konzepte zur Reduzierung von exotischen Spezies im Ballastwasser von Seeschiffen, Diplomarbeit an der Hochschule Bremen, Fachbereich Nautik, 05.12.2000.

Bei „sequentieller Methode“ wird das gesamte Volumen eines Tankes geleert, und der Tank danach wieder befüllt. Diese Methode ist theoretisch sehr effektiv, aber aus anderen Gründen oft nicht durchführbar. Die IMO sieht den Ballastwasseraustausch auf Hoher See als eine aus schiffsbetrieblicher Sicht riskante Maßnahme an. Unter anderen werden folgende Gefahren und Probleme genannt:

- Die Reduzierung des Stabilitätsumfanges unter die für das Schiff vorgeschriebenen Mindestwerte.
- Das Auftreten großer Biege- und Scherkräfte, die oberhalb der für das Schiff zugelassenen Limits liegen. Insbesondere ältere Schiffe sind hiervon betroffen.
- Die herrschenden und sich im Zeitraum des Ballastens entwickelnden Wetterbedingungen. Der Zeitraum für Ballastoperationen kann sich auf viele Stunden erstrecken. Bei überraschender Wetterverschlechterung ist es der Schiffsleitung eventuell nicht mehr rechtzeitig möglich, die unter den ersten beiden Punkten aufgeführten Probleme zu beseitigen.
- Die Trimmelage der Schiffe darf nicht so verändert werden, dass sich das Steuerverhalten unzulässig verschlechtert. Der nach SOLAS vorgeschriebene Sichtwinkel voraus muss eingehalten werden und die Schiffsschraube muss tief genug im Wasser verbleiben, um für genügend Vortrieb zu sorgen.

Zur Ballastwasser-Behandlung an Bord wird eine Vielzahl verschiedener Technologien und Lösungsansätzen zur Schaffung von ökologisch unbedenklichem Ballastwasser untersucht und diskutiert. Dabei haben bisherige Untersuchungen bereits gezeigt, dass weniger eine einzelne Technik geeignet erscheint, vielmehr werden zukünftige Ballastwasserbehandlungsanlagen aus einer Kombination von verschiedenen Behandlungsmethoden bestehen.

Am viel versprechendsten erscheint die Kombination von Vor- und Hauptbehandlung z. B. eines Filters zur Abscheidung der Hauptlast der organischen Stoffe und einer weiteren Stufe der Nachbehandlung wie UV-Bestrahlung oder der chemischen Behandlung zur Inaktivierung von kleineren Organismen wie Algen, Larven, Eier und Bakterien. Hierbei müssen bei der Suche und Entwicklung von geeigneten Behandlungsmethoden die Erfordernisse an die Schiffssicherheit, die Einhaltung aller relevanten Vorschriften in Bezug auf Bau- und Betrieb von Schiffen, die einfache und sichere Handhabung der Anlagen und die ökologische Eignung sowie die in Vorbereitung befindlichen Effektivitätsstandards berücksichtigt werden.

Auf der Suche nach geeigneten Techniken und Verfahren zur Behandlung von Ballastwasser wurden wohl alle Bereiche der Wissenschaft und Technik nach potenziellen Methoden untersucht. Verschiedene Methoden wurden identifiziert und können in drei Hauptgruppen unterteilt werden:

- Mechanische Behandlung
- Physikalische Behandlung
- Chemische Behandlung

Die Entwicklung einer Ballastwasserbehandlungsanlage, die eine Vielzahl von Anforderungen zu erfüllen hat, ist vergleichsweise komplex, denn es muss eine Effektivität bei unterschiedlichsten Voraussetzungen gewährleistet sein. Hierzu zählen Süß-, Brack- und Salzwasser mit entsprechenden physikalischen und chemischen Eigenschaften (Salzgehalt, Temperatur, Dichte etc.), Verschmutzungsgrade und den im Wasser enthaltenen Organismen. Dazu kommen die technischen Anforderungen aus dem Schiffsbetrieb (zu behandelnde Wassermenge, Pumpenleistungen, Schiffsstabilität etc.). Außerdem muss für einen wirtschaftlichen Schiffsbetrieb eine finanziell realisierbare Montage und ein entsprechender Betrieb gewährleistet sein. Als wichtigste Vorbehandlung wird die Filtration angesehen.

6.2.3.1 Funktionsweise eines Filters

Diese Behandlung des Ballastwassers erhöht die Effizienz anderer Technologien erheblich bzw. ist überhaupt Bedingung für die Effektivität anderer Techniken (z. B. UV-Behandlung). Dabei spielt die Maschenweite der zu durchströmenden Filterfläche natürlich eine entscheidende Rolle für die Effektivität des Systems. In der Praxis sind Filter mit Größenordnungen bis zu 25 µm Maschenweite einsetzbar. Solche extrem feinen Filter halten außer Bakterien und Viren fast sämtliche Organismen und Partikel zurück. Sie sind aber mit einem hohen technischen und finanziellen Aufwand verbunden. Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Auswahl typischer im Ballastwasser vorhandener Organismen und ihre ungefähre Größe³⁶.

³⁶Vgl. www.nemw.org/Balsurv1_Intro.htm / Northeast Midwest Institute / Ballast Water Treatment Technology Review / Washington DC / USA

Tabelle 36: Relative Größe von Mikroorganismen

Organismus	Typ. Größen	Ergänzungen
Viren	0,01 – 0,3 µm	HepatitisVirus, 0,02 µm; HIV, 0,08 µm
Bakterien , rund und stangenförmig	0,1 – 100 µm	<i>Vibro Cholera</i> , 1 µm Der Großteil der Bakterien hat eine Größe von ca. 3µm. ³⁷
Protozoon (Einzeller)	1 – 80 µm	<i>Myxosporeans</i> , 5 – 30 µm Microsporidians, 1 – 10 µm
Fischeier	0,5 – 5,0 mm	
Fische	> 1 mm	
Wirbellose Tiere	1-100 mm³⁸	Zebramuschel
Phytoplankton (pflanzliches Plankton) und Zooplankton (tierisches Plankton)	< 50 µm bis max. 1 m	<i>Nanoplankton</i> (z.B. Bakterien), <i>Mikroplankton</i> (meist Einzeller), <i>Mesoplankton</i> (z.B. Larven und Pfeilwürmer), <i>Makroplankton</i> (z. B. Seegras)

Quelle: [Northeast Midwest Institute / USA].

Bei Durchflussmengen von bis zu einigen hundert Tonnen pro Stunde erfordern diese Filter eine enorme Filterfläche. Auch die Reinigung solcher Filter ist technisch sehr aufwendig. Industriell werden selbstreinigende Filter bis hinunter zu einer Maschenweite von 25µm angeboten³⁹. Mit dieser Maschenweite steht eine effektive Möglichkeit zur Verfügung, die, außer Viren, Bakterien, Kleinstlebensformen und Feinstpartikeln, keine Organismen passieren lässt.

Ein Vorteil dieser Technologie besteht darin, dass der Großteil an im Wasser befindlichen Schwebeteilchen ausgefiltert wird. Diese verursachen im abgelagerten Zustand Tanksedimente, die einigen Organismen eine optimale Überlebensgrundlage bieten, um lange Schiffsreisen unbeschadet überstehen zu können.

³⁷ Vgl. *Marine Organisms Transported In Ballast Water* / Department Of Primary Industries and Energy Bureau of Rural Resources 1991 / Bulletin #11:1-48

³⁸ Vgl. *Marine Organisms Transported In Ballast Water* / Department Of Primary Industries and Energy Bureau of Rural Resources 1991 / Bulletin #11:1-48

³⁹ Vgl. www.pollutech.com/papers/p22.htm / Pollutech Group of Companies / Kanada

Die folgende Abbildung zeigt ein Rückspülfiltersystem der Firma Fiola aus Hattingen. Hierbei handelt es sich um eine Anlage, die als Einzelmodul eine Leistung von bis zu 300 m³/h

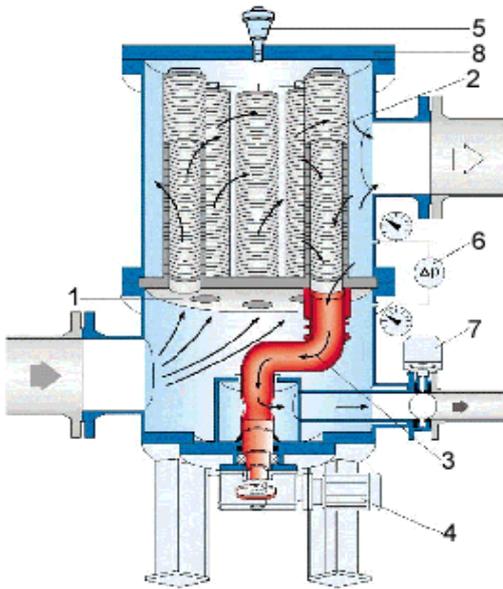


Abbildung 33: Rückspülfilter von Fa. Fiola – GmbH, Filtertechnik grafisch modifizierte Abbildung [34]

haben könnte. Diese Filteranlage hätte einen Filterkammerdurchmesser von 1.30 m und würde ca. 4 m² Grundfläche einnehmen. Die Maschenweite des Systems ist mit 50 µm so fein gewählt worden, wie es technisch momentan für diese Firma zu realisieren ist. Um eine wirkungsvolle Selbstreinigung der Anlage gewährleisten zu können, ist ein Rückspüldruck von mindestens drei Bar aufrecht zu erhalten. Die Filterelemente sind als Spaltfilter konstruiert worden und weiten sich durch ihre elastische Bauweise und Formgebung bei dem Rückspülvorgang dynamisch auf. Somit werden auch verklemmte oder faserige Objekte aus der Filterfläche entfernt. Luftblasen im Ballastwasser würden automatisch von der Entlüftung (Punkt 5) im Gehäusedeckel (Punkt 8) abgelassen werden. Zur Rückspülung kommt es bei dieser Anlage, wenn der Differenzdruckschalter (Punkt 6) einen definierten Druckunterschied vor und hinter der Filterfläche misst, der auf eine nicht mehr tolerierbare Verschmutzung der Filterelemente schließen lässt, oder ein festgelegter Zeitraum verstrichen ist. Daraufhin würde das Rückspülventil (Punkt 7) automatisch geöffnet und der Rückspülvorgang eingeleitet werden.

Probleme wird es eventuell mit dem oft wechselnden Verschmutzungsgrad geben. Die meisten Anlagen werden für Filtrationsaufgaben eingesetzt, bei denen im Vorfeld bestimmt werden kann, welche Schwebstoffe und Organismen auszufiltern sind. Bei Anlagen auf Seeschiffen können diese Vorhersagen nicht oder nur ungefähr getroffen werden.

Probleme wird es eventuell mit dem oft wechselnden Verschmutzungsgrad geben. Die meisten Anlagen werden für Filtrationsaufgaben eingesetzt, bei denen im Vorfeld bestimmt werden kann, welche Schwebstoffe und Organismen auszufiltern sind. Bei Anlagen auf Seeschiffen können diese Vorhersagen nicht oder nur ungefähr getroffen werden.

6.2.3.2 Ultraviolettes Licht (UV-Bestrahlung)

Als viel versprechende Technik für die Nachbehandlung, d. h. für die Entkeimung des Wassers gilt der Einsatz des Ultravioletten Lichtes (UV-C 200-280 Nanometer), insbesondere mit der Wellenlänge um $\lambda=254$ Nanometer. Hier erreicht der Absorptionsgrad der Organismen für UV-Strahlung sein Maximum⁴⁰. Dieser Strahlungsbereich hat die Eigenschaft, chemische Bindungen der DNS (Desoxyribonukleinsäure) aufzubrechen. Entweder sterben die bestrahlten Individuen sofort an Stoffwechselveränderungen oder sie werden unfähig, sich zu reproduzieren. Die abtötende bzw. entkeimende Wirkung wird z. B. in der Abwasserentsorgung, Medizin, Trinkwasseraufbereitung etc. verwendet. Aufgrund der geringen Eindringtiefe beschränkt sich der Anwendungsbereich nur auf Kleinstlebewesen, Bakterien, Viren und Spo-

⁴⁰ Vgl. www.visa-uv.com/water/t_g.htm und www.visa-uv.com/knowhow/index_g.htm / VISA UV-Technologie / Österreich

ren. Im Gegensatz zu chemischen Desinfektionsmitteln verändert UV-Licht weder pH-Wert, Farbe, Geschmack noch den Geruch des Wassers.

6.2.3.3 Einsatz von Chemikalien

Ballastwasser mit Chemikalien zu desinfizieren, ist eine in der Praxis gängige Methode. Chile und Argentinien verlangen bereits, das Ballastwasser vor dem Einlaufen vorzugsweise mit Chlor zu desinfizieren. Es sind aber nicht die größeren, komplexeren Lebewesen, die hierbei eliminiert werden sollen, sondern Bakterien und Viren. Seitdem ergänzend an der Abtötung sämtlicher im Ballastwasser enthaltenen Organismen geforscht wird, gibt es neben Chlor auch andere Chemikalien, die von unterschiedlichen Forschungsprogrammen auf ihre Praxistauglichkeit hin untersucht werden. Ein wichtiges Indiz für den Chlorgehalt des Ballastwassers gibt der TRC-Gehalt (Total Residual Chlorine) an. Es ist der Gehalt an Chlor in ppm (parts per million), der effektiv nach der Chlorung im Wasser enthalten ist und bei Untersuchungen als Maßstab für die toxische Wirkung des Chlors dient.

Tabelle 37: Effektivität von Chlor

TRC-Gehalt in ppm	Tötet folgende Lebensformen ab
2,5	Großteil an Fischen, Algen und Phytoplankton
10	Widerstandsfähige Fische, Algen und Arten, wie z. B. Schnecken, die gegen Chlor sehr widerstandsfähig sind.
100	Organismen in den Tanksedimenten und viele Arten, die sich durch Zystenbildung (Verkapselung) schützen.
500	sämtliche Spezies

Quelle: O. Mühr: Darstellung technischer Konzepte zur Reduzierung von exotischen Spezies im Ballastwasser von Seeschiffen, Diplomarbeit an der Hochschule Bremen, Fachbereich Nautik, 05.12.2000.

Die beste Möglichkeit, Chemikalien in das Ballastwasser von Schiffen einzubringen, ist eine automatisch geregelte Zufuhr aus einem Behältnis in die Hauptballastwasserleitung, die für das Befüllen der Ballastwassertanks genutzt wird. Durch die kontinuierliche Zugabe des Desinfektionsmittels in das vorbeiströmende Ballastwasser wird eine optimale Vermischung erreicht. Teilweise ist es auch möglich, das Desinfektionsmittel direkt an Bord zu produzieren, wie es z. B. bei Ozon aufgrund der kurzen Halbwertszeit nötig ist.

6.2.3.4 Ersatz von Ballastwasser durch Frischwasser

Der überwiegende Teil der seegehenden Handelsschiffe ist mit einer Anlage zur Frischwassererzeugung ausgerüstet. Es wäre also denkbar, das Ballastwasser im Laufe der Reise durch Frischwasser oder sogar Destillat zu ersetzen. Die eingesetzten Anlagen, die entweder auf dem Prinzip der Umkehrosmose basieren oder aber destilliertes Salzwasser durch einen künst-

lich erzeugten Unterdruck schon bei niedrigen Temperaturen mit Hilfe der Abwärme der Hauptmaschine zum Sieden bringen, wären für solche Aufgaben sicherlich zu modifizieren.

Dabei würde die erforderliche Kapazität einer solchen Anlage von der auszutauschenden Menge Ballastwasser und dem Zeitraum, in dem die Anlage zwischen zwei Häfen Frischwasser erzeugen kann, abhängig sein. Diese Anlagenform ist denkbar für Schiffe mit geringem Ballastwasserbedarf, wie z. B. auf Passagierschiffen.

6.2.4 Ballastwasser-Behandlung an Land

Landgestützte Anlagen zur Behandlung von Ballastwasser zur Eliminierung von Organismen gibt es zurzeit noch nicht. Die Möglichkeit, Ballastwasser an Land zu behandeln, ist aber zumindest in der Petrochemie gängige Praxis. Es gibt z. B. im kanadischen Teil der Großen Seen mehrere Anlagen, die Ballast- bzw. Reinigungswasser aus den Ladetanks von Tank Schiffen behandeln. Grundsätzlich sind solche Anlagen auch zur Desinfektion von Ballastwasser geeignet. Das von Chemikalien oder Erdölprodukten gesäuberte Wasser könnte mit den zur Verfügung stehenden Technologien (z. B. UV-Bestrahlung, Ultraschallbehandlung oder Chlorung) weiterbehandelt werden⁴¹.

Die in Frage kommenden Schiffe müssten hierfür eine genormte Abgabeflanschgröße haben, um eine Kompatibilität mit den landseitigen Auffangvorrichtungen zu gewährleisten. Ferner müsste das Ballastwassersystem der Schiffe dahingehend modifiziert werden, dass die Ballastwasserpumpe den benötigten Druck und die Förderleistung sicherstellen kann.

In Valdez in Alaska befindet sich so eine Anlage, die täglich bis zu 3,6 Millionen Tonnen Wasser in einem dreistufigen Prozess von Rohölbestandteilen säubern kann. Im ersten Schritt findet eine grobe Separation durch Schwerkraft statt. Nachdem die besonders leichten und schweren Bestandteile aussepariert wurden, wird das verunreinigte Wasser mit Pressluft behandelt, um gute Lebensbedingungen für eingebrachte Mikroorganismen zu bieten, die die noch verbliebene Ölrückstände zersetzen⁴². Die dritte Stufe beinhaltet eine Nachklärung. Hier wäre es denkbar, die Anlage mit einer Desinfektionsmöglichkeit nachzurüsten, um exotische Neozoen abzutöten⁴³. Diese Möglichkeit wurde bereits intensiv diskutiert, sie eignet sich aber nur für Fälle, in denen große Mengen Ballastwasserwasser und flüssige Ladung „getauscht“ werden, d. h. für Rohöltransporte, bei denen nur eine kleine Anzahl Lade- und Löschhäfen bestehen und die Verkehre bekannt sind.

Aus Sichtweise des Umweltschutzes garantieren diese Anlagen ein Höchstmaß an Sicherheit. Sie werden im Gegensatz zu möglichen Systemen an Bord von Schiffen von Fachleuten betrieben, die sich nur mit der Desinfektion von Ballastwasser beschäftigen. Die Kosten solcher landseitigen Anlagen sind nur schwer zu ermitteln. Sie werden sich jedoch auf einige Millio-

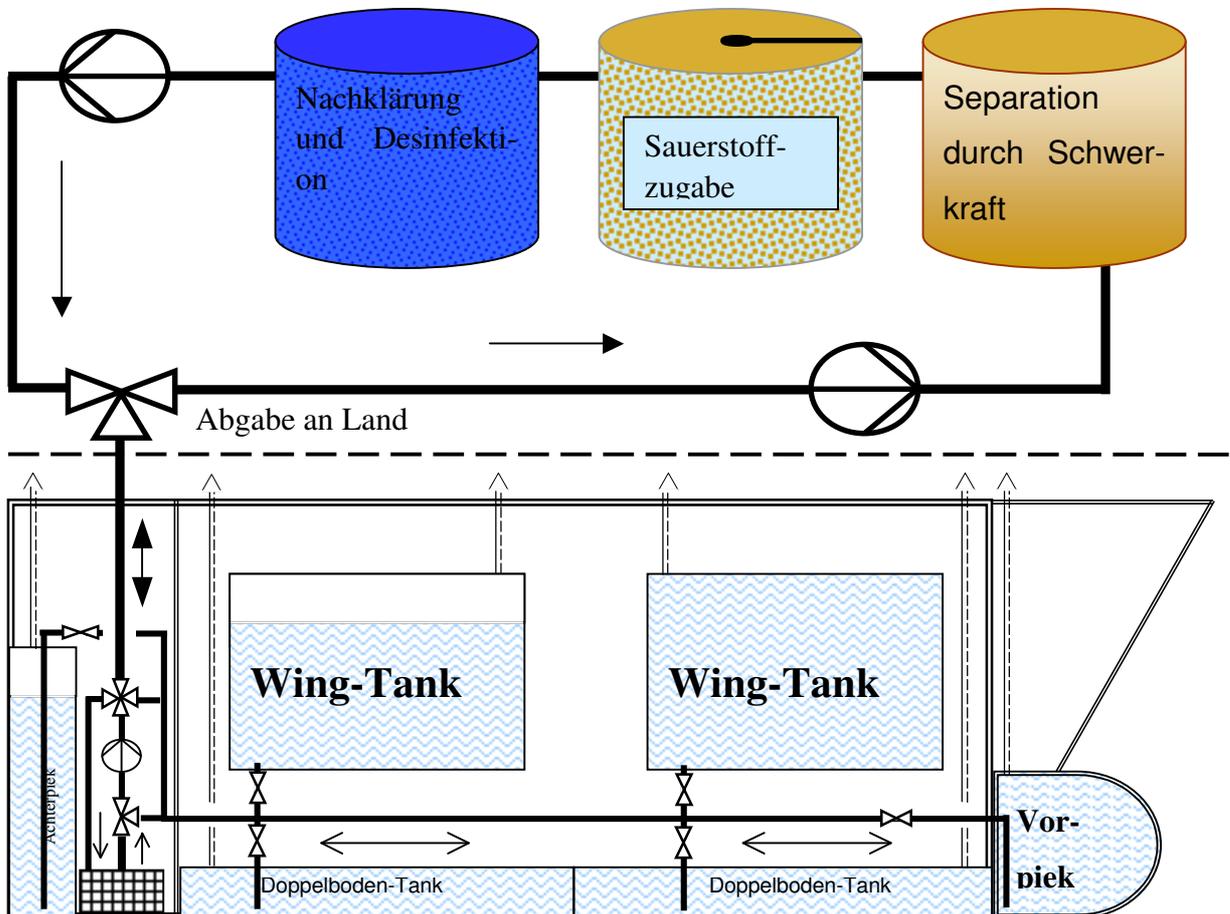
⁴¹Vgl. www.pollutech.com/papers/p22.htm / Pollutech Group of Companies / Kanada

⁴² Vgl. www.state.ak.us/dec/dawq/wsm/pictbook/wsprogra/alyeska.htm / Ölseparation / Valdez Bucht / Alaska

⁴³ Vgl. *Bill Aims to Clear Up Murky Policy On Ship's Ballast-Water Dumping* / TheWall Street Journal / New York / 10.03.1999 / S.2

nen Euro belaufen. In einem Zeitungsartikel im Wall Street Journal wurden Summen von „einigen zehn Millionen Dollar“ angesetzt⁴⁴.

Abbildung 34: Funktionsprinzip einer Ballastwasserbehandlungsanlage



Quelle [34]: O. Mühr: Darstellung technischer Konzepte zur Reduzierung von exotischen Spezies im Ballastwasser von Seeschiffen, Diplomarbeit an der Hochschule Bremen, Fachbereich Nautik, 05.12.2000.

Welche Kosten für die Schaffung der Anlagen zugrunde gelegt werden müssen, ist nicht unerheblich von den räumlichen Möglichkeiten der Häfen abhängig. Darüber hinaus ist geschultes Personal unabdingbar, um eine solche Anlage zu betreiben und zu warten. Für Häfen, die versuchen würden, ihre durch den Betrieb solcher Anlagen entstandenen Kosten auf die Schifffahrt umzulegen, könnten Wettbewerbsnachteile entstehen. Reedereien würden versuchen, andere Häfen anzulaufen, die geringere Gebühren erheben⁴⁵.

⁴⁴ Vgl. *Bill Aims to Clear Up Murky Policy On Ship's Ballast-Water Dumping* / The Wall Street Journal / New York / 10.03.1999 von Shirley Leung / S.2

⁴⁵ Vgl. [http:// web.pdx.edu/~sytsmam/pbwg/pbwg%20report1.html](http://web.pdx.edu/~sytsmam/pbwg/pbwg%20report1.html) / Pacific Ballast Water Group / Working Draft / S.28

Wenn es zudem zu langen Wartezeiten für die Schifffahrt kommen könnte, weil die Anlage kein Ballastwasser aufnehmen oder abgeben kann, könnten die wirtschaftlichen Schäden für die Schifffahrt immens⁴⁶ werden. Aufgrund der dargestellten Rahmenbedingungen wird die Lösung des Ballastwasserproblems eher in der Behandlung des Wassers an Bord gesehen.

Es gibt aber durchaus Initiativen, auch der Ostsee-Anrainerstaaten, zur Reduzierung der Gefahren durch Organismen im Ballastwasser. Die HELCOM schlägt in einem Report⁴⁷ vor, dass im Rahmen eines Ballastwasser-Managements:

- eine Anmeldung und ein Report über den Ballastwasser-Status des Schiffes vor Einlaufen in einen Ostseehafen verpflichtend eingeführt werden soll,
- vorgeschriebene Abgabe-Prozeduren von nationalen Behörden für Schiffe, die Ballastwasser in die Territorialgewässer bzw. die EEZ einleiten wollen, entwickelt werden.

6.3 Verringerung des Aufkommens von Abfall

Es gibt eine Reihe verschiedener Möglichkeiten, das Aufkommen von Abfall zu verringern. Abgesehen von einer gezielten Auswahl der Produkte inklusive der Verpackung bietet gerade die Trennung der Abfälle an Bord ein großes Potenzial. Wenn die Menge des an Bord anfallenden „Restmülls“ zugunsten von verschiedenen Fraktionen Recyclingstoffen reduziert wird, schont dies wegen der geringeren Menge der zu verbrennenden Materialien nicht nur die Umwelt. Im Normalfall werden auch Kosten gespart, weil in einigen Fällen, z. B. bei bestimmten Metallen, die Reststoffe an Land gegen Bezahlung abgenommen werden, vielmehr aber, weil die teuer zu entsorgende Restmüllmenge, ein Gemisch aus vielen verschiedenen Fraktionen, reduziert wird. Optimale Trennung des Abfalls an Bord kann also auch kommerziell sinnvoll sein.

Die Erfassung, Trennung und Behandlung von Abfällen auf See bzw. an Land birgt demnach ein großes Potenzial der Optimierung bestehender Abläufe. Je nach Typ, Größe, Bauart, Alter und weiteren Faktoren an Bord der Schiffe entstehen mehr oder weniger große Abfallmengen. Von der Abfallerfassung bis zur Verbringung der Abfälle an Land zu den Entsorgern gibt es Möglichkeiten, besonders die Logistik an der Schnittstelle Schiff/Hafen so zu vereinheitlichen, dass der gesamte Ablauf im Sinne von Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit effektiver wird.

Standards für einen nachhaltigen Umgang mit Abfällen gibt u. a. das Deutsche Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (nachfolgend KrW-/AbfG genannt). Generell soll nach dem Grundsatz: „Vermeidung vor Verwertung vor Entsorgung“ verfahren werden. Ein weiteres Kriterium für nachhaltige Kreislaufwirtschaft sind die während des Entsorgungsvorgangs zurückzulegenden Transportwege und die hierbei entstehenden Emissionen. Um die Bilanz in diesem Sinne positiv zu gestalten, sind für jedwede Handlung lokale Anbieter bevorzugt zu beauftra-

⁴⁶ Vgl. Stemming The Tide / Shore Based Treatment and Ballast Lighters / S.39

⁴⁷ BALTIC SEA ENVIRONMENT PROCEEDINGS No. 86, PROCEEDINGS OF THE JOINT IMO/HELCOM/EU WORKSHOP “ENVIRONMENTAL IMPACTS DUE TO THE INCREASED DENSITY OF SHIPPING IN THE BALTIC SEA AREA –COPENHAGEN PLUS 1”, Rostock-Warnemünde, Germany, 11-12 March 2003

gen, wenn diese gleichwertige Standards für Verwertung oder Beseitigung der Abfälle aufweisen können wie überregional tätige Unternehmen ohne Filiale in der jeweiligen Region.

Die weiter unten formulierten Empfehlungen gelten für sämtliche auf Schiffen produzierten Abfälle, die nicht an Bord verwertet werden können. Je nach erwarteter Abfallmenge ist im Einzelfall zu ermitteln, ob ein die Verwertung förderndes Bringsystem oder ein Holsystem einzuführen ist. Die Entscheidung für eines der beiden Systeme sollte aus ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten erfolgen. Anhaltspunkte für eine sinnvolle Unterteilung der Schiffsgrößen und Modelle sind dem Anhang zu entnehmen.

6.3.1 Abfallreduzierung an Bord

Die Trennung der festen Abfälle wird hauptsächlich durch die Besatzung des Schiffes bzw. durch das bordeigene Reinigungspersonal durchgeführt. Sie erfolgt bei der Reinigung des Schiffes selbst bzw. bei der Reinigung verschiedener Räumlichkeiten, Anlagen etc. an Bord. Die möglichst sortenreine Trennung der unterschiedlichen Fraktionen fester personenbedingter Abfälle ist zur Vermeidung von Fehlwürfen zu gewährleisten und bei Bedarf durch konstruktive und organisatorische Maßnahmen zu unterstützen. Zur Schaffung ökonomisch sinnvoller Mengen ist die Getrenntfassung der Abfälle für die spätere Verbringung der Abfälle in eine Sammelstation notwendig.

Eine bauliche Maßnahme zur Unterstützung der sinnvollen Trennung der festen Abfälle ist die Errichtung von speziellen, unterschiedlich gekennzeichneten Einwurfschächten für die verschiedenen Arten fester Abfälle und das Aufstellen geeigneter Behälter etc. in erforderlicher Stückzahl. Im Anhang werden Hinweise für eine sinnvolle konstruktive Berücksichtigung der Getrenntsammlsysteme gegeben.

6.3.2 Vorzuhaltende Kapazitäten

Die Berechnung der benötigten Behälterkapazitäten erfolgt mit Hilfe eines im Anhang vorgestellten Berechnungsmodells. Dieses Modell unterteilt die Abfälle in unterschiedlich Kategorien:

- Betriebsbedingte Abfälle,
- Ladungsbedingte Abfälle,
- Personenbedingte Abfälle.

Die Definitionen für die unterschiedlichen Kategorien können dem Anhang (A9: IV Technik, 1.3 Definitionen) entnommen werden.

6.3.2.1 Geringe Mengen personenbedingter Abfälle

Bei Schiffen der nach Anhang (A9: IV Technik, 1.1) benannten Kategorie ist das Entstehen großer Mengen personenbedingter Abfälle unwahrscheinlich. Es überwiegen betriebsbedingte und ladungsbedingte Abfälle. Diese Abfallkategorien sind stark abhängig vom Schiffstyp so-

wie von der transportierten Ladung. Eine berechenbare Beziehung ist sehr ungenau und stark abhängig von der transportierten Ladung. Auf Grund dessen wird empfohlen, die vorzuhaltenden Kapazitäten an Bord anhand der eigenen Erfahrung zu bemessen. Sollte diese Erfahrung nicht vorhanden sein, können Anhaltspunkte für eine Berechnung dem Anhang A9 entnommen werden.

6.3.2.2 Große Mengen personenbedingter Abfälle

Bei Schiffen der nach Anhang (A9: IV Technik, 1.2) benannten Kategorie ist das Entstehen großer Mengen personenbezogener Abfälle zu erwarten. Die anfallenden Abfallmengen sind in der Regel abhängig von der Anzahl der Passagiere, von der Dauer der Fahrt und besonders davon, ob sich Kabinen zur Übernachtung und entsprechende sanitäre Einrichtungen an Bord befinden. Aus diesem Grund wird empfohlen, die vorzuhaltenden Kapazitäten an Bord anhand der Erfahrung zu bemessen. Anhaltspunkte für eine Berechnung der zu erwartenden Abfallmengen können dem Anhang (A9: IV Technik, 1.5 ff) entnommen werden.

6.3.3 Kennzeichnung

Die unverwechselbare Kennzeichnung der Behälter dient der zweifelsfreien Zuordnung der Abfälle zu dem jeweiligen Entsorgungspfad. Diese Kennzeichnung erfolgt nach dem Vorschlag für die DIN ISO Norm *Handling of ship generated waste* des DIN Normungsausschusses 2.2.8 „Schutz der Meereswelt“. Dieser Vorschlag zur Farbcodierung kann dem Anhang (IV Technik, 2 DIN Farbcodierung) entnommen werden.

6.3.4 Abfallerfassungssysteme

Die Abfallbehälter sind nach Bedarf und Zweck zu bemessen. Für die Sammlung der Abfälle an Bord können Behälter (z. B. nach Kap 5.3 und 5.4 im Anhang A9) vorgesehen werden. Für die Lagerung der Abfälle an Bord und für den Transport sind dort ebenfalls adäquate Behälter beschrieben. Behälterkonstruktion und -material werden anhand der physikalischen Eigenschaften des Abfalls festgelegt. Dies wird näher ausgeführt im Anhang A9.

6.3.4.1 Standardisiertes Bringsystem

Als Bringsystem bezeichnet die DIN 30706⁴⁸ ein Abfallmanagementsystem an Bord eines Schiffes, das sich durch das Verbringen der Abfälle zu einem Zwischenlager an Land durch Besatzungsmitglieder des Schiffes auszeichnet. Die Empfehlungen, die im Zusammenhang mit der Errichtung eines standardisierten Bringsystems gegeben werden, gelten für Schiffe, auf denen geringe Mengen personenbezogener Abfälle produziert werden.

⁴⁸ DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Entsorgungstechnik, Begriffe für Hausabfallentsorgung und Entsorgungsfahrzeuge, DIN 30706-Teil 1. Berlin: Beuth, 1991

6.3.4.2 Standardisiertes Holsystem

Als Holsystem bezeichnet die DIN 30706 ein Abfallmanagementsystem an Bord eines Schiffes, das sich dadurch auszeichnet, dass die Abfälle von den Entsorgern auf Anforderung durch das Schiff von Bord geholt werden. Es ist dem Bringsystem vorzuziehen, wenn die Kosten für das Abholen und Entsorgen geringer sind als die Kosten für Zwischenlagerung, Abholung und Entsorgung. Die Empfehlungen, die im Zusammenhang mit der Errichtung eines standardisierten Holsystems gegeben werden, gelten für Schiffe, die eine hohe Anzahl von Passagieren befördern. Dies ist wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll für die im Anhang A9 beschriebenen Schiffstypen.

6.3.5 Behälter für die Abfallsammlung

Die Sammelbehälter sind so zu bemessen, dass sie von den Fahrgästen und der Besatzung problemlos befüllt oder umgeleert werden können. Eventuell bestehende Arbeitssicherheitsbestimmungen sind zu berücksichtigen. Bei der Gestaltung der für die Sammlung benutzten Behälter ist deren Einsatzort zu berücksichtigen. Bei Aufstellung der Behälter im Bereich der Kabinen müssen die Behälter selbstverlöschend ausgeführt werden. Material und Ausführung der Behälter müssen dem Zweck der Sammlung angemessen sein. Bei der mobilen Abfallsammlung werden die Abfälle in speziellen Behältern eingesammelt, die in die Handwagen integriert sind. Es ist darauf zu achten, dass diese Behälter die entsprechende farbliche Kennzeichnung haben.

6.3.5.1 Behälter für die Abfalllagerung

Für die Lagerung der Abfälle an Bord eines Schiffes werden nach Zweck und Länge der Lagerung entsprechende Behälter benötigt. Diese Behälter müssen von den Besatzungsmitgliedern mit den getrennt gesammelten Abfällen problemlos befüllbar sein. Die zur Lagerung der Abfälle an Bord genutzten Behälter sind so zu bemessen, dass sie problemlos von den in Frage kommenden Entsorgungsunternehmen im Rahmen des Holsystems von Bord geholt werden können. Die DIN EN 840 (Fahrbare Abfallsammelbehälter) ist zu berücksichtigen.

6.3.5.2 Behälter für das Abfall Bringsystem

An Bord wird der Transport in von hierfür vorgesehenen Schächten, Rutschen und dergleichen empfohlen, da dies Vorteile im Arbeitsaufwand und in den Arbeitsbedingungen hat.

Von Bord erfolgt die Verbringung der Abfälle durch die Besatzung des Schiffes. Von Seiten des Hafens ist zu gewährleisten, dass die Abfälle in die Sammelstationen umgeleert werden können. Hierfür benötigte Umleervorrichtungen sind nach Anhang A9, Kapitel IV vorzuhalten. Alternativ können Abfallbeutel nach DIN EN 13592 bzw. Abfallsäcke nach DIN EN 13593 vorgesehen werden.

6.3.5.3 Behälter für das Abfall Holsystem

Von Bord erfolgt die Verbringung der Abfälle durch den Entsorger. Die Umleer- bzw. Abholbehälter sind nach DIN EN 840 (fahrbare Abfallsammelbehälter), DIN EN 12574 (stationäre Abfallsammelbehälter) oder DIN 30737 (fahrbare Umleerbehälter) so zu gestalten, dass von einer problemlosen Abholung seitens der Entsorger auszugehen ist. Lokale Besonderheiten sollen berücksichtigt werden.

6.3.6 Unterweisung bzw. Information der Passagiere

Die getrennte Erfassung der Abfälle kann wirkungsvoll unterstützt werden, indem die Informationen Passagiere durch Merkschriften, Faltblätter, Aushänge usw. informiert werden. Diese enthalten alle Angaben zu Entsorgungsmöglichkeiten, den Behältern an Bord, deren Standort, Kennzeichnung etc. Das Ziel dieser Unterweisung soll sein, durch eine möglichst präzise Darstellung der Möglichkeiten, Vorteile und Notwendigkeit des Abfallerfassungssystems an Bord, die Passagiere zum Mitmachen zu bewegen, damit auf dem Schiff eine möglichst hohe Erfassungsquote erreicht werden kann. Die Kennzeichnung der verschiedenen Abfallfraktionen sollte in diesen Merkblättern beschrieben sein, um Missverständnissen vorzubeugen.

Wenn die Informationen ansprechend und übersichtlich dargestellt werden, dient dies der möglichst weiten Verbreitung der Informationen. Diese können den Passagieren im Verbund mit den Sicherheitsinformationen übergeben werden.

6.3.7 Abfallreduzierung an Land

Sammelstationen in Häfen dienen der Schaffung ökonomisch sinnvoll zu entsorgender Mengen und sind als „Zwischenlager“ für Schiffe mit einer geringen Teil-Abfallmenge zu betrachten. Hierzu ist es notwendig, dass die Häfen/Betreiber Sammelstationen zur getrennten Annahme der Abfallarten errichten. Empfohlen wird das Errichten von Müllbehälterschränken nach DIN 30736⁴⁹ oder nach DIN 30719⁵⁰.

Um existierende Systeme zu harmonisieren und Kosten möglichst gering zu halten, wird empfohlen, die zu verwendenden Behälter nach Anhang A9, Kapitel IV, „Sammelbehälter“ zu gestalten und der üblicherweise zu entsorgenden Menge anzupassen. Als Beispiel für eine Sammelstation sei eine Abbildung aus Göteborg genannt.

6.3.7.1 Kommunikation über die hafenseitige Entsorgung

Für die möglichst reibungslose Übergabe der getrennt erfassten Abfälle ist das Vorhandensein entsprechender Kommunikationsmittel notwendig, um den Schiffen die Möglichkeiten der Abfallverbringung zu ermöglichen.

⁴⁹ für MGB mit einem Volumen von 120 bis 240 l

⁵⁰ für MGB mit einem Behältervolumen von 1,1 m³

Nach MARPOL V müssen Schiffe spätestens 24 Stunden vor Erreichen des Hafens den Entsorgungswunsch äußern. Das Schiff soll im Gegenzug auf die bestehenden Abfallstationen und deren Lage im Hafen hingewiesen werden, wobei u. a. Angaben hinsichtlich der vorhandenen Aufnahmekapazitäten in dem Hafen zu machen sind. Weiterhin sind den Schiffen alle anderen relevanten Informationen, die Abfallsammelstationen und andere Hafenauffangeinrichtungen betreffen, zur Verfügung zu stellen.

Organisatorisch müssen die getroffenen Maßnahmen durch spezielle Schulungen der Mitarbeiter unterstützt werden, um schon direkt auf die Abfallerfassung einwirken zu können. Diese Schulungen sollen besonders darauf ausgerichtet sein, dass eine Erhöhung der erzielten Sortenreinheit der wiederverwertbaren Abfälle erreicht wird. Hiermit soll auch dem Gedanken der Nachhaltigkeit Rechnung getragen werden, nicht zuletzt können so auch Kosten eingespart werden, weil die Stoffe von den Recyclingunternehmen besser wiederverwertet werden können. Weitere organisatorische Maßnahmen sind die Einbeziehung der Passagiere in die getrennte Erfassung der von ihnen produzierten Abfälle.

Abbildung 35: Abfallsammelstation im Hafen⁵¹



Quelle [36]: SMA: THE BALTIC STRATEGY, A report on the progress of the Baltic Strategy for Port Reception Facilities for Ship-generated Wastes and Associated, issued April 1999.

⁵¹ Quelle. SMA, THE BALTIC STRATEGY, A report on the progress of the Baltic Strategy for Port Reception Facilities for Ship-generated Wastes and Associated Issues, Photo: Stichting Werkgrtze, Issued April 1999, oep Noor

6.3.7.2 Schulungen der Mitarbeiter

Die Effektivität der Getrenntsammlung sollte durch Mitarbeiterschulungen mit folgenden Unterweisungsinhalten erhöht werden:

- Gesamtgesellschaftliche und umweltpolitische Hintergründe zur Unterstreichung der Wichtigkeit der zu leistenden Beiträge,
- Wirtschaftliches und ökologisches Einsparpotenzial durch die dargestellte getrennte Erfassung,
- Art und Aufbau des eingerichteten Getrenntsammlersystems,
- Gründe für die Errichtung des gewählten Getrenntsammlersystems,
- Problemlosigkeit und Einfachheit bei der Durchführung der Trennung.

Die Unterweisung dient besonders der optimalen Kenntnis der Ressourcen des Getrenntsammlersystems. Damit es sinnvoll verwendet wird, ist die Vermittlung der Gründe für die Errichtung des gewählten Systems wichtig. Die angestrebte Erhöhung der Reinheit der entstehenden Abfälle ist ebenso als Ziel darzustellen wie die hiermit zu erzielenden Einsparungen in finanzieller und ökologischer Hinsicht. Und zur Verbesserung der Motivation sind ferner die umweltpolitischen und die ökologischen Hintergründe für die Errichtung dieses Systems darzustellen.

6.4 Verringerung von Schallemissionen

Generell gibt es für die Auslegung von Aggregaten an Bord Vorschriften in Bezug auf Lärmemissionen, die eingehalten werden müssen. Diese dienen in erster Linie dem Gesundheitsschutz der Besatzung an Bord. Darüber hinaus gibt es beim Lade- und Löscharbeiten Geräuschemissionen, die „nicht gewollt“ sind und nur schwer vermieden werden können (Stoßgeräusche beim Absetzen von Containern, Rangiergeräusche beim Bewegen schwerer Lasten, Geräusche durch die Bewegung von Rampen und Luken und des Schiffes am Pier). Operationell lassen sich dennoch auch einige Geräuschequellen vermeiden oder reduzieren. Hierzu zählen z. B. der Betrieb von Lüftern an Bord: Während der Rangierzeiten an Bord der Schiffe werden zum Austausch der durch Abgase belasteten Luft die bordeigenen Lüfter betrieben. Diese Lüfter erzeugen bei der Abgabe der Luft in den Lüfterköpfen an Deck erhebliche Lautstärken. Oft werden diese Geräusche noch durch klappernde Teile verstärkt. Nach Beendigung der Lade- und Löscharbeiten können (mit Verzug zum Austausch der belasteten Luft) diese Lüfter abgestellt werden. Bei Untersuchungen in einigen Häfen wurde aber festgestellt, dass dies nicht immer der Fall ist. Die Lüfter liefen aus Unachtsamkeit oder auch, weil es kein „Problembewusstsein“ gab, oft viel länger als nötig. Nach Einführung von Handlungsanweisungen konnten diese Emissionen ohne großen Aufwand erheblich gesenkt werden, wodurch sich außerdem für die betroffenen Reedereien noch Kostenersparnisse für den Betrieb der Lüfter ergaben.

6.4.1 Möglichkeiten der Schallreduzierung an Land

Entsprechend einschlägiger Untersuchungen sind 65 % der europäischen Bevölkerung nicht akzeptierbaren Geräuschpegeln ausgesetzt, meistens aufgrund von städtischem Verkehr. Dies kann verschiedene gesundheitliche und emotionale Belastungen hervorrufen (Stress, Ärger). Es wird häufig über Ruhe- bzw. Schlafstörungen geklagt, weitere Effekte sind Konzentrations- und Aufnahmeschwierigkeiten. Ab 85 Dezibel können Schädigungen am Gehör auftreten, dieser Geräuschpegel ist allerdings vergleichsweise selten⁵².

Durch das ständig zunehmende Verkehrsaufkommen wird Lärm zu einem immer größer werdenden Problem in den städtischen Gebieten. Abgesehen von der objektiv zunehmenden Belastung ist auch die betroffene Bevölkerung immer weniger bereit, Lärm zu akzeptieren. Dies führt in vielen Städten zu Bürgerprotesten, wovon zunächst die Initiativen in der Nähe von Flugplätzen am besten bekannt sind. Allerdings kommt es auch in vielen Städten, deren Zentrum dicht an Häfen liegen, durch Lärm zunehmend zu Anwohnerbeschwerden. Deshalb werden – um Hafenumflächen nicht verlagern zu müssen – verstärkt Maßnahmen zur Reduzierung der Geräuschemissionen eingesetzt.

Im Juni 2002 ist deshalb von der EU eine Richtlinie zu „Erfassung und Management von Umweltlärm“⁵³ beschlossen worden. Die Richtlinie bezieht sich zunächst auf Ballungsgebiete mit mehr als 250.000 Einwohnern (100.000 im Jahre 2012), d. h., es werden einige Hafenstädte hiervon betroffen sein. Der Fokus liegt in erster Linie auf Straßen, Eisenbahn und Flughäfen. Die explizite Anwendung auf Häfen wurde zwar diskutiert, aber zunächst verworfen. Mit besonderer Betonung auf Industriegebiete, hier einschließlich von Häfen, sollen Geräuschkarten (2006) mit der Angabe von Geräuschpegeln erstellt werden. Basierend darauf sollen „Aktionspläne“ (2008) zum Management exzessiver Geräuschbelastungen ausgearbeitet werden.

Entsprechend der *EU-Noise-Directive* muss ein Hafen Geräuschpläne erstellen und *Action-plans* entwickeln. Amsterdam entwickelt zurzeit ein *EU Noise Zoning and Management-System* sowie einen Vorschlag für einen akzeptablen Standard für Geräuschentwicklung im Hafen. Die Ziele des Projektes sind:

- Erstellung einer Übersicht über bestehende *Noise management systems*,
- Vergleich bestehender System zur Lärmreduzierung,
- Aufstellung der wichtigsten *Peak noises*,
- Bestandsaufnahme der *Best practise* zur Lärmreduzierung,
- Report an die *EU Noise Steering Group*. [I5]

Aufgrund von Anwohnerbeschwerden wurden in einigen Häfen bereits Maßnahmen eingeführt, um Geräuschemissionen zu reduzieren. Hierzu zählen besonders:

- Aufbau von Lärmschutzwänden,

⁵² Quelle: <http://www.t-e.nu/docs/Factsheets/2003/122003UrbanHealth.pdf>

⁵³ DIRECTIVE 2002/49/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL, of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise, L189/12, 18.07.2002

- Kapseln von lauten Aggregaten mit lärmabsorbierenden Materialien,
- Möglichst niedrige Verlegung von Lärmquellen,
- Ersatz von *forklifts and reach-stackers with gantry cranes with rubber tyres*,
- Ersatz von Dieselfahrzeugen mit Elektrofahrzeugen,
- Verzicht auf Fahrzeuge mit hohen Drehzahlen,
- Modifikation von akustischen Alarmsignalen beim Rangieren,
- Ersatz von einem großen Fahrzeug durch mehrere kleine,
- Bekleidung von Prellböcken (an Land, Trailern, Waggonen) mit Gummischützen.

Es wird zudem versucht, besonders lärmintensive Aktivitäten in die Tagesstunden zu verlegen und den internen Verkehr generell zu reduzieren. Als wichtiger Punkt wird zudem die Kommunikation mit Anwohnern genannt, um schon im Vorwege im Dialog auf Vorbehalte von Betroffenen eingehen zu können und gemeinsam nach Lösungsvorschlägen zu suchen. Wie weiter unten dargestellt, kann auch die landseitige Versorgung der Schiffe während der Liegezeit mit elektrischem Strom eine erhebliche Reduktion der Belastung durch Lärm bringen.

6.5 Verringerung von Vibration

An Bord der Schiffe lassen sich Vibrationen durch eine flexible Lagerung der Maschinen erreichen. Dies wird auf Schiffen durchgeführt, auf denen Vibrationen unbedingt vermieden werden müssen, wie z. B. auf Forschungsschiffen während der Messfahrt. Auf konventionellen Schiffen spielt diese Problemstellung keine Rolle, weil sich die Notwendigkeit der Vermeidung von Vibrationen in der Nähe von Wohngebieten im Hafen in der Regel so nicht gibt. Dies ist - wenn überhaupt - nur für Fähr- und Passagierschiffe relevant, weil von den Organisationsgebern der Reisen gewünscht wird, dass diese Schiffe möglichst in der Nähe der Zentren von Städten festmachen, wie es z. B. auch beim neuen Kreuzfahrterminal in Hamburg an der alten Speicherstadt der Fall ist. In der Praxis ist auch für diese Schiffe eine Umrüstung auf flexible Lagerung der Maschinen nicht umsetzbar, weil sie sehr kompliziert und teuer ist.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, diese Schiffe am Liegeplatz mit Landstrom zu versorgen (siehe auch Kapitel 7). Wenn Haupt- und Hilfsmaschinen abgestellt werden, entfallen hiermit auch die Hauptquellen für Vibrationen.

Die dritte Alternative, nämlich die Verlegung des Liegeplatzes für Kreuzfahrtschiffe weiter entfernt von Wohn- und Geschäftsbereichen, ist von der Stadt- und Hafenwirtschaft, die den Hafen für Reiseorganisatoren attraktiv machen möchte, sowie von Reiseveranstaltern unerwünscht. Für Lübeck-Travemünde ist diese Situation allerdings in Zukunft zwangsläufig gegeben, weil zukünftig eine Brücke den Zugang zu den Liegeplätzen, an denen diese Probleme auftreten, versperren wird. Durch den Bau der Brücke werden Kreuzfahrtschiffe mit einer Länge von mehr als 100 m nicht mehr in das Zentrum von Lübeck fahren können.

7 Die Versorgung der Schiffe während der Liegezeit mit Landstrom

Die Versorgung der Schiffe während der Liegezeit mit Landstrom wird hier gesondert dargestellt, da sie im Hafen eine Reihe unterschiedlicher Probleme reduzieren könnte. Neben der Verringerung bzw. Vermeidung der Abgasemissionen des Schiffsbetriebes sind dies auch eine Reduzierung der Lärm- und Vibrationsemissionen. Grundsätzlich ist eine externe Stromversorgung von Schiffen möglich. Sie wird z. B. in der Regel während der Werftliegezeiten der Schiffe eingesetzt, da hier häufig Haupt- und Hilfsmaschinen überholt werden. Allerdings wird in diesem Fall der Verbrauch an Bord auf ein Minimum reduziert, wodurch sich ein erheblicher Unterschied zur benötigten Leistung im Normalbetrieb des Schiffes ergibt.

Eine wesentliche Rolle spielt der Unterschied im Leistungsbedarf verschiedener Schiffstypen. Während für Fährschiffe von einem groben Anhaltswert von etwa 2 MW benötigter Leistung ausgegangen wird, können Passagierschiffe oder Containerschiffe mit hohem Kühlcontaineranteil 7–11 MW Leistung benötigen.

Eine Stromversorgung, wie sie während der Werftliegezeiten angewandt wird, ist im modernen Fährbetrieb nicht einzusetzen. Aufgrund der unterschiedlichen Spannungen und Frequenzen und deren Verhältnis zu der erforderlichen Leistungsübertragung ergeben sich kostenaufwändige und personalintensive Lösungen, die für die Praxis ungeeignet sind. Während an Land in Europa in der Regel im Mittelspannungsbereich 10, 20 oder 30 kV/50 Herz angeboten werden (im Ausland gibt es andere Leistungsdaten), ist die Situation diesbezüglich auf Schiffen ganz unterschiedlich. Hier können von 3 bis zu 11 kV und 50 bzw. 60 Herz angetroffen werden.

Durch die Entwicklung leistungsfähiger, unterbrechungsfreier Stromversorgungsschaltenteile ist es aber grundsätzlich möglich, auch große Leistungen, wie sie bei der Schiffsversorgung im normalen Betrieb während der Liegezeit erforderlich sind, so einzusetzen, dass der Bordbetrieb mit allen elektronischen und elektrotechnischen Anwendungen ohne Störung bzw. Unterbrechung fortgesetzt werden kann, auch wenn zwischen Landstrom und Bordstrom gewechselt wird.

Die Übertragung der erforderlichen Leistungen kann mittels einigermaßen handhabbarer Kabel nur durch Spannungen im Mittelspannungsbereich erfolgen. Auf Schiffe können basierend auf der bestehenden Landstromversorgung in der Regel 6,6 oder 10 kV eingesetzt werden. Dies erfordert langfristig eine Standardisierung der Ausrüstung der Schiffe mit einer Ergänzung der Hauptstromverteilung, damit die Mittelspannungsebene aufgenommen werden kann und sie so umzuspannen, wie es für die Versorgung des Schiffes erforderlich ist.

Von den Kaianlagen muss die Stromversorgung stationär oder mit Fahrzeugen zum Schiff gebracht und ggf. über einen Ausleger an die Anschluss-Box an Bord angeschlossen werden.

Systeme dieser Art werden in der Marine verwendet, um auch auf hoher See Stromversorgungen zu anderen Schiffen zu ermöglichen. Da diese Systeme in der zivilen Schifffahrt bisher kaum angewandt wurden bzw. nur mit geringeren Leistungen, sollte die Entwicklung und Erprobung am Beispiel des Anschlusses eines Schiffes in einem weiteren Forschungsvorhaben realisiert werden.

Diese Lösung könnte für bestimmte Fälle auch wirtschaftliche Vorteile haben, da die Kosten für die bordseitig erzeugte Kilowattstunde eventuell sogar über den Kosten liegen, die für die an Land zur Verfügung gestellte Kilowattstunde bei Gewerbekunden berechnet werden. Hinzu kommt, dass die finanziellen Aufwendungen für Kraftstoffe mit hoher Sicherheit steigen werden und die Wartungsintervalle der bordeigenen Maschinen durch die Landstromversorgung verlängert werden könnten. Wenn die Stromübertragungstechnik an den Kaianlagen installiert und die Schiffe entsprechend ausgerüstet wären, könnte sich damit auch ein gesamtwirtschaftlicher Vorteil für den Hafenstandort Lübeck ergeben.

Landstromversorgungen gibt es in der kommerziellen Schifffahrt bereits seit einigen Jahren. Zwischen den Häfen von Stockholm und Helsinki wird von der Viking-Line seit Mitte der 90er Jahre für die Passagierschiffe eine Landstromversorgung eingesetzt. In Alaska (Juneau) ist von der Princess-Line eine Landstromversorgung für Passagierschiffe eingerichtet worden, die von 5 Schiffen der Flotte genutzt wird. Hierfür zahlte Princess-Lines ca. 5,5 Mio USD für die Station an Land und jeweils ca. 550.000 USD für die Installation an Bord. Die laufenden Kosten betragen ca. 1.000 USD pro Tag und Schiff am Liegeplatz mehr, als wenn während der Hafentiegezeit weiterhin Treibstoff auf den Schiffen eingesetzt worden wäre.

Für Frachtschiffe ist seit einigen Jahren die Landstromversorgung in Göteborg bekannt. Sie wurde installiert, weil sich das betroffene Hafenareal in unmittelbarer Nähe von Wohnbezirken befand, und die Anwohner sich durch die Schiffsemissionen belästigt fühlten. Als Alternative zur kompletten Verlegung der Liegeplätze bot sich nur die Versorgung der Schiffe mit Landstrom an. Die Anlage ist seit 2000 in Betrieb, ebenso wie das Gegenstück im Hafen von Zeebrügge, der von den Schiffen von Stora Enso, die im festen Zellulose-Transport eingesetzt werden, regelmäßig angelaufen werden. Berechnungen haben ergeben, dass der Schadstoffausstoß dadurch im Hafen von Göteborg um ca. 80 t Stickoxide, 60 t SO_x und 2 t Partikel pro Jahr reduziert wird. In Schifffahrtskreisen sind diese Beispiele als „nicht umsetzbar für die normale kommerzielle Schifffahrt“ in der Regel abgetan worden.

Abbildung 36: Stromversorgung der Schiffe durch eine Kabelverbindung im Hafen



Quelle: Shore-connected electricity supply to vessels in the port of Göteborg, www.portgot.se.

7.1 Landstromversorgung von Schiffen in Los Angeles

Für einen Durchbruch im Sinne einer zunehmenden Akzeptanz könnte der Aufbau einer Landstromanlage für konventionelle große Containerschiffe in Los Angeles und deren offizielle Einweihung am 21. Juni 2004 sorgen. Weil hierfür umfangreiche Voruntersuchungen durchgeführt wurden, soll sie etwas ausführlicher dargestellt werden.

Der gesamte Hafen hat acht moderne Containerterminals, schlägt ca. 5,5 Mio. TEU pro Jahr um und liegt damit an 7. Stelle der Umschlagsmenge weltweit. Der Anlass für die Installation einer ersten Landstromanlage war der gleiche wie in anderen Häfen: Die Luftbelastung durch Schiffe wurde von der Öffentlichkeit nicht mehr akzeptiert⁵⁴. Damit der Hafen weiter expandieren kann, wurde eine Reihe ganz unterschiedlicher Maßnahmen initiiert um die Emissionen zu reduzieren. Eine davon sollte die Versorgung der Schiffe mit Landstrom sein. Man hatte errechnet, dass von den von der Schifffahrt emittierten 33 t Stickoxiden pro Tag (inkl. Revierfahrt und Manöverzeiten) ca. 11 t von den Hilfsmaschinenbetrieb während der Liegezeit herrührten. Dieses Verhältnis zwischen Haupt- und Hilfsmaschinen wurde in Bezug auf den Ausstoß von Partikeln als vergleichbar angesehen.

Das erste Schiff, das hier mit Landstrom versorgt wurde, war das *M/V Xin Yang Zhou* der China Shipping Company. Die Reederei hat zugesagt, 5 Neubauten mit der bordseitigen Installation auszurüsten, für 14 bestehende Schiffe will die Reederei eine Nachrüstung prüfen. Während der offiziellen Einweihung der Landstromversorgung wurde zwischen dem Hafen und sieben weiteren Reedereien ein *Memorandum of Understanding* unterzeichnet, in dem eine zukünftige Nutzung von Landstromanlagen vereinbart wurde.

Vorausgegangen war der Maßnahme eine eingehende Untersuchung der technischen und finanziellen Machbarkeit einer Landstromversorgung von Schiffen.

7.1.1 Die *Cold Ironing Study*: Landstromverbindung von Schiffen in Los Angeles

In der *Cold Ironing Study* [32] wurden zunächst im Hafen die operativen Rahmenbedingungen für unterschiedliche Liegeplätze erfasst und die Schiffe, die hier festmachen identifiziert. Durch die Größe und Multifunktionalität des Hafens konnten alle wichtigen Schiffstypen berücksichtigt werden.

Es wurden außerdem die technischen Voraussetzungen und der Leistungsbedarf an Bord der verschiedenen Schiffe ermittelt. Hier wurden bereits erhebliche Unterschiede deutlich, die für die Versorgung der Schiffe relevant sind. Besonders wichtig war hierbei der ermittelte Leistungsbedarf während der Liegezeit, der in Abhängigkeit von Schiffstyp stark variiert.

⁵⁴ “Environmentalists and homeowner groups sued the port in 2001 over the China Shipping terminal, successfully shutting down work on the project for several months. The lawsuit was settled in March, resulting in a precedent-setting agreement that required the port to provide \$50 million worth of environmental projects to San Pedro and Wilmington” [<http://209.157.64.200/focus/f-news/928831/posts>].

Tabelle 38: Die Rahmenbedingungen zur Versorgung von Schiffen mit Landstrom

Vessel Type	Vessel Name	Vessel ID	Year Built	Vessel Operator	Usual Terminal & Berth	Terminal Operator	Average Berth Time (hrs/call)	Calls per Year
Container	<i>Victoria Bridge</i>	9184926	1998	K-Line	J232	International Transportation Services	44	10
Container	<i>Hanjin Paris</i>	9128128	1997	Hanjin	T136	Total Terminals	63	10
Container	<i>Lihue</i>	7105471	1971	Matson	C62	SSA Terminals	50	16
Container/ Reefer	<i>OOCL California</i>	9102289	1996	OOCL	F8	Long Beach Container Terminal	121	8
Reefer	<i>Chiquita Joy</i>	9038945	1994	Inchcape/WD	E24	California United Terminals	68	25
Cruise	<i>Ecstasy</i>	8711344	1991	Carnival	H4	Carnival	12	52
Tanker	<i>Alaskan Frontier</i>	NA	2004	Alaska Tanker	T121	ARCO Terminal Services Corp	33	15
Tanker	<i>Chevron Washington</i>	7391226	1976	Chevron Texaco	B84	Shell	32	16
Tanker	<i>Groton</i>	7901928	1982	BP	B78	ARCO Terminal Services Corp.	56	24
Dry Bulk	<i>Ansac Harmony</i>	9181508	1998	Transmarine	G212	Metropolitan Stevedore	60	1
RO-RO	<i>Pyxis</i>	8514083	1986	Toyofuji	B83	Toyota	17	9
Break Bulk	<i>Thorseggen</i>	8116063	1983	Seaspan Shipping	D54	Forest Terminals	48	21

Quelle [32]: ENVIRON International Corporation for Port of Long Beach, Long Beach, California: "Cold ironing cost effectiveness", Volume I Report, California, March 30, 2004.

Tabelle 39: Schiffstyp, -größe und Leistungsbedarf

Vessel Type	Vessel Name	Gross Registered Tonnage	Number of Generator Engines	Installed Generator Capacity (kW)	Average Load (kW)	Load Factor (% of capacity)
Container vessels	<i>Victoria Bridge</i>	47,541	4	5,440	600	11%
	<i>Hanjin Paris</i>	65,453	4	7,600	4,800	63%
	<i>Lihue</i>	26,746	2	2,700	1,700	63% ¹
	<i>OOCL California</i> ²	66,046	4	8,400	950	62%
Reefers	<i>Chiquita Joy</i>	8,665	5	5,620	3,500	62% ¹
Cruise vessels	<i>Ecstasy</i>	70,367	2	10,560	7,000	66% ¹
Tankers	<i>Alaskan Frontier</i>	185,000	4	25,200	3,780	15%
	<i>Chevron Washington</i>	22,761	2	2,600	2,300	89%
	<i>Groton</i>	23,914	2	1,300	300	23%
Dry bulk	<i>Ansac Harmony</i>	28,527	2	1,250	625	50% ¹
Auto carrier	<i>Pyxis</i>	43,425	3	2,160	1,510	70%
Break bulk	<i>Thorseggen</i>	15,136	3	2,100	600	29%

1- Estimated from a survey response for a similar vessel.

2- *OOCL California* reported load was lower than had been measured, and was likely the result of very few refrigerated containers, so a 62% load factor was assumed, similar to other reefers.

Quelle [32]: ENVIRON International Corporation for Port of Long Beach, Long Beach, California: "Cold ironing cost effectiveness", Volume I Report, California, March 30, 2004.

Da die Kosten für die Landstromversorgung an Land und an Bord in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren erheblich variieren können, wurde weiter ermittelt, welche Schiffstypen wie oft den Hafen anlaufen und wie lang die Liegezeiten sind. Eine Übersicht über die elektrische Auslegung an Bord, den Leistungsbedarf und die Kosten gibt folgende Tabelle 41.

Tabelle 40: Zusammenfassung der Kosten für die bordseitige Installation

Vessel	KW	Volts	Amperes	Cost
<i>Victoria Bridge</i>	700	450	1120	\$296,000
<i>Hanjin Paris</i>	4800	450	7700	\$1,106,000
<i>Lihue</i>	1700	450	2800	\$452,000
<i>OOCL California</i>	5200	450	8300	\$977,000
<i>Chiquita Joy</i>	3500	450	5600	\$751,000
<i>Ecstasy</i>	7000	6600	765	\$574,000
<i>Alaskan Frontier</i>	7800	6600	850	\$457,000
<i>Chevron Washington</i>	2300	4160	400	\$380,000
<i>Groton</i>	300	450	480	\$202,000
<i>Ansac Harmony</i>	600	450	960	\$296,000
<i>Pyxis</i>	1500	450	2420	\$414,000
<i>Thorseggen</i>	600	450	960	\$236,000

Quelle [32]: ENVIRON International Corporation for Port of Long Beach, Long Beach, California: "Cold ironing cost effectiveness", Volume I Report, California, March 30, 2004.

Auf Basis des eingesetzten Treibstoffes, der Maschinenleistung und der Liegezeit wurden die Emissionen quantifiziert, um den potentiellen Nutzen einschätzen zu können. Abgesehen von den zurzeit in der Schifffahrt diskutierten Schadstoffen wurden solche berücksichtigt, für die es in absehbarer Zeit ebenfalls Regelungsbedarf geben wird.

Tabelle 41: Emissionen ausgewählter Schiffe während der Liegezeit

Vessel Name	Emission (tons/yr)					
	VOC	CO	NO _x	PM ₁₀	SO _x	Combined
<i>Victoria Bridge</i>	0.0	0.7	3.8	0.43	3.5	8.4
<i>Hanjin Paris</i>	0.6	2.3	53.9	4.93	40.4	102
<i>Lihue</i>	0.1	0.4	4.1	3.64	22.8	31.1
<i>OOCL California</i>	0.7	13.7	73.5	8.36	68.4	165
<i>Chiquita Joy</i>	0.9	15.9	85.5	9.72	79.5	191
<i>Ecstasy</i>	0.8	2.9	69.3	6.34	51.9	131
<i>Chevron Washington</i>	0.1	0.1	7.4	0.29	1.5	9.4
<i>Groton</i>	0.1	0.6	4.3	0.10	0.4	5.5
<i>Alaskan Frontier</i>	0.4	1.4	25.3	2.98	24.4	54.5
<i>Ansac Harmony</i>	0.0	0.1	0.5	0.06	0.5	1.2
<i>Pyxis</i>	0.0	0.6	3.2	0.36	3.0	7.1
<i>Thorseggen</i>	0.1	1.6	8.6	0.15	0.6	11.0
Total	3.9	40.3	340	37.4	297	718

Quelle [32]: ENVIRON International Corporation for Port of Long Beach, Long Beach, California: "Cold ironing cost effectiveness", Volume I Report, California, March 30, 2004.

Es sollten durch die Quantifizierung vor allem die Schiffe berücksichtigt werden, die häufige bzw. lange Liegezeiten aufweisen und die mit verhältnismäßig großer Maschinenleistung die größten Schadstoffemissionen verursachen. Es stellte sich heraus, dass die Kosteneffizienz ganz unterschiedlich war. Für das Kreuzfahrtschiff *MV ECSTACY* war sie aufgrund des hohen Leistungsbedarfes, dem hohen Verschmutzungspotenzial und der Tatsache, dass das Schiff praktisch einmal pro Woche (wenn auch nur für 12 Stunden) im Hafen festmachte, am besten war.

Tabelle 42: Leistungsbedarf und Kosten/Nutzen-Analyse der Landstromversorgung

	<i>Victoria Bridge</i>	<i>Hanjin Paris</i>	<i>Lihue</i>	<i>OOCL California</i>	<i>Chiquita Joy</i>	<i>Ecstasy</i>	<i>Chevron Washington</i>	<i>Groton</i>	<i>Alaskan Frontier</i>	<i>Anzac Harmony</i>	<i>Pyxis</i>	<i>Thorseggen</i>
Total calls per year	10	10	16	8	25	52	16	24	15	1	9	21
Average Berth Time (hrs/call)	44	63	50	121	68	12	32	56	33	60	17	48
Average Power Demand at Berth (kW)	600	4,800	1,700	5,200	3,500	7,000	2,300	300	3,780	600	1,510	600
Total Annual Power Use (Million kW-hr)	0.3	3.0	1.3	5.0	5.8	3.8	1.1	0.4	1.8	0.0	0.2	0.6
Cost Effectiveness (\$1,000/ton)	\$87	\$15	\$37	\$11	\$11	\$9	\$44	\$42	\$15	\$426	\$38	\$90
Ranking	10	5	6	3	2	1	9	8	4	12	7	11
Cost-Effective (Yes/No)	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	No	No	No

Quelle [32]: ENVIRON International Corporation for Port of Long Beach, Long Beach, California: "Cold ironing cost effectiveness", Volume I Report, California, March 30, 2004.

Wichtigste Voraussetzung für eine positive Kosten/Nutzen-Bilanz ist eine hohe Leistungsannahme und damit Emissionsreduzierung des Schiffes am Liegeplatz. Unter den Gegebenheiten in Los Angeles war für die positive Kosten/Nutzen-Bilanz eine Leistungsannahme von mindestens 1.800.000 kWh nötig. Unter der Annahme, dass eine Kosten-Nutzen-Effizienz gegeben ist, wenn die Kosten 15.000 USD pro Tonne reduzierter Emissionen unterschreiten, erwies sich die Versorgung der Schiffe mit Landstrom in fünf Fällen als sinnvoll.

Tabelle 43: Übersicht über das Gesamtergebnis der Untersuchung

Vessel Name	Vessel Operator	Vessel Type	Pier and Berth	Combined Emission Reduction (tons/yr)	Total NPV (\$)	Cost Effectiveness (\$/ton)	Rank
<i>Victoria Bridge</i>	K-line	Container	J232	8.3	\$7,251,000	\$87,000	10
<i>Hanjin Paris</i>	HANJIN	Container	T136	100.3	\$14,717,000	\$15,000	5
<i>Lihue</i>	Matson	Container	C62	30.2	\$11,266,000	\$37,000	6
<i>OOCL California</i>	OOCL	Container	F8	165	\$18,527,000	\$11,000	3
<i>Chiquita Joy</i>	Great White	Reefer	E24	187.9	\$20,155,000	\$11,000	2
<i>Ecstasy</i>	Carnival	Cruise	H4	129.0	\$12,160,000	\$9,000	1
<i>Chevron Washington</i>	Chevron Texaco	Tanker	B84	8.7	\$3,817,000	\$44,000	9
<i>Groton</i>	BP	Tanker	B78	5.3	\$2,202,000	\$42,000	8
<i>Alaskan Frontier</i>	Alaska Tanker	Tanker	T121	53.4	\$8,251,000	\$15,000	4
<i>Ansac Harmony</i>	Transmarine	Dry Bulk	G212	1.2	\$5,032,000	\$426,000	12
<i>Pyxis</i>	Toyofuji	RO-RO	B83	7.0	\$2,693,000	\$38,000	7
<i>Thorseggen</i>	Seaspan	Break Bulk	D54	10.7	\$9,589,000	\$90,000	11
Average of All Vessels				59.0	\$9,638,000	\$69,000	
Total of All Vessels				698.3	\$108,409,000	\$16,000	

Quelle [32]: ENVIRON International Corporation for Port of Long Beach, Long Beach, California: "Cold ironing cost effectiveness", Volume I Report, California, March 30, 2004.

Die Tabelle zeigt neben der Kosten/Nutzen Effizienz die quantifizierten möglichen Reduktionspotenziale für jedes Schiff bzw. Terminal. Dass sich für die Schifffahrt hierdurch nicht nur Kosten, sondern auch Treibstoffersparnisse ergeben können, zeigt die folgende Tabelle 44:

Tabelle 44: Jährliche Treibstoffeinsparungen

Vessel Name	Fuel Type	Fuel Savings	
		(metric tons/yr)	(\$/yr)
<i>Victoria Bridge</i>	HFO	57	\$9,000
<i>Hanjin Paris</i>	HFO	655	\$106,000
<i>Lihue</i>	HFO	371	\$60,000
<i>OOCL California</i>	HFO	1,111	\$181,000
<i>Chiquita Joy</i>	HFO	1,291	\$210,000
<i>Ecstasy</i>	HFO	842	\$137,000
<i>Chevron Washington</i>	MGO	330	\$100,000
<i>Groton</i>	MGO	87	\$26,000
<i>Alaskan Frontier</i>	HFO	397	\$64,000
<i>Ansac Harmony</i>	HFO	8	\$1,000
<i>Pyxis</i>	HFO	48	\$8,000
<i>Thorseggen</i>	HFO	130	\$39,000

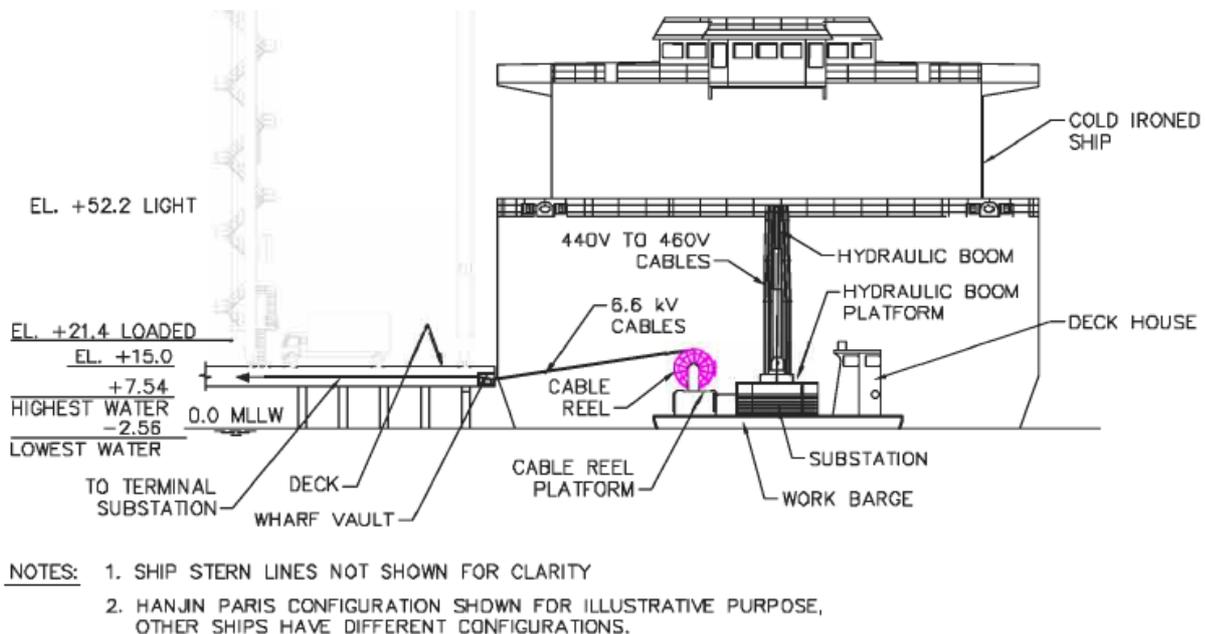
Quelle [32]: ENVIRON International Corporation for Port of Long Beach, Long Beach, California: "Cold ironing cost effectiveness", Volume I Report, California, March 30, 2004.

7.1.2 Auslegung der Landstromanlage in Los Angeles an Land

Abgesehen von einigen wenigen Beispielen für Sonderfälle (s. o.), gibt es kaum Erfahrungen mit dem Aufbau einer Landstromverbindung für Schiffe an Land. Es stellte sich heraus, dass für verschiedene Terminal unterschiedliche Auslegungen möglich bzw. sinnvoll sind. Aus Gründen der Flexibilität und um durch die landseitigen Installationen den Hafenbetrieb nicht zu stören, können der Transformator, die Kabeltrommel etc. auf einer Barge installiert werden. (Siehe hierzu Abbildung 37).

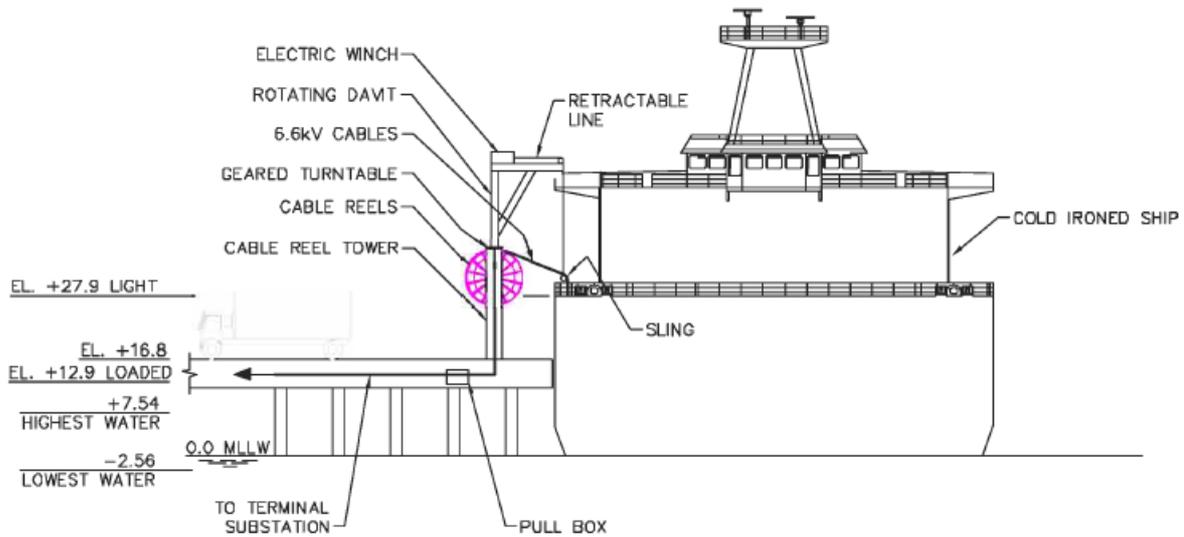
Diese Version ist allerdings verhältnismäßig teuer und erfordert einen relativ hohen Personaleinsatz. Eine Installation aller benötigten Anlagen an Land ist demgegenüber einfacher und weniger kostenintensiv, setzt aber in der Regel bautechnische Modifikationen voraus.

Abbildung 37: Landstromverbindung durch das Schiff mit einer Barge



Quelle [32]: ENVIRON International Corporation for Port of Long Beach, Long Beach, California: "Cold ironing cost effectiveness", Volume I Report, California, March 30, 2004.

Abbildung 38: Landstromverbindung durch ausschließliche Installation an Land



- NOTES: 1. SHIP STERN LINES NOT SHOWN FOR CLARITY
 2. CHEVRON WASHINGTON CONFIGURATION SHOWN FOR ILLUSTRATIVE PURPOSE, OTHER SHIPS HAVE DIFFERENT CONFIGURATIONS.

Quelle [32]: ENVIRON International Corporation for Port of Long Beach, Long Beach, California: “Cold ironing cost effectiveness”, Volume I Report, California, March 30, 2004.

Beide Varianten wurden durchgerechnet und gingen in die Kosten-Nutzen-Analyse für die Konstellation am jeweiligen Liegeplatz ein. Eine Zusammenfassung der landseitigen Installation bietet folgende Tabelle:

Tabelle 45: Kostenaufstellung für die Landstromverbindung an Land

Vessel Name	Terminal	Meter to Terminal Substation Run	Substation	Terminal Substation to Wharf Run	Run Under the Wharf	Wharf Vaults	Fender Piles	Wharf Ladder	Single Cable Reel Towers (6.6kV)	Double Cable Reel Towers (2x6.6kV)	Combo Single and Double Reel (3x6.6kV)	Total
Victoria Bridge	ITS	\$15,471	\$57,973	\$13,326	\$103,318	\$163,367	\$23,725	\$25,188	\$0	\$0	\$0	\$402,000
Hanjin Paris	TII	\$15,471	\$112,390	\$13,326	\$6,078	\$163,367	\$23,725	\$25,188	\$0	\$0	\$0	\$360,000
Lihue	SSA	\$134,085	\$107,344	\$115,495	\$6,078	\$163,367	\$23,725	\$25,188	\$0	\$0	\$0	\$575,000
OOCL California	LBCT	\$15,471	\$57,973	\$13,326	\$6,078	\$163,367	\$23,725	\$25,188	\$0	\$0	\$0	\$305,000
Chiquita Joy	CUT	\$39,194	\$107,344	\$33,760	\$103,318	\$163,367	\$23,725	\$25,188	\$0	\$0	\$0	\$496,000
Ecstasy	Carnival	\$59,822	\$143,636	\$51,528	\$32,211	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$468,455	\$756,000
Alaskan Frontier	BP	\$49,508	\$143,636	\$42,644	\$27,957	\$0	\$0	\$0	\$0	\$378,690	\$0	\$1,642,000 ⁽¹⁾
Chevron Washington	Shell	\$11,346	\$107,344	\$9,773	\$6,078	\$0	\$0	\$0	\$0	\$378,690	\$0	\$513,000
Groton	BP	\$150,587	\$57,973	\$129,709	\$6,078	\$0	\$0	\$0	\$247,845	\$0	\$0	\$592,000
Anzac Harmony	MS	\$20,938	\$57,973	\$18,035	\$103,318	\$163,367	\$23,725	\$25,188	\$0	\$0	\$0	\$413,000
Pyxis	Toyota	\$2,063	\$57,973	\$1,777	\$6,078	\$0	\$0	\$0	\$247,845	\$0	\$0	\$316,000
Thorseggen	FT	\$36,925	\$57,973	\$31,805	\$97,240	\$163,367	\$23,725	\$25,188	\$0	\$0	\$0	\$436,000

Quelle [32]: ENVIRON International Corporation for Port of Long Beach, Long Beach, California: “Cold ironing cost effectiveness”, Volume I Report, California, March 30, 2004.

Die Tatsache, dass das *MV ECSTACY* durch den hohen Leistungsbedarf und der an Land zur Verfügung stehenden Mittelstromversorgung von 6.6 KV eine dreifache Kabelversorgung braucht, schlägt kostentechnisch erheblich zu Buche. Eine Darstellung der Kostensituation an Bord und an Land gibt folgende Tabelle:

Tabelle 46: Kostenübersicht an Bord und an Land

Vessel Name	Vessel side (S)	SCE (S)	Terminal (S)	Work-barge (S)	Terminal O&M (S/yr)	Workboat O&M (S/yr)
<i>Victoria Bridge</i>	\$296,000	\$944,000	\$402,000	\$1,805,000	\$49,000	\$350,000
<i>Hanjin Paris</i>	\$1,106,000	\$3,039,000	\$360,000	\$2,216,000	\$49,000	\$462,000
<i>Lihue</i>	\$452,000	\$941,000	\$575,000	\$2,048,000	\$49,000	\$530,000
<i>OOCL California</i>	\$977,000	\$761,000	\$305,000	\$2,216,000	\$49,000	\$6,000,000
<i>Chiquita Joy</i>	\$751,000	\$977,000	\$496,000	\$2,048,000	\$49,000	\$979,000
<i>Ecstasy</i>	\$574,000	\$2,323,000	\$756,000	\$0	\$71,000	\$0
<i>Alaskan Frontier</i>	\$457,000	\$2,413,000	\$1,642,000	\$0	\$21,000	\$0
<i>Chevron Washington</i>	\$380,000	\$796,000	\$513,000	\$0	\$22,000	\$0
<i>Groton</i>	\$202,000	\$495,000	\$592,000	\$0	\$33,000	\$0
<i>Ansac Harmony</i>	\$296,000	\$717,000	\$413,000	\$1,805,000	\$49,000	\$150,000
<i>Pyxis</i>	\$414,000	\$707,000	\$316,000	\$0	\$12,000	\$0
<i>Thorseggen</i>	\$236,000	\$567,000	\$436,000	\$1,805,000	\$49,000	\$641,000

Quelle [32]: ENVIRON International Corporation for Port of Long Beach, Long Beach, California: "Cold ironing cost effectiveness", Volume I Report, California, March 30, 2004.

Die tatsächlich realisierte Stromverbindung am Terminal 100 in Los Angeles ist in folgender Abbildung dargestellt. In diesem Fall konnte die Landstromverbindung ohne Barge hergestellt werden).

Abbildung 39: Landstromversorgung von Terminal 100 in Los Angeles

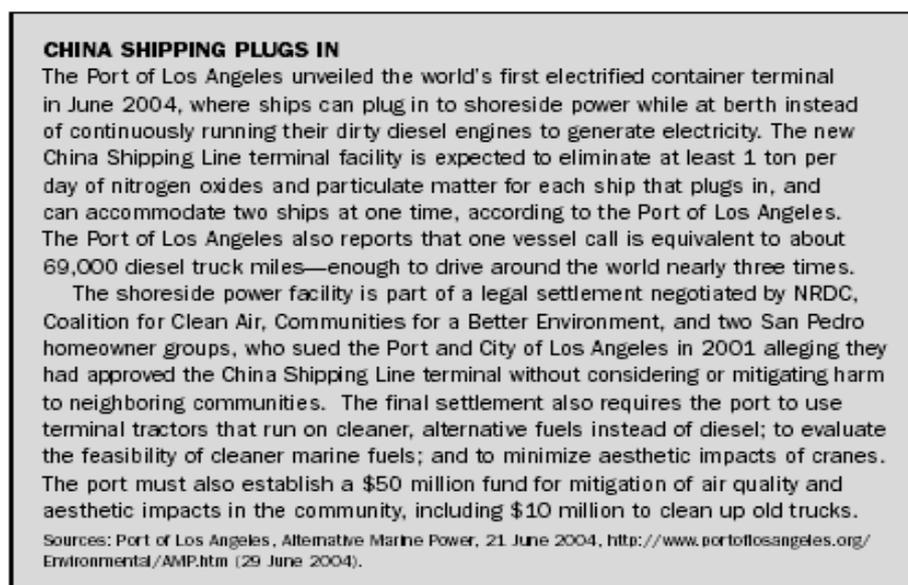


Quelle: <http://pnwis.org/2004%20Events/PortAQ/T.L%20Garrett.pdf>

Aufgrund der Untersuchung wurde der Terminal 100 beispielhaft mit einer Landstromversorgung ausgerüstet. Die Reederei China Shipping hat bereits ein Schiff auf Landstromabnahme umgerüstet. Die Umrüstung weiterer Schiffe ist vorgesehen.

In einem offiziellen Statement zur Inbetriebnahme der Anlage heißt es: „Port officials estimate that the cost of retrofitting container vessels for AMP will range from \$200,000 to \$500,000 per ship. They’re currently negotiating with other shipping companies to partner in the technology. So far, six other firms have signed a memorandum of understanding with the port for future use of AMP while their container vessels are berthed: Evergreen America, Mitsui OSK, Nippon Yusen Kaisha, Orient Overseas Container Line, P&O Nedlloyd and the Yang Ming Line”.

Abbildung 40: Elektrische Stromversorgung am Terminal 100 in Los Angeles



Quelle [37]: D. Bailey, T. Plenys, G. Solomon, T. Campbell, G. Ruderman, J. Masters, B. Tonkonogy: HARBORING POLLUTION - Strategies to Clean Up U.S. Ports, August 2004.

7.1.3 Zusammenfassung der Ergebnisse der *Cold Ironing* Studie

Die Versorgung der Schiffe im Hafen mit landseitig erzeugtem Strom kann eine Reihe verschiedener Problem lösen. Für Kreuzfahrtschiffe wurde errechnet, dass während der Manöver- und Liegezeit im Hafen an einem Tag das Äquivalent von 12.400 Autos oder 1.5 t Stickoxide emittiert werden. Im Vergleich zum Betrieb der Hilfskessel werden durch den an Land erzeugten Strom ca. 99 % NO_x-, 83-97 % Partikel-, annähernd 100 % SO_x-Schadstoffe und 66 % Klimagase weniger emittiert⁵⁵.

⁵⁵ Quelle: Environ for the Port of Long Beach, West Coast Governor's Global Warming Initiative Ports Working Group Report.

Die Schiffe werden durch die Landstromverbindung in die Lage versetzt, während der Hafentiegezeit ihre Hilfsdiesel bzw., beim Diesel-Elektrik-Prinzip die Hauptmaschinen abzustellen. Dieses Vorgehen hätte folgende Auswirkungen:

Für die Bevölkerung in der Hafenstadt:

- Eine Reduzierung der Abgasemissionen (verschiedene Schadstoffe)
- Eine Reduzierung von Lärm und Vibrationen

Für die Reederei / Schiffbesatzungen:

- Die Einsparung von Kosten für Brenn- und Schmierstoffe
- Eine Reduzierung der Abgasbelastung, Lärm und Vibrationen
- Die Gelegenheit zur Wartung und Reparatur der Generatoren und Hilfsdiesel
- Die Verlängerung der Wartungsintervalle (Einsparungen durch längere Standzeiten)
- Eventuell einen höheren Wiederverkaufswert des Schiffes durch geringere Betriebsstundenanzahl der Generatoren

Eine Landstromversorgung der Schiffe kann allerdings nicht alle schiffsgenerierten Emissionen im Hafen reduzieren. Während der Liegezeit wird weiterhin Heizleistung benötigt, die zurzeit noch nicht durch elektrischen Strom bereit gestellt werden kann. Das bedeutet, dass trotz Landstromversorgung der Hilfskessel betrieben werden muss. Hierfür müssen andere Lösungsmöglichkeiten gesucht werden (z. B. Einsatz von Abgasfiltern). Außerdem eignet sich die Landstromversorgung erst ab einer gewissen Liegezeitdauer, da das Runter- und Hochfahren der Schiffsmaschinen mit Fahren im Teillastbereich bzw. bei kalten Maschinen mit erhöhten Emissionen verbunden ist.

Das Handling der Kabel, die Synchronisation etc. wird zumindest für den Bereich der benötigten Leistungen beim Fährverkehr in Lübeck-Travemünde als unproblematisch angesehen und ist mit der oft zitierten Situation vor einigen Jahren und z. B. auch bei den Marine nicht mehr vergleichbar. Die benötigte Leistung kann mit einem Kabel (Durchschnitt ca. 7 cm) und handliche Steckverbindungen zur Verfügung gestellt werden. Die Auslegung einer solchen Landstromanlage ist von der Firma Siemens zusammengefasst worden (Original s. Anhang).

7.2 Beschreibung der Auslegung einer Landstromanlage der Fa. Siemens

Die nachstehende, funktionelle Projektbeschreibung definiert den Aufbau der einzelnen Primär- und Sekundärfunktionen eines 10-kV-Landanschlusses für Schiffe mit einer Gesamtleistung von 1,6 MVA bei 50 Hz (60 Hz s. Punkt 11). Die einpolige Darstellung und die Bilder eines bereits realisierten 10-kV-Mittelspannungslandanschlusses finden Sie in der Anlage zu dieser Spezifikation.

Die im folgenden beschriebenen, technischen Punkte sind auf dem Vorwege bereits mit dem Germanischen Lloyd abgestimmt worden. Bei Vorlage von Detailzeichnungen und Spezifikationen werden diese, basierend auf dieser Projektbeschreibung, zur Genehmigung freigegeben.

1. 10 kV Leistungsschalterfeld für die landseitige Energieversorgung des 1,6 MVA Transformators an Bord des Schiffes.

Das Vakuum-Leistungsschalterfeld ist für die Nennspannung von 10 kV und einen Nennkurzschlussabschaltstrom von 16 kA ausgelegt.

2. 10 kV Trossenkabel zur Energiezuführung

Das Trossenkabel ist für eine Strombelastung von 320 A auszulegen, um an Land eine Standardisierung der Trossen und der 10 kV Steckvorrichtung zu erreichen. Das Trossenkabel beinhaltet neben der Energieversorgung die Adern für den Potenzialausgleich und dem Lichtwellenleiter für die Land – Bordkommunikation.

3. Trossentrommel an Land

Auf Schiffen sind mittelspannungsseitige Komponenten nur dann zugelassen, wenn sie festmontiert sind. Aus diesem Grund ist die Kabeltrommel auf der Landseite zu installieren und fahrbar auszuführen, um den entsprechenden Anschlusspunkt auf der Schiffsseite zu erreichen. Die Trossentrommel besitzt eine Kabelzugüberwachung mit Not – Aus Funktion. Dies bedeutet bereits eine Vorab - Standardisierung in Verbindung mit den Schiffen, die mit einem 10 kV Bordnetz ausgerüstet sind.

4. Industrie – Steckverbindung für die Leistungs- und Steuerkabel

Für die 10 kV Leistungsverbindung und die Steuerkabelverbindung wurde eine Industrie - Steckverbindung für einen Nennstrom von 320 A ausgewählt. Diese Steckverbindung besitzt einen Pilotkontakt als Not - Aus Funktion und realisiert ebenfalls die Sekundärverbindung Lichtwellenleiter (LWL). Über zwei weitere Kontakte wird der Potenzialausgleich Land / Schiff hergestellt. Der 10 kV Stecker wird an dem Trossenkabel montiert. Die Gegenseite ist auf dem Schiff zu installieren.

5. 1,6 MVA Transformator an Bord

Der Gießharztransformator kann dann in IP 00 ausgeführt werden, wenn die Aufstellung in einem elektrisch verriegelten Raum erfolgt. Ist dies nicht garantiert, so ist der Transformator in einem Schutzgehäuse in IP 23 aufzustellen. Der Transformator ist entsprechend den erwarteten Belastungen durch Vibrationen an Bord in der Schiffsausführung mit mechanischen Längs- und Querversteifungen auszuführen. Abhängig von der Kabellänge der Steckverbindung zum Transformator ist zu prüfen, ob das Kabel mit Sicherungen geschützt werden muss.

6. Strom- und Spannungsmessung an Bord

In dem Transformatorraum ist eine Strom- und Spannungsmessung zu installieren. Sie ist erforderlich für die Realisierung der Transformator Differentialschutzfunktion, der Überstromzeitschutzfunktion an Bord und der automatischen Abschaltung des Bordnetzes im Störfall. Darin integriert sind die Signale für Trafo-Warnung und Trafo-Abschaltung.

7. Sekundärschutzeinrichtungen an Land

In dem 10 kV Leistungsschalterfeld der Landversorgung ist ein digitales Schutzgerät installiert, welches mit dem Bordnetz über LWL und Profibus DP kommuniziert. Dieses Schutzgerät erfasst einen auftretenden Erdschluss in Richtung der Schiffsversor-

gung. Eine Erdschlusserfassung ist auf dem Schiff in der Schiffs-Hauptschalttafel bereits realisiert.

8. Sekundärschutzeinrichtungen auf dem Schiff

Im Zuge der Transformatorüberwachung wird die Trafo - Temperaturwarnung als Meldung zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung gestellt. Das Signal der Trafo - Abschaltung wird direkt auf den 10 kV Leistungsschalter der Landversorgung geführt. Es erfolgt die sofortige 10 kV Abschaltung und automatische Erdung des Landanschlusses.

9. Verriegelungsbedingungen, Land - Schiff

Das Stecken des 10 kV Landanschlusstekkers darf nur dann möglich sein, wenn das speisende Netz geerdet ist. Wird während der landseitigen 10 kV Versorgung der Stecker gezogen, erfolgt automatisch die Öffnung des 10 kV Leistungsschalter an Land und der Erdungsdraufscharter wird automatisch geschlossen.

10. Land – Bord Kommunikation

Nach dem Herstellen der landseitigen Primär- und Sekundär-Steckverbindungen wird die Zuschaltung der Energieversorgung automatisch, unter der Berücksichtigung der geforderten Verriegelungsbedingungen, über die LWL Verbindung per Profibus DP vom Schiff ausgeführt. Das Personal an Land stellt nur die mechanische Steckverbindung her. Danach erfolgt das Aktivieren des Landanschlusses automatisch von der Schiffsseite aus.

11. 60 Hz Versorgung

Die Anbindung von Schiffen mit einem 60 Hz Bordnetz an eine 50 Hz Landversorgung kann in zwei Varianten erfolgen und zwar über rotierende oder statische Umformer. Da bei rotierenden Umformern mit nicht unerheblichen Problemen in der Beherrschung der Kurzschlussleistung gerechnet werden muss, wird der Einsatz von statischen Umrichtern empfohlen, die bei Siemens bereits in Leistungsgrößen von 1 MVA und größer realisiert wurden.

12. Allgemeines

Alle erforderlichen Umbau- und Modifikationsmaßnahmen an der Schiffsschalttafel sind nicht Bestandteil dieser Ausführung. Zu betrachten sind bei allen möglichen Landanschlüssen folgende Netzbedingungen:

- Sternpunktbehandlung
- Einwirkungen von Überspannungen, z. B. durch Blitzeinschlag
- Netzentkopplung und der damit verbundenen Kurzschlussbetrachtung bei der Versorgung mehrerer Schiffe von einem Landanschluss.

8 Betrachtung der rechtlichen Einflussmöglichkeiten zum Schutz der Umwelt

Das Kapitel 8 stellt die rechtlichen Rahmenbedingungen dar, um Handlungsspielräume unabhängig von wirtschaftlichen, sozialen und sonstigen Aspekten aufzuzeigen. Diverse internationale und nationale Rechtsvorschriften, Verordnungen und freiwillige Selbstverpflichtungen mit ihren entsprechenden Wirk- und Zuständigkeitsgrenzen bilden die Grundlage für die Handlungsoptionen. Im Folgenden wird untersucht, ob die rechtlichen Rahmenbedingungen eine Ermächtigungsgrundlage dafür liefern können, vor dem Hintergrund zunehmender Schiffsbewegungen und der damit verbundenen Emissionen in den deutschen Seehäfen die Schiffseigner sowie der Hafenbetreiber zu bestimmten Umweltschutzmaßnahmen zu verpflichten. Es werden die Themen relevanten internationalen, europarechtlichen sowie nationalen Regelungen erörtert. Besonders wird der Frage nachgegangen, ob es auf Grundlage des Völkerrechts, europäischen oder nationalen Rechts möglich ist, verbindliche Verpflichtungen vorzunehmen. Abschließend wird als Alternative zum Ordnungsrecht eine freiwillige Selbstverpflichtung der Häfen sowie der Schiffseigner diskutiert und die damit verbundenen Fragen dargestellt.

8.1 Internationales Recht

Im Rahmen des internationalen Rechts sind insbesondere das Seerechtsübereinkommen sowie die Regelungen des MARPOL-Übereinkommens und der Helsinki-Konvention einschlägig.

8.1.1 UN-Seerechtsübereinkommen

Das Seerechtsübereinkommen ist mit insgesamt 436 Artikeln ein sehr umfangreicher und bedeutsamer multilateraler Vertrag. Er ersetzt die vier Genfer Seerechtskonventionen von 1958 und trifft Regelungen über nahezu alle Bereiche des Seevölkerrechts (Abgrenzung der verschiedenen Meereszonen wie Küstenmeer, Anschlusszone, Meerengen, Archipelgewässer, ausschließliche Wirtschaftszone, Festlandsockel, Hohe See; Nutzung dieser Gebiete durch Schifffahrt, Überflug, Kabelverlegung, Fischerei und wissenschaftliche Meeresforschung, Schutz der Meeresumwelt, Entwicklung und Weitergabe von Meerestechnologie; Regelung des Meeresbodenbergbaus; Streitbeilegung, insbesondere Errichtung des Internationalen Seegerichtshofes). Durch das SRÜ wurde sowohl geltendes Seevölkerrecht kodifiziert als auch neue seevölkerrechtliche Normen geschaffen wie beispielsweise im Bereich des Meeresumweltschutzes.

Gemäß Artikel 17 [Recht der friedlichen Durchfahrt] des UN-Seerechtsübereinkommens⁵⁶ genießen die Schiffe aller Staaten das Recht der friedlichen Durchfahrt durch das Küstenmeer. Dieses Recht ist als eine wichtige Einschränkung der Souveränität der Küstenstaaten zu verstehen. Der Begriff „Durchfahrt“ ist in Artikel 18 [Bedeutung der Durchfahrt] SRÜ definiert als:

⁵⁶ Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen vom 10. Dezember 1982 [BGBl. 1994 II, S.1799].

„die Fahrt durch das Küstenmeer zu dem Zweck, [...]

b) in die inneren Gewässer einzulaufen oder sie zu verlassen oder eine solche Reede oder Hafenanlage anzulaufen oder zu verlassen“.

Auf das Recht der friedlichen Durchfahrt kann sich allerdings nicht berufen werden, wenn nach Artikel 19 Abs. 2 SRÜ⁵⁷ das fremde Schiff bestimmte Tätigkeiten nach Art. 19 Abs. 2 lit. a-l) SRÜ vornimmt, z. B. nach Art. 19 Abs. 2 lit. h SRÜ „eine vorsätzliche schwere Verschmutzung entgegen diesem Übereinkommen“ verursacht. Ob eine Luftverschmutzung im Rahmen der allgemein anerkannten Standards als „vorsätzliche schwere Verschmutzung“ i. S. v. Artikel 19 Abs. 2 lit. h) SRÜ subsumiert werden kann, erscheint fraglich.

Die Luftverschmutzung durch Schiffe könnte unter die Definition von Artikel 1 Abs. 1 Nr. 4 SRÜ fallen, ungeachtet dessen, dass in erster Linie die Luft verschmutzt wird und die Meeresumwelt lediglich indirekt. Dieses könnte sich aus dem Wortlaut „unmittelbare oder mittelbare Zuführung [...] in die Meeresumwelt“ ergeben. Unterstützt wird diese Ansicht auch durch Artikel 194 [Maßnahmen zur Verhütung, Verringerung und Überwachung der Verschmutzung der Meeresumwelt] Abs. 3 lit. a), der „das Freisetzen von giftigen oder schädlichen Stoffen oder von Schadstoffen, insbesondere von solchen, die beständig sind, vom Land aus, aus der Luft oder durch die Luft oder durch Einbringen“ erfasst. Darüber hinaus verlangt Artikel 212 [Verschmutzung aus der Luft oder durch die Luft] Abs. 1 SRÜ, dass die Staaten „Gesetze oder sonstige Vorschriften zu Verhütung, Verringerung und Überwachung der Verschmutzung der Meeresumwelt aus der Luft oder durch die Luft“ erlassen. Beide Bestimmungen sind jedoch lediglich auf eigene Schiffe anwendbar, d. h. auf Schiffe mit deutscher Flagge oder auf solche, die in das deutsche Register eingetragen sind⁵⁸. Außerdem geht Artikel 21 [Gesetze und sonstige Vorschriften des Küstenstaats über die friedliche Durchfahrt] Abs. 2 SRÜ dem Artikel 212 [Verschmutzung aus der Luft oder durch die Luft] vor. Ferner muss es sich nach Art. 19 Abs. 2 lit. h SRÜ um eine „schwere vorsätzliche Verschmutzung“ handeln. Eine solche wird im Zweifel nicht vorliegen, wenn die international geltenden technischen Standards beachtet werden.

Dennoch steht es dem Küstenstaat gemäß Artikel 21 [Gesetze und sonstige Vorschriften des Küstenstaates über die friedliche Durchfahrt] Abs. 1 SRÜ frei, Gesetze und sonstige Vorschriften über die friedliche Durchfahrt zu erlassen. Diese können u. a. gemäß lit. f) auf den Bereich „Schutz der Umwelt des Küstenstaats und Verhütung, Verringerung und Überwachung ihrer Verschmutzung“ erlassen werden⁵⁹. Inhaltliche Einschränkungen gebieten Art. 21 II und Art. 24 SRÜ. Die Regelungen dürfen demnach nicht zu einer vom SRÜ nicht umfassten Beschränkung der friedlichen Durchfahrt führen und nicht den Bau, die Bemannung oder Ausrüstung eines fremden Schiffes tangieren. Denkbar wären demnach zum Beispiel Einschränkungen der Geschwindigkeit des Schiffes.

⁵⁷ vgl. Artikel 19 Abs. 2: „Die Durchfahrt eines fremden Schiffes gilt als Beeinträchtigung des Friedens, der Ordnung oder der Sicherheit des Küstenstaats, wenn das Schiff im Küstenmeer eine der folgenden Tätigkeiten vornimmt: [...]“. Aufzählung verschiedener Tätigkeiten in Punkt a bis l.

⁵⁸ Gesetz über das Flaggenrecht der Seeschiffe und die Flaggenführung der Binnenschiffe (Flaggenrechtsgesetz) vom 26. Oktober 1994. Vgl. dazu auch die Flaggenrechtsverordnung vom 4. Juli 1990 [BGBl. I 1990, S. 1389] und Schiffsregisterordnung vom 26. Mai 1951 [BGBl. I 1951, S. 355].

⁵⁹ Vgl. Artikel 211 Abs. 4 sowie Artikel 212 SRÜ

Artikel 211 [Verschmutzung durch Schiffe] SRÜ bestimmt das Recht der Staaten zum Erlass von Vorschriften zur Verhütung, Verringerung und Überwachung der von Schiffen ausgehenden Verschmutzungen (Regelungsbefugnis). Die Artikel 218⁶⁰ ff. [Durchsetzung durch Hafenstaaten] und insbesondere 222 [Durchsetzung in bezug auf Verschmutzung aus der Luft oder durch die Luft] SRÜ begründen zum Schutz der Meeresumwelt besondere Durchsetzungsrechte des Hafen- und des Küstenstaates. Eine explizite Regelung hinsichtlich der Verschmutzung der Meeresumwelt durch Schiffe findet sich in Artikel 211 Abs. 3 und 4 SRÜ. Danach ist ein Staat gehalten und berechtigt, im Rahmen der zuständigen internationalen Organisationen oder einer allgemeinen diplomatischen Konferenz geeignete internationale Regeln und Normen zu schaffen.

Gemäß Artikel 194 [Maßnahmen zur Verhütung, Verringerung und Überwachung der Verschmutzung der Meeresumwelt] Abs. 1 SRÜ kann ein Staat, „je nach den Umständen einzeln oder gemeinsam, alle mit diesem Übereinkommen übereinstimmenden Maßnahmen, die notwendig sind, um die Verschmutzung der Meeresumwelt ungeachtet ihrer Ursache zu verhüten, zu verringern und zu überwachen; [...]“ ergreifen. Solche Maßnahmen können sich auch auf die Luftverschmutzung beziehen.

Gemäß den Bestimmungen des SRÜ dürfen also keine Pflichten für den Betrieb von Anlagen, die der friedlichen Durchfahrt dienen, auferlegt werden. Dieses betrifft hingegen den Betrieb aller anderen Anlagen nicht, z. B. der Anlagen zur Be- und Entladung sowie der Anlagen während der Liegezeit des Schiffes. Der Küstenstaat besitzt gemäß Artikel 2 [Rechtsstatus des Küstenmeeres] SRÜ in den inneren Gewässern⁶¹ eine umfassende Regelungs- und Durchsetzungskompetenz⁶². Schifffahrtsrechte sind bezüglich der inneren Gewässer nicht ausdrücklich geregelt. Es gibt in den inneren Gewässern jedenfalls kein Recht der friedlichen Durchfahrt gemäß Artikel 17 ff. [Friedliche Durchfahrt im Küstenmeer] SRÜ. Der Küstenstaat ist generell nicht verpflichtet, Schiffen anderer Staaten Einfahrt in seine inneren Gewässer oder gar Zugang zu seinen Häfen zu gestatten⁶³. So ist der Küstenstaat gemäß Artikel 25 [Schutzrechte des Küstenstaats] Abs. 2 SRÜ berechtigt:

„[...] in bezug auf Schiffe, die in seine inneren Gewässer einlaufen oder eine Hafenanlage außerhalb der inneren Gewässer anlaufen wollen, die erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen, um jede Verletzung der Bedingungen zu verhindern, die für das Einlaufen solcher Schiffe in die inneren Gewässer oder für ihr Anlaufen solcher Anlagen bestehen.“

Diese Regelungskompetenz für das Anlaufen ergibt sich ferner aus Art. 211 Abs. 3 SRÜ.⁶⁴

60 Die Regelung des Artikel 218 SRÜ ist nicht mit „Port State Control“ i.S. des Paris MoU bzw. der PSC Richtlinie zu verwechseln.

61 Innere Gewässer gemäß Artikel 8 i.V.m. 5 SRÜ aus der Linie des mittleren Wasserstandes in der Ostsee [Peterson, Deutsches Küstenrecht, 1989, S. 32f., 39 ff.].

62 Vgl. den Nicaragua-Fall (Nicaragua vs. Vereinigte Staaten) 1986 [ICJ Reports 1986, S. 14].

63 Dazu vgl. das Diskriminierungsverbot gemäß Artikel 227 SRÜ, das Genfer Seehäfen-Übereinkommen von 1923 sowie die bilateralen Schifffahrts- und Seeverkehrsübereinkommen [Lagoni in AVR 1988, S. 284 ff., 296 ff. und 307 ff.]; Ausgenommen sind Schiffe in Not (force majeure).

⁶⁴ So auch Koch/Ziehm, Schiffssicherheit und Meeresumweltschutz, ZUR 2005, S. 16, 20. Siehe ferner Rat der EU, Gutachten des juristischen Dienstes vom 21.3.2003 zur Vereinbarkeit des Vorschlags für eine Verordnung zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 417/2002 mit dem internationalen Seerecht, 7610/03.

8.1.2 MARPOL-Übereinkommen

1973 beschloss die *International Maritime Organisation* (IMO), eine Unterorganisation der UNO, auf einer Konferenz das MARPOL-Übereinkommen. Ziel des Internationalen Übereinkommens zur „Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe“ ist die Reduzierung des Eintrags von Schadstoffen in das Meer durch die Schifffahrt. Dies soll durch umfassende schiffbauliche Vorschriften, Ausrüstungsverpflichtungen, Betriebsvorschriften und Einleitungsverbote gewährleistet werden. Aufgrund der gestiegenen internationalen Beachtung der Luftverschmutzung und der Bedeutung der Seeschifffahrt, haben im Jahre 1990 die Mitgliedsstaaten der IMO diese aufgefordert sich des Themas anzunehmen. Die Vertragsparteien des Übereinkommens verpflichten sich, die Vorschriften auf die unter ihrer Hoheitsgewalt betriebenen Schiffe anzuwenden.

MARPOL beinhaltet derzeit 6 Anlagen, wobei Anlage VI u. a. für Schiffsabgase relevant ist. MARPOL setzt nur Mindeststandards, d. h. den „kleinsten gemeinsamen Nenner“. Die technischen Möglichkeiten sind damit keineswegs ausgeschöpft. Mit der Unterzeichnung durch Samoa am 18. Mai 2004 hat die Anlage VI „Regeln zur Verhütung der Verschmutzung der Luft durch Schiffe“ des Protokolls von 1997 zum MARPOL-Übereinkommen 73/78 den notwendigen Ratifizierungsumfang erreicht. Die Anlage VI trat damit am 19. Mai 2005 in Kraft.

Es wird vertreten, dass die Vertragsstaaten des SRÜ und des MARPOL-Übereinkommens sich des Rechts auf nationale Regelungen für das Anlaufen ihrer Häfen dadurch begeben haben, dass sie die MARPOL-Standards vereinbarten. Dem ist entgegen zu halten, dass nach Art. 9 Abs. 2 MARPOL-Übereinkommen bei Konflikten zwischen dem MARPOL-Übereinkommen und dem SRÜ das letztere den Vorrang hat.

Daher können sich die Vertragsstaaten auch nach einer Regelung im Rahmen des MARPOL-Übereinkommens sich auf das Recht nach Art. 25 Abs. 2 und Art. 211 Abs. 3 SRÜ berufen und nationale Vorschriften für das Anlaufen ihrer Häfen erlassen.⁶⁵

8.1.3 Helsinki-Abkommen

Das Übereinkommen vom 09.04.1992 über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebietes [1] (Helsinki-Übereinkommen oder HÜ)⁶⁶ enthält mit Art. 15 S. 1 im Hauptvertragsteil eine Naturschutzvorschrift, welche die Vertragsparteien verpflichtet, „einzeln oder gemeinsam hinsichtlich des Ostseegebiets und seiner von der Ostsee beeinflussten Küstenökosysteme alle geeigneten Maßnahmen zur Erhaltung natürlicher Lebensräume und der Artenvielfalt sowie zum Schutz ökologischer Abläufe“ zu treffen. Hauptinstrument zur Umsetzung dieser Verpflichtung ist nach HELCOM-Empfehlung 15/5 (HELCOM, 1994a) die Errichtung eines Systems von geschützten Küsten- und Meeresgebieten in der Ostsee (coastal and marine baltic sea protected areas – BSPAs). Besondere Aufmerksamkeit ist neben (weiteren) küstennahen Gebieten, Meeresgebieten außerhalb der Hoheitsgewässer zu widmen.

Weitere HELCOM-Empfehlungen betreffen etwa:

⁶⁵ Siehe hierzu Koch, Ziehm, aaO, S. 21.

⁶⁶ Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebietes vom 9. April 1992 [BGBl. 1994 II, S. 1397].

- den Schutz von Robben (Recommendation 9/1),
- den Schutz des Küstenstreifens (Recommendation 15/1),
- die Erhaltung der natürlichen Küstendynamik (Recommendation 16/3),
- die Verringerung von Einleitungen aus mariner Fischzucht (Recommendation 18/3),
- den Schutz und die Verbesserung der Wildlachsbestände in der Ostsee (Recommendation 19/2),
- einen nachhaltigen und umweltfreundlichen Tourismus in den Küstenzonen des Ostseegebiets (Recommendation 21/3) und
- den Schutz stark gefährdeter oder unmittelbar bedrohter Meeres- und Küstenbiotope des Ostseegebiets (Recommendation 21/4).

Mit Beginn des Jahres 2000 trat die überarbeitete Helsinki-Konvention zum Schutze der Meeresumwelt des Ostseegebietes in Kraft.

Das Helsinki-Übereinkommen verweist in seinem Artikel 8 über „Prevention of Pollution from Ships“ auf Anhang IV. Hierin wird in Rule 4, Artikel 10 ein Verbrennungsverbot von Schiffsabfällen an Bord für Schiffe unter der Flagge von Mitgliedsstaaten ausgesprochen. Andere Regelungen zu Luftemissionen von Schiffen sind im Helsinki-Übereinkommen nicht erfasst.

Ferner verlangt das Übereinkommen von den Vertragsparteien (Dänemark, Deutschland, EU, Estland, Finnland, Lettland, Litauen, Polen, Russland, Schweden), individuell und gemeinsam alle notwendigen Maßnahmen zu ergreifen, um natürliche Lebensräume, Naturprozesse und die biologische Vielfalt des Ökosystems Ostsee einschließlich der Küstenzonen zu erhalten, zu pflegen und zu entwickeln. Bis zu diesem Zeitpunkt hatte sich die Konvention vor allem mit Umweltschutzfragen auf dem Meer beschäftigt.

8.2 Europarecht

Die Bestrebungen der EU stärken die globale Anerkennung von MARPOL 73/78 und schaffen die Grundlage unter europäischem Recht die Harmonisierung der internationalen Schifffahrtsgesetzgebung voranzutreiben.

Die Vorstöße der EU versuchen die internationale Gemeinschaft an strengere Anforderungen zu binden. Im Juli 2004 einigte sich der Ministerrat auf Vorschlag der EU-Kommission, die Vorgaben für strengere Anforderungen zu definieren. Danach soll der Grenzwert von Schwefeldioxid im Kraftstoff für Schiffe in Sondergebieten auf 1,5 Prozent und für besondere Schiffsverkehre sinken⁶⁷. Es existieren mehrere neuere Stellungnahmen und Berichte der EU-

⁶⁷ Maximum sulphur content of marine fuels used in SOx Emission Control Areas and by passenger ships operating on regular services to or from ports in the European Community: 1. Member States shall take all necessary measures to ensure that marine fuels are not used in the areas of their territorial seas, exclusive economic zones and pollution control zones falling within SOx Emission Control Areas if the sulphur content of those fuels exceeds 1.5% by mass. This shall apply to all vessels of all flags, including vessels whose journey began outside the Community. (...) 4. Member States shall take all necessary measures to ensure that, from the date referred to in paragraph 2(a), marine fuels are not used in their territorial seas, exclusive economic zones and pollution control zones by passenger ships operating on regular services to or from any Community port if the sulphur

Kommission, in denen auf die Dringlichkeit der Verringerung der Emissionen durch Schiffe hingewiesen wird, wie z. B. im Ansatz, Sanktionen zu erheben).

Mit der Verabschiedung der Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie hat die Europäische Gemeinschaft den Rahmen für die künftige Rechtsentwicklung im Bereich der Luftqualität geschaffen. Die Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie verfolgt insbesondere vier Ziele:

- die Definition von Luftqualitätszielen
- die Beurteilung der Luftqualität anhand einheitlicher Methoden
- die Verfügbarkeit von Informationen über die Luftqualität und die Unterrichtung der Öffentlichkeit
- die Erhaltung guter Luftqualität und die Verbesserung der Luftqualität

Die in der Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie genannten Ziele und Prinzipien werden in sogenannten Tochterrichtlinien konkretisiert. Die Richtlinie 1999/30/EG benennt die Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft. Die Europarechtlichen Vorschriften zur Reduzierung von Emissionen sind jedoch in den meisten Fällen nicht auf Seeschiffe anwendbar. So sind z. B. schwere Heizöle für Schiffe noch nicht gesetzlich von der EU geregelt. Die EU engagiert sich aber innerhalb der IMO und koordiniert das einheitliche Auftreten der EU-Mitgliedsstaaten. Die regionalen Schutzstandards innerhalb der EU liefern Impulse für die internationale Entwicklung.

Nach derzeitigem Stand sind drei verschiedene Vorschriften zur Reduzierung der Luftschadstoffe im Seetransport in Kraft, zwei weitere Richtlinien befindet sich im Gesetzgebungsverfahren:

a) Richtlinie 2001/81/EG

Die Richtlinie 2001/81/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe⁶⁸ sieht in Artikel 8 Abs. 2 vor, dass die Kommission dem Europäischen Parlament und dem Ministerrat bis zum 31. Dezember 2002 über nationale Programme zur fortschreitenden Verminderung der nationalen Emissionen⁶⁹ durch den Seeverkehr berichtet. Bis spätestens 2010 haben die Mitgliedsstaaten gemäß Artikel 4 die nationalen Emissionshöchstmengen an Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffoxiden (NO_x), flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) und Ammoniak (NH₃) zu begrenzen.

b) Richtlinie 1999/32/EG

Die Richtlinie 1999/32/EG des Rates vom 26. April 1999 über eine Verringerung des Schwefelgehalts bestimmter flüssiger Kraft- oder Brennstoffe und zur Änderung der Richtlinie 93/12/EWG⁷⁰ formuliert den Beitrag des Seeverkehrs zu den Emissionen von Schwefeldi-

content of those fuels exceeds 1.5% by mass. Member States shall be responsible for the enforcement of this requirement at least in respect of vessels flying their flags and vessels of all flags while in their ports.

[<http://register.consilium.eu.int/pdf/en/04/st11/st11483.en04.pdf>]

⁶⁸ Amtsblatt Nr. L 309 vom 27/11/2001 S. 0022-0030.

⁶⁹ Hiermit sind die Gesamtemissionen durch den Seeverkehr im Hoheitsgebiet unabhängig vom Flaggenstaat gemeint.

⁷⁰ Amtsblatt Nr. L 121 vom 11/05/1994 S. 0013-0018.

oxid und Stickstoffoxiden sowie zu Konzentrationen und Ablagerungen von Luftschadstoffen in der Gemeinschaft. Es wird sichtbar, dass die Emissionen zu verringern sind. Artikel 7 Absatz 3 der Richtlinie 1999/32/EG des Rates vom 26. April 1999 über eine Verringerung des Schwefelgehalts bestimmter flüssiger Kraft- oder Brennstoffe und zur Änderung der Richtlinie 93/12/EWG⁷¹ sieht vor, dass die Kommission prüft, welche Maßnahmen ergriffen werden könnten, um den Beitrag zur Versauerung zu reduzieren, der auf die Verfeuerung von anderen als den in Artikel 2 Absatz 3 jener Richtlinie genannten Gasölen für den Seeverkehr zurückgeht.

c) Richtlinie 1994/63/EG

Die Richtlinie 94/63/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 1994 zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (VOC-Emissionen) bei der Lagerung von Ottokraftstoff und seiner Verteilung von den Auslieferungslagern bis zu den Tankstellen⁷¹ wird mit der 20. Verordnung zur Durchführung des BImSchG⁷² in deutsches Recht umgesetzt. Sie beschreibt Anforderungen an die Errichtung und Beschaffenheit und Betrieb von Tanks und anderen Behältnissen und nennt Grenzwerte für VOC-Emissionen, die beim Be- und Entladen von Schiffen emittiert werden.

d) Entwurf einer EU Richtlinie zur Änderung der RL 99/32 hinsichtlich des Schwefelanteils in von Schiffen verwendeten Treibstoffen

Der Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 99/32/EG hinsichtlich des Schwefelgehalts von Schiffskraftstoffen vom 20. November 2002, Band II (Vorlage der Kommission) 73 fordert die Reduzierung der Schwefelemissionen von Seeschiffen in den europäischen Meeresgebieten um 80 % anstatt der in der ursprünglichen RL 99/32 vorgesehenen 10 % im Vergleich zu den Emissionen im Jahr 2000.

Maßnahmen wie die Einführung eines Schwefelgrenzwertes von 1,5 % für alle Arten von Schiffskraftstoffen, die von Schiffen in der Nordsee, im Ärmelkanal und in der Ostsee verwendet werden, die Einführung eines Schwefelgrenzwertes von 1,5 % für Schiffskraftstoffe, die von Fahrgastschiffen im Linienverkehr (ab 01. Juli 2007) verwendet werden, die Einführung eines Schwefelgrenzwertes von 0,2 % (0,1 % ab 1. Januar 2008) für Schiffskraftstoffe, die von Schiffen auf den Binnenwasserstraßen und an Liegeplätzen verwendet werden, damit die Luftqualität an Häfen und Binnenwasserstraßen verbessert wird oder die Einführung eines Schwefelgrenzwertes von 1,5 % für in der EU verkauften Schiffsdiesel verschärfen die RL 99/32.

In dem Vorschlag werden ferner Kontrollmechanismen wie Schiffkraftstoffprobung, das Führen von Logbüchern mit Angaben zur Brennstoffumstellung und eine Berichtspflicht festgelegt. Bis spätestens 31.12.2010 muss dem Europäischen Parlament und dem Rat ein Bericht über die Anwendung der Richtlinie und eventuelle Änderungen vorgelegt werden.

⁷¹ Amtsblatt Nr. L 365 vom 31/12/1994 S. 0024-0033.

⁷² Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen und Lgarn von Ottokraftstoffen vom 27. Mai 1998, BGBl. I. S. 1174, zuletzt geändert durch Art. 3 der Verordnung vom 24. Juni 2002, BGBl. I S. 2247

⁷³ KOM(2002) 595 endg. - Amtsblatt Nr. C 045 vom 25.05.2003].

e) Entwurf einer EU Richtlinie über schiffsbedingte Verschmutzung und die Einführung von Sanktionen

Der Entwurf einer EU Richtlinie über schiffsbedingte Verschmutzung und die Einführung von Sanktionen wurde im Januar 2004 durch das Europäische Parlament angenommen (Doc A5-0388/2003; 2003/0037 COD). Der Zweck dieser geplanten Richtlinie ist die Einführung der internationalen Standards für schiffsbedingte Verschmutzungen gemäß MARPOL 73/78 in das Recht der Europäischen Gemeinschaft. Es soll sichergestellt werden, dass Personen, die für illegale Verschmutzungen verantwortlich sind, adäquate Sanktionen erhalten können⁷⁴. Wenn die EU Mitgliedstaaten Konventionen über den Schutz der Umwelt (z. B. HELCOM⁷⁵) in ihr jeweiliges nationales Rechtssystem implementieren würden, wäre eine EU Richtlinie zu Sanktionen nicht notwendig.

8.3 Nationales Recht

Das UN-Seerechtsübereinkommen ist für Deutschland am 16. November 1994 in Kraft getreten. Damit gehen die Vorschriften des UN-Seerechtsübereinkommens gemäß Artikel 25 GG den nationalen Gesetzen vor, d. h. dem einfachen Bundesrecht und dem gesamten Landesrecht. Hier ist auf die Völkerrechtsfreundlichkeit der deutschen Rechtsordnung hinzuweisen⁷⁶. Der Grundsatz der Völkerrechtsfreundlichkeit des Grundgesetzes stellt keine allgemeine Regel des Völkerrechts dar. Er folgt insbesondere aus der Präambel des Grundgesetzes, aus Art. 1 Abs. 2 und den Art. 24 bis 26 GG und verpflichtet außerhalb der von Art. 25 GG erfassten allgemeinen Regeln des Völkerrechts zu besonderer Völkerrechtsfreundlichkeit⁷⁷.

Allerdings überlässt das SRÜ den Staaten Aufgaben bzw. teilt Verpflichtungen zu. Die Staaten erlassen Gesetze und sonstige Vorschriften zur Verhütung, Verringerung und Überwachung der Verschmutzung der Meeresumwelt durch Schiffe, die ihre Flagge führen oder in ihr Schiffsregister eingetragen sind (SRÜ Art. 211 Abs. (2)). Des Weiteren können die Küstenstaaten innerhalb ihres Küstenmeeres Gesetze und sonstige Vorschriften zur Verhütung, Verringerung und Überwachung der Meeresverschmutzung durch fremde Schiffe, einschließlich der Schiffe, die das Recht der friedlichen Durchfahrt ausüben, erlassen. Diese Gesetze und sonstigen Vorschriften dürfen allerdings die friedliche Durchfahrt fremder Schiffe nicht behindern (Art. 211 Abs. 4). Zusätzliche Gesetze und sonstige Vorschriften können sich auf das Einleiten oder auf Schifffahrtsgebräuche beziehen, dürfen jedoch fremde Schiffe nicht verpflichten, andere Normen betreffend Entwurf, Bau, Bemanning oder Ausrüstung zu beachten als die allgemein anerkannten internationalen Regeln und Normen (Art. 211 Abs. 6 c). Die Schifffahrtsgesetzgebung eines Staates in seiner Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) muss nach der Maßgabe des Seerechtsübereinkommens (SÜR) erfolgen. Die Staaten dürfen

⁷⁴ „The Wadden Sea: Maritime Safety and Pollution Prevention of Shipping: Analysis of the existing measures and the implementation of agreements regarding maritime safety and prevention of pollution from ships“; Wadden Sea Forum 2004, Rep. No. 5.

⁷⁵ Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebietes vom 9. April 1992 [BGBl. 1994 II, S. 1397]; „Helsinki-Übereinkommen“.

⁷⁶ Dazu vgl. *Bleckmann*, Der Grundsatz der Völkerrechtsfreundlichkeit der deutschen Rechtsordnung, DÖV 1996, S. 137 ff.

⁷⁷ vgl. Jarass, in: Ders./Pieroth, GG, 5. Aufl. 2000, Art. 25 Rn. 4

aber nach Art. 211 Abs. 3 SRÜ in Verbindung mit Art. 25 Abs. 2 SRÜ Regelungen erlassen, die Voraussetzungen für das Anlaufen der nationalen Häfen beinhalten.

8.3.1 Bundesrecht

Auf der Grundlage des Seerechtsübereinkommens hat die BRD 1994 in Nord- und Ostsee ihr Küstenmeer auf 12 sm ausgedehnt und ebenfalls in beiden Meeren seit Anfang 1995 jeweils eine AWZ errichtet.

Die EU-Luftqualitätsrahmenrichtlinie und die ersten beiden Tochterrichtlinien sind durch Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) und Novellierung der Immissionswerte-Verordnung (22. BImSchV) im September 2002 in nationales Recht umgesetzt worden. Die Umsetzung der 3. Tochterrichtlinie erfolgt derzeit.

Die Regelungen der EU sind für die Kontrolle der Luftqualität in der Bundesrepublik nichts grundsätzlich Neues. Alle Bundesländer betreiben hierzu seit langem Luftmessnetze, deren Messergebnisse vom Umweltbundesamt zusammengefasst werden. Die neuen EU-Regelungen bringen allerdings folgende Änderungen:

1. Die von der EU festgesetzten Grenzwerte sind erheblich schärfer als die bisherigen deutschen Grenzwerte, insbesondere ist hier der neue Grenzwert für Stickstoffoxide problematisch. Ferner waren einzelne Stoffe bislang überhaupt nicht begrenzt, zu nennen ist hier der Tagesgrenzwert für Partikel.
2. Die EU-Richtlinie verpflichtet zur Aufstellung und Umsetzung von Luftreinhalteplänen in Gebieten, in denen Grenzwerte überschritten werden. Eine vergleichbare Regelung gab es zwar im Bundes-Immissionsschutzgesetz auch schon, sie war in vielen Bundesländern jedoch wegen der Höhe der bisherigen Grenzwerte nicht wirksam. Die Absenkung der Grenzwerte hat zur Folge, dass jetzt für mehrere Gebiete Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität zu treffen sind, deren Umsetzung schwierig sein wird.

Anders als bisher im deutschen Recht, das die anlagen- und produktbezogene Luftreinhaltung zum Ansatz hat, geht die EU-Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie mit ihren Tochter-Richtlinien von der gebietsbezogenen Luftreinhaltung aus. Diese Verursacher unabhängige, allein auf die einzelnen Schadstoffe ausgerichtete Beurteilung der Luftqualität führt dazu, dass bei der Umsetzung von erforderlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität alle maßgeblichen Verursacher, d. h. Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft, Haushalte und Verkehr einen Beitrag zur Luftreinhaltung zu leisten haben. Erhöhte Anforderungen⁷⁸ an die technische Ausrüstung von Schiffen unter fremder Flagge können jedoch grundsätzlich nicht gestellt werden⁷⁹.

⁷⁸ Deutschland könnte unter Berufung auf Artikel 95 Abs. 5 des EG-Gründungsvertrages (EGV) strengere Maßnahmen z. B. zur Verbesserung der Luftqualität erlassen. Ein solches Ersuchen wäre jedoch unbegründet, wenn nicht die Bedingungen der Norm erfüllt sind. Diese erfordern neue wissenschaftliche Erkenntnisse in Bezug auf den Schutz der Umwelt oder der Arbeitsumwelt, die den betreffenden Mitgliedsstaat veranlassen, die Einführung einzelstaatlicher Bestimmungen aufgrund eines spezifischen Problems zu erwägen, das sich für den betreffenden Mitgliedsstaat nach dem Erlass der Harmonisierungsmaßnahme ergeben hat.

⁷⁹ Dazu vgl. §§ 2 Abs. 3, 14 und 15 sowie die Anlage zum Schiffssicherheitsgesetz Internationaler schiffsbezogener Sicherheitsstandard.

8.3.2 Landesrecht (Schleswig-Holstein) / Stadt (Lübeck)

Die Hafenverordnung⁸⁰ (HafVO) gilt gemäß § 1 Abs. 1 HafVO für öffentliche Häfen in Schleswig-Holstein, mithin auch für Lübeck/Travemünde. Gemäß § 5 Abs. 3 HafVO sind die zuständigen Hafenbehörden ermächtigt, „Anordnungen zu erlassen, die [...] zum Schutz der Umwelt erforderlich sind“. Die Grundregeln für das Verhalten im Hafen umfassen gemäß § 8 HafVO auch die Gewährleistung der Belange des Umweltschutzes. Hierzu ist die Hafenbehörde gemäß § 10 Abs. 2 HafVO ermächtigt, „Einzelheiten der Benutzung des Hafengebietes und der Hafenanlagen, die durch die besonderen örtlichen und rechtlichen Verhältnisse bedingt sind, durch generelle Anordnungen (Hafenbenutzungsordnungen) zu regeln“.

Die Hafenbehörde kann gemäß § 11 HafVO „zur Abwehr von Gefahren [...] zum Schutz der Umwelt den Aufenthalt von [...] Wasserfahrzeugen oder die Benutzung von Hafenanlagen und -einrichtungen vorübergehend einschränken, zeitlich begrenzen oder versagen“.

Gemäß § 12 Abs. 4 HafVO dürfen Fahrzeuge, die durch Handeln oder Unterlassen ihrer Schiffsführung oder ihrer Besatzung [...] Verunreinigungen des Hafengebietes verursacht haben oder gegen die insoweit hinreichender Verdacht besteht, den Hafen nur mit Erlaubnis der Hafenbehörde verlassen. Schließlich bestimmt § 15 Abs. 2 HafVO, dass im Hafen Lärm-, Staub- oder Abgasentwicklungen so gering wie möglich zu halten sind. In Satz 2 heißt es weiter:

„Soweit Gründe der Gefahrenabwehr es erfordern, kann die Hafenbehörde in Abstimmung mit der für den Immissionsschutz zuständigen Behörde bei unzumutbaren Lärm-, Staub- oder Abgasemissionen die Einschränkung des Schiffs- und/oder Umschlagbetriebes veranlassen oder bei Unmöglichkeit der Einschränkung für Fahrzeuge und bewegliches Gerät das Verlassen des Hafens oder die Einstellung des Umschlagsbetriebes anordnen“.

Eine Hafenbenutzungsordnung i. S. d. § 10 Abs. 2 HafVO ist für Lübeck/Travemünde nicht ersichtlich und nach Auskunft des Hafenbetreibers nicht vorhanden. Einzelfallanordnungen sind also möglich.

8.3.3 Hafenordnung

Der Hafenzugang kann mithin grundsätzlich auch an Voraussetzungen in Bezug auf die Verhütung, Verringerung und Überwachung von Luftverschmutzung durch Schiffe geknüpft werden. Praktisch heißt dies, dass einem Schiff der Zugang zum Hafen Lübeck/Travemünde verweigert werden kann, soweit dieses nicht den gesetzten Standards entspricht. Zur Durchsetzung stünden dem Hafen-/Küstenstaat folgende Mittel exemplarisch zur Verfügung:

- Verweigerung des Zugangs zum Hafen;
- Zeitweiliges Aufhalten im Hafen und Einleitung von Verwaltungs- bzw. Rechtsverfahren;

80 Landesverordnung für die Häfen in Schleswig-Holstein vom 15. Dezember 1998 [GVBl. Schleswig-Holstein 1998, S. 503].

- Schiffsarrest in den Hoheitsgewässern nach dem Verlassen des Hafens ohne den Standards entsprochen zu haben (Internationales Übereinkommen zum Arrest in Seeschiffe);
- Nacheile jenseits der Hoheitsgewässer nach dem Verlassen in Verletzung der Standards (Artikel 111 [Recht der Nacheile] SRÜ).

Eine ordnungsgemäße Bekanntgabe dieser Standards i.S.v. Artikel 211 [Verschmutzung durch Schiffe] Abs. 3 SRÜ ist Grundvoraussetzung für einen reibungslosen Ablauf des Schiffsverkehrs. Im Gemeinschaftsrecht ist außerdem die Gleichbehandlung beim Hafenzugang zu berücksichtigen⁸¹.

Die Artikel 218⁸² ff. [Durchsetzung durch Hafenstaaten] und insbesondere 222 [Durchsetzung in bezug auf Verschmutzung aus der Luft oder durch die Luft] SRÜ begründen zum Schutz der Meeresumwelt besondere Durchsetzungsrechte des Hafen- und des Küstenstaates (Durchsetzungsbefugnis). Diese besonderen Rechte sind als Gegengewicht zur Durchsetzung durch Flaggenstaaten zu verstehen. Sie eröffnen eine Kompensationsmöglichkeit für die Hafen- und Küstenstaaten, im Falle der Flaggenstaat eine angemessene Einhaltung der internationalen Standards nicht durchsetzen kann. Artikel 220 [Durchsetzung durch Küstenstaaten] Abs. 2 SRÜ ist im Zusammenhang mit der Luftverschmutzung durch Schiffe beim Be- und Entladen jedoch nicht anwendbar. Grundsätzlich spricht jedoch nichts gegen eine Untersuchung fremder Schiffe i.S.d. Artikels 226 [Untersuchung fremder Schiffe] SRÜ, auch wenn Artikel 222 [Durchsetzung in bezug auf Verschmutzung aus der Luft oder durch die Luft] SRÜ nicht explizit aufgeführt ist. Vorliegend ist vor allem Artikel 218 [Durchsetzung durch Hafenstaaten] SRÜ einschlägig:

„Befindet sich ein Schiff freiwillig in einem Hafen [...], so kann dieser Staat Untersuchungen durchführen und, wenn die Beweislage dies rechtfertigt, ein Verfahren wegen jedes Einleitens aus diesem Schiff außerhalb der inneren Gewässer, des Küstenmeers oder der ausschließlichen Wirtschaftszone dieses Staates eröffnen, wenn das Einleiten gegen die anwendbaren internationalen Regeln und Normen verstößt, die im Rahmen der zuständigen internationalen Organisation oder einer allgemeinen diplomatischen Konferenz aufgestellt worden sind“.

8.4 Ergebnis und Empfehlung

Zur Bildung des "Internationalen Rechts" werden Völkergewohnheitsrecht, internationales Vertragsrecht sowie allgemeine Rechtsgrundsätze herangezogen. Ob Staaten (insbesondere Hegemonialmächte) allein durch wiederholte Übung (*consuetudo*) neues Völkergewohnheitsrecht schaffen können, wenn dieses Verhalten durch andere Staaten nur hingenommen bzw. diesen Handlung nicht widersprochen wird, ist umstritten. Nach der eingangs gegebenen Definition wird es an der für Gewohnheitsrecht erforderlichen Überzeugung der Rechtsgeltung fehlen. Im Zweifelsfall gilt: Der Macht folgt das Recht.

⁸¹ VO Nr. 4055/86/EWG [Abl. EG 1986 Nr. L 378/1].

⁸² Die Regelung des Artikel 218 SRÜ ist nicht mit „Port State Control“ i.S. des Paris MoU bzw. der PSC Richtlinie zu verwechseln.

Die UNO-Generalversammlung kann kein Völkerrecht setzen, sondern nur Initiativen für entsprechende Vertragsverhandlungen zwischen den einzelnen Staaten initiieren. Verlautbarungen der Staaten und ihr Abstimmungsverhalten können aber Ausdruck der Überzeugung des Bestandes eines entsprechenden Völkergewohnheitsrechts sein (z. B. Küstengewässer, See-meilenzonen und Fischfanggebiete).

Die Zuständigkeiten zwischen EU und IMO sind nicht immer deutlich geklärt. So hat die EU sicherlich die Weiterentwicklung des internationalen Rechts vorangetrieben mit ihren erlassenen Regulierungen anlässlich der *Prestige* und *Erika* Unglücke. Andererseits bestehen weiterhin Unsicherheiten darüber, inwieweit die EU auch ohne Zustimmung der IMO regionale Schutzmaßnahmen ergreifen kann. IMO und EU haben erst kürzlich die Verhandlung über die Kompetenzverteilung begonnen.

Eine rechtliche Verpflichtung von Schiffen unter fremder Flagge durch einen Küstenstaat ist nur im Rahmen von Artikel 21 Abs. 1 lit. f) i.V.m. 211 Abs. 4 SRÜ möglich. Zu beachten ist dabei jedoch Artikel 21 Abs. 2 SRÜ. Ob bzw. inwieweit in Zukunft eine Trennung zwischen Flaggenstaat und Hafenstaat stärker verwischt, d. h. eine Verpflichtung auch auf den Flaggenstaat anwendbar sein könnte (*erga omnes*), ist ungewiss.

Nationale Regelungen verpflichten nur die Schiffe der eigenen Flagge, nicht aber fremdflag-gige Schiffe. Daher sind sie im international geprägten Seeverkehr eher von untergeordneter Bedeutung. Nach nationalem Recht besteht keine Möglichkeit, durch eine Verpflichtung von Schiffen unter fremder Flagge, erhöhte Anforderungen an die technische Ausrüstung über die international vereinbarten Standards hinaus zu stellen (vgl. SRÜ⁸³).

Eine indirekte Verpflichtung von Schiffen unter fremder Flagge ließe sich nur über Auflagen an den Hafenbetreiber denken, die ein Be- und Entladen nur unter erhöhten Anforderungen an diese Schiffe möglich machen würde (vgl. HafVO). Prinzipiell besteht für einen Küstenstaat keine Verpflichtung, Schiffen unter fremder Flagge den Zugang zu den inneren Gewässern bzw. zu einem Hafen zu gewähren.

Sowohl das Europarecht als auch im nationalen Recht finden sich kaum explizite Regelungen zur Begrenzung der Lärm- und Abgasemissionen von Schiffen in Häfen. Lediglich auf der Grundlage des Hafenordnung können entsprechende Anordnungen grundsätzlich getroffen werden. Die rechtlichen Voraussetzungen, z. B. die einzuhaltenden Grenzwerte, sind aber nicht normiert.

Alternativen zu einer rechtlichen Verpflichtung

Eine Alternative zum Ordnungsrecht stellt eine freiwillige Selbstverpflichtung dar, die z. B. im Rahmen eines *Memorandum of Understanding* (MoU) vereinbart werden könnte. Solche Memoranden haben jedoch lediglich „*soft-law*“-Charakter und sind daher rechtlich nicht durchsetzbar.

⁸³ Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen vom 10. Dezember 1982 [BGBl. 1994 II, S.1799]. Artikel 21 (2): „Diese Gesetze und sonstigen Vorschriften dürfen sich nicht auf den Entwurf, den Bau, die Bemannung oder die Ausrüstung von fremden Schiffen erstrecken, sofern sie nicht allgemein anerkannten internationalen Regeln oder Normen Wirksamkeit verleihen.“

Ausnahmsweise können sie völkerrechtliche Verträge darstellen, wenn beide Parteien zumindest beschränkt handlungsfähige Völkerrechtssubjekte, d. h. völkervertragsfähig sind. Diese Voraussetzung erfüllen ohne weiteres nur die souveränen Staaten als ursprüngliche Völkerrechtssubjekte. Als völkerrechtlicher Vertrag zwischen Staaten, wie z. B. dem Hafenstaat und dem Staat des Sitzes des Schiffseigners/Reeders eignet sich ein *Memorandum of Understanding*. Dieses ist rechtsverbindlich, bindet jedoch lediglich die Schiffe, die auch in den betreffenden Schiffsregistern eingetragen sind. Die Chancen, entsprechende Verträge mit den Staaten sogenannte Billigflaggen zu schließen, wäre deshalb wenig aussichtsreich.

Die Häfen befinden sich in gegenseitigem starkem Konkurrenzkampf und können deshalb den Kunden, d. h. der Schifffahrt in der Regel keine über die international anwendbaren Vorschriften hinausgehenden Auflagen machen. Die Reduzierung von Nutzungskonflikten kann deshalb nur im Rahmen einer grenzüberschreitenden regionalen Kooperation gemeinsam mit den konkurrierenden Häfen umgesetzt werden.

Die Inhalte eines MoU können dennoch wegweisend sein und zu internationalen Standards führen, wie es zum Beispiel beim Stockholmer Abkommen der Fall war. Grundsätzlich hat ein MoU aber zunächst einen rechtunverbindlichen Charakter und ist rechtlich nicht durchsetzbar. Eine freiwillige Selbstverpflichtung, d. h. die Bindung an erhöhte Anforderungen von Seiten der entsprechenden Häfen bzw. Schiffseigner/Reedereien gegenüber einem Staat im Rahmen eines MoU verspricht jedoch zumindest bei der Lösung regionaler Probleme den schnellsten Erfolg.

Ein weiterer wichtiger Vorteil eines MOU besteht darin, dass es auf Grund seines „vertraglichen“ Charakters auf der Freiwilligkeit der Partner beruht und darüber hinaus nur eine geringe Verbindlichkeit zur Folge hat. Daher sind die Partner grundsätzlich nicht an die Vorgaben des internationalen Rechts gebunden.

9 Anwendungsbereiche eines Memorandum of Understanding

Es gibt eine große Bandbreite verschiedener internationaler und nationaler MoUs. Dies sind Übereinkommen, im Rahmen derer sich Teilnehmer freiwillig verpflichten. Diese beinhalten bestimmte Maßnahmen, die über gesetzliche Mindestnormen hinausgehen, woraus im weiteren Verlauf rechtlich verbindliche Regelwerke entstehen können. Als Beispiel hierfür sei das Stockholm Übereinkommen genannt⁸⁴. Dieses Übereinkommen wurde nach der Katastrophe des MS ESTONIA von einigen Ostseeanrainern auf den Weg gebracht, um die Sicherheit von RoRo-Schiffen in der Ostsee über das international verbindliche Maß hinaus zu erhöhen. Dem Übereinkommen sind zunächst nicht alle Ostseeanrainerstaaten beigetreten, weil es „technische Schwierigkeiten bei der Umsetzung der Anforderungen gab“⁸⁵. Inzwischen sollen die Anforderungen dieses Übereinkommens auf alle europäischen Staaten ausgedehnt werden.

9.1 Kurze Beschreibung verschiedener Memoranden

Der institutionelle Bezug von MoUs kann von zwischenstaatlichen Vereinbarungen bis zu Vereinbarungen einzelner Körperschaften gehen. Der Fokus kann ganz unterschiedlicher Natur sein. Um Möglichkeiten des Einsatzes von MoUs zu verdeutlichen, sollen einige existierende MoUs im Themenkreis „Seeschifffahrt und Sicherheit/Umweltschutz“ kurz beschrieben werden:

9.1.1 Das Memorandum of Understanding on Port State Control

Am 26. Januar 1982 verabschiedeten west- und nordeuropäische Verkehrsminister ein *Memorandum of Understanding on Port State Control* (Hafenstaatenkontrolle), um eine größere Effektivität bei der Durchsetzung internationaler Übereinkommen zu erzielen. Hintergrund für dieses Vorgehen war die Besorgnis, dass ausgeflaggte Schiffe, besonders die in „Internationalen Registern“ eingeschriebenen⁸⁶, aufgrund von Sicherheits- und Umweltschutzdefiziten zunehmend in die Kritik gerieten. Durch das MoU sollten vergleichbare Inspektionen an Bord der Schiffe von Vertretern der Hafenstaaten durchgeführt werden dürfen. Dieses MoU umfasst zurzeit 20 Mitgliedstaaten⁸⁷, vergleichbare MoUs gibt es inzwischen auch auf anderen Kontinenten.

Das MoU ist anwendbar auf alle Schiffe, die in europäischen Gewässern fahren bzw. europäische Häfen anlaufen. Jährlich sollen mindestens 25 % der Schiffe unter fremder Flagge, die deutsche Häfen anlaufen, überprüft werden. Begründet ist dieses Recht in SOLAS, Regel 19, wonach die Gültigkeit der Zertifikate fremder Schiffe in den Häfen überprüft werden darf.

⁸⁴ „Agreement Concerning Specific Stability Requirements for Ro-Ro Passenger Ships Undertaking Regular Scheduled International Voyages between or to or from Designated Ports in North West Europe and the Baltic Sea“

⁸⁵ Bemerkenswert ist, dass besonders Estland, der Flaggenstaat des Schiffes MS ESTONIA, auf dessen Havarie das Übereinkommen zurück zu führen ist, dem Übereinkommen zunächst nicht beigetreten ist.

⁸⁶ Einige dieser Register zählen zu den sogenannte "Flags of convenience" oder sog. Billigflaggen.

⁸⁷ Die Mitgliedsstaaten sind die der Europäischen Union sowie Kanada und Russland.

1994 ist die Port State Control in SOLAS, Kapitel XI, Special measures to enhance maritime safety, Regel 4, verankert worden. Wenn berechtigter Verdacht besteht, dass der Zustand des Schiffes nicht dem der Papiere entspricht, ist es erlaubt, das Schiff selbst sowie Arbeiten im Zusammenhang mit dem Schiffsbetrieb wie Rettungsmanöver etc., zu überprüfen und das Schiff ggf. solange festzuhalten, bis bestehende Mängel behoben sind. Diese *detentions* (Festhaltungen) werden statistisch erfasst und der Zentrale in St. Malo übermittelt.

Bestimmte Schiffstypen, zu denen auch Passagierschiffe/RoRo-Schiffe zählen, unterliegen häufigeren Kontrollen (Artikel 7(4)). Aus den statistischen Auswertungen geht hervor, dass der *Record* der Passagier-/RoRo-Schiffe überdurchschnittlich gut ist. Die Hafenstaaten sind angehalten, ca. 25 % der einlaufenden Schiffe unter fremder Flagge zu überprüfen, wobei nach verschiedenen definierten Kriterien wie Schiffstyp, Flagge und *Rating* der Schiffe vorgegangen wird. Die Anzahl der Arreste ist zum Teil und in verschiedenen Staaten erstaunlich hoch und impliziert ein striktes Vorgehen der entsprechenden Staaten.

Zu den Mitgliedsstaaten zählen die EU sowie Kanada und Russland. Eine Nichtbegünstigungsklausel sieht vor, dass auch auf Schiffen, deren Flaggenstaaten nicht Mitglied eines einschlägigen Internationalen Übereinkommens sind, die Vorschriften der Konventionen, soweit praktikabel, angewendet werden müssen⁸⁸.

In Artikel 15 [Veröffentlichung des Festhaltens] wird beschrieben, dass vierteljährlich ein Bericht zu veröffentlichen ist, aus dem hervorgeht, welche Schiffe in den vorausgegangenen 24 Monaten mehr als zweimal festgehalten wurden. Es soll in diesem Zusammenhang der Name des Schiffes, der Name des Eigentümers oder des Betreibers der Schiffe, die Gründe für das Festhalten u. a. genannt werden. In Deutschland ist die See-Berufsgenossenschaft für die Umsetzung der Hafenstaatkontrolle zuständig⁸⁹.

Kritische Würdigung: Das MoU zeichnet sich dadurch aus, dass sämtliche Küstenstaaten der EU sowie weitere außereuropäische Staaten Mitglieder sind. Die Standards bzgl. der Zugriffsmöglichkeiten gehen über international verbindlich vorgeschriebene Standards hinaus. Im Rahmen des MoUs dürfen Kontrollen durchgeführt und Sanktionen verhängt werden. Den Anforderungen unterliegen auch bzw. besonders die unter fremder Flagge fahrenden Schiffe (Die Schiffe der eigenen Flagge werden von den anderen Zeichnerstaaten überprüft.). Die Vorgaben haben inzwischen quasi einen völkerrechtlich verbindlichen Status.

9.1.2 Das Memorandum of Understanding für die Beförderung verpackter gefährlicher Güter in der Ostsee (Ostsee-MoU)

Neben den generellen Gefahrgutvorschriften für den Seeverkehr, SOLAS und IMDG-Code, konnten bis Ende 2003 in einem definierten Ostseebereich alternativ modifizierte Vorschriften angewendet werden, die ursächlich für die Regelung der landseitigen Gefahrgutbeförderung auf der Schiene und der Straße entwickelt wurden. Begründet wird die Abweichung von

⁸⁸ „Sicherheit auf See 1994“, Jahresbericht der See-Berufsgenossenschaft, Seite 65.

⁸⁹ Im Jahr 2002 wurden beispielsweise 1761 Kontrollen in deutschen Häfen durchgeführt, dabei wiesen 951 Schiffe erhebliche Mängel auf, in 112 Fällen wurde ein Auslaufverbot verhängt.

den gewachsenen seeverkehrsrechtlichen Gefahrgutvorschriften zum einen durch die Landnähe in dem regional begrenzten Seegebiet und der damit möglichen schnellen Fremdhilfe und zum anderen durch besondere technische Erfordernisse, die erfüllt werden müssen und die im §7 MoU aufgestellt sind.

Das MoU für den Transport gefährlicher Güter auf Ro/Ro- und Fährschiffen bestand seit 1974 und stützte sich auf §3 Abs. 1 der GGV See. Es unterlag einer ständigen Anpassung an den sich verändernden IMDG-Code einerseits und einer steten Veränderung technischer und sicherheitsrelevanter Erkenntnisse andererseits. In der früheren, hier berücksichtigten Fassung⁹⁰ wurde im Teil I der nationale Inselverkehr (nord- und ostfriesische Inseln) in der Nordsee und im Teil II die Gefahrgutbeförderung mit Seeschiffen in der Ostsee geregelt. Das MoU ist zurzeit nicht in Kraft, weil der IMDG-Code mit zum Teil ähnlichem Inhalt völkerrechtliche Verbindlichkeit erlangte, und Ausnahmen, wie das Ostsee-MoU, darin nicht vorgesehen sind.

Der Teil II unterteilte sich in Lang- und Kurzstrecke. Ausgangsbasis für die Vorgaben der Lang- und Kurzstreckenverkehr war zunächst der IMDG Code. Von ihm wurde, im Rahmen der Anwendung des §6 abgewichen. Alles, was im IMDG Code geregelt war und durch §6 MoU nicht als Abweichung genannt ist, blieb weiterhin bestehen. Faktisch wurden dadurch auf Seeschiffen die landseitigen Gefahrguttransportvorschriften der Straße und der Schiene implementiert, mit all ihren Vor- und Nachteilen.

Kritische Würdigung: Zeichner des MoUs waren einige Ostseeanrainerstaaten⁹¹. Eingriffsrechte in Bezug auf die Umsetzung des MoUs bestanden nur in Bezug auf die Schiffe der Signatarstaaten. Reedereien mit Sitz in den Signatarstaaten konnten das MoU anwenden, mussten es aber nicht. Einige Reedereien lehnten dies auch ab. Mit der Anwendung des MoU waren Erleichterungen beim Transport gefährlicher Güter gegenüber der Anwendung des IMDG-Code verbunden, d. h., die Standards des MoUs unterschritten die international üblichen Anforderungen mit der Begründung, dass 1. besondere Vorraussetzungen gelten würden (Kurzstrecke, Wellenhöhe) und 2. besondere Anforderungen des MoUs einen Sicherheitsgewinn brächten.

9.1.3 Das Memorandum of Understanding zwischen dem *International Council of Cruise Liners* (ICCL) und einigen amerikanischen Bundesstaaten

Der Grund für die Entwicklung des MoUs zwischen dem *International Council of Cruise Liners* (ICCL) und verschiedenen amerikanischen Bundesstaaten lag in der rapide zunehmenden Kreuzschifffahrt in bestimmten Gebieten, zunächst und besonders in Alaska. Es gab eine zunehmende öffentliche Besorgnis über die Verschmutzung der Umwelt durch die dort anlauenden Schiffe, die zwar zum Teil auf Basis von MARPOL 73/78 legal stattfinden durfte, allerdings von der Bevölkerung nicht toleriert wurde. Registriert (!) wurden mehr als 100 Fälle von Verschmutzung durch Bilgenwasser, Abwasser und Abfall, was dazu geführt hat, dass

⁹⁰ In der Fassung 27.12.96 mit der 1. Änderung vom 19.12.97, im Bundesanzeiger

⁹¹ Im Jahre 2002: Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Lettland, Litauen, Polen und Schweden

vermeintliche Defizite in der Umweltpolitik der Reedereien und im (amerikanischen) Regelwerk zum Schutz der Umwelt identifiziert wurden.

Es wurde im Jahr 2000 eine Petition der Umweltschutzorganisation *Bluewater* und weiteren 55 Umweltorganisationen verabschiedet, um diese Missstände zu beheben. Im Jahr 1999 startete das Umweltamt von Alaska eine *Alaska Cruise Ship Initiative* und die ICCL verpflichtete sich daraufhin zu freiwilligen Maßnahmen (u. a. *voluntary waste management practises*) zur Reduzierung von Umweltbelastungen, um dem öffentlichen Druck zu begegnen. Diese Maßnahmen wurden von Seite der Umweltorganisationen aber als nicht ausreichend angesehen, darüber hinaus wurden mindestens 50 Verletzungen dieser Maßnahmen bekannt.

Freiwillige Vereinbarungen wurden zunehmend als nicht ausreichend empfunden, und die *Alaska Cruise Ship Initiative* wurde in das gesetzlich verankerte *Commercial Passenger Vessel Environmental Compliance Programm* umgewandelt, wodurch auch die Anforderungen an die Kreuzschifffahrt verbindlich wurden. Es konnte belegt werden, dass Umweltschutzvergehen seltener wurden. In den bekannten Fällen wurden Strafen verhängt⁹². In anderen Staaten der USA galt weiterhin die freiwillige Beschränkung der ICCL-Schiffe. Es wurde aber auch hier bekannt, dass sie nicht immer eingehalten wurde. Für einen besonderen Fall (MS CRYSTAL HARMONY) wurde dem Schiff durch einen Ratsbeschluss der Stadt das weitere Anlaufen des Hafens von Monterey verboten.

Kalifornien beschloss daraufhin mehrere Gesetzesvorlagen zur Reduzierung verschiedener Umweltbelastungen (*hazardous materials, oily water, sewage sludge*), weitere Gesetzesentwürfe für *low sulphur fuel, ship incinerators, black and gray water* wurden entwickelt.

In Florida und Hawaii wurden MoUs zwischen den Vertretern des jeweiligen Bundesstaates und der lokalen Kreuzschifffahrtsorganisation beschlossen, die den ICCL-Standard zur Basis nahm. Es wurden dort aber weiterhin Verletzungen des Standards registriert.

Kritische Würdigung: Zeichner der MoUs sind in diesen Fällen Vertreter von Bundesstaaten und der jeweiligen Kreuzfahrtreederei bzw. dem ICCL. Die Standards gehen geringfügig über international verbindliche Standards hinaus. Durchsetzungsmöglichkeiten für die zugrunde liegenden Standards wurden erst nach Überführung ins jeweilige Bundesgesetz erreicht. Vorher beriefen sich die Reedereien, denen eine Verletzung des Standards nachgewiesen wurde, zum Teil darauf, dass sie internationales Recht einhalten würden.

9.2 Zusammenfassung der Vor- und Nachteile von MoUs

MoUs können, wie oben beschrieben, ganz unterschiedliche Sachverhalte auf ganz verschiedenen Ebenen regeln. Sie werden für Sachverhalte herangezogen, für die ein Regelungsbedarf besteht, Gesetzesvorgaben aber nicht vorliegen. Aus Sicht der unmittelbar Betroffenen oder Leidtragenden ist ein Gesetz zur Veränderung von schlechten Verhältnissen sicher effektiver.

⁹² Für verschiedene Umweltvergehen wurden Strafen von 18 Mio. USD für Carnival Cruise Lines, 27 Mio. USD für Royal Caribbean Cruises und 1 Mio. USD für Norwegian Cruise Lines verhängt. Außerdem mussten die Reedereien ein *Environmental Compliance Program* (ECP) implementieren. [I1]

Das MoU kommt aber in Situationen zur Anwendung, die von Gesetzen nicht oder noch nicht geregelt werden können.

9.2.1 Vorteile die sich durch ein MoU ergeben können

- Es können durch Anwendung des MoUs Probleme behandelt werden, deren Regelung eigentlich „verboten“ ist. Die UN *Convention on the Law of the Sea* (UNCLOS) „verbietet“ die Einflussnahme in Bezug auf technische Einrichtungen auf Schiffe unter fremder Flagge. Auf freiwilliger Basis und in Abstimmung untereinander können aber Vereinbarungen getroffen werden, um gewünschte Veränderungen zu erzielen.
- Eine wünschenswerte und machbare Veränderung bestehender Zustände scheitert oft an dem Einwand, dass sich die Wettbewerbssituation desjenigen verschlechtert, der unabhängig vom Verhalten der Konkurrenz in innovative Technik (zum Schutz der Umwelt) investiert. So verhärtet sich oft ein Status Quo, weil jeder Beteiligte auf das Handeln eines anderen wartet bzw. ihn vordergründig bezichtigt, er würde vergleichbare Anstrengungen nicht unternehmen. Eine Konkurrenzsituationen zwischen mehreren Anbietern kann durch einen Konsens über ein gemeinsames Vorgehen, d. h. ein MoU entschärft werden.
- Viele Veränderungen, die wünschenswert sind, müssen einen langen administrativen Weg durchlaufen, bis sie rechtlich verbindlich durchgesetzt werden können. Dies ist besonders der Fall bei regionalen Problemen, für die überregional kein allgemeines Umsetzungsbedürfnis besteht, wie z. B. die Situation in Lübeck-Travemünde. Bei gleichen Interessen der Zeichner eines MoUs kann demnach die benötigte Zeitschiene zur Veränderung eines Missstandes erheblich verkürzt werden.
- Für die technische Ausrüstung an Bord gibt es verbindliche Mindeststandards (SOLAS, MARPOL 73/78). Durch lokale, regionale oder nationale Auflagen für die Schiffe der eigenen Flagge oder durch z. B. persönliches Engagement in Reedereien oder in Hafenbetrieben werden zum Teil die Standards erhöht. Die dadurch entstehenden unterschiedlichen Standards von Schiffen, die einen Hafen anlaufen, können besser harmonisiert werden, wenn dies in einem Dialog bis zum Konsens unter allen Betroffenen durchgeführt wird.
- Ein MoU kann an verschiedene Institution (Regionaler Bezug, zwischenstaatliche Vereinbarungen, öffentliche Körperschaften, private Körperschaften) angepasst werden. Das erleichtert die zeitnahe Umsetzbarkeit und erhöht die Möglichkeit, einen ambitionierten Standard zu formulieren, bei dem nicht jeder „Nachzügler mit ins Boot genommen werden muss“. Es kann somit eine *Best Available Technique* zur Anwendung kommen, die tatsächlich einen machbaren Standard beschreibt, der an die Möglichkeiten der innovativsten Teilnehmer angepasst ist. Dieser Standard beschreibt eher eine zukunftsorientiert Herangehensweise.
- Das Vorgehen zum Erreichen von Zielen kann in Abstimmung mit anderen Unterzeichnern individuell festgelegt werden. Es können als freiwillige Verpflichtungen zunächst „pragmatische“ Standards formuliert werden, um zunächst eine gemeinsame Basis für weitere Schritte fest zu legen. Es kann vorgesehen werden, dass danach ambitioniertere Ziele umgesetzt werden sollen. Diese weitergehenden Ziele können gemeinsam definiert und das Vorgehen zum Erreichen abgestimmt werden.

- Die Unterzeichner eines MoUs können dies als Beleg für ihr besonderes Engagement zu Werbezwecken nutzen, indem sie auf die hohen Standards, die sie einhalten, hinweisen. Sie dokumentieren, dass sie durch die Selbstverpflichtung auf die Standards des MoUs über gesetzlich verbindliche Anforderungen hinausgehen.

Ein Engagement, das dann noch von Externen anerkannt wird (z. B. von Behörden), ist glaubwürdiger als eine „Eigenwerbung“, wie sie zurzeit eher Praxis ist. Die Vergabe eines Zertifikates an die Unterzeichner stellt eine Anerkennung für verantwortliches Handeln dar und kann öffentlichkeitswirksam kommuniziert werden.

- MoUs können eine Vorstufe zu Gesetzesvorhaben darstellen, d. h., sie können Standards definieren, die früher oder später von allen von der Thematik Betroffenen eingehalten werden müssen. Durch den „Beweis der Machbarkeit“ (inklusive einzuhaltender Grenzwerte etc.) kann eine Einflussnahme auf die Gesetzgebung (EU/IMO) ausgeübt werden.

9.2.2 Nachteile, die sich durch ein MoU ergeben können

- Durch die Freiwilligkeit der Teilnahme am MoU hängt ein Fortschritt (zur Verbesserung der Umweltsituation) vom „good will“ der Unterzeichner ab. Außerdem wird von Kritikern eines MoUs angeführt, dass die Verhandelbarkeit des Standards zu eher anspruchlosen Resultaten führt. Ein MoU kann so auch dazu dienen, sich vordergründig für die Verbesserung des Umweltschutzes einzusetzen, in Wirklichkeit aber stringenteres Gesetzesvorhaben eigentlich verzögern zu wollen. Tatsächlich wird diese Taktik in der Industrie immer wieder eingesetzt.

- Ein MoU basiert auf gegenseitigem Vertrauen, dass vereinbarte Standards eingehalten werden. Solange Vorgaben nicht kontrolliert und sanktioniert werden, kann dies Vertrauen solange ausgenutzt werden, bis andere Mechanismen (Gesetzesinitiativen) greifen. Hierdurch werden dann das MoU als solches und die anderen Unterzeichner des MoUs geschädigt.

- Der Fokus eines MoUs richtet sich auf „die Guten“. Handlungsbedarf besteht hier eigentlich viel weniger als bei den tatsächlichen „Umweltverschmutzern“ (wo er aber – sonst gäbe es keine Notwendigkeit für ein MoU – nicht durchgesetzt werden kann). Unter Gesichtspunkten der größtmöglichen Effektivität wäre der Bezug auf die „Umweltverschmutzer“ sinnvoller. Außerdem trägt dieser Ansatz dem *Polluter Pays Principle* nicht Rechnung.

- MoUs werden in der Regel organisiert, ohne dass Kontrollen (von Externen bzw. Behörden) durchgeführt werden. Auch können eigentlich keine Sanktionen vorgesehen werden, weil in der Regel offen ist, wer sie einfordern und durchsetzen kann und was z. B. mit „Strafgeldern“ passieren soll. Sanktionen würden zudem potenzielle Zeichner abschrecken, weil sich hierdurch unkalkulierbare Situationen ergeben können (Abhängigkeit von Kunden, Öffentlichkeitswirkung etc.).

9.3 Das Memorandum of Understanding für eine nachhaltige Entwicklung von Hafen- und Schifffahrtsunternehmen in der Ostsee

Ein vertragsfertiges Memorandum of Understanding (MoU) konnte und sollte im Rahmen dieses Projektes nicht ausgearbeitet werden, da es in den Agenda-Prozess integriert und von den verschiedenen Interessengruppen in Lübeck-Travemünde und später im Ostseeraum intensiv diskutiert werden muss. Die wesentlichen Rahmenbedingungen und die Inhalte eines „MoU für eine nachhaltige Entwicklung von Hafen- und Schifffahrtsunternehmen in der Ostsee“ sollten aber im Rahmen der Projektbearbeitung für die Akteure des Agenda Prozesses als Diskussionsgrundlage formuliert werden. Dieses Vorgehen wurde zur späteren Implementierung als unabdingbar unter den Prämissen der Agenda-Prozesses und als effektiv im Zusammenhang mit der Akzeptanz angesehen. Die ausgearbeiteten Texte hierfür sind die „Hintergrundinformationen“, die „Rahmenbedingungen“ und der „Inhaltliche Teil (Anhang 1)“.

Die Texte sind in mehreren Durchgängen mit Vertretern des Umweltbundesamtes, den Stadtwerken Lübeck-Travemünde sowie in Arbeitskreissitzungen mit Vertretern der Stadt Lübeck-Travemünde, der Lübecker Hafengesellschaft, Reedereien und anderen diskutiert worden. In den Diskussionen konnten aufgrund unterschiedlicher Interessen nicht alle Einwände berücksichtigt werden. Eine endgültige Fassung des Memorandum of Understanding (MoU) für eine nachhaltige Entwicklung von Hafen- und Schifffahrtsunternehmen in der Ostsee wird es ohnehin nur unter Beteiligung weiterer Zeichner im Ostseeraum geben, da durch Unterzeichnung nur eines Hafens, nämlich Lübeck-Travemünde, die angestrebten Ziele nicht erreicht werden können. Die vorliegende Version soll demnach möglichen Unterzeichnern in Deutschland und den anderen baltischen Anrainerstaaten als Diskussionsgrundlage dienen.

9.3.1 Hintergrundinformation zum MoU

Für die Bearbeitung des durch das Umweltbundesamt (UBA) geförderten Projektes *Umsetzung der Agenda 21 in europäischen Seehäfen am Beispiel Lübeck-Travemünde* erarbeitet die GAUSS einen Entwurf für ein

**Memorandum of Understanding (MoU)
für eine nachhaltige Entwicklung von Hafen- und
Schifffahrtsunternehmen in der Ostsee**

Durch kontinuierlich zunehmenden Warenaustausch über See und die restriktivere Umweltgesetzgebung für Verkehrsträger an Land ist ein absoluter und relativer Anstieg der seeschifffahrtsbedingten Emissionen zu verzeichnen. In Hafenstädten ist die Seeschifffahrt bereits der Hauptverursacher für Schadstoffbelastungen. Besonders emittierter Schwefel (SO_x) und Partikel sind verantwortlich für den „sauren Regen“ (Waldsterben, Gebäudeerosion), die Klimawärmung und verschiedene gesundheitliche Beeinträchtigungen. Die Öffentlichkeit ist zunehmend weniger bereit, dies widerstandslos hinzunehmen, besonders dann, wenn z.B. touristische Interessen berührt sind (Erholung am Meer etc.). Bei Verzicht auf Handlungsoptionen zur Reduktion der Umweltbelastungen kann das Image der Seeschifffahrt nachhaltig beschädigt werden.

Die Einführung von Maßnahmen, die über die bestehenden rechtlich verbindlichen Anforderungen zum Schutz der Umwelt hinausgehen, stößt auf verschiedene Hindernisse. Unter anderem dürfen nach unserem Kenntnisstand dem internationalen Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen (SRÜ) keine baulichen Anforderungen an Schiffe unter fremder Flagge gestellt werden. Dadurch wird die Wirksamkeit möglicher Schritte auf Heimatflaggen begrenzt und somit drastisch reduziert. Aus nationaler Sicht und für nationale Flaggen ergibt sich aufgrund der starken Konkurrenzsituation zwischen Küstenstaaten hieraus ein Konflikt, welcher Abwanderungen in weniger restriktive Staaten provozieren kann. Auch Häfen können aus diesem Grund keine Alleingänge machen und von Reedereien kann in der Regel ebenfalls aus Wettbewerbsgründen die Installation kostenintensiver Techniken zur Reduktion von Schadstoffen durch den Schiffsbetrieb nicht getätigt werden.

Diese Situation kann geändert werden, wenn sich die Seeverkehrs- und Hafenwirtschaft auf ein gemeinsames und abgestimmtes Vorgehen zur Lösung der Probleme einigen kann. Da die Interessenslage bei allen Beteiligten grundsätzlich gleich ist – nämlich im Konsens mit anderen weiterhin Seeschifffahrt zu betreiben – sollte es möglich sein, hierfür eine Basis zu schaffen. Die Voraussetzungen sind im Ostseebereich vielversprechend, weil es gerade hier einige Häfen und Reedereien gibt, die sich durch ein besonderes Engagement für die Umwelt auszeichnen. Beleg hierfür sind die u.a. die Initiative, Anreize für umweltschonende Schifffahrt anzubieten und die Bereitschaft vieler Reedereien schwefelarmen Treibstoff zu fahren.

Den Unterzeichnern des MoU wird mit Aushändigung eines Zertifikates offiziell bestätigt, dass Sie sich aktiv für den Umweltschutz engagieren. Durch entsprechende Veröffentlichung etc. werden Möglichkeiten geschaffen, dieses Engagement in der Öffentlichkeit darzustellen und damit werbewirksam einzusetzen. Obwohl mit der Unterzeichnung zunächst keine unmittelbaren finanziellen Anreize verknüpft sind, ist eine dahingehende Entwicklung (als Konsens bei der Diskussion der Inhalte) nicht ausgeschlossen.

Rahmenbedingungen und Anforderungskatalog des MoU

Das MoU hat einen allgemeinen Teil (Rahmenbedingungen) und einen inhaltlichen Teil (Anforderungskatalog). Die vorliegenden Texte sind u. a. eine Synopse aus verschiedenen internationalen MoU und wurden zunächst grob bezüglich möglicher rechtlicher Fehler geprüft. Eine endgültige Prüfung soll nach Einarbeitung eingehender Kommentare erfolgen.

Die Inhalte des MoU orientieren sich zunächst an dem, was für umweltengagierte Unterzeichner machbar ist und definieren in einem zweiten Schritt, was darüber hinaus durch ein gemeinsames Vorgehen erreicht werden kann. Ein weiteres Ziel des MoU ist es, Maßnahmen, die aus Sicht der Betroffenen sinnvoll sind, zu harmonisieren (z. B. Abfallannahme in den Häfen).

Die Entwurfstexte werden betroffenen Hafen- und Seeverkehrsunternehmen mit der Bitte um Stellungnahme vorgelegt. Es soll geklärt werden, ob die Rahmenbedingungen und der Anforderungskatalog als Vorlage für eine gemeinsame Diskussion und – nach Übersetzung ins Englische – auch potenziellen Zeichnern im Ostseeraum vorgelegt werden können, oder ob bislang unberücksichtigte rechtliche, inhaltliche oder sonstige Einwände dagegen sprechen. Folgende Hintergründe sollten bei der Beurteilung berücksichtigt werden:

Der vorliegende Text (Rahmenbedingungen und Anforderungskatalog) ist als Diskussionsgrundlage (Entwurf) für potenzielle Unterzeichner zu sehen.

Der allgemeine Teil wird durch den inhaltlichen Teil ergänzt, in dem die Anforderungen beschrieben werden. Beides soll von potenziellen Unterzeichnern bis zum Konsens diskutiert und weiterentwickelt werden.

- Unterzeichner können Städte, Häfen, Hafenunternehmen, Reedereien und evtl. weitere Parteien der Ostseeanrainerstaaten sein, nicht die Staaten oder Bundesländer selbst.
- Die Unterzeichner verpflichten sich, freiwillig die Anforderungen einzuhalten.
- Bestehende, rechtlich verpflichtende, Bestimmungen (international, national etc.) werden nicht unterschritten.
- Die Einhaltung der Anforderungen soll evtl. von Behörden (Schifffahrtsbehörde) überprüft werden. Es werden keine Sanktionen für Verstöße definiert. Es ist denkbar, dass bei Bekanntwerden von (wiederholten) Verstößen gegen das MoU eine Partei offiziell aus dem Kreis der Anwender ausgeschlossen wird (gemeinsamer Beschluss o.ä.).

Nach Diskussion und Erlangung eines Konsenses unter den potenziellen Unterzeichnern bzgl. Rahmenbedingungen und inhaltlichem Teil wird der Text auf Rechtssicherheit geprüft (sinnvoller Weise erst nach Übersetzung ins Englische).

Mit folgenden Fragen werden besonders Vertreter der Hafен- und Seeverkehrswirtschaft angesprochen:

- Gibt es rechtliche, formelle oder andere Einwände gegen die Formulierungen im allgemeinen Teil? Falls ja, welche Aussagen sollten anders formuliert werden?
- Gibt es inhaltliche, formelle oder andere Einwände gegen die definierten inhaltlichen Anforderungen? Welche Anforderungen sollten geändert werden? Welche sind für Unterzeichner realisierbar?
- Welche umwelttechnischen Defizite gibt es, die aus Sicht der Unterzeichner verbesserungsfähig sind (Harmonisierung von Abfallannahme in Ostseehäfen etc.)?
- Gibt es andere umwelttechnische Sachverhalte, die aufgegriffen werden sollten (z. B. Mehrwegsysteme, Recycling, Einsatz von Großbinden)?
- Haben Sie Anregungen für eine weitere Unterstützung der Initiative?
- Sollten diese Informationen an andere Interessenten verschickt werden?

Bitte senden Sie Ihre Kommentare an:

GAUSS mbH
Werderstr. 73
28755 Bremen
Tel / Fax: 0421 5905 4850 / 4852
Email: gauss@gauss.org

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!
GAUSS mbH / Chr. Bahlke

9.3.2 Rahmenbedingungen des MoU

Gemeinsame Absichtserklärung

**- Memorandum of Understanding -
für eine nachhaltige Entwicklung von Hafen- und
Schifffahrtsunternehmen in der Ostsee**

Dieses Memorandum of Understanding fokussiert auf Umweltbelastungen, die durch den Seeverkehr, d. h. durch Anlagen und Maschinen im Hafen und durch den Betrieb von Schiffen entstehen. Durch die Umsetzung des MoU sollen die wichtigsten festen, flüssigen und gasförmigen Emissionsarten berücksichtigt und in Übereinstimmung mit den Prämissen der Agenda 21 erheblich reduziert werden.

Die Unterzeichner dieses Memorandum of Understanding (MoU)

SIND SICH BEWUSST, dass alle Nutzer der Meeresumwelt in der Ostsee gemeinsam für deren Erhaltung vorrangig verantwortlich sind.

SIND SICH BEWUSST, dass die zunehmende öffentliche Besorgnis über Emissionen von Hafenanlagen und Schiffen ein gemeinsames Vorgehen von Hafen- und Schifffahrtsunternehmen zur Reduktion der Emissionen erfordert.

BEABSICHTIGEN, harmonisierte Standards für Emissionsreduktionen und für die Abfallabgabe in Häfen zu entwickeln, die über die bereits verbindlichen Vorgaben hinausgehen.

BERÜCKSICHTIGEN dabei die unterschiedlichen Bedingungen in den einzelnen Häfen insbesondere aufgrund

- der räumlichen Verteilung von Hafenanlagen und Wohnbezirken
- dem unterschiedlichen Angebot von Dienstleistungen in den Häfen
- der Abhängigkeiten der Volkswirtschaften von diesen Dienstleistungsangeboten
- der Verfügbarkeit von angemessenen Aufnahme- und Entsorgungseinrichtungen und z. B. dem Angebot der Versorgung von Schiffen mit elektrischem Strom.

SIND SICH DARÜBER EINIG, dass

- dieses MoU öffentlichen und privaten Nutzern zur Zeichnung offen steht
- das MoU ausschließlich eine freiwillige Selbstverpflichtung auf die über gesetzliche Anforderungen hinausgehende, in Anhang 1 unter "Selbstverpflichtung der Zeichner

des MoU“ und “Umweltschutzziele der Zeichner des MoU“ beschriebene Standards beinhaltet

- der unter “Selbstverpflichtung der Zeichner des MoU“ beschriebene Mindeststandard in Anhang 1 zum Zeitpunkt der Zeichnung umgesetzt ist und
- die ambitionierten “Umweltschutzziele der Zeichner des MoU“ im Anhang 1 zum Schutz der Umwelt entsprechend vorgegebener Zeiträume umgesetzt werden.

Artikel 1 Adressatenkreis

Das Memorandum of Understanding soll insbesondere von Stadtverwaltungen, Hafenbehörden, Hafenbetreibern und anderen Hafenunternehmen sowie von Reedereien und anderen Schifffahrtsunternehmen unterzeichnet werden.

[Anm.: Durch das „insbesondere“ soll klargestellt werden, dass auch weitere Institutionen oder Unternehmen das MoU unterzeichnen können].

Artikel 2 Definitionen

Im Kontext mit diesem Memorandum of Understanding

- a) sind Hafen- und Schiffsemissionen alle gasförmigen, flüssigen, festen und akustischen Emissionen inklusive Vibration.*
- b) sind harmonisierte Anforderungen solche, die im Anhang I beschrieben sind.*

Artikel 3 Allgemeine Verpflichtung

- (1) Die Unterzeichner verpflichten sich, die in Anhang 1 unter “Selbstverpflichtung der Zeichner des MoU“ genannten harmonisierten Anforderungen zum Zeitpunkt der Unterzeichnung einzuhalten.*
- (2) Die Unterzeichner verpflichten sich, die in Anhang 1 unter “Umweltschutzziele der Zeichner des MoU“ genannten harmonisierten Anforderungen zu dem Zeitpunkt einzuhalten, dem die Unterzeichner in dem Verfahren in Artikel 8 [s. Anmerkung 1] festlegen.*
- (3) Die Unterzeichner vereinbaren, die Umsetzung der harmonisierten Anforderungen zur Emissionsreduzierung regelmäßig zu überprüfen [Anmerkung 2] und gegebenenfalls der gesetzlichen oder technischen Entwicklung gemäß Verfahren in Artikel 8 anzupassen.*

[Anmerkung 1: Zeitabläufe sollten definiert sein (z. B. in Zusammenhang mit anderen regelmäßigen Audits wie QM-System, ISM-System, Klasseerneuerung)].

[Anmerkung 2: Wer ist dafür zuständig, für welche Zeitabläufe? Denkbar ist, dass dies z. B. die SeeBG übernimmt (als international anerkannte Behörde) oder dass unabhängige Inspektoren hierfür eingesetzt werden (wird z. B. bei der IATTO praktiziert)].

Artikel 4 Allgemeine Bestimmungen (Häfen)

- (1) *Die Unterzeichner vereinbaren, die harmonisierten Anforderungen auf Häfen und bestimmte Teile von Häfen anzuwenden. Diese Verpflichtung gilt unabhängig davon, ob sich der Hafen oder Teile des Hafens in öffentlichem oder privatem Besitz befinden.*
- (2) *Die Unterzeichner vereinbaren, angemessene Hafenauffanganlagen vorzuhalten, die den harmonisierten Anforderungen, wie in Anhang 1 beschrieben, genügen. Hierdurch dürfen den Unterzeichnern gegenüber den Nicht-Unterzeichnern keine Nachteile entstehen.*
- (3) *Die Unterzeichner verpflichten sich, die Einrichtungen in den Häfen zur Umsetzung der harmonisierten Anforderungen auch Schiffen von Nicht-Unterzeichnern des MoU zur Verfügung zu stellen. Sie stellen sicher, dass die Nicht-Nutzung der Einrichtungen nicht zu Vorteilen gegenüber der Nutzung führen darf.*
- (4) *Die Unterzeichner verpflichten sich, gemeinsam und unter Beachtung der internationalen Gesetzgebung in dem Verfahren nach Artikel 8 einen Standard für eine externe Stromversorgung von Schiffen in ihren Häfen zu entwickeln.*

Artikel 5 Allgemeine Bestimmungen (Schiffe)

- (1) *Die Unterzeichner verpflichten sich, die harmonisierten Anforderungen, wie in Anhang 1 beschrieben, auf Schiffen einzuhalten.*
- (2) *Die Unterzeichner vereinbaren., gemeinsam und unter Beachtung der internationalen Gesetzgebung in dem Verfahren nach Artikel 8 einen Standard für eine externe Stromversorgung von Schiffen in den Häfen zu entwickeln.*

Artikel 6 Anwendung auf Institutionen, Unternehmen und Personen, die das Memorandum nicht unterzeichnet haben

- (1) *Die Unterzeichner verpflichten sich, Nicht-Unterzeichner zu ermutigen, die harmonisierten Anforderungen zu erfüllen.*
- (2) *Das MoU steht auch Teilnehmern außerhalb der Ostsee offen.*
- (3) *Die Unterzeichner bemühen sich darum, dass das MoU auch außerhalb der Ostsee Anwendung findet.*

Artikel 7 Berichtspflichten

- (1) *Die Unterzeichner vereinbaren, sich gegenseitig [alle 2 Jahre] über die Umsetzung des Memorandum of Understanding entsprechend Artikel 8 zu unterrichten.*
- (2) *Die Unterzeichner vereinbaren, nationale und internationale Institutionen über die Weiterentwicklung des Memorandum zu informieren.*

Artikel 8 Fortschreibung des Memorandums

- (1) *Die Unterzeichner treffen sich [alle 2 Jahre], um über die Fortschreibung des MoU, die Festlegung der Fristen zur Einhaltung der "Umweltschutzziele der Zeichner des MoU" nach Anhang 1 und alle sonstigen inhaltlichen und organisatorischen Fragen zu entscheiden.*
- (2) *Jeder Unterzeichner hat eine Stimme.*
- (3) *Die Entscheidungen werden im Konsens getroffen.*

Artikel 9 Gegenseitige Anerkennung von Zertifikaten

- (1) *Über die Umsetzung des MoU soll den Unterzeichnern ein Zertifikat ausgestellt werden, das die Übereinstimmung mit Anforderungen in Anhang 1 dokumentiert [Anmerkung 3].*
- (2) *Die Unterzeichner vereinbaren, dieses Zertifikat von anderen Unterzeichnern als Beleg für die erfolgte Umsetzung der Anforderungen in Anhang 1 anzuerkennen.*
- (3) *Die Unterzeichner vereinbaren, einen Unterzeichner bei nachgewiesenen und fortgesetzten Verstößen gegen die Vorgaben des MoU, aus dem Kreis der Unterzeichner auszuschließen. Der ausgeschlossene Unterzeichner darf das Zertifikat nicht mehr verwenden [Anmerkung 4].*

[Anmerkung 3: Wer stellt die Urkunde/ das Zertifikat aus?]

[Anmerkung 4: Diese „Sanktion“ ist natürlich schwach und wird eher symbolisch gesehen. Wirkliche rechtliche Konsequenzen würden mögliche Teilnehmer eher abschrecken und gäben dem MoU einen anderen Status. Eventuell müsste das Verfahren genauer geregelt werden (Anhörung? Nachbesserung? Fristen etc.).]

Artikel 10 Unterzeichnung, In-Kraft-Treten und Beendigung

- (1) *Dieses Memorandum steht den Hafen- und Schifffahrtsunternehmen ab dem [1 Juli 2005] zur Unterzeichnung offen.*
- (2) *Das Memorandum wird für alle Unterzeichner [6 Monate], nachdem es von mindestens [3] Parteien gezeichnet wurde, wirksam.*
- (3) *Neu hinzukommende Unterzeichner informieren die anderen Unterzeichner, zu welchem Zeitpunkt das Memorandum für sie gelten wird.*
- (4) *Die Beendigung der Teilnahme an diesem Memorandum kann [30] Tage nach Unterzeichnung der anderen Unterzeichner erfolgen*

**Zertifikat
über das Engagement für die umweltschonende
und nachhaltige Entwicklung von Hafen- und
Schifffahrtsunternehmen in der Ostsee**

Das Memorandum of Understanding für eine nachhaltige Entwicklung von Hafen- und Schifffahrtsunternehmen in der Ostsee fokussiert auf Umweltbelastungen, die durch den Seeverkehr, d.h. durch Anlagen und Maschinen im Hafen und durch den Betrieb von Schiffen entstehen. Durch die Anwendung des Memorandums sollen die wichtigsten festen, flüssigen und gasförmigen Emissionsarten berücksichtigt und in Übereinstimmung mit den Prämissen der Agenda 21 erheblich reduziert werden. Die Unterzeichner dieses MoU verpflichten sich, kontinuierlich ihre Umweltschutzmaßnahmen zu überprüfen und zu verbessern.

Durch Ausstellung dieses Zertifikats wird anerkannt, dass der Unterzeichner die Standards des Memorandum of Understanding einhält und sich für die Verbesserung des maritimen Umweltschutzes einsetzt.

Er ist daher berechtigt, den Titel „Betrieb für die umweltschonende und nachhaltige Entwicklung von Hafen- und Schifffahrtsunternehmen in der Ostsee“ zu führen.

Umweltbild mit Hafen/Schiff als Wasserzeichen

Das Memorandum of Understanding in der Version xy wird für [Schiff / Reederei / Stadtverwaltung / Hafen / Terminal / Unternehmen etc.] umgesetzt.

In-Kraft-Treten:

Gezeichnet: Anwender

Gezeichnet: Aussteller des Zertifikates

9.3.3 Inhaltlicher Teil des MoU (Anhang 1)

Memorandum of Understanding für eine nachhaltige Entwicklung von Hafen- und Schifffahrtsunternehmen in der Ostsee

Die folgenden Anforderungen sollen von Hafenstädten, den entsprechenden Hafenverwaltungen und von Schifffahrtsunternehmen, die sich dem Umweltschutz verpflichtet fühlen, umgesetzt werden. Die Inhalte der Anforderungen orientieren sich an internationalen bzw. regionalen Regelwerken (u. a. MARPOL 73/78) gehen aber in einigen Fällen im Sinne eines verbesserten Umweltschutzes darüber hinaus. Zurzeit der Unterzeichnung sollen Zeichner dieses Memorandums die gegenwärtig geltenden und einige zusätzliche Anforderungen zum Umweltschutz unter *Selbstverpflichtung der Zeichner des MoU* umgesetzt haben und sich für weitere, darüber hinaus gehende Verbesserungen des Umweltschutzes unter *Umweltschutzziele der Zeichner des MoU* engagieren.

Unter *Allgemeine Hinweise* werden wichtige Informationen zur Beurteilung der Anforderungen, die unter *Selbstverpflichtung der Zeichner des MoU* und *Umweltschutzziele der Zeichner des MoU* beschrieben sind, vermittelt.

Die Vorgaben unter *Selbstverpflichtung der Zeichner des MoU* greifen bestehende Regelwerke auf, von denen bekannt ist, dass sie zum Teil noch nicht flächendeckend umgesetzt sind, oder bevorstehende Regelwerke, die von vorausschauenden Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen bereits freiwillig umgesetzt werden. Des weiteren finden sich hier Anforderungen, die regelungstechnisch noch nicht erfasst sind, die aber einen unmittelbaren Bedarf von Hafen- und Reedereiwirtschaft aufgreifen (z. B. Harmonisierung von Anforderungen verschiedener Hafenstädte zur Annahme von Schiffsabfall) und andere Umweltschutzmaßnahmen, die dem Stand der Technik entsprechen. Die Selbstverpflichtung der Zeichner des MoU beschreiben nicht den allgemeinen, zurzeit rechtlichen Status Quo, sondern einen Status, auf den sich die Unterzeichner des MoU freiwillig verpflichten!

Obwohl die Anforderungen zu den einzelnen Fragestellungen zunächst als nicht sehr weitgehend angesehen werden könnten, beschreibt die Summe der verschiedenen Anforderungen dennoch einen überdurchschnittlichen Umweltstandard.

Die *Umweltschutzziele der Zeichner des MoU* definieren weitere Schritte zur Umsetzung einer nachhaltigen Seeverkehrs- und Hafenwirtschaft. Die Ziele basieren auf der Akzeptanz und Weiterentwicklung des verbindlichen Teils des Memorandums und den Möglichkeiten der praktischen Umsetzung weiterer Anforderungen. Hierüber muss von den verschiedenen Interessensgruppen ein Konsens gefunden werden. Um eine konstruktive Entwicklung der Anforderungen zu gewährleisten, sollten zum Erreichen der Ziele zeitliche Vorgaben gemacht werden.

Inhaltliche Anforderungen

1. Verhütung der Ölverschmutzung

Selbstverpflichtung der Zeichner des MoU:

Allgemeine Hinweise:

Die folgenden Anforderungen sind heute nach MARPOL Anlage I und HELCON verbindlich zu erfüllen. Allerdings ist bekannt, dass es Häfen gibt, die noch keine Auffanganlagen vorhalten und dass auch Schiffe immer noch ölhaltige Abfälle/Sludge in die Meeresumwelt abgeben.

Für Bilgenwasser erlaubt MARPOL Anlage I die Abgabe in die Umwelt unter besonderen Bedingungen (u. a. Einhaltung von 15 ppm). Technisch und finanziell vertretbar sowie umwelttechnisch wünschenswert ist allerdings eine Entsorgung an Land, was auch bereits von vielen Reedereien praktiziert wird.

Verbindlich für Häfen: Bereitstellen von adäquaten⁹³ Auffanganlagen für Sludge*1 und Bilgenwasser*1.

Verbindlich für Schiffe: Abgabe von Sludge*1 und Bilgenwasser*2 an Land.

Umweltschutzziele der Zeichner des MoU:

Allgemeine Hinweise:

Die geringe Aufklärungsrate von Umweltdelikten und Ahndung von Verstößen ist u.a. auf Defizite bei der Dokumentation der Entsorgung zu finden. Die lückenlose Dokumentation der Entsorgung von ölhaltigen Abfällen soll deshalb gewährleisten, dass Zuwiderhandlungen entdeckt und verfolgt werden können.

Einen substanziellen Gewinn für die Umwelt bedeutet der Einsatz von schadstoffreduzierten Treibstoffen. Diese Treibstoffe sind allerdings teurer als z. B. "normales" HFO⁹⁴. Häfen (als Vertreter der landseitigen Interessen) sollten deshalb ein Anreizsystem für schadstoffreduzierten Treibstoff anbieten, z. B. in Anlehnung an die Rabatte auf die schwedischen "fairway dues", die auch von schwedischen Häfen gewährt werden.

Freiwillig für Häfen: Bestätigungsnachweis über die sachgerechte Entsorgung bzw. Weiterverarbeitung*3.

 Einführung eines harmonisierten *no spezial fee* Systems*2.

Freiwillig für Schiffe: Bestätigungsnachweis über die sachgerechte Entsorgung*1.

 Einführung eines harmonisierten *no spezial fee* Systems*2.

⁹³ „Adäquate Auffanganlagen“ heißt, dass die Rückstände in angemessener Zeit und zu marktüblichen Konditionen abgegeben werden können.

⁹⁴ MDO: Marine Diesel Oil, HFO: Heavy Fuel Oil

*1: Ist nach Marpol weltweit vorgeschrieben, aber es bestehen Umsetzungsdefizite.

*2: Ist weder nach Marpol noch Helcon noch nach EU Hafen-Auffangrichtlinie vorgeschrieben.

*3: Ist in Deutschland umgesetzt, Umsetzung für alle baltischen Staaten ist offen.

2. Verschmutzung durch schädliche flüssige Massengüter⁹⁵

Selbstverpflichtung der Zeichner des MoU:

Allgemeine Hinweise:

Die Anforderungen unter MARPOL Anlage II beziehen sich auf flüssige Ladungsabfälle (Ladungsreste, Waschwasser von Tanks). Es existieren auch hierfür bereits internationale Vorgaben, die aber z. T. in der Praxis noch nicht umgesetzt sind. Für die vorrangige und zunächst wichtigste Zielgruppe des MoU, Passagierschifffahrt und Fährverkehr, sind die Anforderungen ohne Relevanz. Für die wünschenswerte Ausweitung des MoU auf weitere Häfen bzw. Problemfelder des Umweltschutzes in der Ostsee soll MARPOL Anlage II hier dennoch aufgeführt werden.

Verbindlich für Häfen: Annahme von ladungsbedingten Abfällen und Ladungsrückständen *1

Verbindlich für Schiffe: Abgabe von ladungsbedingten Abfällen und Ladungsrückständen *1

Umweltschutzziele der Zeichner des MoU:

Freiwillig für Häfen: Bestätigungsnachweis über die sachgerechte Entsorgung bzw. Weiterverarbeitung*3.

Einführung eines harmonisierten *no spezial fee*-Systems*2

Freiwillig für Schiffe: Bestätigungsnachweis über die sachgerechte Entsorgung*2.

Einführung eines harmonisierten *no spezial fee*-Systems*2

3. Verhütung der Verschmutzung durch Abwasser

Selbstverpflichtung der Zeichner des MoU:

Allgemeine Hinweise:

MARPOL Anlage IV ist seit dem 27.09.2003 in Kraft. Demnach, und nach den Vorgaben von HELCON dürfen Schwarz- und unbehandeltes Grauwasser nur noch weiter als 12 sm von Land entfernt eingeleitet werden oder weiter als 4 sm, wenn es mechanisch behandelt und desinfiziert ist oder immer, wenn das Schiff eine zugelassenen Abwasser-Aufbereitungsanlage betreibt. Mit Umsetzung der EU-Hafenauffangrichtlinie müssen die Häfen der EU seit dem 27.09.2004 der Schifffahrt auch Abgabemöglichkeiten für Abwasser anbieten. Die praktische Umsetzung ist allerdings erst zum Teil erfolgt. Besonders in der Passagier- und Fährschifffahrt, wo große Mengen Abwasser anfallen, ist es umwelttechnisch wünschenswert

⁹⁵ Diese Anforderungen gelten nur für Häfen, die von entsprechenden Schiffen normalerweise angelaufen werden.

*4: Ist nach Marpol, Helcon und der EU Hafen-Auffangrichtlinie vorgeschrieben.

sowie technisch und finanziell vertretbar, dass Schwarz- und Grauwasser an Land entsorgt oder entsprechend anspruchsvollerer Standards vor Abgabe in die Umwelt aufbereitet wird.

Verbindlich für Häfen: Bereitstellen von adäquaten Auffanganlagen für Schwarz-*4 und Grauwasser*2.

Verbindlich für Schiffe: Abgabe von Schwarz-*2 und Grauwasser*2 bzw. Einsatz einer Behandlungsanlage an Bord, die die MARPOL, Anlage IV Ansprüche um 50 % unterschreitet und kein Chlor als Desinfektionsmittel verwendet.

Umweltschutzziele der Zeichner des MoU:

Freiwillig für Häfen: Bestätigungsnachweis über die sachgerechte Entsorgung bzw. Weiterverarbeitung*2.

Einführung eines harmonisierten *no spezial fee*-Systems*2

Freiwillig für Schiffe: Bestätigungsnachweis über die sachgerechte Entsorgung*2.

Einführung eines harmonisierten *no spezial fee*-Systems*2

4. Verhütung der Verschmutzung durch Abfall

Selbstverpflichtung der Zeichner des MoU:

Allgemeine Hinweise:

Weil die Aufnahmekapazität des Meeres als unendlich angesehen wurde, durfte an Bord anfallender Abfall früher auf See entsorgt werden. Mit In-Kraft-treten von MARPOL Anlage V (1988) ist dies nur noch für bestimmte Abfälle erlaubt – für Plastik z.B. überhaupt nicht mehr. Aber auch andere Abfälle, wie z.B. Dosen und Flaschen, stellen eine Gefahr für Meereslebewesen dar und beeinträchtigen zudem den Freizeitwert von Häfen und Küstenregionen. Deshalb sollte Abfall generell an Land entsorgt werden. Aufgrund in einigen Details schlecht harmonisierter Vorgaben zur Entsorgung in den Ostseehäfen stößt dort eine problemlose Abfallentsorgung auf Hindernisse. Die folgenden Anforderungen sollen hier Abhilfe schaffen.

Verbindlich für Häfen: - Umsetzung der Richtlinie 2000/59/EC vom 27. November 2000 über Hafenauffangeinrichtungen für Abfall und Ladungsreste⁹⁶*5

- Harmonisierte Deklaration (EAK-Nummern) und Trennung*2

- Harmonisierte Standards für Behälter (Boxen, Säcke etc.) *2

Verbindlich für Schiffe: - Bestätigungsnachweis über die sachgerechte Entsorgung*4

- Harmonisierte Deklaration (EAK-Nummern) und Trennung*2

- Harmonisierte Standards für Behälter (Boxen, Säcke etc.) *2

*5: Die Umsetzung der EU Hafen-Auffangrichtlinie ist seit dem 01.01.2003 vorgeschrieben.

Umweltschutzziele der Zeichner des MoU:

Allgemeine Hinweise:

Die Einführung des *no special fee*-Systems soll gewährleisten, dass es keinen Anreiz gibt, Abfall auf See zu entsorgen, da für die Entsorgung im Hafen ohnehin - d. h. egal, ob dort entsorgt wird, oder nicht – Gebühren bezahlt werden müssen. Die Rahmenbedingungen für das *no special fee*-System und mögliche Rabatte hierauf sind allerdings in den einzelnen Ostseehäfen unterschiedlich, wodurch die Durchführung erschwert bzw. undurchsichtig wird.

Die Einführung von Recyclingsystemen und Großbinden (Lebensmittel, andere Verbrauchsgüter wie Reinigungsmittel, Farbe) verringert das Abfallaufkommen an Bord und somit die Notwendigkeit der Entsorgung.

- Freiwillig für Häfen:
- Bestätigungsnachweis über die sachgerechte Entsorgung bzw. Weiterverarbeitung *3.
 - Förderung des Einsatzes von abfallreduzierenden Maßnahmen*2
 - Rabatte auf Maßnahmen zur Abfallreduzierung*2
 - Einführung eines harmonisierten *no spezial fee*-Systems*2
- Freiwillig für Schiffe:
- Förderung des Einsatzes von abfallreduzierenden Maßnahmen*2 (Trennung, Mehrweg, Großbinde etc.)*2

5. Verhütung der Verschmutzung durch Abgase

Selbstverpflichtung der Zeichner des MoU:

Allgemeine Hinweise:

MARPOL Anlage VI tritt im Mai 2005 in Kraft. (Nord- und) Ostsee werden damit zu „sulphur emission control areas“ (SECAs), für die besondere Auflagen gelten. Wichtigste Auflage ist, dass hier nur noch Treibstoff mit einem Schwefelgehalt von 1,5 % Volumengehalt gefahren werden darf. Dies ist ein großer Schritt zur Verbesserung der Luftqualität in den Häfen und Küstenregionen von Nord- und Ostsee.

[Überprüfen 1: Übergangsvorschriften, die mit Unterzeichnung dieses MoU's nicht in Anspruch genommen werden dürfen.

Überprüfen 2: Sollte hier eventuell bereits die EU-Treibstoffdirektive (ev. gültig ab 2010) herangezogen werden? (1,5 % Schwefelgehalt in Nord- und Ostsee + 0,1 % Schwefelgehalt in den Häfen – wahrscheinlich eher unter „Umweltschutzziel/Szenario“].

Verbindlich für Häfen: Umsetzung von MARPOL Anlage VI (SECA) *1⁹⁷

Verbindlich für Schiffe: Umsetzung von MARPOL Anlage VI (SECA) *1

⁹⁷ *1: Ist nach Marpol für SECA's am 20. Mai 2005 vorgeschrieben

Umweltschutzziele der Zeichner des MoU:

Allgemeine Hinweise:

Obwohl die Begrenzung des Schwefelgehaltes im Treibstoff durch MARPOL Anlage VI auf 1,5 % ein wichtiger Schritt zur Verbesserung der Luftqualität in Häfen und Küstenregionen darstellt, ist der Wert im Vergleich zu den Anforderungen an Verkehrsträger an Land doch immer noch sehr hoch⁹⁸. Weitere rechtlich verbindliche Anforderungen werden folgen (siehe nächste Fußnote).

Abgesehen davon kann das Angebot von Landstrom zur Versorgung von Schiffen bzw. bestimmten Schiffstypen im Hafen eine weitere Entlastung der Luft von Schadstoffen darstellen. Diese Maßnahme wird in einigen Häfen bereits durchgeführt und in weiteren untersucht.

Zur teilweisen Kompensation der höheren Kosten für den Einsatz von schwefelarmem Treibstoff sollte ein Anreizsystem eingeführt werden.

Freiwillig für Häfen:

- Umsetzung der EU-Richtlinie zum Schwefelgehalt in Treibstoffen für Seeschiffe (COM(2002) 595) *2
- Entwicklung von abgestimmten Standards für eine externe Stromversorgung von Schiffen am Liegeplatz*2
- Entwicklung eines Anreizsystems zur Förderung des Einsatzes von MDO bzw. HFO mit schadstoffreduzierten Eigenschaften (z. B. S < 0,5%⁹⁹)*2

Freiwillig für Schiffe:

- Umsetzung der EU-Richtlinie zum Schwefelgehalt in Treibstoffen für Seeschiffe (COM(2002) 595) *2
- Entwicklung von abgestimmten Standards für eine externe Stromversorgung von Schiffen am Liegeplatz*2
- Entwicklung eines Anreizsystems zur Förderung des Einsatzes von MDO bzw. HFO mit schadstoffreduzierten Eigenschaften (z. B. S < 0,5%)*2

⁹⁸ Treibstoff für LKW in Europa = 350 ppm, ab 2005 in der EU nur noch 50 ppm, in Deutschland wird flächendeckend für PKW nur noch Treibstoff mit max. 10 ppm Schwefel angeboten.

⁹⁹ EU-REPORT vom 10. November 2003: A European Union strategy to reduce atmospheric emissions from seagoing ships (COM(2002) 595 _ 2003/2064(INI)): 18. The European Parliament notes that the Commission urges the international bunker industry to make available significant quantities of 1.5% sulphur marine heavy fuel oils in states bordering SOx Emission Control Areas, but underlines that this request should be extended in order to be able to meet demand for marine fuels also with a maximum 0.5% sulphur content in all Community sea areas; (section 6.5).

Andere Anforderungen:

Zusätzlich sollten folgende Anforderungen, die unter MARPOL I bis VI nicht erfasst sind, berücksichtigt werden:

Eintrag fremder Organismen durch Ballastwasser

Selbstverpflichtung der Zeichner des MoU:

Allgemeine Hinweise:

Die Resolution A 868 (20)¹⁰⁰ ist eine Guideline zur Behandlung von Ballastwasser. Hier sind umwelttechnisch sinnvolle und auch zurzeit umsetzbare Anforderungen definiert.

Verbindlich für Häfen: Umsetzung von Res. A 868 (20) (7.2, 8.2)*2

Verbindlich für Schiffe: Umsetzung von Res. A 868 (20)*2

Umweltschutzziele der Zeichner des MoU:

Allgemeine Hinweise:

Im Februar 2004 wurde von der IMO die Ballastwasser-Konvention verabschiedet. Sie tritt in Kraft, ein Jahr nachdem sie von mindestens 30 Staaten mit 35 % der Welthandelstonnage ratifiziert wurde. Die dort aufgeführten Anforderungen werden demnach in einem absehbaren Zeitraum zu erfüllen sein.

Freiwillig für Häfen: Umsetzung der Ballastwasser - Konvention*2

Freiwillig für Schiffe: Umsetzung der Ballastwasser - Konvention*2

¹⁰⁰ Resolution A. 868(20), verabschiedet am 27. November 1997: GUIDELINES FOR THE CONTROL AND MANAGEMENT OF SHIPS' BALLAST WATER TO MINIMIZE THE TRANSFER OF HARMFUL AQUATIC ORGANISMS AND PATHOGENS

10 Initiativen zur Schadstoffreduzierung auf Schiffen/in Häfen

Aufgrund fehlender bzw. nicht wirksamer Gesetze zur Reduktion von Umweltschäden durch die Seeschifffahrt gibt es zunehmend Initiativen zur freiwilligen Erfüllung anspruchsvollerer Standards zum Schutz der Umwelt. Die Vertragsstaaten, die die vorweg dargestellten internationalen Regularien ratifiziert haben bzw. ratifizieren werden, haben grundsätzlich die Möglichkeit, auf der jeweiligen nationalen Ebene strengere Regularien in Kraft zu setzen.

Bezüglich des Schwefelanteils im Bunkeröl, das sie in ihren Häfen verkaufen, haben bereits einige Länder nationale Regularien entwickelt. In Norwegen z. B. beträgt der erlaubte Schwefelanteil im Treibstoff maximal 1 % als generelle Regelung und in einigen Häfen Norwegens 2,5 %.

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch der norwegische Ansatz, für jedes Schiff ein *Environmental Indexing* festzulegen und nach diesem System sowohl die Steuern und die Hafengebühren als auch die Versicherungsprämien differenziert zu berechnen. Norwegen beabsichtigt, ein derartiges ökonomisches Anreizsystem zu initiieren, um im Interesse der marinen Umwelt über das international verbindliche Mindestmaß der IMO hinauszugehen.

Auch in einigen Bundesstaaten der USA wurden bereits verschiedene regionale Sondergebiete hinsichtlich der Luftemissionen festgelegt. Dies gilt z. B. für die Glacier Bay in Alaska, in der nur noch niedrigschwefeliger Treibstoff gefahren werden darf, als auch für einige kalifornische Häfen, die z. B. eine Reduktion von NO_x um 70 % verlangen. Schiffe, die häufiger San Francisco anlaufen, sind bereits weitgehend mit SCR-Katalysatoren zur NO_x -Reduzierung ausgerüstet. Die bekanntesten Systeme zur Förderung des Umweltschutzes auf Schiffen bzw. in Häfen sollen kurz vorgestellt werden.

Abgesehen von den rechtlichen Möglichkeiten, deren Inhalte und Grenzen in Kapitel 9 beschrieben sind, gibt es eine Reihe anderer verschiedener Möglichkeiten und Versuche den Umweltschutz in der Seeschifffahrt zu fördern. Um das relativ hohe Schadstoff-Reduktionspotenzial bei der Schifffahrt kosteneffektiv auszuschöpfen, sollen zunehmend ökonomische Anreizsysteme eingesetzt werden. Nach Kageson ist die Effektivität der eingesetzten finanziellen Mittel zum Schutz der Umwelt in der Seeschifffahrt ca. 6-mal höher als im Straßenverkehr, eine Konstellation, die auch aus ökonomischen Gründen genutzt werden sollte. Da über gesetzgeberische Maßnahmen nur relativ langsam und zudem möglicherweise nur geringe Verbesserungen erzielt werden können, wird diskutiert, ökonomische Anreizsysteme oder *Market Based Instruments* (MBIs) hierfür zu instrumentalisieren. Im Allgemeinen bieten ökonomische Instrumente eine höhere Flexibilität als regelnde Instrumente. Einzelpersonen und Unternehmen sind flexibler, sich ökonomischen Anreizen als administrativen Vorgaben anzupassen.

Ökonomische Instrumente sind durch den Gebrauch von Marktkräften (vor allem dem Preis) zum Erreichen eines Zieles gekennzeichnet. Es gibt zwei Gruppen von ökonomischen Instrumenten: Preisgebundene Instrumente (Steuern, Abgaben und Beihilfen) und mengengebundene Instrumente (Emissionsberechtigungen oder Zertifikate). Transportangebot und -nachfrage durch den Einsatz von Marktkräften zu beeinflussen ist vorteilhaft bei der Verfolgung einer nachhaltigen Transportpolitik: Indem die Preisbildung als Träger für die Internalisierung der tatsächlichen Kosten verwendet wird, werden Marktverteilungsprozesse nicht verzerrt. Die Verkehrsteilnehmer zahlen nur für den Gebrauch der Infrastruktur, d. h. für die Kosten ihrer

Mobilität. Diese Kosten umfassen Infrastrukturerstellung und -wartung, Gesundheits- und Umweltschäden. Eine weitere Maßnahme für die Förderung des Umweltschutzes wird damit versucht, für Firmen einen Qualitätsnachweis (unter Umweltschutzgesichtspunkten) und Werbeeffekt zu verbinden. In der Seeschifffahrt werden hierfür zunehmend die Klassezeichen der Klassifikationsgesellschaften eingesetzt und für die Umsetzung besonders hoher Ansprüche der *Blaue Engel für den umweltschonenden Schiffsbetrieb* vergeben.

10.1 Vorwiegend schiffsbezogene Initiativen für verbesserten Umweltschutz

Ausgehend von der Tatsache, dass der wesentliche und vergleichsweise schnell zunehmende Teil der Umweltbelastung in Häfen von Schiffen ausgeht, fokussierten die ersten Initiativen zur Verbesserung des maritimen Umweltschutzes ausschließlich auf die Schiffe. Dies war auch deshalb naheliegend, weil eine Umweltgesetzgebung, wie sie in vielen Staaten der Welt für den Betrieb von Anlagen an Land, d. h. in ihrem Zuständigkeitsbereich, in Kraft ist, in der internationalen Schifffahrt nicht existiert. Am konsequentesten sind Ansätze zur Veränderung der Umweltbelastung durch Schiffe in Schweden umgesetzt worden. Die Tatsache, dass die größten Umweltschäden in den Wäldern und Seen im wesentlichen direkt der Schifffahrt angelastet werden konnten, brachte die wichtigsten Akteure zusammen, um wirkungsvolle Maßnahmen zu ergreifen.

Der *Green Award*, der als eine der ältesten Initiativen zur freiwilligen Verbesserung des maritimen Umweltschutzes bekannt ist, soll hier nur erwähnt werden, weil er vor allem auf Tanker fokussiert und eher havariebedingte Umweltverschmutzungen reduzieren helfen soll.

10.1.1 Das schwedischen System *Differentiated Fairway Dues*

Der Anlass zur Implementierung für das Anreizsystem der *Differentiated Fairway Dues* waren Untersuchungen der schwedischen maritimen Verwaltung zu den schiffsgenerierten Luftemissionen in den schwedischen Häfen. Diese hatten ergeben, dass in den schwedischen Küstenbereichen und insbesondere in den schwedischen Fährhäfen der Anteil der Schifffahrt an den Luftschadstoffemissionen (NO_x und SO_x) teilweise auf bis zu 80 % angestiegen war.

Da nach Ansicht der schwedischen Schifffahrtsbehörde nicht zu erwarten war, dass in Zukunft ohne Anreizsysteme die schiffsbedingten Luftemissionen reduziert werden konnten, ging man davon aus, dass ein erheblicher Teil der Schiffe, insbesondere die Fähren, durch ökonomische Anreize dazu angehalten werden müssten, Katalysatoren zu installieren, um Stickoxide zu reduzieren. Außerdem sollte der Einsatz von Bunkerölen mit einem niedrigen Schwefelanteil honoriert werden. Die schwedische Schifffahrtsverwaltung beabsichtigt zunächst, mit allen Anrainerstaaten, insbesondere mit denen, die in den Fährverkehren mit Schweden involviert sind, entsprechende Übereinkommen abzuschließen und die Durchsetzung der geplanten Maßnahmen zwischen 1998 und 2003 durch entsprechende Anreizsysteme über Gebührenreduzierungen zu beschleunigen. Die Initiative basiert z. T. auf der EU-Leitlinie zur Umsetzung eines *Fair and Efficient Pricing in Transport*, in der der politische Wille zum Ausdruck gebracht wird, durch entsprechende Anreizsysteme den gesamten Transport (nicht nur Schifffahrt) in der EU umweltfreundlicher zu gestalten.

Zielsetzung

Im April 1996 haben die schwedischen maritimen Verwaltungsbehörden, die schwedischen Hafen- und Hafentarbeitervereinigungen und die schwedische Schiffseignervereinigung ein Drei-Parteienabkommen (*Tripartite Agreement*) verabschiedet, das darauf abzielte, die Luftverschmutzung in den schwedischen Häfen, insbesondere in den Fährhäfen, drastisch zu reduzieren.

Das Programm wurde am 1.1.1998 gestartet. Es war beabsichtigt, innerhalb von fünf Jahren die Abgasemissionen (NO_x und SO_x) um 75 % zu reduzieren. Ausdrücklich weisen die schwedischen Initiatoren darauf hin, dass sie die IMO und HELCOM Initiativen bezüglich der Luftemissionen unterstützen (MARPOL, Anlage VI), dass aber die von diesen internationalen Organisationen zu erwartenden Regularien nicht reichen, um in der Zeit bis 2003 die Reduzierungen von 75 % durchzusetzen.

Das Gebührensystem

In mehreren Publikationen haben die Autoren des „Drei-Parteienabkommens“ ihr Programm entwickelt und konkretisiert. In der Fassung vom 16. Dezember 1997 werden die vorläufigen differenzierten Gebührenstrukturen dargestellt. Demnach sind die neuen Gebühren (*fairway dues / Fahrwassergebühren*) zweigeteilt:

- ein Teil basiert auf der Größe der Schiffe, berechnet nach *Gross-Tonnage*,
- der zweite Teil basiert auf der Masse der Ladung.

Der erste Teil wird seit dem 1.1.1998 entsprechend der Stickoxid- und Schwefelemissionen graduell differenziert. Die Gesamtsumme der Gebühren soll dadurch unverändert zu den aktuellen Einnahmen bleiben, da die Schiffe mit den ungünstigen Emissionswerten höhere Gebühren zu entrichten haben als vor dem 1.1.1998. Die ladungsbezogenen Gebühren betragen seit dem 1.1.1998 pro Ladungstonne 3,60 SEK bzw. für Ladung "von geringem Wert" 0,80 SEK. Welche Ladungen dazu gehören, wird in einem Anhang aufgeführt. Die Reviergebühren ("*Fairway dues*") sind nach der Größe der Schiffe (GT) und ihren NO_x- und SO_x- Emissionen in Tabellen dargestellt.

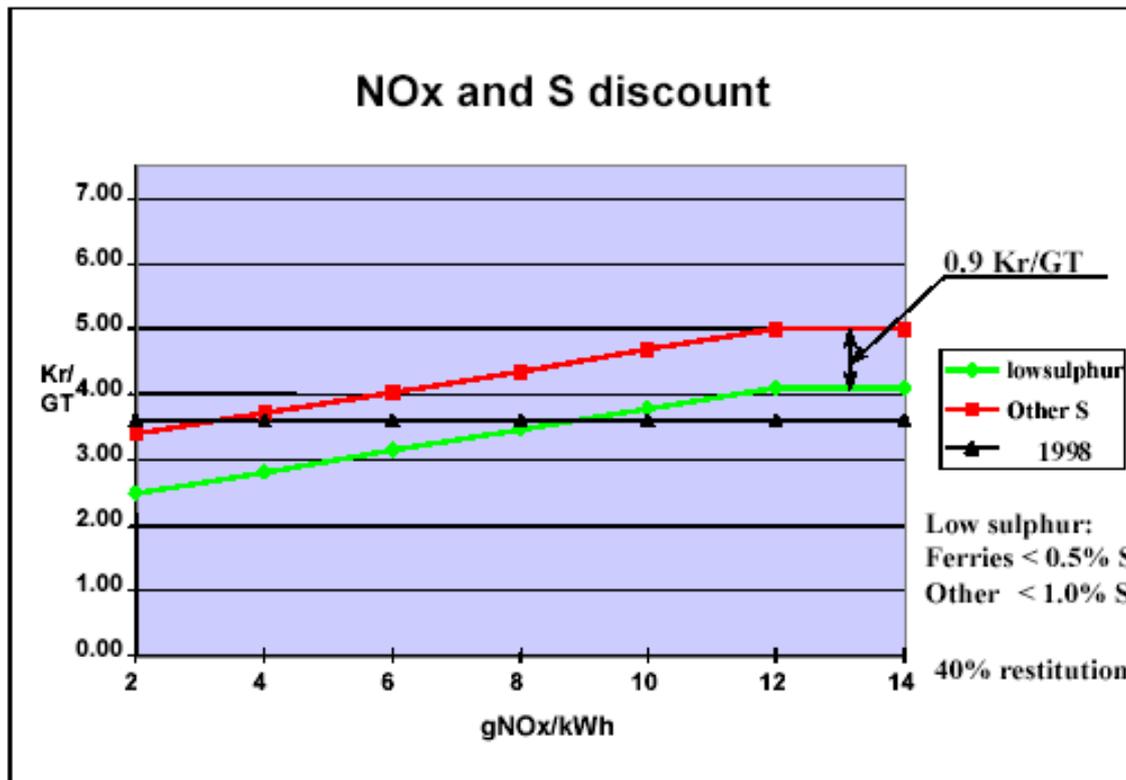
Um die Einführung von Katalysatoren (SCR) zu fördern, können die Kosten für den Einbau innerhalb von 5 Jahren bis zu 40 % über Rückerstattung auf die *Fairway Dues* beglichen werden, wenn der Einbau vor dem Jahr 2000 erfolgte. Nach 2000 werden nur noch 30 % der Kosten zurückerstattet.

Alle Schiffe werden außerdem mit einer differenzierten Schwefelgebühr belegt. Auf die Reeder kamen dadurch hohe laufende Kosten zu. Die Kosten für HFO mit dem üblichen Schwefelgehalt betragen 1999 ca. 130 USD/Tonne. Treibstoffe mit einem Schwefelgehalt von 1 % waren ca. 10 USD/Tonne teurer, Treibstoff mit einem Schwefelgehalt von 0,5 % waren noch einmal ca. 20 USD/Tonne teurer.

Die schiffsbezogenen Gebühren (*ship based portion of fairways dues*), die die NO_x- und SO_x-Emissionen widerspiegeln, sollen für Frachtschiffe maximal 12-mal und für Passagier- und Eisenbahnfähren maximal 18-mal pro Jahr berechnet werden. Die *Fairway Dues* werden von staatlicher Seite erhoben. Den schwedischen Hafenverwaltungen war es freigestellt, sich frei-

willig mit Reduktion auf Hafengebühren an dem System zu beteiligen, was von einigen Häfen auch getan wurde. Die Höhe der Rabatte ist in den Häfen aber sehr unterschiedlich.

Abbildung 41: Kostenstruktur für Fahrwassergebühren und Rabatte



Quelle: http://www.imprint-eu.org/public/Papers/IMPRINT_Swahn_sea.pdf.

Bewertung

Es gab verschiedene (nicht nur schwedische) Reedereien, die offensichtlich davon überzeugt waren, dass Schweden dieses Programm anwenden würde. Einige hatten deshalb bereits vorab nicht unerhebliche Mittel investiert, um die Abgasemissionen über das international verbindliche Maß hinaus zu reduzieren, um dem schwedischen Ansatz gerecht zu werden.

Zurzeit sind 25 der ca. 52 schwedische Häfen an dem System beteiligt, im Jahre 2002 waren 1.043 Schiffe für den Einsatz von schwefelreduziertem Treibstoff und in 2001 30 Schiffe für stickoxidreduzierende Maßnahmen registriert. Nach der Aussage von Per Ekberg, *Administration's Manager for Maritime Policy and Public Affairs* konnten im Rückblick der 6 Jahre seit Implementierung des Systems ca. 50.000 Tonnen SO_x und ca. 27.000 Tonnen NO_x an Schadstoffemissionen pro Jahr vermieden werden¹⁰¹.

Es gibt immer wieder Bestrebungen, das System auf die gesamte Ostsee auszudehnen. Die Umsetzung der schwedischen Initiative auf andere baltische Staaten ist aber nicht unproblematisch, weil es in den verschiedenen Ostseeanrainerstaaten unterschiedliche Gebührensys-

¹⁰¹ Quelle: [I10] <http://www.maritimetoday.com/more.cfm?ID=13466>

teme gibt. In der Regel werden keine vergleichbaren *Fairway Dues* für die Benutzung der Seeschiffahrtsstraßen erhoben, sodass auch keine Rabatte hierauf gegeben werden können. Auch in den Häfen der verschiedenen Länder ist die Gebührenstruktur zum Teil dermaßen unterschiedlich, dass ein vergleichbares Rabattsystem ad hoc nur schwer eingeführt werden kann. Dies ist ein systemimmanenter Nachteil. Allerdings könnten in Kooperation auf freiwilliger Basis zumindest die Häfen kurzfristig Gebührensyste me entwickeln, die sich zur Gewährung von Rabatten eignen. Deswegen wäre es empfehlenswert, dass die schwedischen *Differentiated Reduction on Fairway Dues* als Vorlage für eine „baltische Initiative“ dienen würden, d. h. von allen HELCOM Staaten aufgegriffen und zumindest in den Häfen umgesetzt würde.

10.1.2 Die EU-Hafenauffangrichtlinie (*no special fee-System*)

Obwohl seit rechtlich verbindlicher Umsetzung der Hafenauffangrichtlinie die dort formulierten Auflagen „eigentlich“ von allen Staaten der EU umgesetzt sein müssten, soll sie dennoch aus verschiedenen Gründen hier als Anreizsystem aufgeführt werden. Die in der Richtlinie geforderte Herangehensweise zum Schutz der Umwelt wurde schon lange vor der rechtlichen Verbindlichkeit von einigen Hafenstädten - besonders in Schweden - praktiziert. Außerdem sind die Modalitäten, nach denen die Richtlinie in verschiedenen Häfen der EU zurzeit umgesetzt werden, noch so unterschiedlich, dass nur sie zum Teil als Anreiz zu verbessertem Umweltschutz in der Seeschiffahrt gesehen werden kann. Manchmal wird sie aber offenbar lediglich als Verwaltungsvorschrift eingesetzt, die den Häfen auch Spielraum zum Ausschöpfen von Kostenvorteilen gegenüber anderen bietet.

Durch die Verabschiedung der EU-Richtlinie 200/59/EC über Hafenauffangeinrichtungen für Schiffsabfälle und Ladungsrückstände und der HELCOM Empfehlungen¹⁰² haben die Staaten der EU auch das so genannte *no special fee-System* eingeführt, um illegale Einträge und Verklappungen von gefährlichen Rückständen (Müll, Ölrückstände) im Meer zu verhindern. Es handelt sich hier um ein Gebührensystem, bei dem die Kosten für die Aufnahme und Entsorgung von Schiffsabfällen in der Hafengebühr (oder einer separaten Gebühr) enthalten sind, und zwar ungeachtet der Tatsache, ob das Schiff die Hafenauffangeinrichtungen tatsächlich nutzt oder nicht. Diese Gebühr kann anhand des Schiffstyps und der Schiffsgröße sowie der Anzahl der Besatzungsmitglieder und Passagiere errechnet werden. Das Ziel dieses Systems ist es, Schiffseigentümer zu ermutigen, Hafenauffangeinrichtungen zu nutzen, zumal bei diesem System kein wirtschaftlicher Vorteil mehr aus der Entsorgung von Schiffsabfällen auf See resultiert.

Eine Voraussetzung für eine effektive Umsetzung dieses Systems ist die Harmonisierung und Transparenz der Verfahren und Gebühren in den Häfen der EU. In Deutschland wird die EU-Richtlinie durch Bundes- und Landesgesetze umgesetzt. Ein effektives System für eine umweltverträgliche Annahme und Entsorgung von Schiffsabfällen und Ladungsrückständen ist aber zurzeit noch nicht in allen EU-Mitgliedstaaten eingeführt [I14].

¹⁰² Durch die HELCOM wird auch Rußland als nicht EU-Staat zur Umsetzung der Vorgaben verpflichtet.

Die Tatsache, dass die Richtlinie nicht für alle Häfen harmonisiert ist, führt sowohl an Bord als auch in manchen Häfen zu Problemen. Während einige Häfen Schiffsabfall zu 100 % annehmen, d. h. ohne Ausnahme mancher Arten bzw. Mengenbeschränkungen, schränken andere Häfen die kostenfrei abzunehmenden Abfallarten ein. Die kostenpflichtigen, nicht unter *no spezial fee* fallenden Abfälle werden deshalb zum Teil in Häfen entsorgt, die alle Abfälle annehmen (z. B. Göteborg), wodurch diesen Häfen hohe, ihnen eigentlich nicht anzulastende Entsorgungskosten entstehen. Es wurde zudem bekannt, dass auf manchen Schiffen z. B. keine Bilgenwasserentölung vorgenommen wurde, weil teilweise (z. B. in Göteborg) ohnehin die gesamte Menge abgenommen wurde. Während Sludge nach der Behandlung lediglich ca. 20 % Wasseranteil aufweist, kann ein Sludge/Bilgenwasser-Gemisch zu 99 % Wasser sein, das an Land mit hohen Kosten getrennt werden muss.

Wenn andererseits diese kostenfreien Entsorgungsmöglichkeiten für Schiffe nicht offen stehen, besteht die Gefahr, dass Abfälle (und hierbei handelt es sich dann oft nicht um normalen Hausmüll, sondern um Sondermüll) wieder im Meer entsorgt werden. Untersuchungen haben gezeigt, dass die kostenpflichtige Abgabe in der Regel mit einem Anstieg illegaler Entsorgung auf See verbunden ist. Zudem müssen die Häfen, um dem *polluter pays principle* zu genügen, der entsorgenden Schifffahrt nur einen „signifikanten“ Anteil der Entsorgungskosten in Rechnung stellen. Hiermit ist ein Anteil von mindestens 30 % gemeint. Häfen, die zum einen nicht alle Abfallarten kostenlos annehmen und darüber hinaus der Schifffahrt gerade 30 % der Kosten berechnen, erlangen unter diesem Gesichtspunkt einen Wettbewerbsvorteil (geringere Kosten) gegenüber ihren Mitbewerbern.

Außerdem wird die Basis *Grosstonnage*/BRZ als Bezugsgröße kritisiert, weil sie nicht unbedingt ein Indikator für die anfallenden Abfallmengen ist. Die Maschinenleistung eines Schiffes (für ölige Abfälle) oder/und die Personenanzahl an Bord und Schiffstyp können hierfür geeigneter sein. Zuletzt wird auch hier ein einheitliches Anmelde- und Abrechnungssystem (z. B. bezüglich der „kostenfreien“ Dauer der Inanspruchnahme von Bunkerbooten) gefordert, damit die tatsächliche Umsetzung der Richtlinie nicht mehr verschleiert werden kann.

Zusammenfassend wird das *no spezial fee*-System von den meisten Fachleuten als ein geeignetes Instrument für die Reduzierung der Meeresumweltverschmutzung angesehen. Es werden aber verschiedene Verbesserungen angemahnt, insbesondere in den Bereichen Transparenz und Harmonisierung.

10.1.3 Das Bremer Bonusmodell zur Förderung des Umweltschutzes in der Seeschifffahrt

Weil besondere Maßnahmen zum Schutz der Umwelt in der Regel zusätzliche Ausgaben bedeuten, sind Reedereien, die sich für den Umweltschutz engagieren, im Vergleich zur Konkurrenz finanziell benachteiligt, d. h., solche Maßnahmen werden nur in besonderen Fällen getätigt. Um den Umweltschutz in der Seeschifffahrt zu fördern, muss deshalb entsprechenden Reedereien eine Kompensation für getätigte Umweltschutzmaßnahmen gewährt werden. Die Möglichkeiten hierfür sollten im Auftrag der Bremer Landesregierung in einem Projekt untersucht werden.

Vor diesem Hintergrund ist von den Instituten GAUSS und ISL ein international anwendbares und integratives Bonusmodell für die Seeschifffahrt entwickelt worden. Das Ziel war

- ein Grundmodell eines ökonomischen Anreizsystems zu entwickeln, das international eingesetzt werden kann und integrativen Charakter aufweist;
- zusätzliche Faktoren wie Wettbewerbsneutralität, geringen Verwaltungsaufwand und Teilnahme auf freiwilliger Basis zu berücksichtigen;
- dieses Grundmodell in einer Testphase auf seine Umsetzbarkeit und den administrativen Aufwand zu prüfen;
- konkrete Aussagen zu den ökologischen Wirkungen und zu den Chancen und Perspektiven der internationalen Verbreitung zu machen;
- im Ergebnis eine Entscheidungsgrundlage für oder gegen die Einführung des vorgeschlagenen Anreizsystems zu schaffen.

An diesem Projekt nahmen neben Bremen/Bremerhaven und Hamburg die Häfen Brake, Emden, Wilhelmshaven und Lübeck-Travemünde teil.

Das integrative, international einsetzbare Bonusmodell

Um dem Anspruch des gemeinsamen Projektes nach der Entwicklung eines integrativen und international einsetzbaren Bonusmodells gerecht werden zu können, wurden international anerkannte Zertifizierungs- bzw. Bewertungssysteme auf ihre sachlichen Kriterien hin untersucht. Im einzelnen waren dies:

Tabelle 47: Berücksichtigte Zertifizierungs- und Bewertungssysteme

American Bureau of Shipping	ABS	Marine Safety, Quality, Environmental Management
Chemical Distribution Institute	CDI	Safety and Quality Assessment System
Det Norske Veritas	DNV	Class Notation "Clean Design" and "Clean"
Germanischer Lloyd	GL	Environmental Passport
Green Award Foundation	GA	Seacure for Operations 2000
International Chamber of Shipping	ICS	Shipping and the environment – A code of practise
International Transport Workers' Federation	ITF	Is there a better way to regulate shipping industry
Lloyds Register of Shipping	LR	Provisional Rules: environmental protection
Oil Companies International Marine Forum	OCIMPF	Vessels particulars questionnaire for bulk oil/chemical carriers and gas carriers
Registro Italiano Navale	RINA	Green Star Class Notation "Clean Sea", "Clean Air"
Swedish Maritime Administration	SMA	Environmental differentiated fairway and port dues

Quelle: [33]: GAUSS / ISL: Entwicklung eines Modells für ein integratives und international einsetzbares Bonussystem *Quality Shipping*, Ergebnisse der Studie, Bremen, Januar 2002.

Ausgehend von der Analyse wurde eine Liste mit Anforderungen entwickelt, anhand derer das reederei- bzw. schiffsseitige Umwelt- und Sicherheitsengagement bewertet werden kann. Die Liste umfasst insgesamt 18 Fragestellungen, die 3 Hauptkapiteln zugeordnet sind. Der

Nachweis über die Erfüllung der teilweise abgestuften Anforderungen kann ausnahmslos durch entsprechende Zertifikate erbracht werden, sodass der Verwaltungsaufwand gering bleibt.

Tabelle 48: Zu erfüllende Anforderungen für das Bonusmodell

	Pkte.	Σ	Nachweis z.B. durch
Kap. 1 Reedereipolitik und -management		31	
1.1 Umweltschadenshaftpflichtversicherung	10		Versicherungspolice
1.2 Qualitätsmanagement	3		ISO, ISMA, GA Zertifikat
1.3 Umweltmanagement	3		ISO, ISMA, GA Zertifikat
1.4 Personalmanagement	< 16		ITF blue card, training record
Kap. 2 Schiffsentwurf, -bau und -ausstattung		45	
2.1 Materialauswahl und -einsatz	5		Materialpass
2.2 Kollisionsschutz	10		Klassezeichen
2.3 Redundante Systeme	10		Klassezeichen
2.4 Hull stress monitoring	10		Zertifikat
2.5 Notfallsysteme und -technik	10		Zertifikat
Kap. 3 Schiffsbetriebmanagement und -technik		130	
3.1 Gasförmige Emissionen aus Kälteanlage	< 16		Anlagen Spezifikation
3.2 Schwefeloxidemissionen	< 21		Zertifikat
3.3 Stickoxidemissionen	< 21		Zertifikat
3.4 Ruß- und Partikelemissionen	10		Zertifikat
3.5 Feste Abfallstoffe (<i>waste</i>)	< 16		Abfalltagebuch
3.6 Schwarz- und Grauwasser (<i>sewage</i>)	< 16		Betriebsabnahmeprotokoll
3.7 Bilgenwasser	5		Zertifikat
3.8 Antifouling	20		Spezifikation
3.9 Ballastwasser	10		Zertifikat, Tagebuch
	Σ	206	

Quelle: [33] GAUSS / ISL: Entwicklung eines Modells für ein integratives und international einsetzbares Bonussystem *Quality Shipping*, Ergebnisse der Studie, Bremen, Januar 2002.

Der Gewährung von Boni liegt eine Punktebewertung der Umwelt- und Sicherheitspraxis anhand der Kriterienliste zugrunde. Dabei wird der Bewertungshierarchie

1. Maßnahmen mit direkten Umwelt- und Sicherheitseffekten,
2. Innovative, richtungsweisende (Vorsorge-) Maßnahmen,
3. Dokumentierte und effektive QM-Systeme und -Instrumente

gefolgt. Das Ziel der Bewertung war, eine kostenwirksame Anerkennung des vorsorglichen umwelt- und sicherheitsbewussten Handelns zu realisieren.

Das Modell sieht bereits bei einer relativ geringen Punktzahl einen Bonus vor, um Signalwirkung zu erzielen und Progressionsstufen, um überproportionale Aufwendungen berücksichtigen zu können:

Bonusanteil	20 %	60 %	100 %
Punkte	35	70	110

Anhand der Kriterienliste wurde mit Hilfe eines Fragebogens in den beteiligten Häfen ein mehrmonatiger Testlauf durchgeführt, um Informationen über die Umwelt- und Sicherheitspraxis und für die Gewährung von Boni zu sammeln.

Die Gebührenstruktur in den Häfen

Einen weiteren Arbeitsschwerpunkt bildete die Untersuchung der Eignung von Hafengebühren für ein international anwendbares Bonusmodell. Zunächst wurden bestehende Systeme zur Gewährung von Anreizen (*Incentives*) untersucht. Die Stadt Hamburg hatte zum 1. Juli 2001 ein - zunächst auf fünf Jahre befristetes - Modell eingeführt, das einen Rabatt auf das Hafengeld von 6 % für Inhaber eines ISO 14001- oder Green Award-Zertifikates und maximal 12 % für Abgasreduzierung nach IMO-Richtlinien (SO_x und NO_x) oder TBT-freien Anstrich vorsah. Der Rabatt betrug mindestens DM 50 und maximal 12 % des Hafengeldes für jeden Anlauf. Dieses Modell hatte eine Reihe von Vorteilen:

- Es konnte schnell auf der Ebene der Stadt-/Hafenverwaltung beschlossen und eingeführt werden.
- In der Erprobungsphase konnten schnell Modifikationen durchgeführt werden.
- Andere Häfen konnten sich diesem oder einem ähnlichen System anschließen.
- Ein Bonus kam schon bei der Abrechnung eines einzigen Hafenanlaufs dem Reeder zugute.
- Mit diesen Aktivitäten setzt Hamburg ein Zeichen und förderte die Diskussion um umweltverträgliche Schifffahrt.

Die Verkehrsstruktur im Hamburger Hafen sowie die Organisation des Hafens boten günstige Voraussetzungen für die Einführung des Modells, eine Übertragbarkeit auf andere Häfen war jedoch nur bedingt möglich. Nach eingehender Untersuchung der Gebührenstruktur verschiedener Häfen zeigt sich, dass die Hafengebühren als Grundlage für einen Bonus erhebliche Mängel aufweisen. Die wesentlichen Ergebnisse waren:

1. Von den zahlreichen beim Hafenanlauf zu entrichtenden Gebühren und Entgelten ist das Hafengeld oder die Lotsgebühr am besten für einen Bonus geeignet, da hierfür oft bindende offizielle Tarife vorliegen, während die Entgelte für private Dienstleistungen ausgehandelt werden. Das Hafengeld macht jedoch nur einen kleinen Teil der mit einem Hafenanlauf verbundenen Kosten aus, sodass ein Rabatt hierauf nur zu kleinen absoluten Beträgen führt. Die Lotsgebühren, auf die sich das schwedische System in Form der *Fairway Dues* stützt, sind in ihrer heutigen Form kaum übertragbar, da ihre Höhe oft zu gering für einen spürbaren Rabatt und sie zudem vom Revier abhängig sind.
2. Ein einheitlicher Rabattsatz über alle Schiffsgrößen kann bei den zahlreichen kleinen Schiffen im Shortsea-Verkehr nur zu einem kleinen absoluten Nachlass führen, da Schiffe in der europäischen Fahrt meist schon durch geringe Hafengelder pro BRZ bevorzugt werden.
3. Die Schwankungsbreite der Hafengebühren zwischen den Häfen je BRZ macht einen einheitlichen Prozentsatz kaum sinnvoll. Höhere Rabatte könnten den Wettbewerb stören.

4. Von entscheidender Bedeutung ist jedoch, dass viele Schiffe nicht erreicht werden, da von ihnen keine Hafengelder oder nur Pauschalen bezahlt werden. Dazu einige Beispiele aus den untersuchten Häfen:

- In Emden macht der Fährverkehr mit Borkum rund die Hälfte der Schiffsbewegungen aus. Dafür zahlt die Reederei eine Pauschale. Es blieb offen, wie darauf ein Bonus berechnet werden sollte.
- Grundsätzlich ähnlich ist das Problem in Lübeck und Travemünde, wo ein Großteil des Verkehrs aus Fähr- und RoRo-Linien besteht, für die eine Pauschale ausgehandelt wird.
- In Wilhelmshaven sind die NWO-Pier und die Raffineriepier und damit die wesentlichen Tankerverkehre in privater Hand. Hafengebühren werden dort nicht erhoben, da es sich um eine Art Werksverkehr handelt. Stattdessen achten die Betreiber der Piers durch eine strikte Auswahl der Schiffe auf Einhaltung ihrer eigenen Umweltstandards.

Von dem oben angeführten Hamburger Modell *Green Shipping* kann der umweltbewusste Reeder profitieren, die Boni werden jedoch vom Steuerzahler finanziert, obwohl eine Belastung der Verursacher der Umweltbelastung naheliegender wäre. Der Hafen kann zwar die Stelle sein, über die ein Bonussystem abgewickelt wird, be- oder entlastet werden sollte jedoch die Schifffahrt selbst. Die Überlegungen führten dazu, Boni für die Schiffe und nicht auf die Hafengebühren zu berechnen, was entscheidende Vorteile hat:

- Es ergibt sich eine wesentliche Vereinfachung der Abrechnung, wenn eine zentrale Stelle beispielweise nur einmal jährlich die Berechtigung für einen Bonus feststellt.
- Das Schiff profitiert von einem insgesamt höheren Nachlass im Jahr im Vergleich zur Addition der Einzelboni bei Hafenanläufen, da nicht alle Häfen mitmachen. Der Jahresbonus sollte dabei so bemessen sein, dass er etwas bewirkt.
- Die Höhe der Einsparungen wird für den Reeder kalkulierbar und hängt nicht von der oft zufälligen Zahl der Anläufe in bestimmten Häfen ab.

Die sinnvollste Lösung schien die Einführung einer neuen Umweltgebühr in Abhängigkeit von Schiffsmerkmalen zu sein. Die volle Gebühr zahlen Schiffe, die keine Kriterien zum Umweltschutz erfüllen, alle anderen erhalten einen Rabatt, der bei vorbildlichen Schiffen einen Großteil der Gebühr ausmacht, z. B. 80 %. Eine Einführung sollte auf EU-Ebene angestrebt werden, wodurch eine breite Anwendung gesichert wäre.

Da die Gebühr dem Schiff zugeordnet wird, wäre eine jährliche Eintragung über die Entrichtung bei den entsprechenden Behörden, wo die Daten der lokalen Schiffsregister zusammengeführt werden, denkbar. Eine einfach strukturierte Gebühr könnte dort auch festgestellt werden. An Bord wird darüber eine Bescheinigung mitgeführt. Die Festlegung des abziehbaren Nachlasses könnte fachlich von der Port State Control (PSC) wahrgenommen werden. Die Vorteile der zentralen Erhebung von Schiffsgebühren sind:

- Der Bezug auf das Schiff ist gerechter als auf Hafengebühren (Verursacherprinzip).
- Alle Schiffe werden einbezogen, selbst solche, die keine Hafengelder bezahlen.

- Der Rabatt kann sofort gewährt werden und ist für den Reeder problemlos kalkulierbar.
- Die Erreichung von Zielen des Umweltschutzes ist besser steuerbar.
- Es werden individuelle Aktionen wie der *Green Award* oder *Green Shipping* in Hamburg nicht grundsätzlich ausgeschlossen.
- Es berührt den Hafenwettbewerb nicht.
- Die Häfen werden gegenüber anderen Ansätzen administrativ entlastet.
- Der Kapitän/die Schiffsleitung wird nicht zusätzlich belastet.

Basis der Vergabe von Boni ist die Bewertung eines Schiffes nach einem Punktsystem anhand des in der Studie entwickelten Kriterienkatalogs. Über die Erlangung von Punkten für definierte Maßnahmen und des Gesamtwertes des Bonusse kann der Reeder ersehen, wie viel er für die Befolgung eines Kriteriums an Gebühren erlassen bekommt, d. h., er kann sich ausrechnen, ob ein Bonus für eine Investition ausreicht. Dies ermöglicht eine gewisse Lenkung zur Erreichung umweltpolitischer Ziele.

Die Höhe der Gebühren und die Berechnungsgrundlage.

Als Grundlage für die Berechnung der Gebühren bietet sich in erster Linie die Vermessung des Schiffes an. Eine Anlehnung an die Menge der umgeschlagen Güter erscheint nicht sinnvoll, da die Umweltbelastung eines Schiffes nicht davon abhängt, ob es voll oder leer fährt. Nicht-frachtfahrende Schiffe sind über die Ladung erst recht nicht zu erfassen. Auch die Schiffsgröße nach BRZ weist Nachteile auf, wie die vergleichsweise starke Belastung der RoRo-Schiffe mit ihrem großen umbauten Raum bei geringer Tragfähigkeit zeigte.

Folglich könnte die Gebühr auf die Tragfähigkeit (tdw) bezogen werden. Tanker und Massengutfrachter werden dann klar in Abhängigkeit von ihrer Größe belastet. Stückgut-, Container- und RoRo-Frachter zahlen im Verhältnis zu ihrer BRZ-Vermessung etwas weniger. Die Berechnung enthält auch einen ersten ökologischen Faktor: Die Schiffe mit dem größten tdw-Wert haben den größten Tiefgang, der tendenziell mehr Baggerarbeiten erfordert, die wiederum zur schwierigen Entsorgung von Baggergut und weiteren Eingriffen in die Natur führen.

Ein noch bedeutenderer ökologischer Faktor kann über die Berücksichtigung der installierten Maschinenleistung in kW aufgenommen werden, da die Schiffe mit den größeren Motoren auch die Umwelt stärker belasten. Da Stückgut- und Linienschiffe über eine relativ niedrigere tdw-Zahl aber höhere Leistung als Tramp- und Massengutschiffe verfügen, werden die geringeren tdw-Anteile in der Gesamtbewertung wieder annähernd ausgeglichen. Weil Stückgut- und Linienschiffe höherwertige Ladung zu weit höheren Raten befördern, sind für antriebsstarke Schiffe durchaus höhere Gebühren möglich. Für nicht frachtfahrende Schiffe müsste auf die BRZ ausgewichen werden, wobei die BRZ möglicherweise mit einem anderen Faktor zu bewerten sind als die tdw. Für die Berechnung der Gebühr auf Grundlage der tdw und kW wurde zunächst der einfachste Weg vorgeschlagen:

$$\text{Gebühr} = (\text{tdw} + \text{kW}) * \text{Faktor}$$

wobei der Faktor von der insgesamt zu erzielenden Gebührensumme abhängt. Aufgrund ihres höheren Gefahrenpotenzials wäre beispielsweise für Tanker ein höherer Faktor denkbar, falls aus den eingenommenen Gebühren eine Umweltversicherung für die Folgen von Ladungsverlusten der Tanker bezahlt wird.

Das Bonusmodell wurde im Rahmen eines Workshops unter Beteiligung des BMVBW, UBA, Reederverband, Reedereien, weiteren Behörden etc. diskutiert. Grundsätzlich wurde der Ansatz als sinnvoll angesehen, eine kurzfristige Umsetzung scheitert aber zunächst an der uneinheitlichen Gebührenstruktur in den Bundesländern und erst recht in den Ländern und Häfen der EU. Da es aber ein generelles Bestreben in der EU gibt, Umweltschutzkosten den einzelnen Verkehrsträgern und Teilnehmern direkt anzulasten (*polluter pays principle*), kann das Bremer Bonusmodell weiterhin als Grundlage für eine entsprechende Diskussion bzw. Umsetzung dienen.

10.1.4 Der Blaue Engel für den umweltschonenden Schiffsbetrieb

Die Initiative, den *Blauen Engel für den umweltschonenden Schiffsbetrieb* ins Leben zu rufen, ist an ein Projekt gebunden, das die GAUSS (gem. Gesellschaft für angewandten Umweltschutz und Sicherheit im Seeverkehr mbH, Bremen) für das Umweltbundesamt bearbeitet hat. Eine der Aufgaben des Forschungsprojektes war es, Emissionen der Seeschifffahrt zu quantifizieren und Reduktionspotenziale aufzuzeigen.

Es zeigte sich, dass es für einen umweltschonenden Schiffsbetrieb sowohl in Teilbereichen als auch im gesamten *Operating* von Schiffen schon eine Reihe von anererkennungswerten Ansätzen gab. Um diese positiven Ansätze zu stärken, sollte das Umweltschutzengagement von Reedereien öffentlichkeits- und marktwirksam ausgezeichnet werden. Obwohl für die Seeschifffahrt vorzugsweise internationale Regelungen anzustreben sind, wurde aus Gründen der kurzfristigen und effektiven Umsetzung der Weg beschritten, als Anreizsystem für umweltschonenden Schiffsbetrieb das Umweltzeichen *Blauer Engel* zu wählen - zumal es ein Zeichen der UNEP (United Nations Environment Programme) ist und damit weltweit potenziellen Antragstellern offen steht.

Grundlage der Kriterienliste für das Umweltzeichen *Blauer Engel* war die Analyse verschiedener, internationaler Bewertungs- und Zertifizierungssysteme (Anreizsysteme, Klassifikationsgesellschaften, Verbände etc.). Die Vorgehensweise und Kriterien anderer Initiativen wurden auch aufgegriffen, um Harmonisierungsoptionen für die Zukunft zu bieten. Ziel war es, einen Konsens über einen gemeinsamen Nenner für hohe und in der Praxis realisierbare Umweltaanforderungen im Seeverkehr zu finden.

Die Anforderungen wurden in einem projektbegleitenden Arbeitskreis, in dem Repräsentanten aller wichtiger Einrichtungen vertreten waren, die sich in der Bundesrepublik Deutschland mit Seeschifffahrt beschäftigen, mit Blick auf die spezielle Fragestellung für die Erlangung des Umweltzeichens *Blauer Engel* modifiziert und bewertet.

Im Ergebnis gehen die insgesamt zwanzig Kriterien über alle bereits bestehenden Ansätze weit hinaus. Antragsteller, die sich mit Erfolg diesen Anforderungen stellen, dürfen sich im weltweiten Vergleich mit Recht zu den im Umweltschutz führenden Reedereien zählen. Ent-

sprechend der Aufgabenstellung waren bei der Definition der Anforderungen folgende Anforderungen Kriterien zu erfüllen:

- Bestmöglicher und in der Praxis realisierbarer Meeresumweltschutz.
- Nachweis über die Einhaltung der Kriterien soll verlässlich und einfach sein.
- Möglichst niedriger administrativer Aufwand an Land und an Bord.
- Umsetzbarkeit für Reedereien im kommerziellen Wettbewerb.

Mit der Vergabe des Umweltzeichens *Blauer Engel* für den umweltschonenden Schiffsbetrieb sollte ein positives Zeichen für verantwortungsvolles und engagiertes Verhalten für den maritimen Umweltschutz und die Sicherheit im Seeverkehr gesetzt werden. Die zu erfüllenden Anforderungen zur Erlangung des Umweltzeichens *Blauer Engel für den umweltschonenden Schiffsbetrieb* sind drei Gruppen zugeteilt, die unterschiedliche Aspekte des Umweltschutzes im Seeverkehr repräsentieren:

- Reedereipolitik und Reedereimanagement,
- Schiffsentwurf und Schiffsausstattung,
- Schiffsbetriebsmanagement und Schiffstechnik.

Die verschiedenen Anforderungen der drei Gruppen ergänzen sich bzw. können nur in Kombination sinnvoll erreicht werden, da sie von einander abhängen (z. B. Reedereipolitik bzw. Schulung der Besatzung im Zusammenhang mit dem Schiffsbetrieb zur Reduktion von Emissionen).

Reedereipolitik und Reedereimanagement

Sicherheit und Umweltschutz auf See kann nur effektiv durchgesetzt werden, wenn auch das Reedereimanagement an Land diese Zielgrößen als eine originäre Verpflichtung anerkennt. Das durch einen Mangel an *Commitment from the top* einerseits und den Verlust an Identifikation von Seiten der Besatzung mit der Reederei bzw. dem Schiff entstandene Defizit führte dazu, dass schlechtere Standards in Sicherheit und Umweltschutz immer deutlicher wurden, und Wege gefunden werden mussten, um dem entgegen zu steuern. Diesem Problem versucht man mit systematisierten Managementinstrumenten zu begegnen, wozu der ISM-Code, ISO 9001:2000, ISO 14000 sowie ein intensiveres Personalmanagement zählen.

Während der ISM-Code für alle Seeschiffe bereits verbindlich vorgeschrieben war, sind die Umsetzung von ISO 9001:2000 und ISO 14000 nicht verbindlich. Sie werden von engagierten Reedern dennoch zunehmend eingesetzt, weil entweder Vertragspartner dies fordern, um Transparenz über das entsprechende Management der Reederei zu bekommen oder, weil bestimmte Komponenten durch den ISM-Code nicht abgedeckt wurden.

Dies ist auch der Grund dafür, weshalb diese Instrumente sowie Aspekte des Personalmanagements als Anforderungen zur Erlangung des *Blauen Engel für den umweltschonenden Schiffsbetrieb* definiert wurden.

Schiffsentwurf und Schiffsausstattung

Anforderungen aus diesem Bereich reflektieren, dass effektiver Meeresumweltschutz immer auch von der Sicherheit eines Schiffes abhängt. Die schwerwiegendsten örtlich und zeitlich begrenzten Meeresverschmutzungen sind bekanntermaßen auf Schiffshavarien zurückzuführen, die ihrerseits häufig auf wenigen Ursachen beruhen. Abgesehen von der Primärursache *human element* bzw. *human fatigue*, der durch Maßnahmen im Personalmanagement begegnet werden muss, sind dies Kollisionen und Strandungen sowie das Auseinanderbrechen eines Schiffes in hohem Seegang mit anschließendem Ladungsverlust.

Diesem Umstand tragen die beiden Anforderungen Kollisionsschutz und Lecksicherheit sowie ein redundanter Schiffsantrieb Rechnung. Durch technisch verfügbare Maßnahmen können Kollision, Strandung, Maschinenausfälle und Ladungsverluste wirksam vermieden werden.

Um eine Überbelastung der Schiffsverbände zu vermeiden bzw. rechtzeitig zu erkennen und entsprechend zu reagieren wurde ein *Hull-Stress-Monitoring-System* an Bord und, um im Notfall einen Havaristen schnell auf den Haken nehmen zu können, das Notschleppgeschirr als Anforderungen definiert.

Weiterhin sollte bei der Erarbeitung der Anforderungen für den umweltschonenden Schiffsbetrieb nicht unbeachtet bleiben, dass heute immer noch hohe Umwelt- und Gesundheitsbelastungen durch Reparaturen und Verschrottung der Schiffe entstehen. Umweltschädliche Materialien, die an Bord eingebaut sind, müssen für den Zweck der Reparatur oder Verschrottung identifiziert werden können, d. h., es müssen der Ort, die Menge und die Eigenschaften bekannt sein. Hierfür sollte ein Kataster über den Materialeinsatz an Bord angelegt und geführt werden.

Schiffsbetriebsmanagement und Schiffstechnik

Die Kriterien für den umweltschonenden Schiffsbetrieb im Bereich der Emissionen durch den regulären Schiffsbetrieb stellen das umfangreichste Anforderungspaket dar. Hier sind Anforderungen für gasförmige, flüssige und feste Emissionen definiert, die zum Teil weit über die derzeit geltenden Grenzwerte internationaler und nationaler Regelwerke hinausgehen.

Bei den betrieblichen Emissionen sind die durch die Seeschifffahrt verursachten gasförmigen Emissionen wahrscheinlich am kritischsten zu sehen. Für den Verkehr an Land ist es durch große Anstrengungen gelungen, den Schadstoffgehalt der eingesetzten Brennstoffe beständig zu senken, sodass inzwischen schwefelfreie Brennstoffe für Fahrzeuge verfügbar sind. Für den Brennstoff in der Seeschifffahrt konnte sich dieses Vorgehen bis jetzt nicht durchsetzen. Im Gegenteil: Seeschiffe gelten als Entsorgungseinrichtungen der Raffinerierückstände, mit dem Resultat, dass mit dem Einsatz von Schweröl an Bord alles verbrannt wird, was an Land im Brennstoff nicht mehr zugelassen ist. In den Revieren und Häfen vielbefahrener Küstenstaaten wird inzwischen der Hauptanteil der lokalen Schwefelemissionen auf die Seeschifffahrt zurückgeführt.

Für Schiffe, die das Umweltzeichen *Blauer Engel* tragen sollen, müssen deshalb erhebliche Reduzierungsmaßnahmen in diesem Bereich durchgeführt werden. Dies trifft für die Reduzierung von Schwefeldioxid und Stickoxiden im Abgas des Schiffes sowie für den Einsatz von Kühlmitteln, d. h. für Emissionen aus Kühl- und Kälteanlagen zu. Auch für Ruß- und Parti-

kelemissionen im Abgas wurden Minderungsmaßnahmen als wichtig anerkannt, allerdings konnten wegen fehlender praktikabler Nachweismöglichkeiten hierfür noch keine Grenzwerte definiert werden. Da es immer noch Schiffe gibt, die das extrem klimaschädliche Feuerlöschmittel Halon an Bord haben, wurde die Entscheidung getroffen, dass dieses Medium ggf. durch ein anderes ersetzt werden muss.

Zu den flüssigen Emissionen, die von der Seeschifffahrt in die Umwelt gelangen, wurden zur Erlangung des Blauen Engels Schwarz-, Grau-, Bilgen-, und Ballastwasser herangezogen. Für die Einleitung von Schwarz- und Grauwasser werden besonders wegen der anfallenden Mengen und der Tatsache, dass Passagierschiffe häufig in sensiblen Gewässern eingesetzt sind, an diesen Schiffstyp höhere Anforderungen als an Frachtschiffe mit einer vergleichsweise geringen Anzahl von Personen an Bord gestellt. Hier, wie auch bei den Kriterien Bilgenwasser und der Abfallentsorgung, wurde als umwelttechnisch sinnvollste Lösung die Abgabe an Land favorisiert.

Bilgenwasser, d. h. Kondens- und Leckwasser, das sich im Maschinenraum und im Bereich der Laderäume sammelt, ist mit Öl und häufig mit anderen Schadstoffen belastet. In bestimmten Seegebieten, wie z. B. der Ostsee kann in der Regel eine Entsorgung an Land durchgeführt werden. Wenn dies nicht möglich ist, darf entsprechend internationaler Regelwerke unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen ins Meer eingeleitet werden. Zur Erlangung des Umweltzeichens Blauer Engel werden hierfür die Ansprüche auf 1/3 des international gültigen Grenzwertes (d. h. auf 5 ppm Ölgehalt im einzuleitenden Wasser) verschärft.

Auch die Bedrohung der Meeresumwelt durch den Transport und Eintrag fremder Organismen im Ballastwasser wird für die Zeichenvergabe thematisiert. Maßnahmen zur Minderung bzw. Lösung des Problems sind international in der Vorbereitung, die durch die Anforderungen zur Erlangung des Umweltzeichens Blauer Engel aufgegriffen werden.

Aus dem Bereich der festen Emissionen werden die Entsorgung von an Bord anfallenden Abfällen und Asche aus der Abfallverbrennung sowie der Eintrag von bewuchshemmenden Schadstoffen vom Schiffsrumpf (*Antifouling*) in die Meeresumwelt berücksichtigt. In industrialisierten Ländern mit funktionierenden Entsorgungssystemen ist die Entsorgung von Abfall an Land die umwelttechnisch sinnvollste Methode. In entlegenen Gebieten ohne eine entsprechende Infrastruktur kann dies allerdings gerade zu Umweltverschmutzungen führen. Deshalb erschien es für Passagierschiffe, auf denen viel Abfall anfällt, sinnvoller, die Möglichkeit der Abfallverbrennung einzuräumen. Dabei ist zu beachten, dass weder Sondermüll noch PVC verbrannt werden darf, damit die Bildung von Dioxin und Furan verhindert wird.

Systematik der Umweltzeichenvergabe für den umweltschonenden Schiffsbetrieb

Durch die Berücksichtigung des gesamten Schiffsbetriebes für die Vergabe des Umweltzeichens wird nahezu die gesamte Bandbreite der Schiffsemissionen angesprochen. Darüber hinaus wird auch die Tatsache, dass ein wirksamer Umweltschutz immer auch von der Motivation und Ausbildung der Besatzung abhängig ist, reflektiert. Weil die Schiffe der im Umweltschutz führenden Reedereien zwar viele umwelttechnisch wichtige Anforderungen erreichen, aber kein Schiff die gesamte Bandbreite der als wichtig eingestuften Kriterien erfüllt, wurde entschieden, die wichtigsten umwelttechnischen Anforderungen verbindlich vorzuschreiben,

und die Erfüllung einer gewissen Anzahl der übrigen Anforderungen optional zu verlangen. Dieses Vorgehen hat folgende Vorteile:

- Verbindliche Anforderungen müssen erfüllt werden, sie sind aus umwelttechnischer Sicht unabdingbar. Dazu gehören u. a. die Umweltschutzschulung der Besatzung, die Reduzierung von Schwefeldioxid- und Stickoxidemissionen sowie von klimarelevanten Kühl- und Kältemitteln. Auf den Einsatz bestimmter Schadstoffe muss gänzlich verzichtet werden (Halon, TBT).
- Die Optionen beschreiben Kriterien, die im allgemeinen als nicht unabdingbar eingestuft sind (z. B. die Umsetzung von ISO 14000, die Reduzierung der Ruß- und Partikelemissionen, Berücksichtigung der Ballastwasserproblematik, Materialeinsatz an Bord).
- Die Optionen können neue und bestehende Schiffe berücksichtigen, d. h. Anforderungen heranziehen, die nur von neuen bzw. von Schiffen in der Planung zu erfüllen sind (z. B. Einsatz redundanter Antriebssysteme).
- Die Optionen können verschiedene Schiffstypen berücksichtigen (z. B. Einsatz eines *Hull-Stress-Monitoring-Systems* für große Schiffe).
- Die Reedereien können sich entsprechend ihrer speziellen schiffs- bzw. fahrtgebietsbezogenen Anforderungen engagieren (z. B. Berücksichtigung der Ballastwasserproblematik).
- Dadurch, dass mehr als eine Mindestanzahl der Optionskriterien erfüllt werden kann, bleibt die Vergabegrundlage dynamisch: Das umwelttechnisch beste Schiff ist das, mit den meisten umgesetzten Optionen.
- Das System ist flexibel und unkompliziert (keine extra Schiffstypen etc.).

Emissions-Reduktionspotenziale durch Schiffe mit dem Blauen Engel

Eine konkrete Aussage über zu erreichenden Emissionsreduktionen kann zurzeit nur schiffsbezogen gemacht werden. Der Versuch, diese Aussagen auf Seegebiete oder Flotten hochzurechnen, wird aufgrund einer unzureichenden Datenlage, wie Verweildauer der Schiffe im entsprechenden Seegebiet, tatsächliche Maschinenleistung und Größe der Schiffe etc., immer nur eine grobe Schätzung ergeben. Generell führt die Tatsache, dass entgegen landläufiger Meinung sich auch Seeschiffe häufig in Küstennähe aufhalten, dazu, dass mit zunehmender Akzeptanz des Umweltzeichens die Luftqualität vor allem dort besser wird, wo sie als Belastung besonders wahrgenommen wird: an den Küsten, auf Revieren und in den Häfen.

Nach einer Untersuchung von *Lloyd's Register of Shipping* beträgt der Anteil der internationalen Schifffahrt am gesamten Schwefelausstoß weltweit 7 %, d. h. ca. 10 Mio. Tonnen pro Jahr. Die jährlichen Emissionen im Nordostatlantik betragen ca. 1,37 Mio. Tonnen Schwefeldioxid. Jedes Schiff mit dem Blauen Engel reduziert hiervon seinen eigenen Wert um fast 50 % (verbindlich) oder um sogar ca. 85 % (optional).

Der NO_x-Anteil der internationalen Schifffahrt an dem globalen Ausstoß wird auf 11 % bis 13 % geschätzt, d. h. ca. 9,3 Mio. Tonnen NO_x pro Jahr (ca. 1,94 Mio. Tonnen im Nordostat-

lantik). Hiervon wird der individuelle Anteil um 20 % (verbindlich) bzw. mehr als 50 % (optional) gesenkt.

Nachweislich die Ozonschicht schädigende Substanzen sind an Bord vieler Schiffe immer noch in Verwendung. Schätzungen haben ergeben, dass von diesen Kühlmitteln

- ca. 50 % der gesamten an Bord befindlichen Substanzen während der Lebensdauer der Gefrier- und Kühlanlagen und
- weitere 15 % während der Reparaturen und Wartung dieser Techniken freigesetzt werden.

Schließlich werden auch beim Verschrotten eines Schiffes oft große Mengen FCKW freigesetzt. Der Einsatz von Halonen ist für Schiffe mit dem *Blauen Engel* gänzlich verboten. Die eingesetzten Stoffe an Bord eines Schiffes mit dem *Blauen Engel* haben deshalb ein Ozonzerstörungspotenzial von höchstens 0,05 (verbindlich) bzw. 0 (optional), der Wert für den Treibhauseffekt GWP ist auf 1650 beschränkt. Für andere Emissionsarten gilt Vergleichbares: Das Bilgenwasser darf bei Überbordgabe nur noch 33 % des Ölgehaltes des derzeit international vorgeschriebenen Wertes haben (verbindlich) bzw. wird gänzlich an Land entsorgt (optional).

Ziel der Vergabe des Umweltzeichens *Blauer Engel für den umweltschonenden Schiffsbetrieb* war es, die Einhaltung definierter und hoher Standards mit einem international eingeführten Prädikat anzuerkennen. Hierdurch soll es Schiffbauern, Reedern, Charterern u. a. ermöglicht werden, sich im Umweltschutz zu engagieren und dieses auch markt- und öffentlichkeitswirksam darzustellen. Für die Seeschifffahrt als global agierender Transportanbieter ist dabei die weltweite Ausrichtung und der Respekt eines von den Vereinten Nationen freigegebenen Umweltzeichens von hohem Vorteil, wenn nicht unabdingbar.

10.2 Vorwiegend hafenbezogene Initiativen für verbesserten Umweltschutz

Da Häfen zunehmend im Spannungsfeld öffentlicher Interessen, d. h. zwischen dem Auftrag zur Übernahme wichtiger Transportfunktionen und dem Anliegen der Bevölkerung, die ihre Rechte auf saubere Umwelt, Schutz vor Lärm etc. beeinträchtigt sehen, gerät, gibt es bereits einige Bestrebungen, diesen Interessenkonflikt auszugleichen. Wenngleich die hauptsächlichen Beeinträchtigungen von den Schiffen selbst ausgehen, werden doch die Häfen als indirekte Quellen dieser Belastungen zunehmend kritisch beäugt. Tatsächlich gibt es auch hier eine Reihe von Möglichkeiten, einen innovativen Umweltschutz in den Betrieb zu integrieren bzw. Defizite in der Schifffahrt reduzieren zu helfen.

10.2.1 European Sea Ports Organisation: Das ECO-Port Projekt

Die ESPO (European Sea Ports Organisation) wurde 1993 gegründet, um der Seehafenwirtschaft eine Plattform zur Vertretung ihrer Interessen zu geben. Die Organisation repräsentiert Hafenbehörden, -verwaltungen und -betriebe mit Kontakten zu ca. 800 Häfen in ganz Europa. Die ESPO versteht sich als Motor der Entwicklung der Hafenwirtschaft und hat u. a. den Anspruch, die Situation in Häfen zu analysieren, Verbesserungsvorschläge zu erarbeiten und bei der Implementierung von z. B. neuen Regelwerken zu unterstützen. Von der ESPO wurde

u. a. ein *Code of Practise* veröffentlicht, in dem die wichtigsten umweltstrategischen Ziele, die europäische Häfen erreichen sollten, beschrieben sind¹⁰³. Die Ziele sind in zehn Punkten zusammengefasst:

1. Da Häfen eine Schlüsselrolle im transeuropäischen Netz spielen, soll ein Beitrag zur Entwicklung einer nachhaltigen Logistikkette geleistet werden;
2. Um bereits zu einem frühen Zeitpunkt den Ausgleich zwischen den verschiedenen Interessen und die Akzeptanz für Hafenprojekte in der örtlichen Gemeinschaft zu erreichen, soll zu umfassendem Dialog und Zusammenarbeit zwischen Hafenverwaltungen und den betroffenen Kreisen auf lokaler Ebene (Hafennutzer, Öffentlichkeit, Nichtregierungsorganisationen) ermutigt werden;
3. Entwicklung neuen Wissens und nachhaltiger Technologien, um umweltfreundliche Wirkungen und Kosteneffizienz miteinander zu vereinbaren. Dabei soll Selbstregulierung und ein von unten aufbauender Ansatz angestrebt werden. Selbst wenn die EU sich dazu entschließt, Umweltverordnungen bzw. Richtlinien vorzuschlagen, werden die bestehenden vom Hafensektor in der Alltagspraxis entwickelten Selbstregulierungsinstrumente eine Grundlage für die europäische Umweltpolitik bilden. Hierdurch wird die EU-Rechtsetzung leichter zu unterstützen und einzusetzen sein;
4. Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen Hafenverwaltungen auf dem Gebiet der Umwelt und Erleichterung des Erfahrungsaustauschs und der Implementierung von vorbildlichen Praktiken, um unnötige Doppelarbeit zu vermeiden und Entwicklungskosten zu teilen. Dies kann insbesondere durch die Beteiligung von Hafenverwaltungen an einem Netzwerk erreicht werden, das von der ECOPORTS Stiftung koordiniert wird;
5. Stärkung des Umweltbewusstseins und Integration der nachhaltigen Entwicklung in die Strategie der Häfen, indem die Hafenverwaltungen ermutigt werden, umweltstrategische Richtlinien zu veröffentlichen, in denen ihre Strategien und die Methoden zur Zielerreichung erläutert werden. Dies wird dazu beitragen, eine gemeinschaftliche soziale Verantwortung für den Hafen zu schaffen;
6. Ermutigung der Hafenverwaltungen zur Durchführung von Umweltverträglichkeitsprüfungen für Hafenprojekte und angemessenen strategischen Umweltverträglichkeitsprüfungen für Hafenentwicklungsplanungen, um zu einem frühen Zeitpunkt zu beurteilen, wie Einwirkungen auf die Umwelt minimiert werden können;
7. Ankurbelung der fortwährenden Verbesserung der Hafenumwelt und des Hafenumweltmanagements durch die Förderung von Umweltmanagementinformationssystemen (wie Umweltaudit, Umweltbericht, Umweltmanagementsysteme, Entscheidungsunterstützungssystem, Internetinstrumente für Hafennutzer wie von der ECOPORTS Stiftung entwickelt);
8. Förderung eines auf Umweltindikatoren gestützten Monitoring, wie vom ESPO Umweltbericht 2001 empfohlen, um den Fortschritt bei umweltbezogenen Hafenpraktiken objektiv messen zu können;

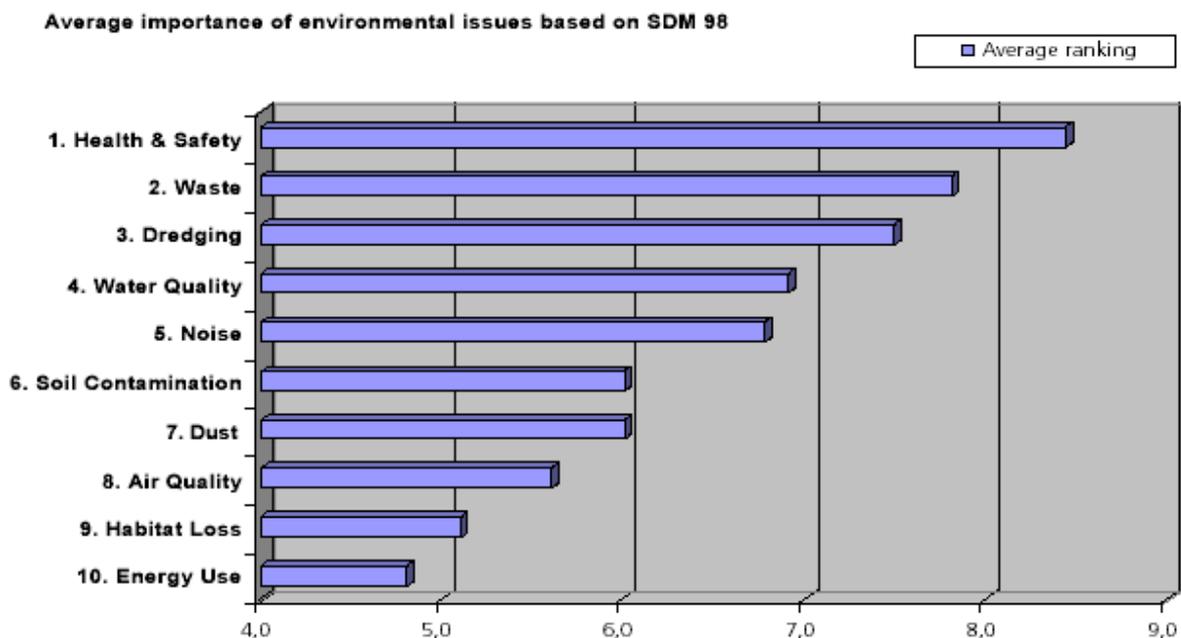
¹⁰³ <http://www.espo.be/publications/Env%20Code%202003.asp>

9. Förderung von Umweltberichten als Mittel zur Darstellung umweltfreundlichen Verhaltens für Betroffene und europäische Institutionen. Dies steht im Einklang mit den Empfehlungen des ESPO Umweltberichts 2001;

10. Intensivierung der Kommunikation über von Häfen erreichte Verbesserungen der Umwelt, um ein besseres Verständnis für die Rolle der Häfen und deren Bemühungen um Nachhaltigkeit zu schaffen.

Die angefragten Häfen wurden gebeten, eine Einschätzung der Wichtigkeit verschiedener Aspekte im Themenfeld Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz auf einer Skale von 1 bis 10 zu geben. 32 Häfen haben die Anfrage beantwortet, die Zusammenfassung der Einschätzung ergibt folgendes Bild.

Abbildung 42: Wichtigkeit verschiedener Sachverhalte im Themenkreis Umweltschutz



Quelle: [21]: ECO-Port: ECO-information in European Ports, Final Report for Publication.

Die Probleme, die sich durch den Hafenbetrieb ergeben, sind nach einer Analyse der Situation in den ECO-Port Häfen offenbar zum Teil mit denen von Lübeck-Travemünde vergleichbar. Während es für Gesundheit und Sicherheitsmanagement zum Teil hohe und detaillierte Auflagen gibt und die Gewährung einer benötigten Wassertiefe eine existentielle Anforderungen für einen Hafen ist, kommen an den nächsten Stellen schon Umweltprobleme, die es zu beheben gilt.

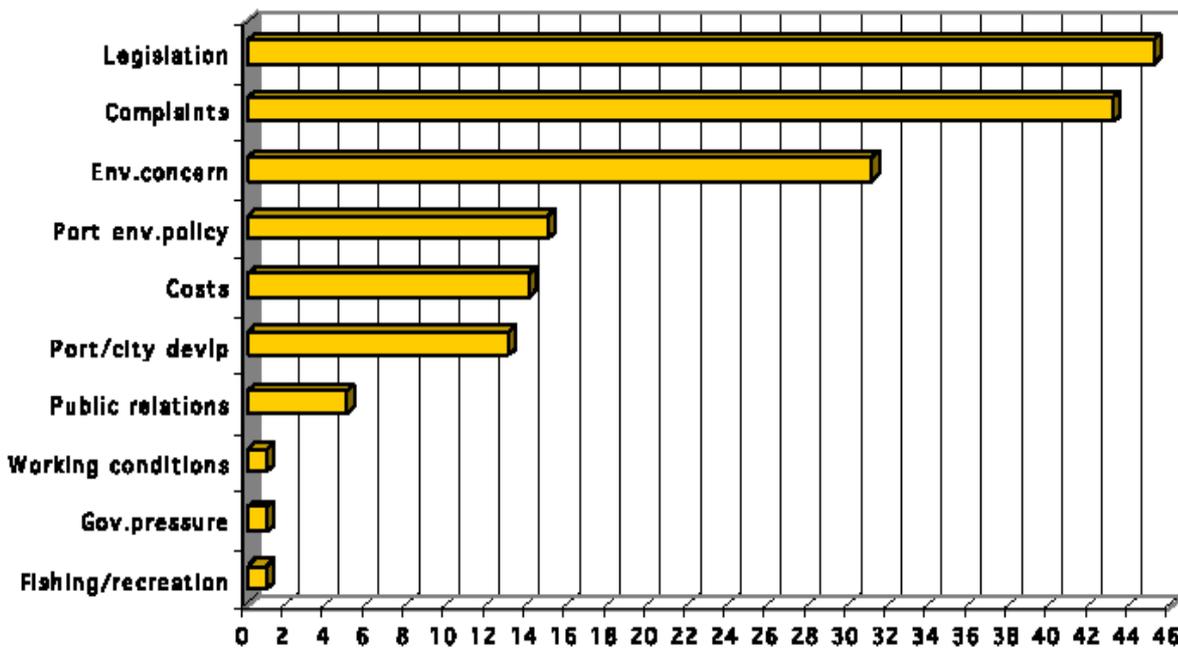
Abbildung 43: Situationsbeschreibung in ECO-Port Häfen

Current port activities are most affected by:	Port development plans are most affected by:
1. Health & safety management	1. Health & safety management
2. Dredging	2. Dredging
3. Noise	3. Soil contamination
4. Waste management	4. Noise

Quelle:[21]: ECO-Port: ECO-information in European Ports, Final Report for Publication.

Die Reaktion zur Behebung bzw. Verringerung der oben benannten Problemfelder hatte verschiedene Gründe. An erster Stelle waren es gesetzliche Auflagen, die es einzuhalten galt. Schon an zweiter Stelle folgen aber „Beschwerden“, was entweder eine zunehmende Belastung der Anwohner oder Kunden oder eine zunehmende Sensibilisierung der Betroffenen belegt.

Abbildung 44: Gründe für die Implementierung von Maßnahmen zum Schutz der Umwelt



Quelle: [21]: ECO-Port: ECO-information in European Ports, Final Report for Publication.

Die Problemlage spiegelt sich deshalb auch in den Initiativen zur Reduktion der Defizite wider. Das Abfallproblem ist demnach das häufigste und die Lärmentwicklung steht bereits an dritter Stelle.

Abbildung 45: Maßnahmen zur Verringerung von Umweltbelastungen

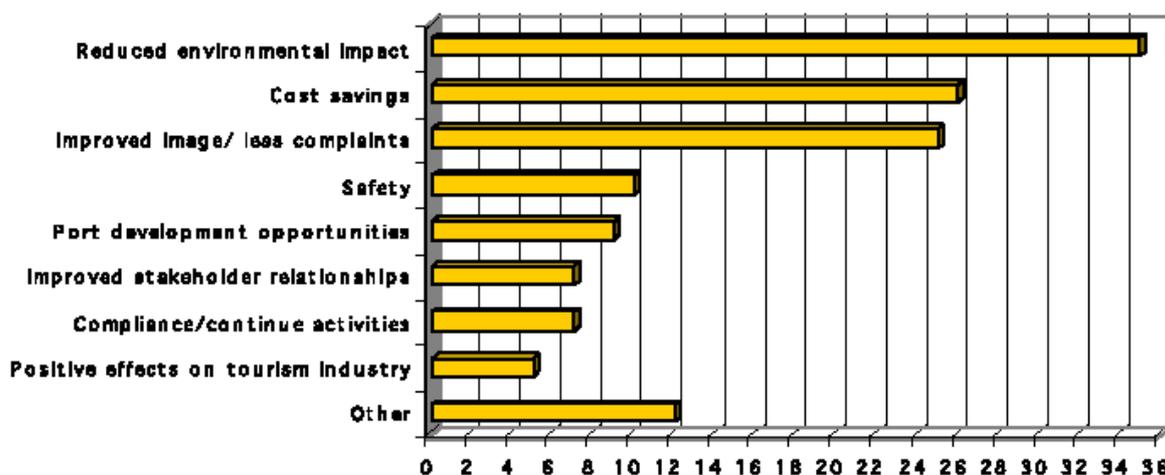
Issue	Management programs dedicated to issue at present (% 'yes' response)
Waste management	6
Dredging	6
Noise	5
Water quality	4
Soil contamination	4
Health & safety management	4
Air quality	3
Dust	1
Habitat loss	1
Energy use	0

Based on SDM sample, encompassing ten ports.

Quelle: [21]: ECO-Port: ECO-information in European Ports, Final Report for Publication.

Ein wesentliches Ergebnis der Befragung und Analyse im Rahmen der Studie ist, dass es durchaus Nutzen durch die Umsetzung von Maßnahmen zum Schutz der Umwelt gibt, die zunächst nicht so erwartet waren. Neben dem erhofften Nutzen für die Umwelt ergaben immerhin 27 % der Maßnahmen außerdem eine Kostenreduktion für den Hafen. Auf die Frage nach dem Kosten/Nutzenverhältnis wurde der Nutzen von den 19 Häfen, die sich geäußert haben, in 94 % als gut und nur in 6 % als niedrig bezeichnet. Die Kosten wurden in 68 % als hoch oder mittel und in 34 % als niedrig angegeben. Es wird in der Auswertung daraus geschlossen, dass der Nutzen einer eingeführten Maßnahme zum Schutz der Umwelt in der Regel höher ist, als die damit verbundenen Kosten.

Abbildung 46: Wirkung umgesetzter Maßnahmen zum Schutz der Umwelt



Quelle: [21]: ECO-Port: ECO-information in European Ports, Final Report for Publication.

Als Reaktion auf bestehende Probleme und bestärkt durch das positive Ergebnis der Untersuchung wurden von den Partnern von ECO-Port Maßnahmen eingeleitet, um die Performance weiter zu verbessern. Die wichtigsten sind in folgender Tabelle aufgeführt:

Abbildung 47: Fortschritte im Umweltmanagement 1996-1999

Progress in Port Environmental Management 1996-1999	
More ports:	
• carry out environmental monitoring	(+13%)
• have an Environmental Plan	(+17%)
• involve community and other stakeholders	(+17%)
• designate environmental personnel	(+18%)
• aim for environmental 'Compliance Plus'	(+28%)
• encourage internal and external env. awareness	(+45%)

Quelle:[21]: ECO-Port: ECO-information in European Ports, Final Report for Publication.

10.2.2 Der IPSEM-Code

Zur Verbesserung von Sicherheit und Umweltschutz im Hafen hat das *Bureau Veritas* den sogenannten IPSEM-Code (*International Code for Safety and Environmental Protection management in Port*) erarbeitet. Dieser Code stellt eine Richtlinie und ein Zertifizierungsmodell dar, das dem Management auch Verfahrensanweisungen bietet, um besonders die Sicherheit des Hafens und der Umgebung zu steigern, die Mitarbeitermotivation zu verbessern, Versicherungsprämien zu senken und letztendlich den Ruf des Hafens zu verbessern.

Durch den IPSEM-Code können die Schwächen eines Hafens oder eines Terminals bezüglich der Sicherheit und des Managements analysiert werden, er soll zur Beseitigung dieser Schwächen beratend unterstützen. Der Fokus umfasst sowohl die Unternehmenspolitik als auch die Infrastruktur, die Ausstattung, die Kommunikation und die Abfallbeseitigung. Internationale Standards wie ISO 14000, OHSAS 18001, APELL und ISO 9001 werden berücksichtigt und soweit möglich, eingearbeitet. Die Hafendienststelle/Hafenbehörde erhält nach der Auditierung des Systems ein Zertifikat mit einer Gültigkeit von 5 Jahren. Die Gültigkeit wird jährlich nach einer erneuten Inspektion bestätigt.

10.3 Hafen/Schiff-Initiativen zur Verbesserung des Umweltschutzes

Da einerseits die von Schiffen ausgehenden Emissionen im Hafen den Hauptanteil der lokal generierten Emissionen ausmachen, andererseits die Einflussmöglichkeiten auf Dienstleistungsunternehmen und Betreiber von Fuhrparks etc. im Hafen größer sind als in Bezug auf die internationale Schifffahrt, sind verschiedene Initiativen auf den Weg gebracht worden, um in beiden Bereichen Emissionsreduzierungen durchzusetzen.

10.3.1 Die Initiative *Green Ports* in den USA

Die Green Ports Initiative wurde von der *Environmental Protection Agency* (EPA) der Vereinigten Staaten ins Leben gerufen. Nach einer Voruntersuchung von ca. 110 Häfen und 177 verschiedenen Projekten für die Initiative wurden für den Hauptbericht über den Stand der Technik zur Umsetzung von Umweltbelangen in U.S.-Häfen 21 Häfen und 44 Projekte intensiver bewertet. Aspekte für die Untersuchung waren u. a.

- Luftverschmutzung,
- Baggergut und kontaminierte Sedimente,
- Gefährdete Arten,
- Wasserverschmutzung durch den Hafenbetrieb,
- Ölverschmutzung,
- Einhaltung von Regelwerken,
- Schiff- und Hafenabfall,
- Sanierung von Lebensräumen,
- Steigerung der Attraktivität des Hafens,
- Behandlung von Altlasten.

Es wurden vorbildliche Projekte beschrieben, wie z. B. zur Reduzierung der Emissionen von Hafenschleppern durch Einsatz moderner Technologie in Los Angeles oder die Schaffung neuer Lebensräume durch Beiprodukte/Abfall der Kohleverbrennung vor der Küste Houstons.

In der Zusammenfassung wurde darauf hingewiesen, dass die Häfen sich zunehmend ihrer umweltpolitischen Verantwortung bewusst werden und dem entsprechend handeln¹⁰⁴:

“Ports are facing up to their responsibility to protect and clean up the environment. They are doing this for economic and ecological reasons, aesthetics and safety, and to improve integration and compatibility with the surrounding community. In some cases, these activities are undertaken in response to environmental regulations but, increasingly, ports are initiating projects and programs voluntarily.”

Das bekannteste Referenzprojekt ist der Hafen von Los Angeles, besonders wegen der Initiative, den Schiffen eine Ladstromversorgung anzubieten (siehe Kapitel 7.1). Darüber hinaus gibt es Bestrebungen, in Long Beach möglichst viele Anlagen an Land zu elektrifizieren bzw., wenn dies nicht möglich ist, sie mit Biodiesel zu betreiben oder andere schadstoffmindernde Techniken einzusetzen.

Im Rahmen dieser Initiativen haben Vertreter der Stadt mit Vertretern der Stadt Shanghai ein Abkommen unterzeichnet, sich gemeinsam und koordiniert für Verbesserungen des Umweltschutzes in den Häfen einzusetzen.

¹⁰⁴ Green Ports: Environmental Management and Technology at U.S. Ports, by the independent Urban Harbors Institute at the University of Massachusetts in Boston
http://oceancommission.gov/meetings/nov13_14_01/Nagle_testimony.pdf

10.3.2 Port of Los Angeles: *No net increase of air emissions*

Im Oktober 2001 wurde von Vertretern des Hafens von Los Angeles eine Studie in Auftrag gegeben mit der u. a. die Schiffsemissionen quantifiziert werden sollten. Hintergrund hierfür war, dass einerseits voraussehbar war, dass der Hafen zur Aufnahme der erwarteten Zuwächse, besonders beim Containertransport, weiter expandieren muss und andererseits die Öffentlichkeit nicht bereit war, die Umweltbelastungen durch die Schifffahrt und Hafenvirtschaft weiter klaglos hinzunehmen. Um diesen absehbaren Konflikt zu vermeiden, sollten auf Basis einer fundierten Analyse Maßnahmen zur Verringerung der Umweltbelastungen ergriffen werden. Das ambitionierte Ziel war, trotz zunehmenden Verkehrs die Emissionen auf dem Level des Jahres 2001 zu halten. Nach Analyse der Situation wurden folgende Maßnahmen vorgeschlagen und zum Teil bereits ergriffen:

- *Alternative Maritime Power (AMP) Program*

Am bekanntesten wurde das *AMP-Program*, das am Terminal-100 die Schiffe während der Liegezeit mit elektrischem Strom versorgen sollte. Hierfür wurden spezielle umfangreiche Untersuchungen angestellt, um die Machbarkeit und den Nutzen zu belegen. Es wurden verschiedene Schiffstypen analysiert, die in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren (Schiffstyp, -alter, -leistungsbedarf etc.) ein mehr oder weniger günstiges Kosten/Nutzen-Verhältnis aufwiesen. Unter den bestehenden Voraussetzungen wurde die Machbarkeit auch bei einigen Containerschiffen unter Kosten/Nutzen-Erwägungen bestätigt und als sinnvoll angesehen, vor allem deshalb, weil Schiffe die signifikanteste Emissionsquelle mit besonders kritisch zu wertenden Schadstoffen im Hafen sind. Bis 2020 sollen 10 % der Schiffe mit elektrischem Strom versorgt werden, bis 2025 sollen es 25 % sein.

- *Emulsified Diesel Fuel Use in Port Terminal Equipment*

Der Hafen implementierte ein Anreizsystem, mit dem die Betreiber motiviert werden sollten, sauberere Treibstoffe bei den Hafenfahrzeugen einzusetzen. Zu den Fahrzeugen gehören LKWs, mobile Kräne, Gabelstapler etc. Als Treibstoff wurde Proformix™ eingesetzt, mit dem Stickoxide um 14 % und Partikel um 60 % gesenkt werden können. Hiervon wurden für die Fahrzeuge ca. 400.000 Liter pro Jahr eingesetzt.

- *Retrofit of Port Terminal Equipment with Diesel Oxidation Catalysts*

Es wurde vereinbart, nach und nach sämtliche Motoren im Hafen mit Katalysatoren auszurüsten. Das erste Ziel war, zunächst 25 % der Partikelemissionen zu reduzieren. Im Jahr 2003 waren bereits 500 Einheiten installiert. In Kombination mit den Stickoxid-Katalysatoren können Reduktionsraten von 20 % und Partikelemissionen von 50 % erreicht werden.

- *Switch Locomotive Fleet Replacement Program*

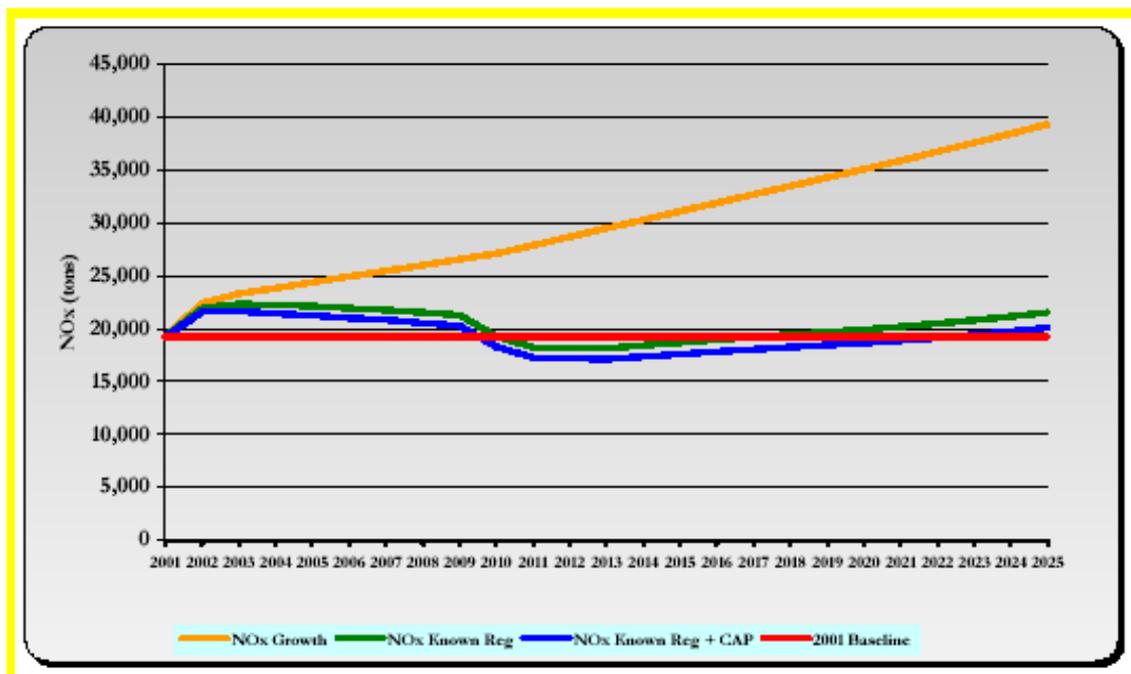
Im Laufe des Projekts sollten die veralteten Eisenbahnen ersetzt werden. Hierfür sollte in Kooperation mit anderen *stakeholdern* und finanziellen Mitteln, u. a. aus dem *Carl Moyer Pro-*

gram (3.2 Mio. USD), ein Fund aufgelegt werden. Die Emissionen sollen dadurch um 50 % gesenkt und das Transportangebot verbessert werden.

- *Vessel Speed Reduction Program*

Im Mai 2001 wurde ein *Memorandum of Understanding* auf freiwilliger Basis zwischen dem Hafen von Los Angeles, der U.S. EPA, CARB¹⁰⁵, SCAQMD¹⁰⁶ und der Schifffahrtsindustrie geschlossen, um eine Reduzierung der Geschwindigkeit der Schiffe und damit eine Emissionsreduzierung im Umkreis von Los Angeles zu erreichen. Nach Berichten wird die Geschwindigkeit der Schiffe von Land aus verfolgt, eine Berechnung generierter und vermiedener Emissionen findet automatisch statt. Es wird durch diese Maßnahme ca. 1 Tonne NO_x pro Tag eingespart.

Tabelle 49: Entwicklung der NO_x-Emissionen unter verschiedenen Vorgaben



Quelle: [I13] www.portoflosangeles.org/publicnotice/portoflapublicnotice96421021_07072004.pdf.

10.3.3 Das Interreg III-B-Projekt “New Hansa of sustainable Ports and Cities”

Während der Laufzeit des Projektes “Umsetzung der Agenda 21 in europäischen Seehäfen am Beispiel Lübeck-Travemünde” stellte sich heraus, dass es im Rahmen dieses Projektes aus verschiedenen Gründen nicht möglich ist, das Memorandum of Understanding mit den bedeutendsten Ostseehäfen und Schifffahrtsunternehmen unterschriftsreif abzustimmen. Deshalb wurde entschieden, dass im Rahmen dieses Projektes lediglich der Entwurf des MoU erstellt

¹⁰⁵ California Air Resources Board

¹⁰⁶ South Coast Air Quality Management District

werden soll. In einem Folgeprojekt soll dieser Entwurf dann zwischen den bedeutendsten Ostseehafenstädten, Häfen und Schiffseigentümern abgestimmt und von den Teilnehmern unterschrieben werden. Dieses Folgeprojekt ist das von Lübeck initiierte und aus Interreg-III-B-Mitteln geförderte Projekt „New Hansa of sustainable Ports and Cities“.

Von Baltic 21 wurde das Projekt „New Hansa of sustainable Ports and Cities“ zu einem von drei ausgewählten Leuchtturmprojekten benannt.

Alle Seeschiffe, gleich welcher Nation, unterliegen internationalem Recht, welches über die im Rahmen der von der International Maritime Organization (IMO) verabschiedeten Übereinkommen (z. B. MARPOL) internationales Recht geworden ist.

Für Städte jenseits von MARPOL gibt es keine rechtlichen Möglichkeiten, auf Schiffe und Reeder hinsichtlich der Vermeidung und Verminderung von Emissionen, Wasserverschmutzung, Lärm und Vibrationen hinzuwirken. Als Handlungsinstrumente für Häfen stehen deshalb nur freiwillige Vereinbarungen zur Verfügung. Trotz der Übereinkommen von MARPOL gibt es in den Häfen, hier den Ostseehäfen, weder einheitliche technische noch organisatorische Lösungen.

Im Rahmen des Projektes „Umsetzung der Agenda 21 in europäischen Seehäfen am Beispiel Lübeck-Travemünde“ wurde deshalb im Februar 2002 in Lübeck ein Meeting von Repräsentanten bedeutender Ostseehafenstädte und -häfen durchgeführt. Die bedeutendsten Ostseehafenstädte sind Mitglied der Union of the Baltic Cities (UBC), die damals als Aktionsebene für das Projekt ausgewählt wurde. Über diese Ebene wurde vereinbart, dass die Weiterführung der Problemlösungen in einem Folgeprojekt erfolgen soll. Im März 2003 wurde von Lübeck der Antrag zur Förderung des Folgeprojektes durch das BSR-Interreg-III-B-Programm „New Hansa of sustainable Ports and Cities“ gestellt. BSR-Interreg-III-B ist Teil des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung. Der Förderungsantrag wurde im Juni 2003 vom interstaatlichen Lenkungsausschuss bewilligt. Das Projekt „New Hansa of sustainable Ports and Cities“ startete vertragsgemäß im Juli 2003. Der tatsächliche Arbeitsbeginn verzögerte sich allerdings bis Februar 2004, da noch praktische Förderungsfragen zu klären waren.

Am Projekt „New Hansa of sustainable Ports and Cities“ sind folgende Partner beteiligt:

- Stadtwerke Lübeck GmbH (Hauptverantwortung als Lead-Partner);
- Hansestadt Lübeck;
- Baltic Energy Forum e.V. (Koordinator);
- Hafentwicklungsgesellschaft Rostock mbH;
- Hafen Kolding, Dänemark;
- Stadt Malmö, Schweden;
- Stadt Stockholm, Schweden;
- Hafen Stockholm, Schweden;
- Stadt Mariehamn, Finnland;
- Stadt Pori, Finnland;
- Stadt Turku, Finnland;
- Stadt Helsinki, Finnland;

- Hafen Turku, Finnland;
- Universität Turku, Finnland;
- Reederei Finnlines, Finnland;
- Hafen Szczecin, Polen;
- Hafen Swinoujście, Polen;
- Union of the Baltic Cities (UBC).

Das Gesamtvolumen des Projektes beläuft sich auf 1.049.498 € und wird von der Europäischen Union mit 542.793 € gefördert. Die Laufzeit des Projektes endet Ende 2005. Projektziele sind prinzipiell die gleichen wie im Basisprojekt, nämlich Verminderung bzw. Vermeidung von Abgasen, Abwässern, Abfällen, Lärm und Vibrationen sowie Abstimmung und Unterzeichnung des im Basisprojekt vorgelegten MoU-Entwurfes. Es wird angestrebt, das abgestimmte MoU auf der Generalkonferenz der UBC im Oktober 2005 in Turku von allen Bürgermeister*innen der bedeutendsten Ostseestädte unterzeichnen zu lassen. Außerdem soll das MoU auch von Vertretern von Ostseehafenverwaltungen und -betreibern sowie Reedereien unterzeichnet werden.

11 Zusammenfassung

Das Ziel des Forschungsprojektes ist die Untersuchung verschiedener Möglichkeiten, im Rahmen der Umsetzung des Agenda 21-Prozesses die Luftschadstoffemissionen, Verschmutzungen der Umwelt durch Abwasser, Abfall und Öl sowie Beeinträchtigungen durch Lärm und Vibrationen von Schiffen in den Häfen von Lübeck-Travemünde zu erfassen und Vorschläge für die Minderung zu erarbeiten. Am Projekt beteiligt waren neben den Stadtwerken Lübeck das Agenda-21-Büro der Hansestadt sowie die Gesellschaft für angewandten Umweltschutz und Sicherheit im Seeverkehr (GAUSS) in Bremen. Auftrag- und Fördermittelgeber ist das Umweltbundesamt in Berlin.

Verschiedene Studien, die im Auftrag der Europäischen Union und anderer Institutionen von namhaften Firmen durchgeführt wurden, belegen, dass der Anteil der Seeschifffahrt an verschiedenen Emissionen sich besonders in Hafenstädten ständig erhöht und im Vergleich zu landbasierten Verkehrsträgern auch prozentual rasch zunimmt. Dies kann für einige Schadstoffe auch für Lübeck-Travemünde bestätigt werden. Europaweite Hochrechnungen ergeben, dass in absehbarer Zeit bei unveränderter Umweltgesetzeslage die Schwefel- und Stickoxidemissionen der Schifffahrt den Anteil der Emittenten an Land übertreffen werden. Weil Schifffahrt nicht, wie oft angenommen wird, vor allem auf hoher See stattfindet, sondern sich mehr als 50 % aller Schiffe ständig in einem Bereich dichter als 200 m vor der Küste befinden, sind von den Emissionen vor allem die Küstenregionen, die Flussreviere und besonders die Hafenstädte betroffen. Abgesehen von den Schäden an Umwelt, Klima, Gebäuden etc. verschärft die Tatsache, dass 75 % aller Europäer an der Küste leben, die Relevanz unter Gesundheitsaspekten.

Hintergrund

Die dargestellte Entwicklung führt, wie auch in Lübeck-Travemünde, zu gesellschaftlichen Spannungen, weil diese Entwicklung zum einen von den Bewohnern an der Küste zunehmend nicht mehr klaglos hingenommen wird, zum anderen ergeben sich hieraus auch wirtschaftliche Einbußen, wenn z. B. Fischerei oder Tourismusindustrie mit den Folgen der rückständigen Umweltgesetzgebung in der Seeschifffahrt konfrontiert werden. Die Folgen bestehen z. B. darin, dass das Image der Küstenregionen leidet, wodurch Touristen wegbleiben können. Dies wird befürchtet, wenn eine Stadt wie Lübeck-Travemünde möglicherweise durch Überschreitung vorgegebener Grenzwerte für die Luftqualität einen Imageverlust erleidet, oder wenn mögliche Investoren ausbleiben, weil eine Freizeit- oder Wellnessanlage sich nur mit geringeren Erfolgchancen betreiben lässt, mit dem Argument, dass das Ambiente, d. h. unter anderem eine gesunde und saubere Umwelt, von potenziellen Kunden in Frage gestellt werden könnte.

Vor diesem Hintergrund wurde das Projekt „Umsetzung der Agenda 21 in europäischen Seehäfen am Beispiel Lübeck-Travemünde“ durchgeführt. Die Agenda 21 hat unmittelbar zum Ziel, unter Gewährleistung der wirtschaftlichen Interessen ökologische und gesellschaftliche Belange zu berücksichtigen und eine nachhaltige Entwicklung zum Wohle aller zu fördern. Um diesen Ansatz zu verfolgen, sollte auf Basis der Analyse der bestehenden Situation Lösungsvorschläge erarbeitet werden.

Ergebnisse

Als vordringliches Problem erwies sich die durch die Schifffahrt in einigen Emissionsarten dominierende Luftverschmutzung im Hafen. Nach Aufnahme der Verkehrssituation in den Lübeck-Travemünder Häfen, die mit schiffstechnischen Daten verschnitten wurde, konnte bestätigt werden, dass besonders in Bereichen Schwefeldioxid, Stickoxide und Dieselruß die Schifffahrt für einen Anteil verantwortlich ist, der in allen drei Fällen über 95 % der Gesamtbelastung liegt. Dies ist nicht sonderlich erstaunlich, weil die Umweltgesetzgebung an Land in den vergangenen Jahren immer restriktiver wurde und die sich an international durchsetzbaren Anforderungen orientierende Gesetzgebung für die Schifffahrt kaum oder gar nicht verschärft wurde. Das In-Kraft-Treten von MARPOL Anlage VI zur Limitierung der gasförmigen Schadstoffemissionen der Schifffahrt am 19. Mai 2005 hat kaum Auswirkungen, weil die dort festgelegten Grenzwerte in der Praxis zum Teil längst überholt sind. Einen Ausnahmefall bildet in einigen Fällen die Regelung für Sondergebiete, zu denen die Ostsee auch gehört, nach der ein Schwefelgehalt von 1,5 % im Treibstoff nicht überschritten werden darf. Hiervon können einige Reeder in der Ostsee betroffen sein, vielfach werden aber auch hier die Anforderungen schon freiwillig unterschritten, z. B. weil ein Reeder an dem Anreizsystem in schwedischen Gewässern teilnimmt (Differentiated Fairway Dues), nach dem Rabatte auf bestimmte Tarife gewährt werden, wenn bestimmte Anforderungen eingehalten werden.

Es muss zu den ermittelten Werten zu der Umweltbelastung durch Seeschifffahrt einschränkend angemerkt werden, dass sie mit verschiedenen Unsicherheitsfaktoren belastet sind. Während auf die Fahrt- und Liegezeiten aus offiziellen Statistiken geschlossen werden konnte, traf dies für die technische Ausstattung der Schiffe nur bedingt zu, denn es konnten nur einige der benötigten Daten öffentlichen Publikationen entnommen werden. Daten gab es zum Beispiel für die Anzahl und Leistung der Hauptmaschinen, in bereits eingeschränktem Maße auch für die Hilfsdiesel an Bord der Schiffe. Bezüglich der, vor allem in Häfen laufenden Hilfskessel traf dies in den seltensten Fällen zu. Hier mussten Annahmen getroffen werden, die schiffstypspezifisch unterschiedlich sind. Auch bezüglich der tatsächlich bestehenden Auslastung von Hauptmaschine, Hilfsdiesel und Hilfskessel mussten Annahmen getroffen werden. Hier wurden pauschalierte Ansätze, die in Berechnungen der EU¹⁰⁷ zum Einsatz kamen, herangezogen, die durch Aussagen von Reedereivertretern, die entweder schriftlich oder fernmündlich befragt wurden, in Einzelfällen verbessert werden konnten. Zum Teil wenig belastbar und kritischer in der Auswirkung auf die Umwelt sind die seltenen öffentlich verfügbaren Angaben bzw. die deshalb vorgenommenen Annahmen zum Schwefelgehalt im Treibstoff. Wenn es nicht gelang, konkrete Aussagen zu bekommen, wurde im Sinne der Verfolgung eines konservativen Ansatzes der weltweit geltende Durchschnittsgehalt von 2,7 % angenommen. In den Fällen, wo konkrete Werte ermittelt werden konnten, sind diese berücksichtigt worden. Annahmen mussten auch bezüglich der Lastverteilung der Aggregate an Bord für die Revierfahrt, Manöver- und Liegezeit getroffen werden. Folgende Ergebnisse sind festzuhalten:

- Die Emissionen im Untersuchungsgebiet werden maßgeblich durch den Skandinavienkai bestimmt. Die Anteile an den Gesamtemissionen liegen bei etwa 80 bis 85 % für die Stickoxide, Schwefeldioxid und Dieselruß, bei 70 % für CO₂ und Benzol sowie 60 % für Feinstaub (PM₁₀). Hierbei sind die Emissionen während der Liegezeiten mit

¹⁰⁷ ENTEC: Text

etwa 60 bis 80 % gegenüber den Schiffsfahrten vom/zum Skandinavienkai (20 bis 40 %) maßgebend. Bezogen auf die Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet liegt der Anteil der Emissionen während der Liegezeiten am Skandinavienkai bei etwa 50 bis 65 %, für Feinstaub bei etwa 40 %.

- Die Emissionen am Ostpreußenkai sind in der Gesamtbilanz von vernachlässigbarer Größe, können aber aufgrund der Nähe zur maßgebenden Bebauung lokal zu einer Zunahme der Schadstoffemissionen führen.
- Die Schiffsfahrten auf der Trave zu den anderen Häfen in Lübeck tragen zu etwa 18 % der Schwefeldioxid-, 16 % der Dieselruß- und 12 % der Feinstaub (PM₁₀)-Emissionen bei. Für die anderen Schadstoffkomponenten liegt der Anteil an den Gesamtemissionen unter 10 %.
- Der Beitrag zu den jährlichen Gesamtemissionen durch das Straßenverkehrsnetz innerhalb des Untersuchungsgebiets liegt für die Benzol- und Feinstaub (PM₁₀)-Emissionen bei etwa 18 % bzw. 25 %. Für NO_x und Dieselruß fallen die Anteile mit unter 7 % gering aus. Der CO₂-Anteil beträgt etwa 22 %. Die Schwefeldioxidemissionen durch den Straßenverkehr sind vernachlässigbar.

In Bezug auf Maßnahmen zur Emissionsminderung des Schiffsverkehrs wurden folgende Annahmen getroffen:

Minderungskonzept 1: Exemplarisches Minderungskonzept zur Prüfung des maximal möglichen Minderungspotenzials bei Schaffung von landseitigen Stromanschlüssen für alle Anleger am Skandinavienkai.

1a: Auslastungsgrad der Hilfskessel wie im Analysefall 10 %,

1b: Kein Betrieb der Hilfskessel, d. h. Auslastungsgrad von 1 %.

Minderungskonzept 2: Als zweites exemplarisches Minderungskonzept wird eine Begrenzung des Schwefels im Treibstoff auf maximal 1 % für alle Schiffe im Untersuchungsgebiet angenommen.

Minderungskonzept 3: Während der Liegezeiten in den Häfen darf ausschließlich Treibstoff mit einem Schwefelgehalt von maximal 0,1 % (MGO) verwendet werden (entsprechend der Vorgaben der EU¹⁰⁸).

Unter Berücksichtigung des Minderungskonzeptes 1a/1b sind Abnahmen der jährlichen Kohlendioxid-, Schwefeldioxid und Benzol-Gesamtemissionen in der Größe von etwa 40 bis 45 % zu erwarten. Für die Stickstoffoxide ergeben sich etwas größere Minderungen von knapp 60 %. Die Feinstaub (PM₁₀)- und Dieselrußemissionen werden um etwa 25 bis 35 % reduziert. Im Vergleich der Konzepte 1a/1b (Hilfskesselbetrieb während der Liegezeiten mit 10 % bzw. 1 % Last) zeigt sich, dass nennenswerte Abnahmen bei reduziertem Kesselbetrieb nur für die Schwefeldioxidemissionen zu erwarten sind (etwa 10 %). Für die anderen Luftschadstoffkomponenten liegen die Abnahmen bei 5 % und darunter.

¹⁰⁸ Amended proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 1999/32/EC as regards the sulphur content of marine fuels Political agreement

Für die Emissionen im Bereich des Skandinavienkais, insbesondere an den Liegeplätzen, sind deutlich höhere Abnahmen zu verzeichnen: Für die dem Betrieb des Skandinavienkais zuzuordnenden Emissionen (Fahrten und Liegezeiten zusammen) ergeben sich Abnahmen in der Größenordnung von 40 bis 70 %. Betrachtet man nur die Liegezeiten, so sind erhebliche Abnahmen zwischen 70 und 90 % zu erwarten.

Die Anwendung des Minderungskonzeptes 2 führt nur für die Schwefeldioxidemissionen zu nennenswerten Abnahmen. Hier ist eine Reduzierung der jährlichen Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet um etwa ein Drittel zu erwarten.

Zusammenfassend stellt sich die Schaffung von Stromanschlüssen als eine wirkungsvolle Maßnahme zur Reduzierung der Luftschadstoffemissionen dar, insbesondere da die Verbesserungen räumlich in der Nachbarschaft zu den am höchsten von Luftschadstoffemissionen betroffenen Bereichen liegen. Die Begrenzung des Schwefelgehalts auf maximal 1 % ist auch geeignet, die Schwefeldioxidemissionen deutlich zu senken.

Ausgehend von der Emissionsbelastung im Analysezustand 2003 (ohne Ausbau des Skandinavienkais) wurde die Entwicklung für den Prognosezustand 2010 nach Erweiterung des Skandinavienkais berechnet. Die Zunahmen des Schiffsverkehrs wurden auf Grundlage der Ermittlungen für das Planfeststellungsverfahren für die Erweiterung des Skandinavienkais kalkuliert. Dementsprechend ist am Skandinavienkai mit etwa 28 Schiffen pro Woche zusätzlich zu rechnen. Für den Analyse- und den Prognosezustand wurden die Schadstoffe CO₂, NO_x, SO₂, Benzol, Partikel und Ruß die Situation ohne Minderungskonzept berechnet und basierend darauf exemplarisch drei idealisierte Minderungskonzepte geprüft, um das mögliche Minderungspotenzial aufzuzeigen. Die für das Prognosejahr 2010 durchgeführten Berechnungen der Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet ergeben folgendes Bild:

- Gegenüber dem Analysezustand werden deutliche Zunahmen der Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet prognostiziert. Dies ist durch die zusätzlichen Schiffsfahrten und Liegezeiten bedingt. Die Zunahmen liegen in der Größenordnung von 70 bis 80 % für die Kohlendioxid-, Stickoxid- und Schwefeldioxidemissionen bzw. 35 bis 40 % für die Benzol, Feinstaub (PM₁₀)- und Dieselrußemissionen.
- Die Emissionen im Untersuchungsgebiet werden wie im Analysezustand maßgeblich durch den Skandinavienkai bestimmt. Die Anteile an den Gesamtemissionen liegen bei etwa 80 bis 85 % für die Stickoxide und Schwefeldioxid, bei etwa 75 % für CO₂, Benzol und Dieselruß sowie 60 % für Feinstaub (PM₁₀). Hierbei sind die Emissionen während der Liegezeiten mit etwa 65 bis 80 % gegenüber den Schiffsfahrten vom/zum Skandinavienkai (20 bis 35 %) maßgebend. Bezogen auf die Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet liegt der Anteil der Emissionen während der Liegezeiten am Skandinavienkai bei etwa 50 bis 65 %, für Feinstaub bei etwa 40 %.
- Die Emissionen am Ostpreußenkai sind in der Gesamtbilanz weiterhin von vernachlässigbarer Größe, sind lokal jedoch durchaus von Interesse.
- Die Schiffsfahrten auf der Trave zu den anderen Häfen in Lübeck tragen je nach Schadstoff zwischen etwa 10 bis 20 % zu den Gesamtemissionen bei.
- Der Beitrag zu den jährlichen Gesamtemissionen durch das Straßenverkehrsnetz innerhalb des Untersuchungsgebiets ist für die Feinstaub (PM₁₀)-Emissionen mit etwa

22 % am höchsten. Für Benzol, NO_x und Dieselruß fallen die Anteile mit 6 % und weniger gering aus. Der CO₂-Anteil beträgt etwa 15 %. Die Schwefeldioxidemissionen durch den Straßenverkehr sind vernachlässigbar.

Den Ergebnissen entsprechend sind die größten Minderungspotenziale auch im Prognosefall durch eine Begrenzung der Schadstoffemissionen bei den Liegezeiten am Skandinavienkai zu erkennen. Für die verschiedenen Minderungskonzepte sind folgende Ergebnisse festzuhalten:

Minderungskonzept 1 (Stromanschlüsse): Unter Berücksichtigung des Minderungskonzeptes 1a/1b sind Abnahmen der jährlichen Kohlendioxid-, Schwefeldioxid und Benzol-Gesamtemissionen in der Größe von etwa 40 bis 50 % zu erwarten. Für die Stickstoffoxide ergeben sich etwas größere Minderungen von knapp 60 %. Die Feinstaub (PM₁₀)- und Dieselrußemissionen werden um etwa 25 bis 35 % reduziert. Im Vergleich der Konzepte 1a/1b (Hilfskesselbetrieb während der Liegezeiten mit 10 % bzw. 1 % Last) zeigen sich nur geringe Unterschiede in der Größenordnung von bis zu 6 %. Für die Emissionen im Bereich des Skandinavienkais, insbesondere an den Liegeplätzen, sind mit den Konzepten 1a/1b höhere Abnahmen zu verzeichnen: Für die dem Betrieb des Skandinavienkais zuzuordnenden Emissionen (Fahrten und Liegezeiten zusammen) ergeben sich Abnahmen in der Größenordnung von 45 bis 70 %. Betrachtet man nur die Liegezeiten, so sind erhebliche Abnahmen zwischen 70 und 90 % zu erwarten.

Minderungskonzept 3: Die Begrenzung des Schwefelgehaltes während der Liegezeiten auf maximal 0,1 % führt nur für die Schwefeldioxidemissionen zu nennenswerten Abnahmen. Hier ist eine Reduzierung der jährlichen Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet um etwa die Hälfte zu erwarten. Für die anderen Schadstoffe liegen die Abnahmen bei 5 % und weniger.

Minderungskonzept 1a+3: Die Kombination der Konzepte 1a und 3 führt mit Ausnahme der Schwefeldioxidemissionen zu vergleichbaren Minderungen wie für das Konzept 1a allein. Die Schwefeldioxidemissionen werden jedoch um 12 Prozentpunkte gegenüber dem Minderungskonzept 1a gesenkt, sodass sich gegenüber dem Prognosezustand ohne Minderungsmaßnahmen eine Abnahme um etwa 60 % ergibt.

Minderungskonzept 1b+3: Im Vergleich zur Kombination 1a+3 sind nur geringe weitere Abnahmen um bis zu 3 Prozentpunkten gegenüber dem Prognosezustand zu erwarten. Zusammenfassend ergibt sich, dass sowohl emissions- als auch immissionsseitig der durchgehende Betrieb der Schiffsaggregate während der Liegezeiten am Skandinavienkai die Belastungen im Untersuchungsgebiet wesentlich bestimmt. Daher sind Minderungsmaßnahmen wie die Schaffung von Stromanschlüssen ein Konzept mit hohem Minderungspotenzial. Insbesondere lassen sich die Schwefeldioxid- und Stickstoffoxid-Belastungen deutlich reduzieren. Auch in weiter vom Skandinavienkai entfernten Bereichen lassen sich die Minderungen noch nachweisen.

Die Begrenzung des Schwefelgehalts wirkt sich im Wesentlichen nur auf die Schwefeldioxidbelastungen aus. Mit einer Begrenzung auf 1 % lässt sich flächendeckend eine messbare Reduzierung der Schwefeldioxidbelastungen erreichen. Die Minderung des Schwefelgehalts auf 0,1 % während der Liegezeiten führt ebenfalls nur für die Schwefeldioxidbelastungen zu einer nennenswerten Abnahme. In Kombination mit den landseitigen Stromanschlüssen sind nur geringe weitere Verbesserungen zu erwarten, da die Schiffsmaschinen während der Liegezei-

ten in diesem Fall praktisch nicht in Betrieb sind. Sofern die landseitigen Stromanschlüsse nicht von allen Schiffen genutzt werden, ist mit der Reduzierung des Schwefelgehaltes in den Treibstoffen jedoch eine geeignete Maßnahme gegeben, zumindest die Schwefeldioxidemissionen deutlich zu senken.

Im Gegensatz zur Reduzierung des Schwefelgehaltes im Treibstoff bringt die Versorgung der Schiffe mit Landstrom eine ganze Reihe weiterer Vorteile. Durch den kompletten Ersatz des Treibstoffes wird die gesamte Bandbreite der Schadstoffemissionen reduziert. Dies sind neben SO₂ und NO_x, CO₂, Partikel, Kohlenwasserstoffe, Schwermetalle etc. Außerdem entfallen die durch die Schiffsmaschinen generierten Belastungen durch Lärm- und Vibration.

Von Seiten der Reedereien wurde die Versorgung der Schiffe mit Landstrom in der Vergangenheit eher kritisch gesehen. Zunächst wurde vor allem die technische Umsetzbarkeit in Frage gestellt. Seit aber (abgesehen von schon länger bekannten Sonderfällen, wie z. B. in der Marine- oder Kreuzschifffahrt) auch in der Containerschifffahrt die Machbarkeit durch eine Initiative von Los Angeles¹⁰⁹ belegt ist, scheint der Boden für weitere Vorhaben bereitet. Für Reedereien kann die landseitige Stromversorgung dabei auch Vorteile bringen. Abgesehen vom vermiedenen Verbrauch von Treibstoffen und Betriebsmittel ergeben sich Möglichkeiten zur Wartung der Maschinen, die Standzeiten verlängern sich und Lärm und Vibrationen werden vermieden.

Allerdings eignen sich nicht alle Häfen bzw. Schiffe für eine Versorgung mit Landstrom. In Abhängigkeit von der räumlichen Anschlussmöglichkeit im Hafen und den technischen Voraussetzungen an Bord kann sich die Kosten/Nutzen-Situation völlig unterschiedlich darstellen. Besonderen Einfluss hat auch die Struktur der den Liegeplatz benutzenden Schifffahrt (Linien-, Fähr- oder Trampschifffahrt, Nutzungsfrequenz, Liegezeitdauer etc.).

Unter günstigen Rahmenbedingungen und einer entsprechenden Preisgestaltung der Elektrizitätsversorgung von Land kann sich nach amerikanischen Berechnungen die Investition an Bord in einigen Jahren amortisieren – besonders wenn die hierfür notwendige Maßnahmen schon beim Neubau von Schiffen berücksichtigt werden, was auch zunehmend getan wird. Um die Machbarkeit bezüglich der konkreten individuellen Situation in Häfen weiter zu untermauern, wurden deswegen bereits weitere Projekte gestartet, was zum Beispiel durch das New Hansa-Projekt für die Ostsee oder ein beantragtes Projekt für Hamburg belegt wird.

Hinderlich bei der Umsetzung effektiver umwelttechnisch sinnvoller Maßnahmen ist allerdings in der Regel die rechtliche Situation. Nationale Regelungen verpflichten nur die Schiffe der eigenen Flagge, nicht aber Schiffe unter fremder Flagge. Daher sind sie im international geprägten Seeverkehr eher von untergeordneter Bedeutung. Nach nationalem Recht besteht keine Möglichkeit, durch eine Verpflichtung von Schiffen unter fremder Flagge, erhöhte Anforderungen an die technische Ausrüstung über die international vereinbarten Standards hinaus zu stellen.

Eine indirekte Verpflichtung von Schiffen unter fremder Flagge ließe sich nur über Auflagen an den Hafenbetreiber denken, die ein Be- und Entladen nur unter erhöhten Anforderungen an

¹⁰⁹ AMP: Alternative Maritime Power is the result of a groundbreaking effort to reduce emission at the Port. Instead of burning diesel fuel while at dock, AMP ships "plug in" to shore side electrical power - literally an alternative power source for maritime vessels [http://www.portoflosangeles.org/environment_amp.htm].

diese Schiffe möglich machen würde. Insofern bestünde zwar völkerrechtlich die Möglichkeit, mittelbar auch die Schiffe fremder Flaggen in die Pflicht zu nehmen. Allerdings müsste es sich dabei immer um hafenbezogene Regelungen handeln.

Ferner besteht zwar für einen Küstenstaat keine Verpflichtung, Schiffen unter fremder Flagge den Zugang zu den inneren Gewässern bzw. zu einem Hafen zu gewähren, aufgrund der Konkurrenzsituation zu anderen Häfen wird aber von besonderen Auflagen in Bezug auf die Schiffe, die einen Hafen anlaufen können, eher Abstand genommen. Ausnahmen können sich nur dort entwickeln, wo entweder keine Ausweichmöglichkeit besteht (z. B., wenn eine Maßnahme für die gesamten USA durchgesetzt wird) oder ein besonderes Interesse besteht, das sonst nicht befriedigt werden kann (Passagierschiffahrt in Alaska).

Wenn ein allgemeines Interesse an der Änderung bestehender Zustände vorausgesetzt aber rechtlich nicht eingefordert werden kann, sind ambitionierte Standards zunächst nur durch ein koordiniertes Vorgehen aller Betroffener auf freiwilliger Basis durchsetzbar. Vor diesem Hintergrund wurde ein *Memorandum of Understanding* formuliert, das die wichtigsten Änderungsbedürfnisse in Lübeck-Travemünde (und in vielen anderen Häfen der Ostsee und weltweit) aufgreift und mit für Häfen und Reedereien finanziell realisierbaren Verbesserungsvorschlägen verknüpft. Basis für die Formulierung der Anforderungen war die Analyse der Problemstellung und die Untersuchung organisatorischer und technischer Möglichkeiten zur Reduzierung der Umweltbelastungen.

Die Inhalte des *Memorandum of Understanding für eine nachhaltige Entwicklung von Hafen- und Schifffahrtsunternehmen in der Ostsee* sollen wegweisend sein und zu internationalen Standards führen, wie es zum Beispiel beim Stockholmer Abkommen für die Sicherheit von RoRo-Schiffen für die Ostsee der Fall war. Grundsätzlich hat ein MoU aber zunächst einen rechtunverbindlichen Charakter und ist rechtlich nicht durchsetzbar. Eine freiwillige Selbstverpflichtung, d. h., die Bindung an erhöhte Anforderungen von Seiten der entsprechenden Häfen bzw. Schiffseigner/Reedereien im Rahmen eines MoU verspricht jedoch zumindest bei der Lösung regionaler Probleme den schnellsten Erfolg. Die Anforderungen sind in zwei verschiedene Prämissen gegliedert:

- Definition von Grundvoraussetzungen. Die Grundvoraussetzungen müssen zur Zeit der Teilnahme bereits tatsächlich umgesetzt sein.
- Definition von über die Grundvoraussetzungen hinausgehenden Zielstellungen. Diese sind ambitionierter und werden von den Teilnehmer im Rahmen einer weiteren Zusammenarbeit ermittelt.

Um potenzielle Interessenten in das Vorgehen einzubinden, wurden solche Grundanforderungen formuliert, die für umwelttechnisch verantwortlich handelnde Unternehmen in der Regel umsetzbar sind. Die Anforderungen greifen Bereiche auf, die rechtlich ohnehin gefordert sind, von denen aber bekannt ist, dass sie (u. U. in den baltischen Staaten) noch nicht wirklich umgesetzt sind. Außerdem wurden relativ einfache Bedürfnisse der Harmonisierung in verschiedenen Bereichen (z. B. bezüglich der Art der Abfalltrennung) auf verschiedenen Schiffen bzw. in verschiedenen Häfen formuliert. Und schließlich geht es um Anforderungen, die von umweltbewussten Reedern ohnehin berücksichtigt werden sollten, ohne dass sie vorgeschrie-

ben sind (z. B. ein Ballastwassermanagement entsprechend der IMO-Guidelines), z. T., weil deren rechtliche Umsetzung absehbar ist.

Die Zielstellungen greifen Probleme auf, die organisatorisch, technisch bzw. finanziell nur gemeinsam realisierbar sind. Hierzu gehören Maßnahmen, die einen weitergehenden Harmonisierungsbedarf aufgreifen (z. B. die Entwicklung eines Anreizsystems für umweltschonende Schifffahrt), oder technische Projekte, die koordiniert werden müssen (z. B. die Realisierung einer Landstromversorgung der Schiffe). Die wichtigsten Grundanforderungen und Zielstellungen finden sich in den Bereichen

- Verhütung der Verschmutzung durch Abgase,
- Verhütung der Verschmutzung durch Abwasser,
- Verhütung der Verschmutzung durch Abfall,
- Verhütung der Ölverschmutzung.

Verbunden mit den oben genannten Anforderungen wurden Maßnahmen zur Entwicklung eines finanziellen Anreizsystems für umweltschonende Schifffahrt und ein harmonisiertes „no spezial fee system“ für Häfen vorgeschlagen. Das Anreizsystem soll engagierten Reedern eine Kompensation für die Ausgaben für besondere Umweltschutzmaßnahmen zukommen lassen, weil sie letztlich der Gesellschaft durch verringerte Umweltschäden auch weniger Kosten verursachen. Ein harmonisiertes „no spezial fee system“¹¹⁰ soll die durch unterschiedliche Umweltschutzmaßnahmen bedingten Wettbewerbsverzerrungen zwischen Häfen verringern.

Die formulierten Maßnahmen wurden ausdrücklich als Vorschläge definiert, die als machbar angesehen werden, die aber durchaus unter Berücksichtigung individueller Gegebenheiten modifiziert werden können. Der qualitative Anspruch einer endgültigen Fassung des MoU wird dabei sicher besonders in Abhängigkeit der Anzahl der beitragswilligen Partner mehr oder weniger hoch sein.

Das Vorgehen, Verbesserungen im Umweltschutz durch ein MoU zu erreichen, bietet, abgesehen von der Kompensation fehlender rechtlicher Eingriffsmöglichkeiten, folgende Vorteile:

- Es können durch Anwendung des MoU Probleme behandelt werden, deren Regelung eigentlich „verboten“ ist. Auf freiwilliger Basis und in Abstimmung untereinander können aber Vereinbarungen getroffen werden, um gewünschte Veränderungen zu erzielen.
- Eine Konkurrenzsituationen zwischen mehreren Anbietern kann durch einen Konsens über ein gemeinsames Vorgehen, d. h. ein MoU entschärft werden.
- Ein MoU kann an verschiedene Institution (Regionaler Bezug, zwischenstaatliche Vereinbarungen, öffentliche Körperschaften, private Körperschaften) angepasst wer-

¹¹⁰ Durch das „no spezial fee system“ werden Schiffe unabhängig davon, ob eine Abfallentsorgung im Hafen in Anspruch genommen wird, finanziell für die Abfallentsorgung belastet. Dadurch, dass ohnehin für eine Entsorgung bezahlt werden muss, soll die Schifffahrt motiviert werden, Abfall in den Häfen abzugeben, weil eine Kostenersparnis durch Abgabe in die Umwelt finanziell keine Vorteile bringt. Die unterschiedlichen Praktiken der Häfen (z. B. Menge und Art des unter „no spezial fee“ erfassten Abfalls) führt zum Teil zu „ungerechten“ Kostenbelastungen der Häfen.

den. Es kann eine *Best Available Technique* zur Anwendung kommen, die tatsächlich einen machbaren Standard beschreibt, der an die Möglichkeiten der innovativsten Teilnehmer angepasst ist.

- MoUs können eine Vorstufe zu Gesetzesvorhaben darstellen, d. h., sie können Standards definieren, die früher oder später von allen von der Thematik Betroffenen eingehalten werden müssen. Durch den „Beweis der Machbarkeit“ (inklusive einzuhaltender Grenzwerte etc.) kann eine Einflussnahme auf die Gesetzgebung (EU/IMO) ausgeübt werden. Bei gleichen Interessen der Zeichner eines MoU kann die benötigte Zeitschiene zur Veränderung eines Missstandes erheblich verkürzt werden.
- Das Vorgehen zum Erreichen von Zielen kann in Abstimmung mit anderen Unterzeichnern individuell festgelegt werden. Es können als freiwillige Verpflichtungen zunächst „pragmatische“ Standards formuliert werden, um zunächst eine gemeinsame Basis für weitere Schritte fest zu legen.
- Die Unterzeichner eines MoU können dies als Beleg für ihr besonderes Engagement zu Werbezwecken nutzen, indem sie auf die hohen Standards, die sie einhalten, hinweisen.

Tatsächlich gibt es in der Seeschifffahrt bereits eine Reihe unterschiedlicher MoUs, die Sicherheits- oder Umweltprobleme ansprechen. Zu den wichtigsten zählen das inzwischen weltweit in verschiedenen Regionen rechtlich verbindlich eingeführte *Memorandum of Understanding on Port State Control*, mehrere MoUs zwischen Kreuzfahrtreedereien und verschiedenen Bundesstaaten der USA zum Schutz der Küstengewässer sowie ein kürzlich geschlossenes MoU zwischen dem Hafen von Los Angeles und mehreren Reedereien mit dem Ziel, die Einführung einer Landstromversorgung der Schiffe am Liegeplatz zu fördern, um die Abgasbelastung durch die normalerweise im Hafen laufenden Hilfsdiesel und den Lärm zu reduzieren.

Bei verschiedenen Fragestellungen konnte eine Projektbearbeitung aufgrund von äußeren Umständen nicht, wie zunächst erwartet, durchgeführt werden. Hieraus - und aus den Ergebnissen der Studie - konnten einige Forschungsbedarfe ermittelt werden, die als Problem bzw. Lösungsvorschlag kurz skizziert werden sollen.

Problem 1: Datenqualität und -kompatibilität zur Ermittlung der Umweltbelastung durch Seeschiffe

Als extrem hinderlich hat sich die Situation im Zusammenhang mit der Verfügbarkeit konkreter Daten zur Errechnung der Umweltbelastung gezeigt. Die normalerweise von offizieller Stelle bereit gestellten Informationen dienen der Berechnung von Hafengebühren und anderen Abgaben. Sie beziehen sich auf Schiffsdaten, soweit diese dafür erforderlich sind. Bedürfnisse zur Ermittlung von Umweltbelastungen können hierdurch kaum erfüllt werden. Besonders kritisch ist dies in der Seeschifffahrt, weil es sich bei Schiffen sehr viel häufiger als an Land um individuelle Einheiten handelt (wobei im typischen Fährhafen Lübeck-Travemünde die Situation noch vergleichsweise harmlos ist) und verbindlich existierende Grenzwerte in weniger Fällen als an Land vorgegeben sind, d. h., für Pauschalannahmen viel höhere Unsicherheitsfaktoren einkalkuliert werden müssen. Außerdem gibt es zurzeit eine Reihe unterschiedlicher Ansätze zur Ermittlung von Belastungen, die zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.

Auch in anderen Bereichen erweist sich dieses Defizit als extrem hinderlich. Zum Beispiel kann die im Rahmen der EU-Gewässerreinhalterichtlinie erforderliche Aufnahme des Ist-Zustandes im Bereich der Umweltbelastung der Küstengewässer durch die Seeschifffahrt nicht wirklich umgesetzt werden. Darüber hinaus ist absehbar, dass Verkehrsträger zunehmend für die Nutzung der Umwelt bzw. der Gemeinschaftsgüter (Luft, Wasser etc.) bezahlen sollen, wofür eine Ermittlung der tatsächlichen Belastung früher oder später ohnehin nötig wird.

Vorschlag 1:

Es müssen geeignete Parameter identifiziert werden, die geeignet sind, die Umweltbelastung (fest, flüssig, gasförmig) durch die Schifffahrt abzubilden. Die bereits bestehenden Ansätze müssen verglichen werden, um für die Planung von Maßnahmen belastbare Informationen zu bekommen.

Problem 2: Versorgung von Schiffen am Pier mit Landstrom zur Reduzierung der Abgasbelastung durch Schiffe im Hafen

Als eine effektive Maßnahme, die schiffsseitige Belastung der Bevölkerung bzw. der Umwelt zu reduzieren, wurde die Versorgung der Schiffe mit landseitigem Strom identifiziert. Im Rahmen eines Projektes sollte die technische und finanzielle Machbarkeit, d. h. der Ersatz des Betriebes von Haupt- und Hilfsmaschinen durch eine Landstromannahme am Liegeplatz untersucht werden, um die Gesundheits- und Umweltbelastungen zu reduzieren. Substanzielle Reduktionsmöglichkeiten durch die Annahme von Landstrom bestehen bei gasförmigen Schadstoffemissionen (SO₂, NO_x, CO₂, Ruß und Partikel u.a.), Lärm und Übertragung von Vibrationen.

Auch vor dem Hintergrund der im Kyoto-Protokoll formulierten Bestrebungen, die Treibhausgasemissionen zu senken, bieten sich hier Möglichkeiten der kosteneffektiven Reduktion. Der in Küstenregionen gewonnene Strom aus Windkraftanlagen (Schleswig-Holstein produziert ca. 25 % Windenergiestrom) kann die hochbelasteten Abgase der Schiffe durch regenerativ erzeugten Strom unter Umweltgesichtspunkten optimal ersetzen. Nicht zuletzt werden zu einem späteren Zeitpunkt Schiffe eventuell in der Lage sein, die vermiedenen CO₂-Emissionen im geplanten Emissionshandel zu verkaufen, wodurch ggf. die Investitionen zur Reduzierung teilweise refinanziert werden könnten. Für Reedereien können sich durch die Versorgung der Schiffe mit externem elektrischem Strom noch andere Vorteile ergeben. Zu nennen sind hier beispielsweise die Einsparung von Brenn- und Schmierstoffen, Gelegenheiten zur Wartung und Reparatur von HM, HD und anderen Anlagen, Verlängerung der Wartungsintervalle, Reduzierung von Personalkosten durch verlängerte Wartungsintervalle der Maschinen und Verbesserung des Images als umweltverträglicher Transportträger.

Vorschlag 2:

Die Versorgung der Schiffe im Hafen mit landseitig erzeugtem elektrischem Strom erscheint besonders für Fährhäfen machbar, weil hier einige Aspekte zusammenkommen, die eine Umsetzung erleichtern. Hierzu gehören: Nähe zu Stadtzentren, wodurch eine Verringerung von Emissionen besonders wünschenswert erscheint. Es handelt sich bei den Terminals für den Fährverkehr um regelmäßig und oft angelaufene Liegeplätze, die Auslastung der Stromanbindung ist deshalb besonders hoch und die Schiffe

liegen wegen der Verbindung zu den Rampen immer exakt an der gleichen Stelle, Übergabestationen können deshalb genau positioniert werden. Fähren sind in der Regel relativ moderne Schiffe, eine technische Umsetzung an Bord zur Annahme von Landstrom erscheint deshalb vergleichsweise einfach und das relativ geringe Durchschnittsalter der Fähren in der Ostsee erlaubt eine zeitnahe Anpassung von Neubauten an die Anforderungen für die Annahme von Landstrom.

Problem 3: Quantitative und qualitative Erfassung von Kesselemissionen und Möglichkeiten der Reduzierung

Die Berücksichtigung der Emissionen der (Hilfs-)Kessel haben sich als besonders kritisch erwiesen. Während die technischen Daten für die anderen Aggregate an Bord zumindest zum Teil verfügbar waren, wurde die Datenlage bzgl. Hilfskessel sehr dünn (Leistung, Auslastung). Deswegen musste für die Berechnung der Emissionen, abgesehen von wenigen Fällen, auf Korrelationsfaktoren ausgewichen werden. Darüber hinaus war hier noch häufiger als für andere Aggregate an Bord nicht bekannt, welcher Treibstoff eingesetzt wurde. Dies alles führt zu Unsicherheiten bzgl. der Menge und Art der emittierten Schadstoffe.

Vorschlag 3:

Es sollte ein Projekt durchgeführt werden, in dem in einem konkreten Fall die Relevanz der Kesselemissionen ermittelt wird. Aufgrund der Tatsache, dass in Lübeck-Travemünde die (Fähr-)Verkehrsströme relativ bekannt und überschaubar sind und ca. 95 % der schiffsbedingten Emissionen abdecken, könnte von einer hohen Genauigkeit der Aussagen ausgegangen werden. Es sollte versucht werden, auf Basis einer Vor-Ort-Ermittlung der betriebstechnischen Daten die Emissionen zu berechnen und durch Stichproben die Ergebnisse zu verifizieren. Diese Herangehensweise würde wichtige Erkenntnisse zur Einschätzung anderer Untersuchungen liefern und zukünftige Berechnungen belastbarer machen.

Problem 4: Maßnahmen zur Reduzierung von Partikelemissionen der Seeschifffahrt

Messungen und Berechnungen haben ergeben, dass ca. 15 % der globalen Umweltverschmutzung durch Partikel von Schiffsdieselmotoren verursacht werden. So emittiert der leistungsstärkste Mittelschnellläufer von MAN B&W ca. 136.000 kg Abgase pro Stunde, von denen ca. 11 kg Ruß und Partikel sind¹¹¹. Im Jahre 1994 wurden weltweit mehr als 260.000 t Ruß und Asche von Schiffsdieselmotoren emittiert. Besonders betroffen hiervon sind Hafenstädte mit regelmäßigem Fährbetrieb. Partikelemissionen geraten besonders unter Gesundheits- aber auch unter Umweltaspekten zunehmend ins öffentliche Interesse. Belegt wird dies durch Kampagnen von Umweltorganisationen und den Druck auf Autohersteller, von denen einige bereits Partikelfilter serienmäßig anbieten, während andere dies noch ablehnen. Die Partikelbelastung durch die Abgase der Seeschifffahrt sind wesentlich kritischer zu sehen als die landgenerierten Partikel. Durch den hohen Schwefelgehalt der Schiffstreibstoffe werden eklatant höhere Partikelmengen pro Einheit emittiert, wobei zum Teil auch die Volumenströme

¹¹¹ Horst W. Köhler: Weiterer Kampf um den Dieselruß und die NOx-Reduktion; Schiff & Hafen 9/2001

enorm sind. Es ergibt sich in diesem Bereich also ein hohes Potenzial an unausgeschöpften Reduktionspotenzialen, das wahrscheinlich ein viel besseres Kosten/Nutzen-Verhältnis aufweist.

Während in Häfen normalerweise die Hauptmaschinen und Hilfsdiesel durch eine Landstromversorgung eventuell abgestellt werden könnten, trifft dies für Hilfskessel nicht zu, weil sie das Schiff mit Wärme und nicht mit Strom versorgen. Für diesen Fall müssten also weiterhin Reinigungsverfahren eingesetzt werden. Da die EU ohnehin plant, den Schwefelgehalt des im Hafen verbrauchten Treibstoffes auf 0,1 % zu reduzieren, können Filter, die an Land eingesetzt werden, zum Einsatz kommen. Sie müssten aber an die Volumenströme und ggf. andere Parameter angepasst werden.

Vorschlag 4:

Einsatz verschiedener Varianten von an Land erprobten Systemen in Anpassung an die Verhältnisse in der Schifffahrt.

- Einsatz von Rußfiltern auf Schiffen, die hochschwefeligen Treibstoff fahren: Hieran hat die Schifffahrt ein großes Interesse, weil befürchtet werden muss, dass früher oder später der Schwefelgehalt im Treibstoff per Gesetz gesenkt wird, wenn Emissionen nicht durch z. B. Anlagenbau reduziert werden können (s. MARPOL Anlage VI, EU Schwefel-Richtlinie).

- Anpassung der Rußfilter an größere Abgasvolumen: Rußfilter für Maschinen mit bis zu ca. 1.500 kW werden für Sonderfälle (Megayachten) bereits angeboten. Die im Fährverkehr in der Ostsee eingesetzten Schiffe werden zwar auch schon heute z. T. mit niedrigschwefeligem Treibstoff gefahren, die eingesetzten Maschinen haben allerdings in der Regel größere Leistungen, d. h., Rußfilter müssten den Bedingungen der kommerziellen Schifffahrt angepasst werden. Besonders die skandinavischen Länder wollen die Emissionen der Schifffahrt weiter senken.

- Einsatz von Filtern für Hilfsdiesel und Hilfskessel: Entsprechend der EU Richtlinie sollen Schiffe werden während der Liegezeit ab 2010 nur noch Treibstoff mit einem Schwefelgehalt < 0,1% einsetzen. Die Abgase entsprechend zu filtern, wird als Alternative erlaubt.

- Einsatz von Filtern für Hilfskessel: Die Variante, dass zur Stromversorgung der Schiffe eine Landstromverbindung eingesetzt wird, wird immer „gesellschaftsfähiger“ (siehe Los Angeles, Lübeck-Travemünde). Die Kessel an Bord können hiermit aber nicht ersetzt werden, d.h., die Abgase müssten gefiltert werden.

Problem 5: Lärmemissionen des Hafen- und Schiffsbetriebes

Im Laufe der Projektbearbeitung wurde offensichtlich, dass durch Schifffahrt und Umschlag in stadtnahen Häfen zum Teil Lärmemissionen ausgehen, die von Anwohnern nicht mehr hingenommen werden. Die Bandbreite reicht von akustischen Signalen von Schiffen und Hafenfahrzeugen über normale Maschinengeräusche bis zu Lüfter- und Hydraulikgeräuschen etc. Als besonders störend werden die Geräusche des Umschlags gesehen, d. h. das Aufnehmen und Absetzen von Containern, Trailern etc. Lärmemissionen. Die größten negativen Auswirkungen von Seiten des Schiffes liegen insbesondere bei den Schwingungen von 1 bis 100 Hz.

Vorschlag 5:

Im Rahmen eines Vorhabens sollte untersucht und beurteilt werden, wie groß die Auswirkungen des Lärms und der Vibrationen der Schifffahrt auf Häfen, Anwohner, Gebäude etc. ist. Basierend darauf sollten Maßnahmen definiert werden, die geeignet sind, dieses Problem zu reduzieren. Diese Maßnahmen können organisatorischer und technischer Art sein.

Fazit

Durch das Projekt sollte versucht werden, die Anforderungen der Agenda 21 für den Hafen- und Schifffahrtsbetrieb umzusetzen. Im Rahmen von Workshops und Präsentationen sind verschiedene Interessengruppen in die Projektarbeit eingebunden worden, um tragfähige Ansätze zur Lösung des Problems der Gesundheits- und Umweltbelastung in Häfen zu erarbeiten. Es konnte generell bestätigt werden, dass die Seeschifffahrt in einigen Bereichen nicht den Prinzipien der Agenda 21 entspricht, weil sie aufgrund des gewollten und prognostizierten quantitativen Wachstums eine nachhaltige Entwicklung anderer Interessengruppen einschränkt. Besonders Gewicht bekommt diese Situation, weil es für die internationale Schifffahrt keine Zugriffsrechte für Korrekturmaßnahmen gibt.

Technische und operationelle Maßnahmen wurden identifiziert, deren Umsetzung aber nur im Konsens mit anderen ortsansässigen und in einigen Bereichen überregionalen Partnern möglich ist. Um die verschiedenen Partner in ein gemeinsames Vorgehen einzubinden, wurde für die Lösung der Probleme ein Memorandum of Understanding für eine nachhaltige Entwicklung von Hafen- und Schifffahrtsunternehmen in der Ostsee entwickelt, das als Basis für ein gemeinsames Vorgehen dienen kann, wie es zum Beispiel auch den Schiffen und dem Hafen von in Los Angeles praktiziert wird.

Das Projekt konnte im Rahmen eines Besuches des Umweltministers im Januar 2005 in Lübeck-Travemünde kurz vorgestellt werden und wurde von ihm mit Interesse aufgenommen. Bei der Diskussion der Ergebnisse wurde von Seiten des BMU angeregt, neben der Verfolgung des Ansatzes über ein MoU auch eine zweite Initiative zu entwickeln, um für die Problematik Lösungsmöglichkeiten im Rahmen einer rechtlich verbindlichen EU-Direktive anzustreben.

12 Abkürzungen

AVV	Abfallverzeichnisverordnung
BAT	Best Available Technique
BOD	Biological Oxygen Demand
BRZ	Bruttoraumzahl
CLC	International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage
COW	Crude Oil Washing
CO ₂	Kohlendioxid
DNV	Det Norske Veritas
DOT	U.S. Department of Transport
EEA	European Environmental Agency
EPA	U.S. Environmental Protection Agency
ETS	Emergency Towing System
GDP	Gross domestic product
GHG	Greenhouse gas
GL	Germanischer Lloyd
GWP	Global Warming Potencial
HFO	Heavy fuel oil
HNS-Code	Hazardous and Noxious Substances Code
HSC	High Speed Craft
ICS	International Chamber of Shipping
IMO	International Maritime Organisation
ISL	Institut für Seeverkehr und Logistik
LMIS	Lloyd's Maritime Information Services
MARINTEK	Norwegian Marine Technology Research Institute
MDO	Marine diesel oil
MEPC	Marine Environmental Protection Committee
nm	nautical mile
NO _x	Nitrogen Oxides
NMVOC	Non-Methane Volatile Organic Compounds
ODS	Ozone depleting substances

OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OPA 90	Oil Pollution Act, 1990
PSC	Port State Control
ppm	Parts per Million
SMS	Safety Management System
SOLAS	Safety of Life at Sea
SO ₂	Schwefeldioxid
SRÜ	Seerechtsübereinkommen
TBT	Tributyltin
Tdw	Tonnes Deadweight
TEU	Twenty feet equivalent unit
TSS	Total Suspended Solids
UBA	Umweltbundesamt
UNCLOS	United Nations Convention on Law of the Sea
UNEP	United Nations Environment Programme
VOC	Volatile Organic Compounds
UZ 110	Umweltzeichen 110

13 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das Einzugsgebiet der Ostsee.....	2
Abbildung 2: Eingesetzte Schiffe im Ostseeraum nach Fahrtgebiet (Intra/Extra) und Schiffstypen, Zeitraum Juli bis September 2001.....	3
Abbildung 3: Die wichtigsten Fähr- und Hinterlandverbindungen von Lübeck-Travemünde.....	21
Abbildung 4: SO ₂ -, NO _x - und CO ₂ -Emissionen in Lübeck-Travemünde (Jahresangabe).....	23
Abbildung 5: Betriebsbedingte Emissionen im Hafen.....	29
Abbildung 6: Gasförmige Schadstoffemissionen.....	31
Abbildung 7: NO _x -Emissionen der Seeschifffahrt.....	33
Abbildung 8: Anteile verschiedener Verkehrsträger an CO ₂ - und PM-Emissionen.....	38
Abbildung 9: Abfallerzeugende Prozesse.....	45
Abbildung 10: Der Terminal Nordlandkai.....	54
Abbildung 11: Der Terminal Schlutup.....	55
Abbildung 12: Der Terminal Konstinkai.....	56
Abbildung 13: Der Terminal Seelandkai.....	57
Abbildung 14: Der Terminal Skandinavienkai.....	58
Abbildung 15: Die Hafenanlagen von Lehmann.....	59
Abbildung 16: Schematische Darstellung des Bearbeitungskonzeptes.....	68
Abbildung 17: Stickstoffoxid-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a], Analysezustand.....	87
Abbildung 18: Schwefeldioxid-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a], Analysezustand.....	87
Abbildung 19: Feinstaub (PM ₁₀)-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a], Analysezustand.....	88
Abbildung 20: Stickstoffoxid-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a] unter Berücksichtigung der Minderungskonzepte.....	90
Abbildung 21: Schwefeldioxid-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a] unter Berücksichtigung der Minderungskonzepte.....	90
Abbildung 22: Feinstaub(PM ₁₀)-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a] unter Berücksichtigung der Minderungskonzepte.....	91
Abbildung 23: Stickstoffoxid-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a] , Prognosezustand.....	92
Abbildung 24: Schwefeldioxid-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a] , Prognosezustand.....	93
Abbildung 25: Feinstaub(PM ₁₀)-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a] , Prognosezustand.....	93
Abbildung 26: Stickstoffoxid-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a] unter Berücksichtigung der Minderungskonzepte.....	96

Abbildung 27: Schwefeldioxid-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a] unter Berücksichtigung der Minderungskonzepte.....	96
Abbildung 28: Feinstaub(PM ₁₀)-Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet [t/a] unter Berücksichtigung der Minderungskonzepte.....	97
Abbildung 29: Kartenauszug Lübecker Bucht.....	100
Abbildung 30: Maßnahmen zur Reduzierung von Schadstoffen	112
Abbildung 31: Funktionsprinzip des <i>Vapour Recovery Unit</i>	120
Abbildung 32: Funktionsprinzip der MEMROD Anlage.....	123
Abbildung 34: Funktionsprinzip einer Ballastwasserbehandlungsanlage.....	131
Abbildung 35: Abfallsammelstation im Hafen	137
Abbildung 36: Stromversorgung der Schiffe durch eine Kabelverbindung im Hafen.....	142
Abbildung 37: Landstromverbindung durch das Schiff mit einer Barge	148
Abbildung 38: Landstromverbindung durch ausschließliche Installation an Land.....	149
Abbildung 39: Landstromversorgung von Terminal 100 in Los Angeles	150
Abbildung 40: Elektrische Stromversorgung am Terminal 100 in Los Angeles	151
Abbildung 41: Kostenstruktur für Fahrwassergebühren und Rabatte.....	194
Abbildung 42: Wichtigkeit verschiedener Sachverhalte im Themenkreis Umweltschutz.....	209
Abbildung 43: Situationsbeschreibung in ECO-Port Häfen	210
Abbildung 44: Gründe für die Implementierung von Maßnahmen zum Schutz der Umwelt.....	210
Abbildung 45: Maßnahmen zur Verringerung von Umweltbelastungen.....	211
Abbildung 46: Wirkung umgesetzter Maßnahmen zum Schutz der Umwelt	211
Abbildung 47: Fortschritte im Umweltmanagement 1996-1999	212

14 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: SO ₂ und NO _x -Emissionen der Seeschifffahrt.....	6
Tabelle 2: Korrelation Schwefelgehalt des Treibstoffs und Partikelemissionen.....	7
Tabelle 3: Number of port calls in the Baltic Sea, II/1998 (SMA, 1999).....	9
Tabelle 4: Harbour cargo turnover and primary types of cargo in 1996 at the ten largest harbours in the Baltic Sea (EC 1997, Annual 1998).....	10
Tabelle 5: Das Lübecker Indikatorenset.....	12
Tabelle 6: Indikatoren zur Beurteilung der Erreichung von Handlungszielen.....	13
Tabelle 7: Schadstoffbelastung in Travemünde durch den Verkehr.....	23
Tabelle 8: Emissionen der Verkehrsträger im Jahr 2000.....	24
Tabelle 9: Seewärts gerichteter Verkehr in Lübeck.....	25
Tabelle 10: Güterumschlag der seewärts ein- und ausgegangenen Güter in Lübeck.....	26
Tabelle 11: Güterumschlag und Passagiertransport in Lübeck-Travemünde.....	26
Tabelle 12: Prognose für deutsche Ostseehäfen und deren Kapazität in 2015 in Mio. t.....	27
Tabelle 13: Schwefelgehalt verschiedener Treibstoffe.....	32
Tabelle 14: Energieversorger und Betriebszustände.....	34
Tabelle 15: Schiffstypen und Leistungsbedarf für Hilfskessel.....	36
Tabelle 16: Bestimmungen nach MARPOL Anlage IV bezüglich der Abwassereinleitungen in die Umwelt.....	39
Tabelle 17: Art und Menge des an Bord anfallenden Abwassers.....	41
Tabelle 18: Grenzwerte nach MARPOL und HELCOM für Abwassereinleitungen.....	41
Tabelle 19: Betriebs-, ladungs- und personenbedingte Abfälle.....	46
Tabelle 20: Abfallkategorien nach MARPOL Anlage V.....	46
Tabelle 21: Einleitbedingungen inner- und außerhalb von Sondergebieten.....	47
Tabelle 22: Beurteilungsrelevante Immissionswerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] zum Schutz des Menschen (wenn nicht anders angegeben).....	72
Tabelle 23: Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet (Tonnen pro Jahr) , Analysezustand.....	86
Tabelle 24: Gesamtemissionen aus Schiffs- und Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet (Tonnen pro Jahr), Prognosezustand.....	86
Tabelle 25: Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet unter Berücksichtigung der Minderungskonzepte 1a/b und 2 (Tonnen pro Jahr).....	89
Tabelle 26: Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet unter Berücksichtigung der Minderungskonzepte 1a/b und 2 (Tonnen pro Jahr).....	95
Tabelle 27: Emissionsfaktoren e_i nach Hadler/Goetze [B2].....	104
Tabelle 28: Emissionsfaktoren für verschiedene Schadstoffe.....	104
Tabelle 29: Die berücksichtigten Schiffe zur Emissionsberechnung mit MARION.....	106

Tabelle 30: Gesamtemissionen der liegenden Schiffe	110
Tabelle 31: Vergleich verschiedener Parameter von Verfahren zur NO _x -Reduzierung	114
Tabelle 32: Beispiele für Schiffe mit einem SCR-Katalysator in 2003 (Siemens / SINO _x)	115
Tabelle 33: CO ₂ reduction potential by technical measures	118
Tabelle 34: CO ₂ reduction potential by operational and design measures	118
Tabelle 35: Idealisierter Ballastwasseraustausch	125
Tabelle 36: Relative Größe von Mikroorganismen	127
Tabelle 37: Effektivität von Chlor	129
Tabelle 38: Die Rahmenbedingungen zur Versorgung von Schiffen mit Landstrom	144
Tabelle 39: Schiffstyp, -größe und Leistungsbedarf	144
Tabelle 40: Zusammenfassung der Kosten für die bordseitige Installation	145
Tabelle 41: Emissionen ausgewählter Schiffe während der Liegezeit	145
Tabelle 42: Leistungsbedarf und Kosten/Nutzen-Analyse der Landstromversorgung	146
Tabelle 43: Übersicht über das Gesamtergebnis der Untersuchung	147
Tabelle 44: Jährliche Treibstoffeinsparungen	147
Tabelle 45: Kostenaufstellung für die Landstromverbindung an Land	149
Tabelle 46: Kostenübersicht an Bord und an Land	150
Tabelle 47: Berücksichtigte Zertifizierungs- und Bewertungssysteme	197
Tabelle 48: Zu erfüllende Anforderungen für das Bonusmodell	198
Tabelle 49: Entwicklung der NO _x -Emissionen unter verschiedenen Vorgaben	215

15 Literaturverzeichnis

- [1] UNO: Rahmenbedingungen der Agenda 21
- [2] Lloyds Register: Marine Exhaust / Emission Research Programm, Croyden Uk, 1995
- [3] NN: Safer Cleaner Ships, Drewry Consulting London, September 1996
- [4] Ball, J.: Feasibility Study on the application of a pollutant release and transfer register to the shipping industry, University of Wales/Cardiff 1996
- [5] August, Michael: Hafenenwicklung und Schiffsverkehr im Wandel, Geographisches Institut der Universität Kiel Mittelseminar: Die Ostseeregion im Wandel, 2004
- [6] Statistical Analyses of the Baltic Maritime Traffic, Customer: Finnish Environment Institute, Ministry of Traffic and Communications, RESEARCH REPORT NO VAL34-012344, 30.09.02
- [7] Det Norske Veritas Industry: The north sea a special area, Horvik 1994
- [8] Det Norske Veritas Industry: The contribution from ship emission to acidification in the north sea vountries, Horwik 1994
- [9] National Swedish Maritime Administration: Summary of a proposal to the Swedish Government concerning environmentally differentiated shipping dues, Norköping 1966
- [10] Kaps, H.: Entwicklung eines Kriterienkataloges für die Vergabe des Prädikates „Umweltfreundliches Schiff“, UBA FuE-Vorhaben 102 04 416, GAUSS, Februar 1998
- [11] Oftedahl, S u.a.: Air pollution from sea vessels, Brüssel 1996, T&E 96/9
- [12] Hadler, Neddenien: Schadstoffemissionen im Schiffsverkehr, Schlussbericht GL-Hamburg, 1994
- [13] Otten, C.: Umweltschutz auf Schiffen der Bundeswehr, Wehrtechnischer Report, 5, 1995
- [14] Kittelmann, B. u. a.: Entwicklung umweltverträglicher Entsorgungskonzepte für die Schifffahrt (Vorstudie), GAUSS, 1997
- [15] Kanerra, M.: A revolution in RoRo-Shipping, Deltamarine, Raisio 1994
- [16] International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL 73/78)
- [17] Magnusson, K.: The handling of sewage and grey water on passenger ships in Baltic Sea Area, Report No. 7153-2. SSPA Consulting, Schweden, 1994
- [18] Bahlke, Chr.: Übertragung von Standards auf dem Gebiet der Umwelttechnik auf die Schifffahrt zur Reduzierung der Emissionen sowie für eine umweltgerechte Entsorgung an Bord von Seeschiffen, UBA FuE-Vorhaben 102 04 416, GAUSS, Februar 1998

- [19] Ø. Endresen and E. Sjørgard, DNV, Norway: Emission from international sea transportation and environmental impact, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 108, NO. D17, 4560, doi:10.1029/2002JD002898, 2003
- [20] Hartung, O.: Durchschnittlicher Anfall fester Abfälle auf Fährschiffen, Auswertung von Fragebögen „Schiff“ für die Schwachstellenanalyse Schiffsmüllentsorgung, Bremen, 1997
- [21] ECO-Port: ECO-information in European Ports, Final Report for Publication, 15.11.1999
- [22] Bailey, D., Plenys, T., Solomon, G., Campbell, T., Ruderman, G., Masters, J., Tonkonogy, B.: *HARBORING POLLUTION, The Dirty Truth about U.S. Ports*
- [23] Statistisches Amt in Hansestadt Lübeck
- [24] Fleet, D.: Untersuchung der Verschmutzung der Spülsäume durch Schiffsmüll an der deutschen Nordseeküsten, Umweltbundesamt Berlin, FKZ 202 96 183
- [25] N.N.: Swedish Maritime Administration: Summary of a proposal to the Swedish Government concerning Environmentally differentiated shipping dues. Norköping, 13. Jan. 1997
- [26] N.N.: Swedish Maritime Administration: Information on new environment differentiated fairway dues being implemented on 1 Jan. 1998, Norkoping
- [27] Swahn, H.: Environmentally differentiated fairway charges in practice – the Swedish experience, (for the) Department for Maritime Policy and Public Affairs at the Swedish Maritime Administration
- [28] Deutscher Wetterdienst Wetteramt Schleswig: Amtliches Gutachten über die Luftqualität in Lübeck-Travemünde“, Schleswig, 23. November 1994
- [29] Isensee, J: Schiffs-Hilfskessel: Größe – Eigenschaften – Umweltbelastung, Hannover 16.12.2003
- [30] Hansestadt Lübeck: Indikatoren im Rahmen der Lübecker Agenda 21, Agenda 21-Büro, Lübeck im Mai 2001
- [31] Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (et. Al.): Forschungsvorhaben zur Erstellung eines Leitfadens für Indikatoren im Rahmen einer lokalen Agenda 21, Juli 2001
- [32] ENVIRON International Corporation for Port of Long Beach, Long Beach, California: “Cold ironing cost effectiveness”, Volume I Report, California, March 30, 2004
- [33] GAUSS / ISL: Entwicklung eines Modells für ein integratives und international einsetzbares Bonussystem *Quality Shipping*, Ergebnisse der Studie, Bremen, Januar 2002
- [34] Mühr, Ortwin: Darstellung technischer Konzepte zur Reduzierung von exotischen Spezies im Ballastwasser von Seeschiffen, Diplomarbeit an der Hochschule Bremen, Fachbereich Nautik, 05.12.2000
- [35] MARINTEK, Trondheim: Study of Greenhouse Gas Emissions from Ships, Final Report to the International Maritime Organization, Norway, March 2000

- [36] SMA: THE BALTIC STRATEGY, A report on the progress of the Baltic Strategy for Port Reception Facilities for Ship-generated Wastes and Associated, issued April 1999
- [37] D. Bailey, T. Plenys, G. Solomon, T. Campbell, G. Ruderman Feuer, J. Masters, B. Tonkonogy: HARBORING POLLUTION - Strategies to Clean Up U.S. Ports, August 2004

16 Internetadressen

- [I1] http://www.oilspilltaskforce.org/docs/meeting_notes/SummaryNotesCruiseshipRt2.pdf
- [I2] http://www3.telus.net/cruise_watch/enviro.htm
- [I3] <http://www.HELCOM.fi/HELCOM/convention.html>
- [I4] Vapour recovery when loading vessels in the port of göteborg: www.portgot.se
- [I5] http://www.ecoport.com/pdfdb/ECOConference_Proceedings.doc
- [I6] <http://www.HELCOM.fi/a/proceedings/bsep50.pdf>
- [I7] <http://www.HELCOM.fi/proceedings/bsep86.pdf>
- [I8] Finnish Environment Institute: Statistical Analyses of the Baltic Maritime Traffic:
<http://www.vtt.fi/tuo/projects/seastat/balticstatfinal20021.pdf>
- [I9] ESPO Environmental Code of Practise:
http://www.espo.be/publications/ENVIRONMENTAL_Code_of_p.pdf
- [I10] <http://www.maritimetoday.com/more.cfm?ID=13466>
- [I11] [http://www.hwwa.de/Projekte/Forsch_Schwerpunkte/FS/Klimapolitik/PDFDokumente/Bode,%20Krause,%20Michaelowa%20\(2002\).pdf](http://www.hwwa.de/Projekte/Forsch_Schwerpunkte/FS/Klimapolitik/PDFDokumente/Bode,%20Krause,%20Michaelowa%20(2002).pdf)
- [I12] http://www.eceee.org/latest_news/2003/swedeeepa3.pdf
- [I13] www.portoflosangeles.org/publicnotice/portoflapublicnotice96421021_07072004.pdf
- [I14] http://landesregierung.schleswig-holstein.de/coremedia/generator/Aktueller_20Bestand/StK/Hintergrund/PDF/Kieler__Vorschl_C3_A4ge__deutsch,property=pdf.pdf

17 Anlagen

Anlagenband 1:		Seite
A1:	Betrachtungsgebiet Agenda 21	1
A2:	Grafik zur Umsetzung der Agenda 21, Beispiel Lübeck-Travemünde	2
A3:	Fährverbindungen von / nach Lübeck	3
A4:	Bearbeitungskonzept Luftschadstoffe Skandinavienkai Lübeck/Travemünde	4
A5:	Passagierschiffsankünfte Travemünde 2003	5
A6a:	Einzelergebnisse der Emissionen für den fahrenden Seeverkehr	7
A6b:	Einzelergebnisse der Emissionen für den liegenden Seeverkehr	10
A7:	Technische Einzelschiffsdaten	13
A8a:	Siemens Landstromversorgung Spezifikation	17
A8b:	Siemens New Hansa Siplink	20
A8c:	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	21
A8d-e:	Landstromverbindung, technische Ausführung an Bord	22
A9:	Anmeldeformular MARPOL	24
A10:	ESPO Environment Policy	25
A11:	Meldung zur Abfallentsorgung in Lübeck	26
A12:	Konferenzunterlage 'Sea our Future'	27
A13:	Presseerklärung der Lübecker Stadtwerke	28
A14:	Artikel der Lübecker Nachrichten	29
A15a-e:	Fotos von Schiffsemissionen	30
A16a-b:	Anwohnerbeschwerden gegen Vibration und Lärmemission	33
A17:	Projektbeschreibung Kesselemissionen	39
A18:	Projektbeschreibung landseitige Schiffsstromversorgung	51

Anlagenband 2:

Emissionsberechnung der Firma LAIRM (Compact Disc)