

LNG BUNKERRISIKOANALYSE

Entscheidungsgrundlagen zur sicheren Bebunkerung mit LNG im Rostocker Hafen

Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock mbH

Berichtsnummer: MAGDE717 2015.158, Rev. 1.0

Datum: 2015-12-15



Von der Europäischen Union kofinanziert
Fazilität „Connecting Europe“

Projektname:	LNG Bunkerrisikoanalyse	DNV GL SE - Maritime Advisory
Berichtstitel:	Entscheidungsgrundlagen zur sicheren Bebunkerung mit LNG im Rostocker Hafen	MAGDE717
Kunde:	Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock mbH, Ost-West Straße 32; 18147 Rostock	Postfach 11 16 06 20416 Hamburg
Kontaktperson:	Herr Biebig	Brooktorkai 18 20457 Hamburg
Datum:	2015-12-15	Tel.: +49 40 36149-0
Projektnummer:	7595 15 68276	Fax: +49 40 36149-200
Abteilungsname:	MAGDE717	HRB 115442
Berichtsnummer:	MAGDE717 2015.158, Rev. 1.0	

Applicable contract(s) governing the provision of this Report:

Kurzzusammenfassung:

Erstellt von:

Überprüft von:

Freigegeben von:

Lars Langfeldt
Senior Engineer

Dr. Urs Vogler
Team Leader LNG & Availability

Dr. Gundula Stadie-Frohbös
Head of Department Risk & Safety,
Systems Engineering

Armin Säbel
Principal Engineer

Jan Teilkamp
LNG Bunkering and Small Scale LNG

Dr. Jan-Henrik Hübner
Global Head of Shipping Advisory

Copyright © DNV GL 2016. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (iii) No third party may rely on its contents; and (iv) DNV GL undertakes no duty of care toward any third party. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited. DNV GL and the Horizon Graphic are trademarks of DNV GL AS.

DNV GL Distribution:

- Unrestricted distribution (internal and external)
- Unrestricted distribution within DNV GL Group
- Unrestricted distribution within DNV GL contracting party
- No distribution (confidential)

Schlüsselworte:

LNG, Bunkerhandbuch, Seehafen Rostock

Rev. No.	Datum	Anderungsgrund	Erstellt von	Überprüft von	Freigegeben von
0	[yyyy-mm-dd]	First issue			

Inhaltsverzeichnis

1	AUFGABENSTELLUNG	9
2	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	12
3	BESCHREIBUNG DER ÖRTLICHEN GEGEBENHEITEN UND DER DAMIT VERBUNDENEN HERAUSFORDERUNGEN.....	15
3.1	Wasserstraßen und Hafenanlagen	16
3.2	Gewerbeumfeld	18
3.3	Bevölkerung, Wohngebiete	20
3.4	Umwelt	21
3.5	Klima und Wetterlagen (Statistik)	23
3.5.1	Wind	23
3.5.2	Oberflächenströmung und Wasserstände	24
3.5.3	Temperatur	25
3.5.4	Sicht	25
3.5.5	Seegang und Wellenhöhe	25
3.5.6	Schiffsvereisung	26
3.5.7	Eisvorkommen	26
4	GESETZESLAGE, RELEVANTE VORSCHRIFTEN UND NORMEN / STANDARDS	27
4.1	Anforderungen an Transferprozesse und Ausrüstung	27
4.2	Schiffe	31
4.3	Landseitige Bunkerlieferanten	32
5	LNG ALS SCHIFFSBRENNSTOFF	34
5.1	Allgemeine Angaben zum Stoff	35
5.2	Mögliche Gefahren im Zusammenhang mit LNG	36
5.2.1	Entzündung von Dampfwolken	37
5.2.2	Pool Fire	38
5.2.3	Flash Fire	38
5.2.4	Jet Fire	39
5.2.5	BLEVE	39
5.2.6	Flash Gas	40
5.2.7	Schneller Phasenübergang (rapid phase transition – RPT)	40
5.2.8	Rollover	41
5.2.9	Erstickung	42
5.2.10	Erfrierung	42
5.2.11	Thermische Spannungen	42
5.3	Mögliche Gefahren im Zusammenhang mit Schiffen	43
5.3.1	Schiffskollision	43
5.3.2	Kollision mit dem Kai	44
5.3.3	Grundberührung	44
5.3.4	Ereignisse an Bord	44
5.3.5	Bergung	45
5.4	Mögliche Gefahren aufgrund von Umweltereignissen	45
5.4.1	Aufgrund natürlicher Einflussfaktoren	45
5.4.2	Aufgrund nicht natürlicher Einflussfaktoren	46
5.4.2.1	SIMOPs des Bunker-Prozesses	47
5.4.2.2	Landseitige SIMOPs im Hafengebiet	47
5.4.2.3	Wasserseitige SIMOPs im Hafengebiet	48
5.4.2.4	SIMOPs an Bord von Schiffen	48
6	BESCHREIBUNG RELEVANTER LNG BUNKERVERFAHREN	50
6.1	Truck-To-Ship (TTS)	51

6.2	Rail-To-Ship (RTS)	53
6.3	Container-To-Ship (CTS)	54
6.4	Ship-To-Ship (STS)	54
6.5	Pier-To-Ship (PTS)	55
7	LIEGEPLÄTZE	56
7.1	Liegeplätze des Überseehafens Rostock	56
7.1.1	Ölhafen	57
7.1.2	Becken A, B, C	57
7.1.3	Fährhafen	58
7.2	Liegeplätze P1-6, P7 und P8 des Kreuzfahrtterminals Warnemünde	58
7.3	Liegeplätze des Rostocker Fracht- und Fischereihafens	61
7.4	Liegeplatz 07 des Chemiehafens Rostock	62
8	NAUTISCHE GEGEBENHEITEN IM AQUATORIUM ROSTOCK.....	64
8.1	Zufahrt-Routen	64
8.2	Besondere Befahrensvoraussetzungen im Hafengebiet	65
8.3	Verkehrsüberwachung	67
8.4	Verkehrsarten und -dichte	68
9	ABSCHÄTZUNG DER NACHFRAGE NACH LNG ALS SCHIFFSTREIBSTOFF IN ROSTOCK.....	70
9.1	Aufnahme des Status Quo (2014/15)	70
9.2	Abschätzung der Verbrauchsentwicklung (2020/2025)	73
9.3	Abschätzung der Relevanz von LNG als Schiffstreibstoff (2020/2025)	76
9.4	Abschätzung der Nachfrage nach LNG als Schiffstreibstoff in Rostock (2020/2025)	80
10	RISIKOANALYSE	88
10.1	Angewandte Methodik	88
10.2	Geltungsbereich der Analyse	90
10.3	Grenzen der Analyse	91
10.4	Gefahrenidentifikation (HAZID)	91
10.5	Mögliche Maßnahmen zur Reduzierung des Risikos	97
10.6	Bewertung des Schadensumfangs	98
10.7	Angenommene Fehlerhäufigkeiten	98
10.8	Gefährdungen durch Kollisionen	99
10.9	Quantitative Analyse	101
10.9.1	STS Szenarien - Grundannahmen	102
10.9.2	Szenario STS-1: Schlauchleitung bei 8 barg	104
10.9.3	Szenario STS-2: Schlauchleitung bei 1 barg	106
10.9.4	Szenario STS-3: Ladearm bei 8 barg	107
10.9.5	TTS Szenarien – Grundannahmen	108
10.9.6	Szenario TTS-1: Schlauchleitung DN 60 bei 8 barg	110
10.9.7	Szenario TTS-2: Schlauchleitung DN 60 und 5 s ESD	111
10.9.8	Szenario TTS-3: Schlauchleitung DN 60, längere Verschlusszeit	112
10.9.9	Szenario TTS-4: Ladearm DN 60 bei 8 barg	113
10.9.10	Szenario TTS-5: Schlauchleitung DN 50 bei 8 barg	114
10.9.11	Szenario TTS-6: Ladearm DN 50 bei 8 barg	115
10.9.12	PTS Szenarien - Grundannahmen	116
10.9.13	Szenario PTS-1: Ladearm DN 200 bei 8 barg	118
10.9.14	Szenario PTS-2: Ladearm DN 200 bei 1 barg	119
10.9.15	Szenario PTS-3: Ladearm DN 200 und 5 s ESD	120
10.9.16	Szenario PTS-4: Ladearm DN 200, längere Verschlusszeit	121
10.10	Zusammenfassung der Ergebnisse	121

11	ENTSCHEIDUNGSGRUNDLAGEN.....	123
11.1	Allgemeingültige Anforderungen für jeden Liegeplatz	123
11.1.1	Zulassung des Schiffes für die Schiffsbetriebsstoffart	123
11.1.2	Qualifikation der Schiffsbesatzungen	123
11.1.3	Zulassung der Tank-LKW, Kesselwaggons, LNG-Tankcontainer, des Bunkerschiffes oder des Ladearms	124
11.1.4	Technische Auslegung der Systeme im Sinne der Sicherheitsabstände	125
11.1.5	Qualifikation des Personals der Abgabereinrichtung	127
11.1.6	Prüflisten für den Bunkervorgang, Bunkercheckliste	131
11.1.7	Sicherheitsvorkehrungen und Absicherungsverfahren für die Umgebung	131
11.1.8	Weitere organisatorische Sicherheitsvorkehrungen	132
11.1.9	Kommunikation zwischen Versorger und Empfänger – technische Auslegung/Ausführung	132
11.1.10	Kommunikation der Bunkerbeteiligten mit den entsprechenden Behörden Prozess – Genehmigung	133
11.2	Individuelle Zulässigkeit in Abhängigkeit des jeweiligen Liegeplatzes, Verfahren, Schiffstyps- / -größe	134
11.2.1	Zulässigkeit von SIMOPS	134
11.2.2	Notwendige Untersuchungen und Prüfungen	139
11.3	Eventuell erforderliche betriebliche Maßnahmen für das Befahren des Aquatoriums Rostock	139
11.4	Periodischer Review durch das Hafen- und Seemannsamt	140
12	SCHLUSSBETRACHTUNG, GÜLTIGKEIT UND EVENTUELLE WEITERE UNTERSUCHUNGEN.....	141
13	REFERENZDOKUMENTE UND QUELLEN.....	142
14	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	146
15	TABELLENVERZEICHNIS.....	148
	ANHÄNGE.....	150
A 1.	AKZEPTANZKRITERIEN ZUR BESTIMMUNG VON SICHERHEITSSABSTÄNDEN IM SEEHAFEN ROSTOCK.....	150
A 2.	HAZID: PROZESSSICHERHEIT	152
A 3.	HAZID: SIMOPS	176
A 4.	HAZID: NAVIGATION/NAUTIK TABELLEN	198
A 5.	DETERMINISTISCHER UND PROBABILISTISCHER ANSATZ	216
	Methode:	216
	Ergebnisse deterministische Berechnung:	218
A 6.	PHAST.....	224
A 7.	GATE AUSWERTUNGEN IM DETAIL.....	225
	Gate 1 (Gatelänge = 255m)	225
	Gate 2 (Gatelänge = 260m)	228
	Gate 3 (Gatelänge = 190m)	230
	Gate 4 (Gatelänge = 142m)	232
	Gate 5 (Gatelänge = 154m)	234
	Gate 6 (Gatelänge = 226m)	236
	Gate 7 (Gatelänge = 329m)	238

Gate 8 (Gatelänge = 147m)	240
Gate 9 (Gatelänge = 245m)	242
A 8. ANHANG DETAILS KAPITEL 9, ARBEITSPAKET 4	244
A 9. DEFINITION DER ZONEN	247
A 10. ISO ANFORDERUNGEN FUNKTIONAL	249
A 11. REGULATORISCHE ANFORDERUNGEN	251
A 12. ZULÄSSIGE PROZESSPARAMETER	253
A 13. LIEGEPLATZSPECIFISCHE ANFORDERUNGEN	254
A 14. BUNKERCHECKLISTEN	264
LNG BUNKERCHECKLISTE – SCHIFF ZU SCHIFF TRANSFER	265
Teil 1: Planungsphase	266
LNG BUNKERCHECKLISTE – SCHIFF ZU SCHIFF TRANSFER	269
Teil 2: zeitgleich geplante Maßnahmen	269
LNG BUNKERCHECKLISTE – SCHIFF ZU SCHIFF TRANSFER	271
Teil 3: Vor Bunkerbeginn	271
LNG BUNKERCHECKLISTE – SCHIFF ZU SCHIFF TRANSFER	279
Teil 4: LNG Prozessparameter	279
LNG BUNKERCHECKLISTE – SCHIFF ZU SCHIFF TRANSFER	285
Teil 5: Nach Beendigung der Bebunkerung	285
LNG BUNKERCHECKLISTE – LKW BEBUNKERUNG	287
Teil 1: Planungsphase	288
LNG BUNKERCHECKLISTE – LKW BEBUNKERUNG	291
Teil 2: Vor Bunkerbeginn	291
LNG BUNKERCHECKLISTE – LKW BEBUNKERUNG	299
Teil 3: LNG Prozessparameter	299
LNG BUNKERCHECKLISTE – LKW BEBUNKERUNG	1
Teil 4: Nach Beendigung der Bebunkerung	1
LNG BUNKER CHECKLIST – SHIP-TO-SHIP-TRANSFER	3
Part 1: Planning Stage	4
LNG BUNKER CHECKLIST – SHIP-TO-SHIP-TRANSFER	1
Part 2: Planned Simultaneous Activities	1
LNG Bunker checklist – Ship-to-Ship-Transfer	3
Part 3: Pre Transfer	3
LNG BUNKER CHECKLIST – SHIP-TO-SHIP-TRANSFER	2
Part 4: LNG Process Parameters	3
LNG BUNKER CHECKLIST – SHIP-TO-SHIP-TRANSFER	2
Part 5: After Completion of the Bunkering	2
LNG BUNKER CHECKLIST – TRUCK-TO-SHIP-TRANSFER	4

Part 1: Planning Stage	5
LNG BUNKER CHECKLIST – TRUCK-TO-SHIP-TRANSFER.....	8
Part 2: Pre Transfer	8
LNG BUNKER CHECKLIST – TRUCK-TO-SHIP-TRANSFER.....	16
Part 3: LNG Process Parameters	16
LNG BUNKER CHECKLIST – TRUCK-TO-SHIP-TRANSFER.....	21
Part 4: After Completion of the Bunkering	21

Abkürzungen und Begriffe

ADN	<i>Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen</i>
ADR	<i>Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (franz.: Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par Route)</i>
AIS	<i>Automatisches Identifikationssystem (engl.: Automatic Identification System)</i>
ATEX	<i>Geräte zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (franz.: Appareils destinés à être utilisés en ATmosphères Explosibles)</i>
BImSchG	<i>Bundes-Immissionsschutzgesetz</i>
BLEVE	<i>Explosion einer verdampfenden und sich ausbreitenden Flüssigkeit (engl.: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)</i>
CTS	<i>Container-to-Ship</i>
dwt	<i>Tragfähigkeit (engl.: deadweight)</i>
ESD	<i>Notaus (engl.: Emergency Shut Down)</i>
FMEA	<i>Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse</i>
GGVSee	<i>Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen – Gefahrgutverordnung See</i>
GT	<i>Bruttoraumzahl BRZ (engl.: Gross Tons)</i>
HAZID	<i>Gefahrenidentifikation (engl.: Hazard Identification)</i>
HERO	<i>Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock mbH</i>
HFO	<i>Schweröl (engl.: Heavy Fuel Oil)</i>
HFO_{eq}	<i>HFO äquivalent</i>
IAPH	<i>International Association of Ports and Harbours</i>
IGC-Code	<i>Internationaler Code für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut (engl.: International Code for Construction and Equipment of Ships carrying Liquefied Gases in Bulk)</i>
IGF-Code	<i>Internationaler Code für den Bau von gasbetriebenen Schiffen (engl.: International Code for the Construction of Gas Fuelled Ships)</i>
IMDG	<i>International Maritime Code for Dangerous Goods</i>
IMO	<i>Internationale Seeschiffahrts-Organisation (engl.: International Maritime Organization)</i>
ISL	<i>Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik</i>
ISMC	<i>International Safety Management Code</i>
ISO	<i>Internationale Organisation für Normung (engl.: International Organization for Standardization)</i>
LNG	<i>Flüssigerdgas (engl.: liquified natural gas)</i>
LNG_{eq}	<i>LNG äquivalent</i>
LP	<i>Liegeplatz</i>
LSHFO	<i>schwefelarmes Schweröl (engl.: Low Sulphur Heavy Fuel Oil)</i>
MDO	<i>Marinedieselöl (engl.: Marine Diesel Oil)</i>
MFAG	<i>Medical First Aid Guide</i>
MGO	<i>Marinegasöl (engl.: Marine Gas Oil)</i>
NG	<i>Erdgas (engl.: natural gas), hier im gasförmigen Aggregatzustand</i>
OREDA	<i>Offshore Reliability Data</i>
PTS	<i>Pier-to-Ship</i>
QRA	<i>Quantitative Risikoanalyse</i>
RID	<i>Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (engl.: Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail)</i>
RoRo	<i>Roll on Roll off</i>
RPT	<i>Schneller Phasenübergang (engl.: Rapid Phase Transition)</i>
RTS	<i>Rail-to-Ship</i>
SECA	<i>Sulphur Emission Control Area</i>
SeeSchStrO	<i>Seeschiffahrtsstraßen-Ordnung</i>
SIGTTO	<i>Society of International Gas Tanker and Terminal Operators</i>
SIMOPS	<i>gleichzeitig ablaufende Operationen (engl.: Simultaneous Operations)</i>
SOLAS	<i>Internationales Übereinkommen zum Schutz des menschlichen Lebens auf See (engl.: International Convention for the Safety of Life at Sea)</i>
SOx	<i>Schwefeloxide</i>
STCW	<i>Mindeststandards für die Kompetenz von Seefahrenden (engl.: International convention on standards of training, certification and watch keeping for seafarers)</i>



STS *Ship-to-Ship*
TTS *Truck-to-Ship*
ZSUK *Zentrale Schiffsuntersuchungskommission*

1 AUFGABENSTELLUNG

Flüssigerdgas (abgekürzt LNG für englisch liquified natural gas) wird als Kraftstoff für die Seefahrt immer interessanter. Hauptsächlich wird dieses Interesse durch die Einführung strengerer Grenzwerte für die Emissionen von Schwefeloxiden (SOx) in SECA-Gebieten (englisch – Sulphur Emission Control Area) getrieben. Der Schwefelgehalt im Kraftstoff oxidiert bei der Verbrennung zu Schwefeloxiden, die in Verbindung mit Wasser und Umgebungsluft leichte Schwefelsäuren bilden, die wiederum als den bekannten sauren Regen niederschlagen. Um die Emissionen von Schwefeloxiden zu senken, dürfen seit dem 1. Januar 2015 in SECA-Gebieten, wie die an den Hafen Rostock angrenzende Ostsee eine ist, nur Kraftstoffe mit einem maximalen Schwefelgehalt von 0,1% verbrannt werden. Diese Forderung ließe sich mit der Verwendung von LNG als Kraftstoff für Schiffe erfüllen.

Um LNG als Kraftstoff für Schiffe nutzen zu können, muss die entsprechende landseitige Infrastruktur bereitgestellt werden, die das Betanken von Schiffen (in der maritimen Fachsprache *Bunkern* genannt) mit LNG ermöglicht.

Die Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock mbH (im Folgenden die HERO genannt) ist Betreiberin des Seehafens Rostock und des Kreuzfahrtterminals in Warnemünde. Im Auftrag der Hansestadt Rostock bearbeitet sie zudem die Hafenentwicklung aller Rostocker Handels- und Passagierhäfen (SHR, RFH, Kreuzfahrtterminal Warnemünde). Mit Inkrafttreten der genannten SECA-Regelungen zum maximalen Schwefelgehalt diskutiert HERO verstärkt alternative, schwefelfreie bzw. extrem schwefelarme Kraftstoffe, wobei einer dieser Kraftstoffe eben LNG ist.

Hierzu ist es geplant, ein Zwischenlager (ssLNG Hub) auf der Pier IV nordwestlich der Liegeplätze 01 und 02 zu errichten, welches als Ausgangsort der LNG Verteilung im Rostocker Seehafen dienen soll. Hierbei ist es angedacht, dass die Verteilung an

- die Liegeplätze des Überseehafens Rostock,
- die Liegeplätze P1-P6, P7 und P8 des Kreuzfahrtterminals Warnemünde,
- die Liegeplätze des Rostocker Fracht- und Fischereihafens,
- den Liegeplatz 07 des Chemiehafens Rostock

erfolgt. Für die Bebunkerung von mit LNG angetriebenen Schiffen an den genannten Liegeplätzen kommen folgende Bunkerarten in Betracht:

- 1. Truck-to-Ship (TTS),
- 2. Rail-to-Ship (RTS),
- 3. Container-to-Ship (CTS),
- 4. Pier-to-Ship (PTS),
- 5. Ship-to-Ship (STS).

Für die Methode Ship-to-Ship ist der Einsatz eines im Revier des Hafen Rostocks betriebenen Bunkerschiffes angedacht, welches LNG vom ssLNG Hub aufnimmt, das aufgenommene LNG zu den an den Liegeplätzen festgemachten Schiffen transportiert und LNG im Bunkerprozess an diese abgibt.

Die HERO hat DNV GL mit einer Studie beauftragt, die die Grundlage für eine sichere Versorgung der Schiffe in den Rostocker Häfen mit LNG darstellen soll. Da mit der Neufassung der Hafenordnung des Landes Mecklenburg-Vorpommern eine Genehmigungspflicht für das Bunkern von LNG eingeführt wird, die für Reedereien und Bunkerbetreiber bis zu 3 Jahre erteilt werden kann (wobei der einzelne Bunkervorgang anzeigepflichtig bleibt), ist es das Primärziel der Studie, der Genehmigungsbehörde, dem Hafen- und Seemannsamt der Hansestadt Rostock, eine Entscheidungsgrundlage zur Verfügung zu stellen, die die Gefährdungssituation für verschiedene Liegeplatztypen und Bunkerarten analysiert und die erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen und Sicherheitsabstände in Abhängigkeit der örtlichen Gegebenheiten benennt sowie technische und organisatorische Maßnahmen definiert.

Die Studie beinhaltet die vier Schwerpunkte:

1. Sicherheitsanalyse des Bunkervorganges entsprechend der ISO TS 18683 „Guidelines for systems and installations for supply of LNG as fuel to ships“ unter ISO 16901 „Guidance on performing risk assessment in the design of onshore LNG installations including the ship/shore interface“,
2. Bewertung des Sicherheitsniveaus des Verkehrs des Bunkerschiffes im Aquatorium Rostock,
3. Sicherheitsanalyse des Anlaufens des Rostocker Hafens mit LNG-Tankschiffen,
4. Prognostizierung der maritimen Nachfrageentwicklung nach LNG als Kraftstoff in den vom Seehafen Rostock bedienten Fahrtgebieten sowie Prognostizierung der für das Bunkern von LNG zum Einsatz kommenden technischen Lösungen.

Für die Sicherheitsanalyse des Bunkervorgangs sind die oben genannten Liegeplätze und Bunkerarten zu betrachten. Ferner ist auch der Umschlag von dem ssLNG Hub auf das Bunkerschiff, sofern nicht unter PTS fallend, im Sinne und Umfang dieser Untersuchung zu betrachten.

Die SeeSchStrO, die Gesetzlichkeiten für die öffentliche Sicherheit und Ordnung, geltende bzw. im Entwurf befindliche DIN und ISO-Normen sowie weitere relevante Regularien sind zu berücksichtigen.

Im Kapitel 2 sind die Ergebnisse zusammengefasst. Das Kapitel 3 ist das Umfeld um den Seehafen Rostock beschrieben. Eine Übersicht über die gesetzlichen Rahmenbedingungen ist in Kapitel 4 aufgeführt. Kapitel 5 beschreibt die Besonderheiten und möglichen Gefährdungen bei der Verwendung von LNG als Schiffsbrennstoff. Die möglichen Bunkerverfahren sind in Kapitel 6 beschrieben, die betrachteten Liegeplätze in Kapitel 7. Nautische Gegebenheiten, die bei den Sicherheitsanalysen Berücksichtigung fanden, sind in Kapitel 8 dargestellt. Kapitel 9 enthält die Prognose zukünftiger LNG Nachfrage im Seehafen Rostock. Im Kapitel 10 sind die durchgeführten Sicherheitsanalysen beschrieben, die daraus abgeleiteten Anforderungen um eine sichere LNG Bebunkerung gewährleisten zu können, sind im Kapitel 11 dokumentiert. Nach den Schlussfolgerungen im Kapitel 12 folgen Verzeichnisse. In den



Anhängen sind nochmal die Akzeptanzkriterien, detaillierte Dokumentationen der Analysen sowie Definitionen von Abstandszonen, Anforderungen an Ausrüstung und Checklisten angefügt.

2 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

In den durchgeführten Untersuchungen wurden keine Ausschlussgründe für das sichere Bebunkern von LNG im Seehafen Rostock festgestellt.

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Analysen nach Arbeitspaketen zusammengefasst:

Arbeitspaket 1: Sicherheitsanalyse des Bunkervorgangs

Die Sicherheitsanalyse wurde in Form von HAZID Sessions von Bunkerprozessen und gleichzeitigen Operationen SIMOPS und einer anschließenden quantitativen Analyse durchgeführt. Als Akzeptanzkriterien für die Risikoakzeptanz wurde vom Auftraggeber das in der ISO TS 18683 angeführte Beispiel zur Risikoakzeptanz herangezogen, anhand der ermittelten Risikokonturen wurden Sicherheitsabstände bestimmt und in den Anforderungen zur sicheren LNG-Bebunkerung dokumentiert. Berechnete Sicherheitsabstände finden sich in Übereinstimmung mit vergleichbaren Analysen in anderen Häfen.

Ein Ergebnis der Analysen sind die im Anhang befindlichen Bunkerchecklisten, eine Weiterentwicklung der Bunkerchecklisten der International Association of Ports and Harbours (IAPH) basierend auf den örtlichen Gegebenheiten.

Die im Dokument beschriebenen Anforderungen an die sichere Bebunkerung, wie z.B. Sicherheitsabstände, Bunkerchecklisten etc. resultieren aus der Sicherheitsanalyse. Es wird empfohlen die Analysegrundlagen regelmäßig zu überprüfen und ggf. die Sicherheitsanalyse zu verifizieren oder anzupassen, wenn sich folgende Randbedingungen ändern:

- Einführung neuer Technologien oder Prozesse, welche nicht durch die bestehenden Standards abgedeckt sind
- Bunkerung mit Prozessparametern, die in der Analyse nicht abgedeckt werden.
- Einführung neuer Regularien fürs Bunkern
- Verwendung nicht betrachteter Liegeplätze (Abweichungen von Tabelle 1)
- Bauliche Veränderungen an den Liegeplätzen oder an deren Infrastruktur
- Erfahrung aus Vorfällen in Rostock und global
- Überschreitung der angenommenen Bunkerhäufigkeiten und –dauern
- Änderungen weiterer Randbedingungen
- Rückmeldungen der beteiligten Parteien

Arbeitspaket 2 und 3: Sicherere Befahrbarkeit durch LNG Tanker und Bunkerschiffe

Das AP2 umfasst die räumliche Untersuchung und Bewertung zum Betrieb und zur Befahrbarkeit von LNG-Bunker-Fahrzeugen bzw. von LNG-Tankschiffen an folgenden relevanten Liegeplätzen:

- des Überseehafens
- P1- P6, P7 und P8
- des Rostocker Fracht- und Fischereihafens
- LP 07 im Chemiehafen Rostock

Dabei werden die typischen Verkehrswege (An- und Abfahrtswege) dieser Fahrzeuge im Aquatorium des Rostocker Hafens beschrieben und mit Hilfe von AIS-Daten quantitativ analysiert.

Eine Bewertung hinsichtlich Eintretenshäufigkeit und Schwere der Ereignisse und deren Auswirkungen für:

- die beteiligten Personen
- die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs
- sowie eines geschätzten Sachschadens

wurde im Rahmen einer ein-tägigen HAZID durchgeführt. Bei den Bewertungen wurden Einflüssen wie Wetter, technische Fehler und auch Ereignisse in Folge von menschlichem Fehlverhalten auf den sicheren Betrieb von LNG-Tanker und LNG-Bunkerfahrzeuge durchgeführt.

Eine quantitative Analyse der Kollisionshäufigkeiten nach PIANC /7/ und /8/ basierend auf dem aktuellen Verkehrsaufkommen und der in der HAZID benutzten An- und Abfahrtswege wurden genutzt, um entsprechende Kollisionshäufigkeiten für vorgegebene Zeiträume zu bestimmen.

Die Betrachtungen ergaben, dass die sichere Befahrbarkeit gewährleistet ist, es wurde einige wenige Empfehlungen erarbeitet und umgesetzt.

Arbeitspaket 4: Abschätzung der Nachfrage nach LNG als Schiffstreibstoff in Rostock

Ziel von AP4 ist die Abschätzung der Nachfrage nach LNG als Schiffstreibstoff, die in den Jahren 2020 bzw. 2025 von einer Bunkerstation bzw. Bunkerschiffen in Rostock gedeckt werden könnte.

Die Abschätzung erfolgt in vier Schritten. Basierend auf (1) einer Aufnahme des Status quo der Rostock 2014/15 anlaufenden Verkehre und der Ermittlung der zugehörigen Jahresbunkerverbräuche erfolgt (2) eine Abschätzung der Verbrauchsentwicklung für die Jahre 2020 und 2025 unter Berücksichtigung der Transportbedarfsentwicklung und zunehmender Energieeffizienz aus Schiffsneubauten und im Bestand. Dann wird (3) eine LNG-Marktdurchdringung für die verschiedenen Schiffssegmente abgeschätzt und daraus der für Rostock relevante LNG-Bedarf ermittelt. Schließlich erfolgt (4) differenziert nach Segment und Anlaufhäufigkeit eine Abschätzung des Anteils am LNG-Bedarf, der in Rostock als LNG-Nachfrage auftreten kann.

Im Basisszenario ergibt sich für Rostock eine LNG-Nachfrage von 7.000 Tonnen im Jahr 2020 und 21.000 Tonnen im Jahr 2025. Im Szenario „Niedrig“ liegt die Nachfrage bei 3.000 Tonnen im Jahr 2020 und 7.000 Tonnen im Jahr 2025. Im Szenario „Hoch“ sind es 10.000 Tonnen im Jahr 2020 und 26.000 Tonnen im Jahr 2025. Die Abschätzung der Nachfrage ist insbesondere sensitiv in Bezug auf die angenommenen LNG-Marktdurchdringungen im Neubau (Fehlermarge um 50%) und den Anteil Rostocks an der Deckung der Nachfrage (Fehlermarge um 50%).

Über alle Szenarien hinweg entsteht signifikante LNG-Nachfrage in Rostock nur, wenn Fähren und Kreuzfahrtschiffe künftig LNG als Treibstoff nutzen. Mehr als 90% der Nachfrage wird voraussichtlich aus diesen beiden Segmenten stammen. Sie können damit die Grundlast darstellen. Dabei werden die etwa 30 relevanten Kreuzfahrtschiffe und etwa 15 Fähren von einer begrenzten Zahl an Reedereien betrieben. Angesichts der starken Abhängigkeit des möglichen LNG-Geschäftes in Rostock von diesen Reedereien sollte mit diesen Unternehmen über geplante Flottenentwicklung und den möglichen Einsatz von LNG gesprochen werden. Alle übrigen Segmente können ebenfalls LNG-Nachfrage begründen, allerdings sind die Mengen voraussichtlich zumindest bis 2025 nicht groß genug, um aus sich heraus den Aufbau von LNG-Infrastruktur in Rostock zu rechtfertigen.

3 BESCHREIBUNG DER ÖRTLICHEN GEGEBENHEITEN UND DER DAMIT VERBUNDENEN HERAUSFORDERUNGEN

Der Hafen Rostock ist ein Seehafen an der Ostsee (Mecklenburger Bucht), der an der Unterwarnow im Gebiet der Hansestadt Rostock liegt. Die Unterwarnow hat eine lagunenartige Erweiterung namens Breitling (Abbildung 1). Die Unterwarnow, und damit auch der Hafen Rostock, ist nur über eine schmale Zufahrt, den 3,6 Seemeilen langen und 14,5 Meter tiefen Seekanal, mit der Ostsee verbunden. Landseitig ist der Hafen Rostock über einen eigenen Hafenbahnhof und über einen Autobahnanschluss an die A 19 erschlossen.



Abbildung 1: Wassersystem im Hafen Rostock. Satellitenbild © 2015 Google Earth / TerraMetrics

3.1 Wasserstraßen und Hafenanlagen

Zum Hafen Rostock gehören der auf der Ostseite der Unterwarnow (südlich des Breitlings) befindliche Überseehafen, der selbstständige Fracht- und Fischereihafen im Stadtteil Marienehe an der Westseite der Unterwarnow und der Kreuzfahrthafen im Stadtteil Warnemünde sowie kleine Anlagen wie der Werfthafen der MAB. Am Südostufer des Breitlings befindet sich der Chemiehafen, der ein Werkshafen des Unternehmens Yara International ist.

Der öffentliche Überseehafen lässt sich weiter nach seiner Nutzung einteilen in den östlich gelegenen Ölhafen, das Getreide-, Schüttgut-, Stückgut- und RoRo-Terminal sowie dem Kombinierte Ladungsverkehr (KLV) – Terminal. Abbildung 3 zeigt eine Gesamtübersicht des Hafens Rostock und Abbildung 2 zeigt die Becken des Überseehafens.

Vom Fährterminal verkehren Fährschiffe nach Dänemark (Gedser – Europastraße E55), Schweden (Trelleborg) und Finnland (Helsinki).



Abbildung 2: Die Becken des Überseehafens. Satellitenbild © 2015 Google Earth / © 2009 GeoBasis-DE/BKG

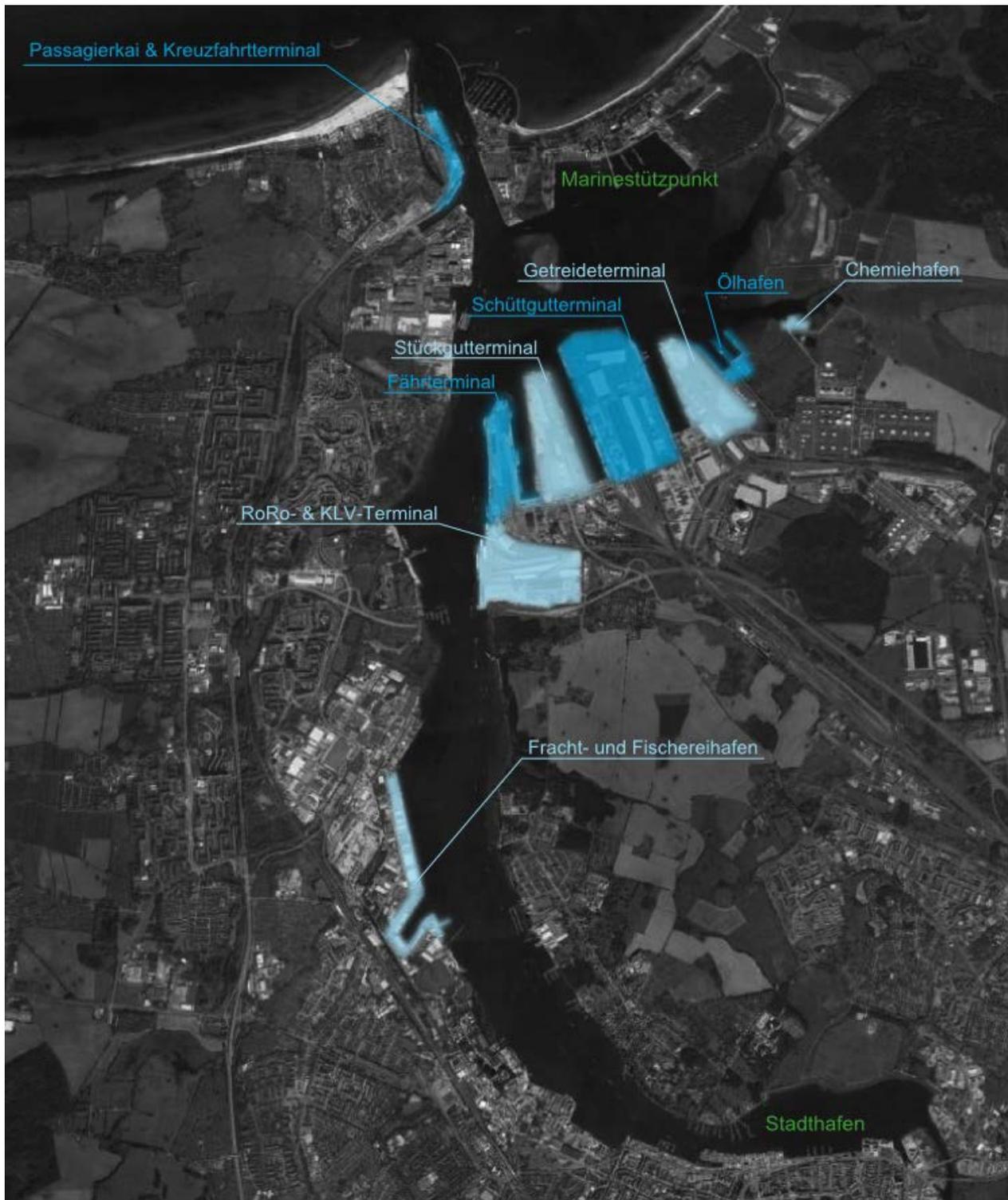


Abbildung 3: Einteilung des Hafens Rostocks. Satellitenbild © 2015 Google Earth / TerraMetrics

Die für die hier gemachte Analyse relevanten Liegeplätze, die als LNG-Übergabepunkten in Betracht gezogen werden, sind terminalbezogen in der Tabelle 1 gelistet; ihre genauere Beschreibung erfolgt in Kapitel 7.

Tabelle 1: Zu den Terminals zugeordnete, betrachtete Liegepunkte

Terminal	Liegeplätze
Passagierkai & Kreuzfahrtterminal	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8
Chemiehafen	07
Ölhafen	01, 02, 03, 04, 05, 06
Getreideterminale	16, 17, 18
Schüttgutterminal	10, 12, 13, 21, 22, 23, 24
Stückgutterminal	14, 15, 25, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 41, 42, 43, 44, 45, 46
Fährterminal	50, 51, 52, 53, 54, 55, 64, 65, 66, 67
RoRo- & KLV-Terminal	60, 61, 62, 63
Fracht- und Fischereihafen	1, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 18, 20, 22, 24, 26

Nördlich des Breitlings liegt im Stadtteil Hohe Düne der Marinestützpunkt Warnemünde. Der im Süden gelegene historische Stadthafen wird heute hauptsächlich von Ausflugschiffen, der Sportschiffahrt und vom lokalen Schiffsverkehr genutzt. Sowohl der Marinestützpunkt als auch der Stadthafen sind nicht Gegenstand der in diesem Dokument beschriebenen Analyse.

3.2 Gewerbeumfeld

Im Hafen arbeiten rund 5500 Menschen (Quelle: <http://www.rostock-port.de/hafen-rostock/branchenbuch.html>). Es gibt 150 Firmen, die im und am Rostocker Hafen umschlagen, lagern, produzieren, bzw. Dienstleistungen für Schifffahrt, Transport, Umschlag, Lagerung und Warenbehandlung anbieten.

Der Hafen Rostock wird von der Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock mbH (HERO) verwaltet, die ein Gemeinschaftsunternehmen des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommerns und der Hansestadt Rostock ist. Die Hauptaufgabe ihrer ca. 170 Mitarbeiter ist die Entwicklung und Unterhaltung der Hafeninfrastuktur und die Förderung der Wettbewerbssituation des Standortes Hafen Rostock. Hierzu gehören ebenfalls die Grundstücksverwaltung sowie die Bereitstellung passender Service- und Versorgungsleistungen. Die HERO ist zudem alleinige Betreiberin des Fähr- und Kreuzfahrtterminals.

Als Seehafen beherbergt der Hafen Rostock eine Vielzahl von Gewerben. Die größten Arbeitgeber nach Beschäftigten sind hier gelistet (Quelle: <http://www.rostock-port.de/hafen-rostock/branchenbuch.html>).

Die Euroports Germany GmbH & Co. KG ist das führende Unternehmen für Umschlag, Lagerung und Logistik im Hafen Rostock. Ungefähr 260 Mitarbeiter sind für Euroports inklusive der Tochtergesellschaften, wie die Euroports Getreide Service Rostock GmbH, die Euroports Düngemittel Dienstleistung Rostock GmbH, die Euroports Bulk Terminal Rostock GmbH, die Euroports General Cargo Terminal GmbH, die Euroports Papier-Lager- und Umschlaggesellschaft mbH, die Euroports Ferry Stevedoring Rostock GmbH und die Gesamthafenbetriebsgesellschaft Rostock mbH tätig. Euroports hält zudem Beteiligungen an der Grosstanklager-Ölhafen Rostock GmbH (zusammen mit der TOTAL Deutschland GmbH) sowie der Rostock Trimodal GmbH als Betreiber des KLV-Terminals (zusammen mit der Kombiverkehr Deutsche Gesellschaft für kombinierten Güterverkehr mbH & Co. KG und der HERO). (Quelle: <http://www.portofrostock.de/deutsch/sites/unternehmen.html>)

Die EEW Special Pipe Constructions GmbH produziert auf dem Gelände des Überseehafens Rohre für die Offshore Wind Industrie und Rohrkomponenten für den Offshore Öl- und Gas-Markt. Am Standort können dickwandige, längsnahtgeschweißte Großrohre mit Durchmessern bis zu 10 m, Längen bis zu 120 m und Gewichten bis zu 1.500 t hergestellt werden. Die Jahreskapazität wird mit 170.000 t angegeben (Quelle: <http://www.eewspc.com/de/index.html>).

Im Hafen befindet sich die Grosstanklager-Ölhafen Rostock GmbH (GÖR), die wie bereits erwähnt ein Gemeinschaftsunternehmen von Euroports und der TOTAL Deutschland GmbH ist. Die GÖR verfügt über drei Tanklager mit einem Gesamtfassungsvermögen von 700.000 m³, die für die Lagerung und den Umschlag von Mineralölen, vegetabilen Ölen sowie anderen Flüssigprodukten vorgesehen sind. Über die sechs Liegeplätze des Ölhafens werden mit Schiffen bis 100.000 dtw Öle, Ölprodukte und Treibstoffe angelandet, gelagert, gegebenenfalls additiviert und per Tankkraftwagen, Kesselwagen und Pipeline weitergeleitet. Die Ölhafenliegeplätze und Tankanlagen sind über Pipelines mit den Raffinerien in Schwedt, Böhlen und Leuna verbunden. Zur Bearbeitung der Kesselwagen stehen fünf Be- und Entladegleise bereit. Für den Transport per Tankkraftwagen verfügt die GÖR über Befüllbühnen mit sechs Beladebühnen. Neben Mineralölen werden im Ölhafen Rohbenzin, Rapsöl, Biodiesel, Bioethanol, Methanol, Pyrolysebenzin, Xylol-Toluol, Rapsöl und Sojaöl umgeschlagen. (Quelle: <http://www.portofrostock.de/deutsch/dienstleistungen/grosstanklager-oelhafen.html>)

Auf der Pier III entwickelt und fertigt die Liebherr-MCCtec Rostock GmbH Schiffs-, Hafenmobil- und Offshorekrane. Außerdem zählen Reachstacker und Komponenten für Containerkrane zu ihrem Produktportfolio. Es handelt sich bei den gefertigten Produkten um groß dimensionierte Geräte, die Traglasten von bis zu 2.000 Tonnen aufweisen können. Die Firma beschäftigt am Standort nach eigenen Angaben rund 1.360 Mitarbeiter. Das Rostocker Liebherr-Werk unterhält zudem auf 8000 m² die Liebherr-Akademie, die neben den eigenen Fachkräften auch die der regionalen Industrieunternehmen schult. (Quelle: <http://www.liebherr.com/de/deu/%C3%BCber-liebherr/liebherr-weltweit/deutschland/rostock/mcctec-rostock.html>)

Die Yara International ASA unterhält als Werkshafen den Chemiehafen mit Lagereinrichtungen für Flüssigprodukte wie Ammoniak und AHL. Pipelines verbinden den Chemiehafen mit dem Produktionsstandort in Poppendorf, ca. circa 12 km östlich von Rostock. Im Werk in Poppendorf werden Nitratdüngemittel wie Kalkammonsalpeter, Sulfan, Axan Optimag und Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung

hergestellt. Dort arbeiten ca. 230 Mitarbeiter. (Quelle: <http://www.yara.de/ueber-yara/yara-global/produktions-anlagen/yara-rostock/>)

Die NEPTUN WERFT GmbH & Co. KG, die mit der Meyer Werft in Papenburg zur MEYER NEPTUN Gruppe gehört, ist in Warnemünde mit dem Bau von Flusskreuzfahrt- und Spezialschiffen kommerziell erfolgreich. Zum Bauprogramm gehören zudem Fähren sowie der Bau von Gastanks und Großkomponenten für LPG-Tanker. Gemeinsam mit der MEYER WERFT wurde Anfang 2013 der erste LNG-Tanker mit LNG-Antrieb abgeliefert. Die NEPTUN WERFT beschäftigt heute etwa 500 Mitarbeiter und es werden rund 60 Auszubildende ausgebildet. (Quelle: http://www.neptunwerft.de/de/neptunwerft_de/index.jsp)

Das zweigeschossige Terminalgebäude des Warnemünde Cruise Center besitzt eine Gesamtfläche von nahezu 3.200 Quadratmetern und beherbergt Funktions- und Abfertigungsräume für z.B. Zoll und Bundespolizei. Zudem gibt es dort vielfältige Angebote von Dienstleistungen rund um das Kreuzfahrtwesen und Bewirtungsgewerbe für die Kreuzfahrtpassagiere. Das Terminal ist für einen Passagierwechsel von bis zu 2.500 Personen am Tag ausgelegt. (Quelle: <http://www.rostock-port.de/kreuzschiffahrt/warnemuende-cruise-center.html>).

Die Rostocker Fracht- und Fischereihafen GmbH betreibt in Marienehe (Gebietsteil der Hansestadt Rostock) den gleichnamigen Rostocker Fracht- und Fischereihafen. Der Hafen ist an Schiene, Straße und Wasser angebunden und verfügt über ein Kühlhaus mit einer Kapazität von 12.000 t, in dem wärmeempfindliche oder tiefgekühlte Güter gelagert werden können. Durchschnittlich werden eine Million Tonnen pro Jahr umgeschlagen, hauptsächlich Holz, Getreide und Düngemittel. (Quelle: <http://www.rfh.de/>)

3.3 Bevölkerung, Wohngebiete

Rostock ist eine Regiopole und hat etwa 204.000 Einwohner, damit ist sie die bevölkerungsreichste Stadt des Landes Mecklenburg-Vorpommern. Die Stadt zieht sich etwa 20 km am Lauf des Flusses Warnow bis zur Ostsee entlang. Der Südosten und das westliche Warnowufer sind dicht besiedelt und bebaut, während der Nordosten durch ländliche Ortsteile und den ca. 6000 ha großen Küstenwald „Rostocker Heide“ geprägt wird. Der östliche Teil der Stadt ist durch den Überseehafen und Gewerbestandorte geprägt und nur dünn besiedelt (rund 1200 Einwohner, bei einer Bevölkerungsdichte von 38,4 Einwohner/km²).

Der Überseehafen (mit seinen Becken, dem Ölhafen, dem Fährterminal, dem RoRo-Terminal und dem kombinierten Ladungsverkehr-Terminal) und der Chemiehafen liegen im zusammengefassten Stadtbereich Rostock-Ost. Er umfasst die Ortsteile Hinrichsdorf, Krummendorf, Nienhagen, Peez, Stuthof und Jürgeshof. In diesem Gebiet leben etwa 1200 Einwohner (Bevölkerungsdichte=38,4 Einwohner/km²). Der Überseehafen befindet sich im Ortsteil Peetz (10 Einwohner) (etwa 4km Radius). Die nächste Besiedelung zum Überseehafen befindet sich westlich der Warnow in etwa 1,2 km Entfernung (Ortsteil Groß Klein = 4.608 Einwohner/km² und Ortsteil Schmarl = 1450 Einwohner/km²) sowie südlich in Krummendorf.

Das Kreuzfahrtterminal liegt im Stadtteil Warnemünde und ist Deutschlands bedeutendster Kreuzfahrthafen. Jeden Sommer finden in Warnemünde die Warnemünder Woche und die Hanse Sail statt. Beide Ereignisse ziehen jeweils etwa eine Million Touristen nach Warnemünde. Im Jahr 2011 übernachteten insgesamt fast 900.000 Gäste in Warnemünde. Warnemünde zeichnet sich vor allem durch einen sehr hohen Anteil an Beherbergungsstätten aus. Rund 70 Prozent der gesamten Kapazität der angebotenen Betten und Schlafgelegenheiten der Hansestadt Rostock (einschließlich Camping) befinden sich in den Stadtbereichen Warnemünde und Rostock-Heide. Etwa 7.827 Einwohner sind dauerhaft in Warnemünde gemeldet, wovon sich ein Großteil in einem Abstand von maximal 1,5 km um das Hafengelände herum zentriert. Die Wohngebiete beginnen in einer Entfernung von etwa 250 m-300 m von den Liegeplätzen P1-7 des Hafens. P8 liegt teils deutlich näher an der Wohnbebauung. Sie bestehen hauptsächlich aus Ein- und Mehrfamilienhäusern. Östlich der Warnow befindet sich in ebenfalls etwa 300 m Entfernung der Stadtteil Hohe Düne, der durch Luxusappartements und Ein- und Mehrfamilienhäuser geprägt ist.

Der Fracht- und Fischereihafen liegt im Ortsteil Schmarl (insgesamt 8400 Einwohner, Bevölkerungsdichte 1.450 Einwohner/km²). Im Umkreis von 1 km grenzen die Ortsteile Reutershagen (18.100 Einwohner, Dichte: 3200 EW/km²), Evershagen (16.600 EW, Dichte: 2.400 EW/km²) und Kröpeliner-Tor-Vorstadt (19.500 EW, Dichte 5.200 EW/km²) an. Die nächste Besiedelung ist etwa 400 m vom Fracht- und Fischereihafengelände entfernt.

(Quellen: <http://rz48.rostock.de/stadtbereichskatalog/Bericht/atlas.html>;
http://rathaus.rostock.de/sixcms/media.php/1493/_Stadtgebiete%202011%20HRO.pdf)

3.4 Umwelt

Im Breitling (Abbildung 4) befindet sich die zweigeteilte Binneninsel Pagenwerder mit einer Größe von ca. 10,5 ha. Die teilweise durch Aufspülung künstlich vergrößerte, unbewohnte Insel ist ein Landschaftsschutzgebiet. Der Schutzzweck ist die Erhaltung der einzigen Breitlingsinsel als für das Rostocker Stadtgebiet einmaligen Brut- und Rastplatz geschützter Seevogelarten. Die ursprüngliche Insel Pagenwerder ist durch Abtrag bei Sturmhochwasser und Eisgang so stark geschrumpft, dass zu ihrer Erhaltung 1999 eine neue Insel aufgespült und befestigt wurde. Die neue Insel unterliegt der natürlichen Sukzession, nur bei Beeinträchtigung des Brutvogelbestandes sollen erforderliche Maßnahmen durchgeführt werden. Der nördliche und der südliche, größtenteils künstliche, Teil der Insel sind durch einen Steindamm miteinander verbunden.

Die Verbote bzgl. des Landschaftsschutzgebietes Pagenwerder sind im §4 der Stadtverordnung der Hansestadt Rostock über das Landschaftsschutzgebiet „Pagenwerder“ vom 19. Juni 2000 wie folgt geregelt (Auszug):

1. Im Landschaftsschutzgebiet sind alle Handlungen verboten, die den Charakter des Gebietes verändern oder dem besonderen Schutzzweck nach § 3 zuwiderlaufen, insbesondere wenn sie

geeignet sind, den Naturhaushalt zu schädigen, den Naturgenuss zu beeinträchtigen oder das Landschaftsbild zu verunstalten.

2. Insbesondere ist es verboten:

1. die Insel ohne Genehmigung zu betreten,
2. Aufspülungen oder Abgrabungen vorzunehmen,
3. bauliche Anlagen, auch wenn sie keiner Baugenehmigung bedürfen, zu errichten,
4. Materialien aller Art, insbesondere Abfall, abzulagern,
5. das Brutgeschehen zu stören,
6. mit Wasserfahrzeugen aller Art einschließlich Schlauchbooten, Surfbrettern oder anderen Sportgeräten oder mit Luftmatratzen anzulanden,
7. mit Flugmodellen, insbesondere verbrennungsmotorbetrieben, zu landen.



Abbildung 4: Das Landschaftsschutzgebiet Pagenwerder im Breitling. Satellitenbild © 2015 Google Earth / © 2009 GeoBasis-DE/BKG

3.5 Klima und Wetterlagen (Statistik)

Die Daten für das Kapitel 3.5 stammen aus /6/. Während der Westen der Ostsee noch überwiegend maritim bestimmt ist, mit verhältnismäßig schwachen Jahresgang der Temperatur – milder Winter und kühlen Sommern – nimmt der Festlandeinfluss nach Osten hin zu.

Dabei sind die Grenzen zwischen überwiegend maritim bzw. kontinental bestimmtem Bereich von Jahr zu Jahr verschieblich. In Wintern mit kontinentalem Einfluss und zusätzlich begünstigt durch die umgebenden Landmassen kann es vorkommen, dass die Ostsee fast vollständig vereisen kann.

Der Teil der Ostsee vor der Küste Deutschlands befindet sich in der gemäßigten Klimazone. Bedingt durch die Lage im Einflussbereich der außertropischen Westwinddrift ist die Hauptwindrichtung über der Ostsee hier Südwesten. Meist entwickeln sich die für den Ostseeraum klimatisch bedeutsamen Tiefdruckgebiete über dem Nordatlantik.

3.5.1 Wind

Richtung und Geschwindigkeit des Windes werden vor allem durch die Intensität und Lage der Hoch- und Tiefdruckgebiete zueinander bestimmt, wobei beide Parameter zusätzlich durch die Küstenformation beeinflusst werden. Die relativen monatlichen und jährlichen Häufigkeiten von Windstärkegruppen [in % der Beobachtungen] und die Hauptwindrichtungen sind für das Seegebiet N-lich Rostock in Tabelle 2 zusammengefasst. Die Windverhältnisse in Warnemünde sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 2: Relative monatliche und jährliche Häufigkeit von Windstärkegruppen in [%]

Bft	m/s	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
8-12	17,2 - > 32,7	3,0	2,5	1,7	1,0	0,6	0,6	0,6	0,6	1,5	2,4	2,5	2,7	1,6
6-7	10,8 - 17,2	18,2	20,0	15,9	9,8	7,9	9,3	9,1	8,8	13,4	18,2	20,4	21,5	14,4
4-5	5,5 - 10,8	43,5	45,0	44,4	41,3	40,3	37,0	38,6	38,6	41,4	45,1	46,6	45,7	42,3
0-3	< 5,5	35,3	32,5	38,0	47,9	51,2	53,1	51,7	52,0	43,7	34,4	30,6	30,1	41,7
Richtung		S-W	SW-W	W+O	keine	O+W	W	W	SW-W	SW-W	S-W	S-W	S-W	SW-W

Windstärken von 0-3 Bft. treten vermehrt im Sommerhalbjahr von April – September auf. Wohingegen Windstärken über 6 Bft. vermehrt in den Monaten Oktober bis Februar auftreten. Windstärken von 4 bis 5 Bft. treten in den Monaten Oktober bis März zwar häufiger auf, allerdings ist der Unterschied zu den Sommermonaten gering, siehe Abbildung 5.

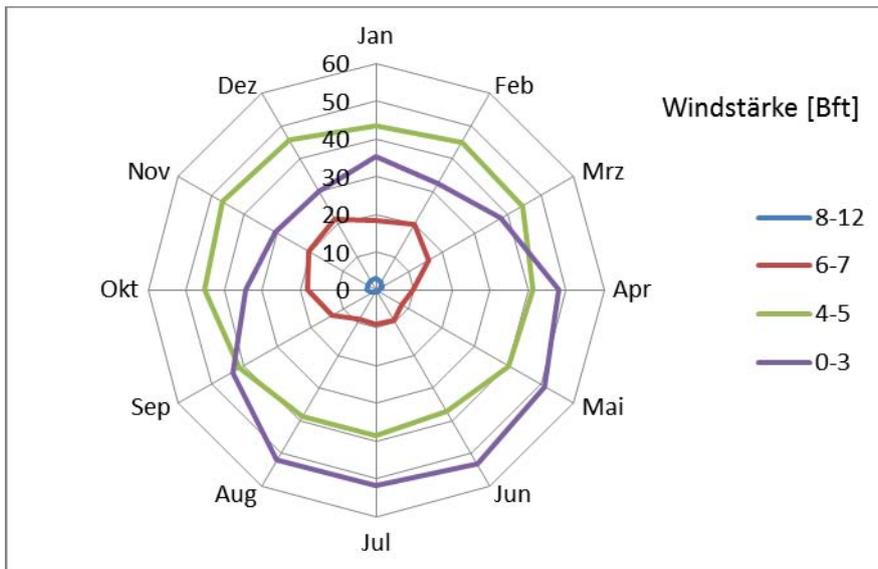


Abbildung 5: Relative Häufigkeit der Windstärken [in %] im Seegebiet nördlich Rostock

Tabelle 3: Windverhältnisse in Warnemünde

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Mittlere Windgeschwindigkeit [in kn]	10,6	10,1	10,0	8,9	8,3	9,2	9,3	8,6	9,2	9,5	10,3	10,6	9,6
Hauptwindrichtung	S-SW	SO-W	SO-W	keine	keine	W-NW	W-NW	SW-NW	SO-W	SO-SW	SO-SW	SO-SW	SO-W
relative Sturmhäufigkeit [in %]	0,8	0,3	0,3	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,6	0,8	0,8	0,7	0,4

3.5.2 Oberflächenströmung und Wasserstände

Die Oberflächenströmungen in der Ostsee werden primär durch das lokale Windfeld bestimmt, welches den sogenannten Driftstrom erzeugt. Der Wasseraustausch beispielsweise zwischen Nord- und Ostsee, ist im Seegebiet N-lich Mecklenburg jedoch von untergeordneter Bedeutung.

Die aktuellen Wasserstände in der Ostsee können erheblich vom mittleren Wasserstand abweichen. Die Ursache hierfür ist hauptsächlich in der Wirkung des Windes zu suchen. Dabei wird der Wasserstand sowohl von örtlichen als auch vom Wind über benachbarten größeren Teilgebieten der Ostsee beeinflusst. Von der großräumigen Windverteilung über Nord- und Ostsee hängen Durchströmung der Belte und des Sundes, Wasserinhalt der Ostsee und damit ebenfalls der örtliche Wasserstand ab.

Extremwerte des Wasserstandes, bezogen auf den mittleren Wasserstand, in Warnemünde:

Maximum	+2,70 m
Minimum	-1,68 m

3.5.3 Temperatur

Tabelle 4: Mittlere Luft- und Wassertemperaturen [in °C] – N-lich Mecklenburg

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Luft	1,8°	1,6°	3,2°	6,5°	10,8°	14,7°	17,2°	17,8°	14,6°	10,6°	6,2°	3,0°	9,0°
Wasser	2,9°	2,2°	2,9°	5,7°	9,9°	14,5°	17,1°	17,9°	15,4°	12,0°	8,0°	4,9°	9,5°
Differenz	-1,1°	-0,6°	0,3°	0,8°	0,9°	0,2°	0,1°	-0,1°	-0,8°	-1,4°	-1,8°	-1,9°	-0,5°

3.5.4 Sicht

Eine Verminderung der Sicht erfolgt meistens durch schwebende Wassertröpfchen. Bei manchen Wetterlagen kann es vorkommen, dass in Hochnebel hineinragende Leuchtfeuer verdeckt werden.

Die im Seegebiet N-lich Mecklenburg und an der Küste in Warnemünde auftretenden Nebel können verschiedene Ursachen haben. Am häufigste treten Kaltwassernebel, Verdunstungsnebel, Seerauch, Mischungsnebel und Strahlungsnebel auf. Die damit einhergehenden Einschränkungen der Sichtverhältnisse sind in Tabelle 5 und Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 5: Relative Häufigkeiten von Sichtstufen[in % der Beobtg] – N-lich Mecklenburg

[sm]	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
bis 0,5	6,2	6,5	6,4	4,5	2,3	0,8	0,4	0,9	1,0	1,8	2,1	2,7	3,0
0,5 - 0,9	8,1	10,7	12,4	8,1	4,2	3,8	2,8	3,7	3,6	5,6	5,6	7,2	6,3
über 5	43,0	49,5	54,1	61,2	69,5	69,7	59,9	62,6	58,9	55,7	52,8	48,0	57,1

Tabelle 6: Relative Häufigkeiten < 0,5 sm [in % der Beobachtungen] - Warnemünde

[sm]	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
<0,5	5,0	5,3	3,5	3,2	1,7	0,6	0,3	0,8	1,4	3,1	3,4	2,7	2,6

3.5.5 Seegang und Wellenhöhe

Der Seegang setzt sich jeweils aus der herrschenden Dünung und der überlagerten aktuellen Windsee zusammen. Die im Seegebiet N-lich Mecklenburg beobachteten Häufigkeiten, sowie der Mittleren Höhe des Seegangs sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

Tabelle 7: Häufigkeit von Seegangsstufen [in %] und mittlere Höhe des Seegangs MSH

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
>5,0 m	0,2	0,3	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1
3,0 - 4,5 m	4,3	3,8	2,4	1,9	0,7	0,8	1	1,1	2	3,3	3,5	4,9	2,5
1,5 - 2,5 m	31	26,4	23,2	15,3	13,5	13,5	14,1	17,7	22,8	28,8	31,8	32,3	22,5
0,0 - 1,0 m	64,6	69,5	74,2	82,6	85,8	85,7	84,9	81,8	75,1	67,6	64,3	62,5	74,9
MSH [m]	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,1	1,1	1,2	0,9

3.5.6 Schiffsvereisung

Eine Vereisung der Schiffe wird in drei Stufen – mäßig, schwer, extrem – beobachtet. Im Seegebiet N-lich Mecklenburg treten die in Tabelle 8 zusammengefassten Vereisungen auf.

Tabelle 8: Relative Häufigkeiten [in %] potentielle Schiffsvereisung

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahres Mittelwert
mäßig	0,8	0,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
schwer	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
extrem	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

3.5.7 Eisvorkommen

Behinderungen durch Eis in den Gebieten Rostock und in Warnemünde wurden in den Jahren 1960 – 2000 beobachtet. Dabei kam es gelegentlich zu Behinderungen der Schifffahrt. Eine Unterbrechung der Schifffahrt wurde jedoch in diesen Jahren nicht verzeichnet, siehe Tabelle 9.

Tabelle 9: Beobachtete Eisvorkommen 1960/61 – 1999/2000

	Anzahl der Winter		Begin des Eisauftretens		Ende des Eisauftretens		Mittlere Anzahl der Tage mit Behinderungen für		
	beobachtet	eisfrei	frühester [Datum]	mittlerer [Datum]	mittlerer [Datum]	spätestens [Datum]	Schiffe mit niedriger Maschinenleistung	Schiffe mit hoher Maschinenleistung	Schifffahrtsunterbrechung
Rostock - Stadthafen	40	5	25.11.	02.01.	21.02.	23.03.	17	15	0
Rostock - Warnemünde	40	7	10.12.	05.01.	22.02.	24.03.	14	16	0
Rostock - Seehäfen	40	11	15.12.	08.01.	22.02.	24.03.	8	14	0
Warnemünde. Seekanal	40	12	13.12.	07.01.	22.02.	21.03.	6	8	0
Warnemünde, Seegebiet	40	26	25.12.	10.01.	05.03.	27.03.	6	7	0

4 GESETZESLAGE, RELEVANTE VORSCHRIFTEN UND NORMEN / STANDARDS

4.1 Anforderungen an Transferprozesse und Ausrüstung

In diesem Abschnitt sind die Anforderungen an Transferprozesse und Ausrüstung beschrieben. Es ist zu berücksichtigen, dass während der Bebungung alle regulatorischen Anforderungen für Bunkerquelle (Unterabschnitt 4.2) und Empfänger (Unterabschnitt 4.3) weiterhin anwendbar sind.

Vorschriften zur LNG Betankung von Seeschiffen

Für LNG als Ladung existieren zahlreiche Vorschriften für Design und Operation von Schiffen und Terminals, sowie den Ladungsumschlag. Die wichtigsten zu nennenden Normen und Richtlinien, die teilweise auch in der kleinteiligen Betankung von Seeschiffen herangezogen werden können sind:

- SIGTTO – LNG ship to ship transfer guidelines (März 2011, Empfehlungen für Schiffsführer für STS und Tankerentladung)
- ISGOTT – International safety guide for oil tankers and terminals
- SIGTTO –ESD Arrangements and linked ship/shore systems for liquefied gas carriers
- ISO 28460:2010 – Standard for installation and equipment for liquefied natural gas – ship to shore interface and port operations

Im Weiteren sind die relevanten Normen und Richtlinien aufgeführt, die speziell bei der Betankung mit LNG zu berücksichtigen sind.

ISO/TS 18683 – Guidelines for Systems and Installations for Supply of LNG as Fuel to Ships

Das Ziel dieser technischen Spezifikation ist es Richtlinien für die Planung und Dimensionierung von

- Bunkeranlagen
- Anschlussstück Schiff/Bunkeranlage
- Verbindungs- und Trennungsvorgängen
- Notabschaltkopplung
- Prozesssteuerung bei LNG-Bunkerung

bereitzustellen. Dabei soll sichergestellt werden, dass ein mit LNG betanktes Schiff, unabhängig vom Typ der Bunkeranlage mit einem hohen Maß an Sicherheit, Integrität und Zuverlässigkeit nachbetankt werden kann.

Diese technische Spezifikation ist sowohl auf Seeschiffe als auch auf Binnenschiffe anwendbar. Sie beinhaltet die LNG Bunkerung von sowohl land- als auch seeseitigen LNG Versorgungseinrichtungen

(siehe Abbildung 6). Sie richtet sich an/benennt alle benötigten Arbeitsprozesse, wie z.B. die Inertisierung, das Auftanken, die Abkühlung, das Beladen, etc..

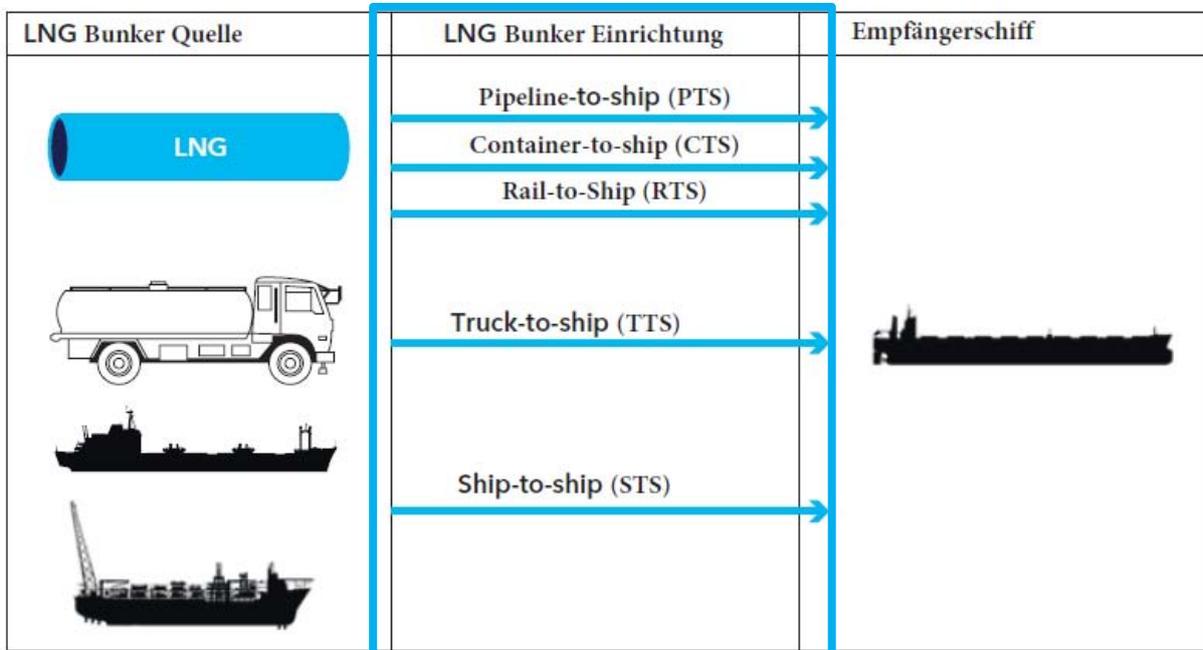


Abbildung 6: Geltungsbereich ISO / TS 18683

Die technische Spezifikation stellt außerdem Anforderungen und Empfehlungen an die Kompetenz und Ausbildung von Betreiber und Schiffsbesatzung bereit. Außerdem beinhaltet sie funktionale Anforderungen an die benötigte Ausrüstung, um eine sichere LNG-Bunkerung LNG-betanker Schiffe zu gewährleisten.

ISO TS 16901:2015 Guidance on performing risk assessment in the design of onshore LNG installations including the ship/shore interface

Dieser internationale technische Standard gibt eine allgemeine Herangehensweise und eine Richtlinie zur Sicherheitsbewertung während der Planung von landbasierten LNG Anlagen und Transfereinrichtungen sowie deren Betrieb vor.

DIN EN ISO 16903:2015 - Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas - Allgemeine Eigenschaften von Flüssigerdgas

Dieser internationale Standard stellt Richtlinien über die Eigenschaften von LNG und von in der LNG Industrie genutzten Tieftemperaturwerkstoffen bereit. Zusätzlich gibt sie Richtlinien zu Gesundheits- und Sicherheitsangelegenheiten. Sie ist als Referenzdokument für die Einführung weiterer Standards in der LNG-Branche vorgesehen. Sie soll Personen, die LNG-Anlagen dimensionieren oder durchführen, als Referenz dienen.

DIN EN 1474-1: 2009 - Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas - Auslegung und Prüfung von Schiffsübergabesystemen - Teil 1: Auslegung und Prüfung von Verladearmen

Diese europäische Norm definiert die Dimensionierung, minimale Sicherheitsanforderungen und den Zertifizierungs- und Prüfungsablauf für LNG-Verladearme, die nur für den Gebrauch an konventionellen Festlandterminals vorgesehen sind. Sie beinhaltet auch die minimalen Anforderungen für eine sichere LNG-Übertragung zwischen Schiff und Festland.

DIN EN 1474-2: 2009 - Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas - Auslegung und Prüfung von Schiffsübergabesystemen - Teil 2: Auslegung und Prüfung von Übergabeschläuchen

Diese europäische Norm gibt generelle Richtlinien für die Dimensionierung, Materialauswahl, Qualifikation, Zertifizierung und Prüfung für LNG Übergabeschläuche. Sie gilt für den seeseitigen oder dem Wetter ausgesetzten landseitigen Transfer. Die Anlagen können oberirdisch, auf dem Wasser treibend, überspült/eingetaucht oder aus einer Kombination dieser gestaltet sein. Obwohl dieser europäische Standard auf alle LNG-Übergabeschläuche anwendbar ist, wird eingeräumt, dass es weitere, spezifischere Anforderungen für schwebende oder überspülte Schläuche geben kann.

DIN EN 1474-3:2009 - Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas - Auslegung und Prüfung von Schiffsübergabesystemen - Teil 3: Offshore-Übergabesysteme

Diese europäische Norm gibt generelle Richtlinien für die Dimensionierung von LNG- Übergabesystemen, die für die Benutzung auf seeseitigen oder dem Wetter ausgesetzten landseitigen Übergabeanlagen vorgesehen sind. Die in Erwägung gezogenen Übergabeanlagen können sich zwischen treibenden Einheiten oder zwischen treibender und befestigter Einheit befinden. Die Einzelheiten der spezifischen Komponenten der LNG-Übergabesysteme werden mit dieser europäischen Norm nicht abgedeckt.

DIN EN 13766:2010 - Thermoplastische, mehrlagige (nicht vulkanisierte) Schläuche und Schlauchleitungen für die Förderung von Flüssiggas und verflüssigtem Erdgas - Spezifikation

Diese Produktnorm legt Anforderungen an zwei Typen thermoplastischer, mehrlagiger (nicht vernetzter) Schläuche und Schlauchleitungen zur Förderung von Flüssiggas und verflüssigtem Erdgas fest, jeweils unterteilt für den Betrieb an Land und den Betrieb auf See. Diese Europäische Norm ist anwendbar für Schlauchgrößen von 25 mm bis 250 mm, Betriebsdrücke von 10,5 bar bis 25 bar und Betriebstemperaturen von -196 °C bis +45 °C.

DIN EN 12308:1998 - Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas - Eignungsprüfung von Flachdichtungen für Flanschverbindungen in Flüssigerdgas-Rohrleitungen

Diese Norm beschreibt die durchgeführten Tests um die Eignung der vorgesehenen Dichtungen für die in LNG-Rohrleitungen genutzten Flanschverbindungen zu bewerten.

SIGTTO – The selection and testing of valves for LNG applications, 2008

Dieses Dokument liefert Richtlinien für Konstrukteure und Betreiber über die allgemeinen Anforderungen an Ventile, die bei LNG zum Einsatz kommen. Die Ventile sind üblicherweise für Betriebstemperaturen zwischen +80°C bis zu -196°C ausgelegt. Diese Richtlinie ist in erster Linie für das Verladen und Lagern LNG vorgesehen, kann aber, falls erforderlich, auch auf die gesamte LNG und LPG Industrie angewendet werden

SIGTTO – LNG transfere arms and manifolds draining, purging and disconnection procedures, 2012

Diese Richtlinie betrifft speziell Terminals, die "Rapid Transfer Arms" nutzen. (Die grundlegenden Prinzipien sind für Übergabeschläuche, die für die LNG Übertragung von Schiff zu Schiff benutzt werden können, anwendbar. Allerdings wird es Unterschiede bei den Details geben.

ATEX Direktive 94/9/EC (ATEX 95)

Die Abkürzung ATEX leitet sich aus dem Namen der 94/9/EC Direktive „Appareils destinés à être utilisés en ATmosphères Explosibles“ (=Geräte zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen“) ab. ATEX 95 betrifft die Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen. ATEX 95, die an den Hersteller gerichtet ist, ist bis zum 19. April 2016 anwendbar und wird dann durch die Richtlinie/Direktive 2014/34 / EU ersetzt werden. Die neue Richtlinie zielt darauf ab, sich an die 10 ursprünglichen Richtlinien anzupassen. Dazu gehören neben der ATEX 95 auch die zivile Sprengstoffe Richtlinie, die Druckgeräte-Richtlinie (wie oben beschrieben) und der Messgeräterichtlinie. ATEX 95 gilt nur für die landseitigen LNG-Anlagen. Diese Direktive wird sehr häufig bei landseitigen Anlagen in der EU angewandt. Die nationale Umsetzung der ATEX enthält keine spezifischen Funktionen, die die Entwicklung von LNG-Bunkern beeinflussen.

ATEX Direktive 99/92/EC (ATEX 137)

Die ATEX 137 verlangt, dass der Arbeitgeber Gebiete klassifizieren muss, in deren Zonen gefährliche, explosionsfähige Atmosphären auftreten können. Die Klassifikation die einer bestimmten Zone zugeordnet wird und deren Größe und Lage, hängt von der Wahrscheinlichkeit, mit der eine explosive Atmosphäre auftritt und deren Beständigkeit (wenn sie auftritt) ab.

4.2 Schiffe

Internationales Übereinkommen zum Schutz menschlichen Lebens auf See (SOLAS)

Das SOLAS Abkommen ist ein internationaler Vertrag zur Sicherheit auf See und wurde von nahezu allen Staaten ratifiziert und ist daher auch nationales Recht. Es wird allgemein als das wichtigste aller internationalen Abkommen über die Sicherheit der (Handels-) Schiffe angesehen. SOLAS verlangt von den Flaggenstaaten sicherzustellen, dass ihre Schiffe ein Mindestmaß an Sicherheitsstandards bei der Konstruktion, der Ausrüstung und dem Betrieb erfüllen. Die größte Bedeutung für LNG haben die folgenden Abschnitte:

- *Chapter VII – Carriage of dangerous goods (Kapitel 7: Transport gefährlicher Güter)*

Das Kapitel fordert, dass der Transport gefährlicher Güter in Übereinstimmung mit den relevanten Bestimmungen des IMDG Codes (International Maritime Dangerous Goods) erfolgt. Teil C fordert, dass die Konstruktion von Schiffen, die Flüssiggas in Massengut oder Gastanker transportieren, die Richtlinien des IGC Codes (International Gas Carrier Code) erfüllen.

- *Chapter II-2 – Fire protection, fire detection and fire extinction; Part B – Prevention of fire and explosion; Regulation 4.2.1.1: no oil fuel with a flashpoint of less than 60 °C shall be used.*

Die Nutzung von LNG als Brennstoff ist im SOLAS Abkommen nicht enthalten. Deshalb wurde die Entwicklung eines internationalen Codes für die Sicherheit von Schiffen, die Gas oder andere Brennstoffe mit niedrigem Siedepunkt (IGF-Code) nutzen, von der norwegischen Administration/Verwaltung/Behörde in die Wege geleitet.

IGC Code

Für Seeschiffe die zum Transport von LNG eingesetzt werden, gilt der internationale Code für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut (IGC Code = International Code for Construction and Equipment of Ships carrying Liquefied Gases in Bulk).

Der IGC Code ist anzuwenden auf alle Seeschiffe die LNG im internationalen Verkehr transportieren. Dies beinhaltet sowohl Gastanker als auch Bunkerschiffe.

IMDG Code

Der IMDG (International maritime Dangerous Goods) Code regelt die Stau- und Packvorschriften, den containerisierten Seetransport und insbesondere die Trennung von gefährlichen Gütern. Der IMDG Code beinhaltet keine Anforderungen an Schiffsbrennstoffe und somit auch keine direkten Anforderungen an LNG als Schiffsbrennstoff.

IGF Code (= International Code for the Construction of Gas Fuelled Ships)

Derzeit ist kein international bindendes Regelwerk in Kraft, welches LNG als Schiffsbrennstoff regelt. Ausnahme sind bisher LNG-Tanker, die gemäß IGC-Code das Boil-of-Gas der Ladung als Brennstoff verwenden dürfen.

Der internationale Code für den Bau von gasbetriebenen Schiffen (IGF-Code) befindet sich derzeit noch in Entwicklung. Die erste Version des IGF Codes wurde für LNG als Schiffsbrennstoff bei MSC 95 verabschiedet und tritt am 01.01.2017 in Kraft.

Der obligatorische IGF Code wird die aktuellen, vorläufigen Richtlinien für die Sicherheit von erdgasbetriebenen Anlagen in Schiffen, z.B. MSC.285(86) ersetzen. Diese vorläufigen Richtlinien wurden 2009 von der IMO veröffentlicht, um Schiffen die Nutzung von Brennstoffen mit niedrigem Siedepunkt/Flammpunkt (<60°C) zu erlauben. MSC.285(86) kennzeichnet Anordnung und Installation von LNG betriebenen Maschinen, um ein gleichwertiges Maß an Sicherheit, Zuverlässigkeit und Beständigkeit, verglichen mit konventionellen, ölbetankten Maschinen, zu erreichen.

Im Bezug auf die Ausrüstung und den Bunkerprozess ist der IGF Code für das Empfängerschiff, also ein LNG als Brennstoff nutzendes Schiff, anwendbar.

Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen ADN

Für Binnenschiffe die zum Transport von LNG eingesetzt werden (z.B. als Bunkerbarge) gilt das Europäische Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen ADN. Des Weiteren müssen diese Schiffe wie Seeschiffe auch ein Klassenzeugnis einer Klassifikationsgesellschaft und die Abnahme der Zentralen Schiffsuntersuchungskommission ZSUK haben.

4.3 Landseitige Bunkerlieferanten

Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße ADR

Die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße wird von dem Europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, gemeinhin bekannt als ADR („Accord



européen relatif au transport international des marchandises dangereuses“) der Wirtschaftskommission für Europa (UNECE oder ECE) abgedeckt. Das ADR ist übersetzt und in den nationalen Rechtsvorschriften der geltenden Ländern enthalten. Das Abkommen selbst ist kurz und einfach. Der entscheidende Artikel ist der zweite, der beschreibt dass, mit Ausnahme einiger übermäßig gefährlicher Güter, andere gefährliche Güter in Straßenfahrzeugen international transferiert werden dürfen, solange sie den in Annex A (Verpackung und Kennzeichnung) und B (Konstruktion, Ausrüstung und Betrieb des fragliche Güter transportierenden Fahrzeugs) festgeschriebenen Übereinstimmungen unterliegen.

LKW, die LNG transportieren, unterliegen Annex A in Hinblick auf die Kennzeichnung von Gefahrgut und Annex B wenn es um die Konstruktion des Ladetanks geht. LKW, die LNG als Brennstoff nutzen unterliegen für die Konstruktion des Kraftstofftanks Annex B.

Übereinkommen über den internationalen Eisenbahnverkehr

Die Beförderung gefährlicher Güter mittels Schienenverkehr wird von dem „Übereinkommen über den internationalen Eisenbahnverkehr („Convention concerning International Carriage by Rail (COTIF)) des internationalen Eisenbahntransportkommittees (CIT) im Anhang C „Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (RID)“ geregelt.

5 LNG ALS SCHIFFSBRENNSTOFF

Im Wesentlichen gibt es zwei Gründe, verflüssigtes Erdgas LNG als Kraftstoff für Schiffsantriebe in Betracht zu ziehen. Der erste und vermutlich ausschlaggebendste Punkt ist regulatorisch durch den seit dem 1. Januar 2015 in Kraft getretenen Grenzwert für Schwefel in Kraftstoffen von 0,1% gegeben. Um diese realisieren zu können, müssen Schiffsbetreiber ihre Schiffe mit Abgaswäschern (Scrubber) ausrüsten, mit schwefelarmen Marinedieselöl fahren oder eben ihre Schiffe mit LNG antreiben. Bei der Nutzung von LNG entstehen weder Schwefeloxid- noch Feinstaub-Emissionen und die Emittierung von Stickstoffoxiden ist gegenüber herkömmlichen Kraftstoffen um 85% reduziert. Zudem kann auch der Ausstoß von Kohlenstoffdioxid um 20% geringer angenommen werden.

Der zweite Punkt betrifft die Erwartung, durch die Nutzung von LNG als Kraftstoff die operativen Kosten zu reduzieren. Diese Erwartung wird begünstigt durch die angenommene Verfügbarkeit und Preisstabilität von LNG, was durch den gegenwärtigen Boom in der nicht-traditionellen Gasgewinnung (z.B. Fracking) begünstigt wird.

Durch die Verflüssigung von Erdgas wird eine Volumenverringerung von etwa Faktor 600 vom flüssigen Erdgas zu gasförmigem Erdgas unter atmosphärischen Druck bei Umgebungstemperatur erreicht. Diese Eigenschaft erlaubt das wirtschaftliche Mitführen des Brennstoffes an Bord.

LNG unterscheidet sich wesentlich in seinen Eigenschaften und in seiner Handhabung gegenüber herkömmlichen Kraftstoffen wie Schweröl oder Marinedieselöl, die bei der Nutzung von LNG als Kraftstoff berücksichtigt werden müssen:

- bei Umgebungsdruck liegt LNG bei ca. -162 °C in flüssiger Form vor,
- die LNG-Tanks und deren umgebene Struktur muss mit entsprechender Werkstoffwahl sicher ausgelegt sein (z.B. führt der Kontakt von Kohlenstoffstahl mit LNG zu Sprödbrüchen),
- es besteht ein kryogenes Verletzungsrisiko (siehe unten),
- durch natürlichen Wärmeeintrag in die LNG-Tanks verdampft immerzu ein gewisser Teil des gebunkerten LNG (sogenanntes Boil-off), welches technisch verwertet werden muss, um die LNG-Speicherung stabil zu halten,
- bei Bunker-Prozessen muss stets mit einer übermäßiger Verdampfung gerechnet werden, die technisch abgesichert sein muss,
- LNG ist ein Gefahrenstoff, der leicht entzündlich ist,
- LNG hat ca. 50% der Energiedichte von Marinedieselöl bezogen auf das Volumen, so dass für die gleiche Strecke das doppelte Volumen LNG gegenüber Marinedieselöl nötig ist,
- LNG ist ein saubererer Kraftstoff, so dass die aus seiner Verbrennungen entstehenden Emissionen umweltverträglicher sind als gegenüber Marinedieselöl.

Zum Stand Mai 2015 sind 63 LNG angetriebene Schiffe (exklusive LNG Tanker) in Betrieb und 76 Neubau-Projekte sind bestätigt. In Norwegen operieren ca. 80% der bereits mit LNG betriebenen Schiffe. Auf dem Neubaumarkt machen europäische (inkl. norwegische) Projekte ungefähr die Hälfte aus. Die

Antriebskonzepte sehen sowohl reine Gasmotoren als auch Zweistoffmotoren (LNG und herkömmliche Kraftstoffe) vor.

5.1 Allgemeine Angaben zum Stoff

Flüssigerdgas ist eine Mischung verschiedener Kohlenwasserstoffe mit einem hohen Prozentsatz an Methan (üblicherweise über 91%). Weitere Bestandteile sind üblicherweise geringe Mengen von Ethan, Propan, Butan und Stickstoff. Da Erdgas ein „Naturprodukt“ ist, können weitere chemische Verbindungen enthalten sein. Grundsätzlich ist die tatsächliche Zusammensetzung von LNG variabel und hängt von der Zusammensetzung des ursprünglichen Erdgases und dem Verflüssigungsprozess ab. Die Zusammensetzung ist z.B. stark ortsabhängig, so unterscheidet sich die Zusammensetzung von Erdgas aus Nordamerika gegenüber Erdgas, das aus Norwegen gewonnen wurde, merklich.

Tabelle 10: Vergleich der Eigenschaften von LNG und Marinegasöl (Beispielhaft von SGMF)

Eigenschaften	LNG	Marinegasöl
Flammpunkt	-187°C (-304,6°F) brennbares Gas	>60°C (140°F)
Explosionsgrenze [vol% Luft]	5	0,6
	15	7,5
Selbstentzündungstemperatur	530°C (986°F)	250-300°C (482-572°F)
Mindestzündenergie (MIE) in Öl [mJ]	0,27	20

Die Dichte von flüssigem Erdgas variiert üblicherweise zwischen 420 kg/m³ und 470 kg/m³.

Die Siedetemperatur von LNG ist anhängig vom Umgebungsdruck und der Zusammensetzung. Bei atmosphärischem Druck liegt die Siedetemperatur von LNG zwischen -166°C und -157°C.

LNG wird als siedende Flüssigkeit in thermisch isolierten Tanks gelagert. Jeglicher Wärmeeintrag bewirkt ein partielles Verdampfen der Flüssigkeitsphase. Das entstehende Gas wird Boil-Off-Gas genannt und muss technisch verarbeitet werden, da sonst der Druck im Tank zu groß werden würde. Da der Wärmeeintrag nur minimiert und physikalisch nicht vollständig verhindert werden kann, entsteht immerzu Boil-Off-Gas. Der Entstehungsprozess wird daher stets als natürlicher Begleitprozess bei der Lagerung von LNG angesehen. Die chemische Zusammensetzung des Boil-Off-Gases hängt maßgeblich von der chemischen Zusammensetzung des LNG ab. Allerdings verdampfen Stickstoff und Methan zu höheren Anteil gemessen an ihrem Verhältnis bezüglich der chemischen Zusammensetzung des LNG.

LNG ist farb- und geruchslos sowie nichttoxisch.

5.2 Mögliche Gefahren im Zusammenhang mit LNG

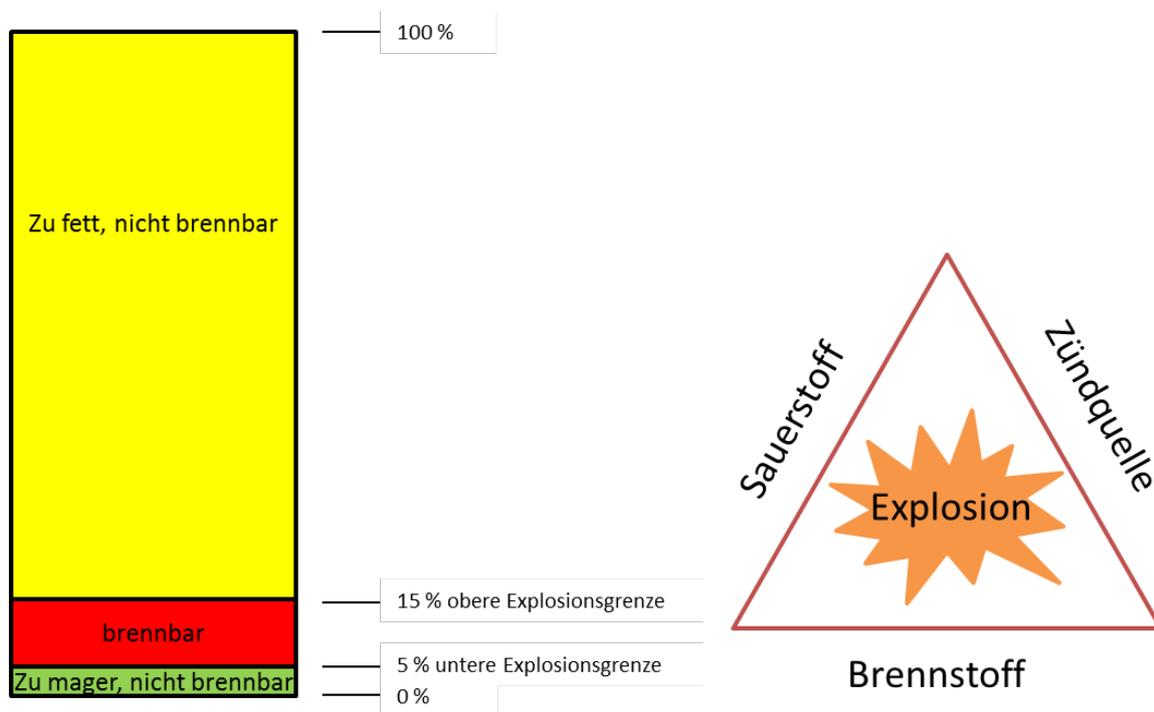


Abbildung 7: Zündverhalten von Methan

Gefahren in der Handhabung mit LNG ergeben sich hauptsächlich aus drei Eigenschaften von LNG:

- Unter atmosphärischen Bedingungen siedet LNG bei ungefähr -160 °C (je nach exakter chemischer Zusammensetzung), welches auch die Temperatur ist, bei der LNG für technische Anwendung gehalten wird. Die die Flüssigkeitsphase begleitende Gasphase ist bei dieser Temperatur dichter als die Umgebungsluft.
- Das spezifische Volumen von Erdgas unter Umgebungsbedingungen ist etwa um das 600-fache größer als das spezifische Volumen von Flüssigerdgas. Aus einer Volumeneinheit LNG (bei -160 °C gelagert) können etwa 600 Volumen Erdgas (bei Umgebungsbedingungen) durch Verdampfung entstehen.
- Erdgas ist leicht entzündlich. Unter Umgebungsbedingungen liegt die untere Explosionsgrenze bei ca. 5%, die obere Explosionsgrenze bei ca. 15% (die exakten Explosionsgrenzen sind abhängig von der exakten chemischer Zusammensetzung des Erdgases und den genauen Umgebungsbedingungen).

In seinem Flüssigkeitszustand ist LNG weder explosiv noch brennbar. Damit LNG brennt, muss es erst verdampfen und im richtigen Sättigungsverhältnis mit Sauerstoff (über die Umgebungsluft, siehe Explosionsgrenzen in Abbildung 7) vorliegen sowie durch eine externe Zündquelle entzündet werden. Die daraus resultierende Durchzündung sowie durch die Zündung emittierte Wärmestrahlung stellen besondere Gefahren für Leib und Leben bzw. für Eigentum und Umwelt dar. Die Art der durch Zündung

der Gaswolke, die durch austretendes LNG entstanden ist, verursachten Unglücke hängt maßgeblich davon ab, in welchem Urzustand das LNG beim Austreten sich befindet. Dabei kann grob unterschieden werden zwischen LNG, das unter Umgebungsdruck gelagert ist, und LNG, das bei höherem Druck/Temperatur gelagert ist. Der wichtigste Unterschied liegt darin, dass bei LNG, das bei höheren Drücken gelagert wird, ein Strahlbrand und unter bestimmten Umständen bei einem katastrophalen Ausfall des Sicherheitsbehälters eine BLEVE entstehen kann.

Grundsätzlich (mit Ausnahme der Gefahren durch tiefkalte Temperaturen) ist die Freisetzung von Dampf das initiale Ereignis aus dem die in diesem Abschnitt beschriebenen Gefahren entstehen können.

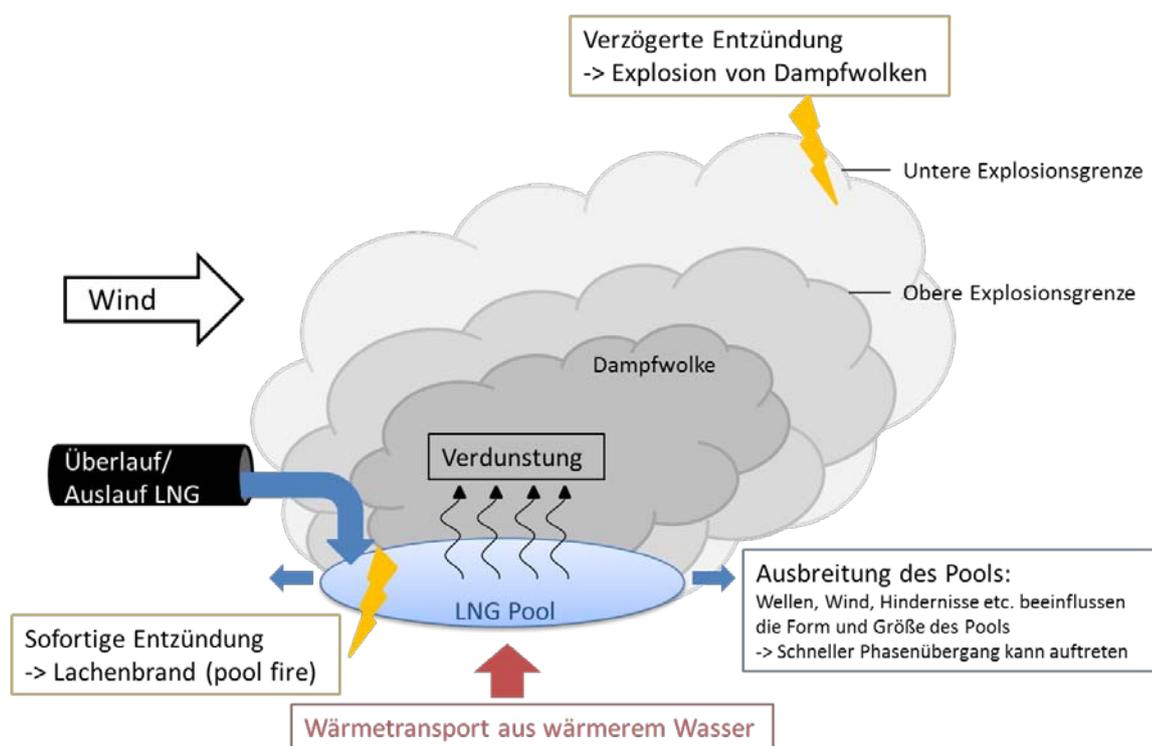


Abbildung 9: Mögliche Effekte bei LNG Austritt

5.2.1 Entzündung von Dampfwolken

Tritt bei einem Unfall LNG aus und wird vom Boden oder von Wasser aufgefangen, so gibt es zunächst eine Phase des intensiven Verdampfens von LNG. Die Verdampfungsrate sinkt anschließend bis zu einem relativ konstanten Wert herab, der abhängig von den thermischen Eigenschaften des Bodens bzw. des Wassers und des Wärmeeintrags aus der Umgebung ist. Die sich auf den Boden bzw. auf dem Wasser bildende und nach und nach verdampfende Lache breitet sich solange aus, bis die LNG Austrittsgeschwindigkeit gleich der Verdampfungsrate ist.

Die durch Verdampfung entstehende Gaswolke besitzt am Anfang annähernd die gleiche Temperatur wie das LNG und ist damit schwerer als die Umgebungsluft. Die Gaswolke breitet sich daher erst einmal in Bodennähe flächig aus, bevor sie sich durch Absorbierung von Wärme (z.B. vom Boden) erwärmt, ihre

Dichte sinkt und sie langsam beginnt aufzusteigen (ab etwa -110°C). Während ihrer Ausbreitung (bodennah wie aufsteigend) mischt sich die Gaswolke mit der Umgebungsluft, wodurch die Gaswolke (richtigerweise nun ein Gasgemisch) ebenfalls einen Wärmeeintrag erhält. Die Gaskomponenten des Gemisches tauschen Wärme untereinander aus, d.h. das gasförmige Erdgas erwärmt sich, während die Umgebungsluft sich abkühlt. Wenn die Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft hoch ist, kann durch den Abkühlungseffekt diese Feuchtigkeit ausfallen und es bildet sich ein sichtbarer Nebel.

Befindet sich das Gasgemisch zwischen der unteren und oberen Explosionsgrenze, so kann das Gasgemisch bei Vorhandensein einer Zündquelle sich entzünden. Ist es zu einer Ausbreitung einer zündfähigen Gaswolke gekommen und befindet sich die Gasgemischwolke in einem umhüllten Raum oder einem Raum mit hoher Hindemisdichte, so wird die resultierende Flammenausbreitung so viel schneller, dass Überdruck und Sprengschäden entstehen können.

5.2.2 Pool Fire

Im Allgemeinen ist die Wärmestrahlungsintensität von brennendem Erdgas erheblich höher als bei anderen herkömmlichen Brennstoffen. Dies ist unter anderem bedingt durch die höhere Verbrennungstemperatur von Erdgas (der Hauptbestandteil Methan hat eine Verbrennungstemperatur von ca. 1330°C) und dass sich im Verbrennungsprozess kein Ruß niederschlägt.

Wird der Gasdampf, der sich über einer LNG-Lache gebildet hat, direkt entzündet, so entsteht ein sogenannter Lachenbrand, der in der Fachsprache Pool Fire genannt wird. Hier scheint die Lache zu brennen, wobei dieses richtigerweise nur für die über der flüssigen Lache gebildeten Gasphase gilt. Die bei der Verbrennung entstehende Wärme begünstigt die weitere Verdampfung der Flüssigkeitsphase und damit die weitere Verbrennung. Wie beschrieben ist die Wärmestrahlungsintensität sehr hoch, wodurch örtlich versetzte Nebenbrände entstehen können (die Wärmestrahlung kann andere Materialien in der Nähe entzünden ohne dass diese mit der Flamme in Kontakt kommen).

5.2.3 Flash Fire

Ein Rückschlagsbrand oder „Flash Fire“ entsteht, wenn ein aus einer kurzfristigen oder dauernden Freisetzung von LNG durch Verdampfung entstehende Gas-Luft-Gemisch, welches sich innerhalb der unteren und oberen Explosionsgrenze befindet, mit dem Wind zu einer Zündquelle getrieben wird und sich entzündet. Die Flammen breiten sich durch die Gaswolke mit relativ geringen Geschwindigkeiten von 10 - 12 m/s aus, sofern die Gaswolke nicht eingedämmt ist oder sich in der Umgebung zu viele Hindernisse (z.B. Bebauungen) befinden.

Ein solcher Brand wird als Rückschlagsbrand bezeichnet, weil die Entzündung von der Zündquelle zur LNG-Austrittsquelle (z.B. die LNG-Lache oder der Riss im LNG-Behältnis) zurückschlägt.

Gefahren, wie z.B. Verbrennungen, sind natürlich für alle Personen und Objekte innerhalb der entzündeten Gaswolke gegeben, aber auch die Umgebung ist durch die bereits erwähnten Gefahren der

bei der Verbrennung entstehenden Wärmestrahlung und durch die bei der Durchzündung der Gaswolke entstehende Druckwelle (Druckstoßschäden) gefährdet.

5.2.4 Jet Fire

Bedingung für einen Strahlbrand oder „Jet Fire“ ist es, dass das LNG unter Druck austritt und eine Dampf Wolke bildet, die sich dann entzündet. Die Flammen breiten sich rückwärts zur Quelle zurück aus. Es entsteht ein strahlenförmiger Brand ausgehend vom Punkt der Freisetzung des unter Druck stehenden LNGs. Da das unter Druck stehende LNG mit erhöhter Geschwindigkeit aus dem Behälter austritt, verbrennt bei einem Strahlbrand mehr Gas pro Zeiteinheit als es zum Beispiel bei einem Lachenbrand der Fall ist. Hierdurch ergibt sich eine deutlich gesteigerte Emission von Wärme.

Die Flamme eines Strahlbrandes ist lokal beschränkt und sehr heiß. Trifft sie auf Anlagen wie Tanks und Rohrleitungen, so kann dies dramatische Auswirkungen haben, insbesondere wenn die Flamme auf Anlagen trifft, die nicht wirksam isoliert sind. Ungeschützter Stahl lagert schnell aus und es kommt zu strukturellen Integritätsschäden.

Einwandige LNG-Drucktanks sind für Strahlbrände besonders anfällig. Tritt zusätzlich ein Versagen der Tankhülle ein, so kann der spontane Druckverlust zu einem BLEVE (siehe Abschnitt 5.2.5) führen.

5.2.5 BLEVE

Jede Flüssigkeit, die sich in einem Zustand nahe ihrem Siedepunkt befindet, verdampft extrem schnell, wenn ein plötzlicher Druckabfall eintritt. Dies kann zu einer Gasexplosion einer expandierenden, siedenden Flüssigkeit (engl.: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion - BLEVE) führen (Abbildung 10).

Prinzipiell kann ein BLEVE bei einem katastrophalen Ausfall eines LNG-Tanks unter erhöhtem Druck auftreten, in Folge von Flammenberührung (Strahlbrand) oder mechanischer Stoßbelastung der Hülle des Tankmantels. Generell ist ein BLEVE als sehr selten einzustufen. In der Literatur wird die Eintretenshäufigkeit eines BLEVE's bspw. für Tankwagen mit $3,2 \times 10^{-6}$ angegeben („Handbook Failure Frequencies 2009 for drawing up a safety report“ (Flemish Government, 2009) /44/).

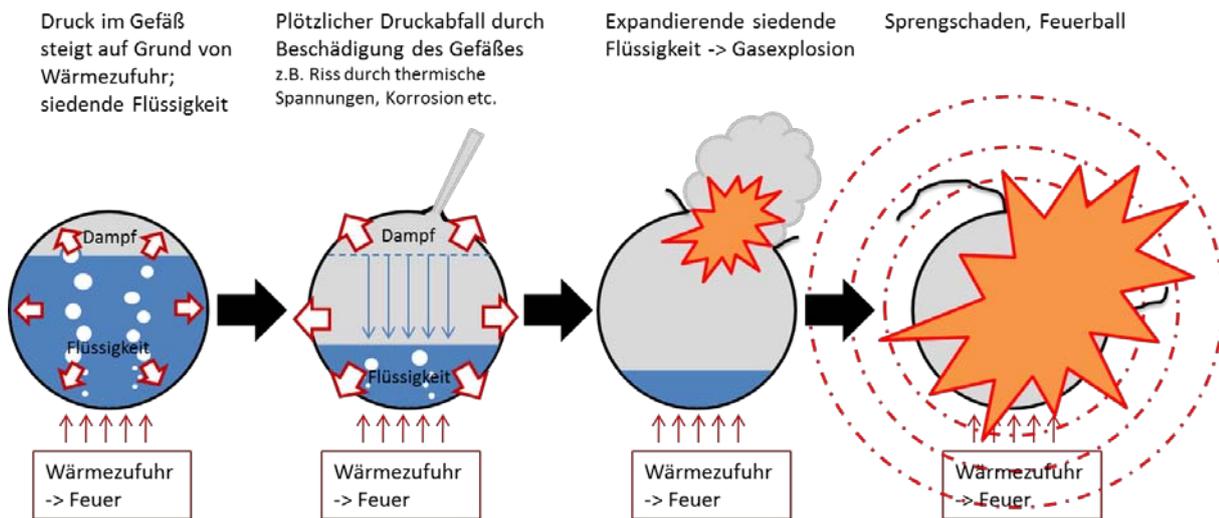


Abbildung 10: Mechanik explosionsartiger Verdampfung BLEVE

5.2.6 Flash Gas

Wenn die Temperatur des LNG unter seinen Siedepunkt fällt, z.B. prozessbedingt beim Passieren eines Ventils, wo der Druck abfallen kann, so verdampfen Teile der Flüssigkeitsphase. Dadurch sinkt die Temperatur der Flüssigkeitsphase auf den neuen vom Druck abhängigen Siedepunkt ab. Das verdampfte Gas, welches plötzlich entsteht, wird Flash Gas genannt und stört im Allgemeinen den prozesstechnischen Ablauf.

Flash Gas entsteht für gewöhnlich auch beim Bunkern, wenn tiefkaltes LNG in einen Tank eingefüllt wird, welcher sich über Zeit erwärmt hat (meist nur wenige Grad). Daher sind technische Einrichtungen zur Abführung (Vapour Return) oder Bindung von Flash Gas (über Spray Nozzles) für den Bunker-Prozess notwendig.

Wenn die Kapazitäten der technischen Anlagen zur Reduzierung oder Rückgewinnung von Flash Gas nicht ausreichend sind, d.h. wenn die Menge entstehenden Flash Gases die Kapazitäten der technischen Behandlung übersteigt, so entsteht im Tanksystem ein Überdruck, der bei Überschreiten der Sicherheitsgrenze über ein Überdrucksicherheitsventil in die Umgebung abgeblasen wird.

5.2.7 Schneller Phasenübergang (rapid phase transition – RPT)

Beim Freisetzen von LNG auf Wasser kann neben den bereits beschriebenen Unfällen ein so genannter schneller Phasenübergang (Rapid Phase Transition RPT) auftreten.

Ein RPT ist eine physikalische Explosion (keine Verbrennung), die infolge des heftigen Siedens von kryogenem LNG durch intensiven Kontakt mit warmem Wasser entsteht. Da der Überdruck durch RPT auf die unmittelbare Umgebung der Freisetzung beschränkt bleibt, wird dieses Unfallszenario bei der Bestimmung des externen Risikos für Menschen normalerweise nicht betrachtet.

5.2.8 Rollover

Ein Rollover ist ein Prozess, bei dem große Mengen von Gas über einen kurzen Zeitraum von einem LNG-Tank emittiert werden. Es gibt stets einen natürlichen Wärmeeintrag in einen mit tiefkalten LNG gefüllten Tank, der zum einen zur Konvektion des LNG innerhalb der Phasen als auch zur Entstehung von Boil-Off-Gas führt (siehe Abschnitt 5.1). Nun kann es sein, dass z.B. nach einem Bunkern (aber auch eine natürliche Entstehung ist möglich) mehrere Schichten oder Zellen im Tank vorliegen bedingt dadurch, dass das LNG in unterschiedlichen Dichten im Tank vorliegt.

Innerhalb einer Zelle ist die Dichte annähernd gleich und es findet Konvektion an den Zellenrändern statt. Wenn die Zellen sich horizontal ausgebildet haben, so gibt es ein vertikales Schichtensystem, bei dem die Zellen höherer Dichte unten und die Zellen niederer/geringerer Dichte im oberen Teil der Flüssigkeitsphase liegen. Die untere Schicht ist jedoch abgeschnitten von der freien Oberfläche (der Übergangszone vom flüssigen in den gasförmigen Zustand), so dass die Wärmeabfuhr durch Verdampfung vermindert abläuft, die untere Schicht sich erwärmt und ihre Dichte sinkt. Gleichzeitig steigt die Dichte der oberen an die freie Oberfläche grenzende Schicht, da bei der Entstehung von Boil-Off-Gas leichtere Bestandteile des LNG zu größeren Teile verdampfen als die schweren Bestandteile.

Wenn sich die Dichte der unteren Schicht der Dichte der oberen Schichten angepasst hat, dann wird das Schichtensystem instabil und es stabilisiert sich durch spontanes Mischen der Schichten und das unterdrückte Boil-Off-Potential der unteren Schichten wird freigesetzt. Es entsteht eine große Menge Gas in kurzer Zeit. Dies wird als Rollover bezeichnet und kann in ungünstigen Fällen zum Abblasen des Sicherheitsventils des Tanks führen (Abbildung 11).

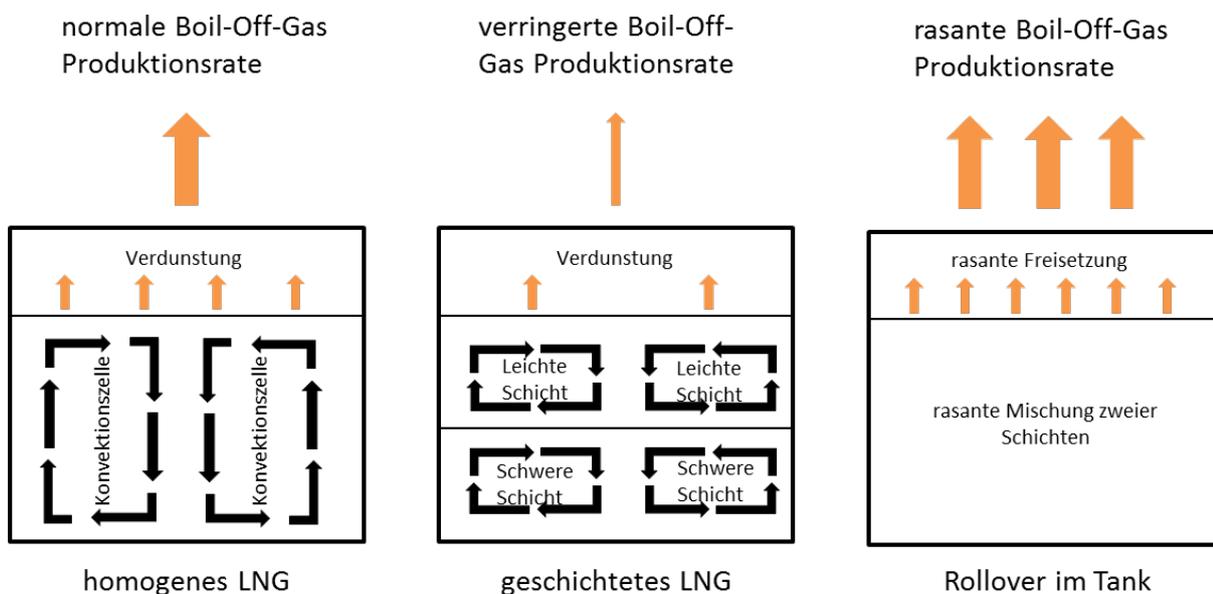


Abbildung 11: Schematische Darstellung eines Boil-off-Prozesses

5.2.9 Erstickung

Erstickung oder Asphyxie ist ein Zustand mit Kreislaufschwäche und gestörter Atmung, die bis zum Atemstillstand reichen kann. Dabei tritt ein ernsthafter Sauerstoffmangel im Körper auf, eine sogenannte Hypoxie, die sich in erster Linie auf das Gewebe und die Organe auswirkt. Asphyxie kann zu Koma oder Tod führen.

Asphyxie kann entstehen, wenn die Sauerstoffkonzentration auf unter 18% sinkt. Dies kann z.B. durch Verdrängung des Sauerstoffes (bzw. der Luft) durch andere Gase, wie Erdgas, geschehen. Verdampftes LNG kann besonders in geschlossenen Räumen die sauerstoffhaltige Luft verdrängen und so zur Asphyxie führen. Die Konzentration, bei der das Erstickungsrisiko erheblich wird, ist wesentlich höher als die Konzentration von 5 - 15% eines brennbaren oder explosiven Gasgemisches.

Kommt es zur Entzündung von verdampften LNG, so können die aus der Verbrennung entstehende Rauchgase ebenfalls erstickend wirken.

5.2.10 Erfrierung

Tiefkalte Temperaturen bergen Gefahren für die Gesundheit von Personen. Kommt eine Person ungeschützt in Kontakt mit tiefkalten LNG, so werden bedingt durch die extreme Kälte binnen Sekunden lokale, verbrennungsartige Schäden an den betroffenen Körperteilen verursacht. Die sogenannte Kälteverbrennung zeigt sich erst durch Bildung von Blasen an den betroffenen Körperstellen. Die unteren Hautschichten sterben ähnlich wie bei einer Verbrennung ab und verkleben trocken miteinander. Besonders der Kontakt mit aus verdampften LNG hervorgegangenem Erdgas, welches zunächst annähernd die gleiche tiefkalte Temperatur besitzt wie das LNG, birgt erhebliche Risiken für die Gesundheit. Zum Beispiel kann es die Augen bzw. das feine Gewebe der Augenpartie schwer schädigen ohne jedoch aufgrund seiner kurzzeitigen Einwirkdauer das restliche Gewebe des Gesichts nachhaltig zu schädigen. Tiefkaltes Erdgas kann eingeatmet werden und die Lunge durch die extreme Kälte schwer schädigen.

Die Hypothermie oder Unterkühlung, die zu schweren Gesundheitsschäden oder den Tod herbeiführen kann, geht ebenfalls als Gefahr von den tiefkalten Temperaturen des LNG aus.

5.2.11 Thermische Spannungen

Komponenten von LNG-Anlagen werden sehr schnell von Umgebungstemperatur auf Temperatur des LNG heruntergekühlt. Dies ist z.B. bei dem Verbindungsschlauch, der beim Bunkern den LNG-Tankwagen mit dem Empfängerschiff verbindet, der Fall. Dieser besitzt direkt vor dem Bunkern die Temperatur der Umgebung und kühlt beim Durchleiten von tiefkaltem LNG sehr schnell und stark herunter. Das große Gefälle zwischen der Temperatur des LNG und der Umgebungstemperatur bewirkt sogenannte thermische Spannungen, die durch thermische Expansion bzw. Kontraktion der Werkstoffe entstehen. Thermische Spannungen in Bauteilen sind eine Gefahr, die durch Tieftemperaturen ausgehen. Sie können bei Überschreiten der zulässigen Spannungen direkte Schäden (z.B. Sprödbbruch) verursachen oder aber über andauernde Wechselbelastung zu Materialermüdung führen, die ein Versagen der Bauteile bewirken.

5.3 Mögliche Gefahren im Zusammenhang mit Schiffen

Im Allgemeinen entstehen Gefahren durch das Austreten von LNG aus den dafür vorgesehenen LNG-Tanks an Bord von Schiffen. Der Freisetzung geht im Allgemeinen ein Verlust der Tankhüllenintegrität voraus, der durch äußere Krafteinwirkung (z.B. durch kollidierendes Schiff) bewirkt wurde. LNG kann dabei im Schiffsinnen sowie nach Außen freigesetzt werden. Durch die äußere Krafteinwirkung können LNG-Tanks direkt beschädigt werden (z.B. Durchstoß der Tankhülle) oder indirekt, z.B. kleine Spannungsrisse im Metallgehäuse des LNG-Tanks bedingt durch die verformte Schiffsstruktur, die den Tank trägt.

Beschädigungen von LNG-Tanks als Folge von Kollisionen können zur Freisetzung von Flüssigkeit in den Trennbereich zwischen Tank und Schiffshülle führen. Ist die Beschädigung sehr stark, so ist eine Freisetzung direkt in die Umgebung möglich.

Durch den Austritt von kryogenem LNG kann die umliegende Schiffsstruktur insoweit herabgekühlt werden, dass es zu thermischen Spannungen kommt bzw. die Duktilität der Werkstoffe soweit herabgesetzt wird, dass die Schiffsstruktur versprödet. Sprödbrüche können die Folge sein und das Ausmaß des Vorfalls ausweiten.

Wenn die Vakuumisolierung eines doppelwandigen LNG-Tanks beschädigt wird, d.h. die Integrität der äußeren Hülle verletzt ist, während die innere Hülle des Tanks intakt bleibt, so verliert der Tank einen wichtigen Teil seiner thermischen Isolierung und das LNG im Tank wird stärker erwärmt. Die Verdampfungsrate erhöht sich dadurch und es kommt zum Druckanstieg im Tank. Das Überdrucksicherheitsventil kann sich öffnen und Gas abblasen.

Auch bestehen Gefahren beim Bunkern von LNG im Zusammenhang mit Schiffen. So können z.B. der natürliche Wellengang, Strömungen, vorbeifahrende Schiffe oder Schiffskollisionen eine Relativbewegung zwischen dem LNG-Geber und dem Empfängerschiff auslösen, die den Bunker-Prozess schwer stören und zu Ereignissen wie Schlauchabriss führen können.

Hier werden ausgewählte Ereignisse beschrieben, die die oben genannten Gefahren auslösen können.

5.3.1 Schiffskollision

Bei einer Kollision wird die kinetische Energie der kollidierenden Objekte in Verformungsarbeit umgewandelt. Dabei können die tragenden Strukturen der Objekte beschädigt werden. Bei Schiffen heißt dies konkret, dass die Schiffshülle durchstoßen werden kann und damit auch alle auf und in dem Schiff befindlichen Objekte bzw. installierte Komponenten wie LNG-Tanks. Kollidiert ein mit LNG beladenes Schiff mit einem anderen Schiff, so kann es zu einem Ausfall der Schutzhülle der LNG beinhaltenden Tanks (z.B. LNG-Treibstofftank, LNG-Ladungstank) kommen, was einhergeht mit der Freisetzung von LNG mit den oben beschriebenen Gefahren.

Die Freisetzungsmenge ist dabei auf die Kapazität der betroffenen Tanks beschränkt. Die kinetische Energie der an der Kollision beteiligten Schiffe und die Platzierung der LNG-Tanks haben Einfluss auf die freigesetzte Menge und die Abfolge der Ereignisse. Während geringe kinetische Energien lediglich eine

leichte Verformung der Schiffshülle (z.B. Beule) verursachen können, so kann es bei hohen kinetischen Energien sogar zur Durchtrennung eines der Kollisionspartner kommen.

Im Hafengebiet ist ein 90°-Zusammenstoß, bei dem ein Schiff längsseitig von dem Bug des anderen Schiffes getroffen wird, ein mögliches Szenario. Die kinetischen Energien können dabei groß genug sein, um die Schiffshülle und die im Schiffsrumpf befindlichen LNG-Tanks insoweit zu beschädigen, dass es zur Freisetzung von LNG kommen kann.

5.3.2 Kollision mit dem Kai

Ein Zusammenstoß mit dem Liegeplatz beim Manövrieren im Hafengebiet ist ein wahrscheinlicher Schiffsunfall, wobei aber die Freisetzung von LNG aufgrund der geringen Geschwindigkeiten beim Manövrieren unwahrscheinlich ist.

Die Kollision eines Schiffes mit dem Kai bei voller Fahrt kann dagegen ähnliche Auswirkungen haben, wie sie bei einer Kollision mit einem Schiff auftreten.

5.3.3 Grundberührung

Wenn ein Schiff aufläuft, d.h. es berührt den Grund, so können Beschädigung des Laderaums oder der Treibstofftanks entstehen. Gefahrstoffe, wie z.B. Öl, können austreten. Ob und wie stark die Schiffshülle beschädigt wird (und damit auch im Schiffsrumpf befindliche LNG-Tanks) hängt von der Geschwindigkeit des Schiffes und der Grundbeschaffenheit ab. Ein sandiger Grund würde seine eigene Gestalt ändern und das Schiff leidlich abbremsen, während ein felsiger Grund seine Gestalt eher beibehalten würde und schwere Verformungen und Beschädigungen der Schiffsstruktur (inkl. der inneren Struktur wie LNG-Tanks) die Folge wären. Grundsätzlich hat eine Grundberührung das Potential, die Schiffshülle und damit im Schiffsrumpf befindliche LNG-Tanks so stark zu beschädigen, dass LNG austritt.

5.3.4 Ereignisse an Bord

Auch die an Bord von Schiffen eingesetzte Technik kann ausfallen bzw. beschädigt werden, wodurch sich Gefahren an Bord und nach Außen ergeben können. Die Freisetzung von Flüssigkeit an Bord von Schiffen oder der Ausfall eines Tank-/Rohranschlusses könnte aufgrund der kryogenen Wirkung von LNG die umliegende Struktur wie weiter oben beschrieben beschädigen, wenn diese Bauteile nicht vor extrem niedrigen Temperaturen geschützt sind.

Auch kann es zur Freisetzung von Gas (z.B. direkt aus dem LNG-Tank oder indirekt durch Verdampfung von freigesetztem LNG) innerhalb der Schiffsstruktur kommen, wobei diese Gefahren-Szenarien durch spezielle Ventilationssysteme, die das entstandene Gas absaugen, technisch abgefangen werden.

Ereignisse an Bord, die zur Freisetzung von LNG führen können sind z.B. Undichtigkeiten im Rohrsystem, undichte Tankanschlüsse, Fehler im Gassysteme (z.B. werden Verdampfer verwendet, die das Flüssiggas durch Erwärmung verdampfen, damit es von den Gasmotoren verbrannt werden kann), etc.. Aber auch andere nicht unmittelbar mit den LNG-Systemen an Bord von Schiffen verbunden Ereignisse können

schwere Schäden verursachen, wie zum Beispiel der Ausbruch eines Feuers an Bord des Schiffes oder aber der komplette Ausfall der Stromversorgung (Black-out).

5.3.5 Bergung

Eine besondere Gefahrensituation tritt bei der Bergung von havarierten Schiffen auf, die LNG geladen haben und nicht aus eigener Kraft oder mit Hilfe von Schleppern bewegt werden können. Ein Schiff das Leck geschlagen hat und teilweise gesunken ist, muss aufwendig gehoben und geborgen werden. Dies ist ein Vorgang, der im besten Fall Tage, in schweren Fällen sogar Monate dauern kann. Hat dieses Schiff LNG geladen, so müssen Wege gefunden werden, dieses schnellstmöglich vom Schiff abzupumpen. Durch den natürlichen Wärmeeintrag, der durch Wassereintritt in die Schiffshülle verstärkt werden kann (Wasser ist ein deutlich besserer Wärmeleiter als Luft und mit dem Verlust der Schiffshülle geht auch ein Verlust der thermischen Isolierwirkung einher), wird das LNG erwärmt und verdampft entsprechend (Boil-off). Die Folge ist, dass der Druck im Tank stetig steigt bis dieser berstet. Ist das Überdrucksicherheitsventil intakt, so wird Gas abgeblasen und der Druck konstant gehalten. In diesem Fall kommt es nicht zum Bersten des Tanks, aber zum kontinuierlichen Abblasen von Erdgas in die Umgebung mit den entsprechenden oben gelisteten Gefahren, wie zum Beispiel der möglichen Explosion von Gaswolken.

5.4 Mögliche Gefahren aufgrund von Umweltereignissen

5.4.1 Aufgrund natürlicher Einflussfaktoren

Natürliche Einflussfaktoren stellen nur eine geringe Gefahr für das LNG-Bunkern dar, die technisch oder organisatorisch abgefangen werden können. Beispielsweise ist das Wetter, insbesondere Gewitter, Schneefall und Vereisung, starker Wind und Nebel, eine Gefahrenquelle. Nebel versperrt die Sicht und erschwert die Erkennung von Leckagen in LNG-Bunker-Schläuchen durch die Bunker-Operatoren. Bei der Truck-To-Ship-Methode (siehe Abschnitt 6.1) ist es üblich, dass der Fahrer des LNG-Tankwagens den Bunkerprozess visuell überwacht, z.B. hat der Fahrer auf Leckagen im Schlauchsystem, welches den LNG-Tankwagen mit dem Empfängerschiff verbindet, zu achten. Diese sind z.B. dadurch erkennbar, dass sich durch die starke Abkühlung der Luft (durch austretendes tiefkaltes LNG) Wasser in Form von Wasserdampf (Nebel) ausfällt. Bei Nebel oder bei stärkerem Wind ist dieser Indikator geschwächt, da Nebel diesen verschleiert und starker Wind ihn sehr schnell verdünnt und damit unsichtbar macht (besonders bei kleinen Leckagen).

Die besondere Gefahr bei Gewitter ist der Blitzeinschlag. Dieser hat das Potential Strukturen zu beschädigen bzw. entstandene Gaswolken zu entzünden. Nichtsdestotrotz sind Schiffe und Installationen gegen Blitzeinschläge technisch gesichert (Blitzableiter) und die Wahrscheinlichkeit eines örtlichen Blitzeinschlages sehr gering.

Schwere Unwetter, wie Stürme, kommen im Rostocker Gebiet vor und haben schon mehrfach dazu geführt, dass größere Schiffe den Hafen Rostock nicht anlaufen oder nicht von diesen auslaufen konnten. Medienträftig ist stets der Fall, wenn ein Kreuzfahrtschiff z.B. nach Kiel ausweichen muss. Starke

Windböen machen in solchen Fällen ein sicheres Manövrieren im Hafengebiet bzw. in der angrenzenden Mecklenburger Bucht unmöglich. Dies gilt insbesondere auch für LNG-Bunker-Schiffe, die im Hafen anliegende Schiffe mit LNG versorgen.

Aufgrund der allgemeinen Gefahrenlage von Unwettern, ist das Bunkern bei diesen nicht zu empfehlen. Dies muss jedoch nicht gesondert betrachtet werden, da die allgemeine Gefahrenlage den gesamten Hafenbetrieb stört. In Szenarien, wo Stürme Schiffe, die z.B. gerade LNG bunkern, losreißen können und damit, wenn technisch nicht gesichert, einen Schlauchabriss (bzw. die Aktivierung der Trockenabrisskupplung) zur Folge haben, sind die Windkräfte so groß, dass ein sicheres Befahren der Hafenanlage mit z.B. einem LNG-Tanklastwagen nicht möglich sein wird. Genauso ist es undenkbar, dass in dieser Lage der Fahrer eines LNG-Tanklastwagens im Freien den Bunkerprozess überwacht. Da schwere Unwetter meist mit starken Windböen und erhöhtem Seegang einhergehen, ist eine Bebunkerung durch Bunker-Schiffe (siehe STS; Abschnitt 6.4) aufgrund der unsicheren Manövrierbarkeit bei Windböen bzw. aufgrund der seegangsbedingten Relativbewegungen zwischen Bunker- und Empfängerschiff nicht sicher durchführbar.

Schneefall oder Vereisungen bergen ebenfalls indirekte Gefahren für das LNG-Bunkern. Das Unfallrisiko von LNG-Tanklastwagen kann aufgrund von Vereisungen und glatten Fahrbahnen als deutlich gesteigert angenommen werden. Auch ist die Gefahr von Stürzen durch am LNG-Bunkerprozess beteiligte Personen durch Glätte gesteigert.

5.4.2 Aufgrund nicht natürlicher Einflussfaktoren

Gefahren aus der Umwelt aufgrund nicht natürlicher Einflussfaktoren ergeben sich maßgeblich aus während des Bunkerns mit LNG gleichzeitig ablaufenden Operationen (SIMOPS – englisch SIMultaneous OperationS) im Hafengebiet. Es bestehen zwar auch Gefahren durch höhere Gewalt, Krieg, terroristische Anschläge, zivilisatorische Gefahren wie Flugzeugabstürze oder kosmische Gefahren wie Meteoriteneinschläge, allerdings werden diese hier nicht berücksichtigt, da sie zum einen nicht kontrollierbar und zum anderen äußerst gering wahrscheinlich sind.

SIMOPS finden in vier Bereichen statt:

- Beim eigentlichen Bunker-Prozess
- Landseitig im Hafengebiet
- Wasserseitig im Hafengebiet
- An Bord von Schiffen

Beim Bunker-Prozess sind jene gleichzeitig ablaufende Nebenprozesse, wie z.B. das Eintreffen eines zweiten LNG-Tankwagens (größere Schiffe benötigen mehrere LNG-Tankwagen, um vollständig gefüllt werden zu können), während der Bunker-Prozess mit dem ersten LNG-Tankwagen noch im vollen Gange ist. Im Hafen sind es z.B. landseitige Be- und Entladevorgänge, während wasserseitig das Vorbeifahren eines anderen Frachtschiffes eine SIMOP darstellt. An Bord von Schiffen können dies z.B. Wartungsarbeiten sein.

SIMOPs können den Bunkerprozess erheblich stören bzw. eine akute Gefahrenlage auslösen und ursächlich für die Freisetzung von LNG werden (z.B. könnte eine unbeabsichtigte Kollision des zweiten LNG-Tankwagens mit dem ersten zu einem Schlauchabriss mit LNG-Freisetzung führen). Hier werden einige allgemeine SIMOPs erläutert.

Gefahren aus SIMOPs ergeben sich hauptsächlich durch vier mögliche durch die SIMOPs ausgelöste Ereignisse:

- Einbringen einer Zündquelle in den Sicherheitsbereich
- Beschädigung des Bunker-Equipments (LNG-Tankwagen, Rohre, Schlauchleitung, etc.), die stets einhergeht mit der potentiellen Freisetzung von LNG
- Auslösung der Sicherheitssysteme, die LNG-Freisetzung bewirken (Schlauchabriss) oder das Potential haben, diese zu bewirken (Schlauchabriss mit Trockenkupplung)
- Störungen sicherheitsrelevanter Abläufe des Bunkerns (z.B. Unterbrechung der kontinuierlichen Sichtkontrolle durch ins Sichtfeld eingebrachte Gegenstände)

5.4.2.1 SIMOPs des Bunker-Prozesses

Mögliche SIMOPs des Bunker-Prozesses sind die bereits erwähnte Bereitstellung eines zweiten LNG-Tankwagens, wodurch das Risiko einer Kollision mit dem Bunker-Equipment eingebracht wird. Auch das Verlegen einer zweiten Schlauchleitung (z.B. vom zweiten Fahrzeug) oder Prozesse, die auf dem Bunker-Schiff (beim Ship-To-Ship-Verfahren) ablaufen und nur indirekt mit dem eigentlichen Bunker-Prozess (Transfer von LNG) zu tun haben, wie z.B. die Aufrechterhaltung der Schiffsstabilität, können z.B. die kontinuierliche Sichtkontrolle des Schlauches stören.

5.4.2.2 Landseitige SIMOPs im Hafengebiet

Landseitig sind Be- und Entladungsvorgänge für den Bunkerprozess kritisch. Zum einen, weil diese z.B. mit Kränen durchgeführt werden, die nicht zwangsläufig EX-geschützt sind (nicht den Explosionsschutzanforderungen nach ATEX 95 genügen, siehe Abschnitt 4.1) und damit als potentielle Zündquelle betrachtet werden müssen. Zum anderen werden durch Ladevorgänge Güter bewegt, die stets das Risiko einer Kollision mit dem Bunker-Equipment haben. Auch kann sich Ladung lösen (vom LKW, vom Waggon, vom Kran) und eine Kollision herbeiführen. Das Einbringen von Ladung in das Sichtfeld der Bunker-Prozess-Kontrolleure kann ebenfalls eine Störung werden. Ladevorgänge im Dunkeln werden durch starke künstliche Lichtquellen möglich gemacht. So werden z.B. Portalbrücken in Betrieb genommen, die ebenfalls als Zündquelle fungieren können, wenn sie nicht entsprechend geschützte Produkte sind.

Weitere Systeme, die die Be- und Entladung unterstützen, wie z.B. Förderbänder, Pumpen oder Kompressoren (wie sie z.B. für Zementverladung verwendet werden) stellen ebenfalls potentielle Zündquellen dar, sofern sie nicht den ATEX-Richtlinien entsprechen.

Durch die Ladevorgänge selbst verändert das Frachtschiff seinen Tiefgang bzw. es kann bei falscher Be-/Entladung Schlagseite erfahren oder in eine instabile Schwimmlage geraten. Wird zeitgleich gebunkert, so kann die Lageänderung des Schiffes aufgrund geänderter Gewichtsverteilung Sicherheitssysteme auslösen, die zu einem sofortigen Stopp des Bunkerns oder aber im schlimmsten Fall zur LNG-Freisetzung führen.

Durch Verkehr (Straße oder Schiene) ist auch stets die Gefahr gegeben, dass Bunker-Equipment an- oder überfahren wird, was die Freisetzung von LNG zur Folge haben kann. Das Einfahren in oder das Durchfahren des Sicherheitsbereichs mit Fahrzeugen ist dem Einbringen einer Zündquelle in den Sicherheitsbereich gleichzusetzen. Gerade bei Schienenfahrzeugen kann das Bremsen Funken hervorbringen.

Bei RoRo-Schiffen warten Fahrzeuge (auch Schienenfahrzeuge) im Hafengebiet darauf, dass sie auf das Schiff rollen können, was meist in räumlicher Nähe zum Schiff geschieht. Das Warten und das Rollen auf bzw. vom Schiff sind SIMOPs, die als Einbringen von Zündquellen betrachtet werden können.

5.4.2.3 Wasserseitige SIMOPs im Hafengebiet

Wasserseitig stellen vorbeifahrende Schiffe im Hafen eine Gefahr dar. Zum einen besteht die Gefahr einer Schiffskollision, zum anderen verursachen vorbeifahrende Schiffe Sog und Schwell, die das Empfängerschiff bei einem Bunkervorgang, mit den bereits erwähnten Folgegefahren, bewegen können.

Auch das Anlegen einer Barge (z.B. für die Ver- und Entsorgung von Betriebsmitteln des Empfängerschiffes) kann als Einbringen einer Zündquelle betrachtet werden, wenn sich z.B. auf der Barge kein ex-geschütztes Equipment an Bord (bzw. in Betrieb) befindet. Die Anlege-Operation an sich kann ebenfalls Bewegungen des Empfängerschiffes mit den bekannten Gefahren auslösen. Da es viele Schiffe gibt, die mit Dual-Fuel fahren (diese Schiffe können klassische maritime Brennstoffe wie HFO oder MGO genauso wie LNG verbrennen), ist es anzunehmen, dass beim Bunkern von LNG auch eine Bebungung von klassischen Brennstoffen stattfindet, was üblicherweise aufgrund der hohen Menge durch Bargaen geschieht.

5.4.2.4 SIMOPs an Bord von Schiffen

Frachtschiffe können auch über eigene Kräne verfügen, die Be- und Entladevorgänge durchführen und damit dieselben Risiken bergen, wie landseitige Kräne (siehe Abschnitt zuvor). Gleiches gilt für die Beleuchtung und eingesetztes Förderequipment (Bänder, Pumpen, Kompressoren, etc.).

An Bord von Fähren oder Kreuzfahrtschiffen finden eine Reihe von Freizeitprozessen und Bewirtungen statt, die allesamt Zündquellen beherbergen können. Dazu zählt der Konsum von Tabakwaren, das Zubereiten von Nahrung (z.B. Grillen), die festliche Beleuchtung des Decks, die Verwendung von elektronischen Geräten der Passagiere und viele weitere. Das Rollen von Fahrzeugen auf und von RoRo-Schiffen kann ebenfalls ein Einbringen von Zündquellen in den Sicherheitsbereich sein.



Besonders Kreuzfahrtschiffe haben aufgrund der hohen Passagierkapazitäten einen besonderen Bedarf mit der Versorgung von Gebrauchsgütern und Betriebsmitteln (z.B. Chlor für den Pool) und der Entsorgung von Abwässern, Müll und anderen Materialien. Diese Ver- und Entsorgungs-Operationen sind ebenfalls SIMOPs, die untersucht werden müssen.

Insbesondere Frachtschiffe müssen zum Erhalt ihrer Schwimmstabilität Ballastwasser bei Ladungsoperationen aufnehmen bzw. abgeben. Hierzu wird z.T. auch der Tiefgang an den Ahmings (Tiefgangsmarken, die am Bug und Heck eines Seeschiffes und bisweilen auch mittschiffs angebracht sind) durch Schiffspersonal abgelesen. Dieses sind ebenfalls SIMOPs die Auswirkungen auf den Bunker-Prozess haben können.

Bei größeren Schüttgutfrachtern operieren Radlader oder Trimmraupen in den Laderäumen des Schiffes, um eine optimale Verteilung des Schüttguts im Frachtraum zu gewährleisten. Diese haben ebenfalls das Potential, Zündquellen zu sein.

Der Hafenaufenthalt ist ein hervorragender Zeitpunkt, um Wartungsarbeiten an Schiffen durchführen zu können, denn zum einen ist die See ruhig, für den Fahrtbetrieb notwendige Maschinen ausgeschaltet und für die Wartungsarbeiten notwendiges Material verfügbar. Gerade Schweißarbeiten an Deck gehören zu den Wartungsarbeiten, die als Zündquelle fungieren können.

Damit Öl aus oder in Tankern transportiert werden kann, muss es erwärmt werden, um die Viskosität herabzusetzen, damit das Öl technisch zum Fließen gebracht werden kann. Die Erwärmung ist per se eine potentielle Zündquelle.

6 BESCHREIBUNG RELEVANTER LNG BUNKERVERFAHREN

Der LNG Bunkerprozess läuft technisch, d.h. ohne Berücksichtigung von Absprache- und Genehmigungsverfahren, im Prinzip nach folgenden Prozessschritten ab (Abbildung 12):

1. Anfängliches Vorkühlen
2. Erden und Verbinden des Bunkerschlauchs
3. Aufbau der Schutzgasatmosphäre im Verbindungssystem
4. Prüfen der Funktionsfähigkeit des ESD-Systems
5. Spülen des Verbindungssystems
6. Füllen der Flüssigkeitsleitung (Transfer von LNG)
7. Entleeren der Flüssigkeitsleitung
8. Aufbau einer Schutzgasatmosphäre in der Flüssigkeitsleitung
9. Abschlagen des Bunkerschlauchs

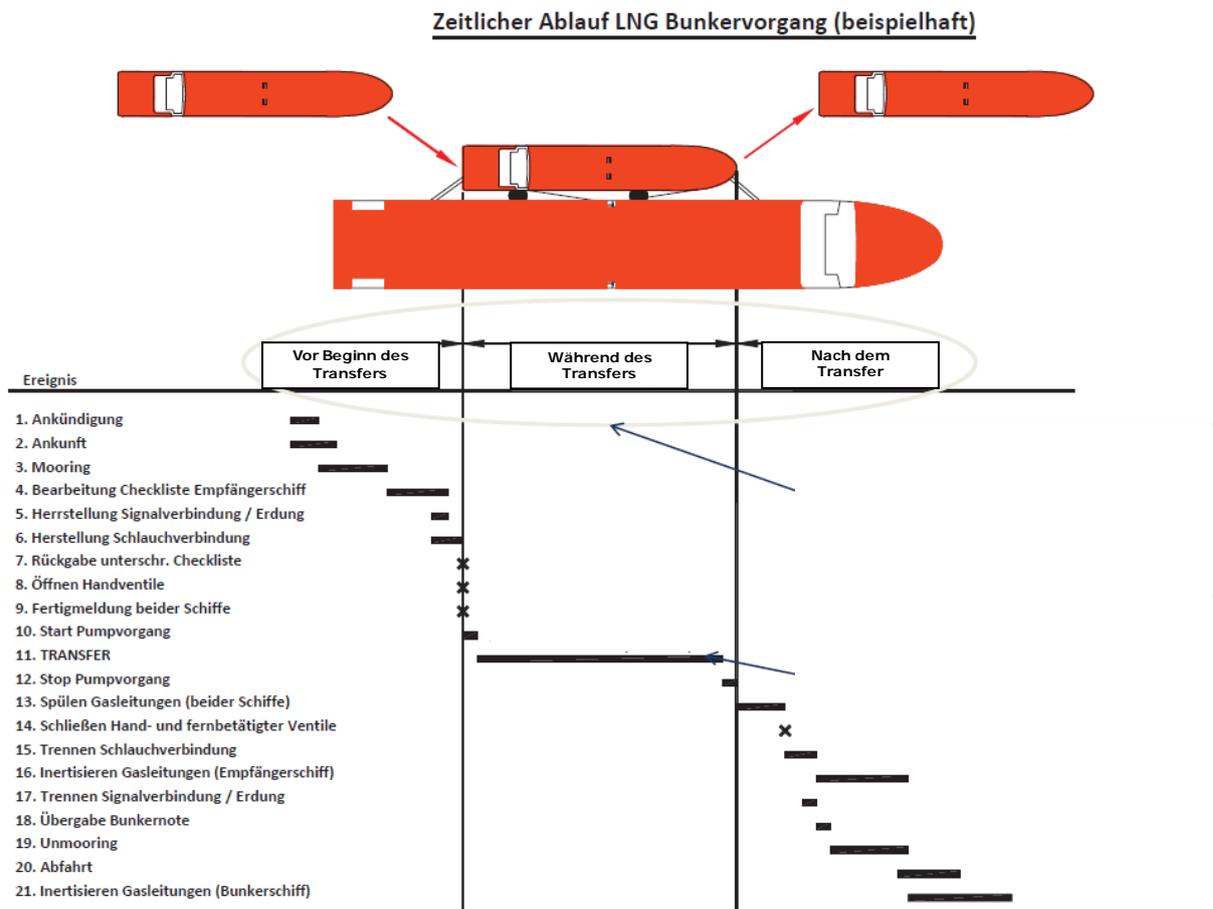


Abbildung 12: LNG Bunkerprozessablauf am Beispiel einer STS Bebunkerung (Quelle: Swedish Marine Technology Forum)

6.1 Truck-To-Ship (TTS)

Beim Truck-to-Ship (TTS) Bunkerverfahren wird LNG aus dem Tank eines LNG-Tankwagens an das Tanksystem eines Empfängerschiffes übergeben, welches in einem Dock oder an einer Anlegestelle festgemacht ist (Abbildung 13). Dabei werden LNG-Tankwagen und Empfängerschiff typischerweise mit einem speziell für kryogene Anwendungsfälle ausgelegten, biegsamen Schlauch verbunden. Alternativ kann ein flexibler Ladearm verwendet werden. Ein typischer LNG-Tankwagen hat ein Ladevolumen von etwa 40-50 m³ und kann seine komplette Ladung in ungefähr einer Stunde übergeben.

Geeignete LNG-Tankwagen sind aus dem Bereich des LNG Ladungstransportes vorhanden und normativ geregelt. LNG Tankwagen unterliegen für internationale wie nationale Transporte innerhalb Europas der UNECE ADR Annex A hinsichtlich der Beladung und der Kennzeichnung und Annex B wenn es um die konstruktive Beschaffenheit des auf den LNG-Tankwagen installierten LNG-Tank geht.

In bisherigen Anwendungen wurde das TTS-Verfahren als Pilotanwendung zur Etablierung einer LNG Infrastruktur verwendet. Grund hierfür ist die Verfügbarkeit von geeigneten LNG-Tankwagen. Die Versorgung von großen Empfängertanks durch das TTS Verfahren ist aufgrund der begrenzten Ladevolumina der LNG-Tankwagen beschränkt. Die Verwendung mehrerer LNG-Tankwagen führt durch mehrfaches An- und Abschlagen und durch einen erhöhten logistischen Koordinationsaufwand zu einem hohem Zeitaufwand bei der Bebunkerung großer Empfängertanks.



Abbildung 13: Truck-to-Ship Bebunkerung der GreenStream (Quelle: www.bonapart.de)

Beim TTS ist der Fahrer des LNG-Tankwagen über den gesamten Übergabeprozess anwesend und führt die Überwachung des Übergabeprozesses durch. Insbesondere hat er auf Leckagen und Überdrücke zu achten und bei Auftreten dieser unverzüglich den Notaus zu betätigen. Der Fahrer des LNG-Tanklastwagen muss tiefe Kenntnisse von den allgemeinen und liegeplatzspezifischen Sicherheitsvorkehrungen haben.

6.2 Rail-To-Ship (RTS)

Der Rail-To-Ship-Bunkervorgang (RTS) entspricht vom Verfahren und der technischen Transferausrüstung dem TTS-Verfahren. Im Gegensatz zum TTS-Bunkerverfahren kommt beim RTS-Bunkerverfahren anstatt des LNG-Trailers ein Kesselwagen wie beispielhaft in Abbildung 14 dargestellt zum Einsatz. Derartige Kesselwagen bereit zum Transport von LNG genutzt und sind entsprechend genormt und geprüft verfügbar. Die LNG Kesselwagen werden im Rahmen des RTS-Bunkerverfahrens überall dort wo eine geeignete Gleisanlage am Liegeplatz des Empfängerschiffes zur Verfügung steht durch eine Zugmaschine in Position gebracht.

Da die Kesselwagen nicht über einen eigenen Antrieb verfügen bzw. die Zugmaschine des Kesselwagens sich außerhalb der Kontrolle des Kesselwagen Bedieners befindet, sind Kesselwagen gesondert gegen Wegrollen während des Bunker-Betriebes abzusichern. Dies geschieht z.B. durch einen Bodenanker, der den Kesselwagen mit dem Boden zu einer fest definierten Position verbindet. Beim wegrollen des Kesselwagens wird der Bodenanker gelöst und durch einen sofortigen ESD der Bunkervorgang automatisch beendet.



Abbildung 14: Kesselwagen für den Transport von LNG (Quelle: <http://www.business-on.de>)

6.3 Container-To-Ship (CTS)

Beim Container-to-Ship-Bunkerverfahren (CTS) werden LNG-Tankcontainer als transportierbarer Brennstoffspeicher verwendet. Die Container werden an Bord des Empfängerschiffes gefahren (z.B. auf eine RoRo-Fähre mit Hilfe eines LKW) oder mit Hilfe eines Krans an Deck des Schiffes gehoben. Das Volumen eines 40-Fuß ISO intermodal transportierbaren Tankcontainers hat eine ungefähre Kapazität von 48 m³.

Alternativ kann ein Container auch landseitig mobil aufgestellt werden und eine Betankung analog zum Truck-to-Ship verfahren erfolgen. Dabei gelten dieselben Rahmenbedingungen wie beim TTS verfahren. Sollte der Container fest an Land installiert sein ist neben der Bebungung selbst eine sichere Aufstellung zu gewährleisten.

6.4 Ship-To-Ship (STS)

Beim Ship-to-Ship-Bunkerverfahren (STS) wird LNG aus den Tanks eines Bunkerschiffes oder einer Bunkerbarge an das Tanksystem eines Empfängerschiffes übergeben. Hierzu wird das Bunkerfahrzeug längsseits an dem Empfängerschiff festgemacht. Üblicherweise werden für den Brennstofftransfer flexible kryogene Bunkerschläuche verwendet. Alternativ können Ladearme zum Einsatz kommen. In Abbildung 15 ist beispielhaft ein LNG-STB-Bunkervorgang dargestellt.



Abbildung 15: Ship-To-Ship Bebungung der Viking Grace durch die Bunkerbarge SEAGAS

0.

6.5 Pier-To-Ship (PTS)

Beim Pier-to-Ship-Bunkerverfahren (PTS) wird LNG von einer fest installierten LNG Anlage an Land bebunkert. Typischerweise kommt als Transfereinrichtung ein Ladearm zum Einsatz (siehe beispielhaft in Abbildung 16 dargestellt).



Abbildung 16: Pipe-To-Ship Bebunkerung der Viking Energy

7 LIEGEPLÄTZE

Definition der für die Untersuchung gewählten Liegeplätze (LP) - Beschreibung, Besonderheiten, Repräsentanz für benachbarte Liegeplätze (Abweichungen)

7.1 Liegeplätze des Überseehafens Rostock

Insgesamt gesehen ist der Überseehafen Rostock ein großes Hafengebiet mit einer Ausdehnung von etwa 2,5 km x 1,5 km, das mit dem Umschlaggüterbahnhof verbunden ist. Im Gebiet gibt es viel freie Fläche, die zum Zwischenlagern verschiedenster, wechselnder Güter genutzt wird (je nach Terminal Schüttgut, Stückgut etc.). Es gibt vereinzelt Verwaltungsgebäude, die Bebauung besteht aber größtenteils aus Industrieanlagen. Wohngebiete liegen in großer Entfernung (Abbildung 17).

Das N-lich des Hafenbeckens verlaufende Fahrwasser weist, wie der Seekanal, eine Solltiefe von 14,5 m auf. Nördlich von Becken A und Becken B liegt ein großer Wendekreis mit einem Durchmesser von knapp 500 m. N-lich vom Öl Hafen liegt ein kleinerer Wendekreis mit einem Durchmesser von 350 m (Tabelle 11)

Tabelle 11: Übersicht Liegeplätze im Überseehafen mit Ölhafen

Liegeplatz	Kailänge [m]	Maximale Fahrzeugabmessungen [m]			Besonderheiten
		Länge	Breite	Tiegang	
Rostock Überseehafen					
Ölhafen LP 6	-	260	-	13,00	Tanker
Hafenbecken A 11 Liegeplätze	ca. 2000	125	-	10,36	Stückgut Fähre
Hafenbecken B 12 Liegeplätze	ca. 2400	170	-	13,00	Stückgut Fähre
Hafenbecken C 7 Liegeplätze	ca. 1800	-	-	13,00	Schüttgut
Pier I West 8 Liegeplätze	ca. 2000	155	-	10,36	Fähre Ro-Ro

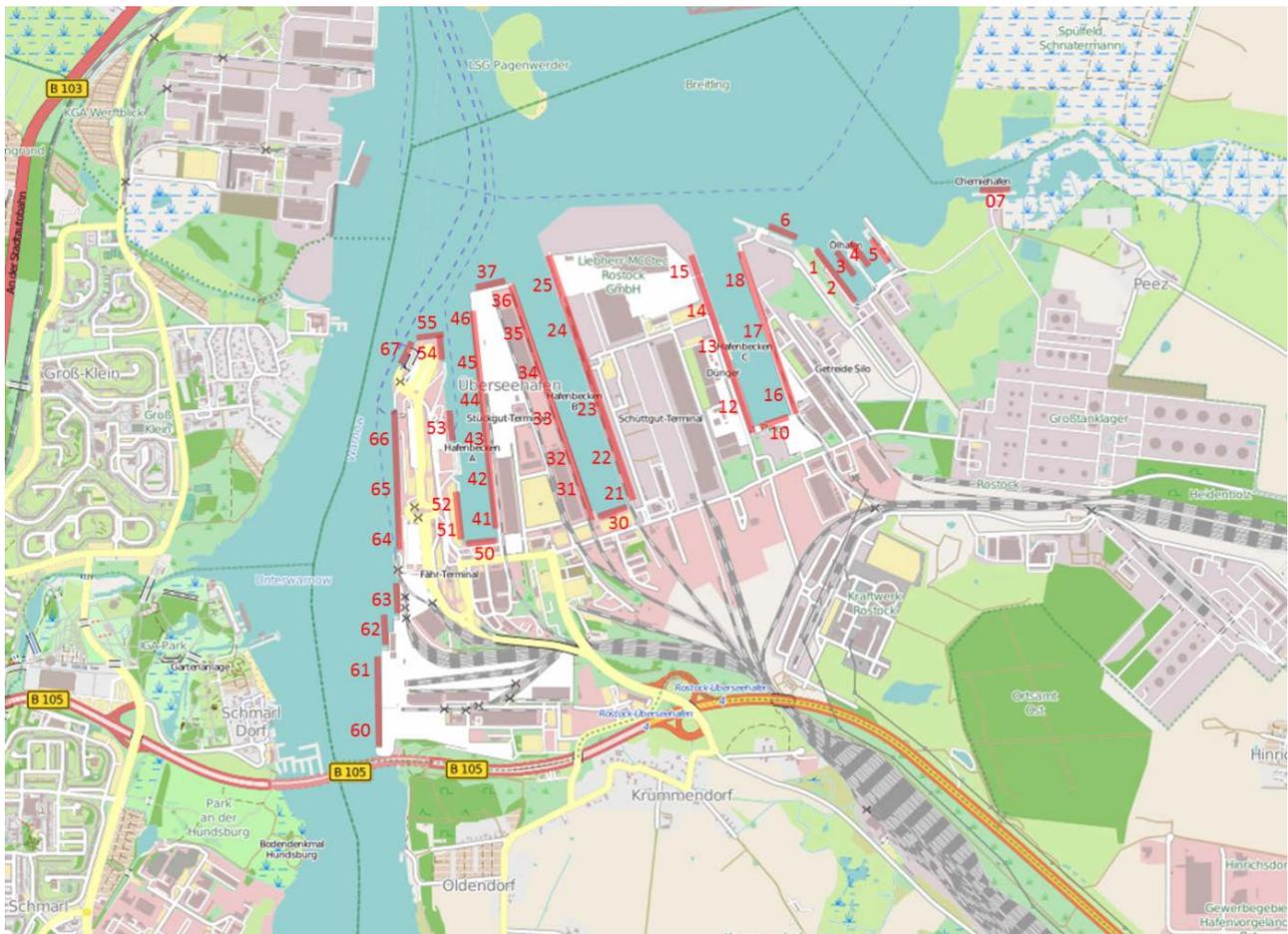


Abbildung 17: Liegeplätze im Überseehafen

7.1.1 Ölhafen

Im Umkreis von 500m befindet sich hauptsächlich Grünland und das Hafengelände des Ölhafens. Im Hafengelände gibt es Pipelines, Öltanks und vereinzelte Gebäude, allerdings keine Wohnflächen (der Zutritt für Unbeteiligte ist ausgeschlossen). Etwa 200 bis 500m südwestlich liegt der Getreidehafen mit Silos. Das Großtanklager des Ölhafens liegt etwa 700 m Luftlinie entfernt.

7.1.2 Becken A, B, C

Am Hafenbecken C (mit einer Breite von etwa 190 m) liegen im Osten der Getreidehafen und im Westen der Düngemittelkai an. Am Kai des Getreidehafens (Liegeplätze 16 -18) gibt es Kräne zum Entladen, Getreidebelader für den Export und Gleise. In geringer Entfernung (100 m) befinden sich Getreidesilos und andere Einrichtungen des Hafens. Es gibt Förderbänder und große Flächen, auf denen Schüttgut zwischengelagert und verladen wird.

Der LP 10 dient dem Umschlag von Schwergut, hauptsächlich Großröhren mit Kränen oder im RoRo-Verfahren. Daran schließt sich eine etwa 200m x 200m messende Fläche an, auf der große Eisenteile gelagert werden.

In 10m Entfernung zur Hafenkante des Düngemittelkais (Liegeplätze 12-15) verläuft ein 700 m langes Förderband, das eine bauliche Barriere bildet. Dahinter befinden sich (Getreide-) Silos, eine Ölmühle und das Kranbauwerk Liebherr-MCCtec Rostock GmbH. Der Kai ist ausgerüstet mit einem Schiffsbelader (Belader LP17), einer Waggonentladestation und Lagerhallen (60000 t Kapazität).

Am Hafenbecken B (mit einer Breite von etwa 170 m) liegen östlich das Schüttgutterminal (Liegeplatz 21-25) und östlich das Stückgutterminal (Liegeplatz 31-36).

An den Liegeflächen 21-24 gibt es Brückenkräne und große Schüttgutlagerflächen, auf denen hauptsächlich Kohle, Steinkohle, Kalkstein, Seekies und Splitt gelagert werden. Es gibt Gleise und Förderbänder. Der Liegeplatz 25 grenzt an die Lagerfläche des Kranbauwerkes an und dient dem Umschlag von Projektladungen.

In 100 m Entfernung um den Liegeplatz 30 ist Parkplatz. In 5 m Entfernung zur Hafenkante steht ein Gebäude.

In unmittelbarer Nähe zu den Liegeplätzen 31-36 und 41-44 (Becken A) befinden sich Gleisanlagen, Krananlagen und die Kaihallen 1, 2 und 3 bzw. Lagerfläche für verschiedenste Stückgüter (derzeit zumeist Windenergieanlagenteile). Liegeplatz 37, 45 und 46 grenzen an nicht überdachte Lagerfläche für verschiedene Stückgüter an. Am Pier II befinden sich zusätzlich zu den Lagerflächen die Seemannsmission und das Hafen- und Seemannsamt.

7.1.3 Fährhafen

Die Liegeplätze 50-55 und 64-67 liegen am Fährterminal (Pier I). Die etwa 260 m x 1200 m große Fläche ist gekennzeichnet durch Parkplätze, Zufahrtsstraßen zu den Fähranlegern und Wartezonen. Es gibt Gangwaygebäude und Warteterminals. Rund 2 Millionen Fährpassagiere werden pro Jahr befördert (im Schnitt rund 5500 Reisende pro Tag).

Die Liegeplätze 60-63 gehören zum RoRo-Terminal. Sie liegen östlich der Unterwarnow. Östlich des Kais gibt es einen großen Umschlagplatz des kombinierten Verkehrs Straße - Schiff, sowie weitere Kaihallen (6 und 7). In etwa 300 m Entfernung zum Liegeplatz 60 befindet sich der Sportbootanleger des „WSV Schmarler Graben“. Etwa 100 m vom Liegeplatz entfernt verläuft der Warnowtunnel. Mehr als 500m südöstlich entfernt vom Liegeplatz 60 befindet sich ein Wohngebiet/Kleingartenanlage.

7.2 Liegeplätze P1-6, P7 und P8 des Kreuzfahrtterminals Warnemünde

Die Halbinsel, auf der das Kreuzfahrtterminal liegt, ist etwa 700 m lang und 200 m breit. Sie liegt zwischen dem Warnemünder Stadtgebiet (westlich) und dem Seekanal, der die Ostsee mit dem Rostocker Hafen verbindet (Abbildung 18). Östlich des Seekanals schließt sich in etwa 200 m Entfernung zu den Liegeplätzen ein Wohngebiet an. Auf der Halbinsel liegt der Bahnhof von Warnemünde. Das westliche Ende der Halbinsel ist von einer Promenade gesäumt. Es gibt große Parkplätze, Multifunktionsflächen und einen Stellplatz für etwa 160 Wohnmobile an der Mittelmole, in unmittelbarer

Nähe zu den Liegeplätzen P1-P6. Südlich des Liegeplatzes P6 legt die Fähre „Warnemünde - Hohe Düne“ an.

Insgesamt ist die Halbinsel wenig bebaut, liegt aber in der Nähe vom dicht besiedelten Warnemünder Stadtgebiet (rund 300m Abstand von Liegeplätzen). Im Umkreis von etwa 500m zum Kreuzfahrtterminal liegen außerdem der Strand und der Yachthafen.

In unmittelbarer Nähe zum Liegeplatz P7 liegt das Warnemünde Cruise Center, das für einen Passagierwechsel von bis zu 2.500 Personen am Tag ausgelegt ist (Grundfläche 3200m²). Verschiedene Restaurants und Parkplätze befinden sich ebenfalls am Pier 7. Die Gleisanlagen, die zum Bahnhof führen sind weniger als 150 m entfernt.

Am Liegeplatz P8 befindet sich temporär ein Abfertigungszelt (1000 m²), in dem ebenfalls Passagierwechsel stattfinden. Keine 100 m vom Liegeplatz entfernt ist dicht besiedeltes Wohngebiet. Die Gleisanlagen, die zum Bahnhof führen sind etwa 25m entfernt. Parallel zu den Gleisen verlaufen die Zufahrtsstraße zur Fähre und die Straße zum Warnemünder Bahnhof.

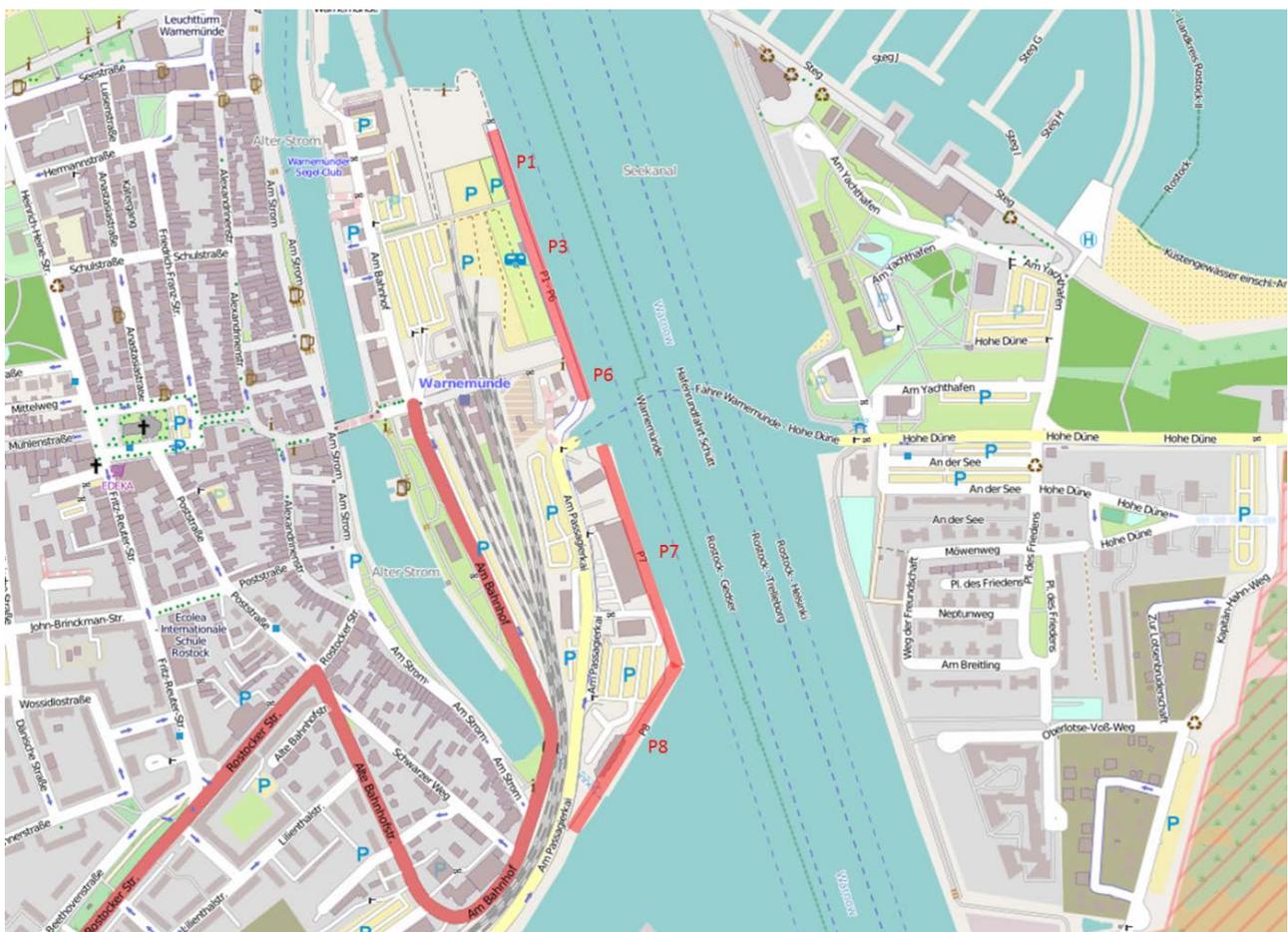


Abbildung 18: Liegeplätze am Kreuzfahrtterminal

700 m Südlich der Warnemünder Mole befindet sich der Passagier Kai mit den Liegeplätzen (LP) P1 bis P6 und einer Solltiefe von 8,0 m, sowie ebenfalls im weiteren Verlauf südlich angrenzend das Kreuzfahrt Terminal mit den Liegeplätzen P7 und P8 für Schiffe mit einer Solltiefe von 9,3 m (Tabelle 12). Südlich des Kreuzfahrtterminals schließt der Werfthafen mit Solltiefen von 7,0 m und 9,0 m an. Östlich des Werfthafens gelangt man durch den Pinnengraben in den Marinehafen. Zum bebunkern der hier hauptsächlich liegenden Kreuzfahrtschiffe geht das Bunkerschiff üblicherweise längsseits und liegt dann parallel zum Seekanal.

Tabelle 12: Übersicht der Liegeplätze P1 bis P8

Liegeplatz	Kailänge in m	Max. Fahrzeugabmessung in m			Besonderheiten
		Länge	Breite	Tiefgang	
Neuer Strom LP P1 bis P6	344			7,3	Passagiere
Passagierkai LP P7 / P8	641	300 / 330		8,38 / 9,0	Passagiere

7.3 Liegeplätze des Rostocker Fracht- und Fischereihafens

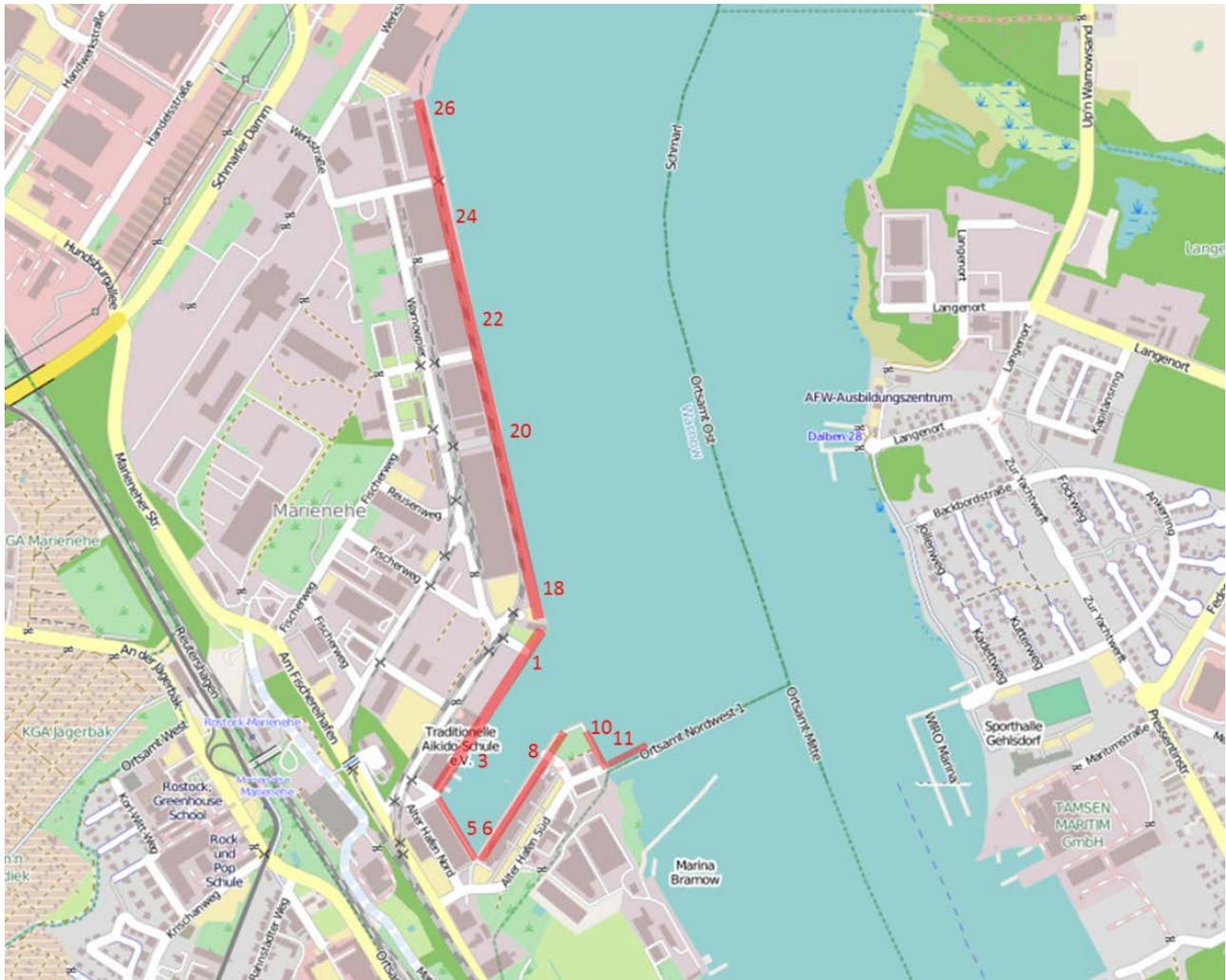


Abbildung 19: Liegeplätze im Fracht- und Fischereihafen

Im Umkreis von 500 m von den Liegeplätzen 18-26 im Fracht- und Fischereihafen liegen keine Wohngebiete, sondern hauptsächlich Industrie- und Hafengebiet (Abbildung 19). Parallel zu allen Anlegestellen liegen in maximal 20 m Entfernung große Gebäude, z.B. Fischmarkt, Kühlhäuser, Kampfsportschule, Hotel, Aus- und Fortbildungszentrum, Rostocker Tafel. Der Kai wird häufig als Parkplatzfläche genutzt. Die Liegeplätze 18, 20, 22, 24 und 26 liegen unmittelbar an Gleisen, die am Hafengebiet entlang führen und enden. Teilweise werden die zu transportierenden Güter am Kai gelagert (z.B. Holz). Es gibt eine Hafenbahn und diverse Arbeitsmaschinen zum flexiblen Umschlag von Gütern. Von den Anlegestellen 1 und 3 sind die Gleisanlagen etwa 50m entfernt. Im Umkreis von etwa 200 m um Liegeplatz 3 werden vermehrt Güter gelagert (Holz). Die Liegeplätze 5 und 6 sind etwa 120 m von Gleisanlagen entfernt. An den Liegeplätzen 10 und 11 befinden sich die Wohnschiffe Severa.

Tabelle 13: Übersicht Liegeplätze im Fracht- und Fischereihafen

Liegeplatz	Kailänge [m]	Maximale Fahrzeugabmessungen [m]			Besonderheiten
		Länge	Breite	Tiegang	
Fracht- und Fischereihafen 25 Liegeplätze	ca. 1750	-	-	7,92	Rettungsboot-Freifall-Anlage LP 8 Stückgut Schüttgut

7.4 Liegeplatz 07 des Chemiehafens Rostock

In etwa 200 m Entfernung zum Chemiehafen gibt es ein einzeln stehendes Gebäude. Ein Großtanklager und vereinzelte Häuser (Splittersiedlung Peez) sind mehr als 500 m vom Liegeplatz entfernt. Zum Chemiehafen führen Düngemittel-Pipelines. Nördlich des Liegeplatzes befindet sich ein Spülfeld, in dem schlackiges Baggergut verklappt wird. Östlich liegt das Landschaftsschutzgebiet Peezer Bach (Abbildung 20).

Tabelle 14: Übersicht Liegeplätze im Chemiehafen

Liegeplatz	Kailänge [m]	Maximale Fahrzeugabmessungen [m]			Besonderheiten
		Länge	Breite	Tiegang	
Rostock Überseehafen					
Chemiehafen	210	190	-	8,45	Tanker

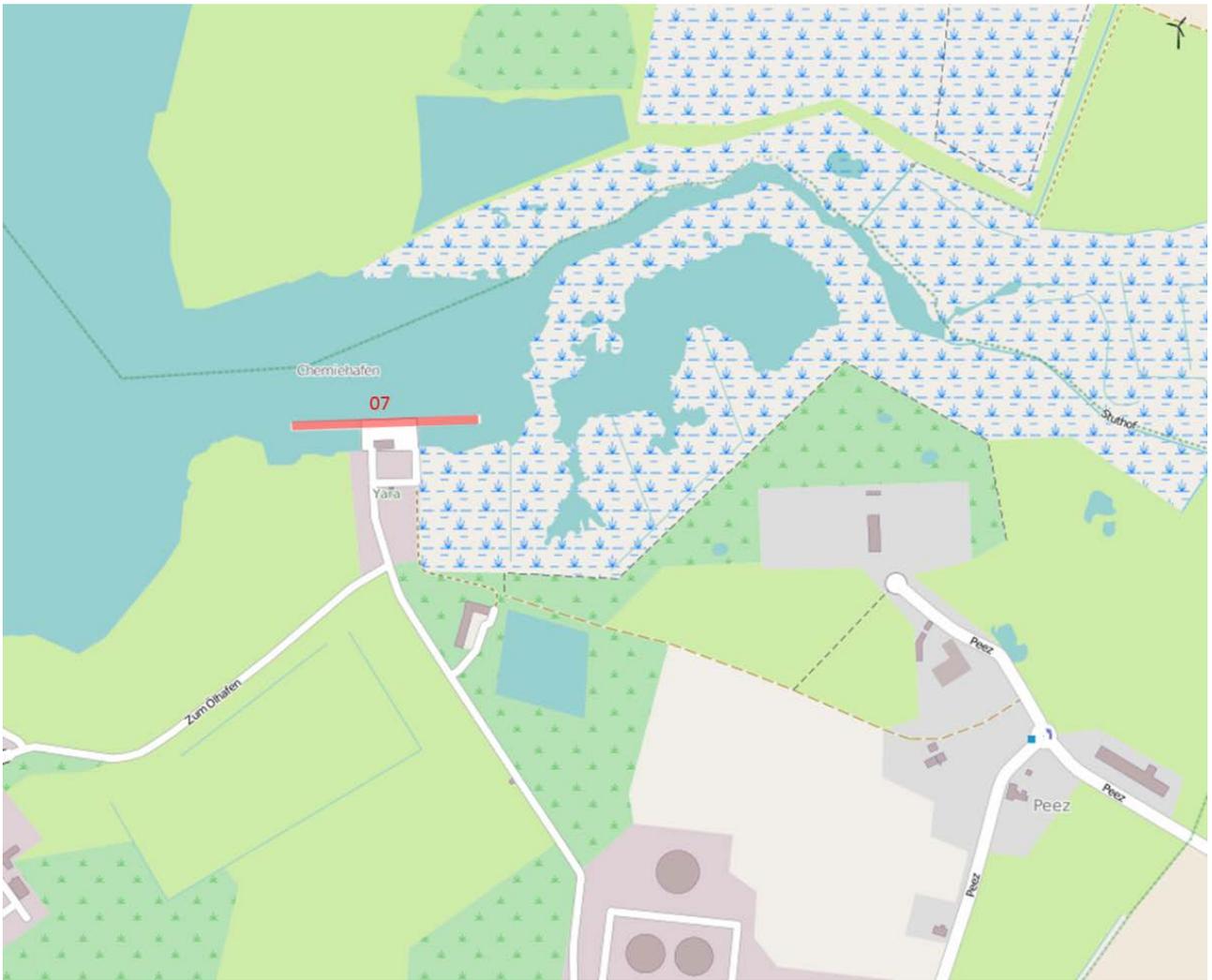


Abbildung 19: Liegeplatz 07 Chemiehafen

8 NAUTISCHE GEGEBENHEITEN IM AQUATORIUM ROSTOCK

Befahrens Regelungen des Aquatorium Rostock mit den Hafengebieten:

- Passagier Kai / Kreuzfahrt Terminal
- Überseehafen mit Öl- und Chemiehafen
- Fracht- und Fischereihafen

8.1 Zufahrt-Routen

Die Zufahrt zum Aquatorium Rostock ist seeseitig nur über den ca. 140 m breiten Seekanal nördlich Warnemündes möglich. Die Solltiefe beträgt im Seekanal 14,5 m. Dabei ist je nach Windrichtung (infolge des Nachlaufens der Strömung muss dies nicht immer die aktuellen Windrichtung sein) seewärts der Warnowmündung mit quersetzende Strömung von bis zu 3 sm/h in W-lich bzw. O-liche Richtung zu rechnen. Eine Strommesstone vor der Mole ist nicht vorhanden.

Im Bereich der Molenköpfe kann es zu Sandablagerungen kommen.

Der Wasserstand variiert hier ebenfalls, bei starken Stürmen wurden Abweichungen vom mittleren Hochwasser entsprechend der Windrichtung von -1,7 m bis +2,7 m beobachtet /5/.

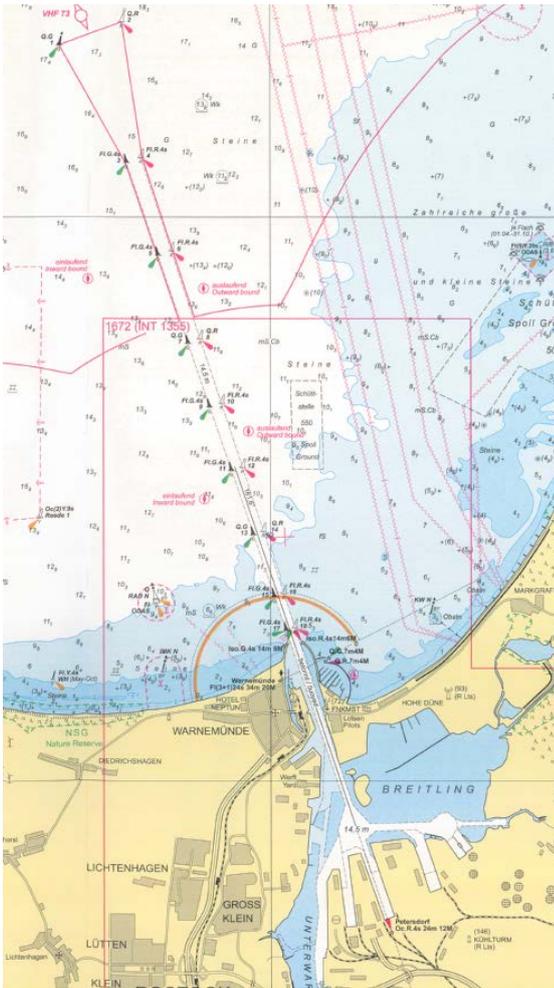


Abbildung 20: Ansteuerung von Rostock (BSH 1671)

8.2 Besondere Befahrensvoraussetzungen im Hafenbereich

In den Hafenbereich gelangt man mit Passieren der Molenköpfe in Warnemünde in S-liche Richtung. Im Hafenbereich gilt eine Geschwindigkeitsbegrenzung auf maximal 6,5 kn /6/.

Bei schlechter Sicht (Sicht < 1000 m) dürfen Tanker, LNG-Tanker und Chemie-Tanker nicht mehr ein- und auslaufen. Dies gilt auch für den Betrieb der Bunkerschiffe ab einer Sicht < 500 m.

Fahrwasser mit 120 m Sohlenbreite:

- Begegnung von Fahrzeugen ab 8,5 m Tiefgang unter folgenden Voraussetzungen möglich
- Fahrzeuge mit addierter Breite 40 bis 60 m
- wenn beteiligte Schiffsführer Begegnung akzeptieren und Wind maximal 6 Bft
- Fahrzeuge die auf Fahrwassermitteln angewiesen sind mit einem Tiefgang größer als 8,5 m nach Maßgabe der Verkehrszentrale

Fahrwasser mit 50 m Sohlenbreite:

- Begegnung von Fahrzeugen unter folgenden Voraussetzungen möglich
- Fahrzeuge mit addierter Breite 17 bis 22 m
- nach Maßgabe der Verkehrszentrale wenn beteiligte Schiffsführer Begegnung akzeptieren und Wind maximal 6 Bft.

Fahrzeuge die die genannten Parameter überschreiten, können sich im Bereich LP P7 begegnen, wenn der zulässige Tiefgang nicht überschritten wird.

Maximale Fahrzeugabmessungen und außergewöhnliche Schiffsgröße:

Hafenzufahrt - maximale Fahrzeugabmessungen:

- Länge 295 m
- Breite 45 m
- Tiefgang 13 m

Seekanal bis Liegeplatz 60 - als außergewöhnlich große Fahrzeuge im Sinne der SeeSchStrO gelten hier Fahrzeuge über 230 m Länge oder über 36 m Breite oder über 12 m Tiefgang.

Liegeplatz 60 bis Rostock - im Fahrwasser muss mit einer auslaufenden Strömung von bis zu 4 sm/h gerechnet werden. Außergewöhnlich große Fahrzeuge im Sinne der SeeSchStrO Fahrzeuge über 125 m Länge oder über 17,5 m Breite oder über 5,5 m Tiefgang (7,5 m bis Marienehe)

Schlepperannahmepflicht für den Bereich Südlich der Mole Warnemünde:

- Fahrzeuge ab 90 m Länge 1 Schlepper für Bereich Marinehafen, Stadthafen, Fischereihafen, MAB, Müsingkai und MAGEB
- Fahrzeuge ab 100 m Länge 1 Schlepper Bereich Ölhafen und Chemiehafen
- Fahrzeuge ab 110 m Länge 1 Schlepper Bereich Passagierkai Warnemünde und Überseehafen
- Fahrzeuge ab 160 m Länge 2 Schlepper für alle Häfen

Die Befreiung von der Schlepperannahmepflicht bedarf der Genehmigung.

Die Schlepperkapazitäten sind auch bei schwierigen Wetterlagen ausreichend; zurzeit 4 Schlepper mit 28-40 Tonnen Pfahlzug.

Schiffe > 180 m nutzen oftmals den größeren Wendekreis.

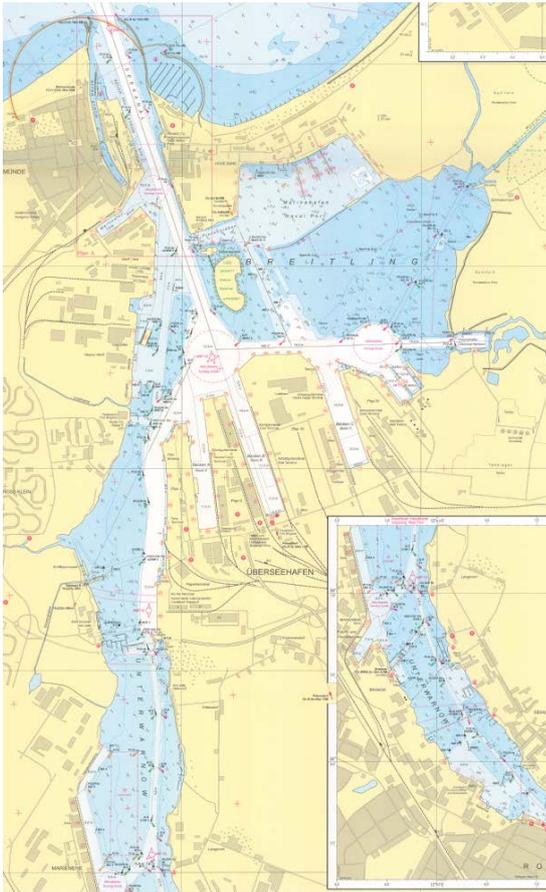


Abbildung 21: Hafen von Rostock (BSH 1672)

8.3 Verkehrsüberwachung

Für Schiffe ab 30 m Länge besteht für das Befahren des Gebietes Warnemünde Passagier Kai bis Rostock Stadthafen eine Meldepflicht bei der Verkehrsleitzentrale /5/.

Einlaufend:

- Die Meldungen beginnen 30 Minuten vor Befahren des Rostock Fahrwassers

Während der Revierfahrt:

- bei Passage der Meldestellen
- nach Lotsenübernahme
- bei Erreichen, oder Verlassen eines Fahrwassers
- nach dem Festmachen
- Zu Beginn und Ende des Wendemanövers auf der Wendepatte

Auslaufend:

- Vor Verlassen des Hafens, oder eines Liegeplatzes

Lotsenpflicht:

- Für alle Tankschiffe besteht eine Lotsenpflicht.
- Fahrzeuge mit gefährlicher oder umweltschädlicher Ladung
 - Generell von der Ansteuerung bis LP 60
- Fahrzeuge ab 100 m Länge oder ab 15 m Breite oder ab 7,5 m Tiefgang
 - LP 60 bis Rostocker Fischereihafen
- Fahrzeuge ab 80 m Länge oder ab 11 m Breite oder ab 6 m Tiefgang
 - vom Tonnenpaar Tonne 59/M 2 - 44 bis Stadthafen Rostock
- Fahrzeuge ab 60 m Länge oder ab 10 m Breite oder ab 4,5 m Tiefgang

8.4 Verkehrsarten und -dichte

Der Verkehr im Hafengebiet Rostock wird im Hauptfahrwasser überwiegend durch den Verkehr mit Passagierschiffen geprägt (Abbildung 21). Dazu tragen in erster Linie die verschiedenen Fährlinien, die Kreuzfahrtschiffe, aber auch die Passagierschiffe für Hafenrundfahrten etc. bei.

Der Fährverkehr erreicht seine Liegeplätze (LP) im Bereich des Überseehafens über den Seekanal. Die Kreuzfahrtschiffe nutzen vorwiegend die LP P1 – P8 in Warnemünde sowie bei Bedarf LP im Bereich des Überseehafens.

Die Tank- und Frachtschiffe verlassen zum überwiegenden Teil den Seekanal im Bereich der großen „Wendeplatte“. Die Frachtschiffe nutzen überwiegend die Hafenbecken des Überseehafens. Die Tankschiffe laufen je nach Fracht den Öl- bzw. den Chemiehafen an. Die Schiffe im Öl- und Chemiehafen drehen vor dem Festmachen, so dass sie mit dem Bug Richtung Hafenausgang liegen.

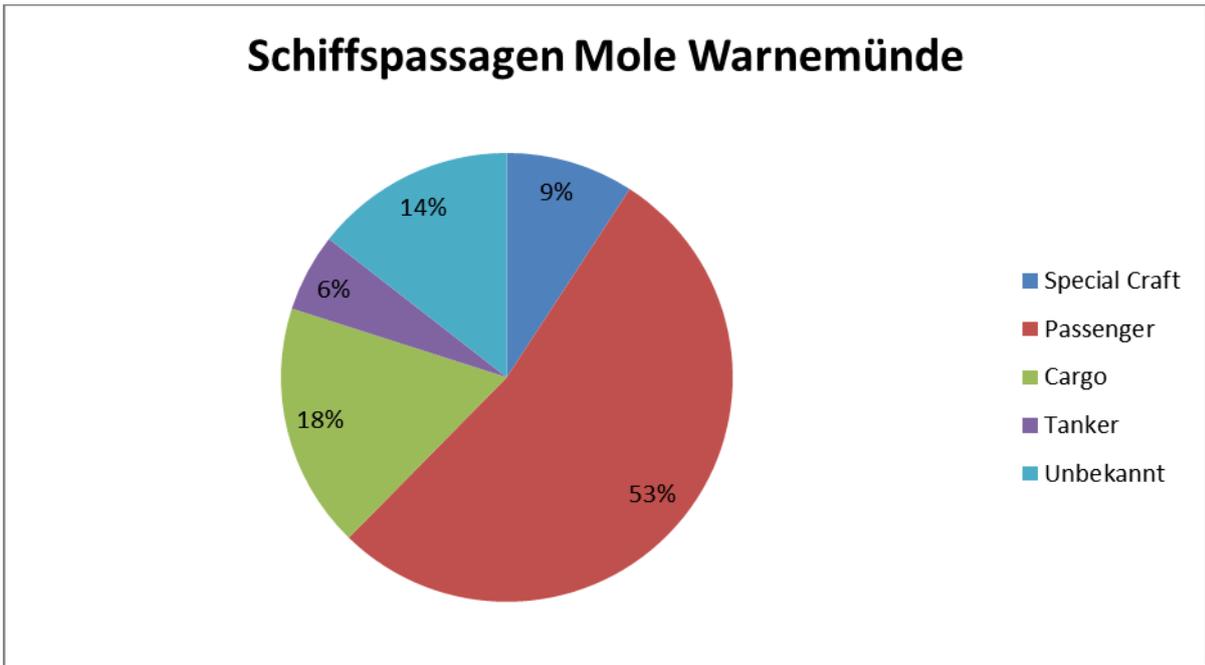


Abbildung 21: Schiffspassagen an der Mole Warnemünde nach Schiffstypen

Die Verkehrsdichte südlich von LP 60 ist deutlich geringer. Ein hoher Anteil (58%) von Schiffstyp „unbekannt“ in den AIS-Signalen macht eine detaillierte Aufschlüsselung des Verkehrsflusses hier nicht möglich.

9 ABSCHÄTZUNG DER NACHFRAGE NACH LNG ALS SCHIFFSTREIBSTOFF IN ROSTOCK

Ausgangslage

Derzeit wird die Versorgung mit konventionellen Schiffstreibstoffen im Hafen Rostock durch die zur Bominflot Group gehörende OMB Ostsee Mineralöl Bunker GmbH über die Bunkerschiffe Palica und Oslo-Tank sichergestellt. Nahezu alle in Rostock derzeit bebunkerten Schiffstypen sind mittlerweile mit LNG-Antrieb verfügbar. Der Anteil LNG-betriebener Schiffe nimmt in den einzelnen Segmenten unterschiedlich stark zu. Insbesondere Kreuzfahrtschiffe und Fähren aber auch weitgehend oder ausschließlich in Ost- und Nordsee betriebene Handelsschiffe können für Rostock ein Nachfragepotenzial nach LNG wachsen lassen. LNG ist als Schiffstreibstoff derzeit in Rostock noch nicht verfügbar. Die Entscheidung für einen Aufbau einer entsprechenden LNG-Infrastruktur hängt maßgeblich von den zu erwartenden Nachfragemengen ab.

Ziel

Ziel ist die Abschätzung der Nachfrage nach LNG als Schiffstreibstoff, die in den Jahren 2020 bzw. 2025 von einer Bunkerstation bzw. Bunkerschiffen in Rostock gedeckt werden könnte.

Vorgehen

Die Abschätzung der Nachfrage nach LNG als Schiffstreibstoff erfolgt in vier Schritten, denen auch die nachfolgende Kapitelstruktur entspricht:

- (1) Aufnahme des Status Quo im Rostocker Hafen 2014/2015
- (2) Abschätzung der Verbrauchsentwicklung 2020/2025
- (3) Abschätzung der Relevanz von LNG als Schiffstreibstoff bis 2020/2025
- (4) Abschätzung der Nachfrage nach LNG als Schiffstreibstoff in Rostock 2020/2025

9.1 Aufnahme des Status Quo (2014/15)

Ausgangspunkt der Nachfrageabschätzung ist die Aufnahme der heutigen Schiffsverkehre im Hafen Rostock. Um den Status Quo möglichst aktuell abzubilden, beziehen sich die Daten hier, soweit nicht anders gekennzeichnet, auf die Jahresscheibe vom 4. Quartal 2014 bis zum 3. Quartal 2015. Sie ist im Folgenden mit „2014/2015“ bezeichnet.

Im Zeitraum 2014/15 verkehrten im Rostocker Hafengebiet insgesamt 1.111 Schiffe, die ein AIS-Signal (Automatic Identification System) senden. Dazu verpflichtet sind alle Schiffe über 20 Meter Länge oder 300 Gross Tons (GT) auf internationaler bzw. 500 GT auf nationaler Fahrt. Folgende Tabelle 15 gibt einen Überblick über die Verteilung nach Schiffssegmenten und -größen.

Tabelle 15: Schiffe in Rostock 2014/15 nach Segment und Größe

Schiffssegmente	< 1.000 GT	1.000-5.000 GT	5.000-10.000 GT	10.000-25.000 GT	> 25.000 GT	Summe
General Cargo	14	437	75	31	1	558
Tanker	5	66	33	50	12	166
Bulker		9	3	32	67	111
Cruise/Passenger	23		1	8	30	62
Tug	50	4				54
Authorities	30	13	1			44
Service	30	11				41
Leisure	20	5				25
RoRo	1	2	5	9	19	36
Offshore	5	3	5		1	14
Summe	178	550	123	130	130	1.111

Zahlenmäßig dominiert mit 558 von 1.111 Schiffen das Segment „General Cargo“. Einen Schwerpunkt bilden hier Küstenmotorschiffe mit einer Größe von 1.000 bis 5.000 GT, was in etwa auch der möglichen Zuladung in Tonnen (Deadweight, dwt) entspricht. Die Motorleistungen liegen in etwa zwischen 500 und 4.000 kW. Das Segment mit der zweitgrößten Anzahl von Schiffen bilden die Tanker mit 166 Schiffen. Im Wesentlichen handelt es sich um Chemikalien- und Produktentanker mit Schwerpunkten um 4.000 GT (bzw. etwa 6.000 dwt) und 12.000 GT (bzw. etwa 17.000 dwt), die die regionale Industrie beliefern. Bei den Bulkern, dem mit 111 Schiffen dritthäufigsten Segment, dominieren Schiffe über 25.000 GT, vor allem Schiffe der Panamaxgröße (50.000 bis 80.000 dwt). Im Rostocker Hafen dienen sie insbesondere der Getreideverschiffung und der Kohlelieferung. Größere Kreuzfahrt- und kleinere, lokal operierende Passagierschiffe bilden mit 62 Schiffen die viertgrößte Gruppe.

Basierend auf den AIS-Daten lassen sich die Fahrtprofile nahezu aller 1.111 Schiffe im Zeitraum 2014/2015 verfolgen. Insgesamt kam es in Rostock zu etwa 11.500 Schiffsanläufen. Unter Berücksichtigung erfahrungsbasierter Geschwindigkeits-Verbrauchskurven für die einzelnen Schiffssegmente und -größen lassen sich hieraus die Treibstoffverbräuche für den Untersuchungszeitraum in guter Näherung bestimmen. Möglich ist auch eine Differenzierung von in Sulphur-Emission-Control-Areas (SECAs), wie Ost- und Nordsee, aufgetretenem Verbrauch und Verbrauch in internationalen Gewässern, für die keine besonderen Schwefel-Grenzwerte gelten. Eine Übersicht über die Verbräuche aller 1.111 Schiffe 2014/2015 gibt nachfolgende Tabelle 16.

Tabelle 16: Jahresbunkerverbräuche der 2014/15 Rostock anlaufenden Schiffe [t HFO_{eq}/a]

Schiffssegmente	< 1.000 GT	1.000-5.000 GT	5.000-10.000 GT	10.000-25.000 GT	> 25.000 GT	Summe
General Cargo	2.655	401.246	217.684	168.923	2.642	793.149
Tanker	1.209	121.950	113.725	269.062	87.672	593.619
Bulker		11.333	4.782	124.955	366.892	507.962
Cruise/Passenger	1.742		4.812	69.171	875.734	951.459
Tug	12.451	4.102				16.553
Authorities	5.629	12.811	3.044			21.484
Service	4.823	8.326				13.148
Leisure	1.368	1.580				2.948
RoRo	45	1.261	13.038	93.107	234.900	342.351
Offshore	582	6.229	5.422		3.390	15.623
Summe	30.505	568.837	362.507	725.217	1.571.230	3.258.297

Zusammen haben die 1.111 Schiffe, die Rostock 2014/15 angelaufen haben, einen Jahresverbrauch von etwa 3,3 Millionen Tonnen. Dabei dominieren Kreuzfahrt- und Passagierschiffe mit etwa 950.000

Tonnen/Jahr, gefolgt von General Cargo Schiffen mit knapp 800.000 Tonnen/Jahr, Tankern mit knapp 600.000 Tonnen/Jahr und Bulkern mit gut 500.000 Tonnen/Jahr.

Mit Blick auf die künftige LNG-Nachfrage in Rostock werden drei Gruppen von Schiffen separat betrachtet:

„**Häufige**“– Schiffe, die einen hohen Anteil des Jahres in SECAs verbringen und Rostock häufig anlaufen bzw. sogar einen hohen Anteil des Jahres in Rostock verbringen,

„**Kreuzfahrer**“ – Kreuzfahrtschiffe, die in der Sommersaison in der Ostsee operieren, Rostock in diesem Zeitraum häufig anlaufen und aus Emissionsschutzgründen für LNG prädestiniert sind,

„**Gelegenheitskunden**“ – Alle anderen Schiffe, in deren Segmenten LNG als Treibstoff vorkommt und die nur gelegentlich Rostock anlaufen und dort ggf. Bunkern.

Häufige

Im Untersuchungszeitraume 2014/2015 hatten 67 von 1.111 Schiffen 26 oder mehr Anläufe in Rostock, waren also rechnerisch mindestens alle 14 Tage in Rostock, beziehungsweise hielten sich im Hafengebiet Rostock auf. 21 der 67 Schiffe sind Fährschiffe. Eine Übersicht über diese Schiffe gibt Tabelle 19. Einen Blick auf den jährlichen Bunkerverbrauch dieser Schiffe in SECAs nimmt Tabelle 20.

Tabelle 19: Rostock häufig anlaufende Schiffe

Schiffssegmente	< 1.000 GT	1.000-5.000 GT	5.000-10.000 GT	10.000-25.000 GT	>25.000 GT	Summe
General Cargo	1	3				4
Tanker	2			1		3
Bulker		3			1	4
Cruise/Passenger	2					2
Tug	9	1				10
Authorities	5					5
Service	13	2				15
Leisure	2					2
RoRo	1	1	1	6	12	21
Offshore	1					1
Summe	36	10	1	7	13	67

Tabelle 20: Jährlicher Bunkerverbrauch in SECAs aller Schiffe, die Rostock häufig angelaufen haben [t HFO_{eq}/a]

Schiffssegmente	< 1.000 GT	1.000-5.000 GT	5.000-10.000 GT	10.000-25.000 GT	> 25.000 GT	Summe
General Cargo	58	3.236				3.294
Tanker	594			5.485		6.079
Bulker		3.579			5.787	9.366
Cruise/Passenger	237					237
Tug	1.738	1.334				3.072
Authorities	1.771					1.771
Service	2.291	1.995				4.286
Leisure	189					189
RoRo	45	494	3.251	73.774	151.707	229.270
Offshore	40					40
Summe	6.964	10.637	3.251	79.259	157.494	257.604

Tabelle 19 zeigt, dass die 21 Fährschiffe (RoRo) als mögliche Nachfrager nach LNG in Rostock sehr relevant sein können. Ihr Jahresverbrauch beträgt etwa 223.000 t Bunker, wobei die Verbräuche der einzelnen Schiffe in der Regel zwischen 8.000 und 17.000 t je Jahr liegen. Eine Abschätzung möglicher Marktdurchdringungen folgt in Kapitel 9.3.

Zahlenmäßig (Tabelle 19) sind Service-Schiffe (insbesondere Bagger) mit 15 Schiffen und Schlepper mit 10 Schiffen ebenfalls wichtige Gruppen. Ihr jährlicher Bunkerverbrauch beträgt mit ca. 4.300 bzw. ca. 3.000 Tonnen im Untersuchungszeitraum jedoch nicht einmal halb so viel wie der eines durchschnittlichen Fährschiffes. Diese Schiffstypen können aus umweltpolitischen Gründen „Leuchttürme“ für den Einsatz von LNG sein. Einen signifikanten Beitrag zur Nachfrage nach LNG werden sie allerdings nicht leisten können.

Kreuzfahrer

Im Untersuchungszeitraum haben 30 größere Kreuzfahrtschiffe Rostock angelaufen. Dies sind insbesondere in der Sommersaison (Mai bis Oktober) in der Ostsee von Kopenhagen bis St. Petersburg operierende Schiffe, die in den Wintermonaten in anderen Fahrtgebieten eingesetzt werden. Hinzu kamen kleinere Kreuzfahrtschiffe unter 25.000 GT und Ausflugsschiffe. Wie Tabelle 18 zeigt, kamen dabei allein die größeren Schiffe im Untersuchungszeitraum auf einen Bunkerverbrauch von etwa 875.000 Tonnen.

Berücksichtigt man, dass derzeit verschiedene Reedereien gasgetriebene Kreuzfahrtschiffe bestellt haben bzw. die LNG-Versorgung in den relevanten Fahrtgebieten prüfen, so kann sich für Rostock eine signifikante Nachfrage nach LNG ergeben. Eine Abschätzung möglicher Marktdurchdringungen folgt in Kapitel 9.3.

Gelegenheitskunden

Auch aus den Schiffssegmenten bzw. Subsegmenten, die nicht in die oben genannten Gruppen der „Häufigen“ oder der „Kreuzfahrer“ fallen, kann sich Nachfrage nach LNG als Schiffstreibstoff in Rostock ergeben. Für Schiffsneubauten der Chemikalien- und Produktentanker sowie ggf. Offshore-Schiffe, die jeweils hohe Zeitanteile in SECAs verbringen, kann LNG angesichts der Emissionsauflagen abhängig von der Entwicklung der Preise von LNG und konventionellem Bunker eine Option sein. Adressierbar ist hier ein Teil des SECA-Bunkerverbrauchs (Tabelle 18). Eine Abschätzung möglicher Marktdurchdringungen folgt in Kapitel 9.3.

9.2 Abschätzung der Verbrauchsentwicklung (2020/2025)

Zweiter Schritt der Ermittlung des möglichen Bedarfs an LNG als Schiffstreibstoff in Rostock ist die Abschätzung der Verbrauchsentwicklung für die Jahre 2020 und 2025. Bei der Abschätzung der Verbrauchsentwicklung sind im Wesentlichen zwei gegenläufige Effekte zu berücksichtigen, Wachstum des Transportbedarfs und Entwicklung der Energieeffizienz.

Transportbedarf

Eine Steigerung des Transportbedarfes von für den Rostocker Hafen wichtigen Gütern führt bei erwartbar allenfalls unwesentlich veränderten Anteilen einzelner Verkehrsträger zu einer Steigerung der Verbrauchs an Schiffstreibstoffen. Zur Abschätzung der Transportbedarfsentwicklung wurde die Prognose des Instituts für Seeverkehrswirtschaft und Logistik der Universität Bremen (ISL) über die Güterumschlags-

entwicklung im Seehafen Rostock (/1/) verwendet. Dabei wurde das Jahr 2015 als Basisjahr gewählt und die Wachstumsraten je Hauptgutart bis 2020 und 2025 ermittelt. Mit der Zuordnung der Hauptgutarten zu den oben genannten Schiffssegmenten wurden die Zuwachsraten für die einzelnen Schiffssegmente definiert. Darüber hinaus wurde die Güterumschlagsentwicklung der vergangenen fünf Jahre im Hafen Rostock (/2/) sowie Erwartungen über zukünftige Wachstumsraten einzelner Segmente gemäß Clarksons Research und DNV GL (/3/ und /4/) berücksichtigt. Die einzelnen Annahmen finden sich in nachstehenden Tabelle 21 und Tabelle 22.

Energieeffizienz

Einer Verbrauchssteigerung durch erhöhte Transportleistung steht eine Verbrauchsminderung aus einer Zunahme der Energieeffizienz entgegen. Sie basiert zum einen aus einem Effizienzgewinn beim Ersatz von Bestandsschiffen durch Neubauten, zum anderen durch verstärkte Umsetzung operativer Maßnahmen.

Der Effizienzgewinn bei Neubauten gegenüber bestehenden Schiffen kann in Einzelfällen bis zu 30% betragen, wird hier jedoch im Mittel über die für Rostock relevanten Segmente mit 10% bis 20% angenommen (siehe nachstehende Tabelle 21 und Tabelle 22). Allerdings führen lange Ersatzzyklen zu einer nur langsamen Durchdringung des Bestandes mit effizienten neuen Schiffen. Für Schiffe über 5.000 GT sowie für das Schiffssegment „Offshore“ wird mit einem Ersatzalter von 25 Jahren gerechnet. Dementsprechend werden rechnerisch zwischen 2015 und 2020 20% der Bestandsflotte durch 10-20% effizientere Schiffe ersetzt, bis zum Jahr 2025 40%. Da kleinere Schiffe häufig bis nahe an das Ende ihrer technischen Lebensdauer genutzt werden, wird für Schiffe unter 5.000 GT (mit Ausnahme der Offshore-Schiffe) mit einer Nutzungsdauer von 50 Jahren gerechnet. Entsprechend werden rechnerisch bis 2020 10% und bis 2025 20% dieser Schiffe ersetzt.

Zum Effizienzgewinn aus effizienten Neubauten kommt ein Effizienzgewinn durch die Umsetzung von Energiesparmaßnahmen in der Bestandsflotte. Hierbei handelt es sich um betriebliche Maßnahmen, wie Slow Steaming, Just-in-time-arrival, Trim oder auch verbesserte Wartung von Schiffshülle und Maschine, und um technische Maßnahmen. Angenommen wurden hier Effizienzgewinne von 2-4% zwischen 2015 und 2020 bzw. 4-8% bis zum Jahr 2025. Sämtliche Annahmen entsprechen umfangreicher Projekterfahrung von DNV GL in diesem Bereich.

Um der Unsicherheit künftiger Entwicklung Rechnung zu tragen, werden bei der Abschätzung der Verbrauchsentwicklung drei Szenarien differenziert:

„**Basis**“ – Fortschreibung der Entwicklungen 2010 bis 2015

„**Niedrig**“ – Alle wesentlichen Treiber der LNG Nachfrage entwickeln sich negativ

„**Hoch**“ – Alle wesentlichen Treiber der LNG Nachfrage entwickeln sich positiv

Szenario „Basis“

Im Basisszenario, der Fortschreibung der von 2010 bis 2015 beobachteten Entwicklungen, ergibt sich für die betrachteten Segmente zum Jahr 2020 die in Tabelle 21 gezeigte Verbrauchsentwicklung.

Tabelle 21: Verbrauchsentwicklung 2014/2015 bis 2020 im Basisszenario [2014/15 = 100%]

Schiffssegmente	Wachstum 2020	Effizienzgewinn NB	Effizienzgewinn OP	Total
General Cargo	10%	10% x 5/25 o. 5/50	3%	105%-106%
Tanker	0%	10% x 5/25 o. 5/50	3%	95%-96%
Bulker	0%	10% x 5/25 o. 5/50	3%	95%-96%
Cruise/Passenger	20%	10% x 5/25 o. 5/50	3%	114%-115%
Tug	15%	10% x 5/25 o. 5/50	3%	109%-110%
Authorities	15%	10% x 5/25 o. 5/50	3%	109%-110%
Service	15%	10% x 5/25 o. 5/50	3%	109%-110%
Leisure	10%	10% x 5/25 o. 5/50	3%	105%-106%
RoRo	24%	10% x 5/25 o. 5/50	3%	118%-119%
Offshore	20%	10% x 5/25	3%	114%

Die für das Szenario „Basis“ angesetzten Wachstumsraten für die einzelnen Schiffssegmente ergeben sich aus der ISL-Prognose „Basis-Fall“. Mit 24% Wachstum gegenüber dem Bezugszeitraum ist „RoRo“ das am stärksten wachsende Segment. Allerdings wird auch für Kreuzfahrtschiffe und das Segment „Offshore“ ein Wachstum von 20% angenommen. Die übrigen Segmente wachsen moderat (10-15%) bzw. stagnieren („Tanker“ und „Bulker“). Die Steigerung der Energieeffizienz bei Neubauten wird mit 10% angesetzt. Die Steigerung der Energieeffizienz im Betrieb wird mit 3% bis 2020 und 6% bis 2025 angenommen. Je nach Segment liegen die prognostizierten Verbräuche 2020 bei 95 bis 119% der Verbräuche des Bezugszeitraumes.

Für das Jahr 2025 ergeben sich im Basisszenario aus der ISL-Prognose bzw. durch Fortschreibung die in Tabelle 22 gezeigten Werte.

Tabelle 22: Verbrauchsentwicklung 2014/2015 bis 2025 im Basisszenario [2014/15 = 100%]

Schiffssegmente	Wachstum 2025	Effizienzgewinn NB	Effizienzgewinn OP	Total
General Cargo	20%	10% x 10/25 o. 10/50	6%	108%-111%
Tanker	0%	10% x 10/25 o. 10/50	6%	90%-92%
Bulker	0%	10% x 10/25 o. 10/50	6%	90%-92%
Cruise/Passenger	30%	10% x 10/25 o. 10/50	6%	117%-120%
Tug	20%	10% x 10/25 o. 10/50	6%	108%-111%
Authorities	20%	10% x 10/25 o. 10/50	6%	108%-111%
Service	20%	10% x 10/25 o. 10/50	6%	108%-111%
Leisure	20%	10% x 10/25 o. 10/50	6%	108%-111%
RoRo	53%	10% x 10/25 o. 10/50	6%	138%-141%
Offshore	25%	10% x 10/25	6%	113%

Der deutliche Anstieg des Transportbedarfes im „RoRo“-Segment führt hier bis 2025 zu einem voraussichtlichen Verbrauchsanstieg um etwa 40%. Für die anderen Segmente ergeben sich Steigerungen um 10% bzw. Rückgänge gleicher Größenordnung („Tanker“, „Bulker“), die aus Effizienzgewinnen herrühren.

Szenario „Niedrig“

Im Szenario „Niedrig“ entwickeln sich alle wesentlichen Treiber der LNG-Nachfrage in Rostock negativ. Die angesetzten Wachstumsraten für die einzelnen Schiffssegmente ergeben sich aus der ISL-Prognose „Risiko-Fall“. Die Steigerung der Energieeffizienz bei Neubauten wird mit 20% (ggü. 10% im

Basisszenario) angesetzt. Die Steigerung der Energieeffizienz im Betrieb wird mit 4% (statt 3%) bis 2020 und 8% (statt 6%) bis 2025 angenommen.

Die sich daraus ergebenden Verbrauchsentwicklungen von 2014/2015 bis 2020 und bis 2025 sind im Anhang unter A-7.N und A-8.N zu finden.

Szenario „Hoch“

Im Szenario „Hoch“ entwickeln sich alle wesentlichen Treiber der LNG-Nachfrage in Rostock positiv. Die angesetzten Wachstumsraten für die einzelnen Schiffssegmente ergeben sich aus der ISL Prognose „Potenzial-Fall“. Die Steigerung der Energieeffizienz bei Neubauten wird mit 10% angesetzt (wie im Basisszenario). Die Steigerung der Energieeffizienz im Betrieb wird mit 2% (statt 3%) bis 2020 und 4% (statt 6%) bis 2025 angenommen.

Die sich daraus ergebenden Verbrauchsentwicklungen von 2014/2015 bis 2020 und bis 2025 sind im Anhang unter A-7.H und A-8.H zu finden.

9.3 Abschätzung der Relevanz von LNG als Schiffstreibstoff (2020/2025)

Seit dem 01.01.2015 gelten in der SECA der Ost- und Nordsee verschärfte Schwefel-Grenzwerte. Reedereien sind verpflichtet, Treibstoff mit einem Schwefelgehalt von maximal 0,1% einzusetzen oder durch technische Maßnahmen eine gleichwertige Begrenzung der SOx-Emissionen zu gewährleisten. Möglich sind neben dem Einsatz von LNG der Einsatz von schwefelarmen konventionellen Treibstoffen wie Low Sulphur Heavy Fuel Oil (LSHFO), Marine Diesel Oil (MDO) und Marine Gas Oil (MGO) sowie der Einsatz von Heavy Fuel Oil (HFO) in Kombination mit der Nutzung von Abgaswäschern (Scrubbern). Technische Möglichkeiten und wirtschaftliche Parameter bestimmen für das einzelne Schiff mit seinem individuellen künftigen Einsatzprofil die Vorteilhaftigkeit der einen oder anderen Lösung.

Tabelle 22: Anteile der in SECAs auftretenden Verbräuche an Gesamtverbräuchen

Schiffssegmente	< 1.000 GT	1.000-5.000 GT	5.000-10.000 GT	10.000-25.000 GT	> 25.000 GT
General Cargo	90%	74%	22%	9%	26%
Tanker	93%	74%	74%	65%	31%
Bulker		86%	10%	25%	19%
Cruise/Passenger	92%		15%	29%	28%
Tug	88%	49%			
Authorities	98%	77%	10%		
Service	95%	94%			
Leisure	71%	73%			
RoRo	100%	100%	86%	96%	93%
Offshore	100%	100%	92%		59%

Der Blick auf die SECA-Anteile zeigt, dass sich die Fähren, Service- und Offshore-Schiffe sowie allgemein die kleineren Schiffe ganz überwiegend in SECAs aufhalten. Die geringsten SECA-Anteile zeigen sich bei größeren Bulkern und General Cargo Schiffen.

Bei gleichem Nutzen der Optionen (Erfüllung der SECA-Anforderungen) trifft jede Reederei grundsätzlich, bei Neubauten wie bei möglichen späteren Umrüstungen, eine Entscheidung auf Basis von Annahmen über Investitions- und laufende Betriebskosten. Hinzu kommen weichere Faktoren.

Schwefelarme Treibstoffe

Der Einsatz von schwefelarmen konventionellen Treibstoffen anstelle von HFO in SECAs erfordert bei Bestandsschiffen im Vergleich der Optionen die geringsten technischen Modifikationen. Entsprechend sind die Investitionskosten relativ gering. Hoch sind hingegen die laufenden Betriebskosten, da Treibstoffe wie MGO und MDO etwa 250 bis 300 USD/t teurer sind als HFO und erste Indikationen für LNG-Preise. Der Großteil der Reeder der in Nord- und Ostsee verkehrenden Schiffe hat sich bislang für diese Maßnahme entschieden. Dies nicht zuletzt um Zeit zu gewinnen, während die anderen Optionen weiterhin geprüft werden.

Scrubber

Bei dem Einsatz von HFO und der Verwendung eines Abgaswäschers fallen signifikante Investitionskosten für die Technologie der Abgasbehandlung an. Dazu kommen Betriebskosten durch erhöhten Energieverbrauch und den Einsatz von Medien, die je nach Technologie (open loop/closed loop, dry/wet) variieren. Höheren Investitions- und Betriebskosten stehen durch den Einsatz von HFO günstige Treibstoffkosten entgegen. Nach dem Einsatz von schwefelarmen konventionellen Treibstoffen ist der Einsatz von Scrubbern die zweithäufigste Variante zur Einhaltung der Schwefelgrenzwerte. Die Analyse der Rostock anlaufenden Schiffe hat ergeben, dass aktuell 28% der RoRo-Schiffe und 11% der Kreuzfahrtschiffe mit Scrubber-Technologie ausgerüstet sind. Auch gibt es bereits einzelne Tanker und Bulker, die mit Scrubbern ausgestattet sind. Das Segment „General Cargo“ setzt bisher hingegen allein auf schwefelarme konventionelle Treibstoffe.

LNG

Der Einsatz von LNG anstelle von schwefelarmen konventionellen Treibstoffen oder HFO und Scrubber impliziert im Neubau wie ggf. bei Umbauten von Bestandsschiffen die höchsten Investitions- und die niedrigsten Betriebs- bzw. Treibstoffkosten. Der Einsatz von LNG ist die bislang am wenigsten verbreitete Variante zur Einhaltung der Schwefelgrenzwerte und findet sich nahezu ausschließlich bei Neubauten. Umrüstungen bestehender Schiffe kommen bisher nur in wenigen Ausnahmefällen ohne spezielle finanzielle Förderung vor.

Für die hier durchgeführte Bedarfsabschätzung werden ausschließlich LNG-Neubauten angenommen. Für sämtliche 1.111 Schiffe, die Rostock im Bezugszeitraum angelaufen haben, ist das Schiffsalter bekannt. Wie zuvor dargestellt, wird für Schiffe von mehr als 5.000 GT und Offshore-Schiffe mit einem Ersatz nach 25 Jahren gerechnet, während für die übrigen Schiffe ein Ersatzalter von 50 Jahren angenommen wird. Daraus ergeben sich rechnerisch die bis 2020 bzw. 2025 zu erwartenden Neubauten und die Anteile der bis dahin neu gebauten Schiffe am Bestand.

Für die 67 Rostock im Bezugszeitraum häufig anlaufenden Schiffe zeigen die Tabelle 23 und Tabelle 24 in Doppelspalten jeweils die Anzahl der Schiffe im Größen- und Schiffssegment und den rechnerischen Neubauanteil.

Tabelle 23: Anzahl der Rostock häufig anlaufenden Schiffe und deren Neubauanteil 2020

Schiffssegmente	< 1.000 GT		1.000-5.000 GT		5.000-10.000 GT		10.000-25.000 GT		> 25.000 GT	
	Bestand	Anteil neu	Bestand	Anteil neu	Bestand	Anteil neu	Bestand	Anteil neu	Bestand	Anteil neu
General Cargo	1	100%	3	0%	-	-	-	-	-	-
Tanker	2	50%	-	-	-	-	1	0%	-	-
Bulker	-	-	3	33%	-	-	-	-	1	0%
Cruise/Passenger	2	50%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tug	9	22%	1	0%	-	-	-	-	-	-
Authorities	5	20%	-	-	-	-	-	-	-	-
Service	13	23%	2	0%	-	-	-	-	-	-
Leisure	2	100%	-	-	-	-	-	-	-	-
RoRo	1	0%	1	0%	1	100%	6	83%	12	17%
Offshore	1	100%	-	-	-	-	-	-	-	-

Bis zum Jahr 2025 ist von einem Anstieg der Neubauanteils auszugehen. Tabelle 24 zeigt die entsprechenden Werte für den Basisfall.

Tabelle 24: Anzahl der Rostock häufig anlaufenden Schiffe und deren Neubauanteil 2025

Schiffssegmente	< 1.000 GT		1.000-5.000 GT		5.000-10.000 GT		10.000-25.000 GT		> 25.000 GT	
	Bestand	Anteil neu	Bestand	Anteil neu	Bestand	Anteil neu	Bestand	Anteil neu	Bestand	Anteil neu
General Cargo	1	100%	3	0%	-	-	-	-	-	-
Tanker	2	50%	-	-	-	-	1	0%	-	-
Bulker	-	-	3	66%	-	-	-	-	1	0%
Cruise/Passenger	2	50%	-	-	-	-	-	-	-	-
Tug	9	33%	1	0%	-	-	-	-	-	-
Authorities	5	20%	-	-	-	-	-	-	-	-
Service	13	31%	2	0%	-	-	-	-	-	-
Leisure	2	100%	-	-	-	-	-	-	-	-
RoRo	1	0%	1	0%	1	100%	6	83%	12	17%
Offshore	1	100%	-	-	-	-	-	-	-	-

Auffällig ist in Tabelle 23 und Tabelle 24, dass der zu erwartende Anteil neuer Schiffe insbesondere unter 1.000 GT Schiffsgröße hoch ist, während der mittlere Neubauanteil der größeren Schiffe geringer ist, obwohl hier das Ersatzalter mit 25 statt mit 50 Jahren angenommen wurde.

Für die Gruppe der „Gelegenheitskunden“ zeigt Tabelle 25 die Anzahl der Schiffe im Größen- und Schiffssegment und den rechnerischen Neubauanteil für das Basisszenario 2020:

Tabelle 25: Anzahl der Rostock gelegentlich anlaufenden Schiffe und deren Neubauanteil 2020

Schiffssegmente	< 1.000 GT		1.000-5.000 GT		5.000-10.000 GT		10.000-25.000 GT		> 25.000 GT	
	Bestand	Anteil neu	Bestand	Anteil neu	Bestand	Anteil neu	Bestand	Anteil neu	Bestand	Anteil neu
General Cargo	13	38%	434	2%	75	3%	31	0%	1	0%
Tanker	3	33%	66	0%	33	0%	49	0%	12	0%
Bulker	-	-	6	33%	3	0%	32	3%	66	2%
Cruise/Passenger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tug	41	27%	3	33%	-	-	-	-	-	-
Authorities	25	16%	13	0%	1	0%	-	-	-	-
Service	17	29%	9	25%	-	-	-	-	-	-
Leisure	18	82%	5	60%	-	-	-	-	-	-
RoRo	-	-	1	0%	4	50%	3	33%	7	0%
Offshore	4	50%	3	33%	5	0%	-	-	1	0%

Für 2015 ergeben sich die entsprechenden Anzahlen und Anteile wie in nachfolgender Tabelle 26 dargestellt.

Tabelle 26: Anzahl der Rostock gelegentlich anlaufenden Schiffe und deren Neubauanteil 2025

Schiffssegmente	< 1.000 GT		1.000-5.000 GT		5.000-10.000 GT		10.000-25.000 GT		> 25.000 GT	
	Bestand	Anteil neu	Bestand	Anteil neu	Bestand	Anteil neu	Bestand	Anteil neu	Bestand	Anteil neu
General Cargo	13	54%	434	6%	75	6%	31	0%	1	0%
Tanker	3	33%	66	0%	33	0%	49	2%	12	0%
Bulker	-	-	6	50%	3	0%	32	9%	66	7%
Cruise/Passenger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tug	41	39%	3	33%	-	-	-	-	-	-
Authorities	25	20%	13	8%	1	0%	-	-	-	-
Service	17	47%	9	25%	-	-	-	-	-	-
Leisure	18	88%	5	60%	-	-	-	-	-	-
RoRo	-	-	1	0%	4	50%	3	66%	7	0%
Offshore	4	50%	3	33%	5	0%	-	-	1	0%

Das Ersatzalter und die damit verbundenen Neubauanteile sind in dieser LNG-Bedarfsabschätzung über alle Szenarien konstant gehalten. Differenziert wird in den Szenarien jedoch der LNG-Anteil unter den Neubauten. Die Annahmen für die drei Szenarien „Basis“, „Niedrig“ und „Hoch“ werden im Folgenden beschrieben.

Szenario „Basis“

In den Segmenten „Bulker“, „Tug“, „Authorities“, „Service“ und „Leisure“ bleibt der LNG-Anteil bei Neubauten mit 5 % über die untersuchten Zeiträume bis 2020 und bis 2025 konstant. Anders sieht es in den Segmenten „General Cargo“, „Tanker“ und „Offshore“ aus. Hier wird bis 2020 von einem LNG-Anteil von 5% und bis 2025 von 10% ausgegangen. Bei „RoRo“ und „Kreuzfahrer“ sind die LNG-Anteile im Neubau sogar 10% bis 2020 und 25% bis 2025.

Szenario „Niedrig“

Im Szenario „Niedrig“ bleibt in den Segmenten „Bulker“, „Tug“, „Authorities“, „Service“ und „Leisure“ der LNG-Anteil bei Neubauten bis 2025 bei 2 % konstant. In den Segmenten „General Cargo“, „Tanker“ und „Offshore“ nimmt der LNG-Anteil von 2% bis 2020 auf 5% bis 2025 zu. Bei „RoRo“ und „Kreuzfahrer“ wird im Szenario „Niedrig“ von einem LNG-Anteil im Neubau von 5% bis 2020 und 10% bis 2025 ausgegangen.

Szenario „Hoch“

Im Szenario „Hoch“ liegt der LNG-Anteil bei Neubauten in den Segmenten „Bulker“, „Tug“, „Authorities“, „Service“ und „Leisure“ bis 2025 konstant bei 5%. In den Segmenten „General Cargo“, „Tanker“ und „Offshore“ wachsen die LNG-Anteile im Neubau von 5% bis 2020 stark auf 15% bis 2025 an. Bei „RoRo“ und „Kreuzfahrer“ wird sogar von einem Anstieg des LNG-Anteils im Neubau von 15% bis 2020 auf 30% bis 2025 ausgegangen.

9.4 Abschätzung der Nachfrage nach LNG als Schiffstreibstoff in Rostock (2020/2025)

Wie Eingangs in Kapitel 9 dargelegt, erfolgt die Abschätzung der Nachfrage nach LNG als Schiffstreibstoff in Rostock in vier Schritten. Aus dem Status Quo des Schiffsverkehrs nach und von Rostock, einer Abschätzung der Verbrauchsentwicklung und einer Abschätzung der Marktdurchdringung von LNG als Schiffstreibstoff in verschiedenen Szenarien ergibt sich rechnerisch der voraussichtliche LNG-Gesamtbedarf der Rostock anlaufenden Schiffe. Während die in den vorigen Kapiteln genannten Verbrauchsmengen in t HFO_{eq} angegeben sind, erfolgt in diesem Kapitel die Angabe in t LNG_{eq}, wobei für die Umrechnung Heizwerte von 40,4 MJ/kg für HFO und 48,0 MJ/kg für LNG angenommen werden.

Nachfolgende Tabelle 27 und Tabelle 28 zeigen den für Rostock relevanten Gesamtbedarf an LNG für die Jahre 2020 und 2025 im Basisszenario. Entsprechende Tabellen für die Szenarien „Niedrig“ (A-13.N, A-14.N) und „Hoch“ (A-13.H, A-14.H) befinden sich im Anhang.

Tabelle 27: Für Rostock relevanter LNG-Bedarf 2020 im Basisszenario [t LNG_{eq}/a]

Schiffssegmente	< 1.000 GT	1.000-5.000 GT	5.000-10.000 GT	10.000-25.000 GT	> 25.000 GT	Summe
General Cargo	46	354	287	0	0	688
Tanker	20	0	0	0	0	20
Bulker	0	151	0	150	289	590
Cruise/Passenger	137	0	0	4.981	19.338	24.456
Tug	152	42	0	0	0	195
Authorities	45	0	0	0	0	45
Service	59	74	0	0	0	132
Leisure	51	42	0	0	0	94
RoRo	0	0	808	6.708	2.559	10.075
Offshore	15	99	0	0	0	114
Summe	526	762	1.095	11.839	22.186	36.408

Tabelle 28: Für Rostock relevanter LNG-Bedarf 2025 im Basisszenario [t LNG_{eq}/a]

Schiffssegmente	< 1.000 GT	1.000-5.000 GT	5.000-10.000 GT	10.000-25.000 GT	> 25.000 GT	Summe
General Cargo	136	2.222	1.190	0	0	3.548
Tanker	39	0	0	400	0	439
Bulker	0	242	0	427	960	1.629
Cruise/Passenger	385	0	1.188	17.074	64.851	83.498
Tug	221	42	0	0	0	264
Authorities	52	48	0	0	0	100
Service	88	74	0	0	0	162
Leisure	57	44	0	0	0	101
RoRo	0	0	2.366	21.496	7.492	31.354
Offshore	30	195	0	0	0	225
Summe	1.009	2.867	4.744	39.398	73.303	121.321

Zur Abschätzung der tatsächlichen Nachfrage nach LNG in Rostock muss noch ein weiterer Aspekt berücksichtigt werden: In welchem Hafen werden die Schiffe LNG aufnehmen? Fast alle eine mögliche

LNG-Nachfrage begründenden Schiffe laufen vor- und nachgelagerte Häfen an. Relevant ist hier der Blick auf die Gruppen „Häufige“ und „Kreuzfahrer“.

„Häufige“

Insgesamt haben die 67 Schiffe, die sich 2014/15 häufig in Rostock aufgehalten haben, im Untersuchungszeitraum 129 Häfen angelaufen. Von ihnen liegen 77 an der Ostsee, in Norwegen oder an der deutschen Nordseeküste, wären also ggf. zum Bunkern erreichbar.

Der regelmäßige Fährverkehr zwischen Rostock und Gedser erreicht die meisten Anläufe. Im Untersuchungszeitraum pendelten die KRONPRINS FREDERIK und die PRINS JOACHIM hier fast 3.200 Mal hin und her. Die 25 Häfen, die danach am häufigsten angelaufen wurden, zeigt nachfolgende Tabelle 29.

Tabelle 29: Vor- und nachgelagerte Häfen der Rostock häufig anlaufenden Schiffe

Port	Anläufe gesamt	direkt davor	direkt danach
Trelleborg	3216	2045	2083
Stralsund	661	20	18
Hamburg	412	2	4
Helsingborg	315	4	
Lubeck	253	34	36
Hirtshals	218	1	
Aarhus	212	79	89
Helsinki (Helsingfors)	169	90	90
Swinoujscie	168	5	5
Wismar	144	104	107
Kiel	110	60	51
Goteborg	93	19	40
Aalborg	80	11	15
Kronshtadt	77	7	
Raumo (Rauma)	76	9	9
Grimsby	65		1
Eemshaven	59	35	26
Bremerhaven	52	6	5
Vlissingen	47		
Zeebrugge	47		
Saint Petersburg	46		
Wilhelmshaven	44	2	2
Landskrona	41	29	37
Cuxhaven	34	7	5
Oslo	31	15	22

Wie die Tabelle 29 zeigt, ragt Trelleborg mit der bei weitem größten Zahl an Anläufen heraus. Gut 2.000 Mal pendelten im Untersuchungszeitraum im Wesentlichen die Fährschiffe MECKLENBURG-VORPOMMERN, SKANE, HUCKLEBERRY FINN und TOM SAWYER direkt zwischen Rostock und Trelleborg. In etwa 1.200

Fällen wurde zwischen Trelleborg und Rostock bzw. umgekehrt noch ein weiterer Hafen angelaufen. Aus Sicht häufiger direkt vor- oder nachgelagerter Anläufe und relativ hohem Verbrauch auf der entsprechenden Strecke kommen Helsinki und Aarhus als weitere Wettbewerber Rostocks in der LNG-Versorgung Rostock anlaufender Schiffe in Frage. Alle anderen aufgelisteten Häfen stellen mit Blick auf die Gruppe der „Häufigen“ für Rostock keine größere Bedrohung dar.

„Kreuzfahrer“

Insgesamt haben die 30 größeren Kreuzfahrtschiffe, die sich 2014/15 häufig in Rostock aufgehalten haben, während der Sommersaison (Mai bis Oktober) 220 Häfen angelaufen. Von ihnen liegen 30 an der Ostsee, teilweise in Norwegen oder an der deutschen Nordseeküste, wären also ggf. zum Bunkern erreichbar. Die 25 Häfen, die am häufigsten angelaufen wurden, zeigt nachfolgende Tabelle 30.

Tabelle 30: Vor- und nachgelagerte Häfen der Rostock anlaufenden Kreuzfahrtschiffe

Port	Anläufe gesamt	direkt davor	direkt danach
Kronshtadt	353	7	
Stockholm	305	32	14
Saint Petersburg	179		
Tallinn	173	2	71
Kobenhavn	173	55	37
Mariehamn (Maarianhamina)	164		
Helsinki (Helsingfors)	163	6	4
Bergen	83		6
Southampton	78		2
Amsterdam	63	5	2
Barcelona	61		
Civitavecchia	57		
Oslo	46	9	1
Marseille	42		
Lisboa	38		
Stavanger	34		
Alesund	33		
Gibraltar	28		
Zeebrugge	27	4	1
Valletta	26		
Napoli	26		
Savona	26		
Livorno	25		
Dover	25		
Dublin	24		

Wie die Tabelle zeigt, sind die Kreuzfahrtschiffe während der Sommersaison im gesamten Ostseeraum von Stockholm über St. Petersburg (dazu gehört das vorgelagerte Kronstadt) und Tallinn bis nach Kopenhagen unterwegs. Da es sich in der Regel um Rundreisen handelt, kann sich grundsätzlich in allen häufig angelaufenen Häfen eine Konkurrenz zu Rostock als LNG-Versorger etablieren. Von besonderer Bedeutung sind dabei St. Petersburg (mit Kronstadt) und Stockholm, da hier bereits LNG-Infrastruktur existiert.

Ist in den vor- bzw. nachgelagerten Häfen LNG-Infrastruktur vorhanden, wird neben operativen Aspekten (LNG-Bedarf bis zum Erreichen der nächsten Tankmöglichkeit, verfügbare Zeit im Hafen) vor allem der Preis eine Rolle spielen. Da derzeit weder für Rostock noch für andere Häfen der Ostsee belastbare Preisangaben für LNG-Lieferungen für 2020 bzw. 2025 verfügbar sind, wird hier zunächst vereinfachend von Preisgleichheit ausgegangen, so dass für Rostock kein spezifischer Vor- oder Nachteil entsteht. Damit liegt die LNG-Nachfrage in Rostock unter dem Bedarf der Rostock anlaufenden Schiffe. Zu differenzieren ist der anzuwendende Abschlag nach den Schiffsgruppen („Häufige“, „Kreuzfahrer“, „Gelegenheitskunden“). Ein Zuschlag für Rostock bisher nicht anlaufende Schiffe, die künftig Rostock anlaufen würden, weil hier LNG-Infrastruktur verfügbar ist, scheint hingegen wenig plausibel und wird daher nicht angenommen. Um die Annahmen über die Anteile Rostocks am im Jahresverlauf gebunkerten LNGs der einzelnen Schiffssegmente und –größen greifbarer zu machen, beziehen sich die in nachfolgender Tabelle 31 gezeigten Anteile auf den Verbrauch der Schiffe in der SECA Ost- und Nordsee, nicht auf den Jahresgesamtverbrauch. Dem liegt die Annahme zu Grunde, dass Rostock nur für diesen Bereich ein relevanter Bunkerstandort ist und Schiffe, die von außerhalb der SECA Rostock anlaufen bzw. nach einem Aufenthalt in Rostock die SECA verlassen (etwa Panmax-Bulker), im Saldo kein LNG in die SECA importieren oder exportieren. Für die saisonal operierenden Kreuzfahrtschiffe (Mai bis Oktober in Ost- und Nordsee, Rest der Jahres in Karibik, Mittlerem Osten und Südostasien) ist so nur die Sommersaison relevant. Fahren hingegen sind durch Ihre deutlich über 90% liegenden SECA-Anteile nahezu voll adressierbar. Eine Differenzierung für 2020 und 2025 wird nicht vorgenommen, da keine belastbaren Erkenntnisse über unterschiedliche Planungsstände in Rostock bzw. alternativen Häfen vorliegen. Auch eine Differenzierung über Schiffsgrößen wäre nur scheinbar eine Verbesserung der Abschätzungsgenauigkeit.

Tabelle 31: Anteil Rostock am relevanten gebunkerten LNG 2020/2025 [%]

Schiffssegmente	Häufige	Gelegenheitskunden
General Cargo	50%	25%
Tanker	50%	15%
Bulker	50%	15%
Cruise/Passenger	50%	25%
Tug	50%	15%
Authorities	100%	15%
Service	100%	15%
Leisure	100%	15%
RoRo	50%	25%
Offshore	50%	15%

In der Gruppe „Häufige“ kann angenommen werden, dass Schiffe der Segmente „Authorities“, „Service“ und „Leisure“ fast ausschließlich in Rostock bunkern. Daher ist hier der Anteil Rostocks mit 100% angenommen. Für die übrigen Rostock häufig anlaufenden Schiffe kann sich in vor- und nachgelagerten Häfen eine alternative Möglichkeit zur LNG-Bebunkerung ergeben. Hier ist daher ein Anteil Rostocks in Höhe von 50% angenommen.

Auch in der Gruppe der Rostock nicht häufig anlaufenden Schiffe ist eine Differenzierung nach Segmenten sinnvoll. 25% Anteil werden angenommen für „General Cargo“, „RoRo“ und „Cruise“. Der entsprechende Abschlag spiegelt wider, dass die Schiffe eine größere Zahl anderer Häfen anlaufen und

auch dort Möglichkeiten zu LNG-Bebunkerung haben können. Schiffe der übrigen Segmente laufen Rostock, sofern sie nicht zur Gruppe „Häufige“ gehören, noch seltener an. Daher wird hier ein Anteil Rostocks von 15% bezogen auf den jährlichen LNG-Verbrauch in SECAs angenommen.

Aus relevantem LNG-Bedarf und dem Anteil Rostocks am relevanten gebunkerten LNG ergibt sich die Abschätzung der LNG-Nachfrage in Rostock. Differenziert sind hier in der Darstellung die drei Szenarien und jeweils die Jahre 2020 und 2025.

Szenario „Basis“

Im Basisszenario ergibt sich die in nachfolgender Tabelle 32 dargestellte Nachfrage nach LNG als Schiffstreibstoff im Hafen Rostock.

Tabelle 32: LNG-Nachfrage Rostock 2020 Basisfall [t LNG_{eq}/a]

Schiffssegmente	< 1.000 GT	1.000-5.000 GT	5.000-10.000 GT	10.000-25.000 GT	> 25.000 GT	Summe
General Cargo	11	66	16	0	0	93
Tanker	6	0	0	0	0	6
Bulker	0	36	0	6	8	50
Cruise/Passenger	33	0	0	357	1.372	1.762
Tug	25	2	0	0	0	27
Authorities	21	0	0	0	0	21
Service	29	10	0	0	0	39
Leisure	13	5	0	0	0	17
RoRo	0	0	259	3.038	1.259	4.556
Offshore	3	15	0	0	0	18
Summe	141	133	275	3.401	2.640	6.589

Für das Jahr 2025 gelten die in Tabelle 33 dargestellten Zahlen:

Tabelle 33: LNG-Nachfrage Rostock 2025 Basisfall [t LNG_{eq}/a]

Schiffssegmente	< 1.000 GT	1.000-5.000 GT	5.000-10.000 GT	10.000-25.000 GT	> 25.000 GT	Summe
General Cargo	32	413	65	0	0	510
Tanker	12	0	0	39	0	51
Bulker	0	63	0	16	27	106
Cruise/Passenger	90	0	43	1.224	4.602	5.959
Tug	37	2	0	0	0	39
Authorities	22	6	0	0	0	27
Service	41	10	0	0	0	51
Leisure	13	5	0	0	0	18
RoRo	0	0	758	9.356	3.688	13.802
Offshore	6	29	0	0	0	35
Summe	252	527	866	10.635	8.317	20.599

Auffällig ist, dass die abgeschätzte Nachfrage sich von 2020 bis 2025 in etwa verdreifacht. Dies basiert im Wesentlichen auf der Annahme einer zunächst sehr begrenzten, dann in einzelnen Segmenten an Schwung gewinnenden Marktdurchdringung von LNG als Schiffstreibstoff.

Die Nachfrage wird jeweils im Wesentlichen von Fähren und Kreuzfahrtschiffen begründet. Diese beiden Segmente haben das Potenzial, eine Grundlast für LNG-Infrastruktur in Rostock zu bilden. Nachgeordnet ist als weiteres Einzelsegment „General Cargo“ zu nennen. Beim aufsummierten LNG-Bedarf für dieses Segment gilt aber zu bedenken, dass es sich um sehr viele kleine Einheiten handelt.

Alle übrigen Segmente sind trotz einer zum Teil großen Zahl an Schiffen für sich genommen und auch in Summe begrenzte LNG-Nachfrager. Sie können ein Zusatzgeschäft bieten, rechtfertigen für sich genommen aber wohl nicht den Aufbau von LNG-Infrastruktur.

Szenario „Niedrig“

Im Szenario „Niedrig“ ergibt sich für die Jahre 2020 und 2025 die in nachfolgenden Tabelle 34 und Tabelle 35 gezeigte LNG-Nachfrage in Rostock.

Tabelle 34: LNG-Nachfrage Rostock 2020 „Niedriges Wachstum“ [t LNG_{eq}/a]

Schiffssegmente	<1.000 GT	1.000-5.000 GT	5.000-10.000 GT	10.000-25.000 GT	>25.000 GT	Summe
General Cargo	4	26	6	0	0	36
Tanker	2	0	0	0	0	2
Bulker	0	14	0	2	3	19
Cruise/Passenger	15	0	0	166	638	819
Tug	10	1	0	0	0	10
Authorities	8	0	0	0	0	8
Service	11	4	0	0	0	14
Leisure	5	2	0	0	0	7
RoRo	0	0	121	1.425	591	2.137
Offshore	1	6	0	0	0	7
Summe	56	52	128	1.593	1.232	3.060

Tabelle 35: LNG-Nachfrage Rostock 2025 „Niedriges Wachstum“ [t LNG_{eq}/a]

Schiffssegmente	<1.000 GT	1.000-5.000 GT	5.000-10.000 GT	10.000-25.000 GT	>25.000 GT	Summe
General Cargo	16	199	31	0	0	246
Tanker	6	0	0	18	0	24
Bulker	0	24	0	6	10	40
Cruise/Passenger	32	0	15	424	1.594	2.064
Tug	13	1	0	0	0	14
Authorities	8	2	0	0	0	10
Service	15	4	0	0	0	19
Leisure	5	2	0	0	0	6
RoRo	0	0	268	3.304	1.302	4.874
Offshore	3	13	0	0	0	16
Summe	96	245	313	3.752	2.906	7.313

Szenario „Hoch“

Im Szenario „hoch“ ergibt sich für die Jahre 2020 und 2025 die in nachfolgenden Tabelle 36 und Tabelle 37 gezeigte LNG-Nachfrage in Rostock.

Tabelle 36: LNG-Nachfrage Rostock 2020 „Hohes Wachstum“ [t LNG_{eq}/a]

Schiffssegmente	<1.000 GT	1.000-5.000 GT	5.000-10.000 GT	10.000-25.000 GT	>25.000 GT	Summe
General Cargo	12	70	17	0	0	99
Tanker	8	0	0	0	0	8
Bulker	0	39	0	6	9	54
Cruise/Passenger	48	0	0	541	2.080	2.669
Tug	26	2	0	0	0	27
Authorities	21	0	0	0	0	21
Service	31	11	0	0	0	41
Leisure	13	5	0	0	0	17
RoRo	0	0	398	4.678	1.939	7.016
Offshore	3	15	0	0	0	18
Summe	161	141	415	5.226	4.028	9.971

Tabelle 37: LNG-Nachfrage Rostock 2025 „Hohes Wachstum“ [t LNG_{eq}/a]

Schiffssegmente	< 1.000 GT	1.000-5.000 GT	5.000-10.000 GT	10.000-25.000 GT	> 25.000 GT	Summe
General Cargo	55	706	112	0	0	873
Tanker	26	0	0	84	0	110
Bulker	0	75	0	19	32	126
Cruise/Passenger	109	0	53	1.501	5.640	7.303
Tug	38	2	0	0	0	40
Authorities	22	6	0	0	0	28
Service	48	12	0	0	0	60
Leisure	14	5	0	0	0	19
RoRo	0	0	959	11.841	4.668	17.467
Offshore	9	45	0	0	0	54
Summe	321	850	1.124	13.444	10.340	26.079

Sensitivität

Der Blick auf den Rechenweg zur Ermittlung der voraussichtlichen LNG-Nachfrage in Rostock zeigt die Sensitivitäten:

Status quo der Schiffsanläufe und Jahresverbräuche der entsprechenden Schiffe sind nahezu unzweifelhaft. Die Fehlermarge dürfte um 5% liegen, also kaum Einfluss auf die Nachfrageprognose haben.

Die Entwicklung der Verbräuche als Kombination von Transportbedarf und Effizienzgewinnen aus Neubau und Betrieb weist bereits eine größere Unsicherheit auf. Wir schätzen die Fehlermarge des Basisszenarios auf etwa 10%, kompensieren hier jedoch durch die beiden zusätzlichen Szenarien.

Die Abschätzung der LNG-Anteile am künftigen Verbrauch birgt eine deutlich größere Unsicherheit. Zwar lässt sich aus heutiger Sicht mit einiger Gewissheit sagen, dass die LNG-Nachfrage aus Neubauten, nicht aus dem Umbau von Bestandsschiffen getragen sein wird, doch hängen die Durchdringungsraten von einer Vielzahl von Unsicherheitsfaktoren ab. Dazu zählen aus Sicht der Reedereien neben der Entwicklung der Regulierung in erster Linie die sichere Verfügbarkeit von LNG, die Preisentwicklung von LNG relativ zu HFO und schwefelarmen konventionellen Treibstoffen und die technische wie kostenseitige Entwicklung der erforderlichen Technologien. Die Fehlermarge der LNG-Marktdurchdringung dürfte über alle Segmente hinweg bei 50% liegen.

Der vierte Unsicherheitsfaktor ist der Anteil des relevanten LNG-Bedarfs, der in Rostock gedeckt wird. Die Differenzierung in „Häufige“ und „Gelegenheitskunden“ hilft hier die Unsicherheit einzugrenzen. Wir schätzen hier die Fehlermarge auf 25%.

Fazit

Über alle Szenarien hinweg fällt auf, dass signifikante LNG-Nachfrage in Rostock nur dann entstehen wird, wenn Fähren und Kreuzfahrtschiffe künftig LNG als Treibstoff nutzen. Mehr als 90% der Nachfrage wird voraussichtlich in allen Szenarien und Zeitpunkten aus diesen beiden Segmenten stammen. Sie können damit die Grundlast darstellen. Dabei werden die etwa 30 relevanten Kreuzfahrtschiffe und etwa 15 Fähren von einer begrenzten Zahl an Reedereien betrieben. Im Kreuzfahrtsegment sind dies Carnival, Royal Caribbean, Norwegian Cruise Lines und MSC. Im Fährsegment sind dies Scandlines, Stena Line, TT-Line und Finnlines. Angesichts der starken Abhängigkeit des möglichen LNG-Geschäftes in Rostock von diesen Reedereien, sollte mit diesen Unternehmen über geplante Flottenentwicklung und den möglichen Einsatz von LNG gesprochen werden.



Alle übrigen Segmente können ebenfalls LNG-Nachfrage begründen, allerdings sind die Mengen voraussichtlich zumindest bis 2025 nicht groß genug, um aus sich heraus den Aufbau von LNG-Infrastruktur in Rostock zu rechtfertigen.

Die Größenordnung des LNG Bedarfs lässt sich mit Hilfe der gewählten Szenarien gut abschätzen. Gleichzeitig ist klar, dass Einzelentscheidungen im begrenzten Markt Rostock die Nachfrage sehr stark beeinflussen und das Bild sofort in die eine oder andere Richtung ändern können. Das direkte Gespräch kann hier helfen, den Lösungsraum zur Abschätzung des zukünftigen LNG-Bedarfs einzugrenzen.

10 RISIKOANALYSE

10.1 Angewandte Methodik

Um mögliche zusätzliche Risiken durch das Bunkern von LNG zu den bisherigen Aktivitäten im Hafen von Rostock abschätzen zu können, wurden mögliche Gefährdungssituationen für genannte Liegeplätze und Bunkermodi identifiziert und bewertet. Bei der Analyse der Risiken wurden sicherheitstechnische Anforderungen nach dem Stand der Technik berücksichtigt und Anforderungen an die Verwendung von zusätzlichen sicherheitstechnischen Maßnahmen und die Einrichtung an Sicherheits- und Sicherungszonen ermittelt.

Zu Beginn der Analyse wurden unter Berücksichtigung der allgemeinen Anforderungen (siehe Kapitel 11.1) erforderliche Maßnahmen zur Durchführung eines sicheren LNG Bunkervorganges in Abhängigkeit des Bunkerortes (Liegeplatz) und der Bunkermethode definiert. Folgende ergänzende Kriterien wurden berücksichtigt:

- Verkehrssicherheit (Art und Anzahl des passierenden Schiffsverkehrs, Fahrwassergeometrie und nautisch / navigatorische Besonderheiten)
- Umliegende landseitige Infrastruktur / Installationen
- Güterumschlag am Liegeplatz / in der Umgebung des Liegeplatzes (Gütertyp, Art des Umschlages, Mengen)
- Eignung des Liegeplatzes für die genannten Bunkermodi
- Schiffstypen am Liegeplatz

Mögliche Gefährdungsszenarien wurden in drei verschiedenen vom DNV GL moderierten Expertenworkshops identifiziert (Gefahrenidentifikation; engl.: Hazard Identification; HAZID). Die HAZID's wurden in Form einer Fehlermöglichkeit und Einflussanalyse FMEA nach IEC 60812 durchgeführt, die neben der Identifikation von Gefahrensituationen eine qualitative Einordnung des Gefährdungspotentials und, falls erforderlich, die Empfehlung weiterer Sicherheitsmaßnahmen vorsieht. Folgende HAZID Workshops wurden durchgeführt:

- Prozess HAZID: In der Prozess HAZID wurden Fehler des Bunkerprozesses identifiziert. Diese können auf unplanmäßigen Abweichungen von Prozessparametern oder auf Versagen von Komponenten beruhen. Fokus der Betrachtung sind mögliche Personengefährdungen aufgrund von Gasleckagen in flüssigen Aggregatzustand (LNG) und gasförmigen Aggregatzustand (NG) (siehe Anhang A 2).
- Gleichzeitige Operationen, SIMOPS HAZID: Gleichzeitige Operationen (engl. Simultaneous OperationS, SIMOPS) sind Tätigkeiten die im Einflussbereich der LNG Bebungung durchgeführt werden. Während der SIMOPS HAZID wurden mögliche Störungen des LNG Bunkervorganges durch die SIMOPS diskutiert. Im Fokus standen hierbei mögliche mechanische Beschädigungen des LNG Bunkerequipments und daraus resultierende LNG und NG Leckagen (siehe Anhang A 3).
- Navigations HAZID: In der Navigations HAZID wurden zum einen die sichere Navigation des LNG Tankschiffes und eines Bunkerschiffes im Aquatorium Rostock untersucht. Zum anderen wurde identifiziert, welche Störungen seeseitig eine sichere LNG Betankung an den untersuchten Liegeplätzen beeinträchtigen können (siehe Anhang A 4).

Ziele der HAZID Sessions waren:

- Aufzeigen der technischen und organisatorischen Maßnahmen, die gemäß Stand der Technik bereits vorgesehen werden um Vorfälle zu verhindern oder deren Konsequenzen zu reduzieren.
- Identifikation weiterer Sicherheitsmaßnahmen um eine sichere Bebungung zu gewährleisten (falls erforderlich).
- Identifikation von Szenarien, die bei der quantitativen Bestimmung des Personenrisikos Berücksichtigung finden müssen.

Die qualitative Beurteilung erfolgte während der HAZID's durch die anwesenden Experten anhand abgestimmter Bewertungskriterien (s. Anhang A 1). Hierbei wurden die Schwere der Konsequenzen, die Auftretenshäufigkeit des Fehlerszenarios und die Möglichkeit einer Detektion (bspw. visuell oder durch automatischen Alarm) qualitativ bewertet. Zudem wurden Szenarien ermittelt, die für eine quantitative Betrachtung zum Zwecke der Definition von Sicherheitsabständen zu berücksichtigen sind.

Die Quantifizierung der Gefährdungen erfolgte nach Auswertung der HAZID Ergebnisse mittels der Software „PHAST“. Mittels PHAST können zum einen Ausbreitungsrechnungen für Einzelszenarien durchgeführt werden, um maximalen Ausbreitungen von möglichen zündfähigen Gaswolken zu bestimmen (deterministisch).

PHAST ermöglicht zum anderen probabilistische Betrachtungen des Gefährdungsrisikos. Hierzu werden mögliche Leckageszenarien definiert und entsprechende Leckagehäufigkeiten aus der Literatur eingegeben. PHAST berechnet dann das Gesamtrisiko und stellt dieses in Form von Risikokonturen dar.

Das Ergebnis der quantitativen Risikobetrachtung ist eine Darstellung des Personenrisikos in Form von Risikokonturen (siehe Beispiel in Abbildung 22). Die Konturen geben Risikobereiche um eine Anlage an, in denen mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit das Risiko für einen ungeschützten Menschen Opfer eines durch die Anlage bedingten tödlichen Unfalls zu werden besteht (jährliche Sterblichkeitsrate). So bedeutet z.B. eine Risikokontur von 10^{-4} , dass ein Mensch, der sich dauerhaft ein Jahr innerhalb dieser Kontur aufhält mit einer Wahrscheinlichkeit von 10^{-4} Opfer eines tödlichen Unfalls wird.

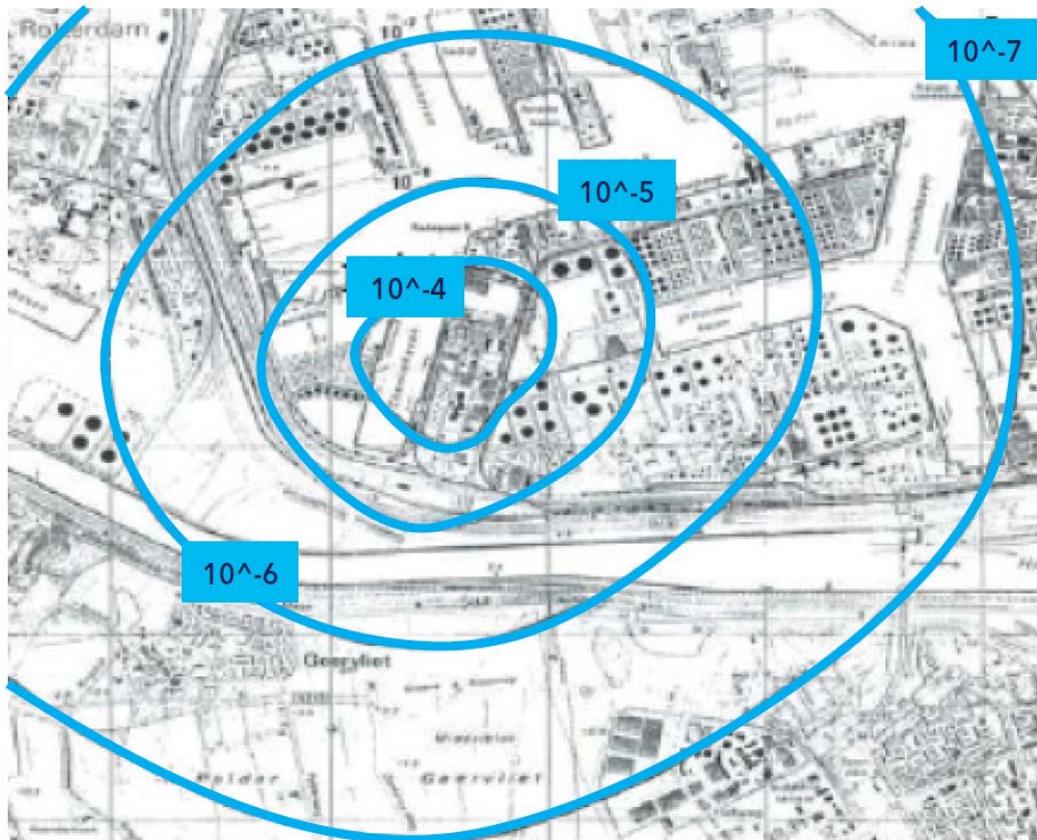


Abbildung 22: Beispielhafte Risikokonturen (jährliche Sterblichkeitsrate) um eine Industrieanlage.

Die Risikokonturen werden genutzt um unter Berücksichtigung der Risikoakzeptanzwerte im Seehafen Rostock (siehe Anhang A 1) Mindestsicherheitsabstände zum Schutz von Personen zu bestimmen. Mindestabstände und ggf. Liegeplatzspezifische höhere Anforderungen sind in A 13 Liegeplatzspezifische Anforderungen hinterlegt. Hier ist auch dokumentiert welche Rahmenparameter einzuhalten sind (ggf. erhöhte Anforderungen) oder ob bestimmte Bunkermethoden an einigen Liegeplätzen komplett ausgeschlossen sind.

10.2 Geltungsbereich der Analyse

Die Analyse erfolgt basierend auf dem Standort Hafen Rostock, mit den hier vorherrschenden Bedingungen. Die Ergebnisse der Analyse gelten für:

- Liegeplätze des Seehafens Rostock
- Umwelt- und Klimabedingungen in Rostock
- Betankungen von Seeschiffen mit LNG, die die Anforderungen von LNG als Schiffsbrennstoff erfüllen (siehe Kapitel 11.1.1)

- Betankung mit geeigneten Bunkerschiffen, Tanklastwagen, Tankkesselwagons, LNG Tankcontainern und Rohrleitungen (siehe Kapitel 11.1.3)
- Verwendung von geeigneter Bunkerausrüstung (Entspricht funktionalen Anforderungen gemäß ISO TS 18683; siehe Anhang A 10)
- Einhaltung der allgemeinen und liegeplatzspezifischen Anforderungen an Prozeduren und Ausrüstung
- Prozessparameter liegen innerhalb der in Kapitel 11.1.4 beschriebenen Grenzen.
- Risikoakzeptanz gemäß Anhang A 1

Ausdrücklich ausgeschlossen im Betrachtungsbereich sind

- Krieg oder Terror
- Sabotage
- Nichtbeachtung der erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen (Grobe Fahrlässigkeit)
- Verwendung von ungeeigneter Ausrüstung (Grobe Fahrlässigkeit)

10.3 Grenzen der Analyse

Die nachfolgenden Punkte können eine erneute Verifizierung oder eine Ergänzung der Analyse erforderlich machen:

- Verwendung von Ausrüstung welche nicht den Spezifikationen gemäß Kapitel 10.2 entsprechen
- Abweichung von den betrachteten Standardbunkerprozeduren oder -prozessparametern
- Erfahrungen aus Beinahevorfällen
- Änderung der baulichen Infrastruktur (Straßen, Bahnlinien oder Gebäude)
- Zunahme der Bunkeraktivitäten (siehe Kapitel 10.9)

Das Risiko ist ein Produkt aus Eintrittshäufigkeit und Konsequenz. Der Faktor Eintrittshäufigkeit wird durch die Ausfallhäufigkeit der Komponenten bestimmt, welche proportional zur Anzahl der Bunkervorgänge und der Bunkerzeit ist. Die Überschreitung der in

Tabelle 42 angenommenen jährlichen Bunkerzeiten würde eine Erweiterung der Risikokonturen bedeuten und damit auch die erforderlichen Sicherheitsabstände an den Liegeplätzen erhöhen.

10.4 Gefahrenidentifikation (HAZID)

Ziel der Risikobetrachtung ist die Identifikation und Bewertung von Gefährdungsszenarien, die während der standardmäßigen LNG Bebungung entstehen können. Der Fokus steht hierbei auf Fehlerszenarien, die zur ungewollten Freisetzung von Erdgas in gasförmiger und verflüssigter Form führen und die Konsequenzen für das beteiligte Bunkerpersonal, Beteiligte am Schiff- und Hafenbetrieb und unbeteiligte Dritte haben.

Wie unter Kapitel 6 beschrieben, sind die für die Risikobetrachtung relevanten Standard-Bunkerverfahren definiert durch die Bebungung eines Empfängerschiffes durch

- Ein Bunkerschiff (Schiff zu Schiff; engl.: Ship To Ship; STS)
- Einen LKW (LKW zu Schiff; Truck To Ship; TTS)
- Ein festinstalliertes Rohrleitungssystem (Rohrleitung zu Schiff; engl.: Pier To Ship; PTS)

Aus der Bewertung der Gefährdungsszenarien werden die Machbarkeit und die technischen und organisatorischen Mindestanforderungen abgeleitet, die einen sicheren LNG Bunkervorgang für jedes der drei Standardbunkerszenarien an den Liegeplätzen im Rostocker Hafen ermöglicht. Diese Mindestanforderungen sind bei der Genehmigung des LNG Bunkervorganges durch das Hafen- und Seemannsamt zu berücksichtigen.

Die Gefahrenidentifikation wurde aus drei verschiedenen Perspektiven durchgeführt (siehe 10.1): Aus Sicht des technischen Bunkerprozesses (Prozess HAZID), aus Sicht der gleichzeitig ablaufenden Prozesse um die Bunkerprozesseinrichtungen (SIMOPS HAZID) und aus Sicht des vorbeifahrenden Schiffsverkehrs (Navigations HAZID).

Zusammenfassung Prozess HAZID

Bei der Prozess HAZID wurden Fehlerszenarien untersucht, die bei Abweichungen von den Prozessparametern und Versagen von Komponenten entstehen können. Insgesamt wurden 48 Fehlerszenarien betrachtet und hinsichtlich ihrer Schwere, Häufigkeit und Detektierbarkeit qualitativ bewertet. Insgesamt wurden 17 weitere empfohlene Sicherheitsmaßnahmen erarbeitet. Folgende Szenarien wurden aufgrund ihrer Schwere als schlimmste annehmbare Unfälle identifiziert (Ergebnistabellen mit Fehlerszenarien und Liste weiterer Maßnahmen „Actions“ befinden sich in Anhang A 2):

- Große Leckage aus einem defekten Flansch des LNG LKW's (Szenario 1.1.1-2):
 - Als weitere Maßnahme wurde die Festlegung der Prozeduren für die Notabschaltung und anschließenden Prozesse zur Sicherstellung der Gasfreiheit des Transfersystems (bspw. durch Inertgasspülung in den Tank des Empfängerschiffes) identifiziert (Action Nr. 1)
 - Dieses Szenario wurde als mögliches Referenzszenario für die deterministische Bestimmung der Sicherheitszonen bestimmt (Action Nr. 2)
- Große Leckage aus defekter Bunkerschlauchleitung (Szenarien 1.1.2.2-7; 1.1.2.2-8; 1.1.2.2-9):
 - Dieses Szenario wurde als mögliches Referenzszenario für die deterministische Bestimmung der Sicherheitszonen bestimmt (Action Nr. 2)
 - Für diese Szenarien gilt es zu prüfen, ob Mindestanforderungen/Sicherungsmaßnahmen für den Transfer durch z.B. ADR schon vorgeschrieben sind (bspw. Maßnahmen gegen Wegrollen, Einrichten und Kennzeichnen eines Sicherungsbereiches, PSA etc.) (Action Nr. 4)
 - Es ist eine Sicherungszone einzurichten, um auf den LNG Bunkerprozess hinzuweisen und Sicherheitsabstände zu gewährleisten (Action Nr. 5)

- Bei der Dimensionierung der Sicherungszone muss evtl. Verlust der Ladung des passierenden Verkehrs als mögliche Ursache für mechanische Beeinträchtigung des LNG Bunkersystems beim TTS Bunkern berücksichtigt werden (Action Nr. 6)
- Überschreitung des zulässigen Drucks im Transfersystem aufgrund zu hohen Drucks im Empfängertank (Szenario 1.1.3-3):
 - Zulässige Drücke von Tanksystemen und Transfersystemen sind vor Start des Bunkervorganges abzustimmen und in der Bunkercheckliste festzuhalten (Action Nr. 13)
 - Eine weitere empfohlene Maßnahme ist das Sicherstellen, dass eine Abschaltung bei Erreichen eines definierten kritischen Transferdruckes erfolgt (bspw. automatische Abschaltung der LKW Pumpe etc.) (Action Nr. 14)
- Druckentlastung des Empfängertankes über den Tank der Bunkerquelle im Falle des Ausfalls des Druckregisters:
 - Weitere empfohlene Maßnahme ist, dass beim Versagens des Druckregister im Fall der Bebung eines Drucktanks durch eine Bunkerquelle mit atmosphärischen Tank ein sofortiges Schließen der ESD Ventile sichergestellt wird (Vermeidung Überdruck im atmosphärischen Tank der Quelle durch Zurückdrückendes Gas) (Action Nr. 16)

Zusammenfassung SIMOPS HAZID

Bei der SIMOPS HAZID wurden Fehlerszenarien untersucht, die während parallel ablaufender Prozesse entstehen können. Insgesamt wurden 34 Fehlerszenarien betrachtet und hinsichtlich ihrer Schwere, Häufigkeit und Detektierbarkeit qualitativ bewertet. Insgesamt 23 weitere empfohlene Sicherheitsmaßnahmen wurden erarbeitet. Folgende Szenarien wurden aufgrund ihrer Schwere als schlimmste annehmbare Unfälle identifiziert (Ergebnistabellen mit Fehlerszenarien und Liste weiterer Maßnahmen „Actions“ befinden sich in Anhang A 3):

- Transferschlauch liegt auf den Schienen und wird durch auftretenden Schienenverkehr stark beschädigt (Szenario 1.1-1):
 - Weitere Maßnahmen für dieses Szenario sind die Sicherung und Kennzeichnung der betroffenen Gleisanlagen für den LNG Bunkervorgang und die Sperrung des seeseitigen Gleises für die Dauer des Bunkervorganges zu sperren (Action Nr. 1)
- Beschädigung des Transfersystems durch sich lösende Ladung des vorbeifahrenden Zug- und Straßenverkehrs (Szenario 1.1-2; 1.1-6):
 - Weitere Maßnahme für dieses Szenario ist die ausreichende Bemessung der Sicherungszone, um eine Interaktion mit sich lösender Ladung und dem LNG Bunkerequipment auszuschließen (Action Nr.2)
- Transfersystem wird durch Kollision mit dem vorbeifahrenden Straßenverkehr beschädigt (Szenario 1.1-5). Weitere identifizierte Maßnahmen für dieses Szenario sind:
 - Sicherung und Kennzeichnung der Fahrspuren für den LNG Bunkervorgang (Action Nr. 3)
 - Die Sperrung von Straßen zur Sicherstellung des sicheren Bunkerns von LNG im Hafen ist gesondert zu genehmigen (Action Nr. 4)

- Im Bereichen erhöhten landseitigen Verkehrs (bspw. RoRo Beladung) ist ein Anfahrtschutz für den LNG Bunkertrailer vorzusehen (Action Nr. 5)
- Ausschluss unbeteiligter Dritter aus der Sicherheitszone bei Fähr- und RoRo-Betrieb (Action Nr. 15 und 17)

Zusammenfassung Navigation HAZID

Die Navigations-HAZID wurde für den Bereich des Aquatorium Rostock durchgeführt. Dabei wurde für die LNG-Bunkerfahrzeuge folgende Route angenommen – siehe Abbildung 23.

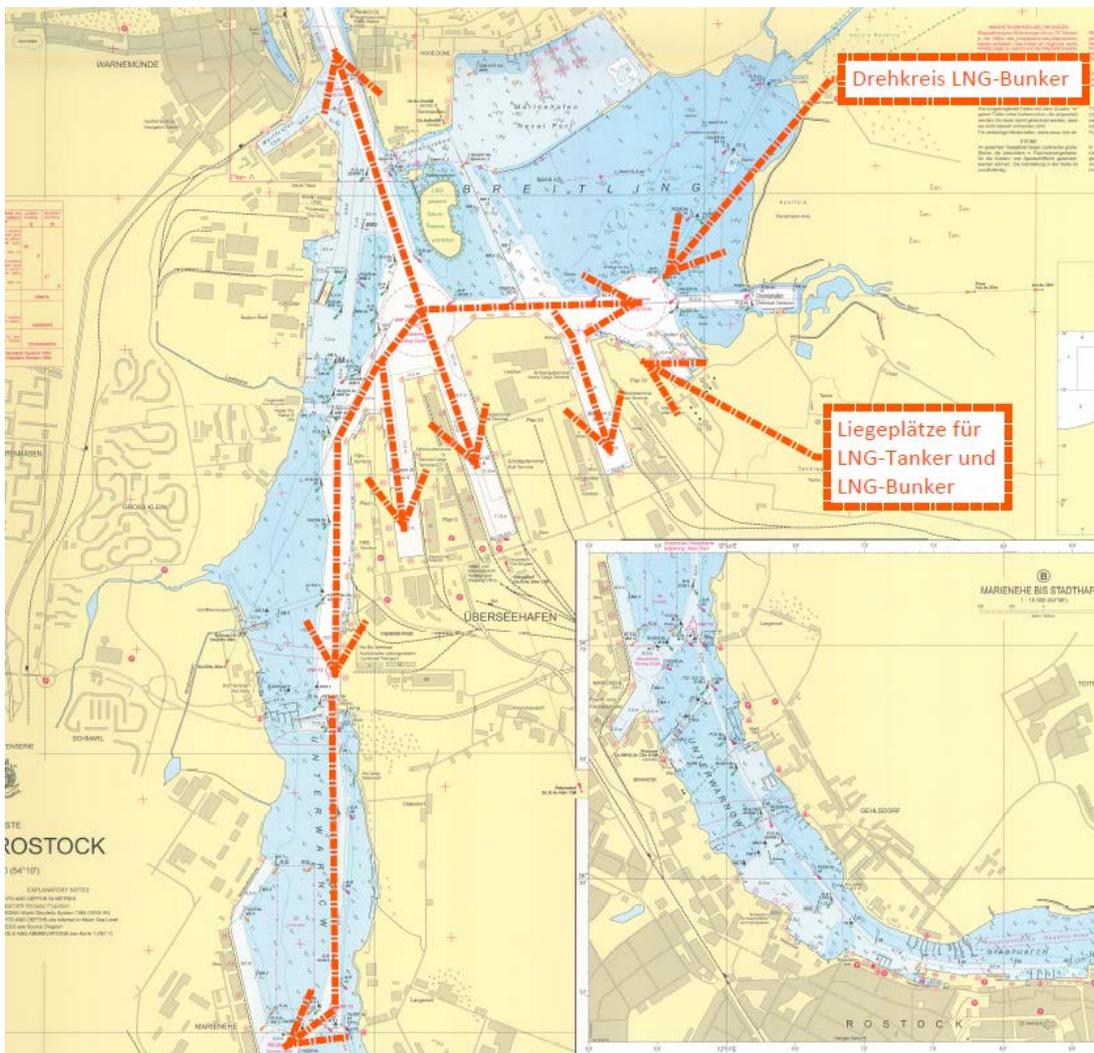


Abbildung 23: Typische Fahrtrouten der LNG-Bunkerfahrzeuge.

Für den LNG Tanker wurde die Fahrtroute entsprechend Abbildung 24 berücksichtigt.

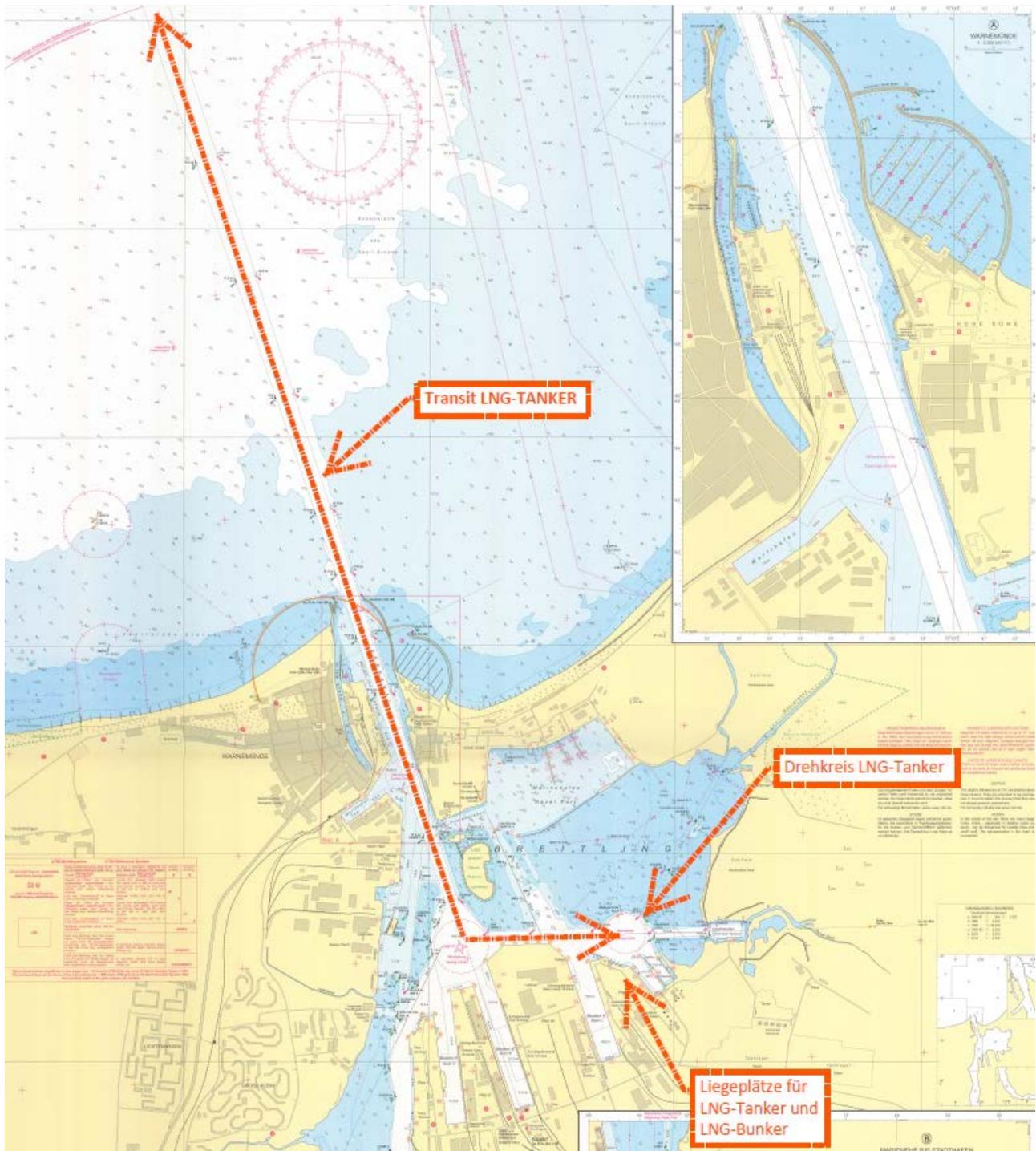


Abbildung 24: Typische Fahrtroute eines LNG-Tankers.

Tabelle 38: Risikomatrix für die Navigation HAZID

Konsequenzen				zunehmende Auftretenswahrscheinlichkeit			
Schwere	Personen	Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks	1	2	3	4
				Szenario ist Maritimen Industrie bereits vorgekommen	Szenario im Unternehmen bereits vorgekommen	Szenario tritt mehrmals im Jahr im Unternehmen auf	Szenario tritt am betrachtetem Ort mehrmals jährlich ein
				sehr selten	selten	gelegentlich	häufig
				Doppelfehler erforderlich	Szenario kann im Hafen auftreten, wird jedoch nicht erwartet	Szenario wird höchstwahrscheinlich im Hafen einmalig auftreten	Szenario tritt jährlich oder häufiger im Hafen auf
				(alle 1000 Jahre)	(alle 100 Jahre)	(alle 10 Jahre)	(jährlich oder häufiger)
0	keine Verletzungen keine Arbeitsunterbrechung	Ohne nennenswerten Einfluss	Kein Schaden				
1	geringfügige Verletzungen lokale Behandlung	Geringe Beeinträchtigung eines Fahrwassers	Geringe strukturelle Beschädigung				
2	geringe Verletzungen reversibel, Ärztliche Versorgung	Teilspernung des Hauptfahrwassers	Bruch der Lösch-, Bunkerverbindungen, erheblicher struktureller				
3	schwere Verletzungen bleibende Beeinträchtigung	Sperrung des Hafens/ Hauptfahrwassers < 1 Tag	Beschädigung des LNG Tank/Gas Austritt				
4	einzelner Todesfall	Sperrung des Hafens/ Hauptfahrwassers < 2 Tage	Beschädigung des LNG Tank/Gas Austritt Und erhebliche strukturelle Schäden				
5	mehrere Totesfälle	Sperrung des Hafens/ Hauptfahrwassers > 2 Tage	Beschädigung des LNG Tank/Gas Austritt Und Totalverlust des Fahrzeugs				

Insgesamt wurden bei der HAZID 406 Ereignisse betrachtet. 205 Ereignisse wurden wie oben beschrieben nach Häufigkeit und Schwere des Ereignisses bewertet. Folgende Ereignisse wurden in der Risikomatrix mit gelb eingestuft:

- LNG Tanker fährt im Fahrwasser und läuft infolge eines ausgefallenen technischen Systems wie Hauptmaschine, Ruderanlage etc. auf Grund. Bei den anschließenden Bergungsarbeiten kann es zu einer Sperrung des Fahrwassers für die Dauer < 1 Tag kommen.
 - LNG-Tanker fährt bei Revierfahrt mit Anker klar zum Fallen.
- LNG-Tanker beim Manövrieren, ein Dritter missachtet die Vorfahrt und der LNG-Tanker wird im Seitenbereich gerammt. Dabei kann es zum Austritt von LNG kommen.

- Risikomindernde Maßnahmen wurden diskutiert, es wurden jedoch keine Empfehlungen ausgesprochen.
- Das LNG-Bunkerschiff liegt längsseits eines Passagierschiffes im Bereich der LP P1 – P7. Dabei können bei Vorbeifahrt von tiefgehenden Schiffen starker Sog- und Wellenschlag auftreten. Es kann zum ungewollten Trennen der Bunker Verbindung und zur anschließenden Teilspernung des Fahrwassers kommen.
 - Die Verkehrszentrale kündigt die Vorbeifahrt von tiefgehenden Schiffen ½ Stunde vor der Passage an. Als risikomindernde Maßnahme wird empfohlen die Bebunkerung für die Dauer der Passage zu unterbrechen.
- LNG-Bunkerschiff wechselt das Fahrwasser, ein Dritter missachtet die Vorfahrt und der LNG-Tanker wird im Seitenbereich gerammt. Dabei kann es zum Austritt von LNG kommen.
 - Risikomindernde Maßnahmen wurden diskutiert, es wurden jedoch keine Empfehlungen ausgesprochen.
- LNG-Bunkerschiff beim Manövrieren, ein Dritter missachtet die Vorfahrt und der LNG-Bunkerschiff wird im Seitenbereich gerammt. Dabei kann es zum Austritt von LNG kommen.
 - Risikomindernde Maßnahmen wurden diskutiert, es wurden jedoch keine Empfehlungen ausgesprochen.

10.5 Mögliche Maßnahmen zur Reduzierung des Risikos

Risiken werden durch die Schwere der Konsequenzen und die Auftretenshäufigkeiten beschrieben. Ein weiterer Aspekt ist die Detektierbarkeit möglicher Fehler. Hieraus ergeben sich folgende drei Kategorien mit möglichen sicherheitstechnischen Maßnahmen:

- Reduzierung der Konsequenzen / der Schwere möglicher Ereignisse (allgemein)
 - Vermeidung von eingeschlossenen Flüssigkeiten im Bunkertransfersystem (siehe auch A 10; Punkt F7)
 - Sicherstellen einer schnellstmöglichen Abschaltung im Falle von Leckagen oder anderen Prozessfehlern zur Reduzierung möglicher Leckagemengen (siehe auch A 10; Punkt F17)
 - Verwendung von Trockentrennabrisskupplungen mit ESD Funktion für das Transfersystem, um einen mechanischen Abriss mit LNG Leckagen zu vermeiden (siehe auch A 10; Punkt F18; dies ist ebenfalls eine Forderung gemäß IGF Code)
 - Systemkomponenten in der Nähe von möglichen Leckagequellen sollten gegen Kaltversprödung durch austretendes LNG mittels Spritzschutz und Verwendung geeigneter Materialien (Edelstahl) geschützt (siehe auch A 10; Punkt F19) werden
- Ergänzende Reduzierung der Konsequenzen / der Schwere möglicher Ereignisse
 - Durch die Ausführung einer zweiten Barriere kann ein Großteil kleiner und mittelgroßer Leckagen sicher aufgefangen und das System durch eine Detektionseinrichtung innerhalb

der zweiten Barriere abgeschaltet werden. Für die Transfereinrichtung bietet eine doppelwandige Schlauchleitung mit überwachtem Zwischenraum (zwischen inneren und äußeren Schlauch) ein geeignetes System mit zweiter Barriere.

- Reduzierung der Auftretenshäufigkeiten (allgemein)
 - o Regelmäßige Wartung und Test aller Bunkersysteme und Komponenten (siehe auch A 10; Punkt F9)
 - o Verwendung einer Bunkercheckliste, die vor Bunkerbeginn ausgefüllt und von beiden Beteiligten unterschrieben wird (siehe auch A 10; Punkt F11)
 - o Einrichtung einer Sicherheitszone, in der Zündquellen in den klassifizierten Bereichen eliminiert und Tätigkeiten in der Nähe des Bunkerprozesses überwacht werden, um die Zündwahrscheinlichkeit von austretendem LNG und NG zu minimieren (siehe auch A 10; Punkt F14 und F21)
 - o Durchführung von Dichtheitstest vor Beginn des Transfers durch bspw. langsames Hochfahren der Pumpenleistung („Ramp up“)(siehe auch A 10; Punkt F3)
- Ergänzende Reduzierung der Auftretenshäufigkeiten
 - o Anstelle von Schlauchleitungssystemen können als Transfersysteme auch Ladearme verwendet werden. Wie in Tabelle 39 zu erkennen, haben Ladearme statistisch gesehen geringere Ausfallraten als Schlauchleitungen
- Erhöhung der Erkennbarkeit (Detektierbarkeit) von Fehlern
 - o Schlauchwache beidseitig an der Bunkerstation des Empfängerschiffes und der Bunkerquelle
 - o Mobile Gasdetektoren entlang des Transfersystem mit Alarmfunktion bei Gasdetektion (visuell und akustisch)
 - o Überwachung der Prozessparameter und automatische Abschaltung bei Grenzwert Über-/Unterschreitung
 - o Überwachung der zweiten Barriere im Falle doppelwandiger Schlauchleitungen

10.6 Bewertung des Schadensumfangs

Die Bewertung des Schadensumfangs erfolgt quantitativ anhand der in der HAZID ermittelten Fehlerszenarien. Das Ergebnis der quantitativen Risikobetrachtung ist eine Darstellung des Personenrisikos in Form von Risikokonturen. Die Konturen geben Bereiche im Umfeld des Bunkervorganges an, in denen das tödliche Unfallrisiko für einen ungeschützten Menschen einen akzeptablen Wert überschreitet.

10.7 Angenommene Fehlerhäufigkeiten

Grundlage für die quantitative Betrachtung sind Fehlerhäufigkeiten aus dem „Handbook Failure Frequencies 2009 for drawing up a safety report“ (Flemish Government, 2009) /44/ (für

Schlauchverbindungen und Ladearme) und der Datenbank OREDA (Offshore Reliability Data) /51/ , aktualisiert intern von DNV GL) (für alle anderen Equipments).

Die verfügbaren Daten berufen sich auf Erfahrungen aus der Prozessindustrie. Es stehen Daten für einwandige Schlauchleitungen (allgemein chemische Medien), für LPG Schlauchleitungen (einwandig) und Hardarme alle als allgemeiner Wert über verschiedene Ausführungen und Größen zur Verfügung. Grundsätzlich lässt sich erkennen, dass Schlauchleitungen für den Umschlag von LPG zuverlässiger sind als allgemeine Schlauchleitungen. Dies lässt sich aus den erhöhten Anforderungen hinsichtlich Verarbeitung und regelmäßiger Tests erklären. Dies trifft ebenfalls auf LNG Schlauchleitungen zu. Da es für LNG Schlauchleitungen derzeit keine Daten gibt, wurde für die quantitative Betrachtung Daten des LPG Schlauches verwendet. Ladearme sind im Vergleich noch zuverlässiger als LPG Schlauchleitung (Tabelle 39).

Für das Tanksystem von LNG LKWs liegen ebenfalls Zahlen vor: aufgrund der hohen Anforderungen an Stabilität und regelmäßiger Tests sind Komplettversagen sehr selten und deshalb nicht mit berücksichtigt worden.

Ähnliche Anforderungen gelten für das Tanksystem für Seeschiffe, weshalb ein Versagen der Tankstruktur nicht in der quantitativen Berechnung mit berücksichtigt wurde (sehr selten).

Tabelle 39: Vergleich der Ausfallraten (1/h) verschiedener Transferkomponenten /44/

Fehler Szenario	Ladearm	Schlauchleitung	Schlauchleitung für LPG
Leckage 10% Durchmesser	$3 * 10^{-7}$	$4 * 10^{-5}$	$5,4 * 10^{-6}$
Abriss	$3 * 10^{-8}$	$4 * 10^{-6}$	$5,4 * 10^{-7}$

10.8 Gefährdungen durch Kollisionen

Bei einer Schiff zu Schiff (STS) Bebunkerung ist eine mögliche Kollision von passierenden Schiffen mit dem Bunkerschiff während des Transfervorganges ein denkbare Unfallzenario, welches auch in der Navigations HAZID identifiziert wurde.

Folgen und Eintretenshäufigkeit eines solchen Vorfalles werden hier für den Seekanal am Liegeplatz LP7 diskutiert. Hier ist zum einen die Anzahl der passierenden Schiffe mit jährliche 14.290 je Richtung die höchste, als auch deren Fahrgeschwindigkeit mit bis zu 8 Knoten. Außerdem kann hier ein Bunkerschiff bis an den Fahrwasserrand liegen.

Aufgrund des vorhandenen Raumes können hier nur kleine Schiffe das Bunkerschiff mittschiffs im stumpfen Winkel treffen. Größere Schiffe können das Bunkerschiff nur im Bug- oder Heckbereich oder im

spitzen Winkel treffen. Aus diesem Grund ist eine Beschädigung des LNG Tanks des Bunkerschiffs nicht zu erwarten. Jedoch kann bei einer solchen Kollision ein Versagen der Moorings des Bunkerschiffes nicht ausgeschlossen werden.

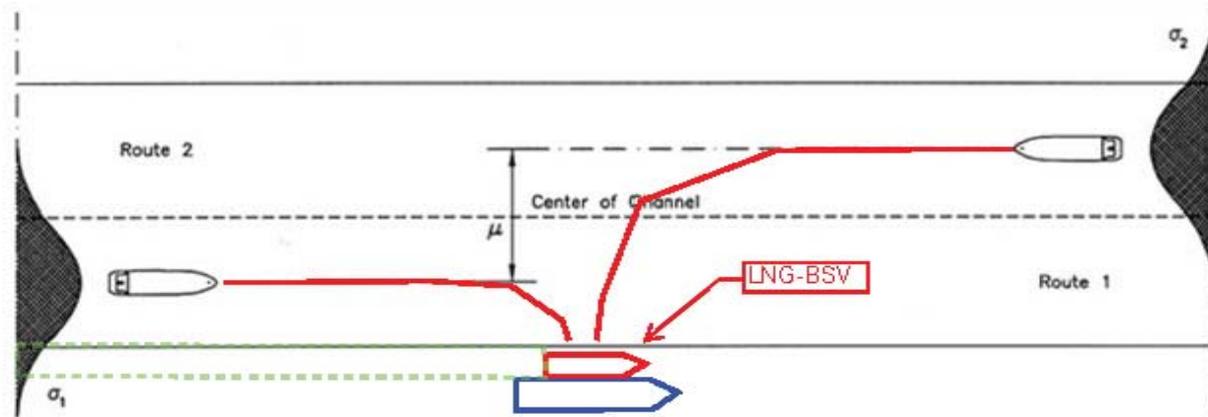


Abbildung 25: Prinzipskizze Schiffsanfahrt.

Die Häufigkeit einer solchen Kollision wurde mittels Verfahren nach /7/ und /8/ (PIANC) unter Berücksichtigung von Anzahl und Verteilung des Schiffsverkehrs am Liegeplatz P7 bestimmt (Tabelle 40). Bei einer jährlichen Bunkerdauer des Bunkerschiffs am Liegeplatz von 104 Stunden ergibt sich eine Kollisionshäufigkeit von $1,18 \cdot 10^{-6}$ Kollisionen pro Jahr oder eine statistische mittlere Zeit zwischen zwei Kollisionen von etwa 850.000 Jahren.

Tabelle 40: Ermittlung von Kollisionshäufigkeit am LP P7 nach PIANC (/7/, /8/)

LNG-Bunkern STS LP P7 (1/a for 52h, 104h, 208h)									
Einlaufend	Bunkerzeit [h/a]	K	R	L_f [m]	w_f [m]	$N_{transits}$ [N]	Zeit _{LNG-BSV} [h/a]	Unfall-rate [1/a]	stat. wdh. [a]
	52	1,00E-05	2,00E-04	90	35	14290	5,94E-03	4,36E-07	2.292.261
	104	1,00E-05	2,00E-04	90	35	14290	1,19E-02	8,73E-07	1.146.131
	208	1,00E-05	2,00E-04	90	35	14290	2,37E-02	1,75E-06	573.065
Auslaufend	Bunkerzeit [h/a]	K	R	L_f [m]	w_f [m]	$N_{transits}$ [N]	Zeit _{LNG-BSV} [h/a]	Unfall-rate [1/a]	stat. wdh. [a]
	52	1,00E-05	2,00E-04	90	100	14290	5,94E-03	1,53E-07	6.549.317
	104	1,00E-05	2,00E-04	90	100	14290	1,19E-02	3,05E-07	3.274.659
	208	1,00E-05	2,00E-04	90	100	14290	2,37E-02	6,11E-07	89.810.392
Ein- & Auslaufend							Σ (52h/a)	5,89E-07	1.697.971
							Σ (104h/a)	1,18E-06	848.986
							Σ (208h/a)	2,36E-06	424.493

Bei einer oben beschriebenen Kollision wird die Crew des Bunkerschiffs einen ESD manuell auslösen. Bei einer Bebungung mittels festen Ladearms wird automatisch ESD ausgelöst, wenn dieser an den Rand seines gültigen Bewegungsraums fährt. Bei STS wird immer eine Trockenabrißkupplung installiert, welche bei einem mechanischen Abriss der Bunkerleitung einen Austritt verhindert. Es wird hier sehr konservativ von einer Versagenswahrscheinlichkeit einer solchen Kupplung von 1/10 für ein Teilversagen ausgegangen, das heißt, die Kupplung wird möglicherweise beschädigt und ein Teilquerschnitt von 10% bleibt unverschlossen, es kommt zum LNG Austritt. Von einem Kompletversagen der Trockentrennkupplung wird mit einer Wahrscheinlichkeit von 1/100 ausgegangen, d.h. ein Ausströmen über den vollen Querschnitt ist möglich. Falls bei einer Schlauchbebungung der manuelle ESD noch nicht ausgelöst wurde, wird das ESD automatisch über die Drucküberwachung des Transferdrucks nach höchstens 10s (Anforderung) ausgelöst, um die austretenden Gasmengen zu begrenzen.

Tabelle 41: Häufigkeiten Gasaustritt durch Schiffskollision

	Häufigkeit [1/a] / stat. Wiederholperiode [a]
Ohne LNG /NG Freisetzung	$1,18 * 10^{-6}$ / 849.000
Mit Freisetzung geringer Mengen NG / LNG	$1,18 * 10^{-7}$ / 8.490.000
Vollabriss Schlauch	$1,18 * 10^{-8}$ / 84.900.000

Die Häufigkeiten von Gasaustritten bedingt durch Schiffskollisionen am gefährlichsten Liegeplatz liegen bei einer Bebungung mit Bunkerschlauch damit etwa um den Faktor 5000 unter denen von Materialfehlern des Schlauches allein (etwa $5,4 * 10^{-6}$ 1/h bzw. $5,6 * 10^{-4}$ 1/a). Bei Ladearmen etwa Faktor 250. Der Einfluss von LNG Austritten durch Schiffskollisionen ist vernachlässigbar.

10.9 Quantitative Analyse

Tabelle 42: Häufigkeit von Bunkerszenarien.

Bunker Szenario	Kapazität Quelle m ³	Transferrate (m ³ /h)	Empfänger Typ	Kapazität Empfänger	Dauer Bunkern (h)	Vorgänge / a	Gesamt Bunker h/a
STS	3.000	500	Kreuzfahrtschiff	2.000	4	26	104
			Fähre	500	1	104	104
TTS	42	80	Frachtschiff	130	2	52	104
PTS	22.000	400	Bunkerschiff	3.000	8	52	416

Das Risiko ist ein Produkt aus Eintrittshäufigkeit und Konsequenz. Der Faktor Eintrittshäufigkeit wird durch die Ausfallhäufigkeit der Komponenten bestimmt, welche proportional zur Anzahl der Bunkervorgänge und der Bunkerzeit ist. Eine Überschreitung der in

Tabelle 42 angenommenen jährlichen Bunkerzeiten würde eine Erweiterung der Risikokonturen bedeuten und damit auch die erforderlichen Sicherheitsabstände an den Liegeplätzen erhöhen.

10.9.1 STS Szenarien - Grundannahmen

Für das STS-Szenarium wurde die Konfiguration gemäß Tabelle 43 und Tabelle 44 vorgegeben.

Tabelle 43: Grundannahmen für das STS Szenario

System	Komponente	Spezifikation
Bunkerschiff	<i>Allgemein</i>	Gastanker nach IGC Code
	<i>Tank</i>	1 x IMO Typ C, 3.000 m ³
	<i>Transferrate</i>	500 m ³ / h
	<i>Anschlussflansch</i>	DN 150
Transfer-einrichtung	<i>Allgemein</i>	Nach einschlägigen Normen
	<i>Kupplung Bunkerschiff</i>	Trockentrennkupplung
	<i>Schlauch</i>	Einwandig, DN150, 15m
	<i>Kupplung Empfänger</i>	Trockenschnelltrennkupplung
Empfänger-Schiff	<i>Allgemein</i>	Schiff nach IGF Code / MSC.285.(86)
	<i>Tank</i>	IMO Typ C, 2 x 1.000 m ³
	<i>Anschlussflansch</i>	DN 150

Tabelle 44: Komponentenliste für das STS Szenario

System	Komponente	Spezifikation
Empfänger-schiff	<i>Einwandige Rohrleitung in Bunkerstation bis Ventile</i>	DN 150; 1m
	<i>Handventil</i>	DN 150
	<i>ESD Ventil</i>	DN 150
	<i>Anschlussflansch</i>	DN 150
Transfer-einrichtung	<i>QC / DC Kupplung</i>	DN 150
	<i>Schlauchleitung Kupplung bis Kupplung</i>	DN 150, einwandig, 2 m
	<i>ERC Kupplung</i>	DN 150
	<i>Schlauchleitung</i>	Einwandig, DN150, 13 m
	<i>Kupplung</i>	DN 150
Bunkerschiff	<i>Anschlussflansch</i>	DN 150
	<i>ESD Ventil</i>	DN 150
	<i>Handventil</i>	DN 150
	<i>Einwandige Rohrleitung in Bunkerstation bis Ventile</i>	DN 150; 1m

Die Komponentenliste bildet das Transfersystem zwischen Empfänger- und Bunkerschiff ab. Die Tanksysteme sind aufgrund ihrer geringen Fehlerhäufigkeiten für die Betrachtung nicht relevant. Eine Auflistung der gängigen Normen für die in Tabelle 44 aufgeführten Komponenten sind in Anhang A11 aufgeführt.

Auf der Grundlage dieser Equipments wurden mit dem DNV GL-eigenen Rechenprogramm LEAK 3.3 Leckagehäufigkeiten berechnet. Grundlage dieser Rechnungen sind Daten aus dem „Handbook Failure Frequencies 2009 for drawing up a safety report“ (Flemish Government, 2009) /44/ (für Schlauchverbindungen und Ladearme) und der Datenbank OREDA (Offshore Reliability Data) (veröffentlicht vom OREDA-Konsortium, Stand 2009, 5th Edition /51/ , aktualisiert intern von DNV GL) (für alle anderen Equipments).

Bei den Schläuchen und Ladearmen wurden nach der Vorgabe der Datenquelle zwei Leckgrößen betrachtet und zwar 10 % des Durchmessers und Abriss (100 %).

Damit ergeben sich die folgenden Leckagehäufigkeiten und Leckgrößen:

Tabelle 45: Leckgrößenverteilung STS Szenarien

Bereich	Kategorie	Häufigkeit [pro Jahr]	Prozentualer Anteil	Leckdurchmesser [mm]
Bunkerschiff	Klein	1,021E-05	0,8251	3,40
	Mittel	1,341E-06	0,1083	23,24
	Groß / Abriss	8,248E-07	0,0666	88,20
	Gesamt	1,238E-05	1,0000	
Schlauchverbindung	10 % Leck	5,616E-04	0,9091	15,00
	Groß / Abriss	5,616E-05	0,0909	150,00
	Gesamt	6,178E-04	1,0000	
Loading Arm	10 % Leck	3,120E-05	0,9091	15,00
	Groß / Abriss	3,120E-06	0,0909	150,00
	Gesamt	3,432E-05	1,0000	
Empfängerschiff	Klein	1,021E-05	0,8251	3,40
	Mittel	1,341E-06	0,1083	23,24
	Groß / Abriss	8,248E-07	0,0666	88,20
	Gesamt	1,238E-05	1,0000	

Allgemeine Vorgaben für das STS

- Alternativ Schlauchverbindung oder Ladearm
- Bunkerzeit: insges. 104 Stunden/Jahr/Liegeplatz
- Verschlusszeiten: 10 s für große Leckagen, 30 s für kleine
- Maximal 8 barg im Transfersystem

10.9.2 Szenario STS-1: Schlauchleitung bei 8 barg

Abbildung 26 zeigt die Ergebnisse der probabilistischen Betrachtung des LNG STS Bunkervorganges am Liegeplatz 07 des Kreuzfahrtterminals in Warnemünde unter Verwendung eines Schlauches und einem Systemdruck von 8 barg. Dargestellt sind 6 verschiedene Risikokonturen, die sich aus den Häufigkeiten der Einzelszenarien aus 10.9.1 ergeben. In Bezug auf die Risikoakzeptanzkriterien sind die Risikokonturen 5×10^{-6} (rote Kontur in Abbildung 26) und 1×10^{-6} (hellblaue Kontur in Abbildung 26) von Relevanz.

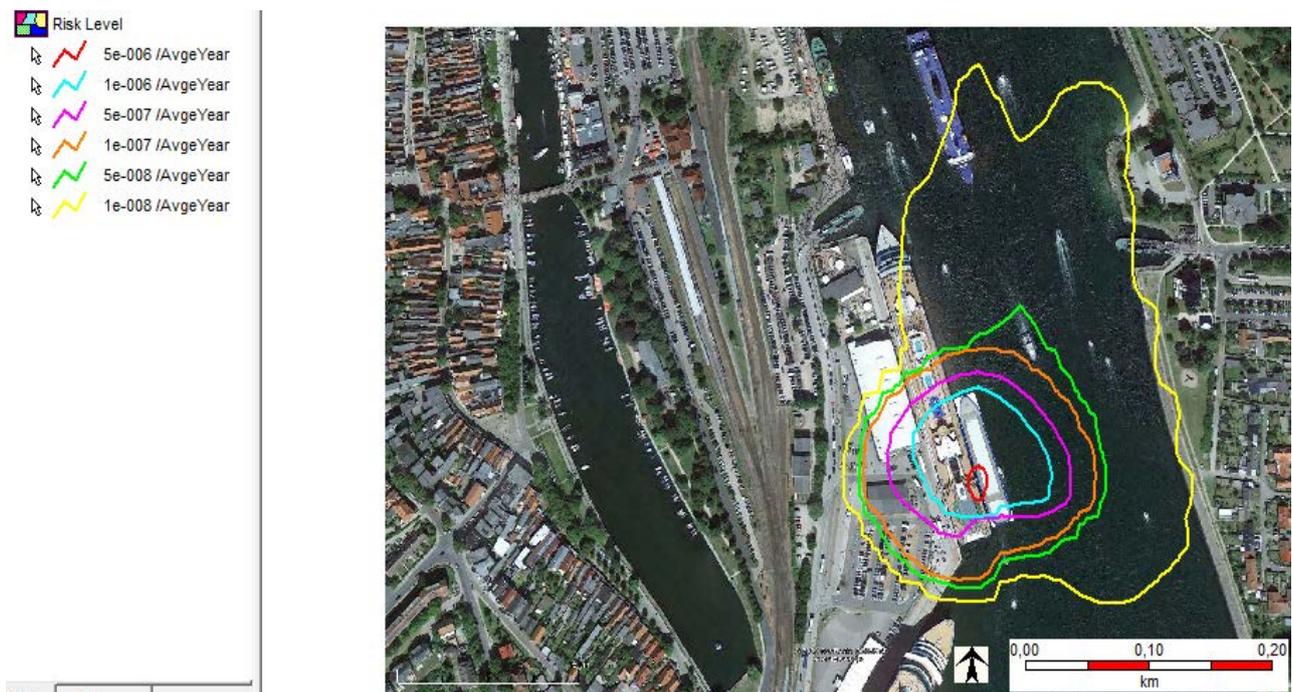


Abbildung 26: Risikokonturen STS Bunkerung mit Schlauchleitung bei 8 barg Differenzdruck



Abbildung 27: Vergrößerung Risikokonturen STS Bebungung aus Abbildung 24

Die rote Risikokontur in Abbildung 26 und Abbildung 27 stellt die Sicherheitszone für Passagiere an Bord des Kreuzfahrtschiffes dar. Die dargestellte Kontur hat eine Ausdehnung von 15 x 25 m (Breite x Höhe in Abbildung 27) und damit 25 m als größte Ausdehnung. Hieraus ergibt sich eine Sicherheitszone von 25 m im Durchmesser, die während des Bunkervorganges an Bord des Empfängerschiffes als Sicherheitszone gegen Betreten durch Passagiere gekennzeichnet und gesichert werden muss.

Die hellblaue Risikokontur stellt die Risikoakzeptanzkontur für empfindliche, dauerhaft bewohnte Gebäude wie bspw. Schulen und Krankenhäuser und den längerfristigen Aufenthalt von unbeteiligten Dritten dar. Derartige Gebäude dürfen sich nicht in diesem Bereich befinden. Die Ausdehnung der dargestellten Kontur ist ca. 110 x 100m (Breite x Höhe in Abbildung 27), woraus sich eine Sicherheitszone von 110 m im Durchmesser ergibt.

Für den Bunkerprozess selber ergeben sich keine Erweiterungen zu den nach IEC 60079 definierten EX-Zonen für das Empfängerschiff, das Transfersystem und das Bunkerschiff. Es sind die EX-Zonengrößen und Bestimmungen gemäß IGC und IGF Code einzuhalten.

Für die Seeseite ergeben sich ebenfalls keine weiteren Anforderungen einer EX-Zone: Hier ist eine sinnvolle Sicherungszone im Sinne der Vermeidung des Anfahrens / der Kollision mit dem Bunker- und Empfängerschiff zu definieren.

10.9.3 Szenario STS-2: Schlauchleitung bei 1 barg

Abbildung 28 zeigt die Ergebnisse der probabilistischen Betrachtung des LNG STS Bunkervorganges am Liegeplatz 07 des Kreuzfahrtterminals Warnemünde unter Verwendung eines Schlauches und einem Systemdruck von 1 barg. Im Vergleich zum Szenario STS-1 sind nur 3 verschiedene Risikokonturen dargestellt.

In Bezug auf die Risikoakzeptanzkriterien ergibt sich aus den Berechnungen nur eine 1×10^{-6} Kontur (hellblaue Kontur in Abbildung 28), die die Landseite nicht betrifft.

Für dieses Szenario sind keine weiteren Sicherheitszonen an Bord, zur Seeseite oder Landseite zu berücksichtigen. Die nach IEC 60079 definierten EX-Zonen für das Empfängerschiff, das Transfersystem und das Bunkerschiff sind zu berücksichtigen.

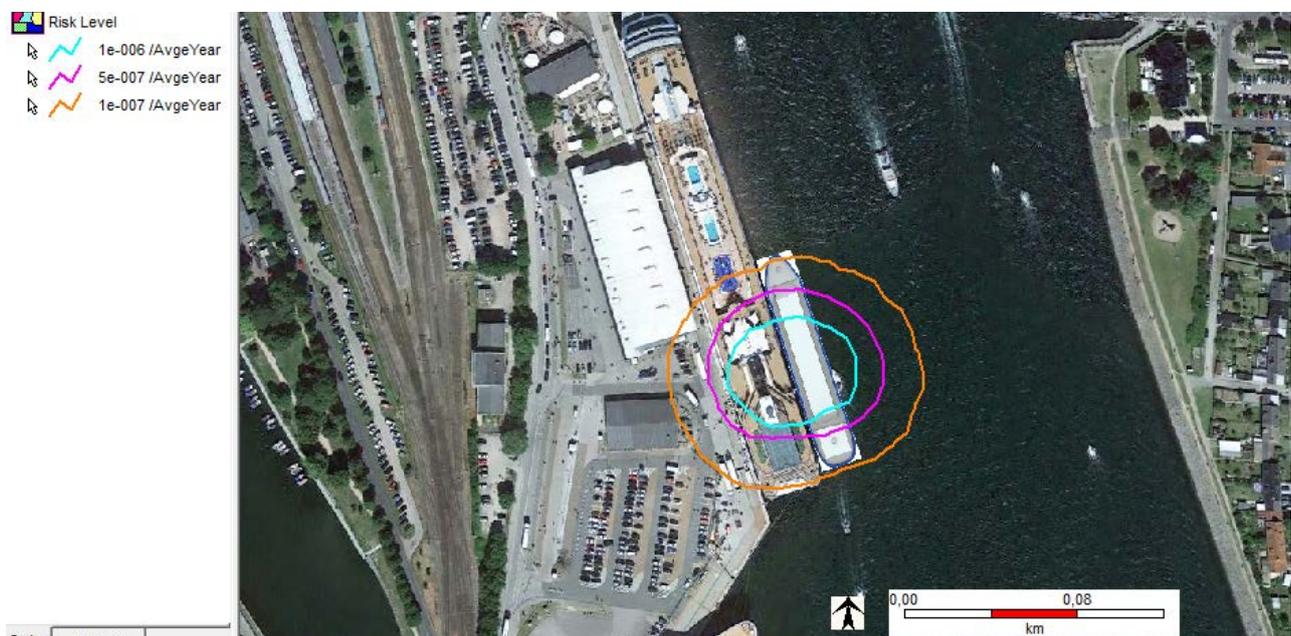


Abbildung 28: Risikokonturen STS Bunkerung mit Schlauchleitung bei 1 barg Differenzdruck

10.9.4 Szenario STS-3: Ladearm bei 8 barg

Abbildung 29 zeigt die Ergebnisse der probabilistischen Betrachtung des LNG STS Bunkervorganges am Liegeplatz 07 des Kreuzfahrtterminals Wamemünde unter Verwendung eines Ladearms und einem Systemdruck von 8 barg.

In Bezug auf die Risikoakzeptanzkriterien ergeben sich aus den Berechnungen keine relevanten Risikokonturen. Dies ist auf die geringen Fehlerhäufigkeiten des Ladearms zurückzuführen.

Für dieses Szenario sind keine weiteren Sicherheitszonen an Bord, zur Seeseite oder Landseite zu berücksichtigen. Die nach IEC 60079 definierten EX-Zonen für das Empfängerschiff, das Transfersystem und das Bunkerschiff sind zu berücksichtigen.



Abbildung 29: Risikokonturen STS Bebungung mit Ladearm bei 8 barg Differenzdruck

10.9.5 TTS Szenarien – Grundannahmen

Für die Truck to Ship Bebungung ergeben sich analog zu den STS Betrachtungen folgende Leckgrößen für Nenndurchweiten DN 60:

Tabelle 46: Leckgrößenverteilung TTS Szenarien (NW 60)

Bereich	Kategorie	Häufigkeit [pro Jahr]	Prozentualer Anteil	Leckdurchmesser [mm]
Truck	Klein	9,077E-05	0,8939	3,18
	Mittel	8,317E-06	0,0819	22,45
	Groß / Abriss	2,460E-06	0,0242	54,78
	Gesamt	1,015E-04	1,0000	
Schlauchverbindung	10 % Leck	5,616E-04	0,9091	6,00
	Groß / Abriss	5,616E-05	0,0909	60,00
	Gesamt	6,178E-04	1,0000	
Rohrleitung zum Loading Arm	Klein	6,159E-06	0,8198	3,38
	Mittel	7,812E-07	0,1040	23,14
	Groß / Abriss	5,731E-07	0,0763	54,80
	Gesamt	7,514E-06	1,0000	
Loading Arm	10 % Leck	3,120E-05	0,9091	6,00
	Groß / Abriss	3,120E-06	0,0909	60,00
	Gesamt	3,432E-05	1,0000	
Empfängerschiff	Klein	9,816E-06	0,8289	3,40
	Mittel	1,286E-06	0,1086	23,23
	Groß / Abriss	7,402E-07	0,0625	54,80
	Gesamt	1,184E-05	1,0000	

Für Nenndurchweiten DN 50 ergeben sich folgende Leckgrößen:

Tabelle 47: Leckgrößenverteilung TTS Szenarien (NW 50)

Bereich	Kategorie	Häufigkeit [pro Jahr]	Prozentualer Anteil	Leckdurchmesser [mm]
Truck	Klein	9,113E-05	0,8937	3,176
	Mittel	1,083E-05	0,1063	22,487
	Groß / Abriss	0,000E+00	0,0000	
	Gesamt	1,020E-04	1,0000	
Schlauchverbindung	10 % Leck	5,616E-04	0,9091	5,00
	Groß / Abriss	5,616E-05	0,0909	50,00
	Gesamt	6,178E-04	1,0000	
Rohrleitung zum Loading Arm	Klein	7,601E-06	0,8259	3,383
	Mittel	1,602E-06	0,1741	23,141
	Groß / Abriss	0,000E+00	0,0000	
	Gesamt	9,203E-06	1,0000	
Loading Arm	10 % Leck	3,120E-05	0,9091	5,00
	Groß / Abriss	3,120E-06	0,0909	50,00
	Gesamt	3,432E-05	1,0000	
Empfängerschiff	Klein	1,018E-05	0,8301	3,399
	Mittel	2,083E-06	0,1699	23,226
	Groß / Abriss	0,000E+00	0,0000	
	Gesamt	1,226E-05	1,0000	

Allgemeine Grundannahmen für die Analyse des TTS-Verfahrens

- Alternativ Schlauchverbindung (Länge 10 m) oder Ladearm (Länge 5 m)
- Bunkerzeit: 104 Stunden/Jahr
- Verschlusszeiten: 10 s für große Leckagen, 30 s für kleine
- Maximal 8 barg im Transfersystem

10.9.6 Szenario TTS-1: Schlauchleitung DN 60 bei 8 barg

Abbildung 30 zeigt die Ergebnisse der probabilistischen Betrachtung des LNG TTS Bunkervorganges am Liegeplatz 34 unter Verwendung eines Schlauches und einem Differenzdruck von 8 barg. Dargestellt sind 5 verschiedene Risikokonturen, die sich aus den Häufigkeiten der Einzelszenarien aus 10.9.5 ergeben. In Bezug auf die Risikoakzeptanzkriterien ist die Risikokonturen 1×10^{-6} (hellblaue Kontur in Abbildung 30) von Relevanz.

Die hellblaue Risikokontur stellt die Risikoakzeptanzkontur für empfindliche, dauerhaft bewohnte Gebäude wie bspw. Schulen und Krankenhäuser und den längerfristigen Aufenthalt von unbeteiligten Dritten dar. Derartige Gebäude dürfen sich nicht in diesem Bereich befinden. Die Ausdehnung der dargestellten Kontur ergibt eine Sicherheitszone von 30 m im Durchmesser.

Für den Bunkerprozess selber ergeben sich keine Erweiterungen zu den nach IEC 60079 definierten EX-Zonen für das Empfängerschiff, das Transfersystem und den LKW. Es sind die EX-Zonengrößen und Bestimmungen gemäß ATEX und IGF Code einzuhalten.

Für die Seeseite ergeben sich ebenfalls keine weiteren Anforderungen einer EX-Zone: Hier ist eine sinnvolle Sicherungszone im Sinne der Vermeidung des Anfahrens / der Kollision mit dem Bunker- und Empfängerschiff zu definieren.

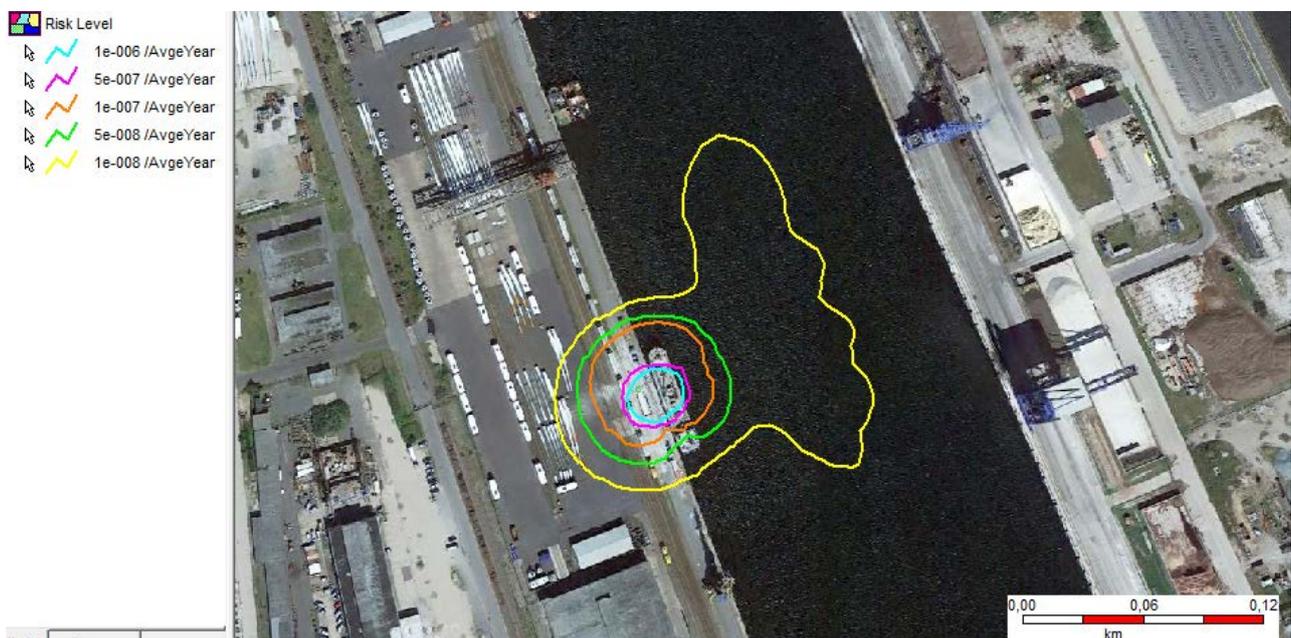


Abbildung 30: Risikokonturen TTS Bunkerung mit Schlauch bei 8 barg Differenzdruck

10.9.7 Szenario TTS-2: Schlauchleitung DN 60 und 5 s ESD

Abbildung 31 zeigt die Ergebnisse der probabilistischen Betrachtung des LNG TTS Bunkervorganges wie für das Szenario TTS-1, bloß mit verringerter Verschlusszeit für kleine Leckagen von 5 Sekunden anstatt 10 Sekunden. In Bezug auf die Risikoakzeptanzkriterien ist die Risikokonturen 1×10^{-6} (hellblaue Kontur in Abbildung 31) von Relevanz.

Ein Vergleich der Abbildung 30 und Abbildung 31 zeigt, dass die 1×10^{-6} Konturen dieselbe Ausdehnung haben. Der Einfluss einer Reduzierung der Verschlusszeiten von 10 Sekunden auf 5 Sekunden ist damit gering.



Abbildung 31: Risikokonturen TTS Bebungung mit Schlauch und 5 s ESD

10.9.8 Szenario TTS-3: Schlauchleitung DN 60, längere Verschlusszeit

Um den Einfluss der Verschlusszeiten auf die Risikokonturen darzustellen, wurde eine Sensitivitätsbetrachtung durchgeführt. Abbildung 32 zeigt die Ergebnisse der probabilistischen Betrachtung des LNG TTS Bunkervorganges wie für das Szenario TTS-1, bloß mit längeren Verschlusszeiten: 30 s für große Leckagen und 60 s für kleine Leckagen. Diese Betrachtung wurde als Sensitivitätsbetrachtung In Bezug auf die Risikoakzeptanzkriterien ist die Risikokonturen 1×10^{-6} (hellblaue Kontur in Abbildung 31) von Relevanz.

Ein Vergleich der Abbildung 30 und Abbildung 32 zeigt, dass die 1×10^{-6} Kontur für das Szenario mit den längeren Verschlusszeiten deutlich größer ist. Es ergibt sich eine Sicherheitszone von 80 m im Durchmesser.

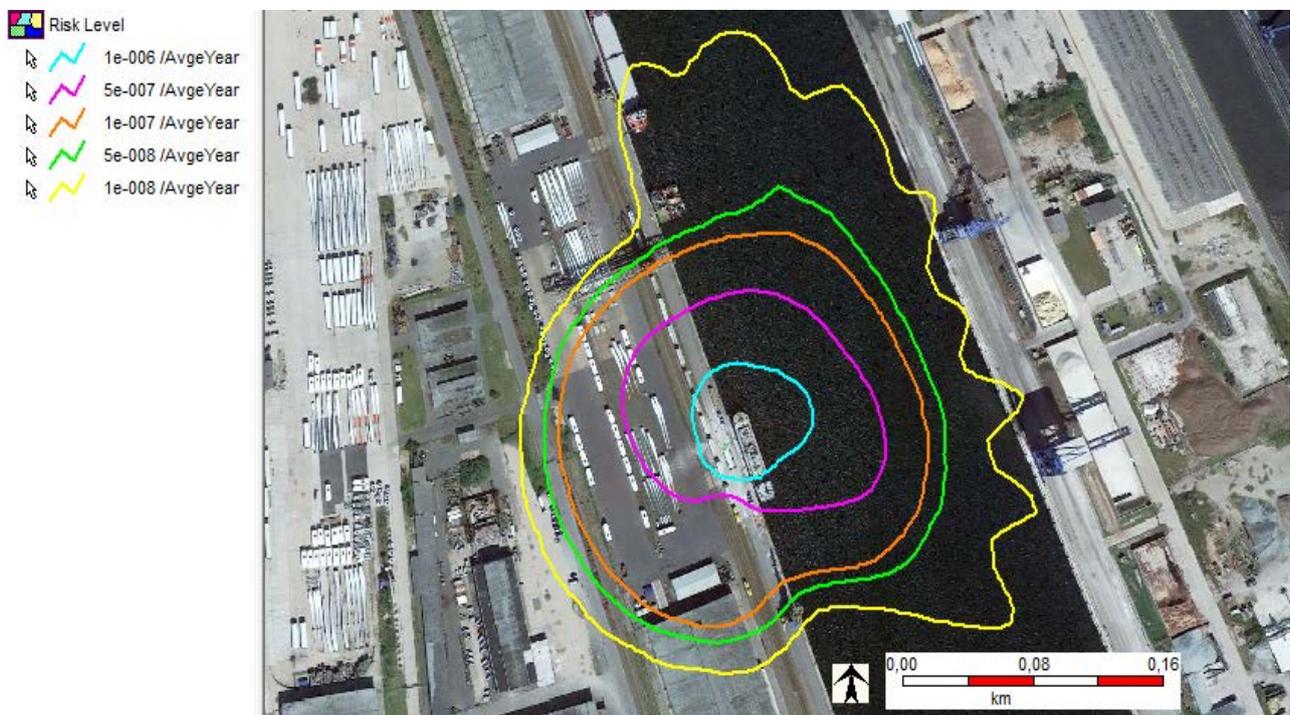


Abbildung 32: Risikokonturen TTS Bunkerung mit Schlauch und 10 s, 60 s ESD

10.9.9 Szenario TTS-4: Ladearm DN 60 bei 8 barg

Abbildung 33 zeigt die Ergebnisse der probabilistischen Betrachtung des LNG TTS Bunkervorganges unter Verwendung eines Ladearms und einem Differenzdruck von 8 barg.

In Bezug auf die Risikoakzeptanzkriterien ergeben sich aus den Berechnungen keine relevanten Risikokonturen. Dies ist auf die geringen Fehlerhäufigkeiten des Ladearms zurückzuführen.

Für dieses Szenario sind keine weiteren Sicherheitszonen an Bord, zur Seeseite oder Landseite zu berücksichtigen. Die nach IEC 60079 definierten EX-Zonen für das Empfängerschiff, das Transfersystem und den LKW sind zu berücksichtigen.

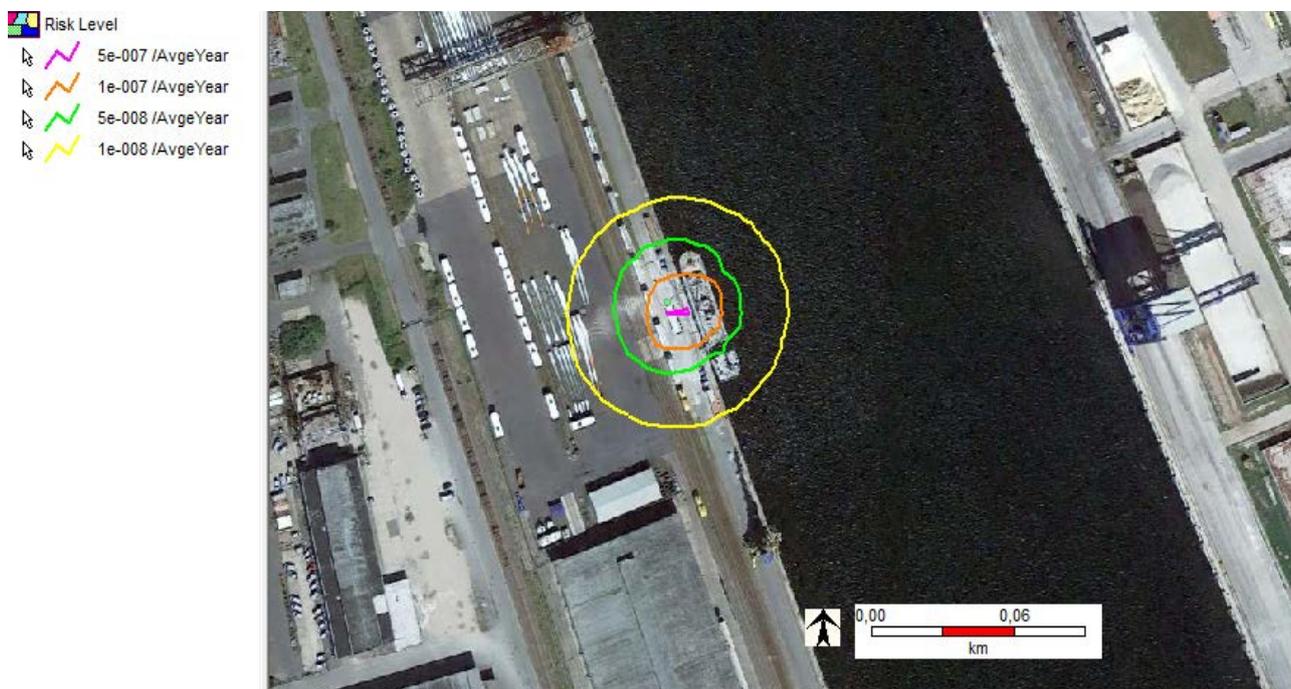


Abbildung 33: Risikokonturen TTS Bebungung mit Ladearm bei 8 barg Differenzdruck

10.9.10 Szenario TTS-5: Schlauchleitung DN 50 bei 8 barg

Abbildung 34 zeigt die Ergebnisse der probabilistischen Betrachtung des LNG TTS Bunkervorganges wie für das Szenario TTS-1, einem Durchmesser von DN 50 anstatt DN 60 für das Transfersystem. In Bezug auf die Risikoakzeptanzkriterien ist die Risikokontur 1×10^{-6} (hellblaue Kontur in Abbildung 34) von Relevanz.

Ein Vergleich der Abbildung 30 und Abbildung 34 zeigt, dass die 1×10^{-6} Kontur für das Szenario mit der kleineren Nennweite kleiner ist. Anstatt einer Sicherheitszone von 30 m ergibt sich bei einer Nennweite von 50 eine Sicherheitszone von 25m im Durchmesser.

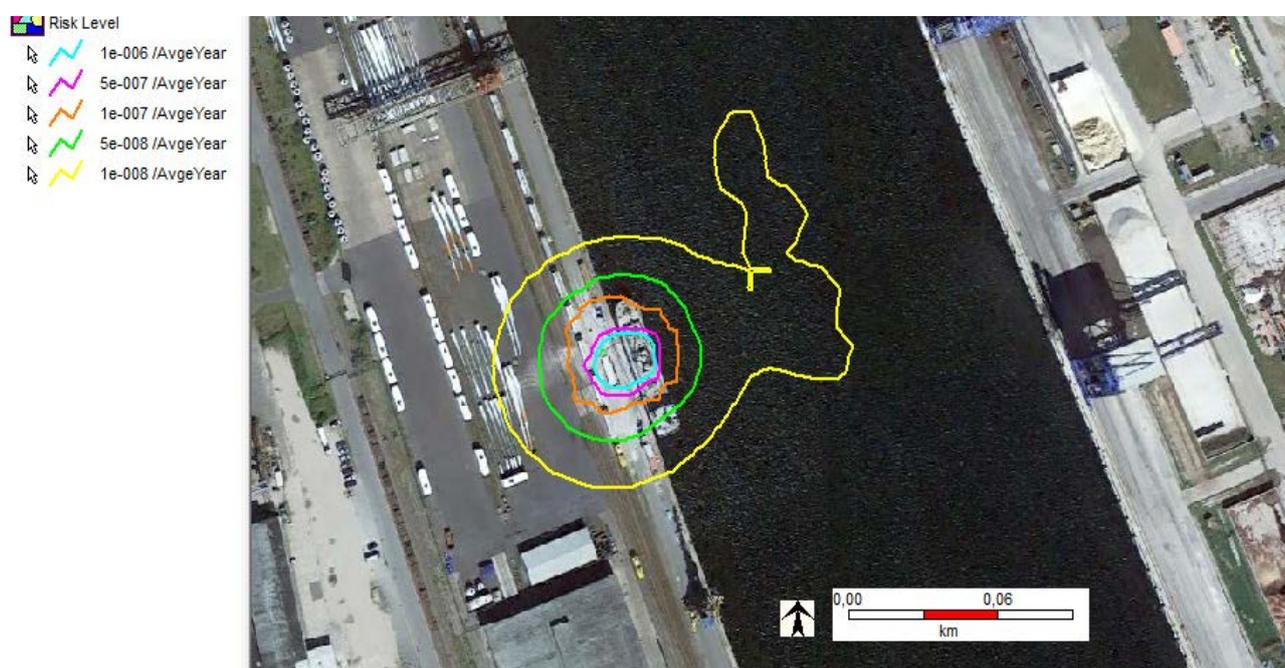


Abbildung 34: Risikokonturen TTS Bebunkerung mit Schlauch, Nennweiten DN 50

10.9.11 Szenario TTS-6: Ladearm DN 50 bei 8 barg

Abbildung 35 zeigt die Ergebnisse der probabilistischen Betrachtung des LNG TTS Bunkervorganges wie für das Szenario TTS-4 mit Ladearm, bloß anstatt einem Durchmesser von DN 60 ein Durchmesser von DN 50 des Transfersystems. Die Risikokonturen in Abbildung 35 sind geringfügig kleiner als für das Transfersystem mit DN 60. Jedoch ergeben sich auch hier in Bezug auf die Risikoakzeptanzkriterien keine relevanten Risikokonturen. Dies ist auf die geringen Fehlerhäufigkeiten des Ladearms zurückzuführen.

Für dieses Szenario sind keine weiteren Sicherheitszonen an Bord, zur Seeseite oder Landseite zu berücksichtigen. Die nach IEC 60079 definierten EX-Zonen für das Empfängerschiff, das Transfersystem und den LKW sind zu berücksichtigen.



Abbildung 35: Risikokonturen TTS Bebungung mit Ladearm, Nennweiten DN 50

10.9.12 PTS Szenarien - Grundannahmen

In diesem Abschnitt ist die LNG-Bebunkerung am Beispiel eines Bunkerschiffs (eigentlich Ladungstransfer) mittels fester Rohrleitung nach der Methodik der ISO/TS 18683 untersucht. Das Ergebnis sind quantifizierte Risikokonturen.

Für ortsfeste Installationen sind landseitig z.T. andere Bewertungskriterien im Genehmigungsverfahren vorgesehen (z.B. BImSchG).

Bei PTS-Szenarium wird davon ausgegangen, dass es mehrere LNG-Tanks mit einem Gesamtvolumen von 20.000 m³ abseits von der Anlegestelle gibt. Nach Vorgabe sind diese Tanks für den Bunkervorgang nicht zu betrachten und gehen daher in das Risiko nicht ein.

Der zu betrachtende Teil ist eine 20 m lange Rohrleitung DN 200, die in einem Ladearm DN 200 endet, der die Verbindung zum Schiff herstellt (Trockenschnelltrennkupplung, Anschlussflansch DN 150). Eine Schlauchverbindung wird hier nicht betrachtet.

Details sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 48: Grundannahmen für das PTS Szenario

System	Komponente	Spezifikation
Terminal (Bunkerquelle)	<i>Allgemein</i>	Nach einschlägigen Normen
	<i>Tank</i>	Mehrere; insgesamt 20.000m ³
	<i>Transferrate</i>	400 m ³ /h
	<i>Anschlussflansch</i>	DN 200
Transfer-einrichtung	<i>Allgemein</i>	Nach einschlägigen Normen
	<i>Kupplung zur Quelle</i>	Trockentrennkupplung
	Hardarm	Einwandig, DN200, 20m
	<i>Kupplung zum Empfänger</i>	Trockenschnelltrennkupplung
Schiff (Empfänger)	<i>Allgemein</i>	Schiff nach IGC Code
	<i>Tank</i>	1 x IMO Typ C; 3.000 m ³
	<i>Anschlussflansch</i>	DN 150
Details Bunkern	<i>Bunkerdauer</i>	416 h
	<i>Abschaltdauer, große Leckagen</i>	10 s
	<i>Abschaltdauer, kleine Leckagen</i>	30 s
	<i>Allgemeines</i>	Rohrleitungssystem wird nach dem Bunkern inertisiert (gasfrei wenn nicht im Betrieb)

Daraus ergeben sich die folgenden Leckagehäufigkeiten und Leckgrößen:

Tabelle 49: Leckgrößenverteilung PTS Szenarien

Bereich	Kategorie	Häufigkeit [pro Jahr]	Prozentualer Anteil	Leckdurch- messer [mm]
Rohrleitung zum Loading Arm	Klein	5,240E-05	0,7922	3,38
	Mittel	6,645E-06	0,1005	23,14
	Groß / Abriss	7,099E-06	0,1073	102,61
	Gesamt	6,614E-05	1,0000	
Loading Arm	10 % Leck	1,248E-04	0,9091	20,00
	Groß / Abriss	1,248E-05	0,0909	200,00
	Gesamt	1,373E-04	1,0000	
Empfängerschiff	Klein	4,085E-05	0,8251	3,40
	Mittel	5,363E-06	0,1083	23,24
	Groß / Abriss	3,299E-06	0,0666	88,20
	Gesamt	4,951E-05	1,0000	

Allgemeine Vorgaben für das PTS

- Ausschließlich Ladearm als Transfereinrichtung (DN 200)
- Bunkerzeit: 416 Stunden/Jahr
- Verschlusszeiten: 10 s für große Leckagen, 30 s für kleine
- Maximal 8 barg im Transfersystem

10.9.13 Szenario PTS-1: Ladearm DN 200 bei 8 barg

Abbildung 36 zeigt die Ergebnisse der probabilistischen Betrachtung des LNG PTS Bunkervorganges am Liegeplatz 2 unter Verwendung eines Ladearms und einem Differenzdruck von 8 barg. Dargestellt sind 5 verschiedene Risikokonturen, die sich aus den Häufigkeiten der Einzelszenarien aus 0 ergeben. In Bezug auf die Risikoakzeptanzkriterien ist nur die Risikokontur 1×10^{-6} (hellblaue Kontur in Abbildung 36) von Relevanz.

Die hellblaue Risikokontur stellt die Risikoakzeptanzkontur für empfindliche, dauerhaft bewohnte Gebäude wie bspw. Schulen und Krankenhäuser und den längerfristigen Aufenthalt von unbeteiligten Dritten dar. Derartige Gebäude dürfen sich nicht in diesem Bereich befinden. Aus der dargestellten Risikokontur ergibt sich eine Sicherheitszone von 30 m im Durchmesser.

Für den Bunkerprozess selber ergeben sich keine Erweiterungen zu den nach IEC 60079 definierten EX-Zonen für das Empfängerschiff, das Transfersystem und das Bunkerschiff. Es sind die EX-Zonengrößen und Bestimmungen gemäß IGC und IGF Code einzuhalten.

Für die Seeseite ergeben sich ebenfalls keine weiteren Anforderungen einer EX-Zone: Hier ist eine sinnvolle Sicherungszone im Sinne der Vermeidung des Anfahrens / der Kollision mit dem Bunker- und Empfängerschiff zu definieren.

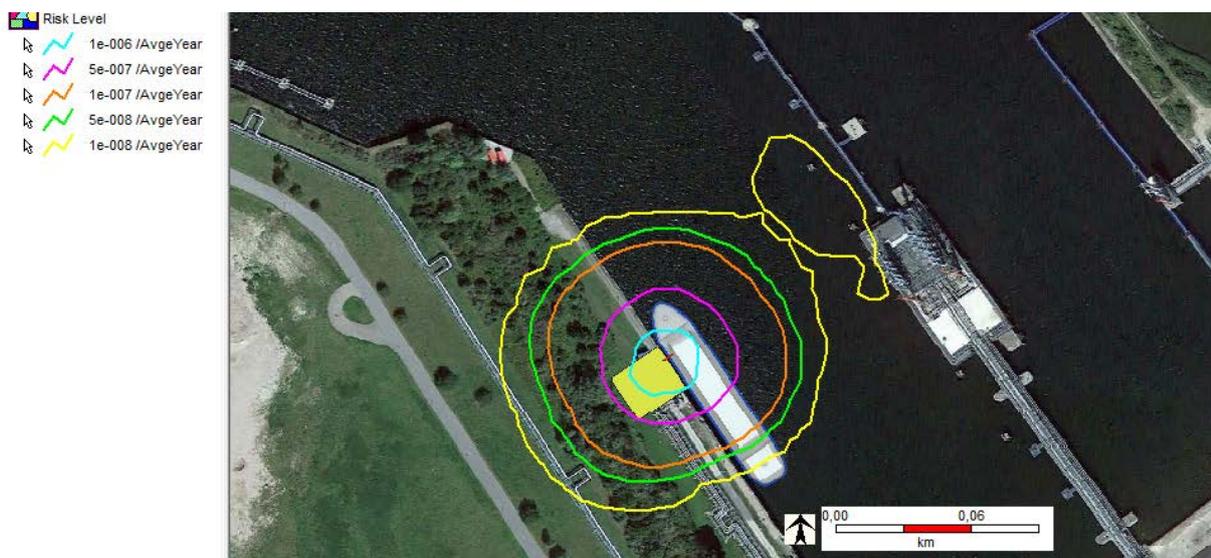


Abbildung 36: Risikokonturen PTS Bebunkerung mit Ladearm bei 8 barg Differenzdruck

10.9.14 Szenario PTS-2: Ladearm DN 200 bei 1 barg

Abbildung 37 zeigt die Ergebnisse der probabilistischen Betrachtung des LNG PTS Bunkervorganges am Liegeplatz 2 unter Verwendung eines Ladearms wie für PTS-1, bloß mit 1 barg Differenzdruck anstatt 8 barg. Abbildung 37 zeigt, dass die Risikokontur 1×10^{-6} (hellblaue Kontur in Abbildung 36) kleiner ist als für 8 barg. Die Sicherheitszone ergibt sich zu 25 m im Durchmesser.



Abbildung 37: Risikokonturen PTS Bebungung mit Ladearm bei 1 barg Differenzdruck

10.9.15 Szenario PTS-3: Ladearm DN 200 und 5 s ESD

Abbildung 38 zeigt die Ergebnisse der probabilistischen Betrachtung des LNG PTS Bunkervorganges am Liegeplatz 2 unter Verwendung eines Ladearms wie für PTS-1 bei einem Differenzdruck von 8 barg, bloß mit 5 Sekunden ESD für große Leckagen anstatt 10 Sekunden. Abbildung 38 zeigt, dass die Risikokontur 1×10^{-6} (hellblaue Kontur in Abbildung 36) gleich groß ist wie für eine Verschlusszeit von 10 Sekunden. Die Sicherheitszone ergibt sich zu 30 m im Durchmesser.

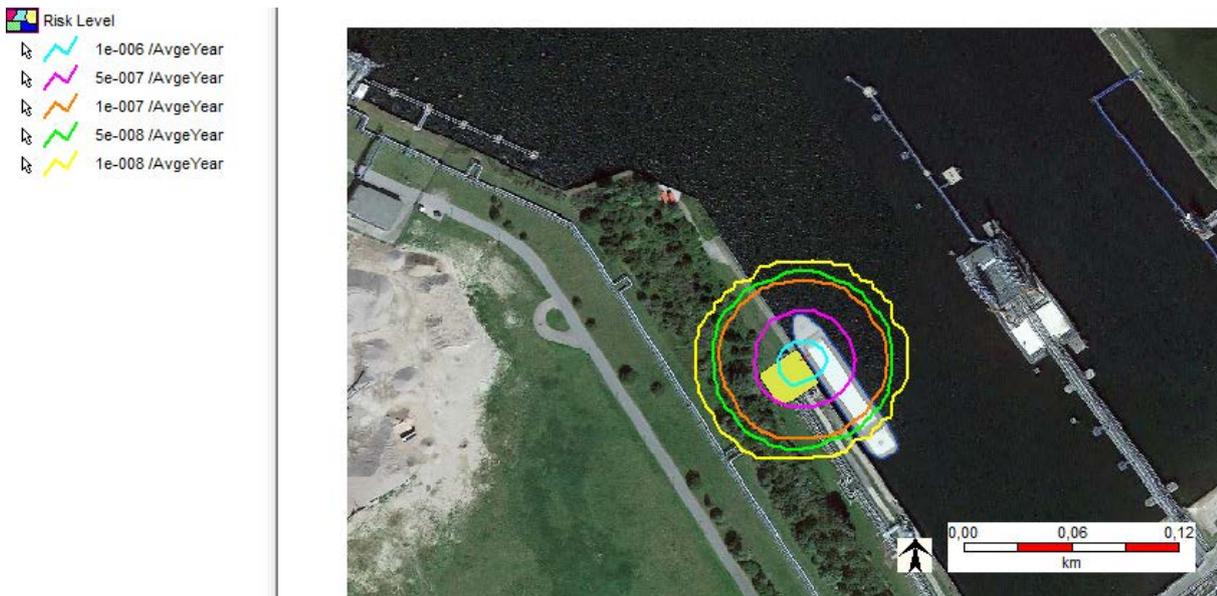


Abbildung 38: Risikokonturen PTS Bebungung mit Ladearm und 5 s ESD

10.9.16 Szenario PTS-4: Ladearm DN 200, längere Verschlusszeit

Abbildung 39 zeigt die Ergebnisse der probabilistischen Betrachtung des LNG PTS Bunkervorganges am Liegeplatz 2 unter Verwendung eines Ladearms wie für PTS-1, bloß mit 30 Sekunden ESD für große Leckagen und 60 Sekunden ESD für kleine Leckagen (anstatt 10 s, 30 s). Abbildung 39 zeigt, dass die Risikokontur 1×10^{-6} (hellblaue Kontur in Abbildung 36) deutlich größer wird (40 x 60 m). Die Sicherheitszone ergibt sich zu 60 m im Durchmesser.

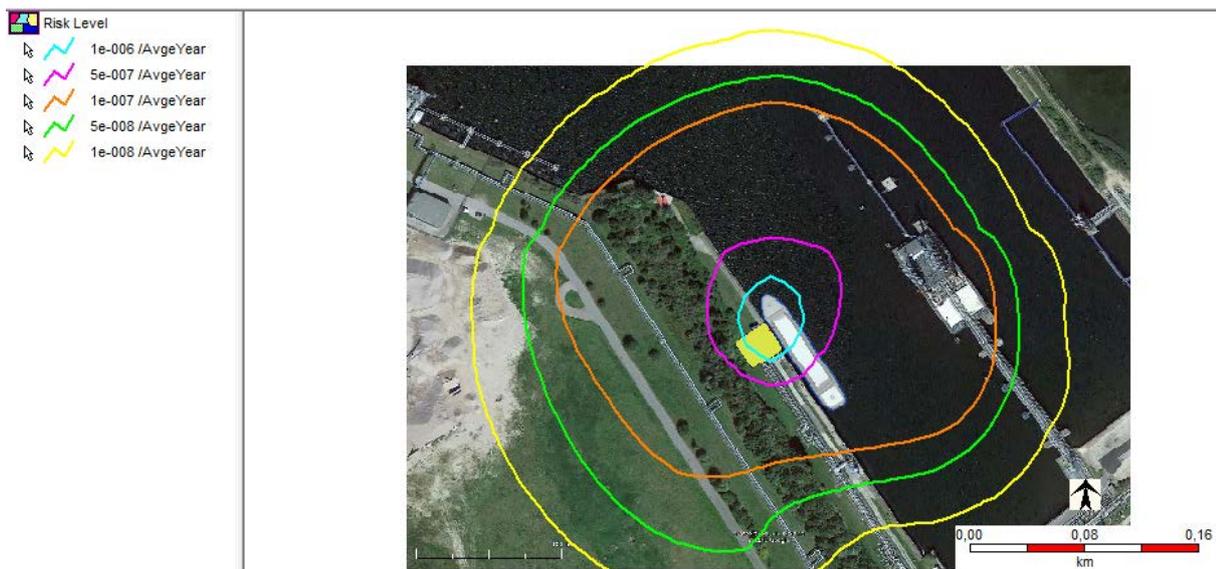


Abbildung 39: Risikokonturen PTS Bebungung mit Ladearm, Verschlusszeiten 5s und 60s

10.10 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die in Kapitel 6 beschriebenen Bunkerverfahren wurden im Sinne einer quantitativen Risikoanalyse auf ihr Risikopotential untersucht. Die probabilistischen Berechnungen haben gezeigt, dass durch die Variation des Differenzdruckes von 1 barg bis 8 barg deutliche Unterschiede bei den Risikokonturen entstehen können. Es empfiehlt sich hier der konservative Ansatz der Wahl der größeren Konturen bei 8 barg die dadurch auch zu größeren Sicherheitszonen führen.

Bei der Variation der Verschlusszeiten lässt sich feststellen, dass sich eine Reduzierung der Verschlusszeiten von 10 Sekunden auf 5 Sekunden für große Leckagen relativ gering auswirkt. Eine Erhöhung der Verschlusszeiten von 10s / 30s auf 30s / 60s Sekunden führt allerdings zu einer deutlich größeren Ausdehnung der Risikokonturen. Dies zeigt deutlich, dass die Sicherstellung der Verschlusszeiten von 10 Sekunden für große Leckagen und 30 Sekunden für kleine Leckagen sicherzustellen ist.

Die Berechnungen zeigen zudem deutlich die positiven Effekte der Verwendung eines Ladearms: Hier sind bei den STS und TTS Bunkervorgänge keine zusätzlichen Sicherheitszonen einzurichten. Lediglich bei der PTS Bebungung sind aufgrund der hohen Anzahl von Bunkerstunden pro Jahr auch Sicherheitszonen für unbeteiligte Dritte und empfindliche Gebäude zu beachten. Tabelle 50 zeigt eine Zusammenfassung der einzurichtenden Sicherheitszonen auf Basis der durchgeführten Grundannahmen und probabilistischen Betrachtungen und Abbildung 39 veranschaulicht die unterschiedlichen Zonen.

Tabelle 50: Sicherheitszonen als Ergebnis der Risikobetrachtungen (Mindestabstände)

	Sicherheitszone Abstand SIMOPS (Mind. Personen; $5 \cdot 10^{-6}$)	Erweiterte Sicherheitszone ($1 \cdot 10^{-6}$)
STS 8barg	25 m * (13m)	55 m
STS 1barg	25m * (IEC 60079/ATEX)	-
STS Ladearm	25m * (IEC 60079/ATEX)	-
TTS 8barg	25m * (IEC 60079/ATEX)	15 m
TTS 8barg 30s Verschlusszeit	25m * (IEC 60079/ATEX)	40 m
TTS 1barg	25m * (IEC 60079/ATEX)	-
TTS Ladearm	25m * (IEC 60079/ATEX)	-
PTS 8barg	25m * (IEC 60079/ATEX)	15 m
PTS 1barg	25m * (IEC 60079/ATEX)	13 m

* kann unter bestimmten Voraussetzungen reduziert werden, siehe A 9

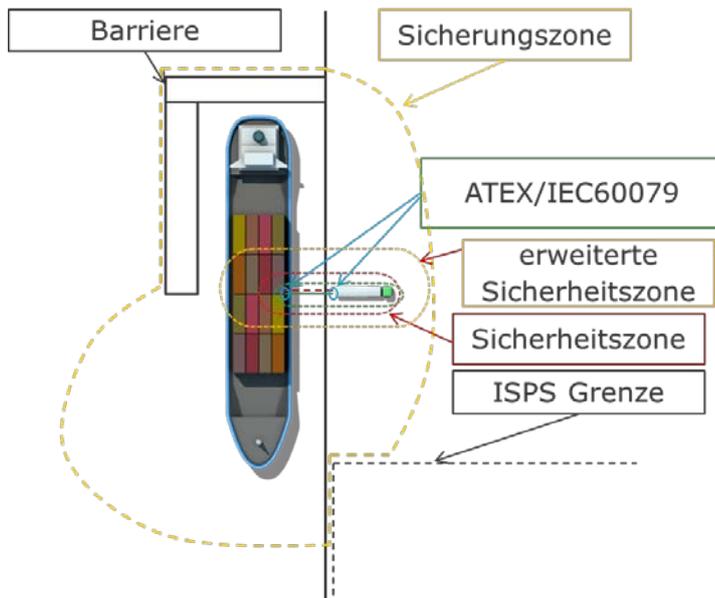


Abbildung 39: Übersicht erforderliche Schutzabstände

11 ENTSCHEIDUNGSGRUNDLAGEN

Im Kapitel 11 sind die Entscheidungsgrundlagen für die Genehmigungsbehörde zur Ausstellung einer Genehmigung für das Bunkern von LNG dargestellt.

11.1 Allgemeingültige Anforderungen für jeden Liegeplatz

11.1.1 Zulassung des Schiffes für die Schiffsbetriebsstoffart

Schiffe, für die LNG als Betriebsstoff genutzt werden soll, unterliegen den internationalen Vorschriften, dessen Einhaltung durch das Klassezeugnis nachgewiesen wird.

Derzeit ist die MSC.285(86), *Interim Guidelines on Safety for Natural Gas-fuelled Engine Installations in Ships*, in Kraft und wird am 1. Januar 2017 durch den *International Code of Safety for Ships Using Gases or Other Low-flashpoint Fuels* (IGF Code) ersetzt. Beide gelten für mit LNG angetriebene Schiffe, LNG-Tanker unterliegen dem *International Code for Construction and Equipment of Ships carrying Liquefied Gases in Bulk* (IGC Code).

Auch wenn der IGF Code erst 2017 in Kraft tritt, so wird er heute schon oftmals im Schiffbau angewandt bzw. von Flaggenstaaten akzeptiert.

Durch den Nachweis über das Klassezeugnis wird sichergestellt, dass das bordseitige Tanksystem, Gas-Konditionierungs-Systeme und Verbraucher hinsichtlich der geltenden bzw. akzeptierten Regularien abgenommen worden sind.

11.1.2 Qualifikation der Schiffsbesatzungen

Allgemein gibt die *International convention on standards of training, certification and watch keeping for seafarers* (STCW Convention) die Mindeststandards für die Kompetenz von Seefahrenden vor, die über entsprechende Zertifikate nachgewiesen werden kann, die ebenfalls in der STCW behandelt werden. Die Konvention umfasst in ihrer derzeitigen Fassung nicht den Umgang mit Gas. Die benötigte Qualifikation ist jedoch in der MSC.285(86), *Interim Guidelines on Safety for Natural Gas-fuelled Engine Installations in Ships*, im Kapitel 8 (Operational and Training Requirements) definiert. Die Ausbildung der Schiffsbesatzung muss daher der MSC.285(86) entsprechen, d.h. vom Schiffseigner bzw. Schiffsbetreiber ist ein entsprechendes Training seiner Crew nachzuweisen. Da die Trainingsinhalte der MSC.285(86) nur allgemein beschrieben sind, gibt es aus der Industrie auf Erfahrung basierende Standards, die für eine geeignete Trainingsentwicklung herangezogen werden können oder ein derartiges Training darstellen. Viele dieser Standards sind maßgeblich für die Besatzung von LNG-Tankern entwickelt worden, eignen sich aber aufgrund der Tatsache, dass LNG-Tanker das stetig entstehende Boil-Off-Gas als Treibstoff (siehe Abschnitt 5.1) verwerten, auch für die Besatzungen von mit LNG angetriebenen Schiffen.

Ein Standard speziell zur Entwicklung von Trainings von Menschen, die verschiedene Funktionen an Bord von Schiffen ausüben, auf denen LNG als Brennstoff verwendet wird, ist z.B. der DNV GL-ST-0026 Standard (*Competence related to the on board use of LNG as fuel*). Dieser spezifiziert Mindestniveaus von Kenntnissen und Fähigkeiten von Menschen, die verschiedene Funktionen an Bord von Schiffen ausüben, auf denen LNG als Brennstoff verwendet wird. Der DNV GL Standard dient als Leitlinie für

Eigner bzw. Betreiber von mit LNG angetriebenen Schiffen und ist zudem eine Leitlinie für Anbieter von Schulungen für die Entwicklung entsprechender Kurse. Der Standard baut auf die Kategorien der MSC.285(86) auf und definiert drei Kompetenzkategorien:

- Category A - Basic:
Basiskompetenzen für alle Offiziere/Crew unabhängig von ihrer Funktion
- Category B - Deck:
Kompetenzanforderungen für nautische Offiziere und an Deck eingesetzte Crew
- Category C - Engine:
Kompetenzanforderungen für technische Offiziere und technisch eingesetzte Crew

Zudem sind diese Kategorien in vier Stufen, die die benötigte Tiefe der Kompetenz widerspiegeln, unterteilt: Kenntnis, Verständnis, Anwendung und Einbindung. Der Standard beinhaltet eine Liste Fragen und Aufgaben, die von den Personen in den entsprechenden Kompetenzkategorien in der jeweils benötigten Kompetenzstufe beantwortet bzw. bearbeitet werden können müssen.

Mit Inkrafttreten des *International Code of Safety for Ships Using Gases or Other Low-flashpoint Fuels* (IGF Code) am 1. Januar 2017 wird der Umgang mit Gas auch Bestandteil der STCW Convention. Damit liegt dann ein international einheitlicher Standard für Besatzungen von Schiffen vor, auf denen LNG als Brennstoff verwendet wird. Der IGF Code selbst verweist in seinem Kapitel (Part D, Chapter 18) über die Entwicklung von Schulungs- und Zertifizierungsanforderungen für Seefahrende auf Schiffe, die mit Gas oder anderen Brennstoff mit niedrigem Flammpunkt betrieben werden, auf die STCW und macht diese allein geltend, ohne weitere Anforderungen zu definieren.

Die Qualifikation der Schiffsbesatzung sollte die Anforderungen aus gegenwärtigen Standards aus der Industrie erfüllen, die den Bestimmungen der MSC.285(86) entsprechen. Mit Anwendung des IGF Codes hat die Qualifikation der STCW Convention zu genügen.

Darüber hinaus müssen nach ISO TS 18683 (*Leitlinien für Systeme und Anlagen zur Flüssigerdgasversorgung als Brennstoff für Schiffe*) alle Personen, die in LNG-Bunkerprozessen involviert sind, ein der ISO TS 18683 Kapitel 10 konformes Training absolviert haben. Da dieses ebenfalls für landseitiges Personal gilt, ist dieses näher in Abschnitt 11.1.5 beschrieben.

11.1.3 Zulassung der Tank-LKW, Kesselwaggons, LNG-Tankcontainer, des Bunkerschiffes oder des Ladearms

Die vom LNG-Lieferanten eingesetzten LNG-Tankwagen unterliegen für internationale wie nationale Transporte innerhalb Europas der UNECE ADR Annex A hinsichtlich der Beladung und der Kennzeichnung und Annex B wenn es um die konstruktive Beschaffenheit des auf den LNG-Tankwagen installierten LNG-Tank geht. Die Baumusterprüfungen und Erstabnahme sowie die wiederkehrende Tankprüfungen (Zwischenprüfung und Hauptprüfung im Zyklus 3 bzw. 6 Jahre) als auch die jährliche technische Untersuchungen müssen von amtlich anerkannten Sachverständigen erfolgen. Der Nachweis hierüber ist auf Anforderung der zuständigen Hafenbehörde vor der Bebunkerung vorzulegen.

Die Sicherheitsbestimmungen für den Transport von Flüssigerdgas innerhalb Europas über den Eisenbahnverkehr werden durch die RID geregelt, die inhaltlich der ADR entspricht. Dies gilt gleichermaßen für die Prüfung der LNG-Kesselwagen. Auch hier sollte der Lieferant der zuständigen Hafenbehörde die entsprechenden Nachweise vorlegen.

Von Lieferanten eingesetzte Bunkerschiffe müssen nicht nur ein Schiffszeugnis besitzen, sondern sie unterliegen beim Transport von LNG auch der *Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen* (Gefahrgutverordnung See - GGVSee). Diese schreibt für die Zulassung zur Beförderung verflüssigter Gase in Tankschiffen die Einhaltung der Vorschriften des Kapitels II-2 Regel 16 Absatz 3 und des Kapitels VII Teil C des SOLAS-Übereinkommens sowie die Vorschriften des IGC-Codes vor.

Die für die Bebungung eingesetzte Technik, wie Ladearme, Übergabeschläuche, Kupplungen, ESD-Systeme und weitere, muss in Übereinstimmung mit geltenden Normen entworfen, gebaut und geprüft sein. Eine Übersicht über die entsprechenden Normen ist in Anhang A 11 gegeben.

Für den Transport von LNG-Containern über den Seeweg gilt in Deutschland die GGVSee und international die *International Maritime Code for Dangerous Goods* (IMDG). Der IMDG Code ist Bestandteil der GGVSee und ist weitestgehend identisch mit der ADR/RID hinsichtlich der Kennzeichnung von Gefahrgut (Gefahrgutklassen, UN-Nummern). Die örtlichen Regelungen für den Transport zur Pier und den Umschlag von Gefahrgut sind einzuhalten. Wenn der LNG-Container zur landseitigen Bebungung genutzt werden soll, so muss dieser an ein geeignetes Transfersystem angeschlossen sein, welches den Normen in Anhang A 11 entsprechen muss.

11.1.4 Technische Auslegung der Systeme im Sinne der Sicherheitsabstände

Technische Einflussfaktoren für die Größe der Sicherheitsabstände sind:

- Abschaltdauer im Fall einer Leckage
- Differenzdruck im Transfersystem
- Nennweiten des Transfersystems
- Zuverlässigkeit des Transfersystems im Sinne der Ausfallhäufigkeit

Im Sinne der Sicherheitsabstände muss eine maximale Abschaltzeit bei kleinen Leckagen und der TTS Bebungung von 30 Sekunden (ESD) technisch sichergestellt werden. Für große Leckagen im STS Verfahren ist eine Abschaltzeit von höchstens 10 Sekunden technisch sicherzustellen. Dies erfordert unter anderem eine kontinuierliche technische Überwachung der Prozessparameter beim Transferprozess mit Kopplung an das ESD System. Im Einzelfall kann eine technische Sicherstellung zum Beispiel auch durch kontinuierliche doppelte Schlauchwache (Schiff und LKW) mit eigener ESD Auslösung sichergestellt werden.

Für den Differenzdruck vom Transfersystem zur Atmosphäre wurden maximal 8 barg angenommen. Der maximale Differenzdruck ist auf 8 barg zu begrenzen. Bei höheren Differenzdrücken sind entsprechende Berechnungen zur Definition der Sicherheitsabstände durchzuführen.

Grundannahmen für die Nennweiten sind DN 60 für die TTS-, DN 150 für die STS- und DN 200 für die PTS-Bebunkerung. Da die angenommenen Leakagegrößen im Bezug zu den Nennweiten stehen, führen größere Nennweiten des Transfersystems auch zu größeren Sicherheitsabständen.

Für die Bestimmung von Risikokonturen sind die Ausfallraten von Komponenten und Systemen von Interesse. Für die TTS- und STS-Bebunkerung sind Schlauchleitungen und für die PTS-Bebunkerung ein Ladearm mit den Ausfallraten aus Tabelle 39 angenommen worden. Die Verwendung von Ladearmen bei der TTS- und STS-Bebunkerung würde zu Reduzierungen der Sicherheitsabstände führen. Für die PTS-Bebunkerung ist ein Ladearm vorzusehen. Andernfalls ist von deutlich größeren Sicherheitsabständen auszugehen.

Zusammenfassend sind die Grundannahmen für die maximalen Transferparameter gemäß nachfolgender Tabellen einzuhalten, ggf. sind liegeplatzspezifische Besonderheiten (siehe A 13) zu berücksichtigen.

Tabelle 51: Max. Transferparameter STS

System	Komponente	Spezifikation
Bunkerschiff	<i>Allgemein</i>	Gastanker nach IGC Code
	<i>Tank</i>	1 x IMO Typ C, 3.000 m ³
	<i>Transferrate</i>	500 m ³ / h
	<i>Anschlussflansch</i>	DN 150
Transfer-einrichtung	<i>Allgemein</i>	Nach einschlägigen Normen
	<i>Kupplung Bunkerschiff</i>	Trockentrennkupplung
	<i>Schlauch</i>	Einwandig, DN150, 10m
	<i>Kupplung Empfänger</i>	Trockenschnelltrennkupplung
Empfänger-Schiff	<i>Allgemein</i>	Schiff nach IGF Code / MSC.285.(86)
	<i>Tank</i>	IMO Typ C, 2 x 1.000 m ³
	<i>Anschlussflansch</i>	DN 150

Tabelle 52: Max. Transferparameter TTS

System	Komponente	Spezifikation
Trailer (Bunkerquelle)	<i>Allgemein</i>	Trailer nach ADR
	<i>Tank</i>	Einwandig, Fassungsvermögen 18,5t
	<i>Förderpumpe</i>	Max. Transferrate 80m ³ / h
	<i>Anschlussflansch</i>	DN 60
Transfer- einrichtung	<i>Allgemein</i>	Nach einschlägigen Normen
	<i>Kupplung zur Quelle</i>	Trockentrennkupplung
	<i>Schlauch</i>	Einwandig, DN60, 10m
	<i>Kupplung zum Empfänger</i>	Trockenschnelltrennkupplung
Schiff (Empfänger)	<i>Allgemein</i>	Schiff nach IGF Code / MSC.285.(86)
	<i>Tank</i>	IMO Typ C, 130 m ³
	<i>Anschlussflansch</i>	DN 150

11.1.5 Qualifikation des Personals der Abgabereinrichtung

Allgemein:

Gemäß ISO TS 18683 (*Leitlinien für Systeme und Anlagen zur Flüssigerdgasversorgung als Brennstoff für Schiffe*) besteht die Vorschrift für ein Training, welches durch das gesamte in Bunkerprozessen involvierte Personal absolviert werden muss. In der ISO TS 18683 sind Mindestinhalte definiert, die durch das Training abgedeckt werden müssen (siehe hierzu Kapitel 10 der ISO TS 18683). Dazu zählen unter anderem die Gefahren, die von LNG ausgehen, das sichere Verfahren mit LNG, internationale wie nationale Regelungen hinsichtlich LNG, eingesetzte Technologien und zu verwendende Prozeduren (insbesondere für das Erkennen von und das Verhalten in Zwischen- und Notfällen). Das Training gilt für die LNG-Lieferanten genauso wie für die LNG-Empfänger. Zudem ist das Training zu dokumentieren.

LNG-Lieferanten müssen durch die zuständige Hafenbehörde, dem Hafen- und Seemannsamt der Hansestadt Rostock oder einer anderen von der Behörde autorisierten Stelle, zugelassen sein. Die autorisierten Lieferanten verpflichten sich, dass alle ihre eingesetzten Schiffe, Einrichtungen, Tankfahrzeuge, Ausrüstung und Personal den regulativen Vorgaben der Behörde entsprechen. Die Eignung des Lieferanten wird durch die Behörde im Rahmen einer Erstprüfung festgestellt, durch die Behörde angeforderte Nachweise sind dabei vorzulegen. In wiederkehrenden Prüfungen sind der Behörde angeforderte Nachweise vorzulegen. Frequenz und Art der angeforderten Nachweise liegen dabei im Ermessen der Behörde. Durch das Verfahren soll sichergestellt sein, dass die Bestimmungen zur sicheren Bebunkerung am Standort Rostock von allen Beteiligten berücksichtigt werden. Eine gültige Zulassung durch die Hafenbehörde stellt eine zwingende Voraussetzung für einen Bunkervorgang mit LNG nach diesen Entscheidungsgrundlagen dar.

LNG-Lieferanten müssen ein gültiges zertifiziertes Qualitätssystem vorweisen, u.a. mit Angaben über Durchführung der LNG-Bunkervorgänge, Aus- und Weiterbildung der für die LNG-Bebunkerung zuständigen Mitarbeiter, Überwachung und Instandhaltung der LNG-Bunkerschiffe, Bunkerstationen, LNG-Tankwagen, LNG-Kesselwagen, LNG-Container sowie LNG-Transfersystemen (Schläuche, etc.).

Alle Personen, die mit der Durchführung und Überwachung einer LNG-Bebunkerung von Schiffen betraut sind, müssen über eine ISO TS 18683 konforme Ausbildung verfügen entsprechend eines amtlich festgelegten Standards, der die hier in dieser Studie festgehaltenen Grundannahmen und technische wie organisatorische Voraussetzungen zum Bunkern (z.B. maximale Abschaltzeit nach 30 Sekunden im Störfall) widerspiegelt und sicherstellt, dass sich die genannten Personen im Störfall richtig zu verhalten wissen. Neben einer theoretischen Grundausbildung müssen praktische Einweisungen hinsichtlich Funktion und Handhabung von Komponenten zur LNG-Bebunkerung sowie Teilnahmen an durchgeführten LNG-Bebunkerungen nachgewiesen werden. Darüber hinaus ist die theoretische Vermittlung von Bunkerprozeduren, wie sie am Standort Rostock unter Beachtung der technischen und organisatorischen Voraussetzungen durchzuführen sind, notwendig.

Für alle Personen gilt, dass sie über ein Basiswissen bzgl. des Umgangs und der Gefahren von LNG sowie dessen Hauptbestandteil Methan verfügen. Dazu zählen

- Grundbegriffe über LNG bzw. Gas (Methan)
- Sicherheits- und Gefahrenhinweise im Umgang mit LNG
- Sicherheits- und Gefahrenhinweise im Umgang mit flüssiggasführenden Rohrleitungen und Systemen
- Sicherheitshinweise für Methan sowie Umgang mit gasführenden Leitungen und Systemen
- Grundbegriffe des Explosionsschutzes sowie Explosionsgefährdeter Bereiche
- Arbeits- und Schutzkleidung zur LNG-Bebunkerung
- Verhalten in Gefahrensituationen
- Kennzeichnung der Sicherheitszone und Sicherstellung dieser.

Darüber hinaus sind Grundlagen der LNG-Bebunkerung ein notwendiger Bestandteil der Ausbildung. Hierzu zählen vertiefte Kenntnisse über und Handhabung von Komponenten von LNG-Transfersystemen und deren Teilsystemen wie

- LNG-Bunkerschläuche
- LNG-Bunkerschlauchkupplungen
- ESD-Systeme und deren Komponenten
- Sicherheitskupplungen.

Kenntnis und Verständnis von Sicherheits- und Arbeitshinweisen im Umgang mit Komponenten von LNG-Transfersystemen wie

- Prüfung von Komponenten vor Inbetriebnahme
- Prüfung von Notabschaltvorrichtungen sowie Sicherheitseinrichtungen vor LNG-Bunkerbeginn
- Handhabung von Feuerlöschsystemen
- Kriterien für Verlegung von LNG-Bunkerschläuchen und deren Anschluss am LNG-Empfängerschiff
- Arbeits- und Sicherheitshinweise bei Verlegung von LNG-Bunkerschläuchen und Anschluss von LNG-Transfersystemen zwischen LNG-Lieferant und LNG-Empfängerschiffen
- Arbeits- und Sicherheitshinweise für die Beendigung der LNG-Bebunkerung

müssen ein ebenso notwendiger Bestandteil der Ausbildung sein.

Die Überwachung der LNG-Bebunkerung ist sicherheitstechnisch hoch relevant, so dass profunde Kenntnisse über und im Umgang mit

- Checklisten zur sicheren Durchführung von LNG-Bebunkerungen
- Überwachungssystemen zur LNG-Bebunkerung
- Sicherheitseinrichtungen
- Füllstandsüberwachungen auf dem-LNG Empfängerschiff
- ESD Systemen
- Handhabung von Überwachungssystemen zur LNG-Bebunkerung an Bord des Empfängerschiffes

für alle Personen, die am Bunkerungs-Prozess beteiligt sind, vorgeschrieben sein müssen. Auch müssen die möglichen Gefahrensituationen, die spezifisch am Standort Rostock eintreten können z.B. aus den örtlichen durchgeführten SIMOPs (siehe Abschnitt 10.4), bewusst gemacht werden.

Neben dieser für die Zulassung notwendigen Schulung, müssen noch die Einhaltung der Anforderungen der UNECE ADR bzw. RID für den Gefahrguttransport auf Straße/Schiene/See innerhalb Europas (innerstaatlich wie grenzüberschreitend) auf Anforderung der Behörde nachgewiesen werden. Diese ist als Ergänzung zur oben genannten Schulung zu verstehen und kann diese auf keinen Fall ersetzen, da die Besonderheiten für das LNG-Bunkern am Standort Rostock nicht durch die ADR/RID abgedeckt werden und daher speziell geschult und abgenommen werden müssen. ADR/RID regeln nur den Transport, nicht den Bunkervorgang.

LNG-Tankwagen:

Fahrer von LNG-Tankwagen müssen eine gültige ADR-Schulungsbescheinigung (gemeinhin auch Gefahrgutführerschein genannt) vorweisen können. Nach der Teilnahme an einem Basiskurs und anschließender Prüfung wird dieser mit einer fünfjährigen Gültigkeit ausgestellt. Um diesen zu verlängern, muss eine 1,5 tägige Fortbildungsschulung im letzten Gültigkeitsjahr besucht und die anschließende Prüfung bestanden werden. In Deutschland nimmt die zuständige Deutsche Industrie- und Handelskammer die Prüfung ab.

LNG-Kesselwagen:

Die Sicherheitsbestimmungen für den Transport von Flüssigerdgas innerhalb Europas über den Eisenbahnverkehr werden durch die RID geregelt, die inhaltlich der ADR entspricht. Dies gilt gleichermaßen für die Qualifikation und deren Nachweis für den Triebwagenführer (analog zum Fahrzeugführer des LNG-Tankwagens). Auch hier sollte der LNG-Lieferant der zuständigen Hafenbehörde die entsprechenden Nachweise auf Anforderung vorlegen.

Bunkerschiff:

Darüber hinaus gelten für die Besatzung des Bunkerschiffes weitere Anforderungen an die Qualifikation die sich aus internationalen Regeln ergeben. So sind in Chapter 18 (Operating Requirements) des *International Code for Construction and Equipment of Ships carrying Liquefied Gases in Bulk* (IGC Code) Mindestanforderungen hinsichtlich der Qualifikation und Ausbildung von Gastanker-Crews genannt. Das Personal (die Crew) soll geeignet ausgebildet sein in Bezug auf Betriebs- und Sicherheitsaspekte von Flüssiggastankern, wie sie von der STCW Convention, dem ISM Code und dem Medical First Aid Guide (MFAG) verlangt werden. Als Mindestanforderung wird definiert, dass das Personal eine geeignete Ausbildung in der Verwendung von an Bord befindlicher Schutzausrüstung sowie eine fundierte Grundausbildung hinsichtlich der Maßnahmen (gemessen an ihren Pflichten) abgeschlossen hat, die im Notfall zu ergreifen sind. Offiziere sollen in Notfall-Prozeduren geübt sein, die das richtige Verhalten bei Leckage, Freisetzung oder Brand der Ladung sicherstellen. Eine angemessene Anzahl von ihnen soll eingewiesen und ausgebildet sein in notwendiger erster Hilfe, die im Bezug zur transportierten Ladung geleistet werden könnte.

Für LNG-Tanker gibt es diverse Standards aus der Industrie, die geeignete Trainings für die Crew von LNG-Tankern definieren. Crews sollten daher nachweisen können, dass sie konform zu diesen Standards ausgebildet worden sind. So gilt die *Crew Safety Standards and Training for large LNG carriers* der SIGTTO (*Society of International Gas Tanker and Terminal Operators*) als eine Art Handbuch für Schiffseigner und -betreiber, die das erste Mal ein mit LNG betriebenes Schiff betreiben. Doch auch erfahrene Eigner und Betreiber setzen das Buch für die Ausbildung von neuen bzw. unerfahrenen Crews ein. Das Dokument behandelt die wichtigsten statuarischen Anforderungen für die Ausbildung von LNG-Tanker-Crews und den Bestimmungen der STCW wie sie für Gastanker anzuwenden sind. Zudem beinhaltet es eine Empfehlung von Publikationen, die sich an Bord von LNG-Tankern befinden sollten. Es bietet auch Ratschläge, wie der International Safety Management Code (ISM Code) für die Ausbildung und Verwaltung von Tanker-Crews sinnvoll angewendet werden kann. Das Dokument greift stark auf die Erfahrungen der SIGTTO-Mitglieder zurück, die umfangreiche Betriebserfahrung mit LNG-Tankern haben. Es kann als eine Art Guide bezüglich der derzeit Best-Industry-Practice betrachtet werden.

Analog zum Trainingsstandard DNV GL-ST-0026 für Besatzungen von mit LNG angetriebenen Schiffen (siehe hierzu Abschnitt 11.1.2) gibt es den Standard DNV GL-ST-0010 (*Competence of shipboard cargo operators for liquefied natural gas tankers*), der die Mindestanforderungen für Kompetenzen von Menschen regelt, die an Bord von LNG-Tankern Funktionen ausüben. Dieser Standard ist hinsichtlich Kompetenzkategorien und -stufen in gleicher Art und Weise aufgebaut wie der beschriebene DNV GL-ST-0026, er weist jedoch andere Kompetenzen als erforderlich aus.

11.1.6 Prüflisten für den Bunkervorgang, Bunkercheckliste

Der sichere Bunkervorgang wird durch die Prüflisten im Anhang A 14 unterstützt. Dabei helfen vor allem die Teile 1 bis 3 in der Vorbereitung und der Abstimmung der Bunkervorgänge zwischen den Beteiligten. In der Vorbereitung gilt es hier sich auf den Prozess und die Parameter zu einigen und eventuelle SIMOPs inklusive der erforderlichen Sicherheitsabstände zu klären.

Unmittelbar vor Beginn des Transfers ist gemeinsam der Teil 4 (bzw. 3 bei LKW Bebunkerung) der Bunkercheckliste auszufüllen, direkt nach Abschluss der Teil 5 (bzw. 4 für LKW Bebunkerung).

Die vollständige Liste ist von beiden Parteien nach Abschluss des Bunkervorgangs 5 Jahre lang aufzubewahren und dem Hafen- und Seemannsamt auf Anforderung vorzulegen.

Sicherheitsrelevante Vorfälle oder Unfälle sind dem Hafen- und Seemannsamt in jedem Fall unaufgefordert zu melden.

11.1.7 Sicherheitsvorkehrungen und Absicherungsverfahren für die Umgebung

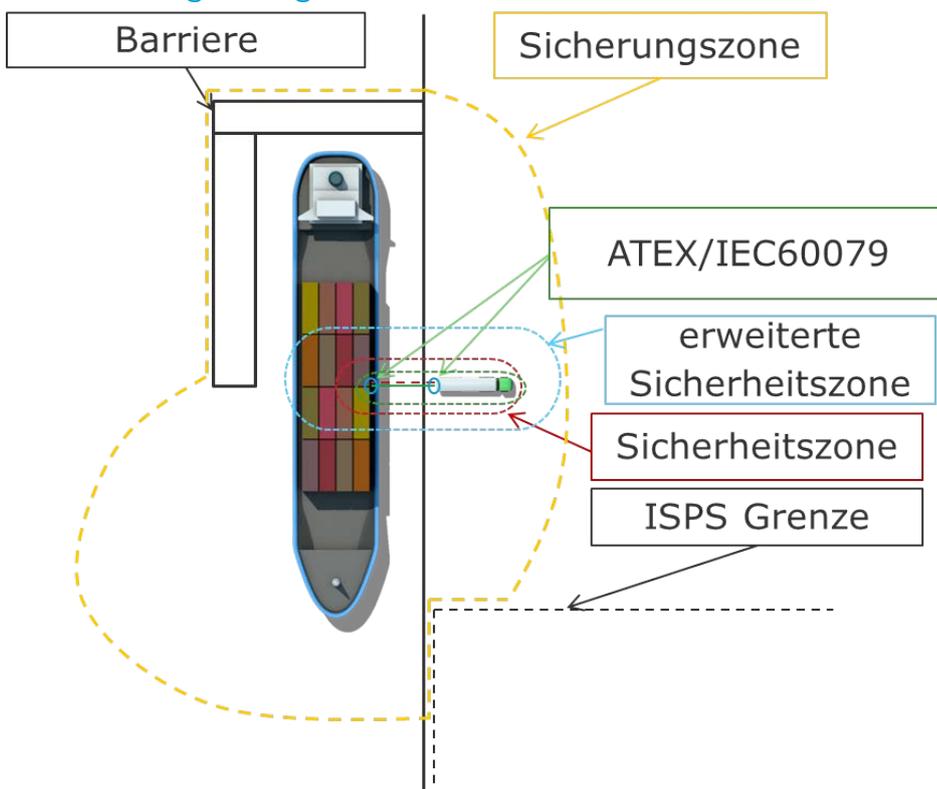


Abbildung 40: Übersicht erforderliche Schutzabstände

ATEX / IEC 60079

- Zündquellenfrei, keine elektrische nicht ATEX zertifizierte Ausrüstung

- Ausdehnung gemäß IEC 60079

Sicherheitszone Personen (LSIR < 5*10⁻⁵)

- **Nur** Bunkerpersonal innerhalb zulässig
- (Ausnahme einmaliges passieren Crew/Hafenpersonal bis zur 10⁻⁵, IR; hier, da IR 10⁻⁵ in betrachteten Szenarien nicht vorkommt bis zur ATEX Zone)

Sicherheitszone SIMOPS (störungsfrei)

- 25m, IAPH Empfehlung
- (Ausnahme Schutz vor Störungen installiert, beide Parteien einig, mindestens ATEX, siehe Abschnitt 11.2)

Erweiterte Sicherheitszone (LSIR <10⁻⁶)

- Crew und Hafenpersonal innerhalb zulässig
- Öffentlich zugänglich, nur kurzzeitiger Aufenthalt zulässig

Sicherungszone

- Mind. Schiff
- Nur kontrollierte oder eingewiesene Operationen

11.1.8 Weitere organisatorische Sicherheitsvorkehrungen

Neben den landseitigen beschriebenen Sicherheitsabständen (11.1.7) sind Seeseitig keine Sicherheits- oder Passierabstände erforderlich. Aus den Bunkervorschriften ergibt sich keine notwendige Signalführung des empfangenen Schiffes, ein Gastanker ist allgemein als solcher zu kennzeichnen.

Bunkerprozesse sind der Verkehrsleitzentrale anzuzeigen, damit diese über UKW Revierfunk an die Verkehrsteilnehmer im Rahmen der Lagemeldung angekündigt werden können.

11.1.9 Kommunikation zwischen Versorger und Empfänger – technische Auslegung/Ausführung

Eine Sprechverbindung mit Alternative ist zwischen den Empfänger und Lieferanten während des Prozesses sicherzustellen, der Abbruch der Bebungung ist bei Verlust der Sprechverbindung abzustimmen.

Um die Abschaltzeiten im Fehlerfall sicherzustellen ist ein ESD Link bei der Schiff zu Schiff Bebungung einzurichten und zu Testen (z.B. SIGTTO Standard).

Bei der LKW Bebungung ist eine Übergabe des ESD Knopfes an das Empfängerschiff vorzusehen und zu prüfen, sofern nicht alternativ eine Prozesskontrolle mit ESD Kopplung, ein Totmannschalter oder eine vergleichbare Lösung installiert ist, um die 30 Sekunden Abschaltzeit für große Leckagen sicherzustellen.

11.1.10 Kommunikation der Bunkerbeteiligten mit den entsprechenden Behörden Prozess – Genehmigung

Der folgende Ablauf ist einzuhalten um eine zulässige Bebunkerung durchzuführen:

1. Bunkerlizenz: Der Bunkeranbieter besitzt eine gültige Lizenz des Hafen- und Seemannsamt für den vorgesehenen Bunkermodus (STS, TTS, CTS, RTS, PTS) im Seehafen Rostock.
2. Der Lizenzinhaber zeigt die vorgesehene Bebunkerung beim Hafen und Seemannsamt 24h im Voraus an. Dabei sind mindestens zu nennen:
 - a. Ständige Kontaktmöglichkeit
 - b. Liegeplatz
 - c. Bunkerort, Dauer und Zeit
 - d. Bunkermethode
 - e. Empfänger Schiff Name und IMO Nummer
 - f. Evtl. Einschränkungen des Hafensbetriebs
 - g. Evtl. Abweichungen zu den hier beschriebenen Prozessen
 - h. [...]
3. Eventuelle Einschränkungen im Abfertigungsbetrieb sind mit dem empfangendem Schiff abzustimmen, Einschränkungen im Hafensbetrieb können zu einem Versagen der Bunkererlaubnis durch das Hafen- und Seemannsamt für den angezeigten Vorgang führen.
4. Der Bunkerlizenzinhaber stellt sicher, dass alle Anforderungen gemäß des Bunkerhandbuchs (DNV GL MAGDE717 2015.158) erfüllt sind. Die verpflichtenden Checklisten sind bei der Planung zu berücksichtigen.
5. Die Bebunkerung wird gemäß den Vorgaben durchgeführt
6. Die abgeschlossene Bebunkerung wird dem Hafen- und Seemannsamt angezeigt. Vorfälle werden gemeldet.

11.2 Individuelle Zulässigkeit in Abhängigkeit des jeweiligen Liegeplatzes, Verfahren, Schiffstyps- / -größe

Um eine sichere und auch zulässige LNG - Bebungung durchzuführen, ist es zunächst notwendig, dass alle allgemeinen Anforderungen gemäß Abschnitt 11.1 an den Transfer erfüllt werden.

Zusätzlich können sich Liegeplatz und Transferprozessabhängige Anforderungen ergeben. Dies ist zum einen darin begründet, dass Sicherheitsabstände zu Infrastruktur eingehalten werden müssen, bzw. spezielle lokale Gegebenheiten berücksichtigt werden müssen. Prozessabhängig können Liegeplätze unterschiedliche Anforderungen an zulässige Prozessparameter haben.

Eine Übersicht ob und welche Verfahren am jeweiligen Liegeplatz zulässig sind und welche besonderen Anforderungen zu beachten sind ist in der Tabelle im Anhang A 13 dargestellt.

11.2.1 Zulässigkeit von SIMOPS

Um zu verhindern, dass gleichzeitige Operationen die Risiken bei der LNG Bebungung erhöhen, sind entsprechende Sicherheitszonen mit Mindestabständen sicherzustellen. Innerhalb von Sicherheitszonen sind gleichzeitige Operationen in der Regel nicht zulässig. Die Sicherheitszonen liegen innerhalb von Sicherungszonen, in der Sicherungszone müssen gleichzeitige Operationen abgestimmt sein und die jeweils verantwortlichen und tätigen Personen über die Sicherheitszone unterrichtet sein. Im Abschnitt A 9 sind die verschiedenen Sicherheitszonen definiert, diese haben zum einen das Ziel Störungen zu vermeiden und zum anderen Personenschäden bei Vorfällen zu minimieren. Im vorliegenden Abschnitt soll der praktische Umgang mit diesen Zonen diskutiert werden. Grundsätzlich sind die nachfolgenden Zonen zu betrachten:

- Sicherheitszone für Personen¹
Definiert durch das zulässige Personenrisiko, Risikokontur $5 * 10^{-5}$; Innerhalb dieser Kontur ist der Aufenthalt von Personen nicht zulässig, mit der Ausnahme der Bunkercrew.
- Sicherheitszone für gleichzeitige Operationen¹
Ziel: Ausschluss der Möglichkeit von Störungen des Bunkerprozesses. Ein Mindestabstand von 25 m zum Bunkerequipment ist für gleichzeitige Operationen einzuhalten.
Sind geeignete technische und/oder organisatorische Maßnahmen installiert um eine Störung der Sicherheit des Bunkerprozesses zu vermeiden, sind in Absprache der Beteiligten geringere Abstände möglich (siehe nachfolgend Passierabstände)
Eine Unterschreitung des explosionsgeschützten Bereiches (ATEX, IEC 60079) ist nicht zulässig.
- Erweiterte Sicherheitszone für Personen²
Der dauerhafte Aufenthalt von Personen in der erweiterten Sicherheitszone ist nicht zulässig.
Diese ist durch die Risikokontur $1 * 10^{-6}$ definiert.

¹ Rote Zone in Abbildung 40

² Türkise Zone in Abbildung 40

Nachfolgende praktische Interpretationshilfen sollen als Beispiele zum Umgang mit den Sicherheitszonen dienen.

Allgemeiner Schiffsbetrieb

Allgemeiner Schiffsbetrieb darf den sicheren Bunkervorgang nicht stören. So ist die Wartung am elektrischen oder Maschinensystem während der Bebungung nicht zulässig. Auch die In- oder Außerbetriebnahme an Hilfssystemen ist nicht zulässig, wenn diese einen Einfluss auf den Bunkerbetrieb haben können.

Personen, die nicht direkt zur Bunkercrew gehören, dürfen nicht die Sicherheitszone für Personen betreten (Vergleiche Tabelle 50), eine entsprechende Einweisung und Absperrung (z.B. durch Beschilderung) für Crewmitglieder ist an Bord und an Land einzurichten. Bei Passagieren ist eine Beschilderung nicht hinreichend, hier muss Sicherheitspersonal eingesetzt oder Barrieren installiert werden.

An Bord müssen Belüftungsanlagen innerhalb der Sicherheitszone verschlossen werden. Für die Innenbereiche der Schiffe gelten dieselben Anforderungen, sofern diese nicht gegen einen möglichen Gaseintritt innerhalb der Sicherheitszone gesichert sind.

Eine einmalige Passage eines einzelnen Crewmitgliedes oder eines Hafendarbeiters durch die Sicherheitszone ist bei Vermeidung von Störungen des Bunkerbetriebes möglich, sollte aber vermieden werden und darf daher keinesfalls bei jeder LNG Bebungung stattfinden.

Fluchtwege für Personen müssen sich außerhalb des Sicherheitsbereiches befinden.

Ladungstransfer

Personen, die den Ladungstransfer unterstützen dürfen sich nicht innerhalb der Sicherheitszone für Personen aufhalten.

Ladungstransfer selbst sollte vollkommen außerhalb eines Abstandes von 25 m stattfinden, eine Störung des Bunkerprozesses muss bei allen denkbaren Unfällen ausgeschlossen sein.

Wenn geeignete technische und/oder operative Maßnahmen installiert sind, dann ist in Absprache der Bunkerparteien auch ein geringerer Sicherheitsabstand möglich, dieser darf keinesfalls in die explosionsgeschützten Bereiche (ATEX, IEC 60079) eindringen.

Geeignete Maßnahmen können beinhalten:

- z.B. Stückgut oder Versorgung: Physikalische Barrieren für schwebende Lasten die bei Absturz der Last oder Teile der Last und damit verbundene mechanische Auswirkungen durch die stürzende Last selbst oder andere Gegenstände/Bauteile (Domino Effekt) auszuschließen. Eine mögliche weitere Bewegung am Boden ist zu berücksichtigen.
- z.B. Tank- oder Bulkgrüter: Transfereinrichtungen (Rohrleitungen oder Förderbänder) die einen Einfluss durch herabstürzenden gepumpte Ladung oder Schüttgrüter ausschließen.
- z.B. RoRo/RoPax: Rollende Ladung – Vergleichbar mit Passierbeständen

Unter diesen Umständen kann, vorbehaltlich der Zustimmung der genehmigenden Behörde, der Sicherheitsabstand bis auf die ATEX (oder beim STS 13 m - vergleiche Tabelle 50) verringert werden.

Personenverkehr

Personen dürfen sich nicht innerhalb der Sicherheitszone (10^{-5} Kontur) aufhalten. Dies ist bei Schiffscrew und Hafentarbeitern mindestens durch Einweisung und Ausschilderung sicherzustellen. Bei Passagieren und allgemeiner Bevölkerung sind Barrieren oder Sicherheitspersonal vorzusehen.

Für Schiffspassagiere gelten die Anforderungen des allgemeinen Schiffsbetriebes.

Passierabstände

Passierende Straßen- oder Schienenfahrzeuge innerhalb der Sicherheitszonen sind SIMOPS:

Passierabstände sollten dem generellen Industriestandards entsprechen. Der in den IAPH Richtlinien gegebene Mindestabstand von 25 m kann dabei unterschritten werden, wenn entsprechende Schutzmaßnahmen getroffen sind. Das Lichtraumprofil bei Schienenfahrzeuge darf in keinem Fall in den explosionsgefährdeten (ATEX, IEC 60079) Bereich reinragen und muss außerhalb des Sicherheitsabstandes für Personen liegen. Bei einer Annäherung von Straßenfahrzeugen müssen Maßnahmen installiert sein, um ein Eindringen in den explosionsgefährdeten Bereich (ATEX, IEC 60079) und die Sicherheitszone für Personen zu verhindern. Maßnahmen können beinhalten:

- Warnschilder
- Geschwindigkeitsbeschränkungen (überwacht)
- Physikalische Barrieren, die einem Anstoß der erwarteten Fahrzeuge mit deren möglichen Geschwindigkeiten standhalten, z.B. Betonschweine bei PKW Verkehr, oder überwachter Schrittgeschwindigkeit von eingewiesenem professionellem LKW Verkehr.

Unter diesen Umständen kann, vorbehaltlich der Zustimmung der genehmigenden Behörde, der Sicherheitsabstand bis auf die ATEX (oder beim STS 13 m - vergleiche Tabelle 50) verringert werden.

Dies kann durch geeignete Absperrung und überwachte Geschwindigkeitsreduzierung erreicht werden. Bei eingewiesenem, professionellen Terminalverkehr ist bei überwachter Schrittgeschwindigkeit eine Absperrung hinreichend, für öffentlichen Verkehr ist ein auf Geschwindigkeit und Fahrzeugtypen angepasster Anfahrerschutz vorzusehen.

SIMOPS STS – paralleler Transfer

Ein paralleler Transfer von anderen Bunkermedien durch ein und dasselbe Schiff stellt in diesem Sinne keine SIMOPS dar. Ein solcher Transfer ist zulässig, wenn das Bunkerschiff für einen solchen Transfer entworfen und zugelassen ist und geeignete Transferprozeduren bestehen. Das Empfängerschiff muss in einem solchem Fall kompatibel sein, technische und operative Kompatibilität ist von beiden Parteien zu bestätigen, eine Störung der Sicherheit des Bunkerprozesses muss ausgeschlossen sein.

Personenaufenthalt

Längerfristiger Personenaufenthalt innerhalb der erweiterten Sicherheitszone, definiert durch die 10^{-6} Risikokontur ist nicht zulässig. Als längerfristig ist in diesem Sinne zu verstehen:

- mehr als 8 Stunden pro Tag, oder
- mehr als 35 Stunden pro Woche, oder
- Wohnbebauung
- Öffentliche Gebäude

Ein zeitweiliger kurzfristiger Aufenthalt von Personen bis zur Sicherheitszone ($5 \cdot 10^{-5}$) ist möglich.

In den nachfolgenden Abbildungen sind beispielhaft die einzuhaltenden Sicherheitszonen für Fährschiffe, und Massengutschiffe dargestellt.

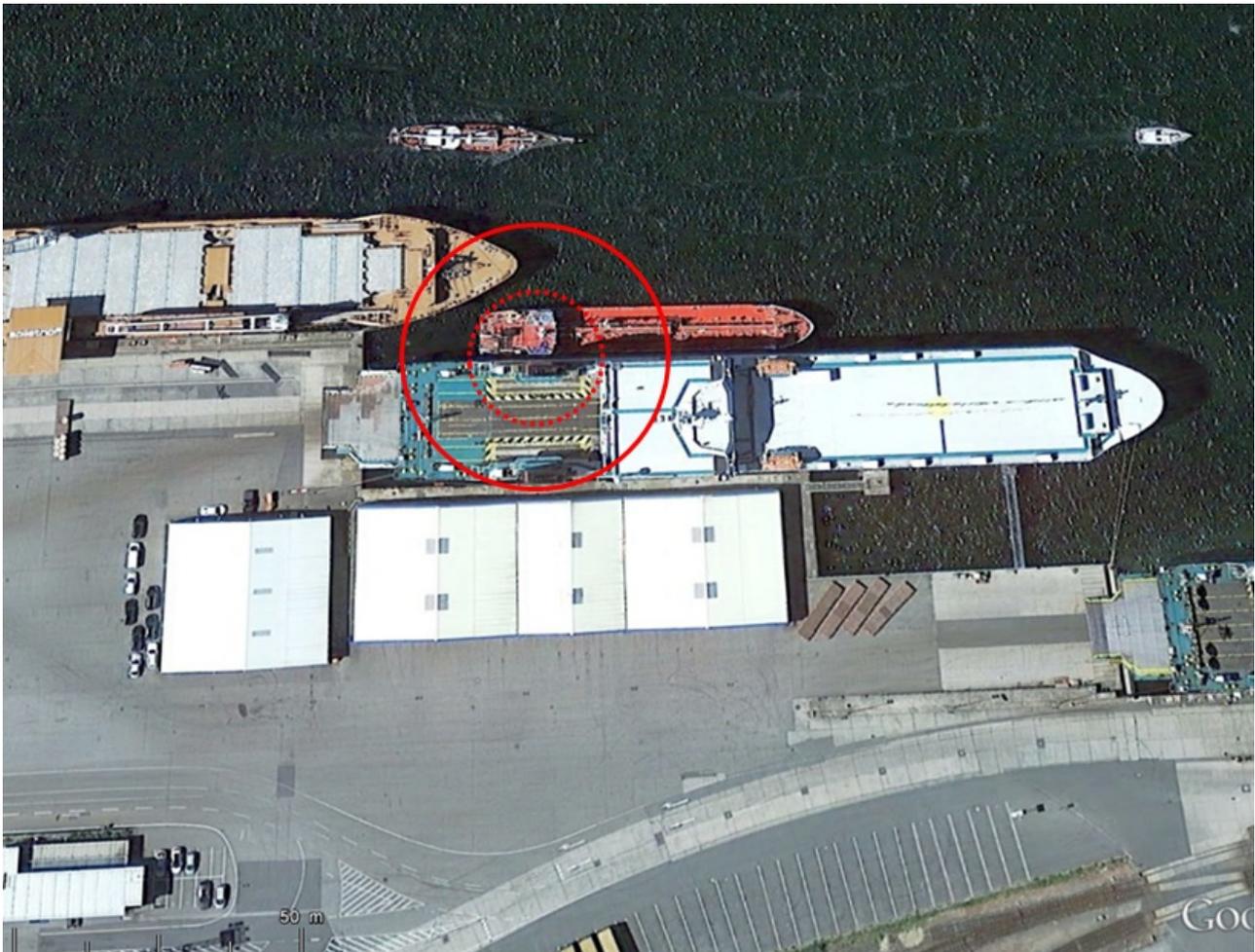


Abbildung 43: Beispiel Sicherheitsabstände Fährschiff bei Schlauchbebunkerung (Minimalabstände bei zusätzlichen Sicherheitsmaßnahmen als unterbrochene Linie)



Abbildung 44: Beispiel Sicherheitsabstände Zementfrachter (Minimalabstände bei zusätzlichen Sicherheitsmaßnahmen als unterbrochene Linie)

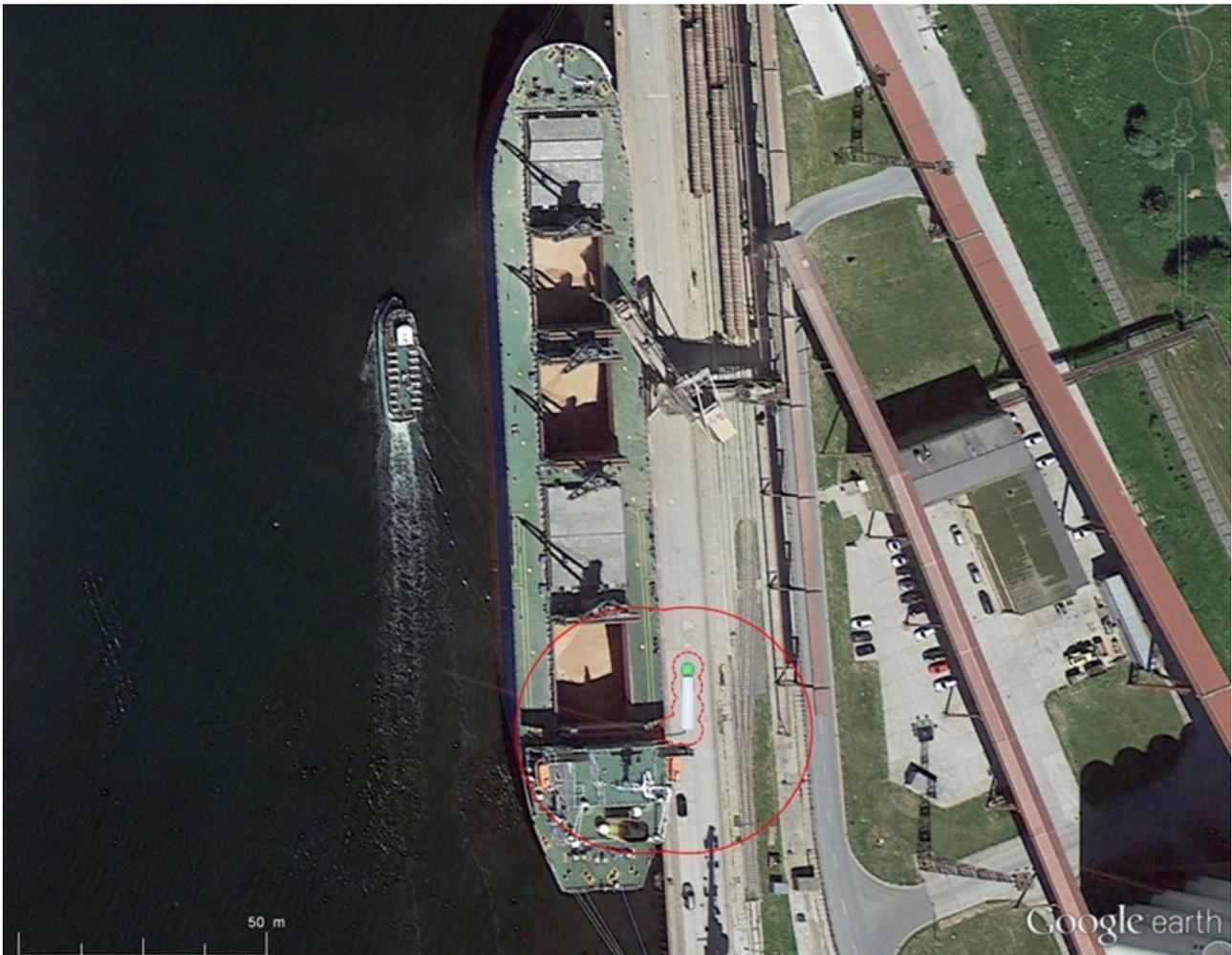


Abbildung 44: Beispiel Sicherheitsabstände Schüttgutschiff (Minimalabstände bei zusätzlichen Sicherheitsmaßnahmen als unterbrochene Linie)

11.2.2 Notwendige Untersuchungen und Prüfungen

Das Hafen- und Seemannsamt führt Stichproben durch, ob alle Anforderungen gemäß DNV GL MAGDE717 2015.158 eingehalten werden. Ein Vergehen kann zum Lizenzentzug und ggf. zur Anzeige führen.

11.3 Eventuell erforderliche betriebliche Maßnahmen für das Befahren des Aquatoriums Rostock

Neben den in Kapitel 8 aufgeführten bereits geltenden Befahrensregelungen wird empfohlen, die in Kapitel 10.4 angeführte Regelung zum Passieren von tiefgehenden Schiffen am LP P1 – LP P8 umzusetzen und die Bebunkerung für den Zeitraum des Passierens von tiefgehenden Schiffen zu unterbrechen.

11.4 Periodischer Review durch das Hafens- und Seemannsamt

Die in diesem Bericht dokumentierten Analysen und davon abgeleiteten Anforderungen an die sichere Bebungung sind von den in Abschnitt 10.2 ausgeführten Annahmen und Bedingungen abgeleitet. Es wird empfohlen deren Gültigkeit periodisch durch das Hafens- und Seemannsamt zu überprüfen. Ein jährlicher Abgleich insbesondere folgender Punkte wird empfohlen, um einen Überprüfungs- oder Anpassungsbedarf festzustellen:

- Verwendung neuer Technologien die durch bestehende Standards oder gegebene Prozessparameter nicht abgedeckt werden
- Neue Standards für die Bebungung erfordern Anpassungen
- Betrachtung weiterer Liegeplätze, Ausschluss von Liegeplätzen
- Veränderung der Infrastruktur an den Liegeplätzen
- Erfahrungen aus Vorfällen in Rostock oder anderen Standorten
- Annahmen zur Häufigkeit der Bunkeroperationen werden überschritten
- Änderung weiterer Rahmenbedingungen
- Rückmeldungen von Beteiligten

12 SCHLUSSBETRACHTUNG, GÜLTIGKEIT UND EVENTUELLE WEITERE UNTERSUCHUNGEN

Ein Ergebnis der Analysen sind die im Anhang befindlichen Bunkerchecklisten, eine Weiterentwicklung der Bunkerchecklisten der International Association of Ports and Harbours IAPH basierend auf den örtlichen Gegebenheiten im Seehafen Rostock.

Die im Dokument beschriebenen Anforderungen an die sichere Bebunkerung, wie z.B. Sicherheitsabstände, Bunkerchecklisten etc. resultieren aus der Sicherheitsanalyse. Es wird empfohlen die Analysegrundlagen regelmäßig zu überprüfen und ggf. die Sicherheitsanalyse zu verifizieren oder anzupassen, insbesondere wenn sich folgende Randbedingungen ändern:

- Einführung neuer Technologien oder Prozesse, welche nicht durch die bestehenden Standards abgedeckt sind
- Bunkerung mit Prozessparametern, die in der Analyse nicht abgedeckt werden.
- Einführung neuer Regularien fürs Bunkern
- Verwendung weiterer Liegeplätze
- Bauliche Veränderungen an den Liegeplätzen oder an deren Infrastruktur
- Erfahrung aus Vorfällen und Unfällen in Rostock und global
- Überschreitung der angenommenen Bunkerhäufigkeiten und –dauern
- Änderungen weiterer Randbedingungen
- Rückmeldungen der beteiligten Parteien

13 REFERENZDOKUMENTE UND QUELLEN

- /1/ Prognosezahlen, Institute of Shipping Economics and Logistics (ISL), 2015
- /2/ Statistiken 1989-2014, Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock mbH
- /3/ The Newbuilding Market 2015-2027 – Forecast Report, CLARKSON RESEARCH SERVICES LTD, September 2015
- /4/ Global Scenario Plan 2015, DNV GL, 2015
- /5/ Ostsee-Handbuch Südwestlicher Teil, Bundesamt für Schifffahrt und Hydrographie, Nov. 2013
- /6/ Ostsee-Handbuch Naturverhältnisse Ostsee Teil B, Bundesamt für Schifffahrt und Hydrographie
- /7/ Approach Channels, A Guide for Design - PIANC 30-II – 1997
- /8/ Harbour Approach Channels, Design Guidelines – PIANC Report No. 121 - 2014
- /9/ Hafen- und Seemannsamt Rostock: „Hafennutzungsordnung der Hansestadt Rostock“, Januar 2004
- /10/ „Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter in den Häfen von Mecklenburg-Vorpommern (Hafengefahrgutverordnung – HHVO M-V)“, Fundstelle GVOBl. M-V 2008
- /11/ „Verordnung für die Häfen in Mecklenburg-Vorpommern (Hafenverordnung – HafVO M-V) vom 17.Mai 2006“, Fundstelle GVOBl. M-V. 2006
- /12/ „Gesetz über die Nutzung der Gewässer für den Verkehr und die Sicherheit in den Häfen (Wasserverkehrs- und Hafensicherheitsgesetz – WVHaSiG M-V) vom 10.Juli 2008“, Fundstelle GVOBl. M-V 2008
- /13/ Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock mbH: „Verunreinigung befestigte Hafenflächen mit umweltgefährdenden Stoffen“, 20.06.2014
- /14/ Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock mbH: „Brandschutzordnung“, 26.05.2014
- /15/ Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie: „Ostseehandbuch südwestlicher Teil“, 20. Auflage, erschienen in Nachrichten für Seefahrer Heft 44, 1.November 2013
- /16/ Gazprom Germania GmbH: „Basisinformationen Bunkerstudie Rostock“, 09.September 2015
- /17/ DNV: „Report Port toolkit risk profile LNG bunkering“, Report No./DNV Reg No.: PP035192-R2, Rev.2, 28.August 2012
- /18/ LNG Masterplan Consortium: „LNG Masterplan for Rhine-Main-Danube – Sub-activity 2.3 LNG Bunkering- D2.3.1 LNG Bunkering. Regulatory framework and LNG bunker procedures“, Version 2.0, 05.02.2015

- /19/ LNG Masterplan Consortium: „LNG Masterplan for Rhine-Main-Danube – Sub-activity 2.4 Technical Evidence & Safety and Risk Assessment – D2.4.1 & D2.4.2 Safety and Risk Assessment: Operational safety and nautical conditions. Risk comparison of LNG bunker scenarios. Comparison of risk assessment tools.“, Version 1.0, 30.06.2015
- /20/ LNG Masterplan Consortium: „LNG Masterplan for Rhine-Main-Danube – Sub-activity 2.4 Technical Evidence & safety and Risk Assessment – D2.4.3 Case study of Port Rotterdam“, Version 1.0, 25.06.2015
- /21/ LNG Masterplan Consortium: “Rahmensplan Flüssigerdgas für Rhein-Main-Donau – Nachgeordnete Maßnahme 2.4 Technische Erkenntnisse, Sicherheit und Risikobewertung – Ergebnis 2.4.4 Studie zu Not- und Unfall-Einsätzen“, Version 1.0, April 2015
- /22/ DNVGL: “Study on the completion of an EU framework on LNG-fuelled ships and its relevant fuel provision infrastructure - LOT 1: Analysis and evaluation of identified gaps and of the remaining aspects for completing an EU-wide framework for marine LNG distribution, bunkering and use“, Document No.: 1HJCT2Q-4, 10.06.2015
- /23/ DIN EN ISO 28460: “Erdöl- und Erdgasindustrien – Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas – Schnittstelle zwischen Schiff und Land und Hafenbetrieb (ISO 28460:2010); Deutsche Fassung EN ISO 28460:2010“, 36 Seiten, Anwendungsbeginn 01.04.2011
- /24/ DNVGL: „Liquefied Natural Gas (LNG) Bunkering Study - Maritime Administration“, Report No: PP087423-4, Rev 3, 3.September 2014
- /25/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Kommission für Anlagensicherheit: „KAS-18, Leitfaden, Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauteilplanung – Umsetzung §50 BImSchG“, 2. überarbeitete Fassung, November 2010
- /26/ Swedish Marine Technology Forum: „LNG ship to ship bunkering procedure“, Print No LNG02
- /27/ DNV GL: “MariTIM Project “Passenger Vessel – LNG Bunkerprozedur“, Report No: MCADE343-1/2015, Rev. 2, 01.03.2015
- /28/ International Maritime Organization: “CONSIDERATION AND ADOPTION OF AMENDMENTS TO MANDATORY INSTRUMENTS - Adoption of the International Code of Safety for Ships using Gases or other Low-flashpoint Fuels (IGF code) - Report of the working group“, MSC95/WP.7, 10.Juni 2015
- /29/ Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz: “ Seeschiffsstraßen-Ordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Oktober 1998 (BGBl. I S. 3209 1999 I S. 193), die zuletzt durch Artikel 2 § 3 der Verordnung vom 20. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2802) geändert worden ist“, 03.05.1971

- /30/ Society for Gas as a Marine Fuel: „Gas as a Marine Fuel – Safety Guidelines – Bunkering“, Version 1.0, 2015
- /31/ International Association of Oil&Gas Producers: “OGP Draft 118683 - Guidelines for system and installations for supply of LNG as fuel to ships”, Juni 2013
- /32/ International Association of Port and Harbors: “LNG Bunker Checklist Bunker Station to Ship”, Januar 2015
- /33/ International Association of Port and Harbors: “LNG Bunker Checklist Ship to Ship”, Januar 2015
- /34/ International Association of Port and Harbors: “LNG Bunker Checklist Truck to Ship”, Januar 2015
- /35/ Fluxys LNG sa: “Safety Study, Chain analysis: Supply Flemish ports with LNG as a marine fuel”, June 2012
- /36/ Germanischer Lloyd SE: “Machbarkeitsstudie zum Bunkern von Flüssiggasen in deutschen Häfen”, Bericht Nr. RD-ER 2011.125, 2012
- /37/ Germanischer Lloyd SE: “European Maritime Safety Agency (EMSA) - Study on Standards and Rules for Bunkering of Gas-Fuelled Ships”, Report No. 2012.005, 2012
- /38/ Germanischer Lloyd SE: “LNG Bunkering from Bunker Vessel in the Port of Hamburg”, Report No. RD-ER 2011.131, 2012
- /39/ Port of Antwerp: “LNG bunkering in the Port of Antwerp”, 2014
- /40/ Port of Gothenburg: “LNG Operating regulations including LNG Bunkering”, 2015
- /41/ Port of Rotterdam: “2010 Rotterdam Port Management Bye-Laws”, January 2015
- /42/ Bundesanzeiger Verlag: “Anlage zur Bekanntmachung der Neufassung der Anlagen A und B des Europäischen Übereinkommens vom 30. September 1957 über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR), in der ab dem 1. Januar 2015 geltenden Fassung
- /43/ DNV GL AS: “Recommended Practise DNVGL-RP-G105: Development and operation of liquefied natural gas bunkering facilities”, October 2015
- /44/ Flemish Government, LNE Department, Environment, Nature and Energy Policy Unit, Safety Reporting Division: “Handbook Failure Frequencies 2009”, May 2009
- /45/ Ministerie van Verkeer en Waterstaat: “Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3), Guidelines for quantitative risk assessment”, 2005

-
-
-
- /46/ Ministerie van Verkeer en Waterstaat: " Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 2, Methods for the calculation of physical effects", 2005
- /47/ Germanischer Lloyd SE: "Abschlußbericht GasPax - Sicherheitstechnische Bewertung für die Nutzung von Brennstoffen mit niedrigen Flammpunkten auf Passagierschiffen", Bericht Nr. CL-T-SM.002, 2013
- /48/ Deutscher Wetterdienst, Windgeschwindigkeiten und Windrichtung der Wetterstation in Rostock-Warnemünde für den Zeitraum 2004-2014
- /49/ Danish Maritime Authority: "North European LNG Infrastructure Project - A feasibility study for an LNG filling station infrastructure and test of recommendations"
- /50/ DNV GL AS: "Recommended Practise DNVGL-RP-0006:2014-01, Development and operation of liquefied natural gas bunkering facilities", 2014
- /51/ OREDA Participants: "Offshore Reliability Data", 5th Edition, 2009

14 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Wassersystem im Hafen Rostock. Satellitenbild © 2015 Google Earth / TerraMetrics	13
Abbildung 2: Die Becken des Überseehafens. Satellitenbild © 2015 Google Earth / © 2009 GeoBasis-DE/BKG	14
Abbildung 3: Einteilung des Hafen Rostocks. Satellitenbild © 2015 Google Earth / TerraMetrics	15
Abbildung 4: Das Landschaftsschutzgebiet Pagenwerder im Breitling. Satellitenbild © 2015 Google Earth / © 2009 GeoBasis-DE/BKG	20
Abbildung 5: Relative Häufigkeit der Windstärken [in %] im Seegebiet nördlich Rostock	22
Abbildung 6: Geltungsbereich ISO / TS 18683	26
Abbildung 7: Zündverhalten von Methan	33
Abbildung 9: Mögliche Effekte bei LNG Austritt	35
Abbildung 10: Mechanik explosionsartiger Verdampfung BLEVE	37
Abbildung 11: Schematische Darstellung eines Boil-off-Prozesses	39
Abbildung 12: LNG Bunkerprozessablauf am Beispiel einer STS Bebungung (Quelle: Swedish Marine Technology Forum)	48
Abbildung 13: Truck-to-Ship Bebungung der GreenStream (Quelle: www.bonapart.de)	50
Abbildung 14: Kesselwagen für den Transport von LNG (Quelle: http://www.business-on.de)	51
Abbildung 15: Ship-To-Ship Bebungung der Viking Grace durch die Bunkerbarge SEAGAS	52
Abbildung 16: Pipe-To-Ship Bebungung der Viking Energy	53
Abbildung 17: Liegeplätze im Überseehafen	55
Abbildung 18: Liegeplätze am Kreuzfahrtterminal	57
Abbildung 19: Liegeplätze im Fracht- und Fischereihafen	59
Abbildung 19: Liegeplatz 07 Chemiehafen	61
Abbildung 20: Ansteuerung von Rostock (BSH 1671)	63
Abbildung 21: Hafen von Rostock (BSH 1672)	65
Abbildung 21: Schiffspassagen an der Mole Warnemünde nach Schiffstypen	67
Abbildung 22: Beispielhafte Risikokonturen (jährliche Sterblichkeitsrate) um eine Industrieanlage	88
Abbildung 23: Typische Fahrtrouten der LNG-Bunkerfahrzeuge	92
Abbildung 24: Typische Fahrtroute eines LNG-Tankers	93
Abbildung 25: Prinzipskizze Schiffsanfahrt	98
Abbildung 26: Risikokonturen STS Bebungung mit Schlauchleitung bei 8 barg Differenzdruck	102
Abbildung 27: Vergrößerung Risikokonturen STS Bebungung aus Abbildung 24	103
Abbildung 28: Risikokonturen STS Bebungung mit Schlauchleitung bei 1 barg Differenzdruck	104
Abbildung 29: Risikokonturen STS Bebungung mit Ladearm bei 8 barg Differenzdruck	105
Abbildung 30: Risikokonturen TTS Bebungung mit Schlauch bei 8 barg Differenzdruck	108
Abbildung 31: Risikokonturen TTS Bebungung mit Schlauch und 5 s ESD	109
Abbildung 32: Risikokonturen TTS Bebungung mit Schlauch und 10 s, 60 s ESD	110
Abbildung 33: Risikokonturen TTS Bebungung mit Ladearm bei 8 barg Differenzdruck	111
Abbildung 34: Risikokonturen TTS Bebungung mit Schlauch, Nennweiten DN 50	112
Abbildung 35: Risikokonturen TTS Bebungung mit Ladearm, Nennweiten DN 50	113
Abbildung 36: Risikokonturen PTS Bebungung mit Ladearm bei 8 barg Differenzdruck	116
Abbildung 37: Risikokonturen PTS Bebungung mit Ladearm bei 1 barg Differenzdruck	117
Abbildung 38: Risikokonturen PTS Bebungung mit Ladearm und 5 s ESD	118
Abbildung 39: Risikokonturen PTS Bebungung mit Ladearm, Verschlusszeiten 5s und 60s	119
Abbildung 40: Übersicht erforderliche Schutzabstände	121
Abbildung 40: Übersicht erforderliche Schutzabstände	130
Abbildung 41: Deterministischer und probabilistischer Ansatz gemäß ISO TS 18683	212
Abbildung 42: Ergebnis Ausbreitungsrechnung STS	216
Abbildung 43: Ergebnis Ausbreitungsrechnung TTS	217
Abbildung 44: Ergebnis Ausbreitungsrechnung PTS	217
Abbildung 45: Sensitivitätsbetrachtung Transferdruck	218
Abbildung 46: Sensitivitätsbetrachtung Verschlusszeit	219
Abbildung 47: Screenshot des Programms PHAST	220
Abbildung 48: Gate Nummern	221
Abbildung 49: Lateralverteilung der Schiffstypen Gate 1 (alle Schiffe für 184 Tage)	222
Abbildung 50: Verteilung der Schiffslängen Gate 1 (alle Schiffe für 184 Tage)	223
Abbildung 51: Verteilung der Geschwindigkeiten Gate 1 (alle Schiffe für 184 Tage)	223
Abbildung 52: Lateralverteilung der Schiffstypen Gate 2 (alle Schiffe für 184 Tage)	224
Abbildung 53: Verteilung der Schiffslängen Gate 2 (alle Schiffe für 184 Tage)	225

Abbildung 54: Verteilung der Geschwindigkeiten Gate 2 (alle Schiffe für 184 Tage)	225
Abbildung 55: Lateralverteilung der Schiffstypen Gate 3 (alle Schiffe für 184 Tage).....	226
Abbildung 56: Verteilung der Schiffslängen Gate 3 (alle Schiffe für 184 Tage)	227
Abbildung 57: Verteilung der Geschwindigkeiten Gate 3 (alle Schiffe für 184 Tage)	227
Abbildung 58: Lateralverteilung der Schiffstypen Gate 4 (alle Schiffe für 184 Tage).....	228
Abbildung 59: Verteilung der Schiffslängen Gate 4 (alle Schiffe für 184 Tage)	229
Abbildung 60: Verteilung der Geschwindigkeiten Gate 4 (alle Schiffe für 184 Tage)	229
Abbildung 61: Lateralverteilung der Schiffstypen Gate 5 (alle Schiffe für 184 Tage).....	230
Abbildung 62: Verteilung der Schiffslängen Gate 5 (alle Schiffe für 184 Tage).....	231
Abbildung 63: Verteilung der Geschwindigkeiten Gate 5 (alle Schiffe für 184 Tage)	231
Abbildung 64: Lateralverteilung der Schiffstypen Gate 6 (alle Schiffe für 184 Tage).....	232
Abbildung 65: Verteilung der Schiffslängen Gate 6 (alle Schiffe für 184 Tage)	233
Abbildung 66: Verteilung der Geschwindigkeiten Gate 6 (alle Schiffe für 184 Tage)	233
Abbildung 67: Lateralverteilung der Schiffstypen Gate 7 (alle Schiffe für 184 Tage).....	234
Abbildung 68: Verteilung der Schiffslängen Gate 7 (alle Schiffe für 184 Tage)	235
Abbildung 69: Verteilung der Geschwindigkeiten Gate 7 (alle Schiffe für 184 Tage)	235
Abbildung 70: Lateralverteilung der Schiffstypen Gate 8 (alle Schiffe für 184 Tage).....	236
Abbildung 71: Verteilung der Schiffslängen Gate 8 (alle Schiffe für 184 Tage)	237
Abbildung 72: Verteilung der Geschwindigkeiten Gate 8 (alle Schiffe für 184 Tage)	237
Abbildung 73: Lateralverteilung der Schiffstypen Gate 9 (alle Schiffe für 184 Tage).....	238
Abbildung 74: Verteilung der Schiffslängen Gate 9 (alle Schiffe für 184 Tage)	239
Abbildung 75: Verteilung der Geschwindigkeiten Gate 9 (alle Schiffe für 184 Tage)	239
Abbildung 76: Übersicht erforderliche Schutzabstände	243

15 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Zu den Terminals zugeordnete, betrachtete Liegepunkte.....	16
Tabelle 2: Relative monatliche und jährliche Häufigkeit von Windstärkegruppen in [%]	21
Tabelle 3: Windverhältnisse in Warnemünde	22
Tabelle 4: Mittlere Luft- und Wassertemperaturen [in °C] – N-lich Mecklenburg.....	23
Tabelle 5: Relative Häufigkeiten von Sichtstufen[in % der Beobtg] – N-lich Mecklenburg.....	23
Tabelle 6: Relative Häufigkeiten < 0,5 sm [in % der Beobachtungen] - Warnemünde.....	23
Tabelle 7: Häufigkeit von Seegangsstufen [in %] und mittlere Höhe des Seegangs MSH.....	23
Tabelle 8: Relative Häufigkeiten [in %] potentielle Schiffsvereisung	24
Tabelle 9: Beobachtete Eisvorkommen 1960/61 – 1999/2000.....	24
Tabelle 10: Vergleich der Eigenschaften von LNG und Marinegasöl.....	32
Tabelle 11: Übersicht Liegeplätze im Überseehafen mit Ölhafen	55
Tabelle 12: Übersicht der Liegeplätze P1 bis P8.....	59
Tabelle 13: Übersicht Liegeplätze im Fracht- und Fischereihafen.....	61
Tabelle 14: Übersicht Liegeplätze im Chemiehafen.....	61
Tabelle 15: Schiffe in Rostock 2014/15 nach Segment und Größe	68
Tabelle 16: Jahresbunkerverbräuche der 2014/15 Rostock anlaufenden Schiffe [t HFO _{eq} /a].....	68
Tabelle 17: Anteile der in SECAs aufgetretenen Verbräuche an den Gesamtverbräuchen.....	69
Tabelle 18: Jahresbunkerverbräuche in SECAs der 2014/15 Rostock anlaufenden Schiffe	69
Tabelle 19: Rostock häufig anlaufende Schiffe.....	70
Tabelle 20: Jährlicher Bunkerverbrauch in SECAs aller Schiffe, die Rostock häufig angelaufen haben [t HFO _{eq} /a].....	70
Tabelle 21: Verbrauchsentwicklung 2014/2015 bis 2020 im Basisszenario [2014/15 = 100%].....	73
Tabelle 22: Verbrauchsentwicklung 2014/2015 bis 2025 im Basisszenario [2014/15 = 100%].....	73
Tabelle 23: Anzahl der Rostock häufig anlaufenden Schiffe und deren Neubauanteil 2020.....	75
Tabelle 24: Anzahl der Rostock häufig anlaufenden Schiffe und deren Neubauanteil 2025.....	76
Tabelle 25: Anzahl der Rostock gelegentlich anlaufenden Schiffe und deren Neubauanteil 2020.....	76
Tabelle 26: Anzahl der Rostock gelegentlich anlaufenden Schiffe und deren Neubauanteil 2025.....	76
Tabelle 27: Für Rostock relevanter LNG-Bedarf 2020 im Basisszenario [t LNG _{eq} /a]	78
Tabelle 28: Für Rostock relevanter LNG-Bedarf 2025 im Basisszenario [t LNG _{eq} /a]	78
Tabelle 29: Vor- und nachgelagerte Häfen der Rostock häufig anlaufenden Schiffe	79
Tabelle 30: Vor- und nachgelagerte Häfen der Rostock anlaufenden Kreuzfahrtschiffe	80
Tabelle 31: Anteil Rostock am relevanten gebunkerten LNG 2020/2025 [%]	81
Tabelle 32: LNG-Nachfrage Rostock 2020 Basisfall [t LNG _{eq} /a]	82
Tabelle 33: LNG-Nachfrage Rostock 2025 Basisfall [t LNG _{eq} /a]	82
Tabelle 34: LNG-Nachfrage Rostock 2020 „Niedriges Wachstum“ [t LNG _{eq} /a].....	83
Tabelle 35: LNG-Nachfrage Rostock 2025 „Niedriges Wachstum“ [t LNG _{eq} /a].....	83
Tabelle 36: LNG-Nachfrage Rostock 2020 „Hohes Wachstum“ [t LNG _{eq} /a].....	83
Tabelle 37: LNG-Nachfrage Rostock 2025 „Hohes Wachstum“ [t LNG _{eq} /a].....	83
Tabelle 38: Vergleich der Ausfallraten (1/h) verschiedener Transferkomponenten /44/.....	96
Tabelle 39: Ermittlung von Kollisionshäufigkeit am LP P7 nach PIANC (/7/, /8/).....	98
Tabelle 40: Häufigkeiten Gasaustritt durch Schiffskollision	98
Tabelle 41: Häufigkeit von Bunkerszenarien.....	99
Tabelle 42: Grundannahmen für das STS Szenario.....	100
Tabelle 43: Komponentenliste für das STS Szenario.....	100
Tabelle 44: Leckgrößenverteilung STS Szenarien	101
Tabelle 45: Leckgrößenverteilung TTS Szenarien (NW 60).....	106
Tabelle 46: Leckgrößenverteilung TTS Szenarien (NW 50).....	107
Tabelle 47: Grundannahmen für das PTS Szenario	114
Tabelle 48: Leckgrößenverteilung PTS Szenarien.....	115
Tabelle 49: Sicherheitszonen als Ergebnis der Risikobetrachtungen (Mindestabstände).....	120
Tabelle 50: Max. Transferparameter STS	124
Tabelle 51: Max. Transferparameter TTS.....	125
Tabelle 52: Risikoakzeptanzwerte für die LNG Betankungen im Seehafen Rostock.....	145
Tabelle 53: Unterschiede der deterministische und probabilistische Betrachtung.....	212
Tabelle 54: Parameter deterministische Berechnung STS	213
Tabelle 55: Parameter deterministische Berechnung TTS.....	213
Tabelle 56: Parameter deterministische Berechnung PTS.....	214
Tabelle 57: Annahmen Leckgrößen	214

Tabelle 58: Zusammenfassung Annahmen deterministische Betrachtungen.....	215
Tabelle 59: Zusammenfassung Ergebnisse deterministische Betrachtungen.....	217
Tabelle 60: Gateauswertung Gate 1.....	220
Tabelle 61: Gateauswertung Gate 2.....	223
Tabelle 62: Gateauswertung Gate 3.....	225
Tabelle 63: Gateauswertung Gate 4.....	227
Tabelle 64: Gateauswertung Gate 5.....	229
Tabelle 65: Gateauswertung Gate 6.....	231
Tabelle 66: Gateauswertung Gate 7.....	233
Tabelle 67: Gateauswertung Gate 8.....	235
Tabelle 68: Gateauswertung Gate 9.....	237
Tabelle 69: ISO TS 18683 Funktionale Anforderungen.....	244
Tabelle 70: Geltende Normen für Komponenten des LNG Bunkertransfersystems, bezogen auf landseitige Anlagen.....	246
Tabelle 71: Geltende Normen für Komponenten des LNG Bunkertransfersystems, bezogen auf Seite an Seite Transfer.....	247
Tabelle 72: Max. Transferparameter Alle Bunkerarten.....	248

ANHÄNGE

A 1. AKZEPTANZKRITERIEN ZUR BESTIMMUNG VON SICHERHEITSABSTÄNDEN IM SEEHAFEN ROSTOCK.

Für unterschiedliche Personengruppen wurden vom Auftraggeber unterschiedliche Akzeptanzschwellen für das Personenrisiko festgelegt. Die Risikoakzeptanzkriterien entsprechen dem Beispiel der ISO/TS 18683 und sind in der Tabelle 53 dargestellt.

Tabelle 53: Risikoakzeptanzwerte für die LNG Betankungen im Seehafen Rostock

	Akzeptanzschwelle	Kommentar
Individuelles Risiko Bunkerpersonal (Beteiligte 1. Grades)	$IR < 10^{-5}$	Beim Bunkern involvierte Crew und Bunkerpersonal
Individuelles Risiko weiteres Hafen- und Schiffspersonal (Beteiligte 2. Grades)	$IR < 5 * 10^{-6}$	Hafenpersonal, andere Schiffscrew, weitere Versorger
Individuelles Risiko unbeteiligte mit zeitweisen Aufenthalt im Gefahrenbereich (Unbeteiligte 3., kurzzeitig)	$LSIR < 5 * 10^{-6}$	Passagiere, kurzzeitiger Aufenthalt von Personen (max. 8h/Tag und 35h/Woche)
Individuelles Risiko unbeteiligtes Personal mit ausgedehntem Aufenthalt im Gefahrenbereich (Unbeteiligte 3., längerfristig)	$LSIR < 10^{-6}$	Unbeteiligte Personen, Wohnbebauung, Schulen, Krankenhäuser, Campingplätze

Die Philosophie in der Tabelle 53 legt unterschiedliche Grenzwerte für verschiedene Personengruppen fest. Für beteiligte 1. Grades, die mit den Gefährdungen vertraut sind und davon leben, sind höhere Risiken akzeptabel als für unbeteiligte Dritte.

Für Beteiligte ersten Grades sollte das individuelle Risiko der Personen unter einem Grenzwert von $1 * 10^{-5}$ /Jahr liegen. Das individuelle Risiko hängt von deren Arbeitsbedingungen als Bunkerpersonal ab und entspricht somit deren Berufsrisiko (nicht zwingend ortsabhängig), welches der Sicherheitsphilosophie des Bunkerbetreibers entsprechen muss.

Beteiligte zweiten Grades umfasst Hafenarbeiter, die Schiffscrew sowie alle Personen, die Ver- oder Entsorgungsarbeiten durchführen. Dieser Grenzwert gilt unter anderem auch für Beteiligte an gleichzeitigen Operationen (SIMOPS). Diese Personengruppe profitiert nicht direkt von der LNG Betankung, das persönliche Risiko dieser Personen sollte nicht über $5 * 10^{-6}$ / Jahr liegen. Der Bezug auf das individuelle Risiko assoziiert, dass bei einem besonders kurzem Aufenthalt im Verhältnis zur



Bunkerdauer, wie z.B. beim einmaligem Passieren des Bereiches (mit Fahrzeug oder zu Fuß, KEIN Aufenthalt) diese Grenze auch unterschritten werden kann (bis zu 10⁻⁵ Kontur).

Bei unbeteiligten Personen (dritten Grades) wird von einem kurzfristigen und einem längerfristigem Aufenthalt im gefährdeten Bereich unterschieden. Als kurzzeitiger Aufenthalt ist beispielhaft der Aufenthalt von Touristen oder Passagieren des LNG betankten Schiffes oder passierender Schiffe zu verstehen. Längerfristiger Aufenthalt ist bei Wohnbebauung oder bei öffentlichen Gebäuden mit ständiger Nutzung gegeben. Für Personen dritten Grades wird der Bezug auf das lokale Risiko genommen anstelle des individuellen Risikos, eine Abminderung über eine geringe Gefährdungsdauer ist hier nicht möglich, große Ansammlungen von Personengruppen innerhalb dieser Konturen sollten vermieden werden.

A 2. HAZID: PROZESSSICHERHEIT

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges - Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Rev. Effekt	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
1 - LNG Bebungung															
1.1 - Bebungung durch LKW (Truck to Ship - TTS)															
LNG Bebungung eines Empfängerschiffes durch LKW mittels Schlauchleitung															
1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)															
Integrität	Kleine Leckage an der Bunkerquelle	Prozedur verhindert Effekte durch verdampfendes LNG im geschlossenen Schlauchsystem (Volumenausdehnung)	Kleine Freisetzung von LNG (Tröpfchen), unmittelbare Verdampfung und Durchmischung durch natürliche Belüftung, keine unmittelbare Gefahr der Entzündung aufgrund der kleinen Menge, Detektion der Leckage durch die Schlauchwache (Wolkenbildung), Auslösung des ESD durch Bediener Bunkerquelle oder Schlauchwache Empfängerschiff (beides möglich), Stopp des Transfers	2	1.1.1-1	Materialversagen Flanschsystem der Bunkerquelle (Dichtung)	3	Bunkercheckliste Bunkerquelle ausgelegt nach ADR Empfängerschiff ausgelegt gemäß IMO MSC.285(86) oder IGF Code Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite Kommunikation zwischen Quelle und Empfänger Manueller ESD für das Schiffssystem Manueller ESD für den LKW Hazardous Area um Flansch des LKW gemäß ATEX Bunkerstation klassifiziert als EX Zone (IGF Code, MSC.285(86)) Leckwanne in der Bunkerstation des Empfängerschiffes (gemäß IGF Code, MSC.285(86)) Gasdetektion und Belüftung in der Bunkerstation des Empfängerschiffes (bei geschlossener Bunkerstation gemäß IGF Code, MSC.285(86)) Verwendung von EX-geprüfter Ausrüstung Eingeschränkter Zugang zum Bunkerort (Sicherheits- und Sicherungszone) Perönliche Schutzausüstung Verschlusszeit für ESD Ventile höchstens 30 s (Forderung nach IGC Code) Reduzierung der ESD Verschlusszeiten Drücküberwachung an der Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite Wettereinschränkungen gemäß Bunkercheckliste	2	12	Bunkercheckliste: Prozedur für die Notabschaltung und anschließende Prozesse zur Sicherstellung der Gasfreiheit des Transfersystems festlegen (bspw. durch Inertgasspülung in den Tank des Empfängerschiffes) Definition der Sicherheitszone: Szenarien zur Abschätzung der Sicherheitszone festlegen	-	-	-	-

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Rev. Effekt	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
	Große Leckage an der Bunkerquelle	Prozedur verhindert Effekte durch verdampfendes LNG im geschlossenen Schlauchsystem (Volumenausdehnung)	Große Mengen LNG werden freigesetzt, Detektion der Leckage durch die Schlauchwachen, ESD wird durch den Bediener der Bunkerquelle oder der Schlauchwache ausgelöst, Stopp des Transfers	4	1.1.1-2	Leckage im Flanschsystem der Bunkerquelle	3	Bunkercheckliste Bunkerquelle ausgelegt nach ADR Empfängerschiff ausgelegt gemäß IMO MSC.285(86) oder IGF Code Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite Kommunikation zwischen Quelle und Empfänger Manueller ESD für das Schiffssystem Manueller ESD für den LKW Hazardous Area um Flansch des LKW gemäß ATEX Bunkerstation klassifiziert als EX Zone (IGF Code, MSC.285(86)) Leckwanne in der Bunkerstation des Empfängerschiffes (gemäß IGF Code, MSC.285(86)) Gasdetektion und Belüftung in der Bunkerstation des Empfängerschiffes (bei geschlossener Bunkerstation gemäß IGF Code, MSC.285(86)) Verwendung von EX-geprüfter Ausrüstung Eingeschränkter Zugang zum Bunkerort (Sicherheits- und Sicherungszone) Persönliche Schutzausrüstung Verschlusszeit für ESD Ventile höchstens 30 s (Forderung nach IGC Code) Reduzierung der ESD Verschlusszeiten Drucküberwachung an der Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite Wettereinschränkungen gemäß Bunkercheckliste	2	18	Bunkercheckliste: Prozedur für die Notabschaltung und anschließende Prozesse zur Sicherstellung der Gasfreiheit des Transfersystems festlegen (bspw. durch Inertgasspülung in den Tank des Empfängerschiffes) Definition der Sicherheitszone: Szenarien zur Abschätzung der Sicherheitszone festlegen	3	3	2	18

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Rev. Effekt	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
	Verlust der Integrität (Quelle)		Große Mengen LNG werden freigesetzt: Durch Materialversagen oder -ermüdung nicht erwartet. LKW erfüllt die Anforderungen gemäß ADR und wird regelmäßig inspiziert und gewartet	5	1.1.1-3	Materialfehler / Materialversagen Tanksystem, Flanche, Ventile, Rohrleitungen LKW	1	Bunkercheckliste Bunkerquelle ausgelegt nach ADR Empfängerschiff ausgelegt gemäß IMO MSC.285(86) oder IGF Code Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffseite Kommunikation zwischen Quelle und Empfänger Manueller ESD für das Schiffssystem Manueller ESD für den LKW Hazardous Area um Flansch des LKW gemäß ATEX Bunkerstation klassifiziert als EX Zone (IGF Code, MSC.285(86)) Leckwanne in der Bunkerstation des Empfängerschiffes (gemäß IGF Code, MSC.285(86)) Gaskontrolle und Belüftung in der Bunkerstation des Empfängerschiffes (bei geschlossener Bunkerstation gemäß IGF Code, MSC.285(86)) Verwendung von EX-geprüfter Ausrüstung Eingeschränkter Zugang zum Bunkerort (Sicherheits- und Sicherungszone) Persönliche Schutzausrüstung Verschlusszeit für ESD Ventile höchstens 30 s (Forderung nach IGC Code) Reduzierung der ESD Verschlusszeiten Drucküberwachung an der Bunkerquelle und Empfängerschiffseite Wettereinschränkungen gemäß Bunkercheckliste	2	10	Bunkercheckliste: Prozedur für die Notabschaltung und anschließende Prozesse zur Sicherstellung der Gasfreiheit des Transfersystems festlegen (bspw. durch Inertgasspülung in den Tank des Empfängerschiffes) Definition der Sicherheitszone: Szenarien zur Abschätzung der Sicherheitszone festlegen	-	-	-	-

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Rev. Effekt	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfohlene Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
Förderung Flüssigphase	Zu hoher Pumpendruck		Siehe Szenario "Bunkerempfänger"												
Druckmanagement Gasphase	Überdruck im Tank der Bunkerquelle	Bei der Aufstellung des Bunkerfahrzeuges werden die Anforderungen der EX-Zonen berücksichtigt: Abblasen erfolgt in einen sicheren Bereich, keine Effekte zu erwarten	Überdruck im Tanksystem der Bunkerquelle, Entlastung des Überdruck durch Sicherheitsventil der Bunkerquelle, Druckentlastung durch Abblasen in den Sicherheitsbereich nach ATEX		1.1.1-4	Lange Wartezeiten vor dem Bunkerbeginn	3	EX-Zone gemäß ADR Tanksicherheitsventile (LKW, Trailer)	2		Bunkercheckliste: Aufstellort/Positionierung des Bunkerfahrzeuges muss ATEX Anforderungen entsprechen (Ex-Zonen). Die nach ATEX Anforderungen definierten EX-Zonen sind Bestandteil der Sicherheitszone	-	-	-	-
Sicherheit bei externen Störungen	Ungewollte Bewegung des Fahrzeuges	Kein Effekt: Fahrzeug ist ausreichend gegen wegrollen gesichert	Wegrollen des Fahrzeugs durch äußere Kräfte, Kraftwirkung auf Flanschsystem des Fahrzeuges (über das angeschlossene Transfersystem) möglich, definierte EX- und Sicherheitszonen werden nicht eingehalten	3	1.1.1-5	Wettereffekte wie Orkanböen	3	Wettereinschränkungen gemäß Bunkercheckliste Trockenabreisskupplung auf Empfängerschiffsseite (gemäß IGF Code)	2	18	Prüfen, ob Mindestanforderungen / Sicherungsmaßnahmen für den Transfer durch z.B. ADR schon vorgeschrieben sind (bspw. Maßnahmen gegen Wegrollen, Einrichten und Kennzeichnen eines Sicherungsbereiches, PSA etc.)	3	1	2	6
	Verlust der Integrität	Prozedur verhindert Effekte durch verdampfendes LNG im geschlossenen Schlauchsystem (Volumenausdehnung)	Große externe Leckage aus defektem Tank-, Rohrleitungs-, Ventil-, Flanschsystem, Detektion der Leckage durch die Schlauchwachen, ESD wird durch den Bediener der Bunkerquelle oder der Schlauchwache des Empfängerschiffes ausgelöst, Stopp des Transfers, Transfersystem bleibt mit LNG gefüllt, Druck im Schlauch steigt durch Erwärmung	5	1.1.1-6	Kollision durch Fahrzeug	1	Bunkercheckliste Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite Kommunikation zwischen Quelle und Empfänger Manueller ESD für das Schiffssystem Manuelles ESD für den Truck Im Hafengebiet findet nur autorisierter (eingeschränkter) Fahrzeugverkehr statt (kein öffentlicher Straßenverkehr) Sicherungszone Sicherheitszone	1	5	Definition der Sicherheitszone: Szenarien zur Abschätzung der Sicherheitszone festlegen Prüfen, ob Mindestanforderungen/Sicherungsmaßnahmen für den Transfer durch z.B. ADR schon vorgeschrieben sind (bspw. Maßnahmen gegen Wegrollen, Einrichten und Kennzeichnen eines Sicherungsbereiches, PSA etc.) Definition der Sicherheitszone: Einrichten einer Sicherungszone, um auf den LNG Bunkerprozess hinzuweisen und Sicherheitsabstände zu gewährleisten	-	-	-	-

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Rev. Effekt	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr	
					1.1.1-7	Lösende Ladung aus vorbeifahrendem Verkehr	1	<p>Bunkercheckliste</p> <p>Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite</p> <p>Kommunikation zwischen Quelle und Empfänger</p> <p>Manueller ESD für das Schiffssystem</p> <p>Manuelles ESD für den Truck</p> <p>Im Hafengebiet findet nur autorisierter (eingeschränkter) Fahrzeugverkehr statt (kein öffentlicher Straßenverkehr)</p> <p>Sicherungszone</p> <p>Sicherheitszone</p>	1	5	<p>Prüfen, ob Mindestanforderungen / Sicherungsmaßnahmen für den Transfer durch z.B. ADR schon vorgeschrieben sind (bspw. Maßnahmen gegen Wegrollen, Einrichten und Kennzeichnen eines Sicherungsbereiches, PSA etc.)</p> <p>Definition der Sicherungszone: Einrichten einer Sicherungszone, um auf den LNG Bunkerprozess hinzuweisen und Sicherheitsabstände zu gewährleisten</p> <p>Bei der Dimensionierung der Sicherungszone muss evtl. Verlust der Ladung des passierenden Verkehrs als mögliche Ursache für mechanische Beeinträchtigung des LNG Bunkersystems beim Bunkern berücksichtigt werden</p>				-	-
	Feuer in der Nähe des LKW's (Landseite oder an Bord des Empfängerschiffes)		Beschädigung des Trucks möglich, Druckanstieg im Tank durch erhöhten Wärmeeintrag und Verdampfen des LNG, Druckentlastung durch Tanksicherheitsventile, bei großem Feuer BLEVE möglich	5	1.1.1-8	Feuer an Bord des Empfängerschiffe oder an Land	1	<p>Tanksicherheitsventile (LKW, Trailer)</p> <p>Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite</p> <p>Kommunikation zwischen Quelle und Empfänger</p> <p>Manueller ESD für das Schiffssystem</p> <p>Manuelles ESD für den Truck</p>	1	5	<p>Bunkercheckliste: Aufstellort / Positionierung des Bunkerfahrzeuges muss ATEX Anforderungen entsprechen (Ex-Zonen). Die nach ATEX Anforderungen definierten EX-Zonen sind Bestandteil der Sicherheitszone</p> <p>Definition der Sicherungszone: Einrichten einer Sicherungszone, um auf den LNG Bunkerprozess hinzuweisen und Sicherheitsabstände zu gewährleisten</p> <p>Der Truck muss für den LNG Bunkervorgang so geparkt werden, dass ein schnelles Entfernen vom Bunkerort möglich ist (z.B. im Fall eines Brandes)</p> <p>Prozeduren entwickeln, die ein schnelles Beenden des Bunkervorganges und Entfernen vom Bunkerort bei bspw. Feuer ermöglichen (Nottrennung)</p> <p>Vor Beginn des Bunkervorganges müssen geeignete Löschmittel und entsprechende PSA bereitgestellt werden</p>	5	1	1	5	
1.1.2 - Transfersystem																
LNG Transfer vom LKW zur Bunkerquelle																

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Rev. Effekt	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
1.1.2.1 - Kupplung Bunkerquelle															
Integrität	Kleine Leckage (5 mm Öffnung)	Der Betrieb eines mobilen Gaswarngerätes könnte die Detektion kleiner Gasleckagen verbessern	Gasmingen treten in die Hazardous Area aus, visuelle Detektion und Abschaltung durch Bediener	1	1.1.2.1-1	Dichtungsfehler bedingt durch z.B. Verschmutzung	3	Visuelle Inspektion gemäß Bunkercheckliste vor dem Anschluss	2	6	Bunkercheckliste: Verwendung von mobilen Gaswarngeräten zur Detektion kleinerer Leckagen (bspw. während des "ramp up")	1	3	1	3
								Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite							
								Manueller ESD für das Schiffssystem							
								Manuelles ESD für den Truck							
								Wiederkehrende Prüfung nach EN 14 74							
Mittlere Leckage (25 mm Öffnung)			Kupplungsanschluss nicht vollständig und richtig gegeben, Austreten von LNG bis zur manuellen Abschaltung	3	1.1.2.1-2	Beschädigung der Kupplung beim Transport	2	Visuelle Inspektion gemäß Bunkercheckliste vor dem Anschluss	2	12	Bunkercheckliste: Verwendung von mobilen Gaswarngeräten zur Detektion kleinerer Leckagen (bspw. während des "ramp up")	3	2	1	6
								Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite							
								Manueller ESD für das Schiffssystem							
								Manuelles ESD für den Truck							
								Wiederkehrende Prüfung nach EN 14 74							
					1.1.2.1-3	(Schraub-) Verbindung nicht richtig ausgeführt (Kupplungsfehler)	2	Vorrangehender Spülprozess	2	12	Bunkercheckliste: Verwendung von mobilen Gaswarngeräten zur Detektion kleinerer Leckagen (bspw. während des "ramp up")		2	1	6
								Kupplungsdesign stellt Kupplung sicher							
								Visuelle Detektion beim Anfahrprozess ("ramp up")							
Abriss der Kupplung			Freisetzung von LNG (mittlere Leckage), Trockentrennkupplung	3	1.1.2.1-6	Relativbewegung zwischen LKW und Schiff	2	Visuelle Inspektion gemäß Bunkercheckliste vor dem Anschluss	2	12	Bunkercheckliste: Verwendung von mobilen Gaswarngeräten zur Detektion kleinerer Leckagen (bspw. während des "ramp up")				
								Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite							
								Manueller ESD für das Schiffssystem							
								Manuelles ESD für den Truck							
								Wiederkehrende Prüfung nach EN 14 74							
					1.1.2.1-5	Menschlicher Fehler beim Kuppeln (bei dieser Betrachtung ausgeschlossen: siehe Grundannahmen der Analyse)									

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Rev. Effekt	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfohlene Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
			verschleißt bei Abriss den Querschnitt nicht vollständig					Position des Trucks ist gesichert Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite Manueller ESD für das Schiffssystem Manuelles ESD für den Truck Leitungsreserve vorhanden (Reaktionszeit für Schlauchwache) Trockenabrisskupplung							
1.1.2.2 - Transfersystem LNG Schlauch															
Integrität	Kleine Leckage (5 mm Öffnung)	Der Betrieb eines mobilen Gaswarngerätes könnte die Detektion kleiner Gasleckagen verbessern	Gasmengen treten in die Hazardous Area aus, visuelle Detektion und Abschaltung durch Bediener	1	1.1.2.2-1	Materialfehler	3	Visuelle Inspektion gemäß Bunkercheckliste vor dem Anschluss Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite Manueller ESD für das Schiffssystem Manuelles ESD für den Truck Wiederkehrende Prüfung nach EN 14 74	2	6	Bunkercheckliste: Verwendung von mobilen Gaswarngeräten zur Detektion kleinerer Leckagen (bspw. während des "ramp up")	1	3	1	3
	Mittlere Leckage (25 mm Öffnung)		Beschädigung des Schlauches, Austreten von LNG bis zur manuellen Abschaltung	3	1.1.2.2-2	Beschädigung des Schlauches beim Transport oder Materialfehler	2	Visuelle Inspektion gemäß Bunkercheckliste vor dem Anschluss Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite Manueller ESD für das Schiffssystem Manuelles ESD für den Truck Wiederkehrende Prüfung nach EN 14 74	2		Bunkercheckliste: Verwendung von mobilen Gaswarngeräten zur Detektion kleinerer Leckagen (bspw. während des "ramp up")	3	1	1	3
	Schlauchabriss		Große Mengen LNG werden freigesetzt, Detektion der Leckage durch die Schlauchwachen, ESD wird durch den Bediener der Bunkerquelle oder der Schlauchwache ausgelöst, Stopp des Transfers		5	1.1.2.2-3	Materialfehler / Materialversagen Schlauchleitung	1	Schiff ist sicher festgemacht und Vertäuerung vor Bunkerbeginn geprüft (Bunkercheckliste) Position des Trucks ist gesichert Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite Manueller ESD für das Schiffssystem Manuelles ESD für den Truck Leitungsreserve vorhanden (Reaktionszeit für Schlauchwache) Trockenabrisskupplung	2	10				

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Rev. Effekt	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
Sicherheit bei externen Störungen	Ungewollte Bewegung des Fahrzeugs	Kein Effekt: Fahrzeug ist ausreichend gegen Wegrollen gesichert	Wegrollen des Fahrzeugs durch äußere Kräfte, Kraftwirkung auf Flanschsystem des Fahrzeuges (über das angeschlossene Transfersystem) möglich, definierte EX- und Sicherheitszonen werden nicht eingehalten	3	1.1.2.2-4	Wettereffekte wie Orkanböen	3	Wettereinschränkungen gemäß Bunkercheckliste	2	18	Prüfen, ob Mindestanforderungen / Sicherungsmaßnahmen für den Transfer durch z.B. ADR schon vorgeschrieben sind (bspw. Maßnahmen gegen Wegrollen, Einrichten und Kennzeichnen eines Sicherungsbereiches, PSA etc.)	3	1	2	6
								Trockenabreisskupplung auf Empfängerschiffsseite (gemäß IGF Code)							
					1.1.2.2-5	Fehler der Festmacher, Vertäuung (Mooring Fehler)	1	Schiff ist sicher festgemacht und Vertäuung vor Bunkerbeginn geprüft (Bunkercheckliste)	2	6					
	1.1.2.2-6	Sog- und Wellenschlag vorbeifahrender Verkehr	1	Schiff ist sicher festgemacht und Vertäuung vor Bunkerbeginn geprüft (Bunkercheckliste)	2	6		1	2	6					
			Sicherheitszone												
	Feuer in der Nähe Transfereinrichtung (Landseite oder an Bord des Empfängerschiffes)		Beschädigung der Transfereinrichtung möglich, siehe Bunkerquelle												
Verlust der Integrität	Prozedur verhindert Effekte durch verdampfendes LNG im geschlossenen Schlauchsystem (Volumenausdehnung)	Große externe Leckage aus defekter Schlauchleitung, Detektion der Leckage durch die Schlauchwachen, ESD wird durch den Bediener der Bunkerquelle oder der Schlauchwache des Empfängerschiffes ausgelöst, Stopp des Transfers, Transfersystem bleibt mit LNG gefüllt, Druck im Schlauch steigt durch Erwärmung	5	1.1.2.2-7	Kollision durch Fahrzeug	2	Bunkercheckliste	2	20	Definition der Sicherheitszone: Szenarien zur Abschätzung der Sicherheitszone festlegen Prüfen, ob Mindestanforderungen/Sicherungsmaßnahmen für den Transfer durch z.B. ADR schon vorgeschrieben sind (bspw. Maßnahmen gegen Wegrollen, Einrichten und Kennzeichnen eines Sicherungsbereiches, PSA etc.)	5	1	2	10	
							Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite								
											Definition der Sicherheitszone: Einrichten einer Sicherheitszone, um auf den LNG Bunkerprozess hinzuweisen und Sicherheitsabstände zu gewährleisten				
								Kommunikation zwischen Quelle und Empfänger							
								Manueller ESD für das Schiffssystem							
								Manuelles ESD für den Truck							
								Im Hafengebiet findet nur autorisierter (eingeschränkter) Fahrzeugverkehr statt (kein öffentlicher Straßenverkehr)							
								Sicherungszone							
								Sicherheitszone							
					1.1.2.2-8	Lösende Ladung aus vorbeifahrendem Verkehr	2	Bunkercheckliste	2	20	Prüfen, ob Mindestanforderungen/Sicherungsmaßnahmen für den Transfer durch z.B. ADR schon vorgeschrieben sind (bspw. Maßnahmen		1	2	10

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Rev. Effekt	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
								Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite Kommunikation zwischen Quelle und Empfänger Manueller ESD für das Schiffssystem Manuelles ESD für den Truck Im Hafengebiet findet nur autorisierter (eingeschränkter) Fahrzeugverkehr statt (kein öffentlicher Straßenverkehr) Sicherungszone Sicherheitszone			gegen Wegrollen, Einrichten und Kennzeichnen eines Sicherungsbereiches, PSA etc.) Definition der Sicherungszone: Einrichten einer Sicherungszone, um auf den LNG Bunkerprozess hinzuweisen und Sicherheitsabstände zu gewährleisten Bei der Dimensionierung muss evtl. Verlust der Ladung des passierenden Verkehrs als mögliche Ursache für mechanische Beeinträchtigung des LNG Bunkersystems beim TTS Bunkern berücksichtigt werden				
					1.1.2.2-9	Tidenhub	2	Leitungsreserve vorhanden (Reaktionszeit für Schlauchwache) Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite Kommunikation zwischen Quelle und Empfänger Manueller ESD für das Schiffssystem Manuelles ESD für den Truck	2	20			1	2	10
1.1.2.3 - Kupplung Empfänger															
Integrität	Kleine Leckage (5 mm Öffnung)		Gasmenen treten in die Hazardous Area aus, visuelle Detektion und Abschaltung durch Bediener	1	1.1.2.3-1	Dichtungsfehler bedingt durch z.B. Verschmutzung	3	Empfängerschiff ausgelegt gemäß IMO MSC.285(86) oder IGF Code Bunkerstation klassifiziert als EX Zone (IGF Code, MSC.285(86)) Leckwanne in der Bunkerstation des Empfängerschiffes (gemäß IGF Code, MSC.285(86)) Gasdetektion und Belüftung in der Bunkerstation des Empfängerschiffes (bei geschlossener Bunkerstation gemäß IGF Code, MSC.285(86)) Visuelle Inspektion gemäß Bunkercheckliste vor dem Anschluss Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite Manueller ESD für das Schiffssystem Manuelles ESD für den Truck	2	6					

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Rev. Effekt	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
	Mittlere Leckage (25 mm Öffnung)		Kupplungsanschluss nicht vollständig und richtig gegeben, Austreten von LNG bis zur manuellen Abschaltung	3	1.1.2.3-2	Beschädigung der Kupplung beim Transport	2	Kommunikation zwischen Quelle und Empfänger Visuelle Inspektion gemäß Bunkercheckliste vor dem Anschluss Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffseite Manueller ESD für das Schiffssystem Manuelles ESD für den Truck Wiederkehrende Prüfung nach EN 14 74	2	12					
					1.1.2.3-3	(Schraub-) Verbindung nicht richtig ausgeführt (Kupplungsfehler)	2	Vorrangehender Spülprozess Kupplungsdesign stellt Kupplung sicher Visuelle Detektion beim Anfahrprozess ("ramp up")	2	12					
					1.1.2.3-4	Größeres Dichtungsversagen	2	Empfängerschiff ausgelegt gemäß IMO MSC.285(86) oder IGF Code Bunkerstation klassifiziert als EX Zone (IGF Code, MSC.285(86)) Leckwanne in der Bunkerstation des Empfängerschiffes (gemäß IGF Code, MSC.285(86)) Gasdetektion und Belüftung in der Bunkerstation des Empfängerschiffes (bei geschlossener Bunkerstation gemäß IGF Code, MSC.285(86)) Visuelle Inspektion gemäß Bunkercheckliste vor dem Anschluss Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffseite Manueller ESD für das Schiffssystem Manuelles ESD für den Truck Kommunikation zwischen Quelle und Empfänger Verschlusszeit für ESD Ventile höchstens 30 s (Forderung nach IGC Code) Reduzierung der ESD Verschlusszeiten	2	12					

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Rev. Effekt	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr	
								Drücküberwachung an der Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite								
					1.1.2.3-5	Menschlicher Fehler beim Kuppeln (bei dieser Betrachtung ausgeschlossen: siehe Grundannahmen der Analyse)										
	Abriss der Kupplung		Freisetzung von LNG (mittlere Leckage), Trockentrennkupplung verschleißt bei Abriss den Querschnitt nicht vollständig	3	1.1.2.3-6	Relativbewegung zwischen LKW und Schiff	2	Schiff ist sicher festgemacht und Vertäuung vor Bunkerbeginn geprüft (Bunkercheckliste) Position des Trucks ist gesichert Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite Manueller ESD für das Schiffssystem Manuelles ESD für den Truck Leitungsreserve vorhanden (Reaktionszeit für Schlauchwache) Leckwanne in der Bunkerstation des Empfängerschiffes (gemäß IGF Code, MSC.285(86)) Gasdetektion und Belüftung in der Bunkerstation des Empfängerschiffes (bei geschlossener Bunkerstation gemäß IGF Code, MSC.285(86)) Trockenabrisskupplung	2	12						
1.1.3 - Bunkerempfänger																
Integrität	Leckage auf Empfängerseite oder andere Ereignisse zur ESD an Bord führen		ESD wird durch Operator Schiff ausgelöst, Stopp des Transfers	3	1.1.3-1	Leckage im Flanschsystem der Bunkerstation	3	Bunkercheckliste Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite Kommunikation zwischen Quelle und Empfänger Empfängerschiff: MSC.285(86) / IGF Code (Leckagewanne, Sprühschutz, Schadenskontrolle vorhanden) Manueller ESD für das Schiffssystem Manuelles ESD für den Truck	1	9	Bunkercheckliste: Anforderung an eine Druckabschaltung / -kontrolle (zulässiger Druck des Transfersystems darf nicht überschritten werden) Prüfen zulässiger Pumpsysteme am Truck (kann der zulässige Druck im Transfersystem überschritten werden?)					
					1.1.3-2	Feueralarm an Bord des Empfängerschiffes	3	ESD Weitergabe an Bunkerquelle	1	9						

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Rev. Effekt	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
Empfang Flüssigphase	Überfüllung		Überfüllung technisch ausgeschlossen: Absprache Füllmengen (Bunkercheckliste), High und High high level Alarm mit ESD für Füllstand Empfängertank												
Druckmanagement Gasphase	Überdruck im Tanksystem (schiffseitig)		Erreichen eines kritischen Tankdruckes technisch ausgeschlossen: Drucküberwachung mit Alarm und automatischer Abschaltung (Stopp des Vorgangs über Kommunikation), Vermeidung eines kritischen Tankdrucks durch Druckentlastung über Sicherheitsventile (Ablasssystem) des Schiffs												
	Druck im schiffseitigen Tanksystem wird größer als zulässiger Druck im Transfersystem		Druck des schiffseitigen Tanksystems zu hoch für Bunkerquelle, Pumpe versucht gegenzusteuern, zulässiger Druck des Transfersystem wird überschritten (wie Szenario: Integrität -> Leckage im Flanshsystem).	5	1.1.3-3	Höherer Initialdruck im schiffseitigen Tanksystem, kein Vapour Return	2	Tankdrucküberwachung des Empfängerschiffes	2	10	Bunkercheckliste: zulässige Drücke von Tanksystemen und Transfersystemen in Bunkercheckliste festhalten Sicherstellen, dass eine Abschaltung bei Erreichen eines definierten kritischen Transferdruckes erfolgt (bspw. automatische Abschaltung der LKW Pumpe etc.)	5	1	2	10
			Druck des Schiffes zu hoch für Transfersystem		3	1.1.3-4	Initialdruck des Tanksystems zu hoch	2	Drcukabgleich vor Bunkerbeginn	2	12	Bunkercheckliste: Initialdrücke von Bunkerquelle und Empfänger vergleichen, bevor Ventile geöffnet werden, um eine mögliche Druckentlastung des Empfängertankes zur Quelle zu vermeiden (Fall Druck_Empfänger > Druck_Quelle)	3	1	2
Sicherheit vor externen Störungen - Auswirkungen auf das Schiff werden durch das Sicherheitskonzept des Schiffes aufgefangen und können zu ESD führen															
1.1.4 - Abweichung mit Rückführung Gasphase															
Integrität	Leckage Gasrückführung: Ursachen wie Leckagen Transfersystem. Hier aber Erdgas in Gasphase anstatt Flüssigphase. Daher geringere Konsequenzen														

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Rev. Effekt	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
Druckmanagement Gasphase	Überdruck im Tanksystem (schiffseitig)		Erreichen eines kritischen Tankdruckes technisch ausgeschlossen: Drucküberwachung mit Alarm und automatischer Abschaltung (Stopp des Vorgangs über Kommunikation), Vermeidung eines kritischen Tankdruckes durch Druckentlastung über Sicherheitsventile (Ablassesystem) des Schiffs, möglicher Überdruck im LKW über die Gasrückführung wird über Sicherheitsventile vermieden												
	Druckerhöhung im Tank (LKW)		Gasrückführung zum LKW nicht mehr möglich. Druckentlastung des schiffseitigen Tanks über Tanksicherheitsventile	3	1.1.4-1	Initialdruck des Tanksystems zu hoch	2	Tanksicherheitsventile	1	6	Bunkercheckliste: zulässige Drücke von Tanksystemen und Transfersystemen in Bunkercheckliste festhalten Sicherstellen, dass eine Abschaltung bei Erreichen eines definierten kritischen Transferdruckes erfolgt (bspw. automatische Abschaltung der LKW Pumpe etc.)	3	1	1	3
<i>1.1.5 - Abweichung Drucktank auf atmosphärischen Tank</i>															
Integrität	Leckage Gasrückführung: Ursachen wie Leckagen Transfersystem. Hier aber Erdgas in Gasphase anstatt Flüssigphase. Daher geringere Konsequenzen														
Gasdruckmanagement	Unzulässiger Druck im Tanksystem des Empfängers		Schiffseitiger ESD (Drucküberwachung), Bunkern findet nicht statt, Vermeidung des kritischen Empfängertankdruckes durch Tanksicherheitsventile	3	1.1.5-1	längere Wartezeiten / kein Gasbezug aus Empfängertank	3	Bunkercheckliste: Druckgrenzen festgelegt und verifiziert	1	9	Bunkercheckliste: zulässige Drücke von Tanksystemen und Transfersystemen in Bunkercheckliste festhalten Sicherstellen, dass eine Abschaltung bei Erreichen eines definierten kritischen Transferdruckes erfolgt (bspw. automatische Abschaltung der LKW Pumpe etc.)				
	Prozessfehler (z.B. Pumpenfehler)		High pressure alarm und ESD auf Empfängerseite, Meldung an LKW, ESD und Abschaltung der Pumpe	3	1.1.5-2	Steuerungsfehler LKW Pumpe	2	Tanksicherheitsventile Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite	1	6					
<i>1.1.6 - Abweichung atmosphärischer Tank auf Drucktank</i>															

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Rev. Effekt	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
Integrität	Leckage Gasrückführung: Ursachen wie Leckagen Transfersystem. Hier aber Erdgas in Gasphase anstatt Flüssigphase. Daher geringere Konsequenzen														
Gasdruckmanagement	Prozessfehler (z.B. Pumpenfehler)		Ausfall des Druckregisters auf seiten des LKW. Druckentlastung vom Empfänger Tank in Richtung LKW Tank. Tankversagen trotz Sicherheitsventila möglich	5	1.1.6-1	Steuerungsfehler LKW Pumpe	2	Tanksicherheitsventile Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite	1	10	Bunkercheckliste: Sicherstellen, dass beim Versagens des Druckregister im Fall der Bunkerung eines Drucktanks durch eine Bunkerquelle mit atmosphärischen Tank, eine sofortiges Schliessen der ESD Ventile erfolgt (Vermeidung Überdruck im atmosphärischen Tank der Quelle durch Zurückdrückendes Gas)	5	1	1	5
1.1.7 - Abweichung atmosphärischer Tank auf atmosphärischer Tank															
Gasdruckmanagement	Prozessfehler (z.B. Pumpenfehler) - siehe Abweichung Drucktank auf atmosphärischen Tank														
1.2 - Bunkerung durch Schiff (Ship to Ship - STS)															
1.2.1 - Bunkerquelle (Schiff, Barge)															
Integrität	Kleine Leckage an der Bunkerquelle - siehe TTS Bunkern. Hier: Bunkerquelle erfüllt Anforderungen gemäß IGC Code														
	Große Leckage an der Bunkerquelle		siehe TTS Bunkern. Hier: Bunkerquelle erfüllt Anforderungen gemäß IGC Code. Gasedetektion auch an Flanschseite der Quelle möglich (Gasedetektion in Bunkerstation)												
	Verlust der Integrität (Quelle)		siehe TTS Bunkern. Hier: Bunkerquelle erfüllt Anforderungen gemäß IGC Code. Gasedetektion auch an Flanschseite der Quelle möglich (Gasedetektion in Bunkerstation)												

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Rev. Effekt	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr	
Förderung Flüssigphase	Zu hoher Pumpendruck		Prozessdruckkontrolle von Seiten der Quelle als auch des Empfängers, Alarm und ESD, ESD-Signalweiterleitung an Empfängerschiff, ESD		1.2.1-1	Fehler der Pumpensteuerung	3	Prozessdruckkontrolle innerhalb der Transferleitung (beidseitig)	1							
Druckmanagement Gasphase	Überdruck im Tank der Bunkerquelle		Überdruck im Tanksystem der Bunkerquelle, Entlastung des Überdruck durch Sicherheitsventil der Bunkerquelle, ESD an Bord des Bunker- und Empfängerschiffes		1.2.1-2	Lange Wartezeiten vor dem Bunkerbeginn	3	Prozessdruckkontrolle innerhalb der Transferleitung (beidseitig) Tankdrucküberwachung, Alarmierung und automatische Abschaltung bei Grenzwertüberschreitung	2							
Sicherheit bei externen Störungen	Ungewollte Bewegung des Bunkerschiffes		Bewegung des Bunkerschiffes durch äußere Kräfte, Kraftwirkung auf Flanschsystem des Bunkerschiffes (über das angeschlossene Transfersystem) möglich, definierte EX- und Sicherheitszonen werden nicht eingehalten	3	1.2.1-3	Wettereffekte wie Orkanböen	3	Wettereinschränkungen gemäß Bunkercheckliste Trockenabreisskupplung auf Empfängerschiffsseite (gemäß IGF Code)	2	18						
					1.2.1-4	Fehler der Festmacher, Vertäuung (Mooring Fehler)	1	Schiff ist sicher festgemacht und Vertäuung vor Bunkerbeginn geprüft (Bunkercheckliste)	2	6						
					1.2.1-5	Sog- und Wellenschlag vorbeifahrender Verkehr	1	Schiff ist sicher festgemacht und Vertäuung vor Bunkerbeginn geprüft (Bunkercheckliste) Sicherheitszone	2	6						
					1.2.1-6	Kollision mit vorbeifahrenden Schiffen	1	wie Bunkerquelle TTS; in Ergänzung dazu: Position der Ladungstanks des Bunkerschiffes / der Bunkerbarge ist so gewählt, das Ausreichend Abstände zur Außenhaut besteht, um Konsequenzen durch Kollision zu verhindern (siehe Anforderunge gemäß IGC Code)	1	5	Definition der Sicherheitszone: Szenarien zur Abschätzung der Sicherheitszone festlegen Prüfen, ob Mindestanforderungen / Sicherungsmaßnahmen für den Transfer durch z.B. ADR schon vorgeschrieben sind (bspw. Maßnahmen gegen Wegrollen, Einrichten und Kennzeichnen eines Sicherungsbereiches, PSA etc.) Definition der Sicherungszone: Einrichten einer Sicherungszone, um auf den LNG Bunkerprozess hinzuweisen und Sicherheitsabstände zu gewährleisten					
Verlust der Integrität	Prozedur verhindert Effekte durch verdampfendes LNG im geschlossenen Schlauchsystem (Volumenausdehnung)	Große externe Leckage aus defektem Tank-, Rohrleitungs-, Ventil-, Flanschsystem, Detektion der Leckage durch die Schlauchwachen, ESD wird durch den Bediener der Bunkerquelle oder der Schlauchwache des Empfängerschiffes ausgelöst, Stopp des Transfers, Transfersystem bleibt mit LNG gefüllt, Druck im Schlauch steigt durch Erwärmung	5	1.2.1-6	Kollision mit vorbeifahrenden Schiffen	1	wie Bunkerquelle TTS; in Ergänzung dazu: Position der Ladungstanks des Bunkerschiffes / der Bunkerbarge ist so gewählt, das Ausreichend Abstände zur Außenhaut besteht, um Konsequenzen durch Kollision zu verhindern (siehe Anforderunge gemäß IGC Code)	1	5	Definition der Sicherheitszone: Szenarien zur Abschätzung der Sicherheitszone festlegen Prüfen, ob Mindestanforderungen / Sicherungsmaßnahmen für den Transfer durch z.B. ADR schon vorgeschrieben sind (bspw. Maßnahmen gegen Wegrollen, Einrichten und Kennzeichnen eines Sicherungsbereiches, PSA etc.) Definition der Sicherungszone: Einrichten einer Sicherungszone, um auf den LNG Bunkerprozess hinzuweisen und Sicherheitsabstände zu gewährleisten						

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Rev. Effekt	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
	Feuer an Bord eines der Schiffe		automatischer Stopp des Bunkervorganges bei Feueralarm und Weiterleitung des ESD an das jeweilige andere Schiff	3	1.2.1-7	Feuer an Bord des Empfänger- oder Bunkerschiffes	1	Brandmeldeanlage und automatischer ESD Weiterleitung des ESD Signal an das jeweils andere Schiff (ESD link)	1	3					
	Feuer an Land		Stopp des Bunkervorganges durch die Schlauchwachen	3	1.2.1-8	Feuer an Land	1	Schlauchwache an Bunkerquelle und Empfängerschiffsseite Manueller ESD für das Schiffssystem Manuelles ESD für den Truck Sicherheitszone Sicherungszone	1	3	Definition der Sicherungszone: Einrichten einer Sicherungszone, um auf den LNG Bunkerprozess hinzuweisen und Sicherheitsabstände zu gewährleisten Prozeduren entwickeln, die ein schnelles beenden des Bunkervorganges und entfernen vom Bunkerort bei bspw. Feuer ermöglichen (Nottrennung)				
1.2.2 - Transfersystem															
Bebunkerung eines Empfängerschiffes durch ein LNG Bunkerschiff / -barge mittels Schlauchleitung															
1.2.2.1 - Kupplung Bunkerquelle															
Integrität	siehe TTS Bunkern. Hier: Bunkerquelle erfüllt Anforderungen gemäß IGC Code. Gasdetektion auch an Flanschseite der Quelle möglich (Gasdetektion in Bunkerstation)														
1.2.2.2 - Transfersystem LNG Schlauch															
Integrität	siehe TTS Bunkern. Hier: Bunkerquelle erfüllt Anforderungen gemäß IGC Code. Gasdetektion auch an Flanschseite der Quelle möglich (Gasdetektion in Bunkerstation)														
Sicherheit bei externen Störungen - siehe Kupplung Bunkerquelle															
1.2.2.3 - Kupplung Empfänger															
siehe Kupplung Bunkerquelle															
1.2.3 - Bunkerempfänger															

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Rev. Effekt	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
siehe TTS Bunkern															
1.2.4 - Abweichung mit Rückführung Gasphase															
siehe TTS Bunkern															
1.2.5 - Abweichung Drucktank auf atmosphärischen Tank															
siehe TTS Bunkern															
1.2.6 - Abweichung atmosphärischer Tank auf Drucktank															
siehe TTS Bunkern															
1.2.7 - Abweichung atmosphärischer Tank auf atmosphärischer Tank															
siehe TTS Bunkern															
1.3 - Bebunkerung über Rohrleitung (Pipe to Ship - PTS)															
1.3.1 - Bunkerquelle (LNG terminal, fest installierte Bunkerstation)															
Integrität	Leckage an der Bunkerquelle		siehe TTS Bunkern. Hier: Bunkerquelle erfüllt Anforderungen gemäß u.a. EN 1474. Gasdetektion auch an Flanschseite der Quelle möglich												
Förderung Flüssigphase	Zu hoher Pumpendruck - siehe STS Bunkern														
Druckmanagement Gasphase	Überdruck im Tank der Bunkerquelle - siehe STS Bunkern														
Sicherheit bei externen Störungen - siehe STS															
1.3.2 - Transfersystem															
Bebunkerung eines Empfängerschiffes durch einen LNG Terminal / eine fest installierte Bunkerstation an Land mittels Hardarm															
1.3.2.1 - Kupplung Bunkerquelle															
siehe Bunkerquelle															
1.3.2.2 - Transfersystem LNG Hardarm															

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Rev. Effekt	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
Integrität	Kleine Leckage siehe TTS Bunkern. Hier: Bunkerquelle erfüllt Anforderungen gemäß 1474. Gasdetektion auch an Flanschseite der Quelle möglich. Prozessparameter werden überwacht.														
	Große Leckage an der Bunkerquelle		Große Mengen LNG werden freigesetzt, Detektion der Leckage durch die Abweichen der Prozessparameter oder Gasdetektion. Auomatischer ESD, Stopp des Transfers	4	1.3.2.2-1	Leckage am Transfersystem	2	Regelmässige Wartung und Kontrolle Drucktest vor Bunkerbeginn Prozessparameterüberwachung und automatische Abschaltung bei Grenzwertüber- / unterschreitung	1	8					
	Verlust der Integrität		Nicht erwartet.												
Sicherheit bei externen Störungen - siehe Kupplung Bunkerquelle															
1.3.2.3 - Kupplung Empfänger															
siehe Kupplung Bunkerquelle															
1.3.3 - Bunkerempfänger															
siehe TTS Bunkern															
1.3.4 - Abweichung mit Rückführung Gasphase															
siehe TTS Bunkern															
1.3.5 - Abweichung Drucktank auf atmosphärischen Tank															
siehe TTS Bunkern															
1.3.6 - Abweichung atmosphärischer Tank auf Drucktank															
siehe TTS Bunkern															
1.3.7 - Abweichung atmosphärischer Tank auf atmosphärischer Tank															
siehe TTS Bunkern															

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Liste weiterer empfohlener Maßnahmen -

Action Nr.	Item Name	Weitere empfehlende Maßnahmen	Funktion	Fehler	Fehler Nr.	Grund
1	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Bunkercheckliste: Prozedur für die Notabschaltung und anschließende Prozesse zur Sicherstellung der Gasfreiheit des Transfersystems festlegen (bspw. durch Inertgaspülung in den Tank des Empfängerschiffes)	Integrität	Kleine Leckage an der Bunkerquelle	1.1.1-1	Materialversagen Flanschsystem der Bunkerquelle (Dichtung)
	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Bunkercheckliste: Prozedur für die Notabschaltung und anschließende Prozesse zur Sicherstellung der Gasfreiheit des Transfersystems festlegen (bspw. durch Inertgaspülung in den Tank des Empfängerschiffes)	Integrität	Große Leckage an der Bunkerquelle	1.1.1-2	Leckage im Flanschsystem der Bunkerquelle
	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Bunkercheckliste: Prozedur für die Notabschaltung und anschließende Prozesse zur Sicherstellung der Gasfreiheit des Transfersystems festlegen (bspw. durch Inertgaspülung in den Tank des Empfängerschiffes)	Integrität	Verlust der Integrität (Quelle)	1.1.1-3	Materialfehler / Materialversagen Tanksystem, Flanche, Ventile, Rohrleitungen LKW
2	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Definition der Sicherheitszone: Szenarien zur Abschätzung der Sicherheitszone festlegen	Integrität	Kleine Leckage an der Bunkerquelle	1.1.1-1	Materialversagen Flanschsystem der Bunkerquelle (Dichtung)
	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Definition der Sicherheitszone: Szenarien zur Abschätzung der Sicherheitszone festlegen	Integrität	Große Leckage an der Bunkerquelle	1.1.1-2	Leckage im Flanschsystem der Bunkerquelle
	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Definition der Sicherheitszone: Szenarien zur Abschätzung der Sicherheitszone festlegen	Integrität	Verlust der Integrität (Quelle)	1.1.1-3	Materialfehler / Materialversagen Tanksystem, Flanche, Ventile, Rohrleitungen LKW
	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Definition der Sicherheitszone: Szenarien zur Abschätzung der Sicherheitszone festlegen	Sicherheit bei externen Störungen	Verlust der Integrität	1.1.1-6	Kollision durch Fahrzeug
	1.1.2.2 - Transfersystem LNG Schlauch	Definition der Sicherheitszone: Szenarien zur Abschätzung der Sicherheitszone festlegen	Sicherheit bei externen Störungen	Verlust der Integrität	1.1.2.2-7	Kollision durch Fahrzeug
	1.2.1 - Bunkerquelle (Schiff, Barge)	Definition der Sicherheitszone: Szenarien zur Abschätzung der Sicherheitszone festlegen	Sicherheit bei externen Störungen	Verlust der Integrität	1.2.1-6	Kollision mit vorbeifahrenden Schiffen

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Liste weiterer empfohlener Maßnahmen -

Action Nr.	Item Name	Weitere empfehlende Maßnahmen	Funktion	Fehler	Fehler Nr.	Grund
3	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Bunkercheckliste: Aufstellort/Positionierung des Bunkerfahrzeuges muss ATEX Anforderungen entsprechen (Ex-Zonen). Die nach ATEX Anforderungen definierten EX-Zonen sind Bestandteil der Sicherheitszone	Druckmanagement Gasphase	Überdruck im Tank der Bunkerquelle	1.1.1-4	Lange Wartezeiten vor dem Bunkerbeginn
	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Bunkercheckliste: Aufstellort/Positionierung des Bunkerfahrzeuges muss ATEX Anforderungen entsprechen (Ex-Zonen). Die nach ATEX Anforderungen definierten EX-Zonen sind Bestandteil der Sicherheitszone	Sicherheit bei externen Störungen	Feuer in der Nähe des LKW's (Landseite oder an Bord des Empfängerschiffes)	1.1.1-8	Feuer an Bord des Empfängerschiffe oder an Land
4	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Prüfen, ob Mindestanforderungen / Sicherungsmaßnahmen für den Transfer durch z.B. ADR schon vorgeschrieben sind (bspw. Maßnahmen gegen Wegrollen, Einrichten und Kennzeichnen eines Sicherungsbereiches, PSA etc.)	Sicherheit bei externen Störungen	Ungewollte Bewegung des Fahrzeugs	1.1.1-5	Wettereffekte wie Orkanböen
	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Prüfen, ob Mindestanforderungen / Sicherungsmaßnahmen für den Transfer durch z.B. ADR schon vorgeschrieben sind (bspw. Maßnahmen gegen Wegrollen, Einrichten und Kennzeichnen eines Sicherungsbereiches, PSA etc.)	Sicherheit bei externen Störungen	Verlust der Integrität	1.1.1-6	Kollision durch Fahrzeug
	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Prüfen, ob Mindestanforderungen / Sicherungsmaßnahmen für den Transfer durch z.B. ADR schon vorgeschrieben sind (bspw. Maßnahmen gegen Wegrollen, Einrichten und Kennzeichnen eines Sicherungsbereiches, PSA etc.)	Sicherheit bei externen Störungen	Verlust der Integrität	1.1.1-7	Lösende Ladung aus vorbeifahrendem Verkehr
	1.1.2.2 - Transfersystem LNG Schlauch	Prüfen, ob Mindestanforderungen / Sicherungsmaßnahmen für den Transfer durch z.B. ADR schon vorgeschrieben sind (bspw. Maßnahmen gegen Wegrollen, Einrichten und Kennzeichnen eines Sicherungsbereiches, PSA etc.)	Sicherheit bei externen Störungen	Verlust der Integrität	1.1.2.2-7	Kollision durch Fahrzeug
	1.1.2.2 - Transfersystem LNG Schlauch	Prüfen, ob Mindestanforderungen / Sicherungsmaßnahmen für den Transfer durch z.B. ADR schon vorgeschrieben sind (bspw. Maßnahmen gegen Wegrollen, Einrichten und Kennzeichnen eines Sicherungsbereiches, PSA etc.)	Sicherheit bei externen Störungen	Ungewollte Bewegung des Fahrzeugs	1.1.2.2-4	Wettereffekte wie Orkanböen

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Liste weiterer empfohlener Maßnahmen -

Action Nr.	Item Name	Weitere empfehlende Maßnahmen	Funktion	Fehler	Fehler Nr.	Grund
	1.1.2.2 - Transfersystem LNG Schlauch	Prüfen, ob Mindestanforderungen / Sicherungsmaßnahmen für den Transfer durch z.B. ADR schon vorgeschrieben sind (bspw. Maßnahmen gegen Wegrollen, Einrichten und Kennzeichnen eines Sicherungsbereiches, PSA etc.)	Sicherheit bei externen Störungen	Verlust der Integrität	1.1.2.2-8	Lösende Ladung aus vorbeifahrendem Verkehr
5	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Definition der Sicherungszone: Einrichten einer Sicherungszone, um auf den LNG Bunkerprozess hinzuweisen und Sicherheitsabstände zu gewährleisten	Sicherheit bei externen Störungen	Verlust der Integrität	1.1.1-6	Kollision durch Fahrzeug
	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Definition der Sicherungszone: Einrichten einer Sicherungszone, um auf den LNG Bunkerprozess hinzuweisen und Sicherheitsabstände zu gewährleisten	Sicherheit bei externen Störungen	Verlust der Integrität	1.1.1-7	Lösende Ladung aus vorbeifahrendem Verkehr
	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Definition der Sicherungszone: Einrichten einer Sicherungszone, um auf den LNG Bunkerprozess hinzuweisen und Sicherheitsabstände zu gewährleisten	Sicherheit bei externen Störungen	Feuer in der Nähe des LKW's (Landseite oder an Bord des Empfängerschiffes)	1.1.1-8	Feuer an Bord des Empfängerschiffes oder an Land
	1.1.2.2 - Transfersystem LNG Schlauch	Definition der Sicherungszone: Einrichten einer Sicherungszone, um auf den LNG Bunkerprozess hinzuweisen und Sicherheitsabstände zu gewährleisten	Sicherheit bei externen Störungen	Verlust der Integrität	1.1.2.2-7	Kollision durch Fahrzeug
	1.1.2.2 - Transfersystem LNG Schlauch	Definition der Sicherungszone: Einrichten einer Sicherungszone, um auf den LNG Bunkerprozess hinzuweisen und Sicherheitsabstände zu gewährleisten	Sicherheit bei externen Störungen	Verlust der Integrität	1.1.2.2-8	Lösende Ladung aus vorbeifahrendem Verkehr
	1.2.1 - Bunkerquelle (Schiff, Barge)	Definition der Sicherungszone: Einrichten einer Sicherungszone, um auf den LNG Bunkerprozess hinzuweisen und Sicherheitsabstände zu gewährleisten	Sicherheit bei externen Störungen	Verlust der Integrität	1.2.1-6	Kollision mit vorbeifahrenden Schiffen
	1.2.1 - Bunkerquelle (Schiff, Barge)	Definition der Sicherungszone: Einrichten einer Sicherungszone, um auf den LNG Bunkerprozess hinzuweisen und Sicherheitsabstände zu gewährleisten	Sicherheit bei externen Störungen	Feuer an Land	1.2.1-8	Feuer an Land

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Liste weiterer empfohlener Maßnahmen -

Action Nr.	Item Name	Weitere empfehlende Maßnahmen	Funktion	Fehler	Fehler Nr.	Grund
6	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Bei der Dimensionierung der Sicherungszone muss evtl. Verlust der Ladung des passierenden Verkehrs als mögliche Ursache für mechanische Beeinträchtigung des LNG Bunkersystems beim Bunkern berücksichtigt werden	Sicherheit bei externen Störungen	Verlust der Integrität	1.1.1-7	Lösende Ladung aus vorbeifahrendem Verkehr
	1.1.2.2 - Transfersystem LNG Schlauch	Bei der Dimensionierung muss evtl. Verlust der Ladung des passierenden Verkehrs als mögliche Ursache für mechanische Beeinträchtigung des LNG Bunkersystems beim TTS Bunkern berücksichtigt werden	Sicherheit bei externen Störungen	Verlust der Integrität	1.1.2.2-8	Lösende Ladung aus vorbeifahrendem Verkehr
7	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Der Truck muss für den LNG Bunkervorgang so geparkt werden, dass ein schnelles Entfernen vom Bunkerort möglich ist (z.B. im Fall eines Brandes)	Sicherheit bei externen Störungen	Feuer in der Nähe des LKW's (Landseite oder an Bord des Empfängerschiffes)	1.1.1-8	Feuer an Bord des Empfängerschiffe oder an Land
8	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Prozeduren entwickeln, die ein schnelles Beenden des Bunkervorganges und Entfernen vom Bunkerort bei bspw. Feuer ermöglichen (Nottrennung)	Sicherheit bei externen Störungen	Feuer in der Nähe des LKW's (Landseite oder an Bord des Empfängerschiffes)	1.1.1-8	Feuer an Bord des Empfängerschiffe oder an Land
	1.2.1 - Bunkerquelle (Schiff, Barge)	Prozeduren entwickeln, die ein schnelles Beenden des Bunkervorganges und Entfernen vom Bunkerort bei bspw. Feuer ermöglichen (Nottrennung)	Sicherheit bei externen Störungen	Feuer an Land	1.2.1-8	Feuer an Land
9	1.1.1 - Bunkerquelle (LKW, Trailer)	Vor Beginn des Bunkervorganges müssen geeignete Löschmittel und entsprechende PSA bereitgestellt werden	Sicherheit bei externen Störungen	Feuer in der Nähe des LKW's (Landseite oder an Bord des Empfängerschiffes)	1.1.1-8	Feuer an Bord des Empfängerschiffe oder an Land
10	1.1.2.1 - Kupplung Bunkerquelle	Bunkercheckliste: Verwendung von mobilen Gaswarngeräten zur Detektion kleinerer Leckagen (bspw. während des "ramp up")	Integrität	Kleine Leckage (5 mm Öffnung)	1.1.2.1-1	Dichtungsfehler bedingt durch z.B. Verschmutzung
	1.1.2.1 - Kupplung Bunkerquelle	Bunkercheckliste: Verwendung von mobilen Gaswarngeräten zur Detektion kleinerer Leckagen (bspw. während des "ramp up")	Integrität	Mittlere Leckage (25 mm Öffnung)	1.1.2.1-2	Beschädigung der Kupplung beim Transport
	1.1.2.1 - Kupplung Bunkerquelle	Bunkercheckliste: Verwendung von mobilen Gaswarngeräten zur Detektion kleinerer Leckagen (bspw. während des "ramp up")	Integrität	Mittlere Leckage (25 mm Öffnung)	1.1.2.1-3	(Schraub-) Verbindung nicht richtig ausgeführt (Kupplungsfehler)
	1.1.2.1 - Kupplung Bunkerquelle	Bunkercheckliste: Verwendung von mobilen Gaswarngeräten zur Detektion kleinerer Leckagen (bspw. während des "ramp up")	Integrität	Mittlere Leckage (25 mm Öffnung)	1.1.2.1-4	Größeres Dichtungsversagen

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Liste weiterer empfohlener Maßnahmen -

Action Nr.	Item Name	Weitere empfehlende Maßnahmen	Funktion	Fehler	Fehler Nr.	Grund
	1.1.2.2 - Transfersystem LNG Schlauch	Bunkercheckliste: Verwendung von mobilen Gaswarngeräten zur Detektion kleinerer Leckagen (bspw. während des "ramp up")	Integrität	Kleine Leckage (5 mm Öffnung)	1.1.2.2-1	Materialfehler
	1.1.2.2 - Transfersystem LNG Schlauch	Bunkercheckliste: Verwendung von mobilen Gaswarngeräten zur Detektion kleinerer Leckagen (bspw. während des "ramp up")	Integrität	Mittlere Leckage (25 mm Öffnung)	1.1.2.2-2	Beschädigung des Schlauches beim Transport oder Materialfehler
11	1.1.3 - Bunkerempfänger	Bunkercheckliste: Anforderung an eine Druckabschaltung / -kontrolle (zulässiger Druck des Transfersystems darf nicht überschritten werden)	Integrität	Leckage auf Empfängerseite oder andere Ereignisse zur ESD an Bord führen	1.1.3-1	Leckage im Flanschsystem der Bunkerstation
12	1.1.3 - Bunkerempfänger	Prüfen zulässiger Pumpsysteme am Truck (kann der zulässige Druck im Transfersystem überschritten werden?)	Integrität	Leckage auf Empfängerseite oder andere Ereignisse zur ESD an Bord führen	1.1.3-1	Leckage im Flanschsystem der Bunkerstation
13	1.1.3 - Bunkerempfänger	Bunkercheckliste: Zulässige Drücke von Tanksystemen und Transfersystemen in Bunkercheckliste festhalten	Druckmanagement Gasphase	Druck im schiffseitigen Tanksystem wird größer als zulässiger Druck im Transfersystem	1.1.3-3	Höherer Initialdruck im schiffseitigen Tanksystem, kein Vapour Return
	1.1.4 - Abweichung mit Rückführung Gasphase	Bunkercheckliste: Zulässige Drücke von Tanksystemen und Transfersystemen in Bunkercheckliste festhalten	Druckmanagement Gasphase	Druckerhöhung im Tank (LKW)	1.1.4-1	Initialdruck des Tanksystems zu hoch
	1.5 - Abweichung Drucktank auf atmosphärischen Tank	Bunkercheckliste: Zulässige Drücke von Tanksystemen und Transfersystemen in Bunkercheckliste festhalten	Gasdruckmanagement	Unzulässiger Druck im Tanksystem des Empfängers	1.1.5-1	längere Wartezeiten / kein Gasbezug aus Empfängertank
14	1.1.3 - Bunkerempfänger	Sicherstellen, dass eine Abschaltung bei Erreichen eines definierten kritischen Transferdruckes erfolgt (bspw. automatische Abschaltung der LKW Pumpe etc.)	Druckmanagement Gasphase	Druck im schiffseitigen Tanksystem wird größer als zulässiger Druck im Transfersystem	1.1.3-3	Höherer Initialdruck im schiffseitigen Tanksystem, kein Vapour Return
	1.1.4 - Abweichung mit Rückführung Gasphase	Sicherstellen, dass eine Abschaltung bei Erreichen eines definierten kritischen Transferdruckes erfolgt (bspw. automatische Abschaltung der LKW Pumpe etc.)	Druckmanagement Gasphase	Druckerhöhung im Tank (LKW)	1.1.4-1	Initialdruck des Tanksystems zu hoch
	1.5 - Abweichung Drucktank auf atmosphärischen Tank	Sicherstellen, dass eine Abschaltung bei Erreichen eines definierten kritischen Transferdruckes erfolgt (bspw. automatische Abschaltung der LKW Pumpe etc.)	Gasdruckmanagement	Unzulässiger Druck im Tanksystem des Empfängers	1.1.5-1	längere Wartezeiten / kein Gasbezug aus Empfängertank

Gefahrenidentifikation (HAZID): Prozessfehler während des LNG Bunkervorganges
- Liste weiterer empfohlener Maßnahmen -

Action Nr.	Item Name	Weitere empfehlende Maßnahmen	Funktion	Fehler	Fehler Nr.	Grund
15	1.1.3 - Bunkerempfänger	Bunkercheckliste: Initialdrücke von Bunkerquelle und Empfänger vergleichen, bevor Ventile geöffnet werden, um eine mögliche Druckentlastung des Empfängertankes zur Quelle zu vermeiden (Fall Druck_Empfänger > Druck_Quelle)	Druckmanagement Gasphase	Druck im schiffseitigen Tanksystem wird größer als zulässiger Druck im Transfersystem	1.1.3-4	Initialdruck des Tanksystems zu hoch
16	1.1.6 - Abweichung atmosphärischer Tank auf Drucktank	Bunkercheckliste: Sicherstellen, dass beim Versagens des Druckregister im Fall der Bunkerung eines Drucktanks durch eine Bunkerquelle mit atmosphärischen Tank, eine sofortiges Schliessen der ESD Ventile erfolgt (Vermeidung Überdruck im atmosphärischen Tank der Quelle durch Zurückdrückendes Gas)	Gasdruckmanagement	Prozessfehler (z.B. Pumpenfehler)	1.1.6-1	Steuerungsfehler LKW Pumpe
17	1.2.2.2 - Transfersystem LNG Schlauch	Zur Reduzierung der Leckagehäufigkeiten und Konsequenzen bei möglichen Leckagen können als Transfersystem auch Hardarme oder Doppelwandig Schlauchleitungen eingesetzt werden. Entsprechende Einrichtungen zum Bedienen und dem Umgang sind vorzusehen (bspw. Schlauchkräne)	Integrität	siehe TTS Bunkern. Hier: Bunkerquelle erfüllt Anforderungen gemäß IGC Code. Gasetektion auch an Flanschseite der Quelle möglich (Gasetektion in Bunkerstation)	1.2.2.2-1	Materiakfehler

A 3. HAZID: SIMOPS

Gefahrenidentifikation (HAZID):SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges - Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfohlene Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
1 - SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges														
1.1 - Güter- und Personenumschlag														
1.1.1 - Stückgüter und Schwergut														
1.1.1.1 - Transport von oder zur Pier														
1.1.1.1.1 - Schienenverkehr														
Integrität Bunkerequipment	Kontakt/Kollision mit Bunkerequipment (nur TTS, RTS, CTS)	Große Leckage, Vollabriss möglich	5	1.1.-1	Bunkerequipment im Lichtraumprofil des Schienenfahrzeuges (Platzmangel an der Pier, Trailer und / oder Schlauchleitung auf den Gleisen; bisher sind Kollisionen auf Gleisanlagen in Rostock nicht aufgetreten)	2	Schlauchwache an Trailer und Bunkerstation Empfängerschiff	1	10	Gleisanlagen sind für den LNG Bunkervorgang zu sichern und zu Kennzeichnen. In Bereichen, in denen wenig Platz vorhanden ist, ist das seeseitige Gleis für die Dauer des Bunkervorganges zu sperren.	5	1	1	5
						Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen								
							ESD durch Schlauchwache							
							Automatischer ESD durch Abweichung der Prozessabweichung							
							Portable Gasdetektion am Transfersystem							
							Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz)							
				1.1.-2	Lösen von Ladung	2		1	10	Die Sicherungszone muss ausreichend bemessen sein, um eine Interaktion mit sich lösender Ladung und dem LNG Bunkerequipment auszuschließen				
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	Zündquelle in einem sicheren Bereich vorhanden	0	1.1.-3	Diesellok durchfährt Sicherheitszone (Schrittgeschwindigkeit; im Bezug auf das Empfängerschiff oder Nachbarschiff)	1	Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen	1						
						Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz)								
				1.1.-4	Bremsen innerhalb des sicheren Bereiches	1	Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz)	1						

Gefahrenidentifikation (HAZID):SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
Störungsfreier Bunkerprozess	keine weiteren Beeinträchtigungen						Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen							
1.1.1.1.2 - Straße (z.B. Trailer)														
Integrität Bunkerequipment	Kontakt/Kollision mit Bunkerequipment (nur TTS, RTS, CTS)	Große Leckage, Vollabriss möglich	5	1.1.-5	Bunkerequipment auf der Fahrbahn / in der direkten Umgebung der Fahrbahn	2	Fahrspuren des öffentlichen Straßenverkehr sind getrennt (Kein öffentlicher Straßenverkehr an den Piers)	1	10	Fahrspuren sind für den LNG Bunkervorgang zu sicheren und zu Kennzeichnen	5	1	1	5
						Fahrzeugverkehr stark begrenzt: Nur berechnigte Personen erhalten Zugang mit dem PKW		Die Sperrung von Straßen zur Sicherstellung des sicheren Bunkerns von LNG im Hafen ist gesondert zu Genehmigen						
							Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen			Im Bereichen erhöhten landseitigen Verkehrs (bspw. RoRo Beladung) ist ein Anfahrerschutz für den LNG Bunkertrailer vorzusehen				
							Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz)							
							Schlauchwache an Trailer und Bunkerstation Empfängerschiff							
							ESD durch Schlauchwache							
							Automatischer ESD durch Abweichung der Prozessabweichung							
							Portable Gasdetektion am Transfersystem							
				1.1.-6	Lösen von Ladung	2		1	10	Die Sicherungszone muss ausreichend bemessen sein, um eine Interaktion mit sich lösender Ladung und dem LNG Bunkerequipment auszuschließen				
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	Zündquelle in einen sicheren Bereich vorhanden	0	1.1.-7	LKW durchfährt Sicherheitszone mit Abgasanlage,... (selten: zur Ver- und Entsorgung), Kühlaggregat, falls Versorgungsgüter	1	Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen	1						
							Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz)							
Störungsfreier Bunkerprozess	keine weiteren Beeinträchtigung													

Gefahrenidentifikation (HAZID):SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
1.1.1.1.3 - Seeweg (z.B. Barge)														
Integrität Bunkerequipment	Kontakt/Kollision mit Schiff	Hohe Mooringlasten, Relativbewegung, Große Leckage, Vollabriss möglich	5	1.1.-8	Menschlicher oder technischer Fehler beim Anlegen einer Barge (sehr selten in HRO)	1	Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz) Schlauchwache an Trailer und Bunkerstation Empfängerschiff ESD durch Schlauchwache Automatischer ESD durch Abweichung der Prozessabweichung Portable Gasdetektion am Transfersystem	1	5	Während der Bebungkerung mit LNG sind keine Anlegemanöver weiterer Schiffe an das Empfängerschiff durchzuführen	5	1	1	5
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	Zündquelle in einen sicheren Bereich vorhanden	0	1.1.-9	Schiff liegt längs an, Zündquellen durch Abgasanlage und weiteres nich EX-schutz ausgeführtes Equipment vorhanden (selten: zur Ver- und Entsorgung)	1	Kompatibilität der Ex-Zonen beider Schiffe sicherstellen Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz)	1		Sicherheits- und Sicherungszone sind sowohl landseitig als auch seesitig herzustellen und für die Dauer des LNG Bunkerprozesses zu überwachen	0	1	1	
Störungsfreier Bunkerprozess	keine weiteren Beeinträchtigung													
1.1.1.2 - Laden oder Löschen der Fracht														
1.1.1.2.1 - Landseitige Krane														
Integrität Bunkerequipment	Fallende Objekte	Große Leckage, Vollabriss möglich	5	1.1.-10	Last wird über Operator und LNG Bunkerequipment gehoben (ausgeschlossen: Schwebende Lasten über dem Bunkerequipment sind untersagt)	1	Schwebenden Lasten über Bunkerequipment (und Sicherheitszone) sind untersagt (Bunkercheckliste) kein Stapeln 'über' Bunkerequipment während der Bebungkerung Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen	1	5	Sicherstellen, dass keine Ladungsoperationen über dem LNG Operator und dem LNG Bunkerequipment statt findet (Bunkercheckliste)	5	1	1	5

Gefahrenidentifikation (HAZID):SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr	
							Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz) Schlauchwache an Trailer und Bunkerstation Empfängerschiff ESD durch Schlauchwache Automatischer ESD durch Abweichung der Prozessabweichung Portable Gasdetektion am Transfersystem								
	Beschädigung Equipment beim Verfahren	Große Leckage, Vollabriss möglich	5	1.1.-11	Rad überfährt Schlauch, wird nicht erwartet	1	Prozeduren zur sicheren Kranführung Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz) Schlauchwache an Trailer und Bunkerstation Empfängerschiff ESD durch Schlauchwache Automatischer ESD durch Abweichung der Prozessabweichung Portable Gasdetektion am Transfersystem	1	5						
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	Zündquelle in einen sicheren Bereich vorhanden	0	1.1.-12	Elektromotoren, HV Anlage, evtl. Verbrennungsmotor	1	Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz)	1		Beim Einrichten der Sicherheitszone sind die aktuellen Gegebenheiten vor Ort zu berücksichtigen (Bunkercheckliste)		1	1		
Störungsfreier Bunkerprozess	Bewegung Schiff (Eintauchen, Trimm oder Krängung)	Eintauchen, Trimm oder Krängung durch Verladen, geringe Relativverschiebung werden durch	0	1.1.-13	hohe Lasten, Ballastfehler	3	Überlängen im Schlauch, Flexibilität im Bunkerarm	1		Bunkercheckliste: Max. mögliche Schiffsbewegungen werden abgestimmt	5	2	1		

Gefahrenidentifikation (HAZID):SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr	
		Überlängen des Transferschlauchs oder Flexibilität des Bunkerarm abfangen. Bei GroÙen Bewegungen erfolgt eine Nottrennung und ESD					Schlauchwache an Trailer und Bunkerstation Empfängerschiff ESD durch Schlauchwache Automatischer ESD durch Abweichung der Prozessabweichung								
	Sichtbeeinträchtigung	Beeinträchtigung der Schlauchwache, Überwachung des Bunkervorganges beeinträchtigt, Bunkervorgang wird abgebrochen (aufgrund schlechter Arbeitsbedingungen)	0	1.1.-14	durch Ladeumschlag	3		1		Bunkercheckliste: Bei beeinträchtigter Sicht ist der LNG Bunkervorgang abzubrechen (ggf. zulässige Sichtweiten in der Bunkercheckliste vorgeben; bspw. Größe der Ausdehnung der Sicherheitszone)	5	3	1		
1.1.1.2.2 - Schiffseitiges Ladegeschirr															
wie landseitiges Ladegeschirr (größere Schiffsbewegungen möglich)															
1.1.1.3 - Ladungssicherung															
Integrität Bunkerequipment	Fallende Objekte	GroÙe Leckage, Vollabriss möglich	5	1.1.-15	(Ent-)laschungsmaßnahme im direkten Bereich um Bunkerequipment (ausgeschlossen: keine Laschungs- oder Entlaschungsmaßnahmen über LNG Bunkeroperator oder Equipment während der LNG Bunkerung)	1	Keine Ent-(laschungsarbeiten) über Bunkerequipment (und Sicherheitszone) Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz) Schlauchwache an Trailer und Bunkerstation Empfängerschiff ESD durch Schlauchwache Automatischer ESD durch Abweichung der Prozessabweichung Portable Gasdetektion am Transfersystem	1	5	Sicherstellen, dass keine (Ent-)Laschungsmaßnahmen über dem LNG Operator und dem LNG Bunkerequipment statt findet (Bunkercheckliste)	5	1	1	5	

Gefahrenidentifikation (HAZID):SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	Zündquelle in einen sicheren Bereich vorhanden	0	1.1.-16	Funkenflug beim Schweißen, Trennen, Sägen, etc.	1	Bunkercheckliste: Schweiß- und Trennarbeiten sind in der Sicherheitszone untersagt (EX-Schutz) Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz)	1						
Störungsfreier Bunkerprozess	nicht erwarten													
1.1.1.4 - Lukendeckel-Operationen														
durchgeführt durch Kran	siehe "Landseitige Krane", "Schiffsseitiges Ladegerüst"													
Selbstfahrend	Die Eignung des Schiffsequipment wird durch die Klassifikation (hier auch FMEA bezüglich des Gassystems -> EX-schutz erforderlich) sichergestellt													
1.1.1.5 - Ballastwasser-Operationen														
Integrität Bunkerequipment	Relativverschiebung durch Beballastung	Geringe Relativverschiebung zwischen Quelle und Empfänger werden durch Überlängen des Transferschlauchs oder Flexibilität des Bunkerarm abgefangen. Bei Großen Bewegungen erfolgt eine Nottrennung und ESD		1.1.-17	Ballastierung auch ohne Ladung, Ballastfehler	3	Abstimmung der Schiffsbewegung aus Ladeoperationen Überlängen im Schlauch, Flexibilität im Bunkerarm Schlauchwache an Trailer und Bunkerstation Empfängerschiff ESD durch Schlauchwache Automatischer ESD durch Abweichung der Prozessabweichung	1		Bunkercheckliste: Max. mögliche Schiffsbewegungen werden abgestimmt		2	1	
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Schiffsseitige Vorkehrungen													
Störungsfreier Bunkerprozess	keine weiteren Beeinträchtigungen													
1.1.1.6 - Sonderfall Gefahrgut														
keine zusätzliche Häufigkeiten von Fehlern	sicherer Umgang mit Gefahrgut geregelt in IMDG, ADR, RID													
1.1.2 - Schüttgüter														
1.1.2.1 - Transport von oder zur Pier														
1.1.2.1.1 - Schienenverkehr														

Gefahrenidentifikation (HAZID):SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
siehe Stückgüter und Schwergut														
1.1.2.1.2 - Straße (z.B. Trailer)														
siehe Stückgüter und Schwergut														
1.1.2.1.3 - Seeweg (z.B. Barge)														
siehe Stückgüter und Schwergut														
1.1.2.1.4 - Bandanlagen (Schiff und Landseitig)														
Integrität Bunkerequipment	Portalbrücke der Bandanlage -> wie landseitiger Kran													
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	Zündquelle in einen sicheren Bereich vorhanden		1.1.-18	Elektromotoren	1	Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz)	1		Flurförderanlagen sind bei der Einrichtung von Sicherheits- und Sicherungszonen mit zu berücksichtigen		1	1	
				1.1.-19	Heißgelaufenes Lager	1	optische Detektion Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz)	1			Flurförderanlagen sind bei der Einrichtung von Sicherheits- und Sicherungszonen mit zu berücksichtigen		1	1
Störungsfreier Bunkerprozess	nicht erwartet (Sichtbeeinträchtigung ausgeschlossen durch Einhausung)													
1.1.2.2 - Laden oder Löschen der Fracht														
1.1.2.2.1 - Förderbänder														
Integrität Bunkerequipment	siehe Bandanlagen													
1.1.2.2.2 - Greifer														
wie Stückgutkran														

Gefahrenidentifikation (HAZID):SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
1.1.2.2.3 - Pumpen oder Kompressoren														
Integrität Bunkerequipment	Fallende Objekte nicht erwartet (Ladeeinrichtung nicht über Equipment)													
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	Zündquelle in einem sicheren Bereich vorhanden	0	1.1.-20	Kompressoren, Pumpen	1	keine Kompressoren, Pumpen innerhalb Sicherheitszone	1	2					
							Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen							
							Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz)							
Störungsfreier Bunkerprozess	Schiffsbewegung -> siehe Stückgut (aber kontinuierlicher)													
	Ladungstransferleitung platzt	Staub, Sichtbeeinträchtigung, Abbruch Operation wg. Arbeitsschutz, Equipment schmutzig	1	1.1.-21	Schüttgutleitung platzt	2	Prozedur für Bunkerabbruch	1	2	Bunkercheckliste: Bei beeinträchtigter Sicht ist der LNG Bunkervorgang abzubrechen (ggf. zulässige Sichtweiten in der Bunkercheckliste vorgeben; bspw. Größe der Ausdehnung der Sicherheitszone)				
1.1.2.3 - Trimmraupe im Frachtraum														
Integrität Bunkerequipment	Verlust der Integrität nicht erwartet, da Einsatz im Laderaum													
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	Zündquelle in einem sicheren Bereich vorhanden	0	1.1.-22	Abgasanlage, nicht EX-geschütztes Equipment	2	Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen	1	2	Bunkercheckliste: Die Sicherheits- und Sicherungszonen müssen auch an Bord des Empfängerschiffes gewährleistet werden				
							Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz)							
Störungsfreier Bunkerprozess	Schiffsbewegung -> Stückgut (aber kontinuierlicher)													
1.1.2.4 - Ballastwasser-Operationen														
siehe "Stückgüter und Schwergut"														
1.1.2.5 - Laderaumreinigung														

Gefahrenidentifikation (HAZID):SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
Schiffseigene Anlagen: wie Kompressoren pumpen - durch schiffseigene Anlagen geregelt														
Externes Equipment: wie "Trimmraupe im Frachtraum"														
1.1.2.6 - Hatch-Cover-Operationen														
siehe "Luckendeckel" unter "Stückgüter und Schwergut"														
1.1.2.7 - Sonderfall Getreide														
Störungsfreier Bunkerprozess	Staubexplosion	Explosion im nach oben offenen Laderaum, herabfallende Gegenstände, Staub, Beeinträchtigung Bunkerequipment möglich, Leckagen möglich	5	1.1.-23	Staubexplosion, im offenen Laderaum Szenario sehr unwahrscheinlich	1	Offene Luke (Explosion unwahrscheinlich) Schlauchwache an Trailer und Bunkerstation Empfängerschiff ESD durch Schlauchwache Automatischer ESD durch Abweichung der Prozessabweichung Portable Gasdetektion am Transfersystem	1	5					
1.1.3 - Flüssiggüter und Öl														
1.1.3.1 - Transport von oder zur Pier														
1.1.3.1.1 - Rohrleitungen														
Integrität Bunkerequipment	Kontakt nicht möglich													
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Wärme, Zündfunken	Zündquelle in einem sicheren Bereich vorhanden	0	1.1.-24	Schweröl - T << zündtemperatur	1	Sicherungszone zur Überwachung, Information, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz)	1						
				1.1.-25	el. Heizelemente, elektrische Ventilverstellung	1	Der Betrieb von el. Heizelementen ist innerhalb der Sicherheitszone untersagt Sicherungszone zur Überwachung, Information, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen	1						

Gefahrenidentifikation (HAZID):SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
							Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz)							
Störungsfreier Bunkerprozess	nicht erwartet													
1.1.3.2 - Laden oder Löschen der Fracht														
1.1.3.2.1 - Ladearme														
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	Zündquelle in einen sicheren Bereich vorhanden	0	1.1.-26	Ladungstransfer innerhalb der Sicherheitszone	1	Kompatibilität der Ex-Zonen der Tranfereinrichtungen sicherstellen	1						
							Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen							
							Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz)							
1.1.3.3 - Ballastwasser-Operationen														
siehe "Stückgüter und Schwergut"														
1.1.3.4 - Tankreinigung														
siehe "Laderaumreinigung"														
1.1.3.5 - Sonderfall flüssige Gase (LEG, LPG,...)														
Prozeduren des Ladungsumschalges (SIGGTO) müssen eingehalten werden. Keine zusätzlichen Gefährdungen														
1.1.4 - Chemikalien														
siehe "Flüssiggüter und Öl" und "Sonderfall Gefahrgut"														
1.1.4.1 - Transport von oder zur Pier														
1.1.4.1.1 - Pipeline														
siehe "Flüssiggüter und Öle"														
1.1.4.2 - Laden oder Löschen der Fracht														
1.1.4.2.1 - Ladearme														
siehe "Flüssiggüter und Öl"														
1.1.4.3 - Ballastwasser-Operationen														

Gefahrenidentifikation (HAZID):SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
siehe "Stückgüter und Schwergut"														
1.1.4.4 - Tankreinigung														
siehe "Laderaumreinigung"														
1.1.5 - RoRo und RoPax														
1.1.5.1 - Transport von oder zur Pier														
1.1.5.1.1 - Schienenverkehr														
Direkte Verladung - Kein Einfluss auf den LNG Bunkervorgang														
1.1.5.1.2 - Straße														
Integrität Bunkerequipment	siehe "Straße" bei Stück- und Schwergut													
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	Zündquelle in einem sicheren Bereich vorhanden	0	1.1.-27	Fahrzeuge	2	Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz) Schlauchwache an Bunkerquelle und Bunkerstation Empfängerschiff	1		Sicherungszone muss gegenüber den Passagieren (nicht eingewiesene Personen) kenntlich gemacht und abgesperrt werden. Ggf. zusätzliches Sicherheitspersonal (zusätzlich zur Schlauchwache) vorsehen Prüfen, ob Trailerplätze im Bunkerbereich künftig freizuräumen sind Prüfen: Für Fährverbindungen (regelmäßiger Bunkerbedarf im Rostocker Hafen) sollten bauliche Abgrenzungen (Zugangsbeschränkung) für regelmäßige Bunkervorgänge vorsehen Bunkercheckliste: Die Sicherheits- und Sicherungszonen müssen auch an Bord des Empfängerschiffes gewährleistet werden				
Störungsfreier Bunkerprozess	nicht autorisierte Personen in der Sicherungszone	Beeinträchtigung des Bunkerprozesses durch nicht autorisierte Personen	0	1.1.-28	Passagiere	2	Schlauchwache an Bunkerquelle und Bunkerstation Empfängerschiff	1		Sicherungszone muss gegenüber den Passagieren (nicht eingewiesene Personen) kenntlich gemacht und abgesperrt werden. Ggf. zusätzliches Sicherheitspersonal (zusätzlich zur Schlauchwache)				
1.1.5.2 - Boarding (RoRo und Pax)														

Gefahrenidentifikation (HAZID):SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr	
Integrität Bunkerequipment	beim Boarding von Passagieren nicht zu erwarten														
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	Zündquelle in einem sicheren Bereich vorhanden	0	1.1.-29	Passagiere	2	Definierte Zuwegung für Fahrgäste	1		Sicherungszone muss gegenüber den Passagieren (nicht eingewiesene Personen) kenntlich gemacht und abgesperrt werden. Ggf. zusätzliches Sicherheitspersonal (zusätzlich zur Schlauchwache)					
							Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen								Prüfen: Für Fährverbindungen (regelmäßiger Bunkerbedarf im Rostocker Hafen) sollten bauliche Abgrenzungen (Zugangsbeschränkung) für regelmäßige Bunkervorgänge vorsehen
							Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz)								Bunkercheckliste: Die Sicherheits- und Sicherungszonen müssen auch an Bord des Empfängerschiffes gewährleistet werden
Störungsfreier Bunkerprozess	nicht autorisierte Personen in der Sicherungszone	Beeinträchtigung des Bunkerprozesses durch nicht autorisierte Personen	0	1.1.-30	Passagiere	2	Schlauchwache an Bunkerquelle und Bunkerstation Empfängerschiff	1		Sicherungszone muss gegenüber den Passagieren (nicht eingewiesene Personen) kenntlich gemacht und abgesperrt werden. Ggf. zusätzliches Sicherheitspersonal (zusätzlich zur Schlauchwache)					
1.1.5.3 - Belüftung des Laderaumes															
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	Zündquelle in einem sicheren Bereich vorhanden	0	1.1.-31	Luftansaugung	1	EX-Zone des Schiffes	1		Bunkercheckliste: Die Sicherheits- und Sicherungszonen müssen auch an Bord des Empfängerschiffes gewährleistet werden					
1.1.5.4 - Luken-Operationen															
siehe "Luken" Ladungsumschlag															
1.1.5.5 - Laden und Löschen von Gefahrguttrailern															
sicheres Verstauen	Beeinträchtigung nicht zu erwarten: Gefahrgut wird entsprechend der geltenden Gefahrgutvorschriften (IMDG, RID, ADR) umgeschlagen und befördert														
1.1.6 - Kreuzfahrt-Passagiere															
1.1.6.1 - Transport von oder zur Pier															
1.1.6.1.1 - Schienenverkehr															

Gefahrenidentifikation (HAZID):SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr	
Nicht erwartet bei Kreuzfahrtschiffen															
1.1.6.1.2 - Straße															
Straßenverkehr beschränkt: Ausschließlich Ver- und Entsorgung des Kreuzfahrtschiffes (siehe hierzu "Ver- und Entsorgung")															
1.1.6.2 - Boarding															
siehe "Boarding (RoRo und Pax)"															
1.1.6.3 - Landseitiger Freizeit und Bewirtungsbetrieb															
Für Kreuzfahrtterminal ausgeschlossen (ISPS Zone)															
1.1.6.4 - Bordseitiger Freizeit- und Bewirtungsbetrieb															
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	Zündquelle in einem sicheren Bereich vorhanden	0	1.1.-32	Passagiere	3		2		Sicherungszone muss gegenüber den Passagieren (nicht eingewiesene Personen) kenntlich gemacht und abgesperrt werden. Ggf. zusätzliches Sicherheitspersonal (zusätzlich zur Schlauchwache)			2	2	
1.1.6.5 - Versorgung															
Integrität Bunkerequipment	Kontakt/Kollision mit Bunkerequipment (nur TTS, RTS, CTS)	Große Leckage, Vollabriss möglich	5	1.1.-33	Bunkerequipment auf der Fahrbahn/den Verfahrwegen oder in der direkten Umgebung	2	Fahrs Spuren des öffentlichen Straßenverkehr sind getrennt Fahrzeugverkehr stark begrenzt: Nur berechnigte Personen erhalten Zugang Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz) Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen	1	10	Sicherungszone muss gegenüber anderen Operationen kenntlich gemacht und abgesperrt werden	5	1	1	5	

Gefahrenidentifikation (HAZID):SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	Zündquelle in einen sicheren Bereich vorhanden	0	1.1.-34	Fahrzeug durchfährt Sicherheitszone mit Abgasanlage,... (selten: zur Ver- und Entsorgung), Kühlaggregat, falls Versorgungsgüter	1		1		Für die detaillierte Betrachtung von Einzelszenarien sollte der permanente Bezug von LNG während der Liegezeit (dauert länger; aber kleinere Transferrate) betrachtet werden		1	1	
Störungsfreier Bunkerprozess	keine weiteren Beeinträchtigung													
1.1.7 - Crewtransfer (z.B. auch durch Seemannsmission)														
wie PAX auf Kreuzfahrtschiffen oder RoPax														
1.2 - Bunkern von konventionellen Treibstoffen														
Bunkern von konventionellen Treibstoffen durch Barge, Bunkerschiffe, Ladearme und Trucks - müssen kompatibel zur sicheren LNG Befüllung sein (Sicherheitsabstände, EX-Schutz)														
1.3 - Schiffsver- und Entsorgung														
1.3.1 - Transport (Abtransport) an die Pier über Straße														
siehe "Transport von oder zur Pier" unter "Stückgüter und Schwergut"														
1.3.2 - Ver- und Entsorgung von Betriebsmitteln (z.B. Öffässern)														
siehe "Laden oder Löschen der Fracht" unter "Stückgüter und Schwergut" und "Flüssiggüter und Öl"														
1.3.3 - Absaugen von Abwassern														
siehe "Pumpen oder Kompressoren" unter "Schüttgüter"														
1.4 - Wartungs- und Reparaturarbeiten														
1.4.1 - Landseitige Arbeiten (z.B. Unterhaltung, Erweiterung)														
wie normaler Hafetrieb: Beeinträchtigung der Sicherheitszone ist zu vermeiden														

Gefahrenidentifikation (HAZID):SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
1.4.2 - Bordseitige Arbeiten (z.B. Schweiß-, Maler-, Reinigungsarbeiten)														
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	Zündquelle in einem sicheren Bereich vorhanden	0	1.4.-1	Arbeiten mit nicht EX-geschützten Equipment	2	Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen	1		Bunkercheckliste: Die Sicherheits- und Sicherungszonen müssen auch an Bord des Empfängerschiffes gewährleistet werden				
							Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz)							
1.4.3 - Versorgung mit IT (Hard- und Software)														
wie während des normalen Schiffsbetriebes: Arbeiten an HARD- und Software dürfen sich nicht auf den sicheren Betrieb des Schiffes Auswirken (Schliesst den Bunkervorgang mit ein)														
1.5 - Schiffsinspektionen														
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	Zündquelle in einem sicheren Bereich vorhanden	0	1.5.-1	Arbeiten mit nicht EX-geschützten Equipment wie bspw, Werkzeuge und Prüfergeräte, Beleuchtungsmittel, Luftkompressoren	2	Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen	1		Bunkercheckliste: Die Sicherheits- und Sicherungszonen müssen auch an Bord des Empfängerschiffes gewährleistet werden				
							Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz)							
										Externe Personen an Bord des Empfängerschiffes (Personal für Reparatur, Wartung, Laden und Löschen, Inspektion, Besichtigung) müssen auf die Sicherheitszonen (an Bord des Schiffes und Außerhalb des Schiffes) hingewiesen werden				
1.6 - Wasserseitiger Hafenverkehr														
1.6.1 - Allgemein														
Integrität Bunkerequipment	Kontakt/Kollision mit Bunkerequipment (nur STS)	siehe Nav Hazid	5	1.6.-1	Hohe Vorbeifahrtgeschwindigkeit, Tiefgang beschränkte Verkehre	1		1						
	Sog und Schwell	Mooring Versagen, Abriss Bunkerleitung					zulässige 6,5 kn							
							VTS ist informiert							
							Funkwache am Bunkerschiff							

Gefahrenidentifikation (HAZID):SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr	
							Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz) Schlauchwache an Bunkerquelle und Bunkerstation Empfängerschiff ESD durch Schlauchwache Automatischer ESD durch Abweichung der Prozessabweichung								
Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	Zündquelle in einem sicheren Bereich vorhanden	0	1.6.-2	Vorbefahrender Schiffsverkehr	1	Sicherheitszone zum Ausschluss von Personen, Equipment und Fahrzeugen, die nicht mit dem LNG Bunkervorgang im Bezug stehen und für diesen geeignet sind (Fachpersonal / EX-Schutz) Sicherungszone zur Überwachung, Informierung, Sensibilisierung des passierenden Verkehrs / passierender Personen	1		Bunkercheckliste: Die Sicherheits- und Sicherungszonen (Passierabstände) müssen auch auf der Wasserseite gewährleistet werden STS entlang des Fahrwassers: Bunkervorgang ankündigen auf UKW (VTS)			1	1	
1.7 - Parallele Prozesse beim LNG Bunkern (im Bezug auf LNG Bunkerprozess)															
1.7.1 - Auf- und Bereitstellen des Brandschutzes															
Schiffsseitige Ausrüstung in Betrieb															
Landseitig - Ausrüstung für sicheren Umschlag auf LKW vorhanden															
LNG - Umschlag wird dem Unternehmen vom Hafen- und Seemannsamt genehmigt, Ort und Termin angezeigt	Einschränkungen Hafenbetrieb	Absperrung bedeutet Einschränkung Hafenbetrieb	0	1.7.-1	Sicherstellung der Sicherungs- und Sicherheitsabstände	2		1		Prozeduren: konkreter Bunkerfall muss angezeigt und abgestimmt werden			2	1	
1.7.2 - Bereitstellen 2. LKW															
Geregelt in ADR															
1.7.3 - Austausch von LNG-Containern (z.B. bei CTS)															
Transport, Laden und Löschen ist kein Bunkervorgang -> Gefahrgutumschlag															

Gefahrenidentifikation (HAZID):SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
 - Ergebnistabellen -

Funktion	Fehler	Effekt	Si	Fehler Nr.	Grund	Oi	Kontrolle (vorhandene Sicherheitsmaßnahmen)	Di	RPNi	Weitere empfehlende Maßnahmen	Sr	Or	Dr	RPNr
Anschlagen von mobilen LNG Tanklösungen an Bord -> kein Bunkervorgang (portabler Tank gemäß IGF Code).														
1.7.4 - Bereitstellen 2. Kesselwagen														
Geregelt in RID														

Gefahrenidentifikation (HAZID): SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Liste weiterer empfohlener Maßnahmen -

Action Nr.	Item Name	Weitere empfehlende Maßnahmen	Funktion	Fehler	Fehler Nr.	Grund
1	1.1.1.1.1 - Schienenverkehr	Gleisanlagen sind für den LNG Bunkervorgang zu sichern und zu Kennzeichnen. In Bereichen, in denen wenig Platz vorhanden ist, ist das seeseitige Gleis für die Dauer des Bunkervorganges zu sperren.	Integrität Bunkerequipment	Kontakt/Kollision mit Bunkerequipment (nur TTS, RTS, CTS)	1.1.-1	Bunkerequipment im Lichtraumprofil des Schienenfahrzeuges (Platzmangel an der Pier, Trailer und / oder Schlauchleitung auf den Gleisen; bisher sind Kollisionen auf Gleisanlagen in Rostock nicht aufgetreten)
2	1.1.1.1.1 - Schienenverkehr	Die Sicherungszone muss ausreichend bemessen sein, um eine Interaktion mit sich lösender Ladung und dem LNG Bunkerequipment auszuschließen	Integrität Bunkerequipment	Kontakt/Kollision mit Bunkerequipment (nur TTS, RTS, CTS)	1.1.-2	Lösen von Ladung
	1.1.1.1.2 - Straße (z.B. Trailer)	Die Sicherungszone muss ausreichend bemessen sein, um eine Interaktion mit sich lösender Ladung und dem LNG Bunkerequipment auszuschließen	Integrität Bunkerequipment	Kontakt/Kollision mit Bunkerequipment (nur TTS, RTS, CTS)	1.1.-6	Lösen von Ladung
3	1.1.1.1.2 - Straße (z.B. Trailer)	Fahrspuren sind für den LNG Bunkervorgang zu sichern und zu Kennzeichnen	Integrität Bunkerequipment	Kontakt/Kollision mit Bunkerequipment (nur TTS, RTS, CTS)	1.1.-5	Bunkerequipment auf der Fahrbahn / in der direkten Umgebung der Fahrbahn
4	1.1.1.1.2 - Straße (z.B. Trailer)	Die Sperrung von Straßen zur Sicherstellung des sicheren Bunkerns von LNG im Hafen ist gesondert zu Genehmigen	Integrität Bunkerequipment	Kontakt/Kollision mit Bunkerequipment (nur TTS, RTS, CTS)	1.1.-5	Bunkerequipment auf der Fahrbahn / in der direkten Umgebung der Fahrbahn
5	1.1.1.1.2 - Straße (z.B. Trailer)	Im Bereich erhöhten landseitigen Verkehrs (bspw. RoRo Beladung) ist ein Anfahrerschutz für den LNG Bunkertrailer vorzusehen	Integrität Bunkerequipment	Kontakt/Kollision mit Bunkerequipment (nur TTS, RTS, CTS)	1.1.-5	Bunkerequipment auf der Fahrbahn / in der direkten Umgebung der Fahrbahn
6	1.1.1.1.3 - Seeweg (z.B. Barge)	Während der Bebungung mit LNG sind keine Anlegemanöver weiterer Schiffe an das Empfängerschiff durchzuführen	Integrität Bunkerequipment	Kontakt/Kollision mit Schiff	1.1.-8	Menschlicher oder technischer Fehler beim Anlegen einer Barge (sehr selten in HRO)
7	1.1.1.1.3 - Seeweg (z.B. Barge)	Sicherheits- und Sicherungszonen sind sowohl landseitig als auch seeseitig herzustellen und für die Dauer des LNG Bunkerprozesses zu überwachen	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.1.-9	Schiff liegt längs an, Zündquellen durch Abgasanlage und weiteres nicht EX-schutz ausgeführtes Equipment vorhanden (selten: zur Ver- und Entsorgung)

Gefahrenidentifikation (HAZID): SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Liste weiterer empfohlener Maßnahmen -

Action Nr.	Item Name	Weitere empfehlende Maßnahmen	Funktion	Fehler	Fehler Nr.	Grund
8	1.1.1.2.1 - Landseitige Krane	Sicherstellen, dass keine Ladungsoperationen über dem LNG Operator und dem LNG Bunkerequipment statt findet (Bunkercheckliste)	Integrität Bunkerequipment	Fallende Objekte	1.1.-10	Last wird über Operator und LNG Bunkerequipment gehoben (ausgeschlossen: Schwebende Lasten über dem Bunkerequipment sind untersagt)
9	1.1.1.2.1 - Landseitige Krane	Beim Einrichten der Sicherheitszone sind die aktuellen Gegebenheiten vor Ort zu berücksichtigen (Bunkercheckliste)	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.1.-12	Elektromotren, HV Anlage, evtl. Verbrennungsmotor
10	1.1.1.2.1 - Landseitige Krane	Bunkercheckliste: Max. mögliche Schiffsbewegungen werden abgestimmt	Störungsfreier Bunkerprozess	Bewegung Schiff (Eintauchen, Trimm oder Krängung)	1.1.-13	hohe Lasten, Ballastfehler
	1.1.1.5 - Ballastwasser-Operationen	Bunkercheckliste: Max. mögliche Schiffsbewegungen werden abgestimmt	Integrität Bunkerequipment	Relativverschiebung durch Beballastung	1.1.-17	Ballastierung auch ohne Ladung, Ballastfehler
11	1.1.1.2.1 - Landseitige Krane	Bunkercheckliste: Bei beeinträchtigter Sicht ist der LNG Bunkervorgang abzubrechen (ggf. zulässige Sichtweiten in der Bunkerchckliste vorgeben; bspw. Größe der Ausdehnung der Sicherheitszone)	Störungsfreier Bunkerprozess	Sichtbeeinträchtigung	1.1.-14	durch Ladeumschlag
	1.1.2.2.3 - Pumpen oder Kompressoren	Bunkercheckliste: Bei beeinträchtigter Sicht ist der LNG Bunkervorgang abzubrechen (ggf. zulässige Sichtweiten in der Bunkerchckliste vorgeben; bspw. Größe der Ausdehnung der Sicherheitszone)	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Ladungstransferleitung platzt	1.1.-21	Schüttguteleitung platzt
12	1.1.1.3 - Ladungssicherung	Sicherstellen, dass keine (Ent-)Laschungsmaßnahmen über dem LNG Operator und dem LNG Bunkerequipment statt findet (Bunkercheckliste)	Integrität Bunkerequipment	Fallende Objekte	1.1.-15	(Ent-)Laschungsmaßnahme im direkten Bereich um Bunkerequipment (ausgeschlossen: keine Laschungs- oder Entlaschungsmaßnahmen über LNG Bunkeroperator oder Equipment während der LNG Bebung)

Gefahrenidentifikation (HAZID): SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Liste weiterer empfohlener Maßnahmen -

Action Nr.	Item Name	Weitere empfehlende Maßnahmen	Funktion	Fehler	Fehler Nr.	Grund
13	1.1.2.1.4 - Bandanlagen (Schiff und Landseitig)	Flurförderanlagen sind bei der Einrichtung von Sicherheits- und Sicherungszonen mit zu berücksichtigen	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.1.-18	Elektromotoren
	1.1.2.1.4 - Bandanlagen (Schiff und Landseitig)	Flurförderanlagen sind bei der Einrichtung von Sicherheits- und Sicherungszonen mit zu berücksichtigen	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.1.-19	Heißgelaufenes Lager
14	1.1.2.3 - Trimmraupe im Frachtraum	Bunkercheckliste: Die Sicherheits- und Sicherungszonen müssen auch an Bord des Empfängerschiffes gewährleistet werden	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.1.-22	Abgasanlage, nicht EX-geschütztes Equipment
	1.1.5.1.2 - Straße	Bunkercheckliste: Die Sicherheits- und Sicherungszonen müssen auch an Bord des Empfängerschiffes gewährleistet werden	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.1.-27	Fahrzeuge
	1.1.5.2 - Boarding (RoRo und Pax)	Bunkercheckliste: Die Sicherheits- und Sicherungszonen müssen auch an Bord des Empfängerschiffes gewährleistet werden	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.1.-29	Passagiere
	1.1.5.3 - Belüftung des Laderaumes	Bunkercheckliste: Die Sicherheits- und Sicherungszonen müssen auch an Bord des Empfängerschiffes gewährleistet werden	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.1.-31	Luftansaugung
	1.1.6.4 - Bordseitiger Freizeit- und Bewirtungsbetrieb	Bunkercheckliste: Die Sicherheits- und Sicherungszonen müssen auch an Bord des Empfängerschiffes gewährleistet werden	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.1.-32	Passagiere
	1.4.2 - Bordseitige Arbeiten (z.B. Schweiß-, Maler-, Reinigungsarbeiten)	Bunkercheckliste: Die Sicherheits- und Sicherungszonen müssen auch an Bord des Empfängerschiffes gewährleistet werden	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.4.-1	Arbeiten mit nicht EX-geschützten Equipment

Gefahrenidentifikation (HAZID): SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Liste weiterer empfohlener Maßnahmen -

Action Nr.	Item Name	Weitere empfehlende Maßnahmen	Funktion	Fehler	Fehler Nr.	Grund
	1.5 - Schiffsinspektionen	Bunkercheckliste: Die Sicherheits- und Sicherungszonen müssen auch an Bord des Empfängerschiffes gewährleistet werden	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.5.-1	Arbeiten mit nicht EX-geschützten Equipment wie bspw, Werkzeuge und Prüfgeräte, Beleuchtungsmittel, Luftkompressoren
15	1.1.5.1.2 - Straße	Sicherungszone muss gegenüber den Passagieren (nicht eingewiesene Personen) kenntlich gemacht und abgesperrt werden. Ggf. zusätzliches Sicherheitspersonal (zusätzlich zur Schlauchwache) vorsehen	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.1.-27	Fahrzeuge
	1.1.5.1.2 - Straße	Sicherungszone muss gegenüber den Passagieren (nicht eingewiesene Personen) kenntlich gemacht und abgesperrt werden. Ggf. zusätzliches Sicherheitspersonal (zusätzlich zur Schlauchwache)	Störungsfreier Bunkerprozess	nicht autorisierte Personen in der Sicherungszone	1.1.-28	Passagiere
	1.1.5.2 - Boarding (RoRo und Pax)	Sicherungszone muss gegenüber den Passagieren (nicht eingewiesene Personen) kenntlich gemacht und abgesperrt werden. Ggf. zusätzliches Sicherheitspersonal (zusätzlich zur Schlauchwache)	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.1.-29	Passagiere
	1.1.5.2 - Boarding (RoRo und Pax)	Sicherungszone muss gegenüber den Passagieren (nicht eingewiesene Personen) kenntlich gemacht und abgesperrt werden. Ggf. zusätzliches Sicherheitspersonal (zusätzlich zur Schlauchwache)	Störungsfreier Bunkerprozess	nicht autorisierte Personen in der Sicherungszone	1.1.-30	Passagiere
	1.1.6.4 - Bordseitiger Freizeit- und Bewirtungsbetrieb	Sicherungszone muss gegenüber den Passagieren (nicht eingewiesene Personen) kenntlich gemacht und abgesperrt werden. Ggf. zusätzliches Sicherheitspersonal (zusätzlich zur Schlauchwache)	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.1.-32	Passagiere
16	1.1.5.1.2 - Straße	Prüfen, ob Trailerplätze im Bunkerbereich künftig freizuräumen sind	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.1.-27	Fahrzeuge
17	1.1.5.1.2 - Straße	Prüfen: Für Fährverbindungen (regelmäßiger Bunkerbedarf im Rostocker Hafen) sollten bauliche Abgrenzungen (Zugangsbeschränkung) für regelmäßige Bunkervorgänge vorsehen	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.1.-27	Fahrzeuge

Gefahrenidentifikation (HAZID): SIMOPS - Prozesse während des LNG Bunkervorganges
- Liste weiterer empfohlener Maßnahmen -

Action Nr.	Item Name	Weitere empfehlende Maßnahmen	Funktion	Fehler	Fehler Nr.	Grund
	1.1.5.2 - Boarding (RoRo und Pax)	Prüfen: Für Fährverbindungen (regelmäßiger Bunkerbedarf im Rostocker Hafen) sollten bauliche Abgrenzungen (Zugangsbeschränkung) für regelmäßige Bunkervorgänge vorsehen	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.1.-29	Passagiere
18	1.1.6.5 - Versorgung	Sicherungszone muss gegenüber anderen Operationen kenntlich gemacht und abgesperrt werden	Integrität Bunkerequipment	Kontakt/Kollision mit Bunkerequipment (nur TTS, RTS, CTS)	1.1.-33	Bunkerequipment auf der Fahrbahn/den Verfahrwegen oder in der direkten Umgebung
19	1.1.6.5 - Versorgung	Für die detaillierte Betrachtung von Einzelszenarien sollte der permanente Bezug von LNG während der Liegezeit (dauert länger; aber kleinere Transferrate) betrachtet werden	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.1.-34	Fahrzeug durchfährt Sicherheitszone mit Abgasanlage,... (selten: zur Ver- und Entsorgung), Kühlaggregat, falls Versorgungsgüter
20	1.5 - Schiffsinspektionen	Externe Personen an Bord des Empfängerschiffes (Personal für Reparatur, Wartung, Laden und Löschen, Inspektion, Besichtigung) müssen auf die Sicherheitszonen (an Bord des Schiffes und Außerhalb des Schiffes) hingewiesen werden	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.5.-1	Arbeiten mit nicht EX-geschützten Equipment wie bspw, Werkzeuge und Prüfgeräte, Beleuchtungsmittel, Luftkompressoren
21	1.6.1 - Allgemein	Bunkercheckliste: Die Sicherheits- und Sicherungszonen (Passierabstände) müssen auch auf der Wasserseite gewährleistet werden	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.6.-2	Vorbeifahrender Schiffsverkehr
22	1.6.1 - Allgemein	STS entlang des Fahrwassers: Bunkervorgang ankündigen auf UKW (VTS)	Keine Beeinträchtigung durch Zündquellen	Einbringen einer Zündquelle	1.6.-2	Vorbeifahrender Schiffsverkehr
23	1.7.1 - Auf- und Bereitstellen des Brandschutzes	Prozeduren: konkreter Bunkerfall muss angezeigt und abgestimmt werden	LNG - Umschlag wird dem Unternehmen vom Hafen- und Seemannsamt genehmigt, Ort und	Einschränkungen Hafenbetrieb	1.7.-1	Sicherstellung der Sicherungs- und Sicherheitsabstände

A 4. HAZID: NAVIGATION/NAUTIK TABELLEN

10.12.2015
Page 1 of 18

HERO LNG-Tanker, technischer Fehler
Original Completion Date: 17.11.2015
Prepared By: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel
Core Team: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel, Dirk Dembrowski, Andrej Vattenrott, Felix Apfel, Karl-Heinz Schindler, Andreas Krüger, Detlef Kießlich

Revision Date: 23.11.2015

DNV·GL

Situation	Fehler	Ursache	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks			Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schiffsverkehrs				
			Auswirkung	S1	O1	RPN1	Auswirkung	S2	O2	RPN2
1 - Technischer Fehler (LNG-T)										
LNG-Tanker fährt im Fahrwasser	Eingeschränkung/ Ausfall der Manövrierfähigkeit	Ausfall eines relevanten technischen Systems, wie Hauptmaschine, Rudermaschine, etc.	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	2	2	4	LNG-T driftet im Fahrwasser/Hafen	2	2	4
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	3	0	0		2	0	0
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	2	4		2	2	4
			LNG-T läuft auf Grund	1	2	2		Bergungsarbeiten	3	2
		Ausfall des Bug- Heckstrahlers	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	2	0	0	Ohne Auswirkungen	2	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	1	0	0		1	0	0
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	0	0		2	0	0
			LNG-T läuft auf Grund	2	0	0		2	0	0
		Bruch der Schleppverbindung - LNG-T fährt in der Regel ohne Schlepperhilfe	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	2	0	0	Ohne Auswirkungen	2	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	1	0	0		1	0	0

Date Created: 17.11.2015 Creator: Armin Säbel

HERO LNG-Tanker, technischer Fehler
 Original Completion Date: 17.11.2015
 Prepared By: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel
 Core Team: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel, Dirk Dembrowski, Andrej Vattenrott, Felix Apfel, Karl-Heinz Schindler, Andreas Krüger, Detlef Kießlich

Revision Date: 23.11.2015



Situation	Fehler	Ursache	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks			Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schiffsverkehrs				
			Auswirkung	S1	O1	RPN1	Auswirkung	S2	O2	RPN2
	Einschränkung der Kommunikation		Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	0	0		2	0	0
			LNG-T läuft auf Grund	2	0	0		2	0	0
		Ausfall der Funkanlage	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug	2	0	0	LNG-T driftet im Fahrwasser/Hafen	2	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Heck	3	0	0		3	0	0
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	0	0		2	0	0
			LNG-T läuft auf Grund	1	0	0		Bergungsarbeiten	2	0
		Ausfall der Kommunikation mit VTS	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug	2	0	0	LNG-T driftet im Fahrwasser/Hafen	2	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Heck	3	0	0		2	0	0
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	0	0		2	0	0
			LNG-T läuft auf Grund	1	0	0		Bergungsarbeiten	2	0
LNG-Tanker wechselt das Fahrwasser	Ausfall der Manövrierfähigkeit	Ausfall eines relevanten technischen Systems, wie Hauptmaschine, Rudermaschine, etc.	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug	1	1	1	LNG-T driftet im Fahrwasser/Hafen	2	1	2
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Heck	1	1	1		2	1	2
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	1	1	1		2	1	2
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	1	1	1		2	1	2
	Ausfall des Bug-Heckstrahlers	Ausfall des Bug-Heckstrahlers	LNG-T läuft auf Grund	1	1	1	Bergungsarbeiten	2	1	2
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug	2	0	0	Ohne Auswirkungen	2	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Heck	2	0	0		2	0	0

HERO LNG-Tanker, technischer Fehler

Original Completion Date: 17.11.2015

Revision Date: 23.11.2015

Prepared By: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel

Core Team: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel, Dirk Dembrowski, Andrej Vattenrott, Felix Apfel, Karl-Heinz Schindler, Andreas Krüger, Detlef Kießlich

Situation	Fehler	Ursache	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks			Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schiffsverkehrs					
			Auswirkung	S1	O1	RPN1	Auswirkung	S2	O2	RPN2	
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	1	0	0		1	0	0	
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	0	0		2	0	0	
			LNG-T läuft auf Grund	2	0	0		2	0	0	
		Bruch der Schleppverbindung - LNG-T fährt in der Regel ohne Schlepperhilfe	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	1	2	2	Ohne Auswirkungen	1	2	2	
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	1	2	2		1	1	1	
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	1	2	2		1	2	2	
			LNG-T läuft auf Grund	1	2	2		1	2	2	
		Einschränkung der Kommunikation	Ausfall der Funkanlage	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	2	0	0	LNG-T driftet im Fahrwasser/Hafen	2	0	0
				Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	3	0	0		3	0	0
	Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg			2	0	0	2		0	0	
	LNG-T läuft auf Grund			1	0	0	Bergungsarbeiten		2	0	0
	Ausfall der Kommunikation mit VTS		Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	2	0	0	LNG-T driftet im Fahrwasser/Hafen	2	0	0	
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	3	0	0		3	0	0	
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	0	0	2	0	0		
			LNG-T läuft auf Grund	1	0	0	Bergungsarbeiten	2	0	0	

HERO LNG-Tanker, technischer Fehler
 Original Completion Date: 17.11.2015
 Prepared By: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel
 Core Team: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel, Dirk Dembrowski, Andrej Vattenrott, Felix Apfel, Karl-Heinz Schindler, Andreas Krüger, Detlef Kießlich



Situation	Fehler	Ursache	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks			Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schiffsverkehrs				
			Auswirkung	S1	O1	RPN1	Auswirkung	S2	O2	RPN2
LNG-Tanker im Möver/ Manöverraum - An-, Ablegen - Drehen	Eingeschränkung/ Ausfall der Manövrierfähigkeit	Ausfall eines relevanten technischen Systems, wie Hauptmaschine, Rudermaschine, etc.	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug	1	1	1	LNG-T driftet im Fahrwasser/Hafen	1	1	1
			- LNG-T Heck					1	1	1
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	2	1	2		1	3	3
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	1	3	3		1	1	1
		Ausfall des Bug- Heckstrahlers	LNG-T läuft auf Grund	1	1	1	Bergungsarbeiten	1	1	1
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug	1	1	1		1	1	1
			- LNG-T Heck					2	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	2	0	0		1	3	3
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	1	3	3		1	1	1
			LNG-T läuft auf Grund	1	1	1		1	3	3
	Bruch der Schleppverbindung - LNG-T fährt in der Regel mit Schlepperhilfe	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug	1	3	3			2	1	2
		- LNG-T Heck					1	2	2	
		Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	2	1	2		1	1	1	
		Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	2	4		2	0	0	
Einschränkung der Kommunikation	Ausfall der Funkanlage	LNG-T läuft auf Grund	1	1	1	LNG-T driftet im Fahrwasser/Hafen	1	1	1	
		Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug	2	0	0		3	0	0	
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Heck	3	0	0		3	0	0
			- LNG-T Mittschiff							

HERO LNG-Tanker, technischer Fehler
 Original Completion Date: 17.11.2015 Revision Date: 23.11.2015
 Prepared By: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel
 Core Team: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel, Dirk Dembrowski, Andrej Vattenrott, Felix Apfel, Karl-Heinz Schindler, Andreas Krüger, Detlef Kießlich

Situation	Fehler	Ursache	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks			Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schiffsverkehrs				
			Auswirkung	S1	O1	RPN1	Auswirkung	S2	O2	RPN2
		Ausfall der Kommunikation mit VTS	Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	0	0		2	0	0
			LNG-T läuft auf Grund	1	0	0	Bergungsarbeiten	2	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	2	0	0	LNG-T driftet im Fahrwasser/Hafen	2	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	3	0	0		2	0	0
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	0	0		2	0	0
LNG-Tanker liegt am LP	Dritter im Liegebereich	Dritte	LNG-T läuft auf Grund	1	0	0	Bergungsarbeiten	2	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	1	3	3	Ohne Einfluss auf FW, nur LP	0	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	1	3	3		0	0	0

HERO LNG-Tanker, Human Fehler
 Original Completion Date: 17.11.2015
 Prepared By: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel
 Core Team: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel, Dirk Dembrowski, Andrej Vattenrott, Felix Apfel, Karl-Heinz Schindler, Andreas Krüger, Detlef Kießlich

Revision Date: 23.11.2015

DNV-GL

Situation	Fehler	Ursache	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks			Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schiffsverkehrs				
			Auswirkung	S1	O1	RPN1	Auswirkung	S2	O2	RPN2
1 - Menschliches Versagen (LNG-T)										
LNG-Tanker fährt im Fahrwasser	Ausweichpflichtiger weicht nicht aus	Dritte - z.B. bei abweichenden instruktionen durch VKZ, nicht beachtet werden	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	2	1	2	LNG-T driftet im Fahrwasser/Hafen	2	1	2
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	2	0	0		2	1	2
	Mißverständnis Helm/Lotse - rechtzeitig Korrigierbar	Accoustik, Sprache, abgelenkt, Mit anderen Dingen beschäftigt, Müdigkeit, etc.	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	2	1	2	Ohne Auswirkungen	2	1	2
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	2	0	0		2	0	0
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg LNG-T läuft auf Grund	2	1	2		2	1	2
	Mißverständnis Schiff/Schiff Kommunikation - korrigierbar	Accoustik, Sprache, abgelenkt, Mit anderen Dingen beschäftigt, Müdigkeit, etc.	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	2	2	4	LNG-T driftet im Fahrwasser/Hafen	2	2	4
Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff			2	0	0	2		0	0	
LNG-Tanker wechselt das Fahrwasser	Dritter fährt in den Manöverraum ein	Dritte	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	2	2	4	LNG-T driftet im Fahrwasser/Hafen	2	2	4

HERO LNG-Tanker, Human Fehler
Original Completion Date: 17.11.2015

Revision Date: 23.11.2015

Prepared By: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel

Core Team: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel, Dirk Dembrowski, Andrej Vattenrott, Felix Apfel, Karl-Heinz Schindler, Andreas Krüger, Detlef Kießlich

Situation	Fehler	Ursache	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks			Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schiffsverkehrs					
			Auswirkung	S1	O1	RPN1	Auswirkung	S2	O2	RPN2	
	Mißverständniss Helm/Lotse - rechtzeitig Korrigierbar Lotse/Schlepper	Accoustik, Sprache, abgelenkt, Mit anderen Dinken beschäftigt, Müdigkeit, etc.	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	2	2	4		2	2	4	
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	2	1	2	Ohne Auswirkungen	2	1	2	
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	2	0	0		2	0	0	
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	1	2		2	1	2	
			LNG-T läuft auf Grund	2	1	2		2	1	2	
	Mißverständniss Schiff/Schiff Kommunikation - korrigierbar	Accoustik, Sprache, abgelenkt, Mit anderen Dinken beschäftigt, Müdigkeit, etc.	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	2	2	4	LNG-T driftet im Fahrwasser/Hafen	2	2	4	
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	2	0	0		2	0	0	
	LNG-Tanker im Manöver - An- Ablegen - Drehen	Dritter im Manöverbereich - Abbruch des Manövers - korrigierbar	Dritte	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	2	1	2		2	2	4
				Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	2	1	2		3	2	6
				Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	2	4		2	2	4
LNG-T läuft auf Grund				1	1	1	Bergungsarbeiten		2	1	2
Ausweichpflichtiger weicht nicht aus		Dritte		Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	2	1	2	LNG-T driftet im Fahrwasser/Hafen	2	2	4
	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff			2	1	2	3		2	6	

HERO LNG-Tanker, Human Fehler

Original Completion Date: 17.11.2015

Revision Date: 23.11.2015

Prepared By: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel

Core Team: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel, Dirk Dembrowski, Andrej Vattenrott, Felix Apfel, Karl-Heinz Schindler, Andreas Krüger, Detlef Kießlich

Situation	Fehler	Ursache	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks			Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schiffsverkehrs				
			Auswirkung	S1	O1	RPN1	Auswirkung	S2	O2	RPN2
	Mißverständniss Helm/Lotse - rechtzeitig Korrigierbar Lotse/Schlepper	Accoustik, Sprache, abgelenkt, Mit anderen Dinken beschäftigt, Müdigkeit, etc.	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	2	1	2	Ohne Auswirkungen	1	1	1
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	2	1	2		1	1	1
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	2	4		1	2	2
			LNG-T läuft auf Grund	1	1	1		1	1	1
	Mißverständniss Schiff/Schiff Kommunikation - korrigierbar	Accoustik, Sprache, abgelenkt, Mit anderen Dinken beschäftigt, Müdigkeit, etc.	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	2	1	2	LNG-T driftet im Fahrwasser/Hafen	2	1	2
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	2	1	2		2	1	2
LNG-Tanker liegt am LP	Dritter im Liegebereich	Dritte	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Bug - LNG-T Heck	1	3	3	Sperrung des Liegeplatzes	0	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-T Mittschiff	1	3	3		0	0	0

HERO LNG-Bunker Vessel, technischer Fehler
 Original Completion Date: 17.11.2015 Revision Date: 23.11.2015
 Prepared By: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel
 Core Team: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel, Dirk Dembrowski, Andrej Vattenrott, Felix Apfel, Karl-Heinz Schindler, Andreas Krüger, Detlef Kießlich

Situation	Fehler	Ursache	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks			Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schiffsverkehrs				
			Auswirkung	S1	O1	RPN1	Auswirkung	S2	O2	RPN2
1 - Technischer Fehler (LNG-BS/BB)										
LNG-Bunker Schiff/Barge fährt auf Bundes Wasser Strasse	Eingeschränkung/ Ausfall der Manövrierfähigkeit	Ausfall eines relevanten technischen Systems, wie Hauptmaschine, Rudermaschine, etc. Für die LNG Bunker-Barge (LNG-BB) ist das der Ausfall auf dem Schlepper	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	2	2	4	LNG-BS driftet im Fahrwasser/Hafen	2	2	4
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Mittschiff	3	0	0		2	0	0
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	2	4		2	2	4
			LNG-BS läuft auf Grund	1	2	2		Bergungsarbeiten	2	2
		Ausfall des Bug-Heckstrahlers	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	2	0	0	Ohne Auswirkungen	2	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Mittschiff	1	0	0		1	0	0
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	0	0		2	0	0
			LNG-BS läuft auf Grund	2	0	0		2	0	0
		Bruch der Schleppverbindung - LNG-T fährt in der Regel ohne Schlepperhilfe	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	2	0	0	Ohne Auswirkungen	2	0	0
			nicht relevant für Bunker-BB	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Mittschiff	1	0		0	1	0

HERO LNG-Bunker Vessel, technischer Fehler
 Original Completion Date: 17.11.2015 Revision Date: 23.11.2015
 Prepared By: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel
 Core Team: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel, Dirk Dembrowski, Andrej Vattenrott, Felix Apfel, Karl-Heinz Schindler, Andreas Krüger, Detlef Kießlich

Situation	Fehler	Ursache	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks			Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schiffsverkehrs					
			Auswirkung	S1	O1	RPN1	Auswirkung	S2	O2	RPN2	
	Einschränkung der Kommunikation	Ausfall der Funkanlage	Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	0	0	LNG-BS driftet im Fahrwasser/Hafen	2	0	0	
			LNG-BS läuft auf Grund	2	0	0		2	0	0	
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	2	0	0		2	0	0	
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Mittschiff	3	0	0		3	0	0	
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	0	0		2	0	0	
		Ausfall der Kommunikation mit VTS	LNG-BS läuft auf Grund	1	0	0	Bergungsarbeiten	2	0	0	
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	2	0	0	LNG-BS driftet im Fahrwasser/Hafen	2	0	0	
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Mittschiff	3	0	0		2	0	0	
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	0	0		2	0	0	
			LNG-BS läuft auf Grund	1	0	0	Bergungsarbeiten	2	0	0	
LNG-Bunker Schiff/Barge wechselt das Fahrwasser	Eingeschränkung/ Ausfall der Manövrierfähigkeit	Ausfall eines relevanten technischen Systems, wie Hauptmaschine, Rudermaschine, etc.	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	1	2	2	LNG-BS driftet im Fahrwasser/Hafen	1	2	2	
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Mittschiff	1	2	2		1	2	2	
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	1	2	2		1	2	2	
		Für die LNG Bunker-Barge (LNG-BB) ist das der Ausfall auf dem Schlepper	LNG-BS läuft auf Grund	1	2	2	Bergungsarbeiten	1	2	2	
			Ausfall des Bug-Heckstrahlers	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	1	0	0	Ohne Auswirkungen	1	0	0

HERO LNG-Bunker Vessel, technischer Fehler
 Original Completion Date: 17.11.2015 Revision Date: 23.11.2015
 Prepared By: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel
 Core Team: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel, Dirk Dembrowski, Andrej Vattenrott, Felix Apfel, Karl-Heinz Schindler, Andreas Krüger, Detlef Kießlich

Situation	Fehler	Ursache	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks			Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schiffsverkehrs				
			Auswirkung	S1	O1	RPN1	Auswirkung	S2	O2	RPN2
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Mittschiff	1	0	0		1	0	0
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	1	0	0		1	0	0
			LNG-BS läuft auf Grund	1	0	0		1	0	0
		Bruch der Schleppverbindung - LNG-BS fährt in der Regel ohne Schlepperhilfe	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	1	0	0	Ohne Auswirkungen	1	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Mittschiff	1	0	0		1	0	0
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	1	0	0		1	0	0
	Einschränkung der Kommunikation	Ausfall der Funkanlage	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	2	0	0	LNG-BS driftet im Fahrwasser/Hafen	2	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Mittschiff	3	0	0		3	0	0
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	0	0		2	0	0
		Ausfall der Kommunikation mit VTS	LNG-BS läuft auf Grund	1	0	0	Bergungsarbeiten	2	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	2	0	0	LNG-BS driftet im Fahrwasser/Hafen	2	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Mittschiff	3	0	0		3	0	0
		Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	0	0		2	0	0	
		LNG-BS läuft auf Grund	1	0	0	Bergungsarbeiten	2	0	0	

HERO LNG-Bunker Vessel, technischer Fehler
 Original Completion Date: 17.11.2015 Revision Date: 23.11.2015
 Prepared By: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel
 Core Team: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel, Dirk Dembrowski, Andrej Vattenrott, Felix Apfel, Karl-Heinz Schindler, Andreas Krüger, Detlef Kießlich

Situation	Fehler	Ursache	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks			Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schiffsverkehrs					
			Auswirkung	S1	O1	RPN1	Auswirkung	S2	O2	RPN2	
LNG-Bunker Schiff/Barge im Möwer/ Manöverraum - An-, Ablegen - Drehen	Eingeschränkung/ Ausfall der Manövrierfähigkeit	Ausfall eines relevanten technischen Systems, wie Hauptmaschine, Rudermaschine, etc.	Kollision mit Fahrzeug - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	2	2	4	LNG-BS driftet im Hafen	1	1	1	
			Kollision mit Fahrzeug - LNG-BS Mittschiff	2	2	4		1	1	1	
			Für die LNG Bunker-Barge (LNG-BB) ist das der Ausfall auf dem Schlepper	Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg LNG-BS läuft auf Grund	1	4		4	1	3	3
		Ausfall des Bug- Heckstrahlers.	Kollision mit Fahrzeug - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	Kollision mit Fahrzeug - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	1	1	1	Bergungsarbeiten Ohne Auswirkungen	1	1	1
				Kollision mit Fahrzeug - LNG-BS Mittschiff	2	0	0		2	0	0
				Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg LNG-BS läuft auf Grund	1	4	4		1	4	4
				Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	1	1	1		1	1	1
				Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Mittschiff	1	0	0		1	0	0
				Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg LNG-BS läuft auf Grund	1	1	1		1	1	1
		Bruch der Schleppverbindung - LNG-BS fährt in der Regel ohne Schlepperhilfe	Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	1	0	0	Ohne Auswirkungen	1	0	0
				Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Mittschiff	1	0	0		1	0	0
				Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg LNG-BS läuft auf Grund	1	0	0		1	0	0
		nicht relevant für Bunker- BB	Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	2	0	0	LNG-BS driftet im Hafen	2	0	0
				Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	2	0	0		2	0	0
Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	2			0	0	2	0		0		
Einschränkung der Kommunikation	Ausfall der Funkanlage	Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	2	0	0	LNG-BS driftet im Hafen	2	0	0		

HERO LNG-Bunker Vessel, technischer Fehler
 Original Completion Date: 17.11.2015 Revision Date: 23.11.2015
 Prepared By: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel
 Core Team: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel, Dirk Dembrowski, Andrej Vattenrott, Felix Apfel, Karl-Heinz Schindler, Andreas Krüger, Detlef Kießlich

Situation	Fehler	Ursache	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks			Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schiffsverkehrs							
			Auswirkung	S1	O1	RPN1	Auswirkung	S2	O2	RPN2			
		Ausfall der Kommunikation mit VTS	Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Mittschiff	3	0	0		3	0	0			
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	0	0		2	0	0			
			LNG-BS läuft auf Grund	1	0	0		Bergungsarbeiten	2	0	0		
						Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	2	0	0	LNG-BS driftet im Hafen	2	0	0
						Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Mittschiff	3	0	0	2	0	0	
						Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	0	0	2	0	0	
						LNG-BS läuft auf Grund	1	0	0	Bergungsarbeiten	2	0	0
LNG-Bunker Schiff/Barge liegt am LP 01, 02 & 06	Dritter im Liegebereich	Dritte	Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	2	2	4	Sperrung des Liegeplatzes	1	2	2			
			Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Mittschiff	3	1	3		3	1	3			
LNG-Bunker Schiff/Barge liegt längsseits LP P1 - P6, P7	Dritter im Liegebereich	durch Dritte	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	2	2	4	Sperrung des Liegeplatzes/Hafens	1	2	2			
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Mittschiff	2	2	4		2	2	4			

HERO LNG-Bunker Vessel, technischer Fehler
 Original Completion Date: 17.11.2015 Revision Date: 23.11.2015
 Prepared By: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel
 Core Team: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel, Dirk Dembrowski, Andrej Vattenrott, Felix Apfel, Karl-Heinz Schindler, Andreas Krüger, Detlef Kießlich

Situation	Fehler	Ursache	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks			Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schiffsverkehrs				
			Auswirkung	S1	O1	RPN1	Auswirkung	S2	O2	RPN2
			Wellenschlag/Sog RCM Rückfrage bei VTS	2	3	6		2	3	6
LNG-Bunker Schiff/Barge liegt längsseits Im Chemiehafen Fracht- & Fischereihafen	Dritter im Liegebereich	Dritte	Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	1	1	1	Sperrung des Liegeplatzes/Hafens	1	1	1
			Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Mittschiff	1	1	1		1	1	1
LNG-Bunker Schiff/Barge liegt längsseits Im Becken A, B, C	Dritter im Liegebereich	Dritte	Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	2	1	2	Sperrung des Liegeplatzes/Hafens	1	1	1
			Kollision mit Fahrzeug im Hafen - LNG-BS Mittschiff	2	1	2		1	1	1
LNG-Bunker Schiff/Barge liegt längsseits LP 60-67	Dritter im Liegebereich	Dritte	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Bug - LNG-BS Heck	2	2	4	Sperrung des Liegeplatzes/Hafens	1	2	2
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS Mittschiff	2	2	4		1	2	2

HERO LNG-Bunker Vessel, Human Fehler
 Original Completion Date: 17.11.2015
 Prepared By: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel
 Core Team: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel, Dirk Dembrowski, Andrej Vattenrott, Felix Apfel, Karl-Heinz Schindler, Andreas Krüger, Detlef Kießlich

Revision Date: 23.11.2015

DNV-GL

Situation	Fehler	Ursache	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks			Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schiffsverkehrs				
			Auswirkung	S1	O1	RPN1	Auswirkung	S2	O2	RPN2
1 - Menschliches Versagen (LNG-BS/BB/BB)										
LNG-BS/BB fährt im Fahrwasser	Ausweichpflichtiger weicht nicht aus	Dritte	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Bug - LNG-BS/BB Heck	2	1	2	LNG-BS/BB driftet im Fahrwasser/Hafen	2	1	2
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Mittschiff	2	0	0		2	1	2
	Mißverständnis Helm/Lotse - rechtzeitig Korrigierbar	Accoustik, Sprache, abgelenkt, Mit anderen Dinken beschäftigt, Müdigkeit, etc.	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Bug - LNG-BS/BB Heck	2	1	2	Ohne Auswirkungen	2	1	2
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Mittschiff	2	0	0		2	0	0
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg LNG-BS/BB läuft auf Grund	2	1	2		2	1	2
	Mißverständnis Schiff/Schiff Kommunikation - korrigierbar	Accoustik, Sprache, abgelenkt, Mit anderen Dinken beschäftigt, Müdigkeit, etc.	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Bug - LNG-BS/BB Heck	2	2	4	LNG-BS/BB driftet im Fahrwasser/Hafen	2	2	4
Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Mittschiff			2	0	0	2		0	0	
LNG-BS/BB wechselt das Fahrwasser	Dritter fährt in den Manöverraum ein	Dritte	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Bug - LNG-BS/BB Heck	2	2	4	LNG-BS/BB driftet im Fahrwasser/Hafen	2	2	4

HERO LNG-Bunker Vessel, Human Fehler
 Original Completion Date: 17.11.2015 Revision Date: 23.11.2015
 Prepared By: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel
 Core Team: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel, Dirk Dembrowski, Andrej Vattenrott, Felix Apfel, Karl-Heinz Schindler, Andreas Krüger, Detlef Kießlich

Situation	Fehler	Ursache	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks			Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schiffsverkehrs				
			Auswirkung	S1	O1	RPN1	Auswirkung	S2	O2	RPN2
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Mittschiff	2	2	4		3	2	6
	Mißverständniss Helm/Lotse - rechtzeitig Korrigierbar	Accoustik, Sprache, abgelenkt, Mit anderen Dinken beschäftigt, Müdigkeit, etc.	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Bug	2	1	2	Ohne Auswirkungen	0	0	0
Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Heck			2	0	0	0		0	0	
Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Mittschiff			2	0	0	0		0	0	
Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg			2	1	2	0		0	0	
LNG-BS/BB läuft auf Grund			2	1	2	0		0	0	
	Mißverständniss Schiff/Schiff Kommunikation - korrigierbar	Accoustik, Sprache, abgelenkt, Mit anderen Dinken beschäftigt, Müdigkeit, etc.	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Bug	2	2	4	LNG-BS/BB driftet im Fahrwasser/Hafen	2	2	4
Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Heck			2	0	0	3		1	3	
LNG-BS/BB/BB im Manöver - An- Ablegen - Drehen	Dritter im Manöverbereich - Abbruch des Manövers - korrigierbar	Dritte	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Bug	2	1	2	Ohne Auswirkungen	2	2	4
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Heck	3	1	3		3	2	6
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Mittschiff	2	2	4		2	2	4
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	1	1	1		2	1	2
LNG-BS/BB/BB im Manöver - An- Ablegen - Drehen	Ausweichpflichtiger weicht nicht aus	Dritte	LNG-BS/BB läuft auf Grund	2	1	2	LNG-BS/BB driftet im Fahrwasser/Hafen	2	2	4
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Bug	2	1	2		3	2	6
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Heck	2	1	2				
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Mittschiff	2	1	2				

HERO LNG-Bunker Vessel, Human Fehler
 Original Completion Date: 17.11.2015 Revision Date: 23.11.2015
 Prepared By: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel
 Core Team: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel, Dirk Dembrowski, Andrej Vattenrott, Felix Apfel, Karl-Heinz Schindler, Andreas Krüger, Detlef Kießlich

Situation	Fehler	Ursache	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks			Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schiffsverkehrs				
			Auswirkung	S1	O1	RPN1	Auswirkung	S2	O2	RPN2
	Mißverständnis Helm/Lotse - rechtzeitig Korrigierbar	Accoustik, Sprache, abgelenkt, Mit anderen Dinken beschäftigt, Müdigkeit, etc.	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Bug - LNG-BS/BB Heck	2	2	4	Ohne Auswirkungen	2	2	4
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Mittschiff	1	1	1		2	1	2
			Kollision mit Kaianlage, Schiff an Kaje, Ankerlieger, Steg	2	1	2		2	2	4
			LNG-BS/BB läuft auf Grund	2	1	2		3	2	6
	Mißverständnis Schiff/Schiff Kommunikation - korrigierbar	Accoustik, Sprache, abgelenkt, Mit anderen Dinken beschäftigt, Müdigkeit, etc.	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Bug - LNG-BS/BB Heck	2	1	2	LNG-BS/BB driftet im Fahrwasser/Hafen	1	1	1
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Mittschiff	2	1	2		1	1	1
LNG-Bunker Schiff/Barge liegt am LP 1 & 6	Dritter im Liegebereich	Dritte	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Bug - LNG-BS/BB Heck	2	1	2	Sperrung des Liegeplatzes	2	1	2
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Mittschiff	2	1	2		2	1	2
LNG-Bunker Schiff/Barge liegt längsseits LP P7	Dritter im Liegebereich	Dritte	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Bug - LNG-BS/BB Heck	2	2	4	Sperrung des Liegeplatzes/Hafens	3	2	6
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Mittschiff	3	1	3		3	1	3
LNG-Bunker Schiff/Barge liegt längsseits Im Chemiehafen Fracht- &	Dritter im Liegebereich	Dritte	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Bug - LNG-BS/BB Heck	1	1	1	Sperrung des Liegeplatzes/Hafens	0	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Mittschiff	2	0	0		0	0	0

HERO LNG-Bunker Vessel, Human Fehler
 Original Completion Date: 17.11.2015
 Prepared By: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel
 Core Team: Dr. Urs Vogler, Armin Säbel, Dirk Dembrowski, Andrej Vattenrott, Felix Apfel, Karl-Heinz Schindler, Andreas Krüger, Detlef Kießlich

Revision Date: 23.11.2015



Situation	Fehler	Ursache	Sachschaden, Beschädigung des LNG Tanks			Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schiffsverkehrs				
			Auswirkung	S1	O1	RPN1	Auswirkung	S2	O2	RPN2
LNG-Bunker Schiff/Barge liegt längsseits Im Becken A, B, C	Dritter im Liegebereich	Dritte	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Bug - LNG-BS/BB Heck	2	2	4	Sperrung des Liegeplatzes/Hafens	0	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Mittschiff	3	1	3		3	1	3
LNG-Bunker Schiff/Barge liegt längsseits LP 60-67	Dritter im Liegebereich	Dritte	Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Bug - LNG-BS/BB Heck	2	2	4	Sperrung des Liegeplatzes/Hafens	0	0	0
			Kollision mit Fahrzeug im FW - LNG-BS/BB Mittschiff	3	0	0		0	0	0

A 5. DETERMINISTISCHER UND PROBABILISTISCHER ANSATZ

Methode:

Die ISO TS18683 und in mehr Detail die DNV GL RP G105 geben Empfehlungen zum Ermitteln von Sicherheitsabständen. Die Methodik berücksichtigt sowohl die Betrachtung von gleichzeitigen Operationen (SIMOPS) als auch die Berechnung der Abstände selbst. In Abbildung 41 stehen die Entscheidungsgrundlagen auf der Stufe zwischen Machbarkeitsstudie und konkretem Design.

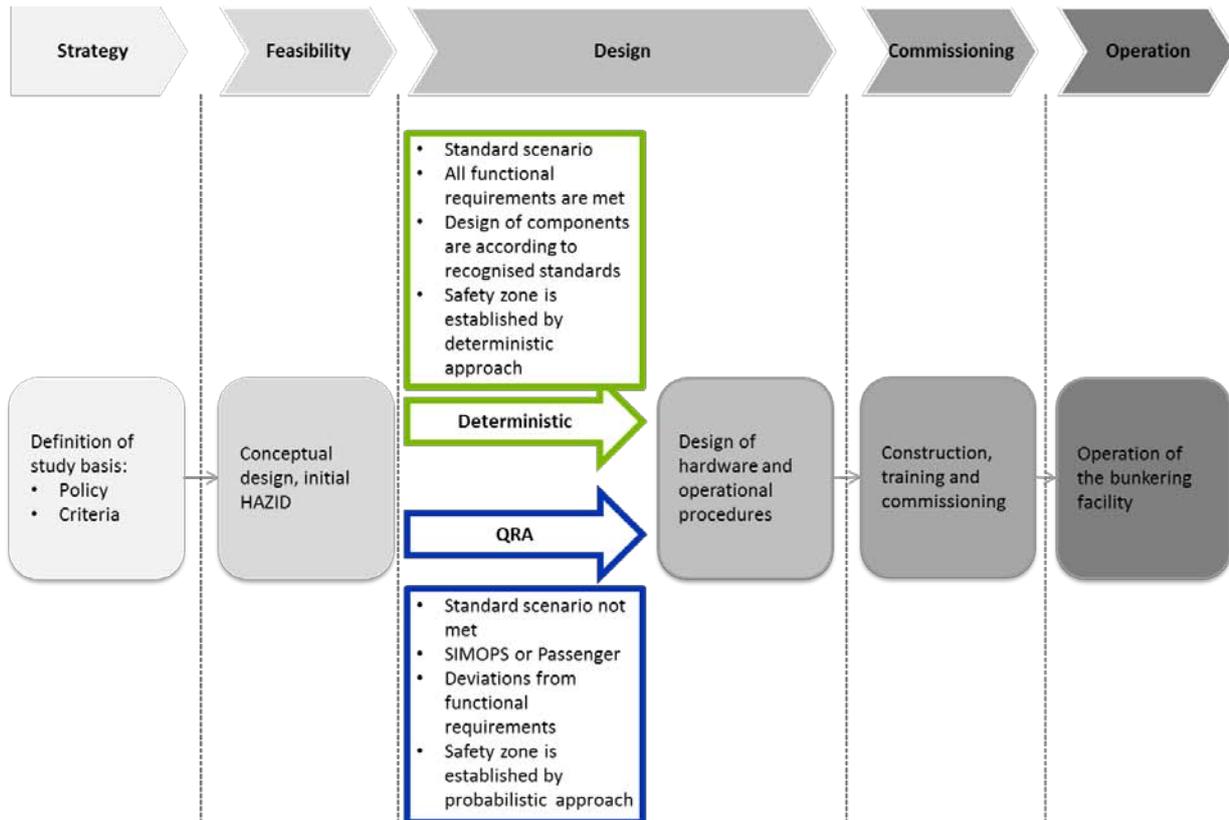


Abbildung 41: Deterministischer und probabilistischer Ansatz gemäß ISO TS 18683

Im deterministischen Ansatz wird die Sicherheitszone durch einen konsequenzbasierten Ansatz bestimmt. Es wird ein repräsentatives konservatives Szenario bestimmt, welches durch die Einrichtung von Sicherheitstechnik und Zonen technisch ausgeschlossen wird. Das konservative Szenario, der größte annehmbare Unfall wird dabei in der HAZID bestimmt. Für dieses Szenario wird die maximale Ausbreitung von zündfähigen Gaswolken bestimmt. Die maximale Ausdehnung bestimmt den Bereich der Sicherheitszone, in welchem sich weder gleichzeitige Operationen (SIMOPS), noch Zündquellen oder nicht am Bunkern beteiligte Personen vorhanden sein dürfen, um das Unfallszenario auszuschließen.

Im Projekt wurden Sicherheitsabstände zunächst deterministisch bestimmt (siehe Abschnitt A 5) und anschließend, wie im Bericht selbst probabilistisch mittels einer quantitativen Risikoanalyse QRA.

Gemäß ISO TS 18683 ermöglicht die quantitative Betrachtung auch die Berücksichtigung von SIMOPS. In der Sicherheitsphilosophie werden alle identifizierten Fehlerszenarien gemäß ihrer erwarteten

Auftretenswahrscheinlichkeit berücksichtigt. Zunächst werden mögliche Austretensszenarien von LNG quantifiziert. In der verwendeten numerischen Software (DNV GL's PHAST) werden die Leckageszenarien der verwendeten Ausrüstung ermittelt (Leckgrößenverteilung und Auftretenshäufigkeit). Anhand des Leckageszenario wird die Mechanik des LNG bestimmt (Lachenbildung, Gasleckage). Die Zündwahrscheinlichkeit und die möglichen Brandszenarien werden gemäß ihrer bedingten Wahrscheinlichkeit bestimmt, anhand der ermittelten Drücke, Wärmeströme etc. wird der Bereich ermittelt, in welchem ungeschützte Personen Opfer eines solchen Unfalls wären. Die Superposition aller solcher Szenarien (hier jeweils ca. 1.000 Einzelszenarien) wird in Form von Risikokonturen dargestellt. Diese ortsspezifischen Risiken entsprechen dem tödlichen Risiko einer Person, die sich ununterbrochen in diesem Bereich aufhält (Betrachtungszeitraum: 1 Jahr).

Die Sicherheitszonen für Personen ergeben sich aus den Akzeptanzschwellen der Risiken. Da für unterschiedliche Personengruppen (Bunkercrew, generelle Schiffscrew und Hafendarbeiter, unbeteiligte Personen, die sich kurzzeitig hier aufhalten, unbeteiligte Personen, die sich länger hier aufhalten) unterschiedliche Akzeptanzschwellen vorherrschen, ergeben sich hier auch für verschiedene Personengruppen unterschiedliche Sicherheitsabstände. Ein wesentlicher Vorteil der probabilistischen Betrachtung ist, dass sie sowohl die Berücksichtigung von Zündquellen außerhalb der definierten Explosionsgefährdeten Bereiche (ATEX) als auch SIMOPs zulässt, solange das Risiko im akzeptablen Rahmen bleibt. Für sehr selten erwartete Unfälle ergeben sich mit dieser Methodik geringere Sicherheitsabstände. In Tabelle 54 sind die wesentlichen Unterschiede beider Methodiken einmal gegenübergestellt.

Tabelle 54: Unterschiede deterministische und probabilistische Betrachtung

	Deterministisch	Wahrscheinlichkeitsbasiert
Sicherheitsphilosophie	System ist ‚techn. sicher‘ Größter <u>annehmbarer</u> Unfall muss vermieden werden	System hat ‚akzeptables Risiko‘ Personenrisiko darf Akzeptanzschwelle nicht überschreiten
Bemessung der Sicherheitsabstände	max. Ausdehnung der Gaswolke bestimmt Sicherheitszone	Risikokontur der Akzeptanzschwelle definiert Sicherheitsabstand Einfluss der Bunkerhäufigkeit und der Zuverlässigkeit der Ausrüstung
Sicherheitsabstände	Eine Sicherheitszone die nur durch Bunkercrew betreten wird	Sicherheitszonen unterschiedlich für <ul style="list-style-type: none"> - Personal Schiff/Hafen - Personen kurzfristig - Personen Dauerhaft - SIMOPS
Zündquellen	Keine Zündquellen in Sicherheitszone, nur Ex-geschützte oder deaktivierte elektrische Ausrüstung zulässig	Keine Zündquellen in ATEX Zonen
SIMOPS	Nicht möglich	Je nach SIMOPS und Maßnahmen von 25m bis zur ATEX Zone
		Zuverlässigeres technisches Equipment kann berücksichtigt werden (z.B. Ladearm)
Bunkerfrequenz	Unabhängig von der Häufigkeit der Vorgänge	Anzahl und Dauer der Vorgänge bestimmt Risikokonturen

Beispiel TTS 104h/a		
Abstand Schiffscrew, Hafencrew	Mind. 16m (DN60, 12m DN50)	25m, wenn Prozessstörung bei deren Tätigkeit ausgeschlossen bis zu 3m
Abstand LKW Verkehr	Mind. 16m (DN60, 12m DN50)	25m; Überwachte Schrittgeschwindigkeit, Absperrung Reduktion bis zu 3m
Abstand Passagier	Mind. 16m (DN60, 12m DN50)	25m; Zaun, Absperrung Reduktion bis zu 3m

Ergebnisse deterministische Berechnung:

Tabelle 55: Parameter deterministische Berechnung STS

Parameter STS Szenario		Kommentar
Flanschdurchmesser Barge	DN 150	c = 7,9 m/s (10m/s Grenzwert)
Transferrate	500 m ³ /h	Annahme für STS
Schlauchlänge	30 m	Variabel
Flanschdurchmesser Empfänger	DN 150	c = 7,9 m/s (10m/s Grenzwert)
Druck im Transfersystem	4 barg	Variabel; Annahme für Ausströmrechnung
Verschlusszeit	5 s	Variabel

Fleißgeschwindigkeiten c errechnet aus Transferrate und Durchmesser, $c = 10 \text{ m/s}$ gilt in der Praxis als Grenzwert ab dem es zu ungewollten turbulenten Strömungen kommt.

Tabelle 56: Parameter deterministische Berechnung TTS

Parameter TTS Szenario		Kommentar
Flanschdurchmesser Truck	DN 60	c = 7,9 m/s (10m/s Grenzwert)
Transferrate	80 m ³ /h	Max. Annahme für TTS
Schlauchlänge	12 m	Variabel
Flanschdurchmesser Empfänger	DN 150	c = 7,9 m/s (10m/s Grenzwert)
Druck im Transfersystem	4 barg	Variabel; Annahme für Ausströmrechnung
Verschlusszeit	5 s	Variabel

Tabelle 57: Parameter deterministische Berechnung PTS

Parameter PTS Szenario		Änderungen / Kommentar
Flanschdurchmesser Terminal	DN 200	c = 3,5 m/s (10m/s Grenzwert)
Transferrate	400 m ³ /h	Höhere Raten für Ladungstransfer; hier Annahme für Brennstofftransfer
Schlauchlänge	10 m	Variabel
Flanschdurchmesser Empfänger	DN 150	c = 6,3 m/s (10m/s Grenzwert)
Druck im Transfersystem	4 barg	Variabel; Annahme für Ausströmrechnung
Verschlusszeit	5 s	Variabel

Tabelle 58: Annahmen Leckgrößen in mm

Nr.	Szenario	STS	TTS	PTS	Beschreibung
1	Vollabriss technisch ausgeschlossen	150	60	200	Voller Durchmesser Schlauch / Rohrleitung
2	Große Leckage	15	6	20	10 % Durchmesser Schlauch / Rohrleitung
3	Kleine Leckage	2	1	2	1 % Durchmesser Schlauch / Rohrleitung

Tabelle 59: Zusammenfassung Annahmen deterministische Betrachtungen

		STS	TTS	PTS
Schlauchdurchmesser	mm	150	60	200
Lochdurchmesser	mm	15	6	20
Transferrate	m ³ /h	500	80	400
Strömungsgeschwindigkeit	m/s	7,9	7,9	3,5
Systemdruck	barg	7	7	7
Schlauchlänge	m	15	10	6
Abschaltzeit	s	10	10	10
Windprofil	m/s	D1,5	D1,5	D1,5

Deterministische Bestimmung der Sicherheitszone mit PHAST

- Leckage Szenario 2 „Große Leckage“ -

Study Folder:
 LNG_STS24Nov2015
 Audit No: 91430
 Model: Calculated Discharge
 Weather: Category 1.5/D
 Material: METHANE
 Averaging Time:
 Flammable(18,75 s)
 Height: 0 m
 Concentration

— 1928,8 m² @ 2,2e+004 %
 — 532,671 m² @ 4,4e+004 %

Ergebnis:
56m bei UEG



Abbildung 42: Ergebnis Ausbreitungsrechnung STS (Konzentration: rot UEG, blau LEL/2)

Deterministische Bestimmung der Sicherheitszone mit PHAST

- Leckage Szenario 2 „Große Leckage“ -

Study Folder:
LNG_TTS24Nov2015
Audit No: 102683
Model: Calculated Discharge
Weather: Category 1.5/D
Material: METHANE
Averaging Time:
Flammable(18,75 s)
Height: 0 m
Concentration

— 165,941 m² @ 2,2e+004
— 15,7233 m² @ 4,4e+004

Ergebnis:
16m bei UEG

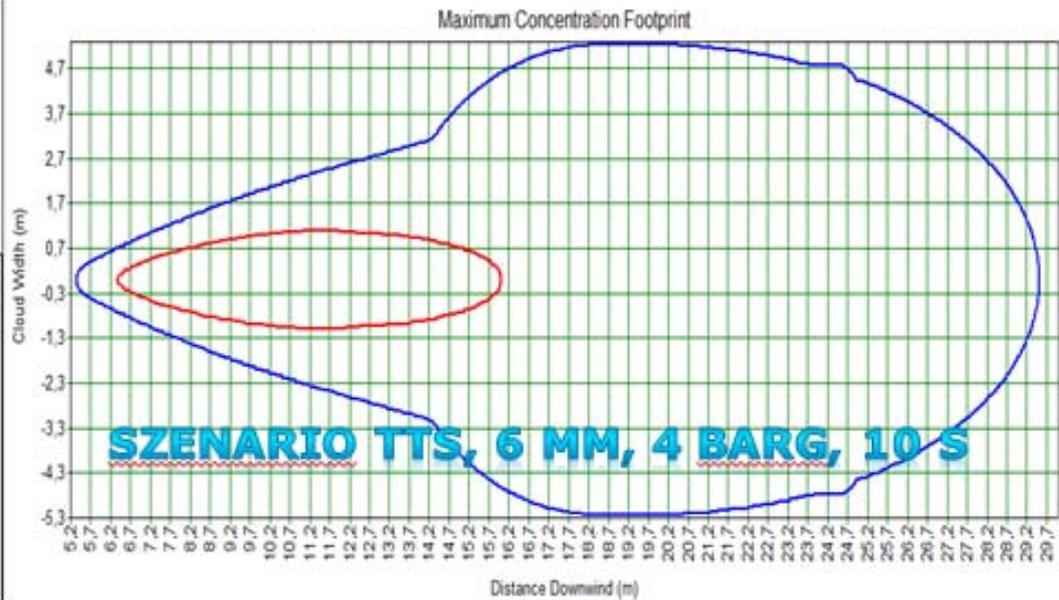


Abbildung 43: Ergebnis Ausbreitungsrechnung TTS (Konzentration: rot UEG, blau LEL/2)

Deterministische Bestimmung der Sicherheitszone mit PHAST

- Leckage Szenario 2 „Große Leckage“ -

Study Folder:
LNG_PTS24Nov2015
Audit No: 93284
Model: Calculated Discharge
Weather: Category 1.5/D
Material: METHANE
Averaging Time:
Flammable(18,75 s)
Height: 0 m
Concentration

— 3693,04 m² @ 2,2e+004
— 1176,83 m² @ 4,4e+004
— 11,8837 m² @ 1,65e+00

Ergebnis:
75m bei UEG

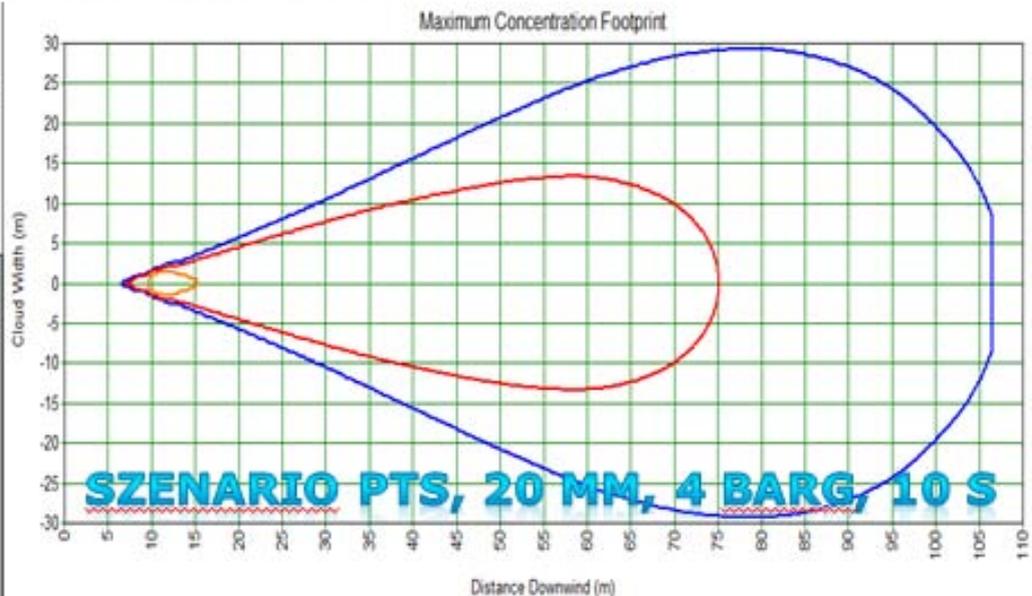


Abbildung 44: Ergebnis Ausbreitungsrechnung PTS (Konzentration: rot UEG, blau LEL/2)

Tabelle 60: Zusammenfassung Ergebnisse deterministische Betrachtungen

		STS	TTS	PTS
Schlauchdurchmesser	mm	150	60	200
Lochdurchmesser	mm	15	6	20
Transferrate	m ³ /h	500	80	400
Systemdruck	barg	4	4	4
Schlauchlänge	m	15	10	6
Abschaltzeit	s	10	10	10
Windprofil	m/s	D1,5	D1,5	D1,5
Max. Ausbreitung UEG	m	56	16	75

Deterministische Bestimmung der Sicherheitszone mit PHAST - Einflussgröße Transferdruck -

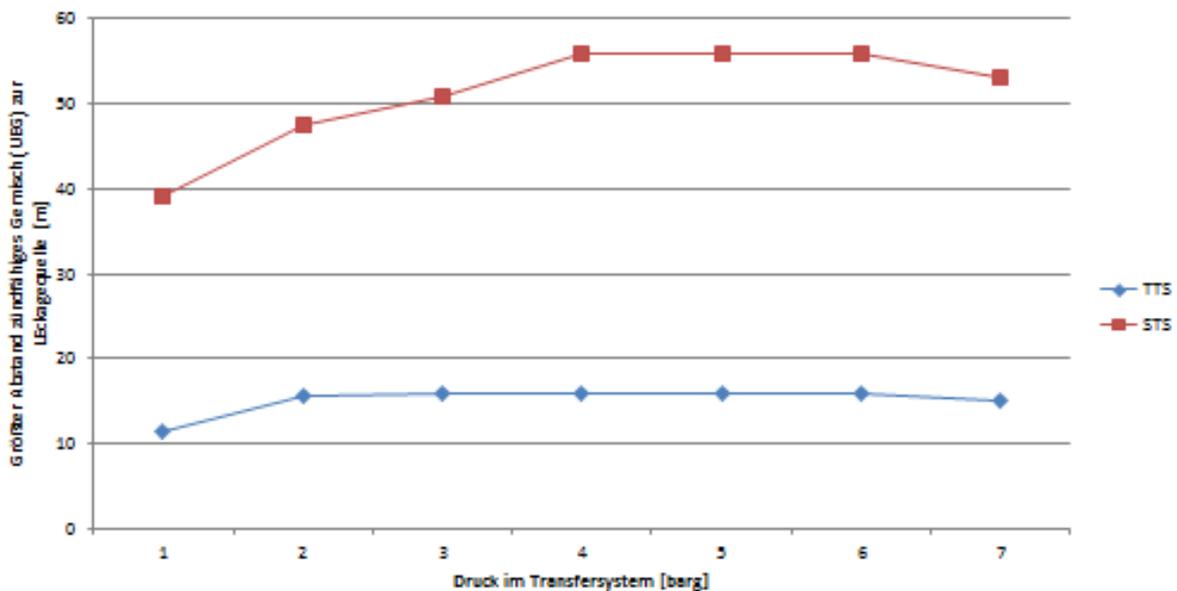


Abbildung 45: Sensitivitätsbetrachtung Transferdruck

Deterministische Bestimmung der Sicherheitszone mit PHAST - Einflussgröße Verschlusszeit -

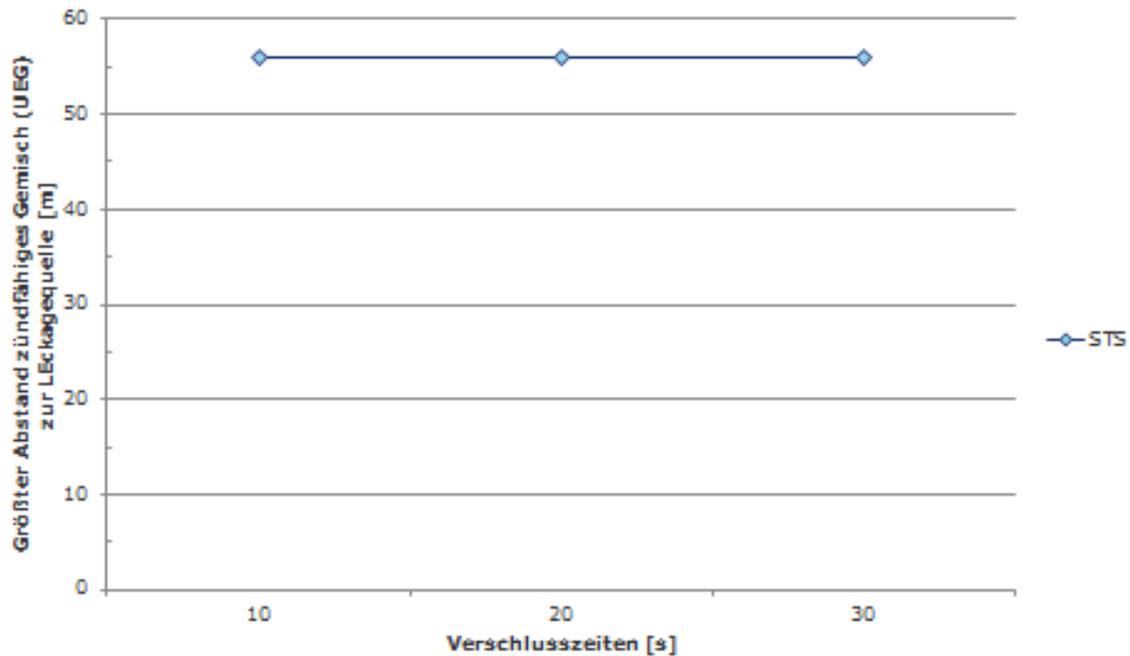


Abbildung 46: Sensitivitätsbetrachtung Verschlusszeit

Anforderungen an den Bunkervorgang gemäß Ergebnissen deterministische Berechnungen:

- Anforderungen an den Bunkervorgang
 - Einrichtung Sicherheitszone „7 barg“ (Bebunkerung Drucktanks)
 - Einrichtung Sicherheitszone „1 barg“ (Bebunkerung atmosphärische Tanks)
 - Abschaltzeit 10 s
 - Permanente Schlauchwache auf beiden Seiten
 - ESD von beiden Seiten möglich
 - Totmannschalter
 - Mehrere mobile Gasetektoren mit ESD Funktion
 - Druck- / Durchflussüberwachung
 - Begrenzung der Schlauchdurchmesser (STS = DN 150, TTS = DN 60, PTS = DN 200)

A 6. PHAST

PHAST ist ein Softwareprodukt, welches von DNV Software entwickelt worden ist. PHAST basiert auf dem vom DNV entwickelten Unified Dispersion Model (UDM), welches die Dispersion eines zwei-Phasen und unter Druck stehenden Fluids (in dieser Studie LNG) beschreibt. Mit dem UDM ist es möglich, die Dispersion für verschieden geartete Freisetzungsszenarien zu berechnen, wie sie in der Industrie vorkommen. Dazu zählt die kontinuierliche wie auch die augenblickliche Freisetzung. Es kann der stationäre als auch der instationäre Fall gerechnet werden. Als Freisetzungsquellen können zum einen Behältnisse wie Pipelines oder Unter- und Überdrucktanks definiert werden, zum anderen können mit Hilfe des UDM auch technische Sicherheitsvorkehrungen, wie Ventile und Berstscheiben, rechnerisch ausgelegt werden.

Das UDM ist in diversen Studien und Feldversuchen validiert worden. Weitere Informationen auch zur Validierung des UDM lässt sich unter

<http://www.dnv.com.sg/services/software/products/safeti/phast/phastmodelvalidation.asp>

finden.

PHAST bietet eine Maske zum UDM, so dass die Eingangsdaten bequem und sicher sowie validiert eingeben werden können. Zudem bietet PHAST für die Darstellung des Ergebnisses diverse Funktionen. Mit Hilfe des in PHAST implementierten UDM kann z.B. wie in dieser Studie getan, die Ausbreitung von LNG bei einer ungewollten Freisetzung beim Bunkern berechnet werden. Ausgehend von dieser Ausbreitungsrechnung können Zonen bestimmt werden, in denen verdampftes LNG ein zündfähiges Gasgemisch mit der Umgebungsluft gebildet hat. Auch lassen sich die Auswirkungen bei einer Zündung innerhalb dieser Zonen berechnen, so dass Sicherheitszonen abgeleitet werden können. Dabei sind die Zwischenfallszenarien keineswegs auf zündfähige Gaswolken beschränkt. Auch Pool Fire, Jet Fire, und weitere Szenarien mit ihren Konsequenzen lassen sich betrachten.

PHAST bietet auch den Ansatz einer risikobasierten Betrachtung, bei der die berechnete Ausbreitung und die davon abgeleiteten Konsequenzen mit Wahrscheinlichkeiten versehen werden. Hierfür sind zusätzlich zu den Eigenschaften des Fluids weitere probabilistische Parameter wie z.B. statistische Wetterdaten, Eintrittswahrscheinlichkeiten des Freisetzungsszenarien (z.B. die vom Riss im Schlauch) und bauliche Charakteristika der näheren Umgebung notwendig. Das Ergebnis sind sogenannte Risikozonen mit einem jeweiligen Sterblichkeitsrisiko.

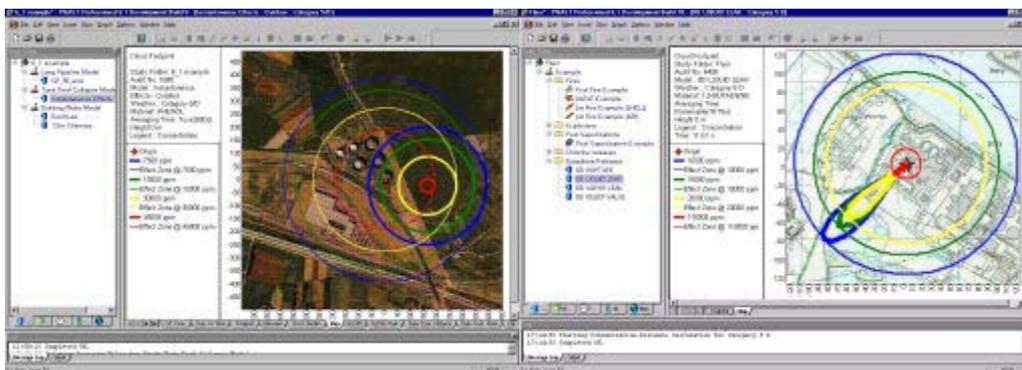


Abbildung 47: Screenshot des Programms PHAST

A 7. GATE AUSWERTUNGEN IM DETAIL

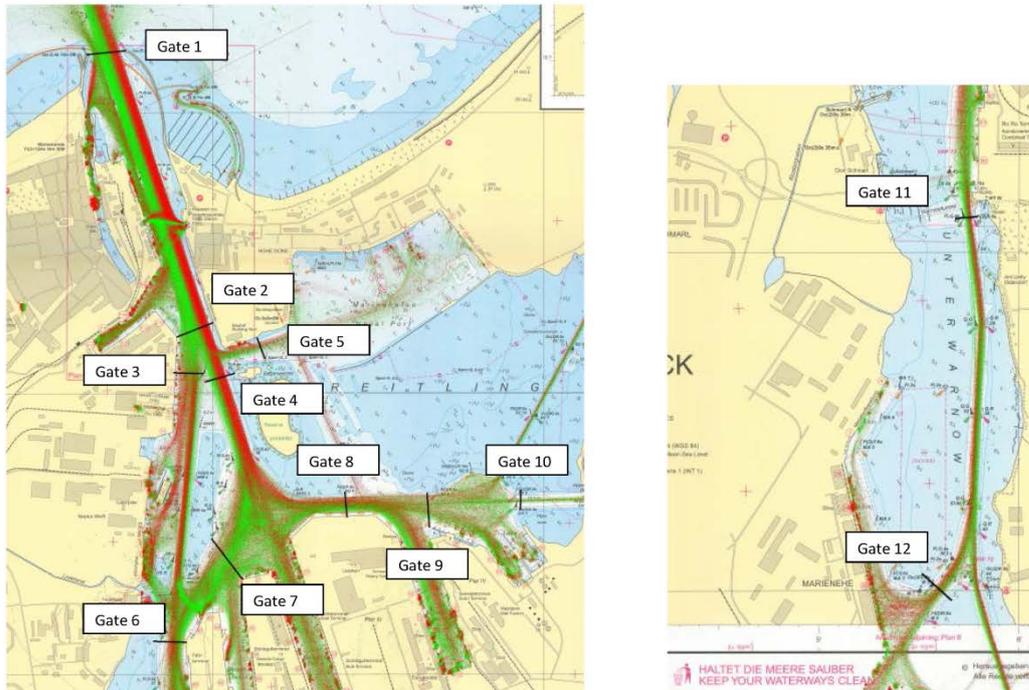


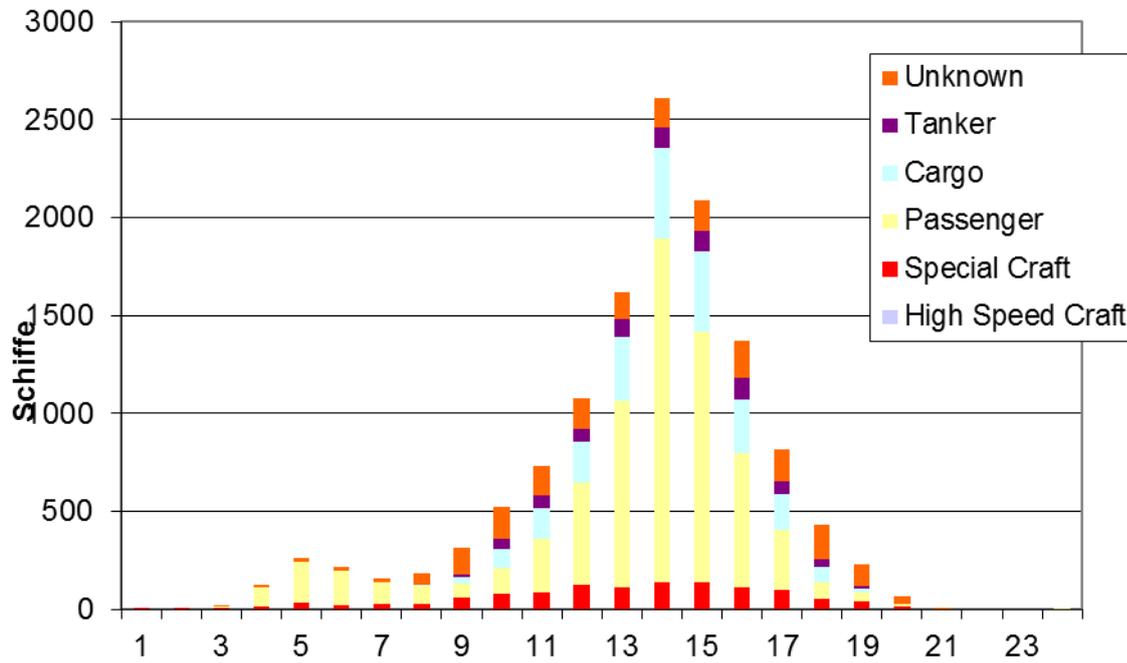
Abbildung 48: Gate Nummern

Gate 1 (Gatelänge = 255m)

Tabelle 61: Gateauswertung Gate 1

Position:	54.186765°N	54.187029°N	
	12.087326°O	12.091217°O	

Schiffstyp	Nordgehend	Südgehend	Gesamt über Tage: 184	Gesamt: (extrapoliert Jahr)
High Speed Craft	0	0	0	0
Special Craft	611	564	1175	2331
Passenger	3352	3476	6828	13545
Cargo	1132	1131	2263	4489
Tanker	362	359	721	1430
Unbekannt	925	927	1852	3674
Schiffe, gesamt	6382	6457	12839	25469



54.186765°N
12.087326°O

Segment

54.187029°N
12.091217°O

Abbildung 49: Lateralverteilung der Schiffstypen Gate 1 (alle Schiffe für 184 Tage)

Verteilung der Schiffslängen

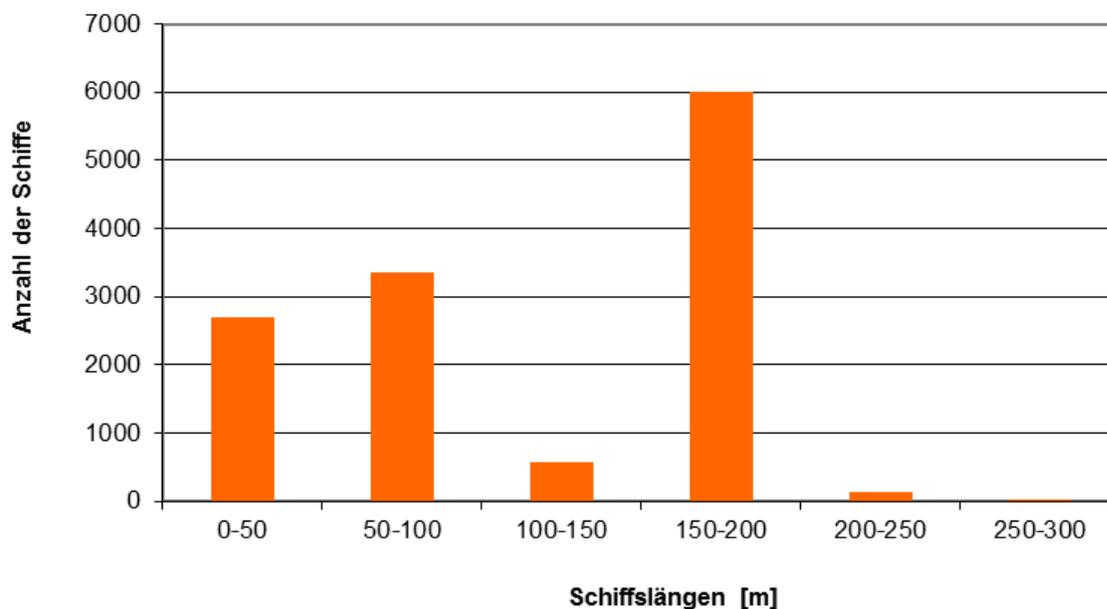


Abbildung 50: Verteilung der Schiffslängen Gate 1 (alle Schiffe für 184 Tage)

Verteilung der Geschwindigkeiten

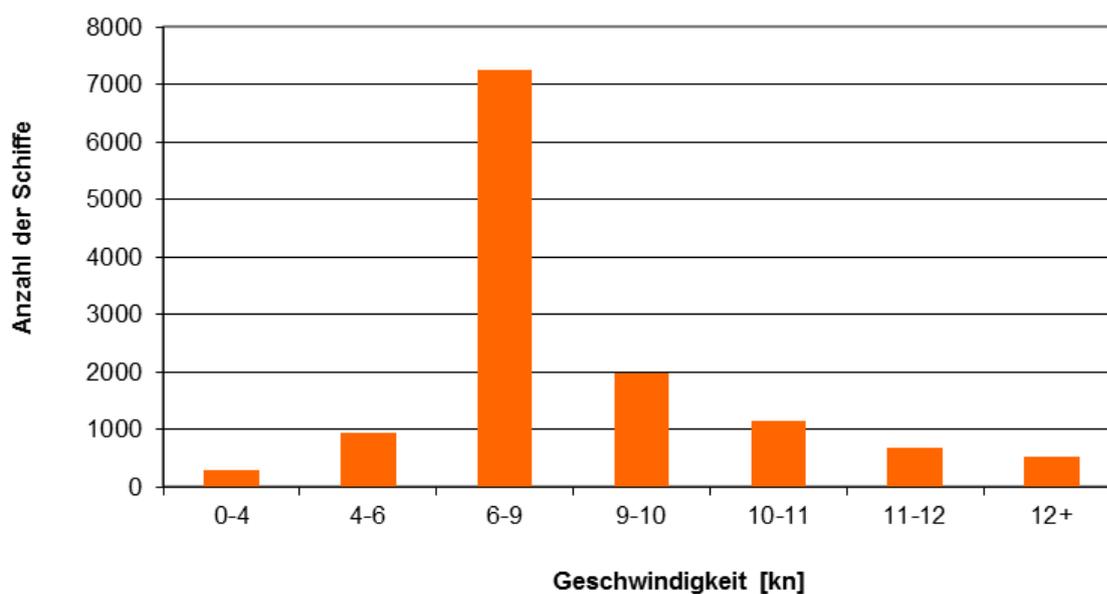


Abbildung 51: Verteilung der Geschwindigkeiten Gate 1 (alle Schiffe für 184 Tage)
Durchschnittsgeschwindigkeit $v = 8,33$ kn

Gate 2 (Gatelänge = 260m)

Tabelle 62: Gateauswertung Gate 2

Position:	54.170019° N	54.170653° N	
	12.096436° O	12.100261° O	

Schiffstyp	Nordgehend	Südgehend	Gesamt über Tage: 184	Gesamt: (extrapoliert Jahr)
High Speed Craft	0	0	0	0
Special Craft	889	816	1705	3382
Passenger	3786	3758	7544	14965
Cargo	1111	1146	2257	4477
Tanker	362	359	721	1430
Unbekannt	945	922	1867	3704
Schiffe, gesamt	7093	7001	14094	27958

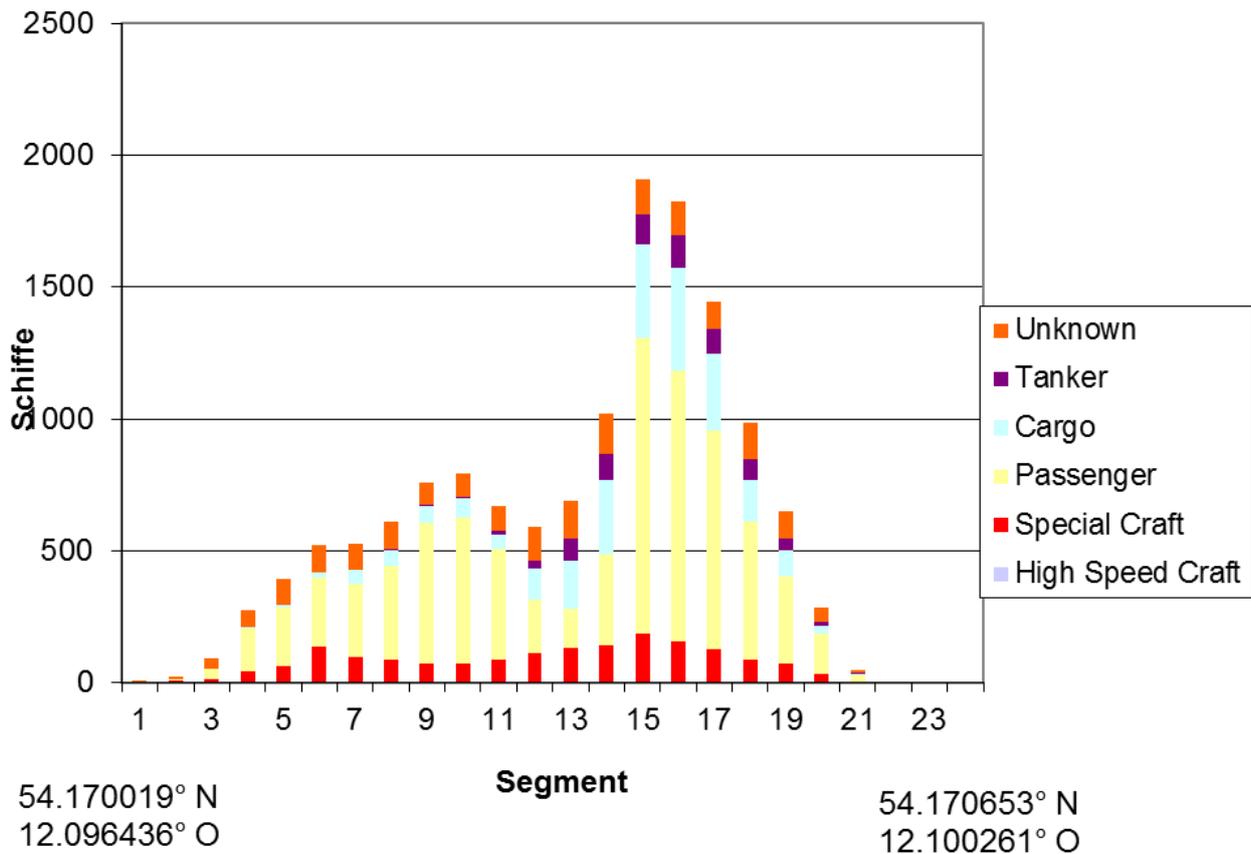


Abbildung 52: Lateralverteilung der Schiffstypen Gate 2 (alle Schiffe für 184 Tage)

Verteilung der Schiffslängen

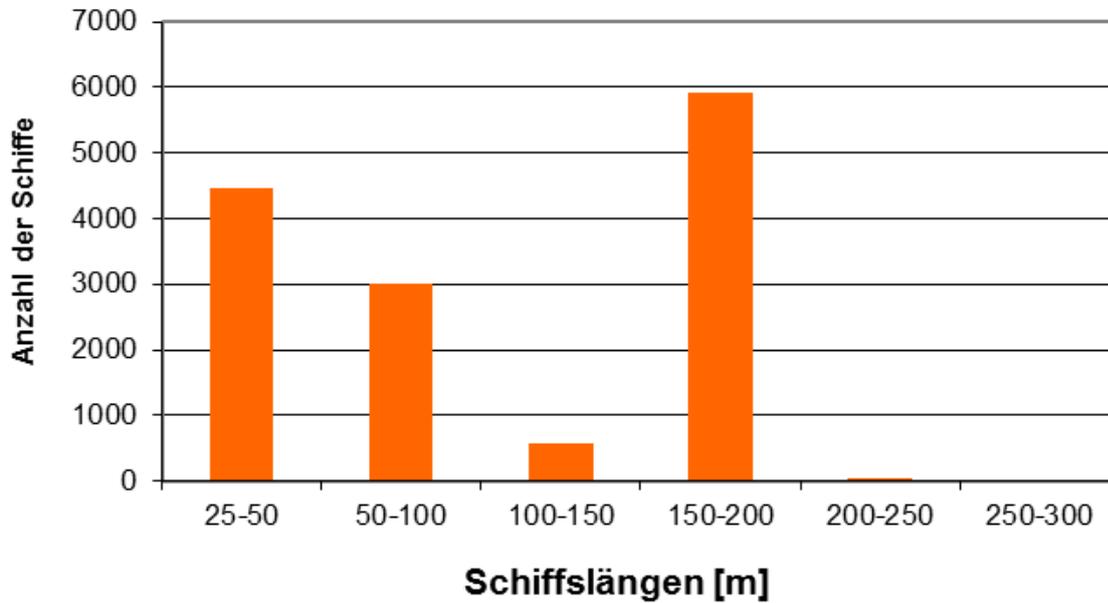


Abbildung 53: Verteilung der Schiffslängen Gate 2 (alle Schiffe für 184 Tage)

Verteilung der Geschwindigkeiten

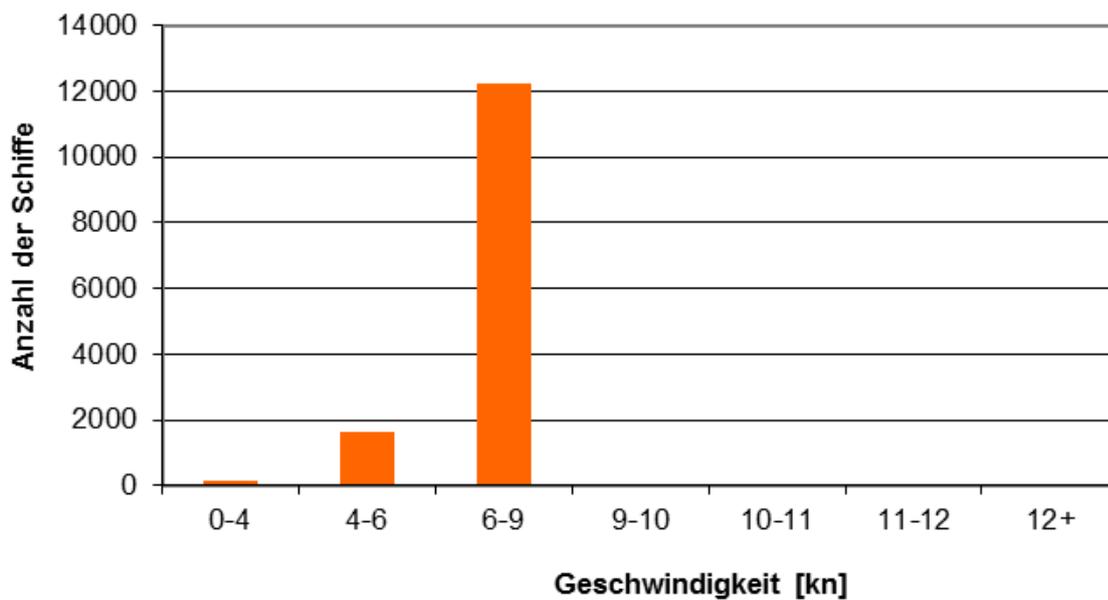


Abbildung 54: Verteilung der Geschwindigkeiten Gate 2 (alle Schiffe für 184 Tage)

Durchschnittsgeschwindigkeit $v = 6,97$ kn

Gate 3 (Gatelänge = 190m)

Tabelle 63: Gateauswertung Gate 3

Position:	54.167895° N	54.167865° N	
	12.096229° E	12.099131° E	

Schiffstyp	Nordgehend	Südgehend	Gesamt über Tage: 184	Gesamt: (extrapoliert Jahr)
High Speed Craft	0	0	0	0
Special Craft	373	353	726	1440
Passenger	1413	1775	3188	6324
Cargo	280	138	418	829
Tanker	15	12	27	54
Unbekannt	638	440	1078	2138
Schiffe, gesamt	2719	2718	5437	10785

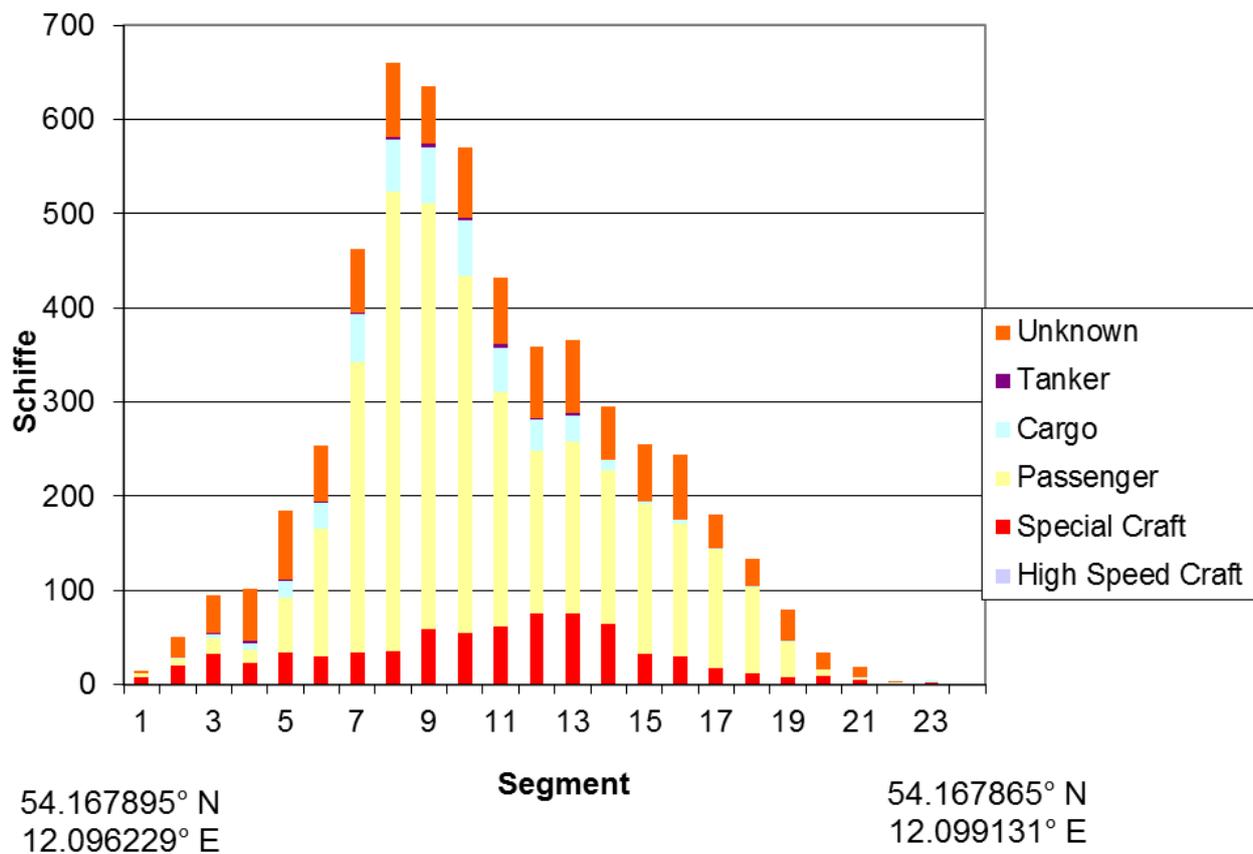


Abbildung 55: Lateralverteilung der Schiffstypen Gate 3 (alle Schiffe für 184 Tage)

Verteilung der Schiffslängen

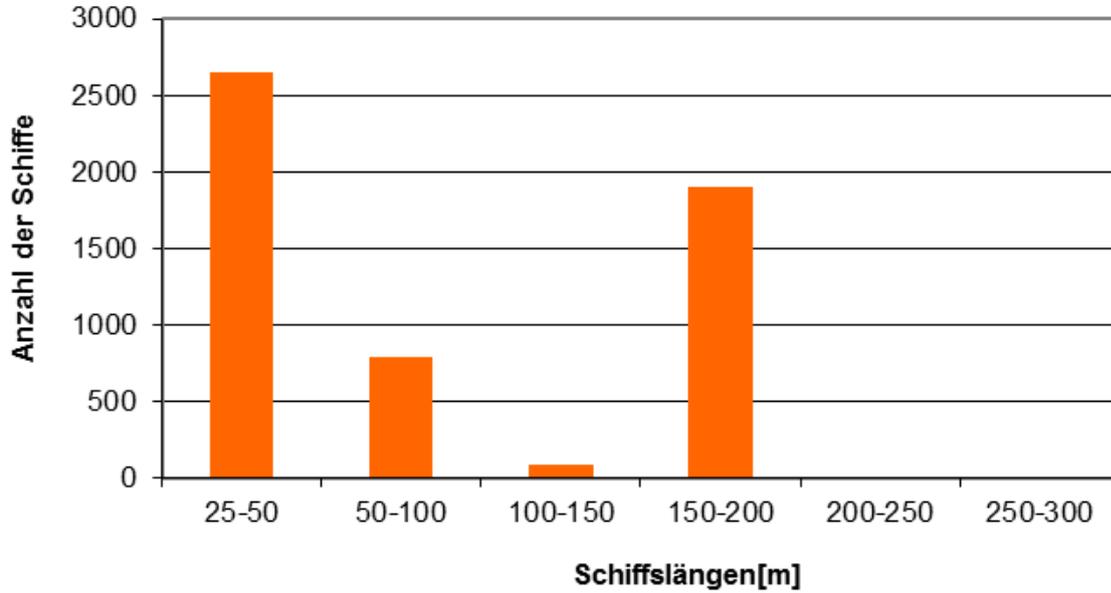


Abbildung 56: Verteilung der Schiffslängen Gate 3 (alle Schiffe für 184 Tage)

Verteilung der Geschwindigkeiten

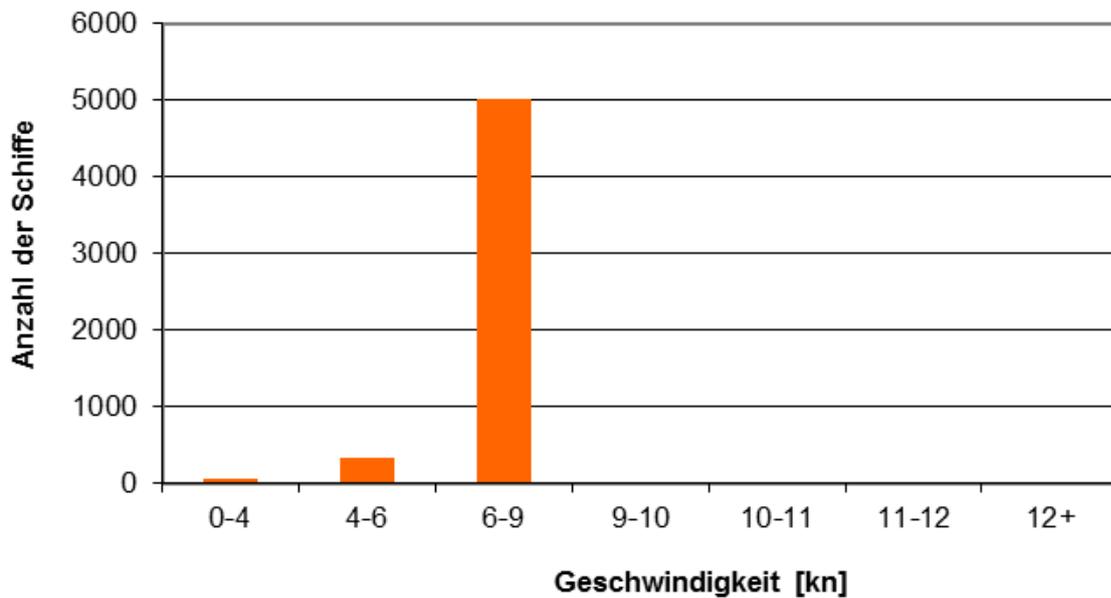


Abbildung 57: Verteilung der Geschwindigkeiten Gate 3 (alle Schiffe für 184 Tage)

Durchschnittsgeschwindigkeit $v = 7,13$ kn

Gate 4 (Gatelänge = 142m)

Tabelle 64: Gateauswertung Gate 4

Position:	54.167865°N	54.168253°N	
	12.099131°E	12.101206°E	

Schiffstyp	Nordgehend	Südgehend	Gesamt über Tage: 184	Gesamt: (extrapoliert Jahr)
High Speed Craft	0	0	0	0
Special Craft	355	501	856	1698
Passenger	3610	964	4574	9073
Cargo	923	919	1842	3654
Tanker	342	345	687	1363
Unbekannt	470	244	714	1416
Schiffe, gesamt	5700	2973	8673	17205

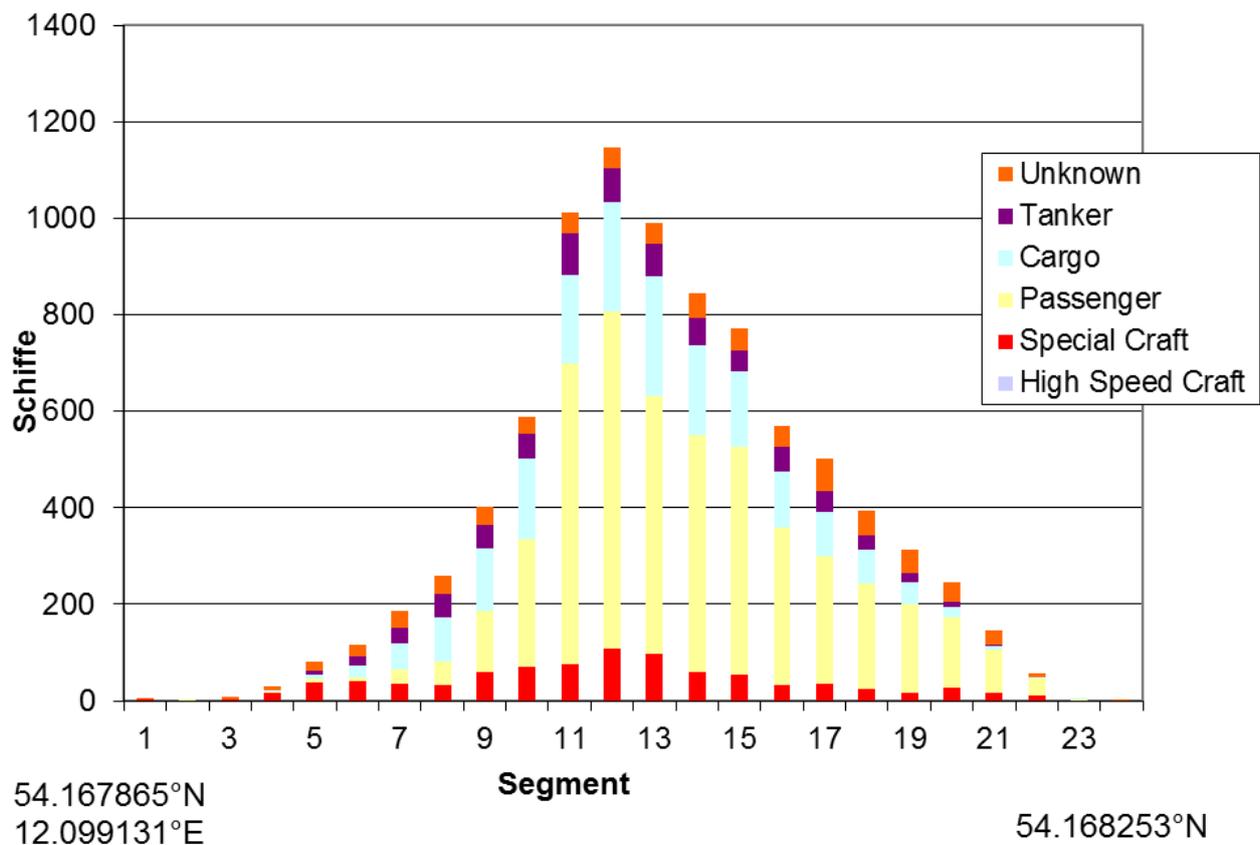


Abbildung 58: Lateralverteilung der Schiffstypen Gate 4 (alle Schiffe für 184 Tage)

Verteilung der Schiffslängen

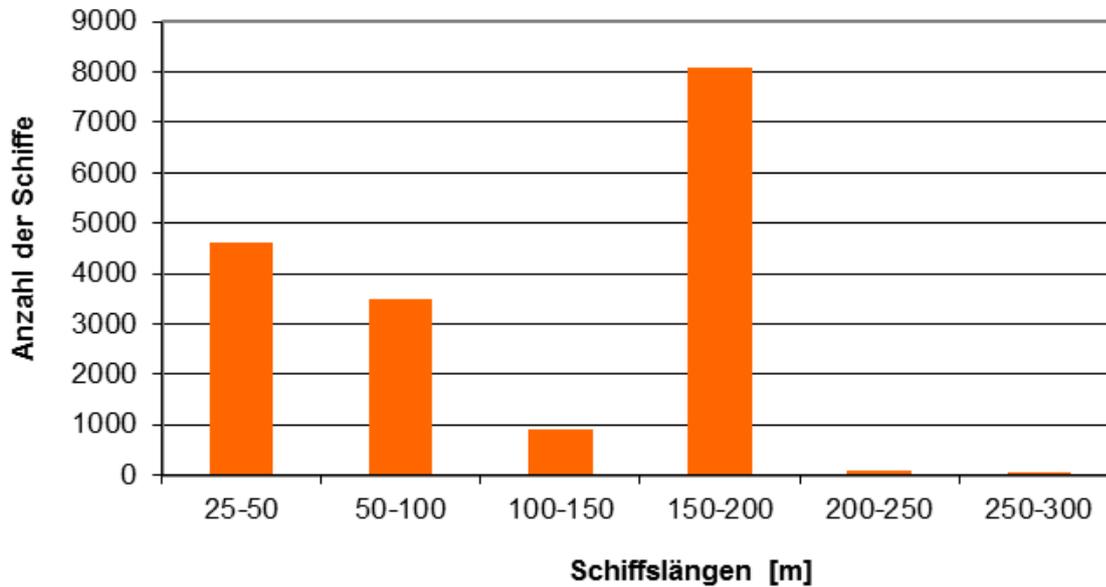


Abbildung 59: Verteilung der Schiffslängen Gate 4 (alle Schiffe für 184 Tage)

Verteilung der Geschwindigkeiten

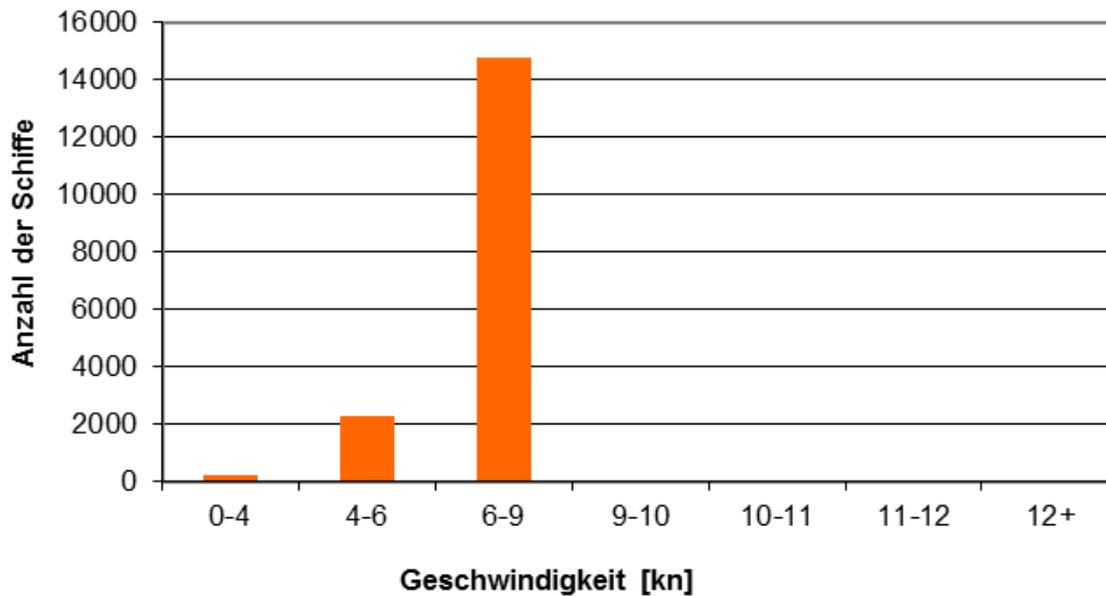


Abbildung 60: Verteilung der Geschwindigkeiten Gate 4 (alle Schiffe für 184 Tage)
Durchschnittsgeschwindigkeit $v = 6,87$ kn

Gate 5 (Gatelänge = 154m)

Tabelle 65: Gateauswertung Gate 5

Position:	54.169959°N 12.104754°E	54.168612°N 12.105291°E		
Schiffstyp	Westgehend	Ostgehend	Gesamt über Tage: 184	Gesamt: (extrapoliert Jahr)
High Speed Craft	0	0	0	0
Special Craft	207	308	515	1022
Passenger	73	1	74	147
Cargo	0	0	0	0
Tanker	14	16	30	60
Unbekannt	195	195	390	774
Schiffe, gesamt	489	520	1009	2002

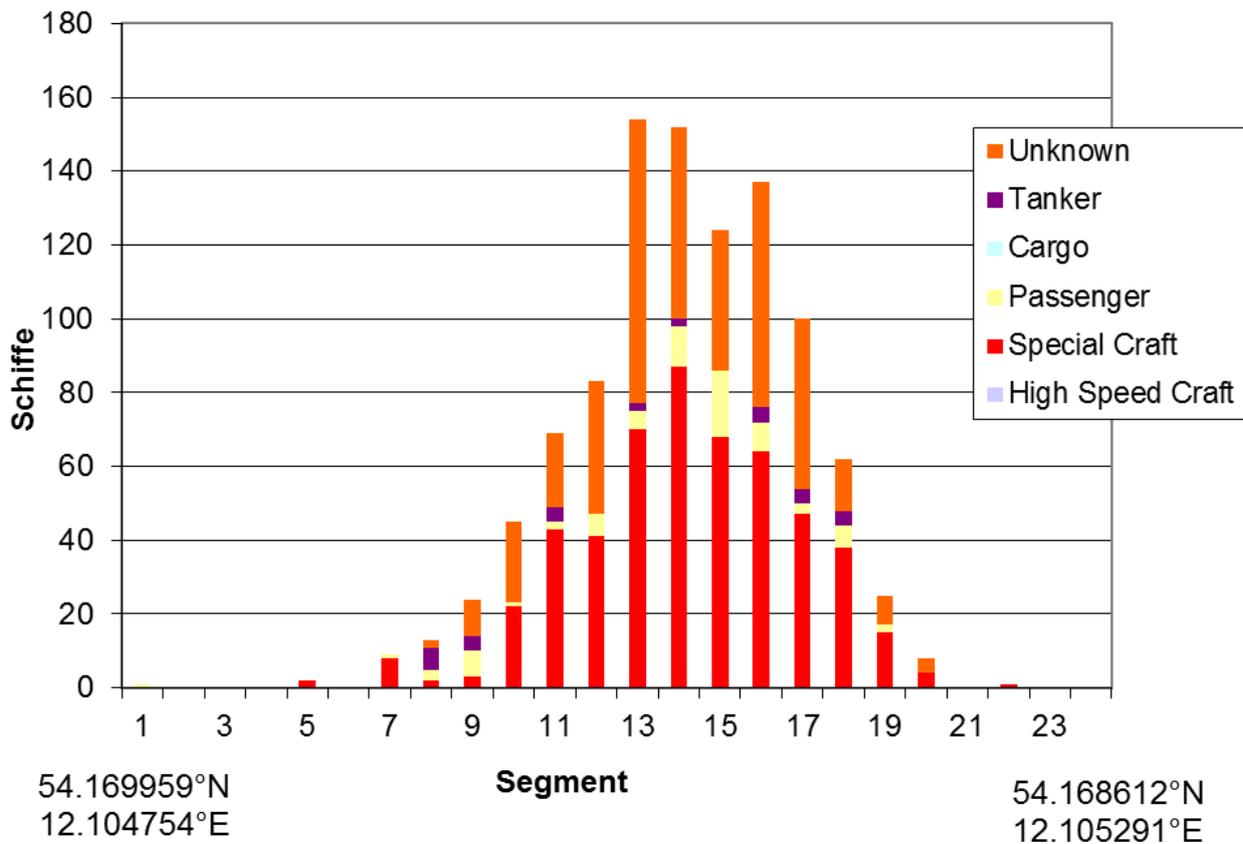


Abbildung 61: Lateralverteilung der Schiffstypen Gate 5 (alle Schiffe für 184 Tage)

Verteilung der Schiffslängen

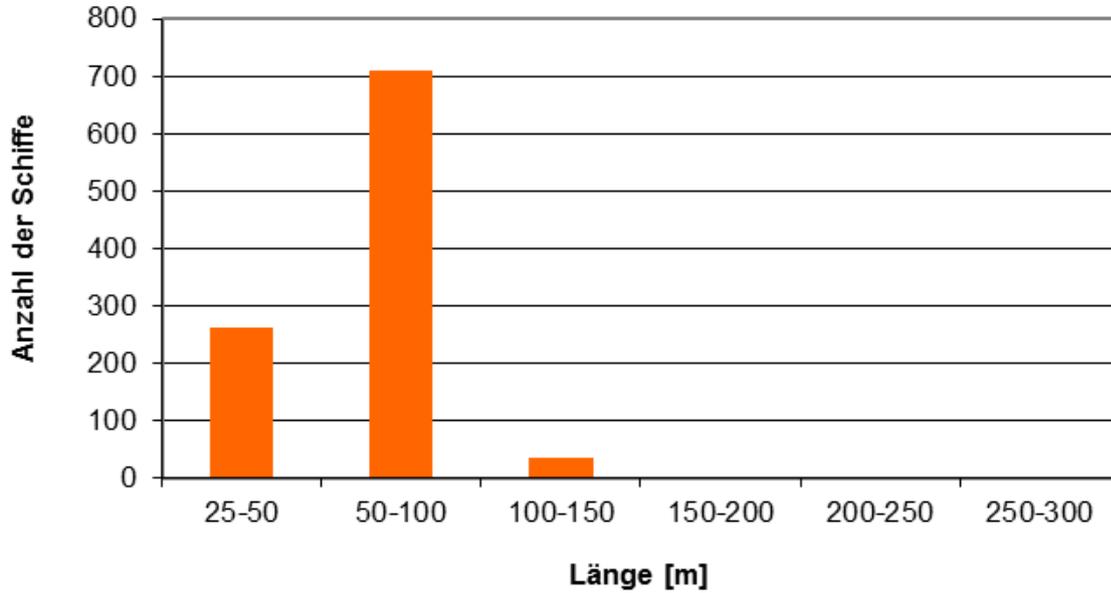


Abbildung 62: Verteilung der Schiffslängen Gate 5 (alle Schiffe für 184 Tage)

Verteilung der Geschwindigkeiten

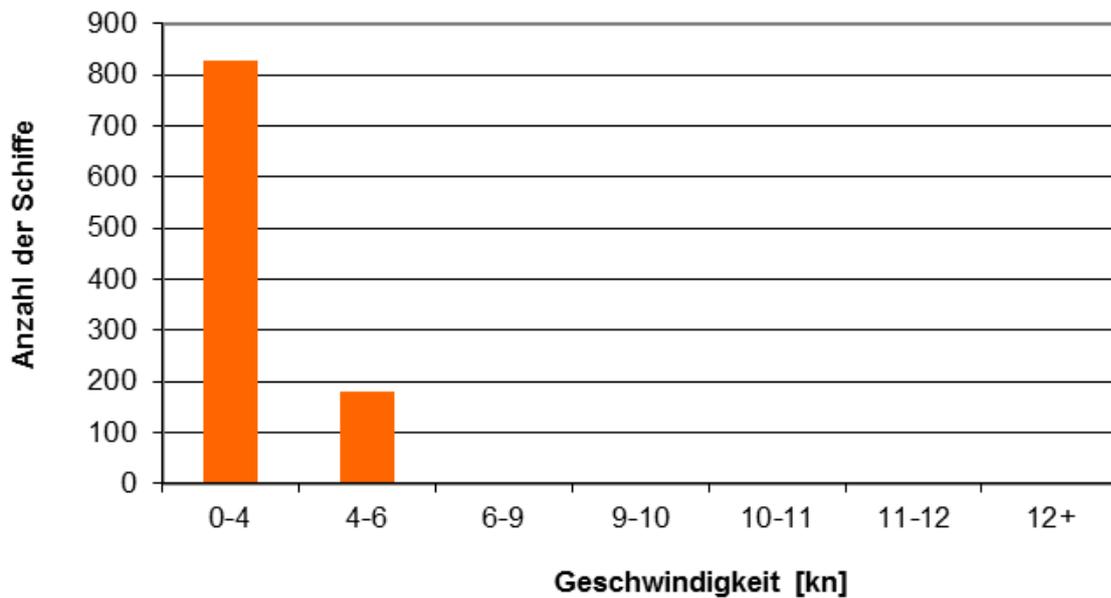


Abbildung 63: Verteilung der Geschwindigkeiten Gate 5 (alle Schiffe für 184 Tage)

Durchschnittsgeschwindigkeit $v = 6,45$ kn

Gate 6 (Gatelänge = 226m)

Tabelle 66: Gateauswertung Gate 6

Position:	54.151904°N 12.093874°E	54.151883°N 12.097328°E		
Schiffstyp	Nordgehend	Südgehend	Gesamt über Tage: 184	Gesamt: (extrapoliert Jahr)
High Speed Craft	0	0	0	0
Special Craft	292	197	489	970
Passenger	2062	1893	3955	7846
Cargo	815	735	1550	3075
Tanker	308	202	510	1012
Unbekannt	989	867	1856	3682
Schiffe, gesamt	4466	3894	8360	16584

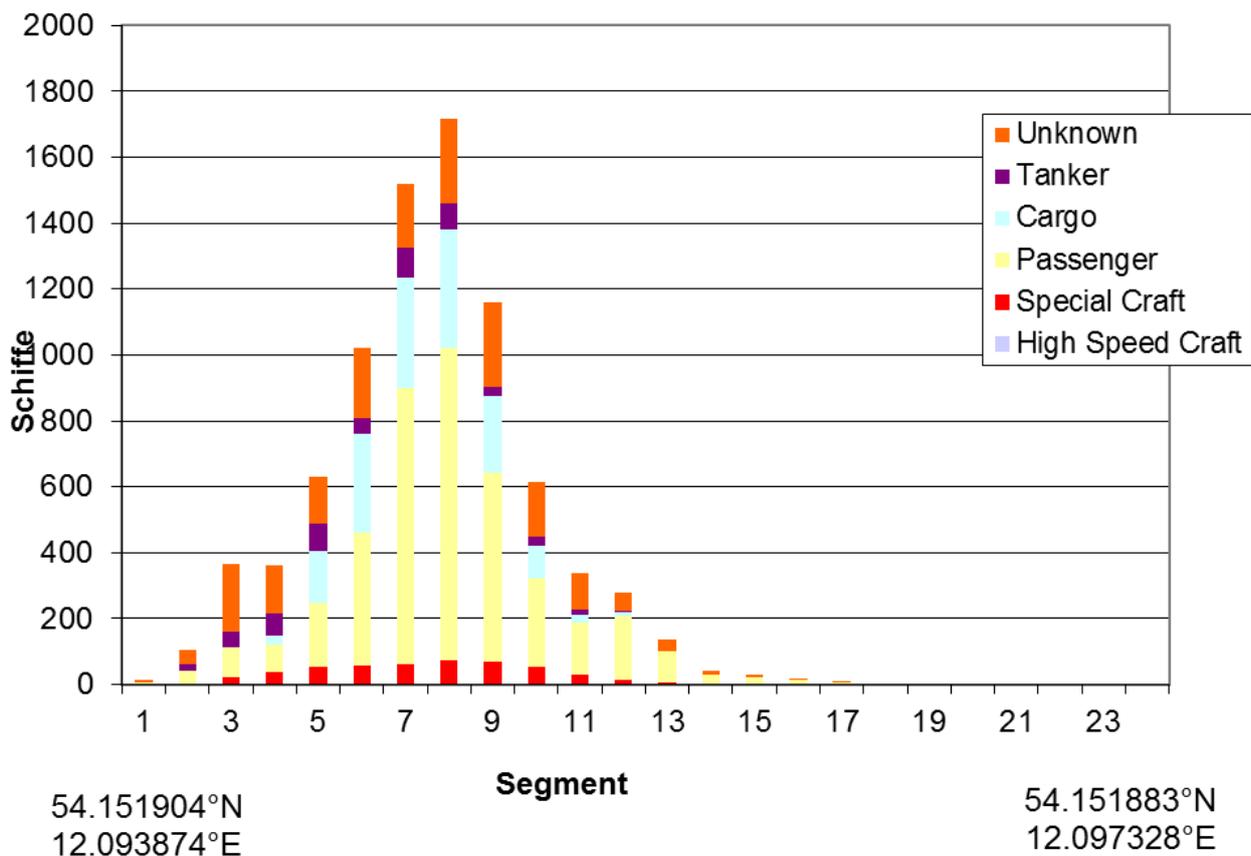


Abbildung 64: Lateralverteilung der Schiffstypen Gate 6 (alle Schiffe für 184 Tage)

Verteilung der Schiffslängen

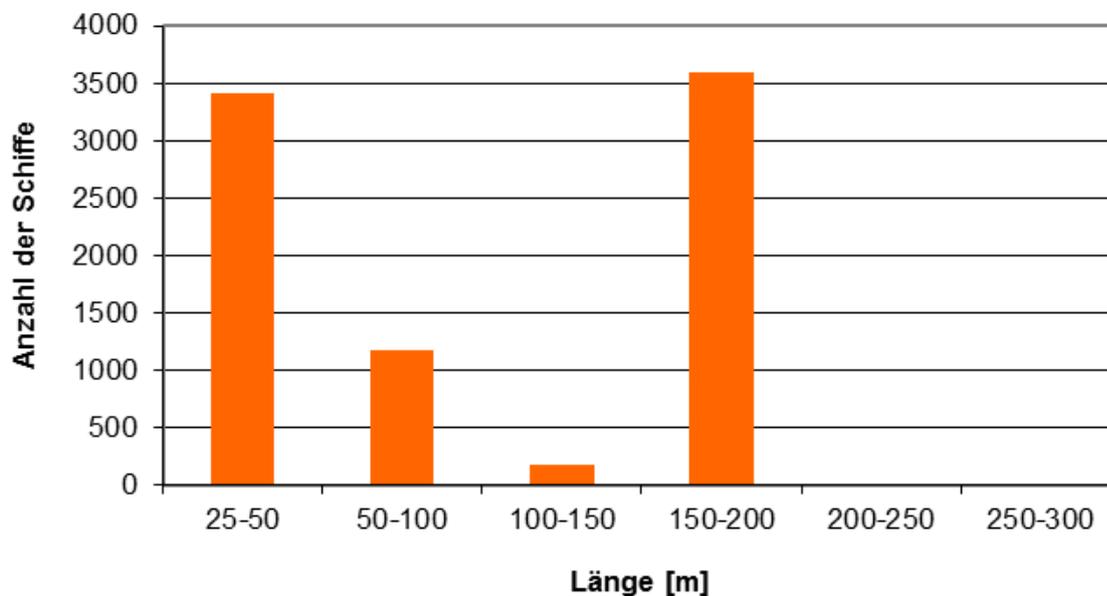


Abbildung 65: Verteilung der Schiffslängen Gate 6 (alle Schiffe für 184 Tage)

Verteilung der Geschwindigkeiten

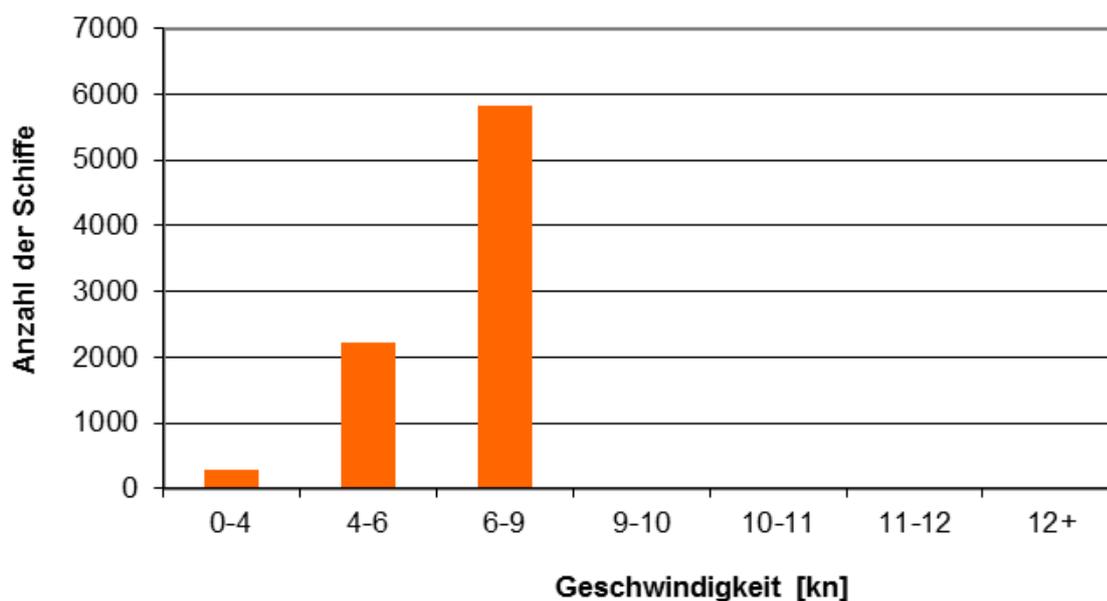


Abbildung 66: Verteilung der Geschwindigkeiten Gate 6 (alle Schiffe für 184 Tage)

Durchschnittsgeschwindigkeit $v = 6,59$ kn

Gate 7 (Gatelänge = 329m)

Tabelle 67: Gateauswertung Gate 7

Position:	54.157309°N	54.155629°N	
	12.098793°O	12.102931°O	

Schiffstyp	Nordgehend	Südgehend	Gesamt über Tage: 184	Gesamt: (extrapoliert Jahr)
High Speed Craft	0	0	0	0
Special Craft	42	46	88	175
Passenger	931	3028	3959	7853
Cargo	330	391	721	1430
Tanker	142	131	273	542
Unbekannt	173	404	577	1145
Schiffe, gesamt	1618	4000	5618	11144

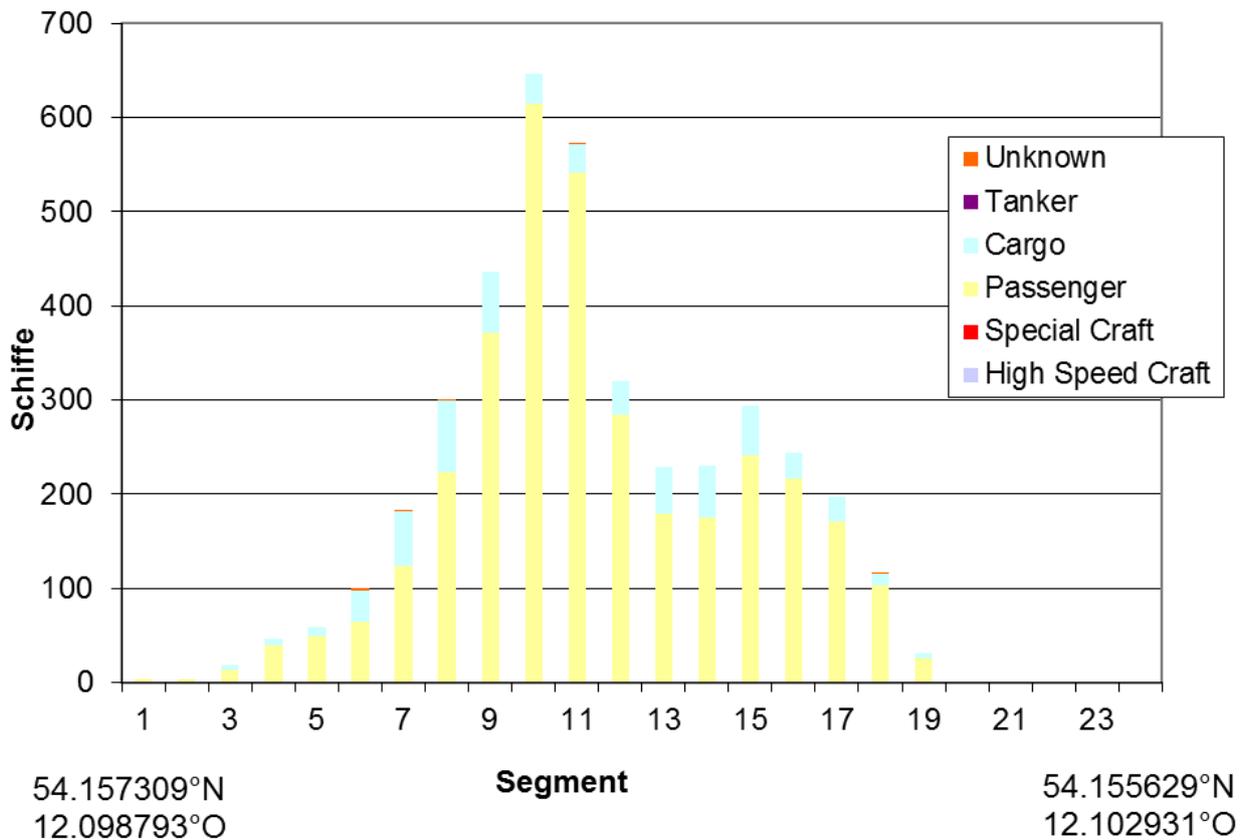


Abbildung 67: Lateralverteilung der Schiffstypen Gate 7 (alle Schiffe für 184 Tage)

Verteilung der Schiffslängen

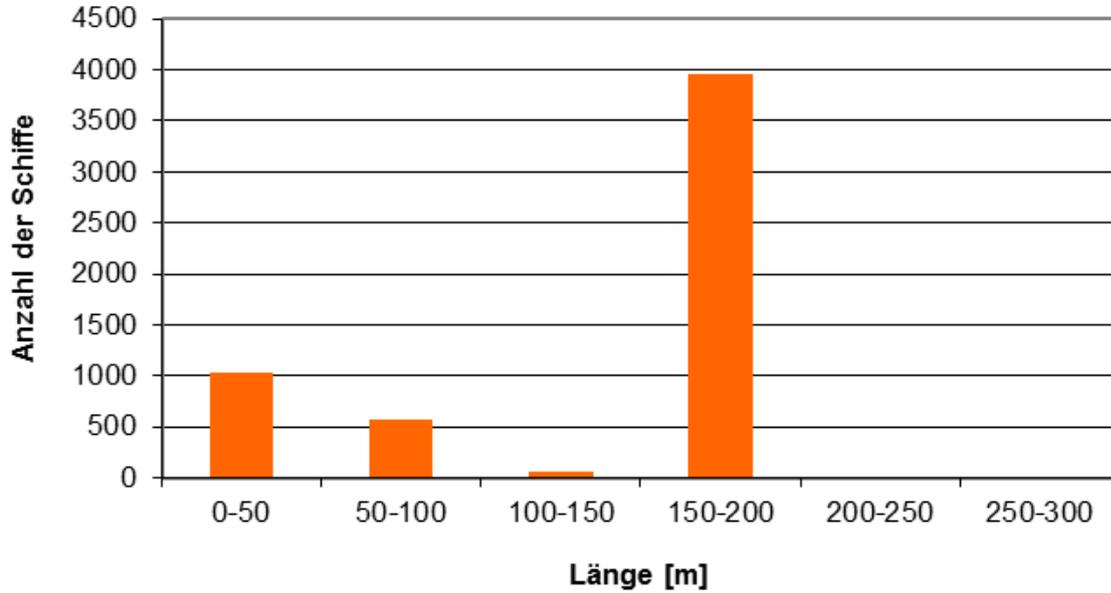


Abbildung 68: Verteilung der Schiffslängen Gate 7 (alle Schiffe für 184 Tage)

Verteilung der Geschwindigkeiten

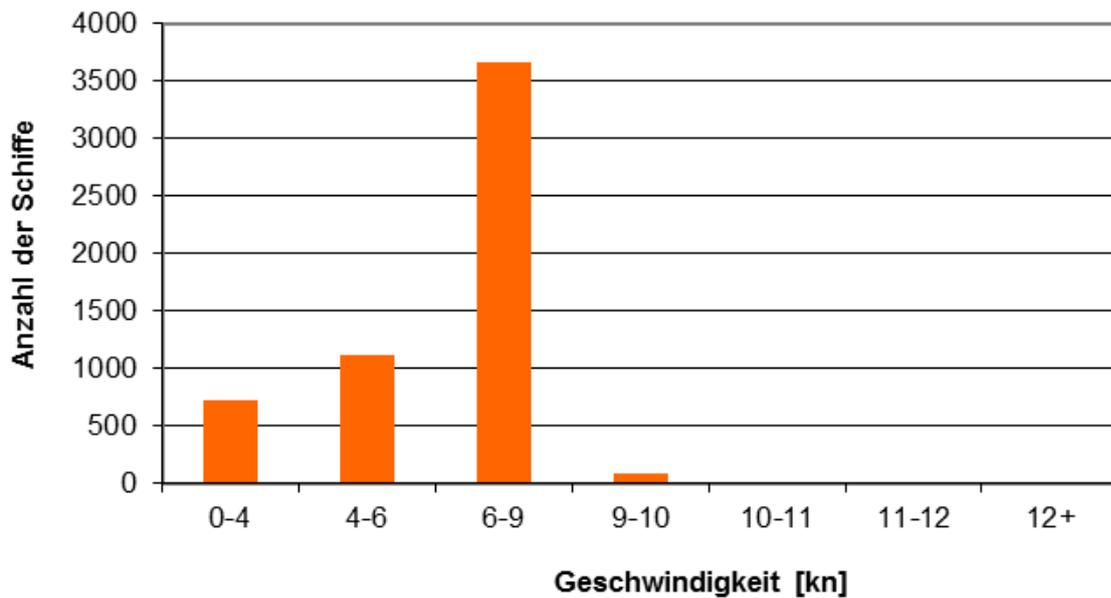


Abbildung 69: Verteilung der Geschwindigkeiten Gate 7 (alle Schiffe für 184 Tage)

Durchschnittsgeschwindigkeit $v = 6,37$ kn

Gate 8 (Gatelänge = 147m)

Tabelle 68: Gateauswertung Gate 8

Position:	54.159363°N 12.112829°O	54.160681°N 12.112829°O		
Schiffstyp	Westgehend	Ostgehend	Gesamt über Tage: 184	Gesamt: (extrapoliert Jahr)
High Speed Craft	0	0	0	0
Special Craft	455	483	938	1861
Passenger	4	1097	1101	2184
Cargo	660	664	1324	2626
Tanker	990	984	1974	3916
Unbekannt	482	506	988	1960
Schiffe, gesamt	2591	3734	6325	12547

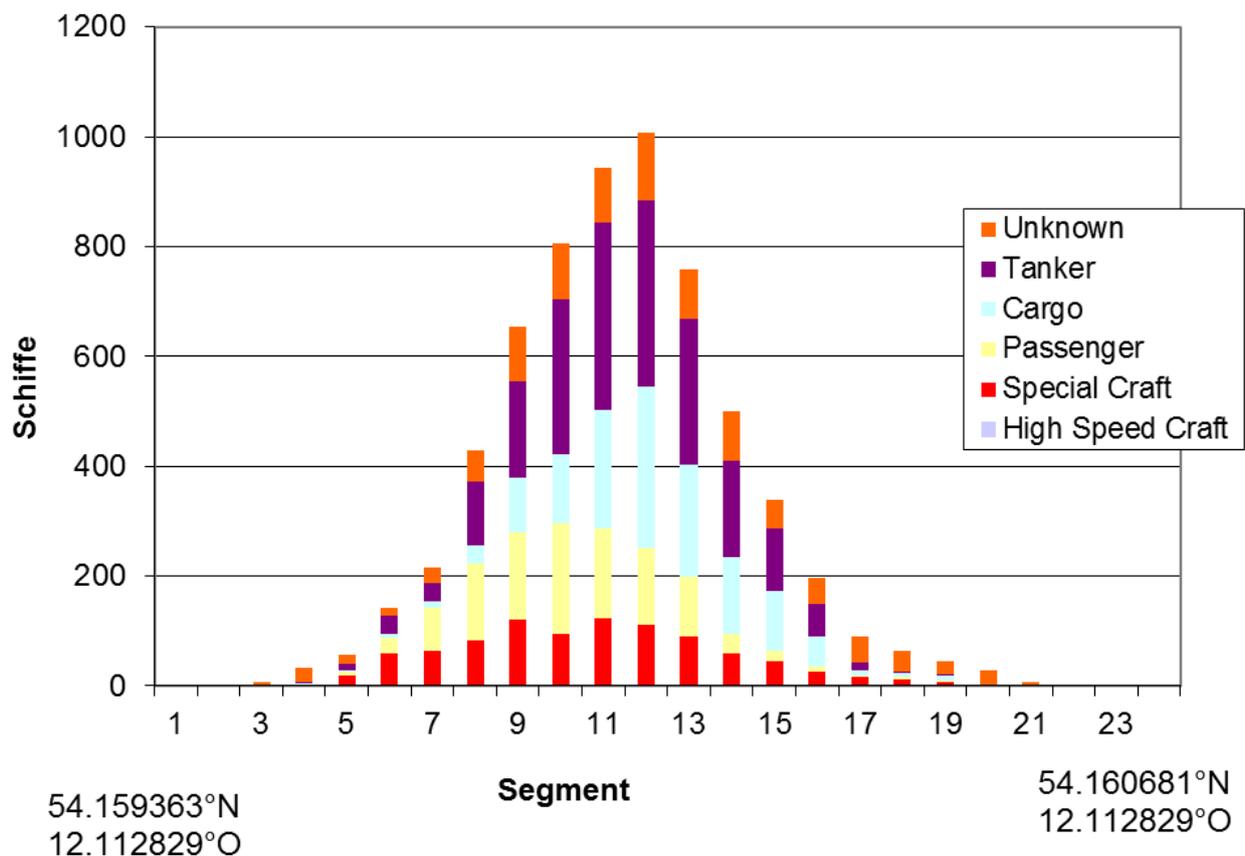


Abbildung 70: Lateralverteilung der Schiffstypen Gate 8 (alle Schiffe für 184 Tage)

Verteilung der Schiffslängen

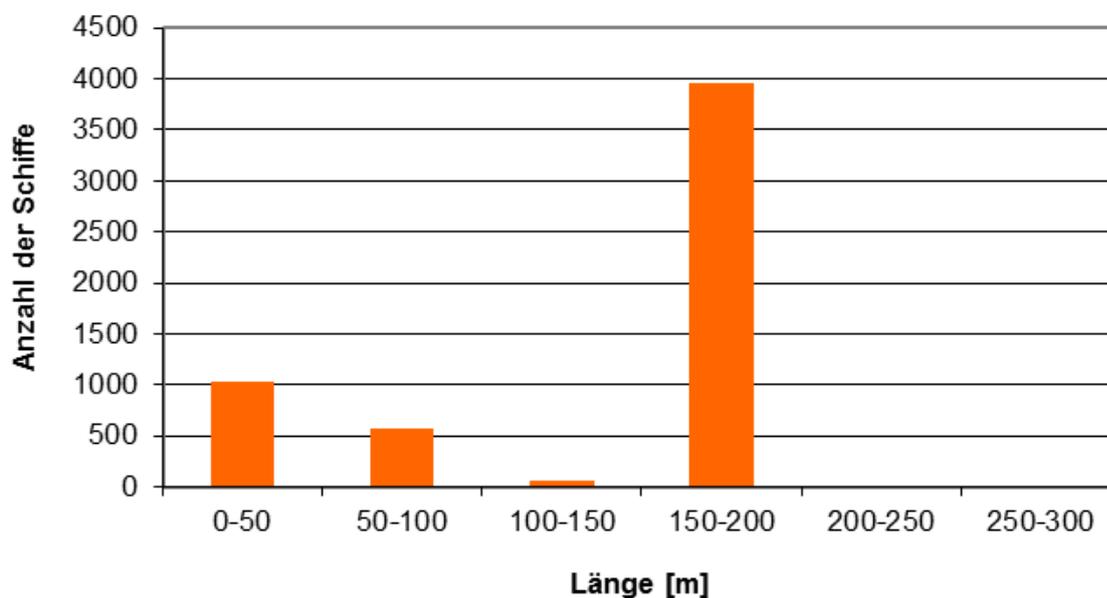


Abbildung 71: Verteilung der Schiffslängen Gate 8 (alle Schiffe für 184 Tage)

Verteilung der Geschwindigkeiten

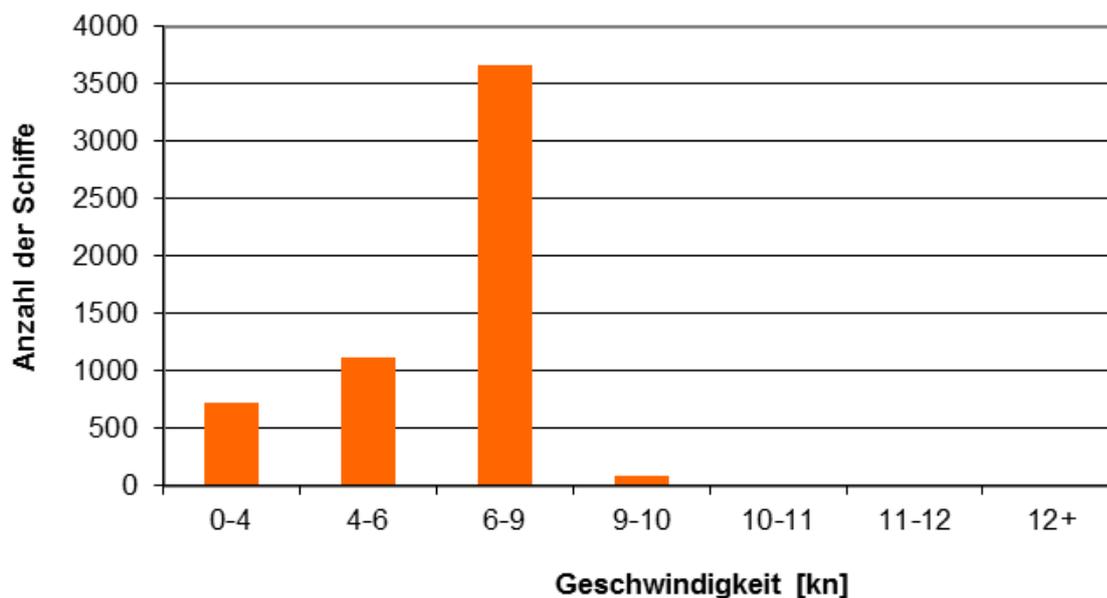


Abbildung 72: Verteilung der Geschwindigkeiten Gate 8 (alle Schiffe für 184 Tage)
Durchschnittsgeschwindigkeit $v = 5,96$ kn

Gate 9 (Gatelänge = 245m)

Tabelle 69: Gateauswertung Gate 9

Position:	54.158724 °N 12.121848 °O	54.160906 °N 12.121358 °O	
------------------	------------------------------	------------------------------	--

Schiffstyp	Westgehend	Ostgehend	Gesamt über Tage: 184	Gesamt:
				(extrapoliert Jahr)
High Speed Craft	0	0	0	0
Special Craft	191	234	425	843
Passenger	3	18	21	42
Cargo	4	8	12	24
Tanker	668	690	1358	2694
Unbekannt	434	419	853	1692
Schiffe, gesamt	1300	1369	2669	5294

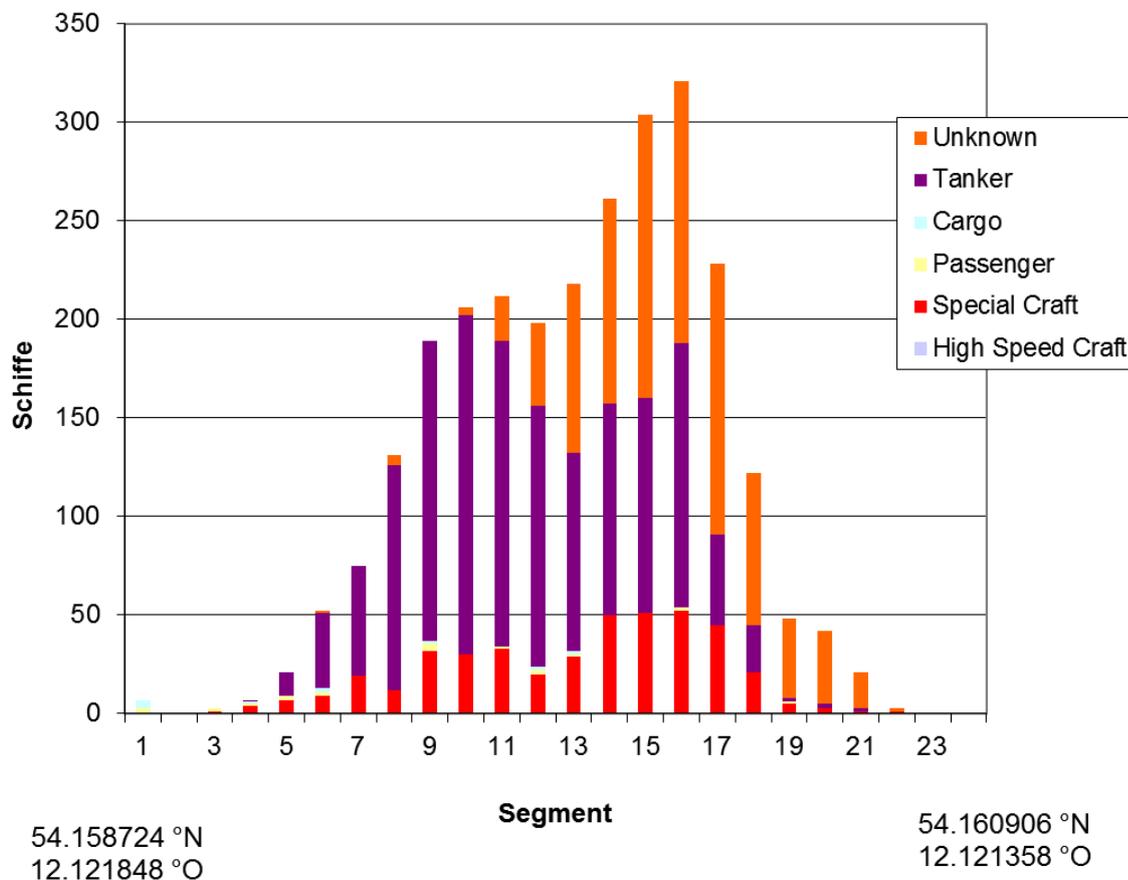


Abbildung 73: Lateralverteilung der Schiffstypen Gate 9 (alle Schiffe für 184 Tage)

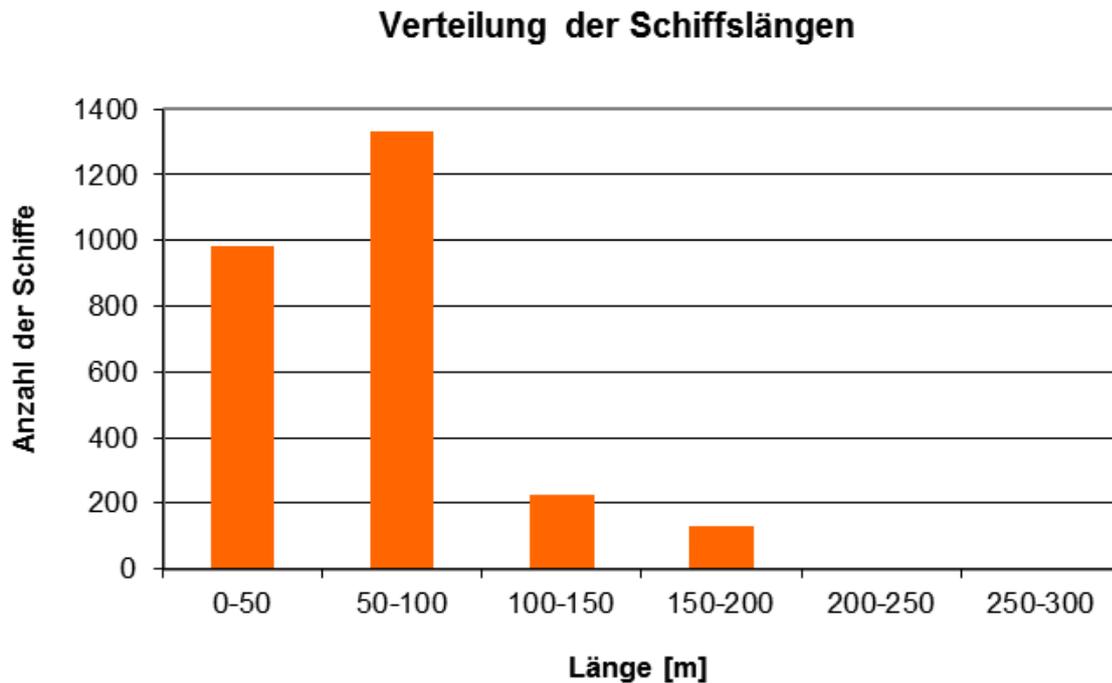


Abbildung 74: Verteilung der Schiffslängen Gate 9 (alle Schiffe für 184 Tage)

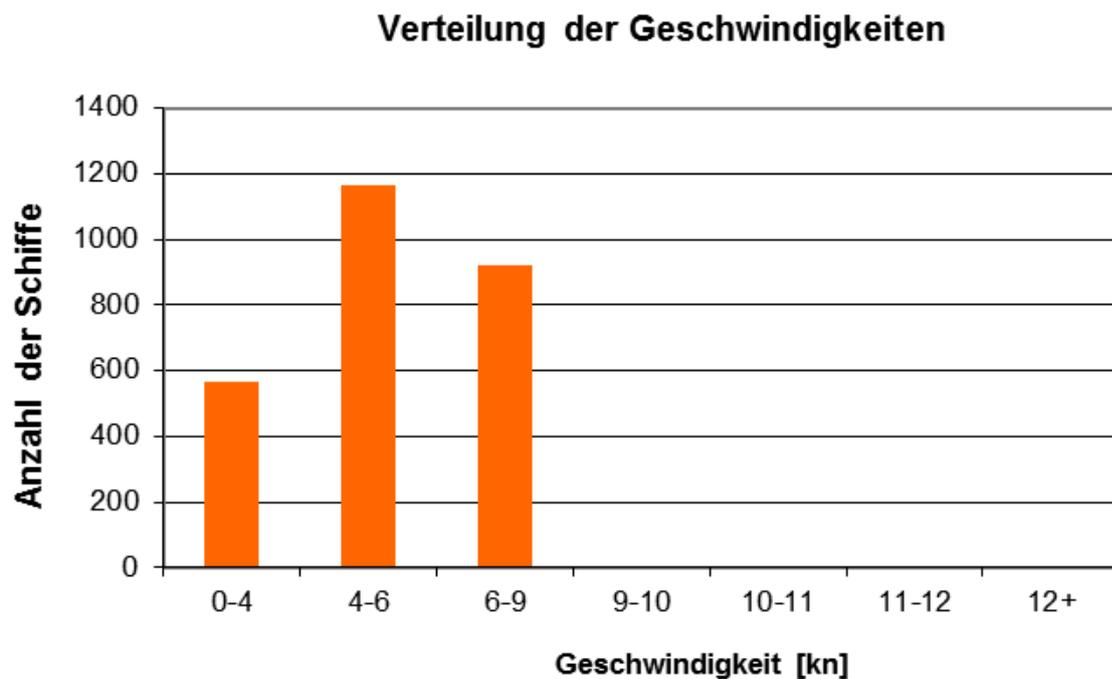


Abbildung 75: Verteilung der Geschwindigkeiten Gate 9 (alle Schiffe für 184 Tage)
 Durchschnittsgeschwindigkeit $v = 5,45$ kn

A 8. ANHANG DETAILS KAPITEL 9, ARBEITSPAKET 4

A-5.N

Schiffssegmente	Wachstum 2020	Effizienzgewinn NB	Effizienzgewinn OP	Total
General Cargo	10%	20% x 5/25 o. 5/50	4%	101%-103%
Tanker	0%	20% x 5/25 o. 5/50	4%	92%-94%
Bulker	0%	20% x 5/25 o. 5/50	4%	92%-94%
Cruise/Passenger	15%	20% x 5/25 o. 5/50	4%	106%-108%
Tug	10%	20% x 5/25 o. 5/50	4%	101%-103%
Authorities	10%	20% x 5/25 o. 5/50	4%	101%-103%
Service	8%	20% x 5/25 o. 5/50	4%	100%-102%
Leisure	10%	20% x 5/25 o. 5/50	4%	101%-103%
RoRo	20%	20% x 5/25 o. 5/50	4%	111%-113%
Offshore	15%	20% x 5/25	4%	106%

Verbrauchsentwicklung 2014/2015 bis 2020 im Szenario „Niedriges Wachstum“ [2014/15 = 100%]

A-6.N

Schiffssegmente	Wachstum 2025	Effizienzgewinn NB	Effizienzgewinn OP	Total
General Cargo	21%	20% x 10/25 o. 10/50	8%	102%-107%
Tanker	0%	20% x 10/25 o. 10/50	8%	85%-88%
Bulker	0%	20% x 10/25 o. 10/50	8%	85%-88%
Cruise/Passenger	20%	20% x 10/25 o. 10/50	8%	102%-106%
Tug	10%	20% x 10/25 o. 10/50	8%	93%-97%
Authorities	10%	20% x 10/25 o. 10/50	8%	93%-97%
Service	16%	20% x 10/25 o. 10/50	8%	98%-102%
Leisure	10%	20% x 10/25 o. 10/50	8%	93%-97%
RoRo	44%	20% x 10/25 o. 10/50	8%	122%-127%
Offshore	20%	20% x 10/25	8%	102%

Verbrauchsentwicklung 2014/2015 bis 2025 im Szenario „Niedriges Wachstum“ [2014/15 = 100%]

A-5.H

Schiffssegmente	Wachstum 2020	Effizienzgewinn NB	Effizienzgewinn OP	Total
General Cargo	16%	10% x 5/25 o. 5/50	2%	111%-113%
Tanker	19%	10% x 5/25 o. 5/50	2%	114%-115%
Bulker	8%	10% x 5/25 o. 5/50	2%	104%-105%
Cruise/Passenger	20%	10% x 5/25 o. 5/50	2%	115%-116%
Tug	15%	10% x 5/25 o. 5/50	2%	110%-112%
Authorities	15%	10% x 5/25 o. 5/50	2%	110%-112%
Service	20%	10% x 5/25 o. 5/50	2%	115%-116%
Leisure	10%	10% x 5/25 o. 5/50	2%	106%-107%
RoRo	26%	10% x 5/25 o. 5/50	2%	121%-122%
Offshore	20%	10% x 5/25	2%	115%

Verbrauchsentwicklung 2014/2015 bis 2020 im Szenario „Hohes Wachstum“ [2014/15 = 100%]

A-6.H

Schiffssegmente	Wachstum 2025	Effizienzgewinn NB	Effizienzgewinn OP	Total
General Cargo	34%	10% x 10/25 o. 10/50	4%	123%-126%
Tanker	41%	10% x 10/25 o. 10/50	4%	130%-133%
Bulker	16%	10% x 10/25 o. 10/50	4%	107%-109%
Cruise/Passenger	30%	10% x 10/25 o. 10/50	4%	120%-122%
Tug	20%	10% x 10/25 o. 10/50	4%	111%-113%
Authorities	20%	10% x 10/25 o. 10/50	4%	111%-113%
Service	40%	10% x 10/25 o. 10/50	4%	129%-132%
Leisure	20%	10% x 10/25 o. 10/50	4%	111%-113%
RoRo	58%	10% x 10/25 o. 10/50	4%	146%-149%
Offshore	25%	10% x 10/25	4%	115%

Verbrauchsentwicklung 2014/2015 bis 2025 im Szenario „Hohes Wachstum“ [2014/15 = 100%]

A-12.N

Schiffssegmente	<1.000 GT	1.000-5.000 GT	5.000-10.000 GT	10.000-25.000 GT	>25.000 GT	Summe
General Cargo	18	139	111	0	0	268
Tanker	8	0	0	0	0	8
Bulker	0	59	0	58	112	229
Cruise/Passenger	64	0	0	2.314	8.984	11.361
Tug	57	16	0	0	0	73
Authorities	17	0	0	0	0	17
Service	22	27	0	0	0	49
Leisure	20	17	0	0	0	37
RoRo	0	0	379	3.147	1.200	4.726
Offshore	6	37	0	0	0	42
Summe	211	294	490	5.519	10.296	16.810

Für Rostock relevanter LNG-Bedarf 2020 im Szenario „Niedriges Wachstum“ [t LNGeq/a]

A-13.N

Schiffssegmente	<1.000 GT	1.000-5.000 GT	5.000-10.000 GT	10.000-25.000 GT	>25.000 GT	Summe
General Cargo	66	1.074	563	0	0	1.703
Tanker	19	0	0	188	0	206
Bulker	0	93	0	160	360	613
Cruise/Passenger	136	0	411	5.913	22.459	28.920
Tug	78	15	0	0	0	93
Authorities	18	17	0	0	0	35
Service	33	27	0	0	0	60
Leisure	20	16	0	0	0	36
RoRo	0	0	835	7.590	2.646	11.072
Offshore	13	88	0	0	0	101
Summe	383	1.329	1.810	13.852	25.465	42.838

Für Rostock relevanter LNG-Bedarf 2025 im Szenario „Niedriges Wachstum“ [t LNGeq/a]

A-12.H

Schiffssegmente	<1.000 GT	1.000-5.000 GT	5.000-10.000 GT	10.000-25.000 GT	>25.000 GT	Summe
General Cargo	50	377	306	0	0	733
Tanker	24	0	0	0	0	24
Bulker	0	165	0	164	315	644
Cruise/Passenger	205	0	0	7.548	29.307	37.060
Tug	154	43	0	0	0	197
Authorities	46	0	0	0	0	46
Service	62	78	0	0	0	139
Leisure	52	43	0	0	0	94
RoRo	0	0	1.244	10.329	3.940	15.514
Offshore	15	100	0	0	0	115
Summe	607	805	1.550	18.041	33.562	54.565

Für Rostock relevanter LNG-Bedarf 2020 im Szenario „Hohes Wachstum“ [t LNGeq/a]

A-13.H

Schiffssegmente	<1.000 GT	1.000-5.000 GT	5.000-10.000 GT	10.000-25.000 GT	>25.000 GT	Summe
General Cargo	232	3.801	2.036	0	0	6.070
Tanker	84	0	0	865	0	949
Bulker	0	287	0	506	1.137	1.930
Cruise/Passenger	471	0	1.456	20.925	79.477	102.329
Tug	226	43	0	0	0	269
Authorities	53	49	0	0	0	102
Service	105	88	0	0	0	193
Leisure	58	45	0	0	0	103
RoRo	0	0	2.994	27.205	9.482	39.682
Offshore	45	299	0	0	0	344
Summe	1.275	4.611	6.486	49.501	90.096	151.970

Für Rostock relevanter LNG-Bedarf 2025 im Szenario „Hohes Wachstum“ [t LNGeq/a]

A 9. DEFINITION DER ZONEN

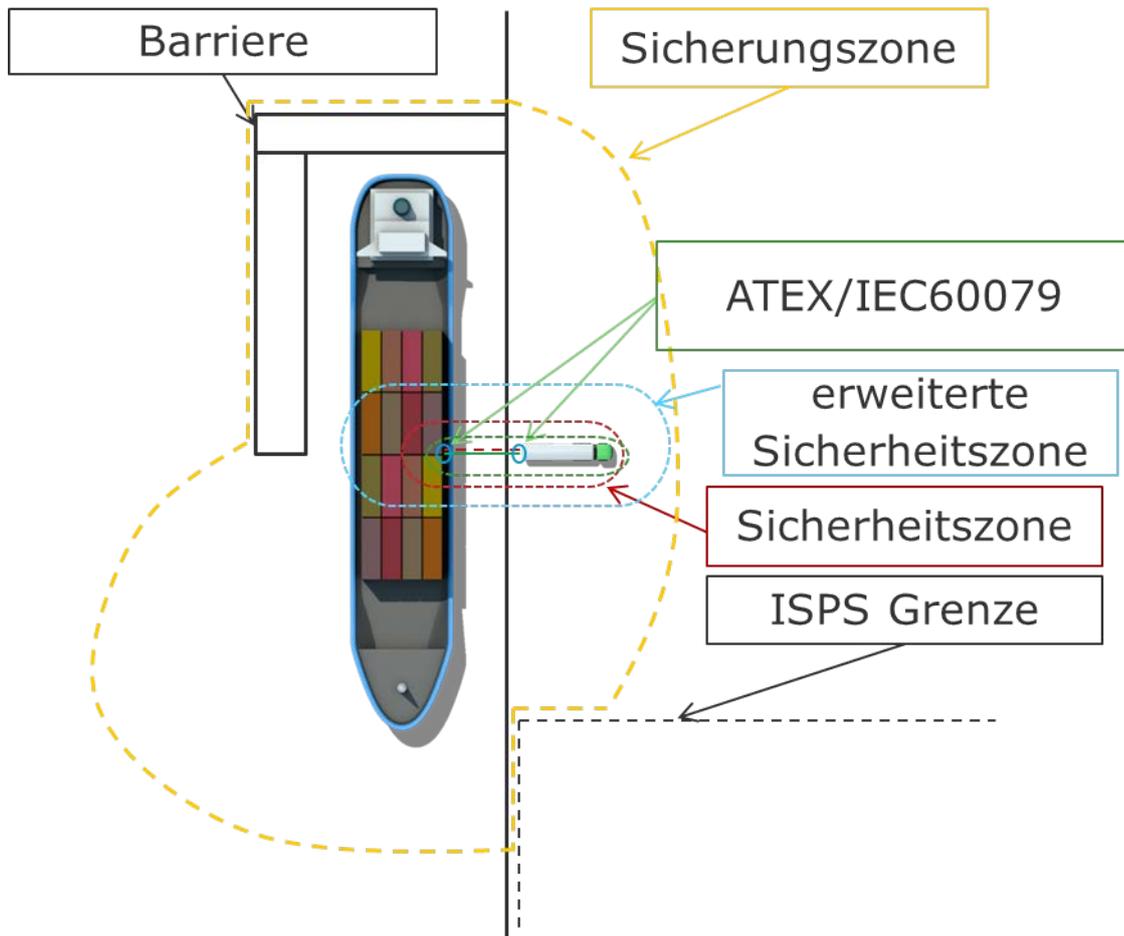


Abbildung 76: Übersicht erforderliche Schutzabstände

ATEX / IEC 60079

- Zündquellenfrei, kein elektrische nicht ATEX zertifizierte Ausrüstung
- Ausdehnung gemäß IEC 60079

Sicherheitszone Personen (LSIR < 5 * 10⁻⁵)

- **Nur** Bunkerpersonal innerhalb zulässig
- (Ausnahme einmaliges passieren Crew/Hafenpersonal bis zur 10⁻⁵, IR; hier, da IR 10⁻⁵ in betrachteten Szenarien nicht vorkommt bis zur ATEX Zone))

Sicherheitszone SIMOPS (störungsfrei)

- 25m, IAPH Empfehlung
- (Ausnahme Schutz vor Störungen installiert, beide Parteien einig, mindestens ATEX, siehe Abschnitt 11.2)

Erweiterte Sicherheitszone (LSIR <10-6)

- Crew und Hafenspersonal innerhalb zulässig
- Öffentlich zugänglich, nur kurzzeitiger Aufenthalt zulässig

Sicherungszone

- Mind. Schiff
- Nur kontrollierte oder eingewiesene Operationen

A 10. ISO ANFORDERUNGEN FUNKTIONAL

Tabelle 70: ISO TS 18683 Funktionale Anforderungen

Funktionale Anforderung	Kurzbeschreibung
F1	Kompatibilitätsprüfung zwischen Lieferant und Schiff
F2	Kann das System in Betrieb genommen und betrieben werden (gespült und inertisiert) ohne dass LNG oder Erdgas in die Atmosphäre freigesetzt werden
F3	Ist das System vor dem Bunkern geschlossen und auf Dichtheit geprüft?
F4	Systemauslegung sollte Betriebstemperatur und –druck berücksichtigen und mit den geltenden/anerkannten Standards übereinstimmen.
F5	Systemauslegung sollte die erforderlichen Betriebsbereiche berücksichtigen (Bewegung, Wetter, Sichtverhältnisse)
F6	Das Transfersystem muss imstande sein entwässert, druckfrei gemacht und inertisiert zu werden, bevor Anschlagen und Abschlagen vorgenommen werden.
F7	Das Bunkertransfersystem muss so ausgelegt sein, dass eingeschlossene Flüssigkeit vermieden wird.
F8	Der Betriebsablauf muss festgelegt und dokumentiert werden, um den Bunkerprozess zu definieren und um sicher zu stellen, dass die Komponenten und das System, innerhalb ihrer Auslegungsparameter, während aller Betriebsphasen sicher arbeiten. Hinweis: Bei LKW -Beladung wird der Prozess in der Regel für den LKW -Betrieb definiert werden, muss aber mit den spezifischen Schiffsanforderungen abgestimmt sein
F9	Alle Systeme und Komponenten müssen (mindestens nach Verkäuferempfehlung) gewartet und getestet werden, um ihre Unversehrtheit aufrecht zu erhalten.
F10	Ein Organisationsplan muss vorbereitet, in Betriebsablaufpläne eingebaut und in Qualifikationsanforderungen reflektiert sein.
F11	Im Betriebsablauf muss enthalten sein, dass eine Checkliste vor Bunkerbeginn ausgefüllt und von beiden Beteiligten unterschrieben wird
F12	Notfall-Ausrüstung und –Personal müssen in Übereinstimmung mit dem Notfallschutzplan mobilisiert/aufgeboten werden
F13	Der Betriebsablauf/Arbeitsanweisung darf nicht als Alternative zu einem speziellen Ersatzteil, Werkstoff oder Element der Ausrüstung angewandt werden
F14	Minimieren Sie die Wahrscheinlichkeit, dass sich entwichenes LNG entzündet, indem Sie Zündquellen in den klassifizierten Bereichen eliminieren und Tätigkeiten in der Nähe des Bunkerprozesses überwachen.
F15	Beseitigung potentieller Funken und hoher Ströme von statischen oder galvanischen Zellen, während das Bunkersystem angeschlossen oder entfernt wird.
F16	Effektive Erkennung der Freisetzung von LNG und Erdgas Hinweis: Die manuelle Erfassung kann für nur kurz andauernde Arbeiten als konstante Überwachung akzeptiert werden
F17	Der Transfervorgang muss Sicher und Effektiv, entweder manuell oder durch ein ESD-Signal, gestoppt werden können, ohne dass Flüssigkeit oder Dampf freigesetzt werden.
F18	Das Transfersystem ist mit einer Notentriegelung oder Abreißsicherung vorzusehen, um eine Beschädigung des Transfersystems, im Falle von Schiffsdrift oder Fahrzeugbewegung zu minimieren. Diese sollte so ausgelegt sein, dass wenn sie aktiviert ist, nur ein Minimum an LNG freigesetzt wird. Das Notentriegelungssystem kann mit dem ESD System verbunden sein (wobei dies dann als ESD-2 bezeichnet wird)

Funktionale Anforderung	Kurzbeschreibung
F19	Die Freisetzung von LNG oder Kaltdampf sollte nicht, aufgrund von Sprödbbruch der Stahlkonstruktion, eskalieren.
F20	Das Personal muss, soweit für die Arbeiten erforderlich, PSA (persönliche Schutzausrüstung) nutzen.
F21	Eine Sicherheitszone muss rund um die Bunkerarbeiten eingerichtet werden, zu der lediglich wesentliches Personal Zugang hat.
F22	Aktivitäten in der Nähe zu Bunkerarbeiten müssen überwacht werden, um mögliche Zündquellen zu verringern.
F23	Ein Krisenplan muss vorhanden sein.
F24	Eine Kopie des Plans sollte an alle an den Bunkerarbeiten beteiligten Personen, einschließlich des geplanten Notfallschutzteams, übermittelt werden und Teil des Ausbildungsprogramms sein. Dies sollte in regelmäßigen Intervallen, sowohl theoretisch als auch praktisch, geübt werden

A 11. REGULATORISCHE ANFORDERUNGEN

Die Tabelle gibt einen Überblick über die geltenden Normen von LNG Bunkertransfersystemen, bezogen auf landseitige Anlagen. Gleichwertige Normen können verwendet werden.

Tabelle 71: Geltende Normen für Komponenten des LNG Bunkertransfersystems, bezogen auf landseitige Anlagen

Komponenten	Funktion		Design	Eignungsprüfung	Tests
Flanschverbindung	F3-F8	Verbindung zum Anschlussflansch des Schiffes	EN 1474-1, Klausel 6	EN 1474-1, 8.2.3	EN 1474-1, 8.4.4
Schläuche	F2	Übertragung/ Transfer von LNG und Erdgas	Offshore Standards können als Richtlinie genutzt werden (EN 1474-2)	*	
			EN 12434		
			BS 4089		
Drehgelenke	F2	Beweglichkeit der Bunkerleitung	EN 1474-1, 4.3	Neue Design-Qualifizierung	EN 1474-1, 8.4.1
Lager	F2	Beweglichkeit der Abstützung	ISO 28460 – EN 1474-1, 4.4	ISO 28460 – EN 1474-1	EN 1474-1, 8.4.2
Notfalltrennsystem (emergency release system ERS)	F17	Nottrennung	ISO 28460 – EN 1474-1, 5.5.2	ISO 28460 – EN 1474-1, 8.2.2	EN 1474-1, 8.4.3
Abrisskupplung	F17	Mechanische Notabtrennung	EN 1474-1, 5.5.2	EN 1474-1, 8.2.2	EN 1474-1, 8.4.3
Ladearme	F2	Ladesystem	ISO 28460 – EN 1474-1, Klausel 4	N/A	ISO 28460 – EN 1474-1, 8.4.7
Transfersystem	F2, F3, F4, F8, F9, F17, F18	LNG Bunkersystem	ISO 28460	EN 1474-3	ISO 28460 – EN 1474-1
			EN 1160		
			EN 1474-1		
			OCIMF Ausrüstungsrichtlinien zum vertäuen		
			IEC 60079		
			IGF Code		
			NFPA 70		
			NFPA 58		
			NFPA 59A		
			EN 13465		
API 2003					
ISO/TS 16901					
<p>*Für Schläuche, die in mehreren LNG Transfer-Anordnungen genutzt werden sollen (z.B. auf Grund der Verschiedenartigkeit der Empfängerschiffe), sollen die Kriterien, angewendet für ihre Qualifikation, angelehnt an EN 1474-2 auf Grund eines vereinbarten Einsatzbereichs festgelegt werden. Der Einsatzbereich ist von Eigentümer, Produzent und Qualifizierungsstelle zu definieren. Diese Kriterien sollten festgelegt sein, bevor die offizielle Qualifikationstestkampagne beginnt und die Qualifikation wird lediglich für die Konfigurationen, die im vereinbarten Einsatzbereich abgedeckt sind, gelten.</p>					

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die geltenden Normen von LNG Bunkertransfersystemen, bezogen auf Seite an Seite Transfer. Gleichwertige Normen können verwendet werden.

Tabelle 72: Geltende Normen für Komponenten des LNG Bunkertransfersystems, bezogen auf Seite an Seite Transfer

Komponenten	Funktion		Design	Eignungsprüfung	Tests
Flanschverbindung	F3-F8	Verbindung zum Anschlussflansch des Schiffes	EN 1474-1, 6.9		
Schläuche	F2	Übertragung/ Transfer von LNG und Erdgas	EN 1474-2	*	
			EN 12434		
			BS 4089		
Drehgelenke	F2	Beweglichkeit der Bunkerleitung	EN 1474-3, 6.8	Neue Design- Qualifizierung	EN 1474-1, 8.4.1
Lager	F2	Beweglichkeit der Abstützung	EN 1474-3, 6.8	ISO 28460 – EN 1474-1	EN 1474-1, 8.4.2
Notfalltrennsystem (emergency release system ERS)	F17	Nottrennung	EN 1474-3, 6.9 und 7.5	ISO 28460 – EN 1474-1, 8.2.2	EN 1474-1, 8.4.3
Abrisskupplung	F17	Nottrennung	EN 1474-3, 6.9	EN 1474-1, 8.2.2	EN 1474-1, 8.4.3
Ladearme	F2	Ladesystem	EN 1474-3 Klausel 6 und Klausel 8	EN 1474-3, Klausel 5	ISO 28460 – EN 1474-1, 8.4.7
Transfersystem	F2, F3, F4, F8, F9, F17, F18	LNG Bunkersystem	EN 1474-3 Klausel 6 und Klausel 8	EN 1474-3, Klausel 5	ISO 28460 – EN 1474-1
			ISO 28460		
			EN 1160		
			EN 1474-1		
			OCIMF Richtlinien für Ausrüstung zum vertäuen		
			IEC 60079		
			IGC/IGF Code		
			NFPA 70		
			NFPA 58		
			NFPA 59A		
			EN 13465		
API 2003					
ISO/TS 16901					
IEC 60092-502					

*Für Schläuche, die in mehreren LNG Transfer-Anordnungen genutzt werden sollen (z.B. auf Grund der Verschiedenartigkeit der Empfängerschiffe), sollen die Kriterien, angewendet für ihre Qualifikation, angelehnt an EN 1474-2 auf Grund eines vereinbarten Einsatzbereichs festgelegt werden. Der Einsatzbereich ist von Eigentümer, Produzent und Qualifizierungsstelle zu definieren. Diese Kriterien sollten festgelegt sein, bevor die offizielle Qualifikationstestkampagne beginnt und die Qualifikation wird lediglich für die Konfigurationen, die im vereinbarten Einsatzbereich abgedeckt sind, gelten.

A 12. ZULÄSSIGE PROZESSPARAMETER

Tabelle 73: Max. Transferparameter Alle Bunkerarten

		STS	TTS	PTS
Schlauchdurchmesser	mm	150	60	200 (Rohr)
Transferrate	m ³ /h	500	80	400
Systemdruck	barg	8	8	8
Schlauchlänge	m	15	10	20 (Rohr mit Ladearm)
Abschaltzeit	s	10	10	10

A 13. LIEGEPLATZSPEZIFISCHE ANFORDERUNGEN

Liegeplatznummer	Lokalisierung	Bunkermethoden						
		Truck-to-ship und Container-to-ship		Rail-to-ship		Ship-to-ship		Pipeline-to-ship
		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN150, 500m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN200, 400m³/h (416h/a)
	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 13m Sicherheitsabstand Personen ; 55m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	
P1	Kreuzfahrtterminal Warnemünde	Druckreduzierung auf 1barg erforderlich, alternativ Hardarm oder Kontrolle auf Fläche hinter Passagierkai (nur kurzzeiger Aufenthalt, keine Bebauung/Camping etc.) Verkehr auf Passagierkai -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Passagierkai -> Schutzmaßnahmen beachten	kein Gleisanschluss	Bunkerverbindung lösen wenn Tiefgehende Schiffe (>11.5m) passieren. Druckreduzierung auf 1barg erforderlich, alternativ Hardarm oder Kontrolle auf Fläche hinter Passagierkai (nur kurzzeiger Aufenthalt, keine Bebauung/Camping etc.)	Bunkerverbindung lösen wenn Tiefgehende Schiffe (>11.5m) passieren.	keine Rohrleitung	
P2	Kreuzfahrtterminal Warnemünde	Druckreduzierung auf 1barg erforderlich, alternativ Hardarm oder Kontrolle auf Fläche hinter Passagierkai (nur kurzzeiger Aufenthalt, keine Bebauung/Camping etc.) Verkehr auf Passagierkai -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Passagierkai -> Schutzmaßnahmen beachten		Bunkerverbindung lösen wenn Tiefgehende Schiffe (>11.5m) passieren. Druckreduzierung auf 1barg erforderlich, alternativ Hardarm oder Kontrolle auf Fläche hinter Passagierkai (nur kurzzeiger Aufenthalt, keine Bebauung/Camping etc.)	Bunkerverbindung lösen wenn Tiefgehende Schiffe (>11.5m) passieren.		
P3	Kreuzfahrtterminal Warnemünde	Druckreduzierung auf 1barg erforderlich, alternativ Hardarm oder Kontrolle auf Fläche hinter Passagierkai (nur kurzzeiger Aufenthalt, keine Bebauung/Camping etc.) Verkehr auf Passagierkai -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Passagierkai -> Schutzmaßnahmen beachten		Bunkerverbindung lösen wenn Tiefgehende Schiffe (>11.5m) passieren. Druckreduzierung auf 1barg erforderlich, alternativ Hardarm oder Kontrolle auf Fläche hinter Passagierkai (nur kurzzeiger Aufenthalt, keine Bebauung/Camping etc.)	Bunkerverbindung lösen wenn Tiefgehende Schiffe (>11.5m) passieren.		
P4	Kreuzfahrtterminal Warnemünde	Druckreduzierung auf 1barg erforderlich, alternativ Hardarm oder Kontrolle auf Fläche hinter Passagierkai (nur kurzzeiger Aufenthalt, keine Bebauung/Camping etc.) Verkehr auf Passagierkai -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Passagierkai -> Schutzmaßnahmen beachten		Bunkerverbindung lösen wenn Tiefgehende Schiffe (>11.5m) passieren. Druckreduzierung auf 1barg erforderlich, alternativ Hardarm oder Kontrolle auf Fläche hinter Passagierkai (nur kurzzeiger Aufenthalt, keine Bebauung/Camping etc.)	Bunkerverbindung lösen wenn Tiefgehende Schiffe (>11.5m) passieren.		
P5	Kreuzfahrtterminal Warnemünde	Druckreduzierung auf 1barg erforderlich, alternativ Hardarm oder Kontrolle auf Fläche hinter Passagierkai (nur kurzzeiger Aufenthalt, keine Bebauung/Camping etc.) Verkehr auf Passagierkai -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Passagierkai -> Schutzmaßnahmen beachten		Bunkerverbindung lösen wenn Tiefgehende Schiffe (>11.5m) passieren. Druckreduzierung auf 1barg erforderlich, alternativ Hardarm oder Kontrolle auf Fläche hinter Passagierkai (nur kurzzeiger Aufenthalt, keine Bebauung/Camping etc.)	Bunkerverbindung lösen wenn Tiefgehende Schiffe (>11.5m) passieren.		
P6	Kreuzfahrtterminal Warnemünde	Druckreduzierung auf 1barg erforderlich, alternativ Hardarm oder Kontrolle auf Fläche hinter Passagierkai (nur kurzzeiger Aufenthalt, keine Bebauung/Camping etc.) Verkehr auf Passagierkai -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Passagierkai -> Schutzmaßnahmen beachten		Bunkerverbindung lösen wenn Tiefgehende Schiffe (>11.5m) passieren. Druckreduzierung auf 1barg erforderlich, alternativ Hardarm oder Kontrolle auf Fläche hinter Passagierkai (nur kurzzeiger Aufenthalt, keine Bebauung/Camping etc.)	Bunkerverbindung lösen wenn Tiefgehende Schiffe (>11.5m) passieren.		
P7	Kreuzfahrtterminal Warnemünde	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Passagierkai -> Schutzmaßnahmen beachten		Bunkerverbindung lösen wenn Tiefgehende Schiffe (>11.5m) passieren. Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Bunkerverbindung lösen wenn Tiefgehende Schiffe (>11.5m) passieren.		
P8	Kreuzfahrtterminal Warnemünde	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten		Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten		

Liegeplatznummer	Lokalisierung	Bunkermethoden						
		Truck-to-ship und Container-to-ship		Rail-to-ship		Ship-to-ship		Pipeline-to-ship
		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN150, 500m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN200, 400m³/h (416h/a)
		Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 13m Sicherheitsabstand Personen ; 55m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)
7	Chemiehafen	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	kein Gleisanschluss				keine Rohrleitung
1	Ölhafen	Landseitige Vorbeifahrt nicht möglich	Landseitige Vorbeifahrt nicht möglich	kein Gleisanschluss				
2	Ölhafen	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	kein Gleisanschluss				
3	Ölhafen	Keine Zufahrt		kein Gleisanschluss				keine Rohrleitung
4	Ölhafen	Keine Zufahrt		kein Gleisanschluss				
5	Ölhafen	Keine Zufahrt		kein Gleisanschluss				
6	Ölhafen			kein Gleisanschluss				

Liegeplatznummer	Lokalisierung	Bunkermethoden						
		Truck-to-ship und Container-to-ship		Rail-to-ship		Ship-to-ship		Pipeline-to-ship
		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN150, 500m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN200, 400m³/h (416h/a)
		Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 13m Sicherheitsabstand Personen; 55m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)
10	Becken C			kein Gleisanschluss				keine Rohrleitung
12	Becken C	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten					
13	Becken C	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten					
14	Becken C	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten					
15	Becken C	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten					
16	Becken C	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen			
17	Becken C	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen			
18	Becken C	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen			

Liegeplatznummer	Lokalisierung	Bunkermethoden						
		Truck-to-ship und Container-to-ship		Rail-to-ship		Ship-to-ship		Pipeline-to-ship
		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN150, 500m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN200, 400m³/h (416h/a)
		Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 13m Sicherheitsabstand Personen ; 55m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)
21	Becken B	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten Gleisanschlüsse gesperrt	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten Gleisanschlüsse gesperrt	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			keine Rohrleitung
22	Becken B	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten Gleisanschlüsse gesperrt	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten Gleisanschlüsse gesperrt	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			
23	Becken B	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten Gleisanschlüsse gesperrt	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten Gleisanschlüsse gesperrt	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			
24	Becken B	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten Gleisanschlüsse gesperrt	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten Gleisanschlüsse gesperrt	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			
25	Becken B	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	kein Gleisanschluss				
30	Becken B	Druckreduzierung auf 1barg erforderlich, alternativ Hardarm oder Bunkern östliche Liegeplatzhälfte bei Kontrolle der Parkplatzfläche (kurzweiger Aufenthalt) Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			Druckreduzierung auf 1barg erforderlich, alternativ Hardarm Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten		

Liegeplatznummer	Lokalisierung	Bunkermethoden						
		Truck-to-ship und Container-to-ship		Rail-to-ship		Ship-to-ship		Pipeline-to-ship
		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN150, 500m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN200, 400m³/h (416h/a)
		Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 13m Sicherheitsabstand Personen ; 55m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)
31	Becken B	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen			
32	Becken B	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen			
33	Becken B	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen			
34	Becken B	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen			
35	Becken B	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen			
36	Becken B	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			
37		Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	kein Gleisanschluss				keine Rohrleitung

Liegeplatznummer	Lokalisierung	Bunkermethoden							
		Truck-to-ship und Container-to-ship		Rail-to-ship		Ship-to-ship		Pipeline-to-ship	
		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN150, 500m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN200, 400m³/h (416h/a)	
		Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 13m Sicherheitsabstand Personen ; 55m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	
41	Becken A	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen			keine Rohrleitung	
42	Becken A	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen				
43	Becken A	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen				
44	Becken A	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen	Verkehr auf Kaistraße und Gleisanlagen unterbrochen				
45	Becken A	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	kein Gleisanschluss					
46	Becken A	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten						

Liegeplatznummer	Lokalisierung	Bunkermethoden						
		Truck-to-ship und Container-to-ship		Rail-to-ship		Ship-to-ship		Pipeline-to-ship
		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN150, 500m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN200, 400m³/h (416h/a)
		Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 13m Sicherheitsabstand Personen ; 55m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)
50	Becken A	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten Abstand Gebäude W-Ende LP50	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	kein Gleisanschluss		Abstand Gebäude W-Ende LP50		keine Rohrleitung
51	Becken A	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		
52	Becken A	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		
53	Becken A	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		
54	Becken A	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		
55	Becken A	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		

Liegeplatznummer	Lokalisierung	Bunkermethoden						
		Truck-to-ship und Container-to-ship		Rail-to-ship		Ship-to-ship		Pipeline-to-ship
		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN150, 500m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN200, 400m³/h (416h/a)
		Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 13m Sicherheitsabstand Personen; 55m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)
60	Fährterminal	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	kein Gleisanschluss		kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		keine Rohrleitung
61	Fährterminal	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		
62	Fährterminal	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		
63	Fährterminal	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Terminal behindert und Gleisanlagen unterbrochen	Verkehr auf Terminal behindert und Gleisanlagen unterbrochen	kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		
64	Fährterminal	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		
65	Fährterminal	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	kein Gleisanschluss		kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		
66	Fährterminal	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		
67	Fährterminal	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			kein Aufenthalt (Pause) von LKW Fahrern alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		

Liegeplatznummer	Lokalisierung	Bunkermethoden						
		Truck-to-ship und Container-to-ship		Rail-to-ship		Ship-to-ship		Pipeline-to-ship
		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN150, 500m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN200, 400m³/h (416h/a)
		Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 13m Sicherheitsabstand Personen; 55m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)
1	Fracht- und Fischereihafen	Landseitiger Verkehr -> NO Kaistraße gesperrt, sonst Schutzmaßnahmen beachten Abstand zum Gebäude beachten alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> NO Kaistraße gesperrt, sonst Schutzmaßnahmen beachten	kein Gleisanschluss		Abstand zum Gebäude beachten alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		keine Rohrleitung
3	Fracht- und Fischereihafen	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten Abstand zum Gebäude beachten alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			Abstand zum Gebäude beachten alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		
5	Fracht- und Fischereihafen	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten Gebäude beachten (versiegeln) alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			Abstand zum Gebäude beachten (versiegeln) alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		
6	Fracht- und Fischereihafen	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten Gebäude beachten (versiegeln) alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			Abstand zum Gebäude beachten (versiegeln) alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		
8	Fracht- und Fischereihafen	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten Gebäude beachten (versiegeln) alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			Abstand zum Gebäude beachten (versiegeln) alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		
10	Fracht- und Fischereihafen	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten Gebäude beachten (versiegeln) alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			Abstand zum Gebäude beachten (versiegeln) alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		
11	Fracht- und Fischereihafen							
18	Fracht- und Fischereihafen	Landseitiger Verkehr -> S Kaistraße gesperrt, sonst Schutzmaßnahmen beachten Abstand zum Gebäude beachten alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten			Abstand zum Gebäude beachten alternativ Druckreduzierung auf 1 barg oder Hardarm		

Liegeplatznummer	Lokalisierung	Bunkermethoden						
		Truck-to-ship und Container-to-ship		Rail-to-ship		Ship-to-ship		Pipeline-to-ship
		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN60, 80m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN150, 500m³/h (104h/a)		bis zu: 8barg, ESD 10s, DN200, 400m³/h (416h/a)
		Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Schlauch (25m Sicherheitszone SIMOPS; 13m Sicherheitsabstand Personen ; 55m erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; keine erweiterte Sicherheitszone)	Hardarm (25m Sicherheitszone SIMOPS; 15m erweiterte Sicherheitszone)
20	Fracht- und Fischereihafen	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Kaistraße nur Landseitig möglich und Gleisanlagen gesperrt kein Daueraufenthalt in O Teil Gebäude oder Versieglung	Verkehr auf Kaistraße nur Landseitig möglich und Gleisanlagen gesperrt	kein Daueraufenthalt in O Teil Fischmarkt oder Versieglung		
22	Fracht- und Fischereihafen	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Kaistraße nur Landseitig möglich und Gleisanlagen gesperrt kein Daueraufenthalt in O Teil Gebäude oder Versieglung	Verkehr auf Kaistraße nur Landseitig möglich und Gleisanlagen gesperrt	kein Daueraufenthalt in O Teil Gebäude oder Versieglung		
24	Fracht- und Fischereihafen	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Kaistraße nur Landseitig möglich und Gleisanlagen gesperrt kein Daueraufenthalt in O Teil Gebäude oder Versieglung	Verkehr auf Kaistraße nur Landseitig möglich und Gleisanlagen gesperrt	kein Daueraufenthalt in O Teil Gebäude oder Versieglung		
26	Fracht- und Fischereihafen	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Landseitiger Verkehr -> Schutzmaßnahmen beachten	Verkehr auf Kaistraße nur Landseitig möglich und Gleisanlagen gesperrt kein Daueraufenthalt in O Teil Gebäude oder Versieglung	Verkehr auf Kaistraße nur Landseitig möglich und Gleisanlagen gesperrt	kein Daueraufenthalt in O Teil Gebäude oder Versieglung		
	grün	Bunkern mit Standard Prozessparametern möglich, für SIMOPS und Verkehr Sicherheitsabstände und Schutzvorkehrungen beachten						
	orange	Eingeschränkte Prozessparametern, für SIMOPS und Verkehr Sicherheitsabstände und Schutzvorkehrungen beachten						
	rot	Spezielle Genehmigung erforderlich (z.B. Sperrungen von Verkehrswegen)						

A 14. BUNKERCHECKLISTEN

In diesem Anhang finden sich die nachfolgenden Bunkerchecklisten:

Schiff zu Schiff Transfer – 5 teilig

LKW zu Schiff Transfer – 4 Teilig

LNG BUNKERCHECKLISTE – SCHIFF ZU SCHIFF TRANSFER

Die nachfolgende Bunkercheckliste baut auf das Bunkerhandbuch des Seehafen Rostock (DNV GL MAGDE717 2015.158) auf. Die allgemeinen Anforderungen des Bunkerhandbuchs sind zu erfüllen.

Die Inhalte und Umfänge der Checklisten gliedern sich in vier Teile:

Teil 1 betrifft die Planungsphase des Bunkervorganges und dient der organisatorischen Vorbereitung des Bunkervorganges.

Teil 2 betrifft zeitgleich geplante Tätigkeiten und ist vor Beginn des Transfers abzuschließen

Teil 3 ist vor dem Beginn des Transfers abzuschließen.

Teil 4 dient der gegenseitigen Abstimmung der Prozessparameter.

Teil 5 soll die sichere Beendigung des LNG Bunkervorganges unterstützen.

Die Bunkercheckliste (Teil 1 bis Teil 5) ist von beiden Parteien 5 Jahre aufzubewahren und dem Hafen- und Seemannsamt auf Anforderung vorzulegen.

Bunkerlizenzinhaber: _____

Bunkerzeitpunkt und Datum: _____

Liegeplatz: _____

Name LNG Empfängerschiff: _____

IMO-Nr. LNG Empfängerschiff: _____

Name LNG Bunkerschiff: _____

IMO-Nr. LNG Bunkerschiff: _____

Teil 1: Planungsphase

	Check	Empfänger-schiff	Bunker-schiff	Code	Anmerkungen
1	LNG Lieferant besitzt gültige Bunkergenehmigung des Hafens und Seemannsamt			G	Genehmigung Nr.: Ausstelldatum: Gültig bis:
2	Bebunkerungsort und -zeit ist beim Hafens- und Seemannsamt angezeigt				
3	Liegeplatzspezifische Anforderungen gemäß DNV GL MAGDE717 2015.158 wurden bei der Planung berücksichtigt				
4	Involviertes Personal ist mit den geplanten LNG Bunkeraktivitäten (Ausrüstung und Prozeduren) vertraut und besitzt die erforderlichen Trainings und Qualifikationen	Empfänger-schiff:	Bunker-schiff:		
5	Liegeplatz längsseitig ist sicher mit Bunkerschiff anlaufbar, sichere Vertäumöglichkeiten sind vorhanden. Die Anschlussflansche sind kompatibel. Die explosionsgeschützten Bereiche (ISO 60079) der Schiffe sind kompatibel			A	
6	Ausreichende Beleuchtung ist vorhanden / vorgesehen			A	
7	Transferausrüstung und Gasdetektion ist zertifiziert, in gutem Zustand und angemessen für die geplante Bebungung. Kompatibilität der Ausrüstung zwischen Empfängerschiff und Bunkerschiff abgestimmt.			A	

	Check	Empfänger-schiff	Bunker-schiff	Code	Anmerkungen
8	Ablauf der Bunkerprozedur, inklusive herunterkühlen und Spülen wurde abgestimmt. (Prozessparameter? Gasrückführung? Max. Bunkerraten? Tanktyp und -zustand? Herunterkühlen?...)			A	Referenz zur Prozedur:
9	Methode und Technik der elektrischen Isolation zwischen den Schiffen sind abgestimmt.			A	
10	Sicherheitszone landseitig wurde abgestimmt und ist übereinstimmend mit DNV GL MAGDE717 2015.158. Geeignete Kennzeichnung ist vorgesehen.			A	Sicherheitszone: _____ m
11	Sicherheitszone an Bord ist vorgesehen <ul style="list-style-type: none"> Keine Zündquellen Keine Lade-/Löscharbeiten, außer wenn in Teil 2 aufgeführt Keine Passagiere 				Definition Sicherheitszone:
12	Personal zur Überwachung der Sicherheitszone ist verfügbar (land- und schiffseitig).			A	Falls erforderlich
13	Anforderungen an Zündquellenfreiheit sind bekannt.				Definition Anforderungen:
14	Eine Sicherungszone ist vorgesehen, die mindestens die Schiffe beinhaltet.			A	
15	Benötigte Brandschutzausrüstung ist verwendungsbereit.				

A – Absprache; G – Genehmigung; R – Re-check

	Empfängerschiff	Bunkerschiff
Unternehmen/Firma		
Name		
Funktion/Rang		
Datum		
Uhrzeit		
Unterschrift		

LNG BUNKERCHECKLISTE – SCHIFF ZU SCHIFF TRANSFER

Dieser Teil der Bunkercheckliste für den Seehafen Rostock ist vor Start der Bebungung abzuarbeiten.

Bunkerlizenzinhaber: _____

Bunkerzeitpunkt und Datum: _____

Liegeplatz: _____

Name LNG Empfängerschiff: _____

IMO-Nr. LNG Empfängerschiff: _____

Name LNG Bunkerschiff: _____

IMO-Nr. LNG Bunkerschiff: _____

Teil 2: zeitgleich geplante Maßnahmen

	Check	Empfänger-schiff	Bunker-schiff	Code	Anmerkungen
16	Geplante zeitgleiche Bunkerung anderer Brennstoffe während der LNG-Bunkerung sind in Übereinstimmung mit den für das Schiff genehmigten, betrieblichen Unterlagen				Falls erforderlich
17	Geplante zeitgleiche Cargo-Aktivitäten während der LNG-Bunkerung sind in Übereinstimmung mit den für das Schiff genehmigten, betrieblichen Unterlagen und finden außerhalb der Sicherheitszone statt.			A	Falls erforderlich

	Check	Empfänger-schiff	Bunker-schiff	Code	Anmerkungen
18	Sicherheitszone für SIMOPS (zeitgleich ablaufende Tätigkeiten) hergestellt und gesichert: <ul style="list-style-type: none"> - 25m Abstand - Wenn möglich: durch Kontrollmaßnahmen reduziert - Absolutes Minimum: (explosions-) gefährdeter Bereich 				Sicherheitszone: _____ m Wenn weniger als 25m: Definition SIMPOS: Definition Schutzmaßnahmen:
19	Sicherheitsmaßnahmen und Linderungsmaßnahmen für zeitgleiche Aktivitäten wurden, wie in den für das Schiff genehmigten, betrieblichen Unterlagen erwähnt, von allen Beteiligten ausgemacht/ beschlossen und werden überwacht.			A R	Falls erforderlich

A – Absprache; G – Genehmigung; R – Re-check

	Empfängerschiff	Bunkerschiff
Unternehmen/Firma		
Name		
Funktion/Rang		
Datum		
Uhrzeit		
Unterschrift		

LNG BUNKERCHECKLISTE – SCHIFF ZU SCHIFF TRANSFER

Dieser Teil der Bunkercheckliste für den Seehafen Rostock ist vor Start der Bebunkerung abzarbeiten.

Bunkerlizenzinhaber: _____

Bunkerzeitpunkt und Datum: _____

Liegeplatz: _____

Name LNG Empfängerschiff: _____

IMO-Nr. LNG Empfängerschiff: _____

Name LNG Bunkerschiff: _____

IMO-Nr. LNG Bunkerschiff: _____

Teil 3: Vor Bunkerbeginn

	Check	Empfänger-schiff	Bunker-schiff	Code	Anmerkungen
20	Teil 1 und Teil 2 der Bunkercheckliste liegen vollständig ausgefüllt vor	Empfänger-schiff:	Bunker-schiff:		
21	Die vorherrschenden Wind- und Wetterbedingungen sind innerhalb der abgestimmten Limits. Bei Beeinträchtigung der Sicht ist der Bunkervorgang abubrechen (Sicht < Sicherheitszone).			A, R	Windgeschwindigkeit: Windrichtung: Sichtweite:

	Check	Empfänger-schiff	Bunker-schiff	Code	Anmerkungen
22	Das Empfängerschiff ist sicher vertäut und abgefendert.			R	
23	Ein sicherer Zugang zum Empfängerschiff ist gewährleistet. Ein sicherer Fluchtweg außerhalb der Sicherheitszone ist vorhanden.			R	
24	Benötigte Brandschutzausrüstung ist verwendungsbereit.	Empfänger-schiff:	Bunker-schiff:		
25	Ausreichende Beleuchtung ist vorhanden, falls erforderlich EX-Schutz beachten.			A, R	
26	Das LNG Bunkerschiff ist in der Lage selbständig den Bunkerort in eine sichere Richtung zu verlassen.				
27	Angemessene Überwachung des Bunkerprozesses ist eingerichtet, Schlauchwache wird sowohl vom Empfängerschiff als auch vom Bunkerschiff ununterbrochen gewährleistet.			R	
28	Ausfallsichere Kommunikation zwischen den Bedienern und Überwachern auf den Schiffen ist eingerichtet und getestet. Die Kommunikationssprache wurde abgestimmt.			A, R	UKW Kanal: Sprache: Kommunikations-system: Ausweichsystem:

	Check	Empfänger-schiff	Bunker-schiff	Code	Anmerkungen
29	Das Notstoppsignal und die NotstoppprozEDUREN wurden abgestimmt und getestet. Nottrennprozeduren wurden abgestimmt. Alle involvierten Personen sind informiert. Notfallprozeduren und -pläne sowie Kontaktnummern sind den verantwortlichen Personen bekannt.				Notstoppsignal:
30	Weiterleitung des ESD Signals zwischen den Schiffen ist beidseitig getestet				Falls erforderlich
31	Die vorherbestimmte Sicherheitszone wurde eingerichtet. Angemessene Absperrungen sind eingerichtet. Falls erforderlich ist Sicherungspersonal abgestellt.			A	Lokale Anforderung: _____ m
32	In der Sicherheitszone halten sich nur die am Bunkern beteiligten Personen auf.			R	
33	In der Sicherheitszone (land- und schiffseitig) finden keine Lösch- oder Ladearbeiten (außer wenn in Teil 2 aufgeführt), Ver- oder Entsorgungen, Personentransfer oder sonstige Tätigkeiten statt. Alle Personen die außerhalb der Sicherheitszone solche Tätigkeiten durchführen, sind entsprechend eingewiesen.			R	
34	Öffnungen wie z.B. Außentüren, Luken, Mannlöcher und Ventilationsöffnungen sind ordnungsgemäß verschlossen.			R	Keine Verriegelung der Öffnungen.
35	Gasdetektoren wurden getestet, befinden sich im guten Zustand und sind im Betrieb. Tragbare Gasmessgeräte sind verfügbar.				

	Check	Empfänger-schiff	Bunker-schiff	Code	Anmerkungen
36	Sicherheitsdatenblatt für geliefertes LNG liegt vor.				
37	<p>Zündquellen in der Sicherheitszone werden minimiert und im explosionsgefährdeten Bereich ausgeschlossen oder sind Ex-zertifiziert (ATEX).</p> <p>Dies beinhaltet unter anderem elektrisches Equipment, Beleuchtung, Förderanlagen, Kompressoren, Pumpen, Rauchverbot, kein offenes Licht, keine Mobiltelefone, Pager, keine Funkausrüstung, kein AIS, Radar, keine Warnlichter – außer jeweils Ex-zertifiziert (ATEX).</p> <p>Empfangsmöglichkeiten für UKW Seefunk (Schiff) sind weiterhin gegeben.</p>			R	<p>Beinhaltet auch andere Fahrzeuge.</p> <p>Radargeräte sind aus.</p> <p>Installierte Funkausrüstung (UKW, Grenzwelle, AIS) sind im entsprechendem Betriebszustand oder aus.</p>
38	Die Sicherheitszone ist ausreichend bemessen; eine Interaktion mit sich lösender Ladung und dem Bunkerequipment ist ausgeschlossen. Es finden keine Ladeoperationen in (und oberhalb) der Sicherheitszone statt.			A	
39	Die Sicherungszone ist eingerichtet. Personen in der Sicherungszone sind über die Anforderungen der Sicherheitszone informiert.				
40	Die Sicherungszone ist gegenüber nicht eingewiesenen Personen (z.B. Passagieren) abgesichert. Zusätzliches Sicherheitspersonal ist vorhanden, falls Bunkerbereich zugänglich.			A, R	Falls zutreffend
41	Gleisanlagen sind für den LNG Bunkervorgang gesichert und gekennzeichnet. In Bereichen in denen die Gleisanlage in der Sicherheitszone ist, ist die Gleisanlage für die Dauer der Bunkerung zu sperren.			G	Falls zutreffend.

	Check	Empfänger- schiff	Bunker- schiff	Code	Anmerkungen
42	Fahrspuren für den LNG Bunkervorgang sind gesichert und gekennzeichnet. In Bereichen in denen die Fahrspuren in der Sicherheitszone sind, ist die Fahrspur für die Dauer der Bebunkerung zu sperren. Im Bereich erhöhten landseitigen Verkehrs ist ein Anfahrschutz vorgesehen.			G	Falls zutreffend.
43	Während der Bebunkerung werden keine Anlegemanöver am Empfängerschiff oder LNG Bunkerschiff durchgeführt.				
44	Die maximal möglichen Schiffsbewegungen sind hinreichend begrenzt. (Max. Ein-/Austachen, Roll- und Trimmwinkel, Translationen.) Überlänge im Schlauch ist ausreichend vorhanden.			A, R	
45	Angemessene persönliche Schutzausrüstung (inklusive Atemschutzausrüstung) liegt zur unmittelbaren Verwendung bereit.				
46	Direkt beim Bunkern involviertes Personal (und Personal in unmittelbarer Umgebung, falls vorhanden) benutzt persönliche Schutzausrüstung.			R	
47	(elektrische) Trockenabrissskupplung ist installiert und verwendungsbereit.				
48	Das Wassersprühsystem ist getestet und betriebsbereit.				Falls zutreffend.
49	Leckageauffangausrüstung (drip tray) von geeignetem Material und Volumen ist in Position und betriebsbereit. Speigatten im Transferbereich sind geöffnet.				

	Check	Empfänger- schiff	Bunker- schiff	Code	Anmerkungen
50	Niedrigtemperaturschutz von Rumpf und Deck ist installiert.				Falls zutreffend.
51	Bunkerpumpe und Kompressoren sind im guten Zustand.				Falls zutreffend.
52	Alle Regelventile sind im guten, betriebsbereiten Zustand.				
53	Bunkersystemanzeigen, Füllstands- und Druckalarne sind betriebsbereit, korrekt eingestellt und in gutem Zustand.				
54	Der Bunkertank des Schiffes ist gegen unbeabsichtigte Überfüllung abgesichert, der Füllstand wird durchgängig überwacht, Alarne sind korrekt eingestellt.			R	Kontrollintervalle mindestens alle _____Minuten.
55	Sämtliche Sicherheits- und Regeleinrichtungen der LNG Installationen sind getestet und im betriebsbereiten Zustand.				
56	Druckregelausrüstung und Abdampf- oder Verflüssigungsausrüstung ist betriebsbereit und im guten Zustand.			A	Falls zutreffend.
57	Notstopp (ESD) Ventile und Ausrüstung an Bord der Schiffe wurden getestet und befinden sich in gutem und betriebsbereitem Zustand. Die beiden ESD Systeme sind verbunden. Die Abschaltzeiten sind ausgetauscht und maximal 10 Sekunden.				ESD Empfängerschiff Sekunden: ESD Bunkerschiff Sekunden:

	Check	Empfänger-schiff	Bunker-schiff	Code	Anmerkungen
58	Prozessüberwachung der Bunkerraten und -drücke korrekt in der Durchfluss- und Drucküberwachung des ESD-Systems eingestellt				Max. Durchfluss: Max. Bunkerrate:
59	Bunkerleitungsführung wurde geprüft. Nicht benötigte Verbindungen sind verschlossen, blindgeflanscht und voll verschraubt. Die Bunkerleitung ist frei von Kräften.				
60	LNG Bunkerschläuche (Ladearm, falls zutreffend), Leitungen und Flansche sind für den LNG Transfer zertifiziert, im guten Zustand, korrekt montiert, ggf. unterstützt und auf Dichtheit getestet.				
61	LNG Bunkerschläuche und Leitungen sind inertisiert, und mit N2 dichtheitsgetestet.				
62	Die LNG Bunkertransferleitung zwischen den Schiffen ist beidseitig mit Trockentrennkupplungen ausgerüstet.				
63	Eine elektrische Isolation zwischen den Schiffen ist installiert.				
64	Die LNG Bunkertransferleitung zwischen den Schiffen ist auf der Empfängerseite mit einer Trockenabrisskupplung ausgerüstet. Die Kupplung wurde optisch überprüft und befindet sich in einem guten, betriebsbereiten Zustand.			A	
65	Das Bunkerschiff ist sicher vertäut und gefendert.			A,R	

	Check	Empfänger-schiff	Bunker-schiff	Code	Anmerkungen
66	Der Brandschutzplan des Empfängerschiffes ist außerhalb von Aufbauten und Sicherungszone zugänglich.				Position:
67	Internationaler Löschwasseranschluss ist angeschlagen.				Falls zutreffend.
68	Hafen- und Seemannsamt ist vom Start der Bebunkerung informiert, eine Weiterleitung der Informationen an Schiffe in der direkten Umgebung wurde veranlasst.				Datum/Uhrzeit der Anzeige:

A – Absprache; G – Genehmigung; R – Re-check

	Empfängerschiff	Bunkerschiff
Unternehmen/Firma		
Name		
Funktion/Rang		
Datum		
Uhrzeit		
Unterschrift		

LNG BUNKERCHECKLISTE – SCHIFF ZU SCHIFF TRANSFER

Dieser Teil der Bunkercheckliste für den Seehafen Rostock ist vor Start der Bebunkerung abzuarbeiten.

Bunkerlizenzinhaber: _____

Bunkerzeitpunkt und Datum: _____

Liegeplatz: _____

Name LNG Empfängerschiff: _____

IMO-Nr. LNG Empfängerschiff: _____

Name LNG Bunkerschiff: _____

IMO-Nr. LNG Bunkerschiff: _____

Teil 4: LNG Prozessparameter

Vereinbarte Anfangstemperatur und Druck

Vermerken Sie die vereinbarte physikalische Einheit: m³ Tonne _____

	Empfängerschiff		Bunkerschiff		
LNG Tank: Anfangstemperatur					°C
LNG Tank: Anfangsdruck					barg
LNG Tank: Verfügbare (Rest)- Kapazität					Einheit

Vereinbarte Bunkeroperationen

Vermerken Sie die vereinbarte physikalische Einheit: m3 Tonne _____

	Tank 1	Tank 2	
Vereinbarte zu übertragende Menge			Einheit
Anfangsdruck am Übergangsfansch			barg
Anfangsübertragungsrate			Einheit pro Stunde
Maximale Transferrate			Einheit pro Stunde
Topping-up Rate			Einheit pro Stunde
Maximaler Druck am Übergangsfansch			barg

Vereinbarte Minima und Maxima

	Maximum	Minimum	
Drücke während des Bunkerns			barg
Drücke in den LNG Bunker Tanks			barg
Temperatur des LNG			°C
Befüllgrenze der LNG Bunker Tanks			%

Vereinbarte zeitgleiche LNG Bunker/ Öl Bunker- Tätigkeit

(Beachten Sie, dass für die Ölbunkerung eine separate Bunkercheckliste ausgefüllt sein muss)

Ölbunker-Aktivität	Empfängerschiff	Bunkerschiff

Vereinbarte zeitgleiche LNG Bunker/ Cargo- Tätigkeit

Cargo-Aktivität	Empfängerschiff	Bunkerschiff

Einschränkungen bei zeitgleicher LNG-Bunker/Cargo- Tätigkeit

Eingeschränkte-Aktivität	Empfängerschiff	Bunkerschiff

Leitfaden zum vervollständigen dieser Checkliste

Die Kennzeichnung durch die Buchstaben „A“, „R“ oder „G“ in der mit „Code“ benannten Spalte bedeutet folgendes:

- A = Absprache
kennzeichnet eine Vereinbarung oder Verfahren, die in der Spalte „Code“ der Checkliste kenntlich gemacht oder auf eine andere für beide Seiten annehmbare Form festgehalten wird.
- R („Re-check“) = nochmals überprüfen
kennzeichnet Punkte, die in angemessenen Intervallen wiederholt geprüft werden sollen. Die Intervalle werden von den beiden Parteien in der Erklärung vereinbart und angegeben.
- G = Genehmigung
kennzeichnet, dass eine Genehmigung von den zuständigen Behörde vorliegen muss.

Die angefügte Erklärung sollte nicht unterzeichnet werden, bevor beide Parteien die ihnen zugewiesene Verantwortung und Haftung überprüft und akzeptiert haben. Nach ordnungsgemäßer Unterzeichnung ist dieses Dokument von beiden Beteiligten nach den Anwendung findenden Regularien oder nach Vorgabe des Unternehmens, aufzubewahren.

Erklärung

Wir, die Unterzeichner, haben die oben aufgeführten Punkte in Teil 1, 2, 3 und 4 in Übereinstimmung mit den Vorschriften überprüft und uns davon überzeugt, dass die von uns gemachten Eintragungen korrekt sind.

Wir haben vereinbart, dass die mit „R“ gekennzeichneten Punkte der Checkliste in Intervallen, die ____ Minuten nicht überschreiten, wiederholt geprüft werden.

Sollte uns bekannt werden, dass sich der Status eines Punktes/Elementes ändert, werden wir den anderen Beteiligten umgehend informieren.

	Empfängerschiff	Bunkerschiff
Unternehmen/Firma		
Name		
Funktion/Rang		
Datum		
Uhrzeit		
Unterschrift		



Aufzeichnung der sich wiederholenden Prüfungen								
Datum								
Uhrzeit								
Namenskürzel Empfänger								
Namenskürzel Bunkerschiff								

LNG BUNKERCHECKLISTE – SCHIFF ZU SCHIFF TRANSFER

Dieser Teil der Bunkercheckliste für den Seehafen Rostock ist vor nach Beendigung des Transfers abzuarbeiten.

Bunkerlizenzinhaber: _____

Bunkerzeitpunkt und Datum: _____

Liegeplatz: _____

Name LNG Empfängerschiff: _____

IMO-Nr. LNG Empfängerschiff: _____

Name LNG Bunkerschiff: _____

IMO-Nr. LNG Bunkerschiff: _____

Teil 5: Nach Beendigung der Bebunkerung

	Check	Empfänger-schiff	Bunker-schiff	Code	Anmerkungen
69	LNG Bunkerschläuche, Rohrleitungen und Flansche wurden gespült und sind bereit zum Abschlagen.			A	
70	Fernbediente und handgesteuerte Ventile sind alle geschlossen und bereit zum Abschlagen.			A	

	Check	Empfänger-schiff	Bunker-schiff	Code	Anmerkungen
71	Nach dem Abschlagen wurden die Sicherheitszonen aufgelöst, Kennzeichnung wurde entfernt.			A	
72	Lieferscheine und Empfangsbestätigung unterzeichnet und ausgetauscht.				
73	Das Hafen- und Seemannsamt wurde informiert, dass die Bunkeroperationen beendet sind, eine Weiterleitung der Informationen an Schiffe in der direkten Umgebung wurde veranlasst.				Uhrzeit:
74	Terminal wurde informiert, dass die Bunkeroperationen beendet sind.				Uhrzeit:
75	Falls Zutreffend: Beinah Unfälle und Störungen wurden ans Hafen- und Seemannsamt berichtet.				Report Nr:

A – Absprache; G – Genehmigung; R – Re-check

	Empfängerschiff	Bunkerschiff
Unternehmen/Firma		
Name		
Funktion/Rang		
Datum		
Uhrzeit		
Unterschrift		

LNG BUNKERCHECKLISTE – LKW BEBUNKERUNG

Die nachfolgende Bunkercheckliste baut auf das Bunkerhandbuch des Seehafen Rostock (DNV GL MAGDE717 2015.158) auf. Die allgemeinen Anforderungen des Bunkerhandbuchs sind zu erfüllen.

Die Inhalte und Umfänge der Checklisten gliedern sich in vier Teile:

Teil 1 betrifft die Planungsphase des Bunkervorganges und dient der organisatorischen Vorbereitung des Bunkervorganges.

Teil 2 ist vor dem Beginn des Transfers abzuschließen.

Teil 3 dient der gegenseitigen Abstimmung der Prozessparameter.

Teil 4 soll die sichere Beendigung des LNG Bunkervorganges unterstützen.

Die Bunkercheckliste (Teil 1 bis Teil 4) ist von beiden Parteien 5 Jahre aufzubewahren und dem Hafen- und Seemannsamt auf Anforderung vorzulegen.

Bunkerlizenzinhaber: _____

Bunkerzeitpunkt und Datum: _____

Liegeplatz: _____

Name LNG Empfängerschiff: _____

IMO-Nr. LNG Empfängerschiff: _____

Amtl. Kennzeichen LKW und Trailer: _____

Teil 1: Planungsphase

	Check	Schiff	LKW / Lieferant	Code	Anmerkungen
1	LNG Lieferant besitzt gültige Bunkergenehmigung des Hafens und Seemannsamt			G	Genehmigung Nr.: Ausstelldatum: Gültig bis:
2	Bebunkerungsort und -zeit ist beim Hafens- und Seemannsamt angezeigt				
3	Liegeplatzspezifische Anforderungen gemäß DNV GL MAGDE717 2015.158 wurden bei der Planung berücksichtigt				
4	Involviertes Personal ist mit den geplanten LNG Bunkeraktivitäten (Ausrüstung und Prozeduren) vertraut und besitzt die erforderlichen Trainings und Qualifikationen	Für das Schiff:	Für den Lieferanten:		
5	Bunkerort ist zugänglich für den LKW (Zufahrtswege, max. Abmessungen und Gewichte), etc.				
6	Ausreichende Beleuchtung ist vorhanden / vorgesehen				
7	Transferausrüstung und Gasdetektion ist zertifiziert, in gutem Zustand und angemessen für die geplante Bebungung. Kompatibilität der Ausrüstung zwischen Schiff und LKW ist abgestimmt.				
8	Ablauf der Bunkerprozedur, inklusive herunterkühlen und Spülen wurde abgestimmt. (Prozessparameter? Gasrückführung? Max. Bunkerraten? Tanktyp und -zustand? Herunterkühlen?...))			A	Referenz zur Prozedur:

	Check	Schiff	LKW / Lieferant	Code	Anmerkungen
9	Methode und Technik der elektrischen Isolation zwischen LKW und Schiff sind abgestimmt.			A	
10	Sicherheitszone landseitig wurde abgestimmt und ist übereinstimmend mit DNV GL MAGDE 717 2015.158. Geeignete Kennzeichnung ist vorgesehen.			A	Sicherheitszone: _____ m
11	Sicherheitszone an Bord ist vorgesehen <ul style="list-style-type: none"> • Keine Zündquellen • Keine Lade-/Löscharbeiten • Keine Passagiere 				Definition Sicherheitszone:
12	Personal zur Überwachung der Sicherheitszone ist verfügbar (land- und schiffseitig).			A	Falls erforderlich
13	Anforderungen an Zündquellenfreiheit sind bekannt.				Definition Anforderungen:
14	Eine Sicherungszone ist vorgesehen, die mindestens das Schiff beinhaltet.			A	
15	Benötigte Brandschutzausrüstung ist verwendungsbereit.				

A – Absprache; G – Genehmigung; R – Re-check

	Schiff	LKW / Lieferant
Unternehmen/Firma		
Name		
Funktion/Rang		
Datum		
Uhrzeit		
Unterschrift		

LNG BUNKERCHECKLISTE – LKW BEBUNKERUNG

Dieser Teil der Bunkercheckliste für den Seehafen Rostock ist vor Start der Bebunkerung abzuarbeiten.

Bunkerlizenzinhaber: _____

Bunkerzeitpunkt und Datum: _____

Liegeplatz: _____

Name LNG Empfängerschiff: _____

IMO-Nr. LNG Empfängerschiff: _____

Amtl. Kennzeichen LKW und Trailer: _____

Teil 2: Vor Bunkerbeginn

	Check	Schiff	LKW / Lieferant	Code	Anmerkungen
16	Teil 1 der Bunkercheckliste liegt vollständig ausgefüllt vor	Schiff:	LKW:		
17	Die vorherrschenden Wind- und Wetterbedingungen sind innerhalb der abgestimmten Limits. Bei Beeinträchtigung der Sicht ist der Bunkervorgang abubrechen (Sicht < Sicherheitszone).			A, R	Windgeschwindigkeit: Windrichtung: Sichtweite:

	Check	Schiff	LKW / Lieferant	Code	Anmerkungen
18	Das Empfängerschiff ist sicher vertäut und abgefendert.			R	
19	Ein sicherer Zugang zum Schiff ist gewährleistet. Ein sicherer Fluchtweg außerhalb der Sicherheitszone ist vorhanden.			R	
20	Benötigte Brandschutzausrüstung ist verwendungsbereit.	Schiff:	LKW:		
21	Ausreichende Beleuchtung ist vorhanden, falls erforderlich EX-Schutz beachten.			A, R	
22	LKW ist in der Lage selbständig den Bunkerort in eine sichere Richtung zu verlassen.				
23	Angemessene Überwachung des Bunkerprozesses ist eingerichtet, Schlauchwache wird sowohl von Schiffsseite als auch von LKW Seite ununterbrochen gewährleistet.			R	
24	Ausfallsichere Kommunikation zwischen den Bedienern und Überwachern auf Schiff und LKW ist eingerichtet und getestet. Die Kommunikationssprache wurde abgestimmt.			A, R	UKW Kanal: Sprache: Kommunikationssystem: Ausweichsystem:

	Check	Schiff	LKW / Lieferant	Code	Anmerkungen
25	Das Notstoppsignal und die Notstoppverfahren wurden abgestimmt und getestet. Nottrennverfahren wurden abgestimmt. Alle involvierten Personen sind informiert. Notfallverfahren und -pläne sowie Kontaktnummern sind den verantwortlichen Personen bekannt.				Notstoppsignal:
26	Weiterleitung des ESD Signals zwischen Schiff und LKW ist beidseitig getestet				Falls erforderlich
27	Die vorherbestimmte Sicherheitszone wurde eingerichtet. Angemessene Absperrungen sind eingerichtet. Falls erforderlich ist Sicherungspersonal abgestellt.			A	Lokale Anforderung: _____ m
28	In der Sicherheitszone halten sich nur die am Bunkern beteiligten Personen auf.			R	
29	In der Sicherheitszone (land- und schiffseitig) finden keine Löscharbeiten, Ver- oder Entsorgungen, Personentransfer oder sonstige Tätigkeiten statt. Alle Personen die außerhalb der Sicherheitszone solche Tätigkeiten durchführen, sind entsprechend eingewiesen.			R	
30	Öffnungen wie z.B. Außentüren, Luken, Mannlöcher und Ventilationsöffnungen sind ordnungsgemäß verschlossen.			R	Keine Verriegelung der Öffnungen.
31	Gasdetektoren wurden getestet, befinden sich im guten Zustand und sind im Betrieb. Tragbare Gasmessgeräte sind verfügbar.				

	Check	Schiff	LKW / Lieferant	Code	Anmerkungen
32	Sicherheitsdatenblatt für geliefertes LNG liegt vor.				
33	<p>Zündquellen in der Sicherheitszone werden minimiert und im explosionsgefährdeten Bereich ausgeschlossen oder sind Ex-zertifiziert (ATEX).</p> <p>Dies beinhaltet unter anderem elektrisches Equipment, Beleuchtung, Förderanlagen, Kompressoren, Pumpen, Rauchverbot, kein offenes Licht, keine Mobiltelefone, Pager, keine Funkausrüstung, kein AIS, Radar, keine Warnlichter – außer jeweils Ex-zertifiziert (ATEX).</p> <p>Empfangsmöglichkeiten für UKW Seefunk (Schiff) sind weiterhin gegeben.</p>			R	<p>Beinhaltet auch andere Fahrzeuge.</p> <p>Radargeräte sind aus.</p> <p>Installierte Funkausrüstung (UKW, Grenzwelle, AIS) sind im entsprechendem Betriebszustand oder aus.</p>
34	Die Sicherheitszone ist ausreichend bemessen; eine Interaktion mit sich lösender Ladung und dem Bunkerequipment ist ausgeschlossen. Es finden keine Ladeoperationen in (und oberhalb) der Sicherheitszone statt.			A	
35	Die Sicherungszone ist eingerichtet. Personen in der Sicherungszone sind über die Anforderungen der Sicherheitszone informiert.				
36	Die Sicherungszone ist gegenüber nicht eingewiesenen Personen (z.B. Passagieren) abgesichert. Zusätzliches Sicherheitspersonal ist vorhanden, falls Bunkerbereich zugänglich.			A, R	Falls zutreffend
37	Gleisanlagen sind für den LNG Bunkervorgang gesichert und gekennzeichnet. In Bereichen in denen die Gleisanlage in der Sicherheitszone ist, ist die Gleisanlage für die Dauer der Bebungung zu sperren.			G	Falls zutreffend.

	Check	Schiff	LKW / Lieferant	Code	Anmerkungen
38	Fahrspuren für den LNG Bunkervorgang sind gesichert und gekennzeichnet. In Bereichen in denen die Fahrspuren in der Sicherheitszone sind, ist die Fahrspur für die Dauer der Bebunkerung zu sperren. Im Bereich erhöhten landseitigen Verkehrs ist ein Anfahrschutz vorgesehen.			G	Falls zutreffend.
39	Während der Bebunkerung werden keine Anlegemanöver am Empfängerschiff durchgeführt.				
40	Die maximal möglichen Schiffsbewegungen sind hinreichend begrenzt. (Max. Ein-/Austauschen, Roll- und Trimmwinkel, Translationen.) Überlänge im Schlauch ist ausreichend vorhanden.			A, R	
41	Angemessene persönliche Schutzausrüstung (inklusive Atemschutzausrüstung) liegt zur unmittelbaren Verwendung bereit.				
42	Direkt beim Bunkern involviertes Personal (und Personal in unmittelbarer Umgebung, falls vorhanden) benutzt persönliche Schutzausrüstung.			R	
43	(elektrische) Trockenabrissskupplung ist installiert und verwendungsbereit.				
44	Das Wassersprühsystem ist getestet und betriebsbereit				Falls zutreffend.
45	Leckageauffangausrüstung (drip tray) von geeignetem Material und Volumen ist in Position und betriebsbereit. Speigatten im Transferbereich sind geöffnet.				

	Check	Schiff	LKW / Lieferant	Code	Anmerkungen
46	Niedrigtemperaturschutz von Rumpf und Deck ist installiert.				Falls zutreffend.
47	Bunkerpumpe und Kompressoren sind im guten Zustand.				Falls zutreffend.
48	Alle Regelventile sind im guten, betriebsbereiten Zustand.				
49	Bunkersystemanzeigen, Füllstands- und Druckalarme sind betriebsbereit, korrekt eingestellt und in gutem Zustand.				
50	Der Bunkertank des Schiffes ist gegen unbeabsichtigte Überfüllung abgesichert, der Füllstand wird durchgängig überwacht, Alarmer sind korrekt eingestellt.			R	Kontrollintervalle mindestens alle _____Minuten.
51	Sämtliche Sicherheits- und Regeleinrichtungen der LNG Installationen sind getestet und im betriebsbereiten Zustand.				
52	Druckregelausrüstung und Abdampf- oder Verflüssigungsausrüstung ist betriebsbereit und im guten Zustand.			A	Falls zutreffend.
53	Notstopp (ESD) Ventile und Ausrüstung an Bord und am LKW wurden getestet und befinden sich in gutem und betriebsbereitem Zustand. Die beiden ESD Systeme sind verbunden Die Abschaltzeiten sind ausgetauscht und maximal 10 Sekunden.				ESD Empfängerschiff Sekunden: ESD LKW Sekunden:

	Check	Schiff	LKW / Lieferant	Code	Anmerkungen
54	Prozessüberwachung der Bunkerraten und -drücke korrekt in der Durchfluss- und Drucküberwachung des ESD-Systems eingestellt				Soweit zutreffend: Max. Durchfluss: Max. Bunkerrate:
55	Bunkerleitungsführung wurde geprüft. Nicht benötigte Verbindungen sind verschlossen, blindgeflanscht und voll verschraubt. Die Bunkerleitung ist frei von Kräften.				
56	LNG Bunkerschläuche (Ladearm, falls zutreffend), Leitungen und Flansche sind für den LNG Transfer zertifiziert, im guten Zustand, korrekt montiert, ggf. unterstützt und auf Dichtheit getestet.				
57	LNG Bunkerschläuche und Leitungen sind inertisiert, und mit N2 dichtheitsgetestet.				
58	Die LNG Bunkertransferleitung zwischen Schiff und LKW ist beidseitig mit Trockentrennkupplungen ausgerüstet.				
59	Eine elektrische Isolation zwischen Schiff und LKW ist installiert.				
60	Die LNG Bunkertransferleitung zwischen Schiff und LKW ist schiffsseitig mit einer Trockenabrisskupplung ausgerüstet. Die Kupplung wurde optisch überprüft und befindet sich in einem guten, betriebsbereiten Zustand.			A	
61	Der LKW ist elektrisch geerdet und gegen wegrollen gesichert.				

	Check	Schiff	LKW / Lieferant	Code	Anmerkungen
62	Der Motor des LKW ist ausgeschaltet während des Anschlagens der Bunkerverbindung.				
63	Der Motor des LKW ist ausgeschaltet während des Spülens und LNG Transfers.				Ausgenommen wenn der Motor zwingend erforderlich für den Spül- oder Transfervorgang ist.
64	Der Brandschutzplan des Schiffes ist außerhalb von Aufbauten und Sicherungszone zugänglich.				Position:
65	Internationaler Löschwasseranschluss ist angeschlagen.				Falls zutreffend.
66	Hafen- und Seemannsamt ist vom Start der Bebungung informiert, eine Weiterleitung der Informationen an Schiffe in der direkten Umgebung wurde veranlasst.				Datum/Uhrzeit der Anzeige:

A – Absprache; G – Genehmigung; R – Re-check

	Schiff	LKW / Lieferant
Unternehmen/Firma		
Name		
Funktion/Rang		
Datum		
Uhrzeit		
Unterschrift		

LNG BUNKERCHECKLISTE – LKW BEBUNKERUNG

Dieser Teil der Bunkercheckliste für den Seehafen Rostock ist vor Start der Bebungung abzuarbeiten.

Bunkerlizenzinhaber: _____

Bunkerzeitpunkt und Datum: _____

Liegeplatz: _____

Name LNG Empfängerschiff: _____

IMO-Nr. LNG Empfängerschiff: _____

Amtl. Kennzeichen LKW und Trailer: _____

Teil 3: LNG Prozessparameter

Vereinbarte Anfangstemperatur und Druck

Vermerken Sie die vereinbarte physikalische Einheit: m³ Tonne _____

	Schiff		LKW		
LNG Tank: Anfangstemperatur					°C
LNG Tank: Anfangsdruck					barg
LNG Tank: Verfügbare (Rest)- Kapazität					Einheit

Vereinbarte Bunkeroperationen

Vermerken Sie die vereinbarte physikalische Einheit: m3 Tonne _____

	Tank 1	Tank 2	
Vereinbarte zu übertragende Menge			Einheit
Anfangsdruck am Übergangsfansch			barg
Anfangsübertragungsrate			Einheit pro Stunde
Maximale Transferrate			Einheit pro Stunde
Topping-up Rate			Einheit pro Stunde
Maximaler Druck am Übergangsfansch			barg

Vereinbarte Minima und Maxima

	Maximum	Minimum	
Drücke während des Bunkerns			barg
Drücke in den LNG Bunker Tanks			barg
Temperatur des LNG			°C
Befüllgrenze der LNG Bunker Tanks			%

Leitfaden zum vervollständigen dieser Checkliste

Die Kennzeichnung durch die Buchstaben „A“, „R“ oder „G“ in der mit „Code“ benannten Spalte bedeutet folgendes:

- A = Absprache
kennzeichnet eine Vereinbarung oder Verfahren, die in der Spalte „Code“ der Checkliste kenntlich gemacht oder auf eine andere für beide Seiten annehmbare Form festgehalten wird.
- R („Re-check“) = nochmals überprüfen
kennzeichnet Punkte, die in angemessenen Intervallen wiederholt geprüft werden sollen. Die Intervalle werden von den beiden Parteien in der Erklärung vereinbart und angegeben.
- G = Genehmigung
kennzeichnet, dass eine Genehmigung von den zuständigen Behörde vorliegen muss.

Die angefügte Erklärung sollte nicht unterzeichnet werden, bevor beide Parteien die ihnen zugewiesene Verantwortung und Haftung überprüft und akzeptiert haben. Nach ordnungsgemäßer Unterzeichnung ist dieses Dokument von beiden Beteiligten nach den Anwendung findenden Regularien oder nach Vorgabe des Unternehmens, aufzubewahren.

Erklärung

Wir, die Unterzeichner, haben die oben aufgeführten Punkte in Teil 1 bis Teil 3 in Übereinstimmung mit den Vorschriften überprüft und uns davon überzeugt, dass die von uns gemachten Eintragungen korrekt sind.

Wir haben vereinbart, dass die mit „R“ gekennzeichneten Punkte der Checkliste in Intervallen, die ____ Minuten nicht überschreiten, wiederholt geprüft werden.

Sollte uns bekannt werden, dass sich der Status eines Punktes/Elementes ändert, werden wir den anderen Beteiligten umgehend informieren.

	Schiff	LKW / Lieferant
Unternehmen/Firma		
Name		
Funktion/Rang		
Datum		
Uhrzeit		
Unterschrift		

Aufzeichnung der sich wiederholenden Prüfungen								
Datum								
Uhrzeit								
Namenskürzel Schiffes								
Namenskürzel LKW								

LNG BUNKERCHECKLISTE – LKW BEBUNKERUNG

Dieser Teil der Bunkercheckliste für den Seehafen Rostock ist vor nach Beendigung des Transfers abzuarbeiten.

Bunkerlizenzinhaber: _____

Bunkerzeitpunkt und Datum: _____

Liegeplatz: _____

Name LNG Empfängerschiff: _____

IMO-Nr. LNG Empfängerschiff: _____

Amtl. Kennzeichen LKW und Trailer: _____

Teil 4: Nach Beendigung der Bebunkerung

	Check	Schiff	LKW / Lieferant	Code	Anmerkungen
67	LNG Bunkerschläuche, Rohrleitungen und Flansche wurden gespült und sind bereit zum Abschlagen.			A	
68	Fernbediente und handgesteuerte Ventile sind alle geschlossen und bereit zum Abschlagen.			A	
69	Nach dem Abschlagen wurden die Sicherheitszonen aufgelöst, Kennzeichnung wurde entfernt.			A	

	Check	Schiff	LKW / Lieferant	Code	Anmerkungen
70	Lieferscheine und Empfangsbestätigung unterzeichnet und ausgetauscht.				
71	Das Hafen- und Seemannsamt wurde informiert, dass die Bunkeroperationen beendet sind, eine Weiterleitung der Informationen an Schiffe in der direkten Umgebung wurde veranlasst.				Uhrzeit:
72	Terminal wurde informiert, dass die Bunkeroperationen beendet sind.				Uhrzeit:
73	Falls Zutreffend: Beinah Unfälle und Störungen wurden ans Hafen- und Seemannsamt berichtet.				Report Nr.:

A – Absprache; G – Genehmigung; R – Re-check

	Schiff	LKW / Lieferant
Unternehmen/Firma		
Name		
Funktion/Rang		
Datum		
Uhrzeit		
Unterschrift		

LNG BUNKER CHECKLIST – SHIP-TO-SHIP-TRANSFER

The following bunker checklist is based on the bunker manual of Rostock Port (DNV GL MAGDE717 2015.158EN). The general requirements of the bunker manual are to be fulfilled.

The contents and scopes of the checklists are divided into five parts:

Part 1 concerns the planning phase of the bunker operation and supports the organizational preparation of the bunker operation.

Part 2 concerns planned simultaneous activities and must be completed before the start of the transfer.

Part 3 must be completed before the start of the transfer.

Part 4 is for the mutual coordination of the process parameters.

Part 5 shall support the safe completion of bunkering LNG.

Both parties shall keep the bunker checklists (part 1 to part 5) for at least 5 years and is to be submitted to the competent authorities (Rostock Port Authority; Hafen- und Seemannsamt) on request

Owner of the bunker license: _____

Date and time of bunker operation: _____

Mooring: _____

Name LNG receiving ship: _____

IMO-No. LNG receiving ship: _____

Name LNG bunker vessel: _____

IMO-No. LNG bunker vessel: _____

Part 1: Planning Stage

	Check	Receiving ship	Bunker vessel	Code	Remarks
1	LNG supplier has a valid approval for bunker operations from competent authorities			P	approval no.: date of issue: date of expiry:
2	Port Authority (Hafen- und Seemannsamt) is notified of place and time of bunker operations				
3	Mooring specific requirements in accordance with DNV GL MAGDE717 2015.158EN were considered when planning				
4	All personnel involved in the LNG bunker operation have the appropriate training and have been instructed on the particular LNG bunker equipment and procedures.	Receiving ship:	Bunker vessel:		
5	Bunker vessel can safely go alongside anchorage. Secure mooring and fendering is possible. Manifolds are compatible. The explosion-protected areas (ISO 60079) of the vessels are compatible			A	
6	The bunker operation area can be sufficiently illuminated.			A	
7	All LNG transfer and gas detection equipment is certified, in good condition and appropriate for the service intended. Compatibility of equipment between receiving vessel and bunker vessel is coordinated.			A	

	Check	Receiving ship	Bunker vessel	Code	Remarks
8	The procedures for bunkering, cooling down and purging operations have been agreed upon by ship and LNG bunker vessel. - (includes process parameters, vapour return, flow rates, tank type and conditions, cooling down,...)			A	Reference to the procedure:
9	The system and method of electrical insulation have been agreed upon by ship and LNG bunker vessel.			A	
10	The safety zone onshore has been agreed upon (according to DNV GL MAGDE717 2015.158EN) and appropriate signs are provided.			A	Safety Zone: _____m
11	Safety zone on board is provided: <ul style="list-style-type: none"> No ignition sources in hazardous area No loading/unloading operations unless specified in Part 2 No passengers 				Definitionsafety zone:
12	Crew for monitoring the safety zone is available (onshore and offshore)			A	If applicable
13	Regulations with regards to ignition sources can be observed.				Definition requirements:
14	A security zone is provided, which includes at least the vessels.			A	
15	All mandatory firefighting equipment is ready for immediate use.				

A – Agreement; P – Permission; R – Re-check

	Receiving ship	LNG Bunker vessel
Company		
Name		
Position/Rank		
Date		
Time		
Signature		

LNG BUNKER CHECKLIST – SHIP-TO-SHIP-TRANSFER

This part should be completed before actual transfer operations start.

Owner of the bunker license: _____

Date and time of bunker operation: _____

Mooring: _____

Name LNG receiving ship: _____

IMO-No. LNG receiving ship: _____

Name LNG bunker vessel: _____

IMO-No. LNG bunker vessel: _____

Part 2: Planned Simultaneous Activities

	Check	Receiving ship	Bunker vessel	Code	Remarks
16	Planned simultaneous bunker operations of other fuels during LNG bunkering are in accordance with ship's approved operational documentation.				If applicable.
17	Planned simultaneous cargo operations during LNG bunkering are in accordance with the ship's approved operational documentation and outside safety zone.			A	If applicable.

	Check	Receiving ship	Bunker vessel	Code	Remarks
18	Safety zones for SIMOPs established and secured: <ul style="list-style-type: none"> - 25m distance - If applicable: reduced by control measures - Abs. minimum: hazardous areas 			A	Safety Zone: _____ m If less than 25m: Define SIMOPS: Define Protective measures:
19	Safety procedures and mitigation measures for simultaneous activities, as mentioned in the ship's approved operational documentation, are agreed upon and are being observed by all parties involved.			A R	If applicable.

A – Agreement; P – Permission; R – Re-check

	Receiving ship	LNG Bunker vessel
Company		
Name		
Position/Rank		
Date		
Time		
Signature		

LNG Bunker checklist – Ship-to-Ship-Transfer

This part of the bunker check list has to be finished before starting the bunkering.

Owner of the bunker license: _____

Date and time of bunker operation: _____

Mooring: _____

Name LNG receiving ship: _____

IMO-No. LNG receiving ship: _____

Name LNG bunker vessel: _____

IMO-No. LNG bunker vessel: _____

Part 3: Pre Transfer

	Check	Receiving ship	Bunker vessel	Code	Remarks
20	Part 1 and Part 2 of the bunker checklist is completely filled before.	Receiving ship:	Bunker vessel:		
21	The prevailing wind and weather conditions are within the agreed limits. The bunker operation should be discontinued, if the visibility is poor (visibility < security zone)			A, R	Wind speed: Wind direction: Visibility range:

	Check	Receiving ship	Bunker vessel	Code	Remarks
22	The receiving ship is securely moored and sufficient fendering is in place.			R	
23	There is a safe access to the receiving ship. A safe escape route outside the safety zone exists.			R	
24	All mandatory firefighting equipment is ready for immediate use.	Receiving ship:	Bunker vessel:		
25	The bunker operation area is sufficiently illuminated. If necessary, observe ex-proof equipment used.			A, R	
26	The LNG bunker vessel is able to move under its own power in a safe and non-obstructed direction.				
27	Adequate supervision of the bunker operation by responsible officers is in place, both on the receiving ship and at the LNG bunker vessel.			R	
28	An effective means of communication between the responsible operators and supervisors at the ship and LNG bunker vessel has been established and tested. The communication language has been agreed upon.			A, R	VHF Channel: Language: Primary communication system: Backup system:

	Check	Receiving ship	Bunker vessel	Code	Remarks
29	The emergency stop signal and shutdown procedures have been agreed upon, tested, and explained to all personnel involved. Emergency procedures and plans and the contact numbers are known to the persons in charge.				Emergency stop signal:
30	Forwarding the ESD signal between the ships is tested on both sides				
31	The predetermined safety zone has been established. Appropriate signs mark this area. If necessary assurance personnel is supplied.			A	Local requirements _____ m
32	Only people that are involved in the bunker operations stay in the security zone.			R	
33	In the safety zone (on- and offshore) there is no <ul style="list-style-type: none"> • Loading/unloading (unless specified in Part 2) • Supply or waste disposal • People transfer • Other activities All persons that perform such activities outside the safety zone are instructed accordingly.			R	
34	External doors, portholes and accommodation ventilation inlets are closed as per operations manual.			R	At no time they should be locked
35	The gas detection equipment has been operationally tested and found to be in good working order. Portable gas detectors are available.				

	Check	Receiving ship	Bunker vessel	Code	Remarks
36	Material Safety Data Sheets (MSDS) for the delivered LNG fuel are available.				
37	<p>Sources of ignition are minimised in the safety zone, in the hazardous areas excluded or ex-certified (ATEX).</p> <p>This includes electric equipment, lighting, conveyors, compressors, pumps, no smoking, no open flames, no cell phones, pagers, any radio equipment, no AIS, radar, no warning lights - except each Ex-certified (ATEX).</p> <p>Reception possibilities for VHF marine radio (ship) still exist.</p>			R	<p>Also includes other vehicles.</p> <p>Radar devices are turned off.</p> <p>Installed radio equipment (VHF, SSB, AIS) are in the appropriate operating mode or off.</p>
38	The safety zone is of sufficient size; an interaction with coming loose cargo and bunker equipment is excluded. There are no load operations in (and above) the security zone.			A	
39	The security zone has been established. People in the security zone are aware of the requirements of the safety zone.				
40	The security zone is hedged against untrained individuals (e.g. passengers). Additional security personnel is present, if the bunker area is accessible.			A, R	If applicable
41	Railway tracks are secured for LNG bunkering operation and marked. In areas where the railway tracks are in the safety zone, the railway tracks should be blocked for the duration of the bunkering.			P	If applicable
42	Lanes for LNG bunkering operation are secured and marked. In areas where the lanes are in the safety zone, the lane should be blocked for the duration of the bunkering. In the field of increased onshore traffic collision protection is provided.			P	If applicable

	Check	Receiving ship	Bunker vessel	Code	Remarks
43	During bunkering no docking manoeuvres are performed at the receiving vessel or LNG bunker ship.				
44	The maximum possible ship movements are sufficiently limited. (Max. change of draught, roll and trim angle, translations) Over length in the hose is sufficiently available.			A, R	
45	Appropriate and suitable personal protective equipment PPE (including respiratory protective equipment) is ready for immediate use.				
46	Personnel involved in the connection and disconnection of the bunker hoses and personnel in the direct vicinity of these operations make use of PPE.			R	
47	A (powered) emergency release coupling { (P)ERC } is installed and is ready for immediate use				
48	The water spray system has been tested and is ready for immediate use.				If applicable
49	Spill containment arrangements (drip tray) are of an appropriate material and volume, in position, and empty. Scuppers in the transfer area are open.				
50	The hull and deck protection against low temperature is in place.				If applicable

	Check	Receiving ship	Bunker vessel	Code	Remarks
51	Bunker pumps and compressors are in good working order.				If applicable
52	All control valves are well maintained and in good working order.				
53	Bunker system gauges, high level alarms and high-pressure alarms are operational, correctly set and in good working order.				
54	The ships' bunker tanks are protected against overfilling at all times, tank content is constantly monitored and alarms are correctly set.			R	Control intervals at least every _____minutes.
55	All safety and control devices on the LNG installations are checked, tested and found to be in good working order.				
56	Pressure control equipment and boil off or re-liquefaction equipment is operational and in good working order.			A	If applicable
57	Both on the ship and at the LNG bunker vessel the ESD, automatic valves or similar devices have been tested, have found to be in good working order, and are ready for use. The both ESD systems are linked. The closing rates of the ESDs have been Exchanged and a maximum of 10 seconds.				ESD receiving ship seconds: ESD bunker vessel seconds:
58	Process monitoring of bunker rates and pressures in the correct flow and pressure monitoring of the ESD system are adjusted.				Max flow: Max. bunker rate:

	Check	Receiving ship	Bunker vessel	Code	Remarks
59	Initial LNG bunker line up has been checked. Unused connections are closed, blanked and fully bolted. The bunker line is free of forces.				
60	LNG bunker hoses (loading arms, if applicable), fixed pipelines and manifolds are in good condition, properly rigged, supported, properly connected, leak tested and certified for the LNG transfer.				
61	LNG bunker hoses and lines are inerted and tightness is tested with N2.				
62	The LNG bunker connection between the ship and the LNG bunker vessel is provided with dry disconnection couplings.				
63	The LNG bunker connection between the ship and the LNG bunker vessel has adequate electrical insulating means in place.				
64	Dry breakaway couplings in the LNG bunker connections are in place, have been visually inspected for functioning and found to be in a good working order.			A	
65	The bunker vessel is safely moored and fendering is in place.			A,R	
66	The ship's emergency fire control plans are located externally.				Position:

	Check	Receiving ship	Bunker vessel	Code	Remarks
67	An International Shore Connection for firefighting water has been provided.				If applicable
68	Port Authorities (Hafen- und Seemannsamt) have been informed that bunker transfer operations are commencing and have been requested to inform other vessels in the vicinity.				Date/time

A – Agreement; P – Permission; R – Re-check

	Receiving ship	LNG Bunker vessel
Company		
Name		
Position/Rank		
Date		
Time		
Signature		

LNG BUNKER CHECKLIST – SHIP-TO-SHIP-TRANSFER

This part of the bunker check list has to be finished before transfer operations start.

Owner of the bunker license: _____

Date and time of bunker operation: _____

Mooring: _____

Name LNG receiving ship: _____

IMO-No. LNG receiving ship: _____

Name LNG bunker vessel: _____

IMO-No. LNG bunker vessel: _____

Part 4: LNG Process Parameters

Agreed starting temperatures and pressures

Note the agreed Physical Quantity Unit (PQU) m³ Tonnes _____

	Receiving ship		Bunker vessel		
LNG tank: Start temperature					°C
LNG tank: Start pressure					barg
LNG tank: Available (rest) capacity					PQU

Agreed bunker operations

Note the agreed Physical Quantity Unit (PQU) [] m3 [] Tonne [] _____

	Tank 1	Tank 2	
Agreed quantity to be transferred			PQU
Starting pressure at the manifold			barg
Starting rate			PQU per hour
Max transfer rate			PQU per hour
Topping-up rate			PQU per hour
Max pressure at manifold			barg

Agreed maximums and minimums

	Maximum	Minimum	
Pressures during bunkering			barg
Pressures in the LNG bunker tanks			barg
Temperatures of the LNG			°C
Filling limit of the LNG bunker tanks			%

Agreed simultaneous LNG bunker/Oil bunker operations

(Note that for oil bunker operations a separate bunker checklist should be completed)

Oil bunker activity	Receiving ship	Bunker vessel

Agreed simultaneous LNG bunker/Cargo operations

Cargo activity	Receiving ship	Bunker vessel

Restricted simultaneous LNG bunker/Cargo operations

Cargo activity	Receiving ship	Bunker vessel

Guideline for completing this checklist

The presence of the letters 'A', 'R' or 'P' in the column entitled 'Code' indicates the following:

- A = Agreement
This indicates an agreement or procedure that should be identified in the 'Remarks' column of the checklist or communicated in some other mutually acceptable form.
- R = Re-check
This indicates items to be re-checked at appropriate intervals, as agreed between both parties, at periods stated in the declaration.
- P = Permission
This indicates that permission is to be granted by authorities.

The joint declaration should not be signed until both parties have checked and accepted their assigned responsibilities and accountabilities. When duly signed, this document is to be kept from both parties conform applicable regulations or company requirements.

Declaration

We, the undersigned, have checked the above items in Parts 1, 2, 3 and 4 in accordance with the instructions and have satisfied ourselves that the entries we have made are correct.

We have also made arrangements to carry out repetitive checks as necessary and agreed that those items coded 'R' in the checklist should be re-checked at intervals not exceeding _____ minutes.

If, to our knowledge, the status of any item changes, we will immediately inform the other party.

	Receiving ship		LNG Bunker vessel	
Company				
Name				
Position/Rank				
Date				
Time				
Signature				
Record of repetitive checks				
Date				
Time				
Initials for receiving ship				
Initials for bunker vessel				

LNG BUNKER CHECKLIST – SHIP-TO-SHIP-TRANSFER

This part of the bunker check list has to be finished after completion of the LNG transfer.

Owner of the bunker license: _____

Date and time of bunker operation: _____

Mooring: _____

Name LNG receiving ship: _____

IMO-No. LNG receiving ship: _____

Name LNG bunker vessel: _____

IMO-No. LNG bunker vessel: _____

Part 5: After Completion of the Bunkering

	Check	Receiving ship	Bunker vessel	Code	Remarks
69	LNG bunker hoses, fixed pipelines and manifolds have been purged and are ready for disconnection.			A	
70	Remote and manually controlled valves are closed and ready for disconnection.			A	
71	After disconnection the safety Zone area has been deactivated. Appropriate signs have been removed.			A	

	Check	Receiving ship	Bunker vessel	Code	Remarks
72	Delivery notes and receipt signed and exchanged.				
73	Port Authorities (Hafen- und Seemannsamt) has been notified that LNG bunker operations have been completed and have been requested to inform other vessels in the vicinity.				Time notified:
74	The terminal has been notified that LNG bunker operations have been completed.				Time notified:
75	If applicable: Near misses and incidents have been reported to competent authorities.				Report No.:

A – Agreement; P – Permission; R – Re-check

	Receiving ship	LNG Bunker vessel
Company		
Name		
Position/Rank		
Date		
Time		
Signature		

LNG BUNKER CHECKLIST – TRUCK-TO-SHIP-TRANSFER

The following bunker checklist is based on the bunker manual of Rostock Port (DNV GL MAGDE717 2015.158EN). The general requirements of the bunker manual are to be fulfilled.

The contents and scopes of the checklists are divided into four parts:

Part 1 concerns the planning phase of the bunker operation and supports the organizational preparation of the bunker operation.

Part 2 must be completed before the start of the transfer.

Part 3 is for the mutual coordination of the process parameters.

Part 4 shall support the safe completion of bunkering LNG.

Both parties shall keep the bunker checklists (part 1 to part 4) for at least 5 years and is to be submitted to the competent authorities (Rostock Port Authority; Hafen- und Seemannsamt) on request.

Owner of the bunker license: _____

Date and time of bunker operation: _____

Mooring: _____

Name LNG receiving ship: _____

IMO-No. LNG receiving ship: _____

License number truck and trailer: _____

Part 1: Planning Stage

	Check	Receiving ship	LNG Truck	Code	Remarks
1	LNG supplier has a valid approval for bunker operations from competent authorities			P	approval no.: date of issue: date of expiry:
2	Port Authority (Hafen- und Seemannsamt) is notified of place and time of bunker operations				
3	Mooring specific requirements in accordance with DNV GL MAGDE717 2015.158EN were considered when planning				
4	All personnel involved in the LNG bunker operation have the appropriate training and have been instructed on the particular LNG bunker equipment and procedures.	For the ship	For the truck		
5	Bunker location is accessible to the truck (access roads, max. dimensions and weights), etc.				
6	The bunker operation area can be sufficiently illuminated.				
7	All LNG transfer and gas detection equipment is certified, in good condition and appropriate for the service intended. Compatibility of equipment between receiving vessel and truck is coordinated.				

	Check	Receiving ship	LNG Truck	Code	Remarks
8	The procedures for bunkering, cooling down and purging operations have been agreed. - (includes process parameters, vapour return, flow rates, tank type and conditions, cooling down, ...)			A	Reference to the procedure:
9	The system and method of electrical insulation have been agreed by ship and truck.			A	
10	The safety zone onshore has been agreed upon (according to DNV GL MAGDE717 2015.158EN) and appropriate signs are provided.			A	Security zone: _____ m
11	Safety zone on board is provided: <ul style="list-style-type: none"> No ignition sources in hazardous area No loading/unloading operations No passengers 				Safety zone:
12	Crew for monitoring the safety zone is available (onshore and offshore)				If applicable
13	Regulations with regards to ignition sources can be observed.				Definition requirements:
14	A security zone is provided, which includes at least the vessels.			A	
15	All mandatory firefighting equipment is ready for immediate use.				

A – Agreement; P – Permission; R – Re-check

	Receiving ship	LNG truck
Company		
Name		
Position/Rank		
Date		
Time		
Signature		

LNG BUNKER CHECKLIST – TRUCK-TO-SHIP-TRANSFER

This part of the bunker check list has to be finished before starting the bunkering.

Owner of the bunker license: _____

Date and time of bunker operation: _____

Mooring: _____

Name LNG receiving ship: _____

IMO-No. LNG receiving ship: _____

License number truck and trailer: _____

Part 2: Pre Transfer

	Check	Receiving ship	LNG Truck	Code	Remarks
16	Part 1 of the bunker checklist is completely filled before.	Ship:	Truck:		
17	The prevailing wind and weather conditions are within the agreed limits. The bunker operation should be discontinued, if the visibility is poor (visibility < security zone)			A, R	Wind speed: Wind direction: Visibility range:
18	The receiving ship is securely moored and sufficient fendering is in place.			R	

	Check	Receiving ship	LNG Truck	Code	Remarks
19	There is a safe access to the receiving ship. A safe escape route outside the safety zone exists.			R	
20	All mandatory firefighting equipment is ready for immediate use.	Ship:	Truck:		
21	The bunker operation area is sufficiently illuminated. If necessary, observe ex-proof equipment used.			A, R	
22	The LNG truck is able to move under its own power in a safe and non-obstructed direction.				
23	Adequate supervision of the bunker operation by responsible officers is in place, both on the receiving ship and at the LNG truck.			R	
24	An effective means of communication between the responsible operators and supervisors at the ship and LNG truck has been established and tested. The communication language has been agreed upon.			A, R	VHF Channel: Language: Primary communication system: Backup system:
25	The emergency stop signal and shutdown procedures have been agreed upon, tested, and explained to all personnel involved. Emergency procedures and plans and the contact numbers are known to the persons in charge.				Emergency stop signal:

	Check	Receiving ship	LNG Truck	Code	Remarks
26	Forwarding the ESD signal between the ship and the truck is tested on both sides				
27	The predetermined safety zone has been established. Appropriate signs mark this area. If necessary assurance personnel is supplied.			A	Local requirements: _____ m
28	Only people that are involved in the bunker operations stay in the security zone.			R	
29	In the safety zone (on- and offshore) there is no <ul style="list-style-type: none"> • Loading/unloading • Supply or waste disposal • People transfer • Other activities All persons that perform such activities outside the safety zone are instructed accordingly.			R	
30	External doors, portholes and accommodation ventilation inlets are closed as per operations manual.			R	At no time they should be locked
31	The gas detection equipment has been operationally tested and found to be in good working order. Portable gas detectors are available.				
32	Material Safety Data Sheets (MSDS) for the delivered LNG fuel are available.				

	Check	Receiving ship	LNG Truck	Code	Remarks
33	<p>Sources of ignition are minimised in the safety zone, in the hazardous areas excluded or ex-certified (ATEX).</p> <p>This includes electric equipment, lighting, conveyors, compressors, pumps, no smoking, no open flames, no cell phones, pagers, any radio equipment, no AIS, radar, no warning lights - except each Ex-certified (ATEX).</p> <p>Reception possibilities for VHF marine radio (ship) still exist.</p>			R	<p>Also includes other vehicles.</p> <p>Radar devices are turned off.</p> <p>Installed radio equipment (VHF, SSB, AIS) are in the appropriate operating mode or off.</p>
34	<p>The safety zone is of sufficient size; an interaction with coming loose cargo and bunker equipment is excluded.</p> <p>There are no load operations in (and above) the security zone.</p>			A	
35	<p>The security zone has been established. People in the security zone are aware of the requirements of the safety zone.</p>				
36	<p>The security zone is hedged against untrained individuals (e.g. passengers). Additional security personnel is present, if the bunker area is accessible.</p>			A, R	If applicable
37	<p>Railway tracks are secured for LNG bunkering operation and marked. In areas where the railway tracks are in the safety zone, the railway tracks should be blocked for the duration of the bunkering.</p>			P	If applicable
38	<p>Lanes for LNG bunkering operation are secured and marked. In areas where the lanes are in the safety zone, the lane should be blocked for the duration of the bunkering.</p> <p>In the field of increased onshore traffic collision protection is provided.</p>			P	If applicable
39	<p>During bunkering no docking manoeuvres are performed at the receiving vessel.</p>				

	Check	Receiving ship	LNG Truck	Code	Remarks
40	The maximum possible ship movements are sufficiently limited. (Max. change of draught, roll and trim angle, translations) Over length in the hose is sufficiently available.			A, R	
41	Appropriate and suitable personal protective equipment PPE (including respiratory protective equipment) is ready for immediate use.				
42	Personnel involved in the connection and disconnection of the bunker hoses and personnel in the direct vicinity of these operations make use of PPE.			R	
43	A (powered) emergency release coupling { (P)ERC } is installed and is ready for immediate use				
44	The water spray system has been tested and is ready for immediate use.				If applicable
45	Spill containment arrangements (drip tray) are of an appropriate material and volume, in position, and empty. Scuppers in the transfer area are open.				
46	The hull and deck protection against low temperature is in place.				If applicable
47	Bunker pumps and compressors are in good working order.				If applicable

	Check	Receiving ship	LNG Truck	Code	Remarks
48	All control valves are well maintained and in good working order.				
49	Bunker system gauges, high level alarms and high-pressure alarms are operational, correctly set and in good working order.				
50	The ships' bunker tanks are protected against overfilling at all times, tank content is constantly monitored and alarms are correctly set.			R	Control intervals at least every _____ minutes.
51	All safety and control devices on the LNG installations are checked, tested and found to be in good working order.				
52	Pressure control equipment and boil off or re-liquefaction equipment is operational and in good working order.			A	If applicable
53	Both on the ship and at the LNG truck the ESD, automatic valves or similar devices have been tested, have found to be in good working order, and are ready for use. The both ESD systems are linked. The closing rates of the ESDs have been Exchanged and a maximum of 10 seconds.				ESD ship seconds: ESD truck seconds:
54	Process monitoring of bunker rates and pressures in the correct flow and pressure monitoring of the ESD system are adjusted.				Max flow: Max. bunker rate:
55	Initial LNG bunker line up has been checked. Unused connections are closed, blanked and fully bolted. The bunker line is free of forces.				

	Check	Receiving ship	LNG Truck	Code	Remarks
56	LNG bunker hoses (loading arms, if applicable), fixed pipelines and manifolds are in good condition, properly rigged, supported, properly connected, leak tested and certified for the LNG transfer.				
57	LNG bunker hoses and lines are inerted and tightness is tested with N2.				
58	The LNG bunker connection between the ship and the LNG truck is provided with dry disconnection couplings.				
59	The LNG bunker connection between the ship and the LNG truck has adequate electrical insulating means in place.				
60	Dry breakaway couplings in the LNG bunker connections are in place, have been visually inspected for functioning and found to be in a good working order.			A	
61	The truck is electrically grounded and secured against rolling.				
62	The engine of the LNG truck is switched off during the connection and disconnection of the LNG bunker hoses.				
63	The engine of the LNG truck is switched off during purging or LNG transfer.				Unless the engine is required for the purging or transfer of LNG.

	Check	Receiving ship	LNG Truck	Code	Remarks
64	The ship's emergency fire control plans are located externally.				Position:
65	An International Shore Connection for firefighting water has been provided.				If applicable
66	Port Authorities (Hafen- und Seemannsamt) have been informed that bunker transfer operations are commencing and have been requested to inform other vessels in the vicinity.				Date/time

A – Agreement; P – Permission; R – Re-check

	Receiving ship	LNG truck
Company		
Name		
Position/Rank		
Date		
Time		
Signature		

LNG BUNKER CHECKLIST – TRUCK-TO-SHIP-TRANSFER

This part of the bunker check list has to be finished before transfer operations start.

Owner of the bunker license: _____

Date and time of bunker operation: _____

Mooring: _____

Name LNG receiving ship: _____

IMO-No. LNG receiving ship: _____

License number truck and trailer: _____

Part 3: LNG Process Parameters

Agreed starting temperatures and pressures

Note the agreed Physical Quantity Unit (PQU) m³ Tonnes _____

	Receiving ship		Bunker vessel		
LNG tank: Start temperature					°C
LNG tank: Start pressure					barg
LNG tank: Available (rest) capacity					PQU

Agreed bunker operations

Note the agreed Physical Quantity Unit (PQU) [] m3 [] Tonne [] _____

	Tank 1	Tank 2	
Agreed quantity to be transferred			PQU
Starting pressure at the manifold			barg
Starting rate			PQU per hour
Max transfer rate			PQU per hour
Topping-up rate			PQU per hour
Max pressure at manifold			barg

Agreed maximums and minimums

	Maximum	Minimum	
Pressures during bunkering			barg
Pressures in the LNG bunker tanks			barg
Temperatures of the LNG			°C
Filling limit of the LNG bunker tanks			%

Guideline for completing this checklist

The presence of the letters 'A', 'R' or 'P' in the column entitled 'Code' indicates the following:

- A = Agreement
This indicates an agreement or procedure that should be identified in the 'Remarks' column of the checklist or communicated in some other mutually acceptable form.
- R = Re-check
This indicates items to be re-checked at appropriate intervals, as agreed between both parties, at periods stated in the declaration.
- P = Permission
This indicates that permission is to be granted by authorities.

The joint declaration should not be signed until both parties have checked and accepted their assigned responsibilities and accountabilities. When duly signed, this document is to be kept from both parties conform applicable regulations or company requirements.

Declaration

We, the undersigned, have checked the above items in Parts 1, 2 and 3 in accordance with the instructions and have satisfied ourselves that the entries we have made are correct.

We have also made arrangements to carry out repetitive checks as necessary and agreed that those items coded 'R' in the checklist should be re-checked at intervals not exceeding _____ minutes.

If, to our knowledge, the status of any item changes, we will immediately inform the other party.

	Receiving ship	LNG truck
Company		
Name		
Position/Rank		
Date		
Time		
Signature		

Record of repetitive checks								
Date								
Time								
Initials for receiving ship								
Initials for bunker vessel								

LNG BUNKER CHECKLIST – TRUCK-TO-SHIP-TRANSFER

This part of the bunker check list has to be finished after completion of the LNG transfer.

Owner of the bunker license: _____

Date and time of bunker operation: _____

Mooring: _____

Name LNG receiving ship: _____

IMO-No. LNG receiving ship: _____

License number truck and trailer: _____

Part 4: After Completion of the Bunkering

	Check	Receiving ship	Bunker vessel	Code	Remarks
67	LNG bunker hoses, fixed pipelines and manifolds have been purged and are ready for disconnection.			A	
68	Remote and manually controlled valves are closed and ready for disconnection.			A	
69	After disconnection the Safety Zone has been deactivated. Appropriate signs have been removed.			A	

	Check	Receiving ship	Bunker vessel	Code	Remarks
70	Delivery notes and receipt signed and exchanged.				
71	Port Authorities (Hafen- und Seemannsamt) has been notified that LNG bunker operations have been completed and have been requested to inform other vessels in the vicinity.				Time notified:
72	The terminal has been notified that LNG bunker operations have been completed.				Time notified:
73	If applicable: Near misses and incidents have been reported to competent authorities.				Report No:

A – Agreement; P – Permission; R – Re-check

	Receiving ship	LNG truck
Company		
Name		
Position/Rank		
Date		
Time		
Signature		



About DNV GL

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil and gas, and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our 16,000 professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.