



März 2021

BUNKER GUIDANCE

für alternative Kraftstoffe in deutschen Seehäfen

Band 2

RAMBOLL

Bright Ideas Sustainable change

Adressat

**Deutsches Maritimes Zentrum e. V.
Hermann-Blohm-Str. 3
20457 Hamburg**

Dokumententyp

Abschlussbericht

Datum

2. März 2021

AUFNAHME RECHTLICHER REGELUNGEN UND ERARBEITUNG EINES BUNDESWEITEN LEITFADENS FÜR EINHEITLICHE VORSCHRIFTEN ZUM BUNKERN VON KOMPRIMIERTEN UND VERFLÜSSIGTEN GASEN SOWIE KRAFTSTOFFEN MIT NIEDRIGEM FLAMMPUNKT IN DEUTSCHEN SEEHÄFEN

ABSCHLUSSBERICHT

AUFNAHME RECHTLICHER REGELUNGEN UND ERARBEITUNG EINES BUNDESWEITEN LEITFADENS FÜR EINHEITLICHE VORSCHRIFTEN ZUM BUNKERN VON KOMPRIMIERTEN UND VERFLÜSSIGTEN GASEN SOWIE KRAFTSTOFFEN MIT NIEDRIGEM FLAMMPUNKT IN DEUTSCHEN SEEHÄFEN

ABSCHLUSSBERICHT

Projektname **Bunker Guidance für alternative Kraftstoffe in deutschen Seehäfen**
Projekt Nr. **301001093**
Empfänger **Deutsches Maritimes Zentrum e. V.**



Ramboll Deutschland GmbH
Dierkower Damm 29
18146 Rostock

Telefon: +49 381 252 952 0
E-Mail: rostock@ramboll.com
Web: <https://de.ramboll.com>

Dokumententyp **Abschlussbericht**
Datum **2. März 2021**
Version **Rev. 1.0 (20210311)**
In Kooperation mit: **Juliet Tango Charlie Projektentwicklung und Beratung GmbH**
Jan Tellkamp



Bildnachweise **Berichtsdeckblatt** © Avenir LNG
Band 1 Deckblatt © Alexander | Adobe Stock
Band 2 Deckblatt © Photocreo Bednarek | Adobe Stock
Band 3 Deckblatt © BKHRB | Adobe Stock

Ramboll Deutschland GmbH
Werinherstraße 79
81541 München

Amtsgericht München, HRB 126430
Geschäftsführer:
Jens-Peter Saul,
Stefan Wallmann

BNP Paribas S.A. Niederlassung Deutschland
IBAN: DE40512106004223034010
BIC: BNPADEFFXXX

INHALTE

INHALTE	I
ABBILDUNGEN	III
TABELLEN	IV
ABKÜRZUNGEN	VI
1. Kurzzusammenfassung	1-1
1.1 Vorwort	1-1
1.2 Untersuchungsziel und Vorgehensweise	1-2
1.3 Zusammenfassung der Studienergebnisse	1-3
2. Rechtliche Grundlagen für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe und ihre Anwendung in der Praxis	2-1
2.1 Analyse nationaler rechtlicher Grundlagen	2-1
2.1.1 Deutschland	2-2
2.1.2 Niederlande	2-31
2.1.3 Belgien	2-35
2.1.4 Schweden	2-39
2.1.5 Zusammenfassung der Ergebnisse	2-43
2.2 Analyse internationaler rechtlicher Grundlagen	2-44
2.2.1 Rechtliche Grundlagen internationaler Institutionen	2-44
2.2.2 Gute Praxis internationaler Institutionen	2-56
2.3 Kategorisierung von Referenzhäfen und Vergleich ihrer rechtlichen Grundlagen	2-70
2.3.1 Charakterisierung der Referenzhäfen	2-70
2.3.2 Vergleichende Beurteilung der rechtlichen Grundlagen der Referenzhäfen	2-106
2.3.3 Auswertung der Kategorisierung der Referenzhäfen und ihrer rechtlichen Grundlagen	2-109
2.4 Evaluierung von Erfahrungswerten und (inter)nationaler guter Praxis	2-111
2.4.1 Evaluierung beispielhafter Bunkeraktivitäten	2-111
2.4.2 Durchführung von Expertengesprächen	2-116
2.4.3 (Praxis-)Workshop mit Experten	2-118
2.5 Evaluierung erforderlicher Risikoanalysen bei STS-Bebunkerungen	2-122
3. Leitfaden zur Harmonisierung der Rechts- und Verfahrenslage für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe	3-1
3.1 Vorschläge für Regelungstexte mit Bezug zum Bunkervorgang	3-2
3.1.1 Ausgangssituation in den betrachteten deutschen Bundesländern	3-3
3.1.2 Vergleich der stofflichen Eigenschaften alternativer Schiffskraftstoffe	3-7
3.1.3 Empfehlungen für die harmonisierte rechtliche Handhabung des Bunkerns	3-10
3.2 Genehmigung des Bunkerns alternativer Schiffskraftstoffe	3-13
3.2.1 Vorqualifizierung von Bunkerlieferanten	3-14
3.2.2 Eckpunkte für die Vorqualifizierung	3-16
3.2.3 Genehmigungsprozess land- und seeseitiger Bunkervorgänge	3-17
3.2.4 Aufgaben der Verwaltung	3-24
3.3 Harmonisierung von Risikoanalysen (modularer Werkzeugkasten)	3-26
3.3.1 Gegenüberstellung referenzierter Bunkerkonzepte	3-27
3.3.2 Werkzeugkasten für harmonisierte Risikoanalysen	3-30
3.3.3 Informationsaustausch für die Prüfung von Risikoanalysen	3-37
3.3.4 Kartierung von Bunkerliegeplätzen	3-40
3.4 Handlungshilfen zur Einschätzung lokaler Gegebenheiten	3-42

3.4.1	Handlungshilfen für hafenspezifische Liegeplatzsituationen	3-43
3.4.2	Operativer Prozessrahmen von Bunkervorgängen	3-47

LITERATUR

IX

ANHANG

XXXVII

Anhang 1 - Glossar	XXXVII
Anhang 2 - Regelungstexte der Häfen für das Bunkern alternativer Kraftstoffe	XXXVI
Anhang 3 - LNG-Bebunkerung in den Regelungstexten deutscher Bundesländer	XLV
Anhang 4 - Stoffliche Eigenschaften alternativer Schiffskraftstoffe	XLVIII
Anhang 5 - Aktueller Stand der Technik	L
Anhang 6 - Indexwerte für Eintrittswahrscheinlichkeiten und Konsequenzen	LII
Anhang 7 - Mitglieder des Projektbeirats	LIII
Anhang 8 - Teilnehmer der Expertengespräche	LIV

ABBILDUNGEN

Abbildung 1	Ebenen der rechtlichen Rahmenbedingungen für Bunkervorgänge	2-1
Abbildung 2	Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Emden	2-12
Abbildung 3	Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Cuxhaven ..	2-13
Abbildung 4	Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Wilhelmshaven	2-14
Abbildung 5	Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Bremen	2-15
Abbildung 6	Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Hamburg ...	2-18
Abbildung 7	Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Brunsbüttel	2-22
Abbildung 8	Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Kiel	2-23
Abbildung 9	Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Rostock	2-26
Abbildung 10	Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Sassnitz	2-27
Abbildung 11	Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Mannheim .	2-30
Abbildung 12	Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Amsterdam	2-32
Abbildung 13	Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Rotterdam	2-34
Abbildung 14	Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Antwerpen	2-36
Abbildung 15	Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Zeebrugge	2-38
Abbildung 16	Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Göteborg ...	2-40
Abbildung 17	Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Stockholm	2-42
Abbildung 18	Ergebnisübersicht des Moduls Risiko- und Gefährdungsanalysen	2-119
Abbildung 19	Ergebnisübersicht des Moduls Regelungstexte und Verweise	2-120
Abbildung 20	Ergebnisübersicht des Moduls Prozess der Bunkeranfrage und SIMOPS	2-121
Abbildung 21	Referenzen für die Erstellung des Genehmigungsleitfadens	3-1
Abbildung 22	Ergebnis der Umfrage zum LNG-Bunkern in Regelungstexten	3-10
Abbildung 23	Vorqualifizierung eines Bunkerlieferanten	3-22
Abbildung 24	Genehmigung von Bunkervorgängen	3-23
Abbildung 25	Zusammenfassung der Verwaltungsaufgaben	3-25
Abbildung 26	Schaubild ausgewählter Bunkerkonzepte	3-28
Abbildung 27	Verteidigungsebenen von Bunkervorgängen	3-30
Abbildung 28	Vorgehensmodell für die Durchführung von Risikoanalysen	3-31
Abbildung 29	Kontrollzonen bei einer TTS-Bebunkerung	3-36

TABELLEN

Tabelle 1	Untersuchungsgebiet für die rechtlichen Grundlagen "nationaler Institutionen"	2-2
Tabelle 2	Zuständige Behörden für die Genehmigung von ortsfesten Bunkeranlagen nach Bundesland	2-5
Tabelle 3	Zuständige Behörden für die Genehmigung von Anlagen nach BetrSichV.....	2-6
Tabelle 4	Zuständige Organisationen für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe auf Bundesebene.....	2-9
Tabelle 5	Zuständige Behörden für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe in Niedersachsen	2-11
Tabelle 6	Zuständige Behörden für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe in Bremen..	2-16
Tabelle 7	Zuständige Behörden für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe in Hamburg	2-19
Tabelle 8	Zuständige Behörden für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe in SH	2-21
Tabelle 9	Zuständige Behörden für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe in MV	2-25
Tabelle 10	Internationale rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge	2-51
Tabelle 11	Internationale gute Praxis für Bunkervorgänge	2-64
Tabelle 12	Steckbrief Hafen Emden.....	2-73
Tabelle 13	Steckbrief Hafen Cuxhaven	2-75
Tabelle 14	Steckbrief Hafen Wilhelmshaven	2-77
Tabelle 15	Steckbrief Hafen Bremen	2-79
Tabelle 16	Steckbrief Hafen Bremerhaven	2-81
Tabelle 17	Steckbrief Hafen Hamburg	2-83
Tabelle 18	Steckbrief Hafen Brunsbüttel	2-85
Tabelle 19	Steckbrief Hafen Kiel	2-87
Tabelle 20	Steckbrief Hafen Rostock	2-89
Tabelle 21	Steckbrief Hafen Sassnitz.....	2-91
Tabelle 22	Steckbrief Hafen Mannheim.....	2-93
Tabelle 23	Steckbrief Hafen Amsterdam	2-94
Tabelle 24	Steckbrief Hafen Rotterdam	2-96
Tabelle 25	Steckbrief Hafen Antwerpen	2-98
Tabelle 26	Steckbrief Hafen Zeebrugge	2-100
Tabelle 27	Steckbrief Hafen Göteborg	2-102
Tabelle 28	Steckbrief Hafen Stockholm	2-104
Tabelle 29	Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene mit Bezug zum Bunkern (von LNG)	2-108
Tabelle 30	Ergebnismatrix für die Kategorisierung der Referenzhäfen.....	2-110
Tabelle 31	Übersicht etablierter Bunkeraktivitäten in europäischen Seehäfen	2-115
Tabelle 32	Übersicht Stakeholdergespräche	2-117
Tabelle 33	Ablauf des Round Table am 24.09.2020	2-118
Tabelle 34	Referenzen vorliegender Risikobewertungen.....	2-126
Tabelle 35	Gruppierung der Bezeichnung von Stoffen mit Relevanz zum Bunkern in deutschen Regelungstexten	3-5
Tabelle 36	Gruppierung der Bezeichnung von Stoffen mit Relevanz zum Bunkern in den europäischen Referenzhäfen.....	3-6
Tabelle 37	Gegenüberstellung sicherheitsrelevanter Eigenschaften ausgewählter alternativer Schiffskraftstoffe.....	3-9
Tabelle 38	Zuständige Behörden für die Betriebssicherheit und den Immissionsschutz	3-19
Tabelle 39	Primär zuständige Behörden für Bunkervorgänge auf Bundeslandebene	3-20
Tabelle 40	Zuständigkeiten bei der Vorqualifizierung und der Genehmigung einzelner Bunkervorgänge	3-21
Tabelle 41	Bewertung der Bunkerkonzepte beim Bunkern von LNG	3-29

Tabelle 42	Risikoakzeptanzwerte für Bunkervorgänge	3-33
Tabelle 43	Beispielhafte Risikomatrix	3-34
Tabelle 44	International empfohlene Kontrollzonen für Bunkervorgänge	3-35
Tabelle 45	Ergebnismatrix für die Bewertung nach Liegeplatz und Bunkerkonzept	3-46
Tabelle 46	Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für die Zulässigkeit des Bunkerns	XXXVI
Tabelle 47	Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für SIMOPS bei Bunkervorgängen	XXXVIII
Tabelle 48	Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für Bunkerchecklisten	XXXIX
Tabelle 49	Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für Wettergrenzen bei Bunkervorgängen.....	XL
Tabelle 50	Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für Kontrollzonen bei Bunkervorgängen.....	XLI
Tabelle 51	Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für Meldepflichten und Kommunikation beim Bunkern.....	XLII
Tabelle 52	Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für Vorqualifizierungen von Bunkerlieferanten	XLIII
Tabelle 53	Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für weitere Schutzmaßnahmen beim Bunkern.....	XLIV
Tabelle 54	Ermittlung des Index für Konsequenzen von Risiken.....	LII
Tabelle 55	Ermittlung des Index für Eintrittswahrscheinlichkeiten von Risiken	LII

ABKÜRZUNGEN

ADN	Europäisches Übereinkommen über die Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen
ADR	Europäische Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße
AFID	Alternative Fuels Infrastructure Directive
ATEX	Atmosphères Explosibles
BAG	Bundesamt für Güterverkehr
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
Bevi	Besluit externe veiligheid inrichtingen (External Safety (Establishments) Decree)
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BinSchStrO	Binnenschiffahrtsstraßen-Ordnung
BinSchUO	Binnenschiffsuntersuchungsordnung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BW	Baden-Württemberg
CESNI	Europäischer Ausschuss für die Ausarbeitung von Standards im Bereich der Binnenschiffahrt
CREG	Commission for Electricity and Gas Regulation
DMZ	Deutsches Maritimes Zentrum e. V.
EG	Europäische Gemeinschaft
EIGA	European Industrial Gases Association
EK	Europäische Kommission
EMSA	European Maritime Safety Agency
ESD	Emergency Shutdown
ES-TRIN	Europäischer Standard der technischen Vorschriften für Binnenschiffe
EU	Europäische Union
FMEA	Failure Mode and effects analysis
GDWS	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt
GGBV	Gefahrgut- und Brandschutzverordnung
GGV	Gefahrgutverordnung
GGVSee	Gefahrgutverordnung See
GGVSEB	Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschiffahrt
GSU	Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltrisiken
h	Stunde
HafenO	Hafenordnung
HafenPolVO	Hafenpolizeiverordnung
HafenSG	Hafensicherheitsgesetz
HafVO	Hafenverordnung
HAZID	Hazard Identification Studie
HAZOP	Hazard and Operability-Analyse
HBO	Hafenbenutzungsordnung
HBV	Hafenbenutzungsvorschrift
HafenbetrG	Hafenbetriebsgesetz
HGGVO	Hafengefahrgutverordnung
HNO	Hafennutzungsordnung
HPA	Hamburg Port Authority
HSVO	Hafensicherheitsverordnung

IACS	International Association of Classification Societies
IAPH	International Association of Ports and Harbors
IEC	International Electrotechnical Commission
IBC-Code	International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Dangerous Chemicals in Bulk
IGC	Industrial Gases Council (kein Zusammenhang mit dem IGC-Code)
IGC-Code	International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk
IGF-Code	International Code of Safety for Ships Using Gases or Other Low-flashpoint Fuels
IMO	International Maritime Organization
IMDG-Code	International Maritime Code for Dangerous Goods
IR	Individualrisiko
ISGINTT	Internationaler Sicherheitsleitfaden für die Binnenschifffahrt und Binnentankterminals
ISO	Internationale Organisation für Normung
LASI	Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik
LFL	Low flashpoint fuel
LKN SH	Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein
LNG	Liquefied Natural Gas
LNGBMP	LNG-Bunkermanagementplan
LoI	Absichtserklärung (Letter of Intent)
LoR	Empfehlungsschreiben (Letter of Recommendation)
LPG	Liquified Petroleum Gas
LSIR	location specific individual risk
LVO	Landesverordnung
m ³	Kubikmeter
MSB	Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
MV	Mecklenburg-Vorpommern
PGS	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen (Publikationsreihe Gefahrstoffe)
RheinSchPV	Rheinschifffahrtspolizeiverordnung
RheinSchUO	Rheinschiffsuntersuchungsordnung
SchSG	Schiffssicherheitsgesetz
SeeAufgG	Seeaufgabengesetz
SeeSchStrO	Seeschiffahrtsstraßen-Ordnung
SGMF	Society for Gas as Marine Fuel
SH	Schleswig-Holstein
SIGTTO	Society of International Gas Tanker & Terminal Operators
SIMOPS	Simultaneous Operations
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS-Übereinkommen)
STCW	International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers
STS	Ship-to-Ship
t	Tonne
Tkw	Tankkraftwagen
Tsd.	Tausend
TTS	Truck-to-Ship
PTS	Terminal (Port)-to-Ship
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung

VBG	Regeling vervoer over de binnenwateren van gevaarlijke stoffen
VLG	Regeling vervoer over land van gevaarlijke stoffen
VO	Verordnung
VREG	Vlaamse Regulator voor de Elektriciteits- en Gasmarkt
Wabo	Wet algemene bepalingen omgevingsrecht
WaSchPo	Wasserschutzpolizei
WaStrG	Bundeswasserstraßengesetz
WBDA	Warenwetbesluit drukapparatuur
WBEM	Warenwetbesluit explosieveilig materieel
WSA	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt
WSV	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
ZKR	Zentralkommission für die Rheinschifffahrt
ZÜS	Zugelassene Überwachungsstelle

Aufnahme rechtlicher Regelungen und Erarbeitung eines bundesweiten Leitfadens für einheitliche Vorschriften zum Bunkern von komprimierten und verflüssigten Gasen sowie Kraftstoffen mit niedrigem Flammpunkt in deutschen Seehäfen

Band 2

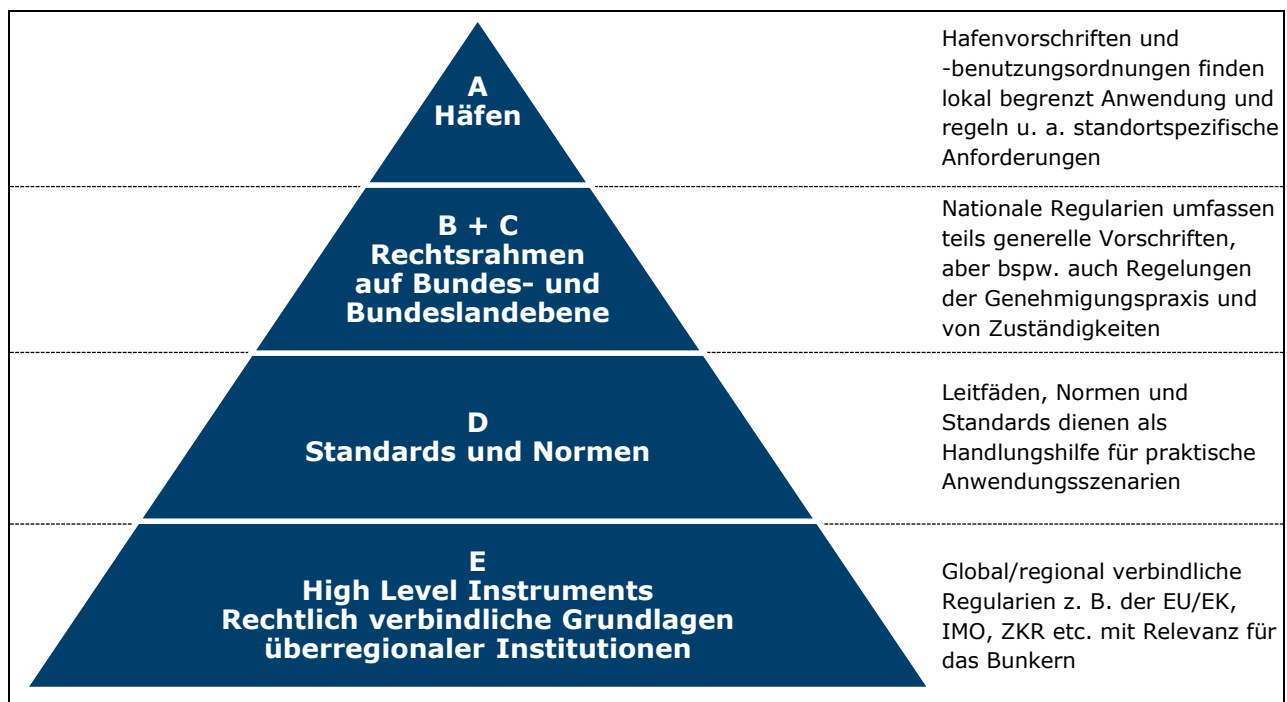
RECHTLICHE GRUNDLAGEN FÜR DAS BUNKERN ALTERNATIVER SCHIFFSKRAFTSTOFFE UND IHRE ANWENDUNG IN DER PRAXIS



2. Rechtliche Grundlagen für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe und ihre Anwendung in der Praxis

Der relevante Rahmen bestehender Bunkerregeln - international bindende Konventionen, Standards und Normen sowie geltende nationale und regionale/lokale Vorschriften - wird durch eine umfangreiche Bestandsaufnahme ermittelt und gegenübergestellt. Die Einordnung erfolgt entsprechend der in Abbildung 1 dargestellten Ebenen, die in der Untersuchung durch die Buchstaben A bis E gekennzeichnet sind. Die Ausgangssituation der betrachteten Referenzhäfen dient als Grundlage für ein Kategorisierungsmodell, das neben den rechtlichen Rahmenbedingungen auch hafenspezifische Gegebenheiten mit Relevanz für die Durchführung des Bunkerns der betrachteten alternativen Schiffskraftstoffe würdigt. Ergänzt wurden die Untersuchungen durch den fachlichen Austausch mit Stakeholdern der betrachteten Referenzhäfen. Dazu wurden Expertengespräche und eine Veranstaltung im Workshop-Format durchgeführt. Die Ergebnisse dieses Erfahrungsaustauschs werden innerhalb der Studie als (inter)nationale gute Praxis aufgenommen und bestimmen maßgeblich die Ausrichtung des späteren Leitfadens zur Harmonisierung der Rechts- und Verfahrenslage des Bunkerns. Abschließend erfolgt die Evaluierung von Risikoanalysen für Ship-to-Ship (STS)-Bebunkerungen. Dieser Arbeitsschritt schließt die Analyse vorliegender Risikobewertungen der deutschen Seehäfen unter Einbezug der zugrundeliegenden Leitfäden, Standards und Normen für die Erstellung von Risikoanalysen ein.

Abbildung 1 | Ebenen der rechtlichen Rahmenbedingungen für Bunkervorgänge⁹



2.1 Analyse nationaler rechtlicher Grundlagen

Die Darstellung der rechtlichen Grundlagen für das Bunkern auf nationaler Ebene erfolgt unter Berücksichtigung der jeweiligen Verwaltungs- und Zuständigkeitsebenen. Das Untersuchungsgebiet umfasst die in Tabelle 1 dargestellten deutschen und europäischen Referenzhäfen. Diese wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber hinsichtlich ihrer Relevanz und Erfahrungen beim Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe, insbesondere hinsichtlich LNG, ausgewählt. Die Untersuchung konzentriert sich dabei

⁹ Vgl. EMSA, 2018, S. 87.

auf Bunkerkonzepte, deren Durchführung auf einem Kraftstofftransfer basieren. Diese Bedingungen werden durch STS-, Truck-to-Ship- (TTS) und Terminal (Port)-to-Ship (PTS)-Transfers erfüllt. Die Bereitstellung von Kraftstoff mittels eines in einem Container verbauten Kraftstofftanks ist dagegen grundsätzlich als Umschlagvorgang verpackten Gefahrguts einzustufen und stellt somit keine Bebunkerung dar. Die Nutzung des Kraftstoffes unterliegt als Prozess auf dem Schiff wiederum dem International Code of Safety for Ships Using Gases or Other Low-flashpoint Fuels (IGF-Code).

Tabelle 1 | Untersuchungsgebiet für die rechtlichen Grundlagen "nationaler Institutionen"

Land	Referenzhäfen
Deutschland	Emden, Wilhelmshaven, Bremische Häfen, Cuxhaven, Brunsbüttel, Hamburg, Kiel, Rostock, Sassnitz, Mannheim
Niederlande	Amsterdam, Rotterdam
Belgien	Antwerpen, Zeebrugge
Schweden	Göteborg, Stockholm

Die auf den jeweiligen Ebenen erlassenen Regularien, Vorschriften, Benutzungsordnungen, Verfahren, Standards, etc. werden im Folgenden zum einen für jeden der betrachteten Hafenstandorte in tabellarischer Form veranschaulicht. Hierbei wird jeder Ebene ein Buchstabe zugeordnet, um die standortübergreifende Vergleichbarkeit der Regularien zu erleichtern. Zum anderen erfolgt eine umfassende deskriptive Aufbereitung des geltenden Rechtsrahmens und seines jeweiligen Anwendungsbereichs (landseitig, seeseitig, Schnittstelle Bunkervorgang und ggf. umfassend). Dieses Vorgehen zielt u. a. darauf ab, anwendungsbereichsübergreifende Rahmenbedingungen zu identifizieren. Darüber hinaus werden Liegeplätze in den Referenzhäfen, an denen das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe bereits möglich ist, identifiziert.

2.1.1 Deutschland

Regelung der Zuständigkeiten auf nationaler Ebene

Die Kompetenzen der Rechtsetzung sind im Grundgesetz geregelt. Artikel 70 des Grundgesetzes regelt, dass die Bundesländer das Recht der Gesetzgebung haben, soweit das Grundgesetz nicht dem Bund Gesetzgebungsbefugnisse verleiht. Das Grundgesetz verleiht dem Bund bzgl. der Verwaltung von Landeswasserstraßen, bundeslandeigenen Häfen etc. keine Zuständigkeit. Dementsprechend sind die Bundesländer zuständig für die Verwaltung der Landeswasserstraßen, der bundeslandeigenen Häfen, der Schifffahrt und der Sicherstellung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs innerhalb der bundeslandeigenen Gebiete. Die betrachteten Bundesländer verfügen somit über einen eigenen Rechtsrahmen, auf dessen Basis VO bestehen, die die speziellen Aufgaben und Zuständigkeiten für die bundeslandeigenen Gebiete wie bspw. Häfen regeln.¹⁰

Hingegen obliegt dem Bund nach den Artikeln 87 und 89 des Grundgesetzes die Verwaltung der Bundeswasserstraßen und der Schifffahrt. Diese Verwaltungsaufgaben wurden nach § 3 (1) des Seeaufgabengesetzes (SeeAufgG) und § 1 (2) des Binnenschifffahrtsgesetzes auf die Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS) übertragen.¹¹

¹⁰ Vgl. Germanischer Lloyd, 2012, S. 145.

¹¹ Vgl. Germanischer Lloyd, 2012, S. 144.

Darstellung des Rechtsrahmens auf Bundesebene

Darüber hinaus bestehen weitere für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe relevante VO und Gesetze auf Bundesebene, die teilweise rechtliche Grundlagen überregionaler Institutionen in nationales Recht überführen (z. B. EU-Richtlinien) und bei der Gestaltung des Rechtsrahmens auf nationaler Ebene berücksichtigt werden müssen. Spezifische Vorgaben für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe von der Land- bzw. Seeseite finden sich in der bestehenden Gesetzgebung nicht, stattdessen handelt es sich i. d. R. um Rahmenbedingungen zur Wahrung der Sicherheit, des Umwelt- und Arbeitsschutzes. Im Folgenden soll die Beschreibung der aufgeführten Gesetze und VO daher in prägnanter Form sowie beschränkt auf die entsprechenden Bunkervorgänge und die mit ihnen verbundenen Operationen durchgeführt werden.

Der tendenziell allgemeine Charakter der rechtlichen Ebene wird in Tabelle 4 veranschaulicht, die die jeweiligen Anwendungsbereiche mit einbezieht.

SeeAufgG

Die Verwaltung der Bundeswasserstraßen obliegt nach dem SeeAufgG der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV). Diese Aufgabe umfasst insbesondere die Abwehr von Gefahren für die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs sowie die Verhütung von der Seeschifffahrt ausgehender Gefahren und schädlicher Umwelteinwirkungen.¹² Diese nach § 3 (1) des SeeAufgG übertragenen Verpflichtungen besitzen eine besondere Relevanz hinsichtlich der Schaffung der eigentlichen Voraussetzungen für Bunkervorgänge im Allgemeinen. In Häfen mit komplexen infrastrukturellen Bedingungen, wie z. B. dichten Schiffsverkehren und mit benachbarter kritischer Infrastruktur, ist es eine Herausforderung, die Leichtigkeit des Verkehrs mit dem technisch sicher durchgeführten Bunkern zu vereinbaren.

Schiffssicherheitsgesetz (SchSG)

Das deutsche SchSG regelt unter Verwendung verschiedener internationaler Regelungen die Sicherheit, den Umwelt- und Arbeitsschutz auf See. Für den Arbeitsschutz auf Schiffen unter deutscher Flagge kommen ergänzend die Regelungen der Unfallverhütungsvorschrift Seeschifffahrt zur Anwendung.¹³ Das SchSG überführt die International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS-Übereinkommen) in deutsches Recht.¹⁴ Das SOLAS-Übereinkommen enthält sowohl den IGC- und den IGF-Code als auch den International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC-Code) der IMO, die somit als nationales Recht anerkannt sind. Auf die Inhalte rechtlicher Grundlagen internationaler Organisationen wird im Kapitel 2.1.5 eingegangen.

Seeschifffahrtsstraßen-Ordnung (SeeSchStrO)

Die SeeSchStrO bestimmt im Allgemeinen die Fahrregeln auf den deutschen Seeschifffahrtsstraßen (ausgenommen Emsmündung). Im Speziellen regelt der § 30 Voraussetzungen für das Befahren einer Seeschifffahrtsstraße bzw. das Verlassen einer Liegestelle durch Tanker (u. a. nach dem IGC- und dem IBC-Code), die der Beförderung verflüssigter Gase und gefährlicher Chemikalien als Massengut dienen.¹⁵

Gefahrgutverordnung See (GGVSee)

Die GGVSee regelt die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen. Überdies überträgt sie die Zuständigkeit für die Überwachung der Einhaltung der Vorschriften über die Beförderung gefährlicher Güter auf Bundeswasserstraßen einschließlich der bundeseigenen Häfen auf die WSA. Sie übernimmt

¹² Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 1965.

¹³ Vgl. BG Verkehr, 2018.

¹⁴ Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 1998.

¹⁵ Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 1971.

Sicherheitsmaßnahmen für Schiffe zur Beförderung flüssiger gefährlicher Güter aus dem IBC-Code bzw. verflüssigter Gase als Massengut aus dem IGC-Code. Diese umfassen im Wesentlichen die Zulassungsvoraussetzungen, allgemeine Sicherheitspflichten und -ausrüstungen, mitzuführende Unterlagen und mögliche Ausnahmen. Darüber hinaus werden Pflichten des Versenders, Beförderers und Schiffsführers entsprechend des IBC- bzw. IGC-Codes definiert.¹⁶ Zudem wird in Form des International Maritime Code for Dangerous Goods (IMDG-Code) ein umfassendes Basisregelwerk für die Klassifizierung, Verpackung, Kennzeichnung und Dokumentation gefährlicher Güter und für den Umgang während der Beförderung in deutsches Recht überführt.¹⁷ Für diese Studie besitzt die GGVSee somit insbesondere durch das Schaffen des Rechtsrahmen für die Beförderung alternativer Schiffskraftstoffe mit Tankern eine Relevanz.

Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt (GGVSEB)

Die GGVSEB setzt sowohl die EU-Richtlinie 2008/68/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Beförderung gefährlicher Güter im Binnenland in ihrer aktualisierten Fassung als auch das Europäische Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) und das Europäische Übereinkommen über die Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen (ADN) in deutsches Recht um.¹⁸ Diese regeln die Beförderung von Gefahrgut verkehrsträgerspezifisch und werden ebenfalls im Kapitel 2.1.5 näher untersucht. Die GGVSEB regelt neben der Beförderung gefährlicher Güter mit Binnenschiffen auch den Transport auf Seeschiffen auf schiffbaren Binnengewässern in Deutschland. Somit schafft die GGVSEB den Rechtsrahmen für die landseitige Bereitstellung von alternativen Schiffskraftstoffen.

BImSchG

Das BImSchG dient dem Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen. Es besitzt zusammen mit dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), der Störfall-Verordnung und der BetrSichV eine Relevanz für die Genehmigung der landseitigen Durchführung von Bunkervorgängen. Eine genehmigungsbedürftige Anlage nach BImSchG ergibt sich aus den Bestimmungen der vierten VO zur Durchführung des BImSchG (VO über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. Bundes-Immissionsschutzverordnung). Gemäß § 1 (1) dieser VO besteht die Genehmigungspflicht nur im Falle eines Betriebs, der länger als 12 Monate am gleichen Ort stattfindet.¹⁹ Somit ist eine BImSchG-Genehmigung i. d. R. nur für ortsfeste, landseitige Bunkeranlagen einzuholen. Hierbei entfaltet das BImSchG nach § 13 eine Konzentrationswirkung²⁰, d. h. eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung umfasst auch die meisten anderen für die Errichtung der Anlage erforderlichen behördlichen Entscheidungen.²¹ Für Antragsteller eines Genehmigungsverfahrens nach dem BImSchG hat das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz einen Leitfaden veröffentlicht.²²

¹⁶ Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2016.

¹⁷ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2020.

¹⁸ Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2009.

¹⁹ Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2013.

²⁰ Die Konzentrationswirkung gilt in Abhängigkeit von der geltenden Bauordnung nicht in jedem Fall. Ohne die Konzentrationsfunktion müssen die nachgelagerten Anträge selbstständig eingereicht werden.

²¹ Vgl. Taskforce LNG, 2016, S. 13.

²² Vgl. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, 2020.

Tabelle 2 | Zuständige Behörden für die Genehmigung von ortsfesten Bunkeranlagen nach Bundesland²³

Bundesland	Genehmigungsbehörde
Baden-Württemberg (BW)	Gewerbeaufsicht BW
Bremen	Gewerbeaufsicht des Bundeslandes Bremen
Hamburg	Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft
MV	Staatliche Ämter für Landwirtschaft und Umwelt
Niedersachsen	Staatliche Gewerbeaufsichtsämter
SH	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume SH

Die Gestaltung des Genehmigungsverfahrens richtet sich nach größenabhängigen Schwellenwerten. Anlagen mit einem Fassungsvermögen bis zu 3 t bedürfen keines Genehmigungsverfahrens, zwischen 3 und 30 t ist ein vereinfachtes Genehmigungsverfahren und über 30 t Fassungsvermögen ein förmliches Genehmigungsverfahren vonnöten.²⁴ Der Unterschied liegt in der bei letzterem Verfahren nötigen öffentlichen Bekanntmachung und Auslegung der Antrags- und Projektunterlagen. Im vereinfachten Prozess werden lediglich die Stellungnahmen der Träger öffentlicher Belange (bspw. Behörden) eingeholt.²⁵

Neben den genehmigungsrechtlichen Inhalten werden innerhalb des BImSchG im § 50 auch angemessene Abstände zwischen Betriebsbereichen und schutzbedürftigen Gebieten vorgeschrieben, um potenzielle Unfallfolgen für Mensch und Umwelt weitestgehend zu begrenzen. In diesem Zusammenhang überführt das BImSchG über die Störfall-Verordnung (12. Bundes-Immissionsschutzverordnung) die Seveso-III-Richtlinie (Richtlinie 2012/18/EU) ins deutsche Recht, die umfangreiche Sicherheitsmaßnahmen im Umgang mit gefährlichen Stoffen vorschreibt und somit auch einen maßgeblichen Einfluss auf die Bedingungen für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe ausübt.²⁶

Bei Bunkervorgängen wird im Betriebsbereich des Hafens mit gefährlichen Stoffen umgegangen, die nach § 3 (5b) des BImSchG als Störfallbetrieb eingeordnet werden können und in diesem Fall der Störfallverordnung unterliegen. Die Voraussetzung hierfür ist, dass der Betrieb nach § 2 Nr. 4 und § 2 Nr. 5 mit gefährlichen Stoffen erfolgt, die im Anhang I der Störfallverordnung näher definiert sind. Verflüssigte entzündbare Gase wie LNG, LPG, Ammoniak oder Wasserstoff (in ihrer verflüssigten Form) werden bei Mengen von 50 t bis 200 t im Betrieb gemäß § 1 (1) in die untere Klasse und bei Mengen über 200 t in die obere Klasse (womit zusätzlich die §§ 9-12 gelten) gefährlicher Stoffe eingeordnet. Methanol hingegen fällt erst zwischen einer Menge von 500 t und 5.000 t in die untere Klasse und darüber in die obere Klasse gefährlicher Stoffe. Für den Störfallbetrieb erlässt die Störfall-Verordnung umfangreiche Sicherheitsvorkehrungen, die sich in Grundpflichten (gültig für untere und obere Klasse) und erweiterte Pflichten (ausschließlich obere Klasse) aufteilen.²⁷

BetrSichV

Für die Gewährleistung der Sicherheit und des Schutzes der Gesundheit von Beschäftigten bei der Verwendung von Arbeitsmitteln spielt neben den Unfallverhütungsvorschriften die BetrSichV eine wichtige Rolle. Mobile Gasfüllanlagen zählen nach Anhang 2 Abschnitt 4 der BetrSichV zu den überwachungsbedürftigen Anlagen und müssen somit nach § 15 vor Inbetriebnahme und vor Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen sowie nach § 16 wiederkehrend geprüft werden.

²³ Vgl. Taskforce LNG, 2016, S. 21.

²⁴ 0,671 kg LNG entsprechen 1 m³

²⁵ Vgl. Taskforce LNG, 2016, S. 12.

²⁶ Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 1974.

²⁷ Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2000.

Zudem bedürfen Anlagen einschließlich der Lager- und Vorratsbehälter zum Befüllen von Land-, Wasser- und Luftfahrzeugen mit verflüssigten entzündbaren Gasen nach § 18 (1) 3. einer Erlaubnis der zuständigen Behörde.²⁸ ²⁹ Mobile Versorgungseinheiten für verflüssigte entzündbare Gase, wie Tankkraftwagen (Tkw), fallen dabei unter die Definition mobiler Gasfüllanlagen, die gemäß Beschluss des Länderausschusses für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) aus dem Mai 2019 auch Bunkerschiffe unter deutscher Flagge einschließt. In Folge des Beschlusses wurden vom LASI ergänzend zur LASI-Veröffentlichung 49, welche Erläuterungen und Hinweise für die Durchführung der Erlaubnisverfahren nach § 18 der BetrSichV enthält³⁰, spezifische Anforderungen an die Erteilung einer Erlaubnis für mobile Gasfüllanlagen erarbeitet³¹. Hinsichtlich des Umgangs mit Methanol gelten gemäß § 18 (1) 4. - 6. lediglich für ortsfeste bzw. dauerhaft am gleichen Ort betriebene Anlagen zur Lagerung und Bebungung entzündbarer Flüssigkeiten die obengenannten Vorschriften für überwachungsbedürftige Anlagen.³²

Tabelle 3 | Zuständige Behörden für die Genehmigung von Anlagen nach BetrSichV

Bundesland	Genehmigungsbehörde
BW	Gewerbeaufsicht BW
Bremen	Gewerbeaufsicht des Bundeslandes Bremen
Hamburg	Behörde für Justiz und Verbraucherschutz
MV	Landesamt für Gesundheit und Soziales MV
Niedersachsen	Staatliche Gewerbeaufsichtsämter
SH	Staatliche Arbeitsschutzbehörde bei der Unfallkasse Nord

Bei den Zuständigkeiten für die Zulassung von Anlagen nach der BetrSichV kommt es in den Bundesländern der deutschen Seehäfen (ergänzt um BW, Hafen Mannheim) im Vergleich zum BImSchG-Genehmigungsverfahren teilweise zu Abweichungen. Die zuständigen Behörden sind in der Tabelle 3 dargestellt. Der Nachweis der Konformität mit den Anforderungen der BetrSichV wird durch zugelassene Überwachungsstellen (ZÜS) erstellt. Diese werden von den zuständigen Landesbehörden für die jeweiligen Aufgabengebiete benannt und von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin veröffentlicht.³³

Gesetz über die UVP

Für Anlagen zur Lagerung von Stoffen und Gemischen kann darüber hinaus eine UVP notwendig sein. Das Gesetz über die UVP definiert hierfür in Punkt Nr. 9 der Anlage 1 „Lagerung von Stoffen und Gemischen“, ähnlich wie das BImSchG, Schwellenwerte. Die Errichtung und der Betrieb von Anlagen, die der Lagerung der hier betrachteten alternativen Schiffskraftstoffe dienen, unterliegt dabei potenziell den Vorhaben, für die eine UVP verpflichtend ist. Die zuständige Behörde stellt unter Verwendung geeigneter Angaben des Vorhabenträgers nach § 5 (1) eine potenzielle UVP-Pflicht fest. Das Ergebnis der Vorprüfung wird der Öffentlichkeit bekannt gemacht.³⁴

²⁸ Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2015.

²⁹ Vgl. LASI, 2020.

³⁰ Vgl. LASI, 2017.

³¹ Vgl. LASI, 2019.

³² Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2015.

³³ Vgl. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2020.

³⁴ Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 1990.

Genehmigungsverfahren für landseitige Bunkervorgänge

Für ortsfeste Anlagen zur Bebunkerung von Schiffen mit alternativen Kraftstoffen ist ein Genehmigungsverfahren nach BImSchG notwendig, dessen Komplexität sich nach bestimmten Mengenschwellen richtet (siehe hierzu den Abschnitt zum BImSchG). Die Einleitung eines Verfahrens nach BImSchG besitzt nach § 13 eine Konzentrationswirkung, d. h. die immissionsschutzrechtliche Genehmigung umfasst auch einen Großteil der anderen für die Errichtung der Anlage erforderlichen behördlichen Entscheidungen.³⁵ Ein Genehmigungsverfahren nach BImSchG ist bei den in Tabelle 2 dargestellten Behörden einzuleiten.

Mobile Versorgungseinheiten zu Land, wie z. B. Tkw, müssen entsprechend der GGVSEB und somit des ADR für die Beförderung von Gefahrgütern zugelassen sein.³⁶ Darüber hinaus ist für Anlagen einschließlich der Lager- und Vorratsbehälter zum Befüllen von Land-, Wasser- und Luftfahrzeugen mit entzündbaren Gasen zur Verwendung als Kraftstoff (Gasfüllanlagen) eine Erlaubnis nach der BetrSichV einzuholen.³⁷ Die hierfür zuständigen Genehmigungsbehörden sind in Tabelle 3 abgebildet.

Vorgaben und Genehmigungsverfahren für seeseitige Bunkervorgänge

Die Klassifizierung von Bunkerschiffen für verflüssigte Gase erfolgt nach dem IGC-Code³⁸, während Bunkerschiffe für Methanol nach dem IBC-Code gebaut werden müssen.³⁹ Schiffe, die die betrachteten alternativen Kraftstoffe für den Eigenantrieb nutzen, werden nach dem IGF-Code klassifiziert.^{40 41} Somit entsprechen der Bau und die Ausrüstung den Sicherheitsanforderungen an die entsprechenden Bunkervorgänge. Standortabhängig kann neben der im jeweiligen Hafen zuständigen Behörde auch das örtliche WSA eine Verantwortung bzgl. der Genehmigung von Bunkervorgängen besitzen, insofern dadurch ein Einfluss auf die passierenden Verkehre auf einer Bundeswasserstraße auftritt.

Bunkerschiffe für verflüssigte entzündbare Gase, die unter deutscher Flagge fahren, unterliegen einer Erlaubnispflicht nach BetrSichV.

Verantwortlichkeiten der Antragstellung und weiteres Vorgehen

Neben den dargestellten behördlichen Verantwortlichkeiten für die Zulassung der Bunkeraktivitäten soll ergänzend auf die typischen Antragsteller eingegangen werden. Üblicherweise übernimmt der Bunkerlieferant, als Servicedienstleister, die Beantragung des eigentlichen Bunkervorgangs bei der (Hafen-)Behörde. Für weitere Anträge zur Zulassung der Bunkerinstallationen und der eingesetzten Ausrüstung ist i. d. R. der jeweilige Betreiber zuständig. Darüber hinaus können sich vereinzelt Sonderfälle ergeben, in denen durch das Anstoßen eines Antragsprozesses automatisch weitere Anträge ausgelöst werden. Dies ist möglich, wenn Genehmigungsverfahren, wie bspw. das BImSchG-Genehmigungsverfahren, eine Konzentrationswirkung entfalten und somit mehrere Instanzen durchlaufen.

Die eingehende Untersuchung des Genehmigungsprozesses ist Bestandteil des Leitfadens im Kapitel 3.2. In diesem werden zudem Handlungsempfehlungen für die zukünftige Handhabung formuliert.

Für die Durchsetzung der Erlaubnispflicht nach BetrSichV ist nicht zwingendermaßen die Behörde im Bezirk der Bebunkerung zuständig, sondern gemäß § 3 (1) 2. des Verwaltungsverfahrensgesetzes die Behörde im Bezirk der Betriebsstätte des Bunkerlieferanten.

³⁵ Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 1974.

³⁶ Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2009.

³⁷ Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2015.

³⁸ Vgl. Germanischer Lloyd, 2012.

³⁹ Vgl. IMO, 2021a.

⁴⁰ Vgl. Germanischer Lloyd, 2012.

⁴¹ Der Einsatz von Methanol als Schiffskraftstoff soll ebenfalls Bestandteil des IGF-Codes werden und wird aktuell durch die Interims-Richtlinie MSC.1/Circ.1621 (vgl. Kapitel 2.2.1) abgedeckt.

Im Folgenden wird die Untersuchung des nationalen Rechtsrahmens auf den nachfolgenden Verwaltungsebenen weitergeführt und präzisiert. Hierfür werden die rechtlichen Grundlagen in den deutschen Küstenbundesländern (ergänzt um BW) sowie den deutschen Seehäfen und dem Hafen von Mannheim detailliert betrachtet. Hierbei spielen neben den Anforderungen der zuvor genannten Organisationen, die v. a. für die Zulassung der Bunkerinstallationen und der Ausrüstung eine Zuständigkeit besitzen, insbesondere die Vorgaben der (Hafen-)Behörden für die Genehmigung des eigentlichen Bunkervorgangs eine wichtige Rolle (sichere Durchführung).

Tabelle 4 | Zuständige Organisationen für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe auf Bundesebene

 Rechtsgrundlage	 Tkw	 Ortsfeste Bunkeranlage	 Bunkerschiff/-barge		 Bunkervorgang	 Bunkerempfänger	
			Binnen	See		Binnen	See
BetrSichV (C) ⁴²	Bundeslandspezifisch siehe Tabelle 3	Bundeslandspezifisch siehe Tabelle 3	Bundeslandspezifisch siehe Tabelle 3		Bundeslandspezifisch siehe Tabelle 3		
BImSchG (C)		Bundeslandspezifisch siehe Tabelle 2					
Gesetz über die UVP (C)		Bundeslandspezifisch siehe Tabelle 2					
GGVSEB (C)	Kraftfahrt-Bundesamt, Bundesamt für Güterverkehr (BAG), United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)		UNECE, WSV, ZKR			UNECE, WSV, ZKR	
GGVSee (C)				Hafenbehörden, Wasserschutz- polizei (WaSchPo), WSV			Hafenbehörden, WaSchPo, WSV
SchSG (C)			WSV	Flaggenstaat, WSV			Flaggenstaat, WSV
SeeAufgG (C)			Hafenbehörden, WaSchPo, WSV		Hafenbehörden, WSV	Hafenbehörden, WaSchPo, WSV	
SeeSchStrO (C)			WaSchPo, WSV			WaSchPo, WSV	
Störfall-Verordnung (C)		Bundeslandspezifisch siehe Tabelle 2					
Vorschriften für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen (bspw. IGC-, IBC- oder IGF- Code) (E)			Klassifikationsgesellschaften			Klassifikationsgesellschaften	

2.1.1.1 Niedersachsen

Die im Untersuchungsgebiet eingeschlossenen niedersächsischen Häfen Emden, Cuxhaven und Wilhelmshaven sind öffentliche Häfen in privater Trägerschaft. Eigentümer der Häfen ist die Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG, die durch die jeweilige Niederlassung an den Standorten vertreten wird. Als Hafenbehörde tritt das Niedersächsische Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung auf, deren Hauptaufgabe u. a. im Bereich der Gefahrenabwehr bei Hafen-, Fähr- und Schifffahrtsangelegenheiten liegt. Die Aufgaben der Hafenbehörde werden vor Ort durch den jeweiligen Hafenkapitän oder seinen Vertreter wahrgenommen.⁴³ Der geltende Rechtsrahmen wird auf Bundeslandebene durch die Niedersächsische Hafenordnung (HafenO) und das Niedersächsische Hafensicherheitsgesetz (HafenSG) hergestellt.⁴⁴

Die niedersächsische HafenO erlässt in ihrem dritten Teil Sonderregelungen für wassergefährdende Stoffe, gefährliche Güter und umweltschädliche Güter. Hieraus ergeben sich u. a. eine Meldepflicht für die Bebunkerung von Schiffen mit wassergefährdenden Stoffen durch Tkw nach § 18 (2) sowie eine allgemeine Meldepflicht für das Einbringen gefährlicher oder umweltschädlicher Güter nach § 19 (1). Die letztgenannte Meldepflicht schließt auch das Einbringen alternativer Schiffskraftstoffe ein und ist mit einer umfangreichen Übermittlung von Daten an den Hafen verbunden. Des Weiteren kann die zuständige Hafenbehörde zum Zweck der Gefahrenabwehr das Einbringen gefährlicher oder umweltschädlicher Güter gänzlich untersagen oder mit weiteren Auflagen versehen.⁴⁵

Das niedersächsische HafenSG regelt die allgemeine Ausführung und Umsetzung von Sicherheitsbestimmungen in den niedersächsischen Häfen. Darüber hinaus erteilt es dem Fachministerium als Hafenbehörde nach § 25 (2) die Befugnis, Maßnahmen zur Gefahrenabwehr zu treffen.⁴⁶

Die Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG, als Eigentümer der hier betrachteten niedersächsischen Häfen, hat darüber hinaus eine Hafenbenutzungsvorschrift (HBV) erlassen. Diese enthält allgemeine Bestimmungen für den Hafenbetrieb und verweist zudem auf den zuvor beschriebenen Rechtsrahmen auf Bundeslandebene. Ferner werden Regelungen zu Bunkervorgängen mit wassergefährdenden Stoffen getroffen. Der Abschnitt 3.9.4 ermöglicht, unter der Voraussetzung ausreichender Einrichtungen zum Schutz vor Gefahren für Personen und die Umwelt, das generelle Bebunkern von Wasserfahrzeugen unter Einhaltung der Meldepflicht. Gemäß des Abschnitts 3.10.2 dürfen gefährliche Güter nur auf ausgewiesenen Gefahrgutplätzen gelagert werden, dies gilt allerdings nicht für den Be- und Entladevorgang.⁴⁷

Das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe wird in den Regelungstexten des Bundeslandes Niedersachsen im Status quo noch nicht bedacht. Gegenwärtig sind lediglich herkömmliche Bebunkerungen Teil der Bestimmungen. Die Erlaubnis für LNG-Bunkervorgänge erfolgte bisher auf Basis von Einzelgenehmigungen. Die Anforderungen für die Erteilung von Einzelgenehmigungen können vom zuständigen Hafenkapitän durch den Erlass von hafenbehördlichen Verfügungen beschrieben werden.

⁴³ Vgl. Niedersachsen Ports, 2020e, S. 4ff.

⁴⁴ Vgl. Germanischer Lloyd, 2012, S. 153.

⁴⁵ Vgl. Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung, 2007.

⁴⁶ Vgl. Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung, 2009.

⁴⁷ Vgl. Niedersachsen Ports, 2020e, S. 18.

Tabelle 5 | Zuständige Behörden für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe in Niedersachsen

 Niedersachsen	 Tkw	 Ortsfeste Bunkeranlage	 Bunkerschiff/-barge	 Bunkervorgang	 Bunkerempfänger
Hafenbehördliche Verfügung LNG Bunkern (A) ⁴⁸	Feuerwehr, zuständige Hafenbehörde	Zuständige Hafenbehörde	Feuerwehr, WSA bei Bundeswasserstraße, zuständige Hafenbehörde		
HBV Niedersachsen Ports (B)	Zuständige Hafenbehörde				
Niedersächsische HafenO (B)	Polizei, zuständige Hafenbehörde		WaSchPo, WSA bei Bundeswasserstraße, zuständige Hafenbehörde		WaSchPo, WSA bei Bundeswasserstraße, zuständige Hafenbehörde
Niedersächsisches HafenSG (B)	Feuerwehr, Polizei, zuständige Hafenbehörde	Zuständige Hafenbehörde	Feuerwehr, WaSchPo, WSA bei Bundeswasserstraße, zuständige Hafenbehörde	Feuerwehr, WSA bei Bundeswasserstraße, zuständige Hafenbehörde	Feuerwehr, WaSchPo, WSA bei Bundeswasserstraße, zuständige Hafenbehörde

⁴⁸ Vgl. Kategorisierung in Kapitel 2.1.5

Emden

Der Genehmigungsrahmen für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe am Standort Emden wird vom zuständigen Hafenkapitän, der die Aufgaben der Hafenbehörde vor Ort wahrnimmt, mittels hafenbehördlicher Verfügungen festgelegt. In diesem Zusammenhang besteht bisher bspw. eine hafenbehördliche Verfügung für das Bunkern von LNG, die Sicherheitsvorkehrungen und Pflichten für den Bunkervorgang auflistet. Dies umfasst u. a. Melde- und Kennzeichnungspflichten, Betriebsvorgaben und das Führen von Bunkerchecklisten. Letztgenannte Checklisten begleiten und dokumentieren den Bunkervorgang, indem die Punkte aus der hafenbehördlichen Verfügung systematisch abgearbeitet werden. Als Bunkerliegeplatz für TTS-Transfers dient der nordwestliche Teil des Emder Außenhafens, der sich direkt vor der Nesserlander Schleuse befindet. Hier ist eine Kontrollzone eingerichtet, die für die LNG-Bunkervorgänge entsprechend der hafenbehördlichen Verfügung vorbereitet wird.⁴⁹ Für STS-Bebunkerungen mit LNG ist in Emden die Emspier als Liegeplatz vorgesehen.⁵⁰ In Abbildung 2 sind die Verwaltungsebenen und die geltenden rechtlichen Grundlagen zusammengefasst.

Abbildung 2 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Emden

Verwaltungsebene	Rechtliche Grundlagen
C - Bundesebene ↓	▪ SeeSchStrO ▪ Störfall-Verordnung ▪ BImSchG ▪ Gefahrgutverordnungen (GGV) ▪ SchSG ▪ Gesetz über die UVP ▪ BetrSichV
B - Bundeslandebene Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung ↓	▪ Niedersächsische HafenO vom 25.01.2007 ▪ § 19 (1) Meldepflicht für für das Einbringen gefährlicher Güter in den Hafen ▪ Niedersächsisches HafenSG vom 16.02.2009 ermöglicht auf den Einzelfall bezogene Maßnahmen zur Gefahrenabwehr nach § 25 (1)
A - Kommunalebene Flächeneigentümer: Niedersachsen Ports ↓ A - Kommunalebene Repräsentant Hafenbehörde: Hafenkapitän	▪ HBV für die Häfen der Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG vom 01.03.2020 – Abschnitt 1.5.1 Verweis auf geltendes Recht auf Bundeslandebene
A - Kommunalebene Repräsentant Hafenbehörde: Hafenkapitän	▪ Festlegung des Genehmigungsrahmens per hafenbehördlicher Verfügung des Hafenkapitäns ▪ Dokumentation anhand von Bunkerchecklisten

⁴⁹ Vgl. Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung, 2017.

⁵⁰ Vgl. Täglicher Hafenbericht, 2020a.

Cuxhaven

Im Cuxhavener Hafen müssen ortsabhängige Sicherheitsmaßnahmen für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe ebenfalls durch eine vom Hafenkapitän erlassene hafenbehördliche Verfügung gemäß § 25 (1) des Niedersächsischen HafenSG erlassen werden.

Abbildung 3 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Cuxhaven

Verwaltungsebene	Rechtliche Grundlagen
C - Bundesebene ↓	▪ SeeSchStrO ▪ Störfall-Verordnung ▪ BImSchG ▪ GGV ▪ SchSG ▪ Gesetz über die UVP ▪ BetrSichV
B - Bundeslandebene Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung ↓	▪ Niedersächsische HafenO vom 25.01.2007 ▪ § 19 (1) Meldepflicht für das Einbringen gefährlicher Güter in den Hafen ▪ Niedersächsisches HafenSG vom 16.02.2009 ermächtigt zu Gefahrenabwehrmaßnahmen § 25 (2)
A - Kommunalebene Flächeneigentümer: Niedersachsen Ports ↓ A - Kommunalebene Repräsentant Hafenbehörde: Hafenkapitän	▪ HBV für die Häfen der Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG vom 01.03.2020 – Abschnitt 1.5.1 Verweis auf geltendes Recht auf Bundeslandebene
A - Kommunalebene Repräsentant Hafenbehörde: Hafenkapitän	▪ Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe nur durch Ausnahmegenehmigung und unter Erlass ortsabhängiger Sicherheitsmaßnahmen per hafenbehördlicher Verfügung

Wilhelmshaven

Standortspezifische rechtliche Grundlagen für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe sind für den Standort Wilhelmshaven nicht bekannt. Als zuständige Genehmigungsbehörde tritt, wie an den anderen niedersächsischen Hafenstandorten, der Hafenkapitän als Vertreter des Niedersächsischen Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung auf.

Abbildung 4 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Wilhelmshaven

Verwaltungsebene	Rechtliche Grundlagen
C - Bundesebene ↓	▪ SeeSchStrO ▪ Störfall-Verordnung ▪ BImSchG ▪ GGV ▪ SchSG ▪ Gesetz über die UVP ▪ BetrSichV
B - Bundeslandebene Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung ↓	▪ Niedersächsische HafenO vom 25.01.2007 ▪ § 19 (1) Meldepflicht für das Einbringen gefährlicher Güter in den Hafen ▪ Niedersächsisches HafenSG vom 16.02.2009 ermächtigt zu Gefahrenabwehrmaßnahmen § 25 (2)
A - Kommunalebene Flächeneigentümer: Niedersachsen Ports ↓ A - Kommunalebene Repräsentant Hafenbehörde: Hafenkapitän	▪ HBV für die Häfen der Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG vom 01.03.2020 - Abschnitt 1.5.1 Verweis auf geltendes Recht auf Bundeslandebene
A - Kommunalebene Repräsentant Hafenbehörde: Hafenkapitän	▪ Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe nur durch Ausnahmegenehmigung und unter Erlass ortsabhängiger Sicherheitsmaßnahmen per hafenbehördlicher Verfügung

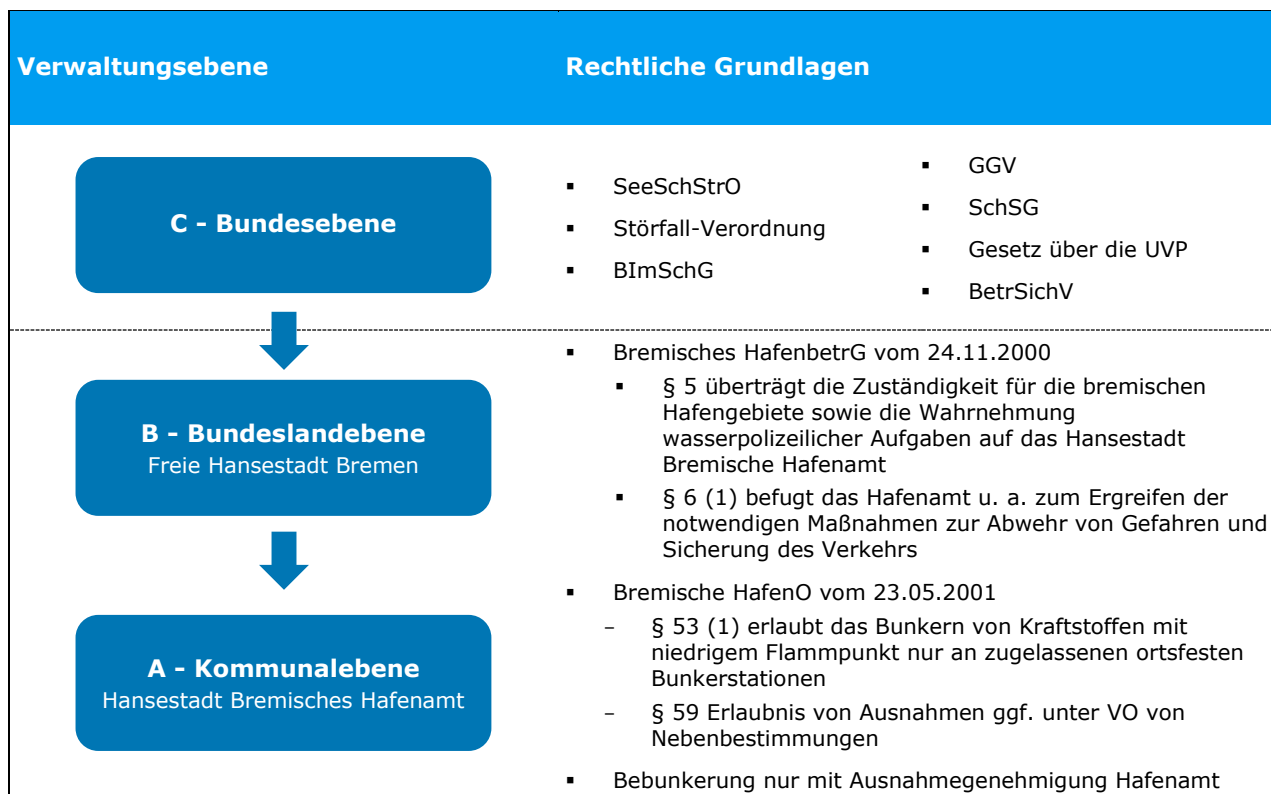
2.1.1.2 Bremen

In den bremischen Häfen ist das Hansestadt Bremische Hafenamt auf Grundlage des § 5 des Bremischen Hafenbetriebsgesetzes (HafenbetrG) für die bremischen Hafengebiete sowie die Wahrnehmung wasserpolizeilicher Aufgaben zuständig. Überdies ist das Hafenamt gemäß des Bremischen HafenbetrG in der Verantwortung. Hierfür ist es nach § 6 (1) befugt, die notwendigen Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren und der Sicherung des Verkehrs zu ergreifen. Regelungen mit direkter Relevanz für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe sind im HafenbetrG nicht definiert. Nach dem § 14 (2) ist jedoch die Verunreinigung oder Beschädigung des Hafengebiets verboten, zudem wird für nähere Vorgaben auf die HafenO verwiesen.⁵¹

Die Bremische HafenO erlaubt das Bunkern von Kraftstoffen (entzündbare Flüssigkeiten) mit einem Flammpunkt von unter 55°C (bspw. LNG und Methanol) nach § 53 (1) ausschließlich an dafür zugelassenen ortsfesten Bunkerstationen. Insofern eine ortsfeste Bunkeranlage für den jeweiligen Kraftstoff nicht besteht, bedarf es für die entsprechenden Bunkervorgänge einer Ausnahmegenehmigung nach § 59 der HafenO. Für diese hat der Antragsteller die Gewährleistung der Sicherheit nachzuweisen, unterdessen kann die Hafenbehörde die Erteilung der Ausnahme mit Nebenbestimmungen versehen.⁵²

In Bremerhaven wurden an der Columbuskaje (u. a. STS) und am Kühlhauskai (TTS) bereits LNG gebunkert.

Abbildung 5 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Bremen



⁵¹ Vgl. Senat der Freien Hansestadt Bremen, 2000.

⁵² Vgl. Senat der Freien Hansestadt Bremen, 2001.

Tabelle 6 | Zuständige Behörden für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe in Bremen

 Bremen	 Tkw	 Ortsfeste Bunkieranlage	 Bunkerschiff/-barge	 Bunkervorgang	 Bunkerempfänger
HafenbetrG (B) ⁵³	Hafenamt, Polizei				
Bremische HafenO (B)	Feuerwehr, Hafenamt, Polizei	Hafenamt	Feuerwehr, Hafenamt, Polizei, WSA bei Bundeswasserstraße		

⁵³ Vgl. Kategorisierung in Kapitel 2.1.5

2.1.1.3 Hamburg

Am Hafenstandort Hamburg ergibt sich für die Verwaltungsaufgaben und Zuständigkeiten auf der Elbe eine Sonderregelung. Der § 45 (5) des Bundeswasserstraßengesetzes (WaStrG) überträgt die Verwaltungsaufgaben und Zuständigkeiten für die Wasserstraßen im Bereich Hamburg auf die Freie und Hansestadt Hamburg.⁵⁴ Auf Bundeslandebene überträgt die Freie und Hansestadt Hamburg gemäß der Anordnung über die Zuständigkeiten im Hafenverkehrs- & Schifffahrtsrecht die Zuständigkeit für die Durchführung des Hafenverkehrs- und Schifffahrtsgesetzes an die Hamburg Port Authority (HPA) und für die Verkehrsüberwachung an die Behörde für Inneres und Sport (Umsetzung durch die WaSchPo und Feuerwehr).⁵⁵ Somit treten das Oberhafenamt der HPA, die WaSchPo und die Feuerwehr gemeinsam als zuständige Hafenbehörde und Genehmigungsstelle auf.

Weitere zu beachtende VO auf Bundeslandebene sind die Gefahrgut- und Brandschutzverordnung (GGBV) Hafen Hamburg und die Hafenverkehrsordnung. Während die Hamburger Hafenverkehrsordnung vorwiegend die Meldepflichten und allgemeinen Verkehrsvorschriften im Hafengebiet regelt⁵⁶, wird das Bunkern von Schiffskraftstoffen in § 14 der GGBV behandelt. Die Sätze 1 und 2 des § 14 (1) untersagen die Übergabe von Schiffskraftstoffen mit einem Flammpunkt unter 55°C im TTS- und STS-Konzept. Allerdings können von dieser Vorgabe Ausnahmen erlassen werden, die gemäß § 14 (2) die Sicherheit durch andere geeignete Maßnahmen gewährleisten. Jedoch dürfen nach §10 (2) Bunkerschiffe, die entzündbare Flüssigkeiten oder Chemikalien mit einem Flammpunkt bis zu 55°C befördern, nur in Tankhäfen liegen. Diese wiederum dürfen nach § 11 (1) Nr. 1 bis 3 nur von Bunkerschiffen, Hafengüterfahrzeugen oder Schubleichtern und Schubbooten befahren werden. Für ortsfest installierte Anlage zum Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe werden keine näheren Angaben gemacht, diese müsste sich gemäß § 14 (1) Satz 6 aber mindestens an den in Anlage 5 der GGBV vorgeschriebenen Sicherheitsbestimmungen orientieren.⁵⁷

⁵⁴ Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 1968.

⁵⁵ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg, 1980.

⁵⁶ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg, 1979.

⁵⁷ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg, 2013.

Abbildung 6 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Hamburg

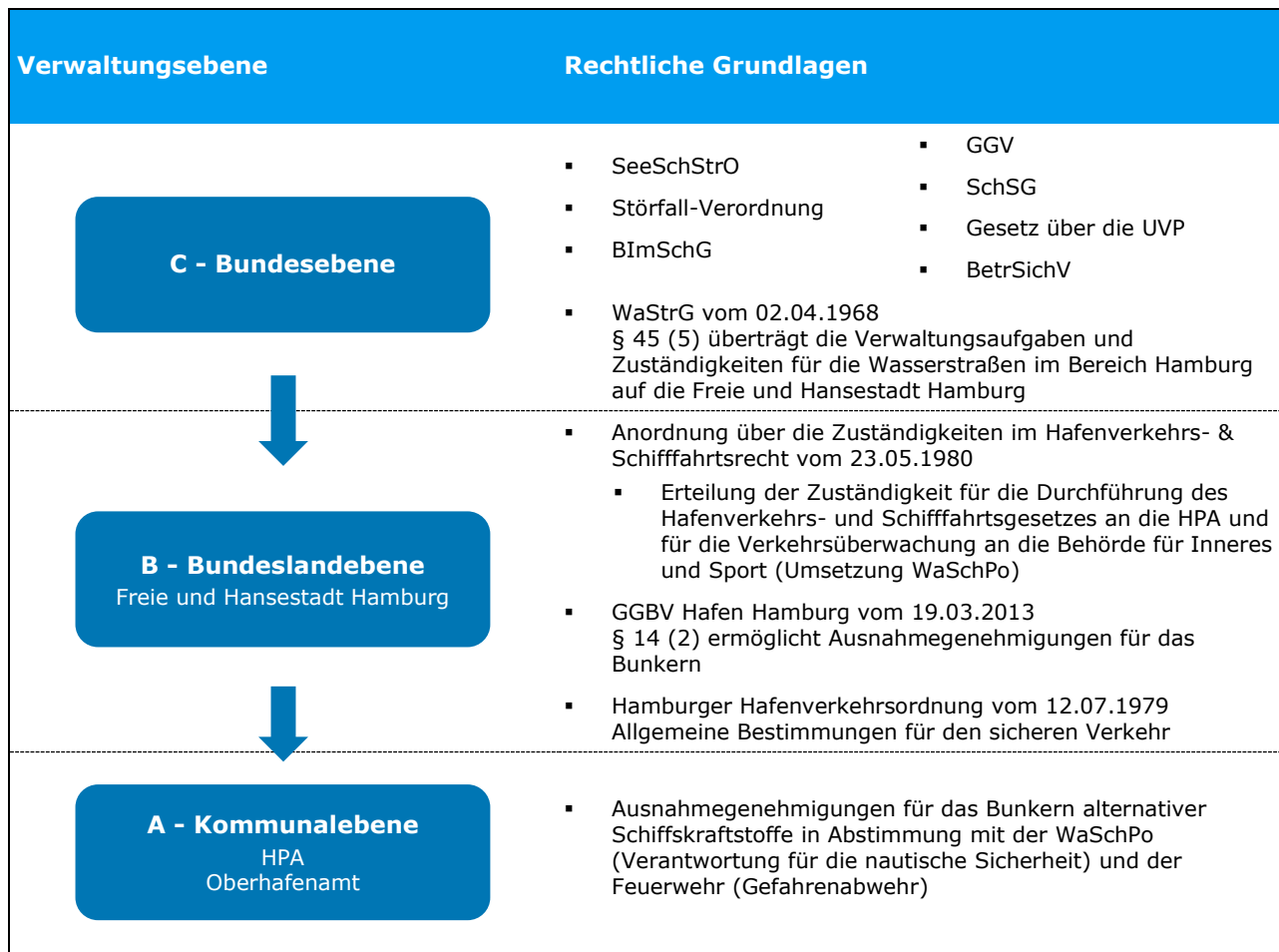


Tabelle 7 | Zuständige Behörden für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe in Hamburg

 Hamburg	 Tkw	 Ortsfeste Bunkeranlage	 Bunkerschiff/-barge	 Bunkervorgang	 Bunkerempfänger
WaStrG (C) ⁵⁸			Oberhafenamt, WaSchPo		Oberhafenamt, WaSchPo
GGBV Hafen Hamburg (B)	Feuerwehr, Oberhafenamt, WaSchPo				
Hamburger Hafenverkehrsordnung (B)			Oberhafenamt, WaSchPo		Oberhafenamt, WaSchPo

⁵⁸ Vgl. Kategorisierung in Kapitel 2.1.5

2.1.1.4 Schleswig-Holstein

Bei den auf Bundeslandebene in SH relevanten Gesetzestexten handelt es sich zum einen um die HafVO, zum anderen ist die HSVO zu berücksichtigen. Die erstgenannte VO regelt das allgemeine Verhalten in den Häfen des Bundeslandes. Hierunter fallen unter dem Abschnitt 3 des Teils 2 Regelungen zum Aufenthalt, Umschlag und der Lagerung in den schleswig-holsteinischen Häfen. In diesen Regelungen wird nach § 25 (4) das Bunkern flüssiger Kraftstoffe durch feste Anlagen, Bunkerschiffe oder Tkw unter ausreichenden Schutzeinrichtungen grundsätzlich ermöglicht.⁵⁹

Die HSVO regelt neben weiteren Vorkehrungen im Umgang mit gefährlichen Gütern unter § 8 die Meldepflicht für das Einbringen gefährlicher Güter. Im § 24 wird die Eigenversorgung von Schiffen mit flüssigen Kraftstoffen und Gasen geregelt. Nach § 24 (1) dürfen flüssige Kraftstoffe nur von ortsfesten Anlagen, Bunkerschiffen oder von Tkw aus abgegeben oder aufgenommen werden. Das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe (tiefgeköhlt verflüssigte Gase, Gase unter Druck, entzündbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 55°C) wird mit der geänderten Verordnung ab 19.02.2021 in § 24 der HSVO ebenfalls geregelt. Hierfür ist nach § 24 (4) eine Genehmigung der zuständigen Hafenbehörde erforderlich. Zudem wird für das Bunkern der in § 24 (4) beschriebenen Kraftstoffe sowohl eine generelle Risikobewertung vonseiten des Hafenbetreibers (§ 24 (5)) als auch eine einzelfallspezifische Risikoanalyse vonseiten der am Bunkervorgang beteiligten Parteien (§ 24 (6)) vorgeschrieben. Die Mindestinhalte der Risikobewertung und -analyse werden gemäß § 24 (8) durch eine ergänzende Allgemeinverfügung bestimmt.⁶⁰ Diese listet die (Mindest-)Bestandteile der generellen Risikobewertung und der einzelfallspezifischen Risikoanalyse auf und weist die Nutzung der Bunkerchecklisten der IAPH in ihrer aktuellen Version bei LNG-Bunkervorgängen an.⁶¹

Durch die geänderte HSVO basieren zukünftige Bunkervorgänge der betreffenden alternativen Schiffskraftstoffe nicht mehr auf Ausnahmegenehmigungen.

⁵⁹ Vgl. Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus Schleswig-Holstein, 2014.

⁶⁰ Vgl. Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus Schleswig-Holstein, 2015.

⁶¹ Vgl. Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus Schleswig-Holstein, 2021.

Tabelle 8 | Zuständige Behörden für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe in SH

 SH	 Tkw	 Ortsfeste Bunkeranlage	 Bunkerschiff/-barge	 Bunkervorgang	 Bunkerempfänger
HBO (A) ⁶²	Zuständige Hafenbehörde		Zuständige Hafenbehörde		
HSVO (B)	Zuständige Hafenbehörde		WaSchPo, zuständige Hafenbehörde		
HafVO (B)	Polizei, Zuständige Hafenbehörde		WaSchpo. WSA bei Bundeswasserstraße, zuständige Hafenbehörde	Feuerwehr, WaSchPo, WSA bei Bundeswasserstraße, zuständige Hafenbehörde	WaSchPo, WSA bei Bundeswasserstraße, zuständige Hafenbehörde

⁶² Vgl. Kategorisierung in Kapitel 2.1.5

Brunsbüttel

Für die Brunsbütteler Häfen „Ostermoor“, „Ölhafen“ sowie die an der Elbe gelegenen Häfen auf dem Gemeindegebiet der Stadt Brunsbüttel ergibt sich bzgl. der Zuständigkeit ein Sonderfall. Gemäß § 4 (1) Nummer 2 der HafVO tritt hier der Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz (LKN SH) als Hafenbehörde auf.⁶³ Dieser untersteht nicht wie die übrigen Hafenbehörden dem Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus, sondern ist ein nachgeordneter Geschäftsbereich des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung. Die Fachaufsicht der Hafenbehörde im LKN.SH liegt wiederum beim Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus.

Abbildung 7 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Brunsbüttel

Verwaltungsebene	Rechtliche Grundlagen
C - Bundesebene B - Bundeslandebene Wirtschaftsministerium und Gesundheitsministerium SH A - Kommunalebene Hafenbehörde: Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz SH A - Kommunalebene Betreiber: Brunsbüttel Ports	▪ SeeSchStrO ▪ Störfall-Verordnung ▪ BImSchG ▪ GGV ▪ SchSG ▪ Gesetz über die UVP ▪ BetrSichV ▪ HafVO vom 25.11.2014 ▪ § 25 (4) behandelt das Bunkern flüssiger Schiffs-kraftstoffe ▪ HSVO vom 06.02.2015 ▪ Meldepflicht für das Einbringen gefährlicher Güter nach § 8 ▪ § 24 behandelt das Bunkern alternativer Schiffs-kraftstoffe ▪ Allgemeinverfügung i. V. m. § 24 (8) HSVO vom 19.02.2021 ▪ Mindestinhalte der Risikobewertung und -analyse ▪ Zuständige Hafen- und Genehmigungsbehörde für die in § 4 (1) der HafVO genannten Hafenteile ▪ Sicherstellung der Einhaltung der gesonderten Betriebsvorschriften für LNG-Bunkervorgänge durch die Anfertigung von Bunkerchecklisten ▪ HBO für die Brunsbütteler Häfen vom 01.11.2018 – § 5 LNG-Bunkern im TTS-Konzept als anzeigepflichtiger, aber genehmigungsfreier Vorgang, unter Berücksichtigung der angehängten Bunkercheckliste – STS-Bebunkerungen sind genehmigungspflichtig

Die operative Begleitung von Bunkervorgängen sowie die Durchsetzung der geltenden Regeln im Hafen obliegt hingegen dem Hafenbetreiber Brunsbüttel Ports in Person des bestellten Hafenkapitäns und den Mitarbeitern der Hafenaufsicht. Der Hafenkapitän ist gemäß § 4 Nummer 1 der Brunsbütteler HBO von der Hafenbehörde bestätigt. Die von Brunsbüttel Ports erlassene HBO definiert das Bunkern von LNG im § 5 als anzeigepflichtigen, aber genehmigungsfreien Vorgang. Dies gilt allerdings nur für das TTS-Konzept.

⁶³ Vgl. Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus Schleswig-Holstein, 2014.

Hierfür wird im Anhang der HBO eine Bunkercheckliste zur Verfügung gestellt, die die Vorgänge begleitet und dokumentiert. LNG-Bebunkierungen im STS-Konzept sind weiter genehmigungspflichtig. Spezielle Bunkerliegeplätze sind für LNG-Bunkervorgänge nicht vorgegeben. Weitere Regularien für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe werden in der HBO nicht erlassen.⁶⁴ Unabhängig von den Vorschriften der Brunsbütteler HBO gelten die Regelungen des § 24 der HSVO und kommen entsprechend zur Anwendung.

Für den Standort Brunsbüttel besteht durch die laufende Planung eines LNG-Importterminals zukünftig tendenziell ein besonderes Interesse an der Durchführung von LNG-Bunkervorgängen.⁶⁵

Kiel

Am Hafenstandort Kiel werden die Aufgaben der Hafenbehörde vom Hafenkapitän und den Mitarbeitern des Hafenamts wahrgenommen. Dies begründet sich in § 4 (1) Satz 1 der HafVO.⁶⁶ Generell ist für Bunkervorgänge mit flüssigen Kraftstoffen nach § 24 (1) der HBO der Landeshauptstadt Kiel eine Genehmigung der Hafenbehörde einzuholen, wobei lediglich herkömmliche Schiffskraftstoffe adressiert werden. Das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe ist somit analog zu den Regularien auf Bundeslandebene grundsätzlich nicht erlaubt und würden eine Einzelgenehmigung erfordern.⁶⁷

Abbildung 8 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Kiel

Verwaltungsebene	Rechtliche Grundlagen
C - Bundesebene	▪ SeeSchStrO ▪ Störfall-Verordnung ▪ BImSchG ▪ GGV ▪ SchSG ▪ Gesetz über die UVP ▪ BetrSichV
B - Bundeslandebene Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus SH	▪ HafVO vom 25.11.2014 ▪ § 25 (4) behandelt das Bunkern flüssiger Schiffskraftstoffe ▪ HSVO vom 06.02.2015 ▪ Meldepflicht für das Einbringen gefährlicher Güter nach § 8 ▪ § 24 behandelt das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe ▪ Allgemeinverfügung i. V. m. § 24 (8) HSVO vom 19.02.2021 ▪ Mindestinhalte der Risikobewertung und -analyse
A - Kommunalebene Hafenamt der Landeshauptstadt Kiel	▪ HBO der Landeshauptstadt Kiel vom 01.04.2004 – § 24 (1) bezieht sich auf das Bunkern herkömmlicher Schiffskraftstoffe

⁶⁴ Vgl. Brunsbüttel Ports, 2018.

⁶⁵ Vgl. German LNG Terminal, 2020.

⁶⁶ Vgl. Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus Schleswig-Holstein, 2014.

⁶⁷ Vgl. Landeshauptstadt Kiel, 2004.

2.1.1.5 Mecklenburg-Vorpommern

Die untersuchten Häfen in Rostock und Sassnitz unterliegen dem Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung MV. Den gesetzlichen Rahmen bilden die HafVO MV und die Hafengefahrgutverordnung (HGGVO) MV.

Die zuständigen Hafenbehörden sind nach § 3 (1) der erstgenannten VO die Oberbürgermeister der kreisfreien Städte, die Bürgermeister der amtsfreien Gemeinden und die Amtsvorsteher der Ämter als Ordnungsbehörden. Darüber hinaus kann gemäß § 4 auch die WaSchPo Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren ergreifen. Neben der Klärung der Zuständigkeiten und allgemeinen Nutzungsregeln der Hafennutzung enthält die HafVO MV auch Vorgaben zum Bunkern von Schiffskraftstoffen. Diese sind in § 22a formuliert und ermöglichen nach Absatz 1 das Bunkern flüssiger Kraftstoffe im TTS-, STS-, PTS- und ISO-Container-to-Ship-Konzept. Eine Besonderheit stellt § 22a (2) dar, in dem explizit auf das Bunkern tiefgekühlt verflüssigter Gase eingegangen wird. Für dieses ist gemäß dem genannten Absatz eine vorliegende Genehmigung der zuständigen Hafenbehörde erforderlich. Diese kann mit Vorkehrungen für die allgemeine Sicherheit verbunden sein, die den mit dem Bunkervorgang verbundenen Risiken angemessen sind.⁶⁸

Die HGGVO MV ergänzt die zuvor genannten Bestimmungen um weitere Aspekte. Aus dem § 7 (1) geht eine Meldepflicht für das Einbringen gefährlicher Güter in den jeweiligen Hafen hervor. Darüber hinaus überträgt § 8 die Verantwortung für den Ausweis geeigneter Liegeplätze und Abstellflächen auf die Hafenbehörden, während in § 12 allgemeine Sicherheitsmaßnahmen für den Umschlag gefährlicher Güter vorgeschrieben werden.⁶⁹

⁶⁸ Vgl. Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Gesundheit Mecklenburg-Vorpommern, 2006.

⁶⁹ Vgl. Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Gesundheit Mecklenburg-Vorpommern, 2008.

Tabelle 9 | Zuständige Behörden für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe in MV

 MV	 Tkw	 Ortsfeste Bunkeranlage	 Bunkerschiff/-barge	 Bunkervorgang	 Bunkerempfänger
HGGVO MV (B) ⁷⁰	Hafenamt		Hafenamt, WaSchPo, WSA bei Bundeswasserstraße		Hafenamt, WaSchPo, WSA bei Bundeswasserstraße
HNO (A)	Hafenamt				
HafVO MV (B)	Polizei, Hafenamt	Hafenamt	Hafenamt, WaSchPo, WSA bei Bundeswasserstraße	Hafenamt	Hafenamt, WaSchPo, WSA bei Bundeswasserstraße

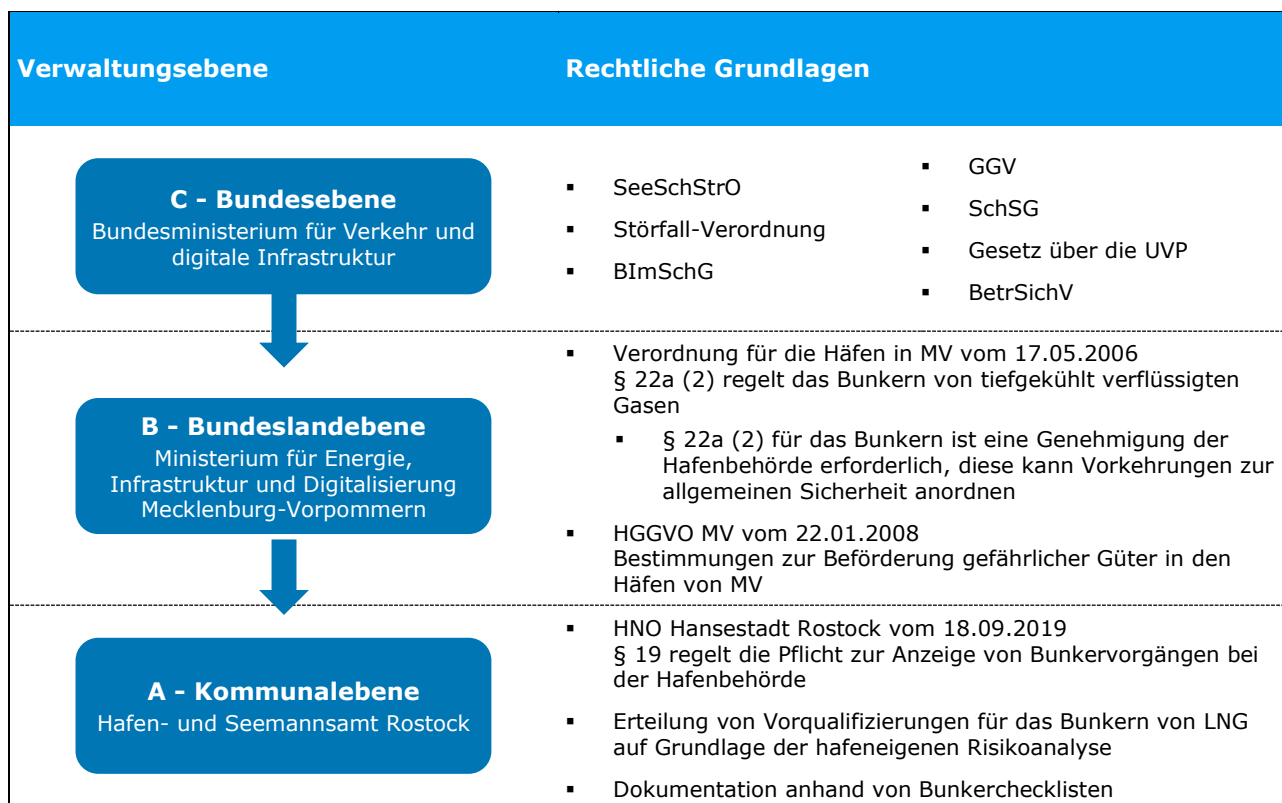
⁷⁰ Vgl. Kategorisierung in Kapitel 2.1.5

Rostock

In Rostock bildet die HNO der Hansestadt Rostock die rechtliche Grundlage für Bunkervorgänge. In § 19 wird geregelt, dass das Bunkern der Hafenbehörde unter Angabe ausgewählter Inhalte anzuzeigen ist.⁷¹ Das Hafen- und Seemannsamt der Hansestadt Rostock ergänzt die HNO auf ihrer Webseite durch den Hinweis, dass Genehmigungen für das Bunkern von LNG im Rostocker Hafen auf Grundlage der LNG-Bunkerrisikoanalyse des Rostocker Hafens erteilt werden.⁷²

In diesem Dokument wurden u. a. eine Risikoanalyse durchgeführt und Entscheidungsgrundlagen für die Genehmigung von LNG-Bunkervorgängen untersucht. Des Weiteren umfasst die Untersuchung Bunkerchecklisten für TTS- und STS-Transfers, die die Durchführung und Dokumentation der Bunkervorgänge am Standort unterstützen. Liegeplatzspezifische Anforderungen für die Durchführung von LNG-Bunkervorgängen, aufgeteilt nach Bunkerkonzept, sind ebenfalls enthalten.⁷³ Im Falle einer Übereinstimmung der vom LNG-Bunkerlieferanten ausgewiesenen Sicherheitsmaßnahmen und Genehmigungen/Klassifizierungen mit den Vorgaben der Risikoanalyse erteilt das Rostocker Hafen- und Seemannsamt Vorqualifizierungen, die eine Gültigkeit von 3 Jahren besitzen. Diese weisen die grundsätzliche Kompetenz für die Durchführung von LNG-Bunkervorgängen nach und werden bei der Anbahnung eines Bunkervorgangs durch besondere Spezifikationen (bspw. Liegeplatz für das Bunkern, Bunkermenge etc.) als Teil der Einzelgenehmigung ergänzt. Für das Bunkern weiterer alternativer Schiffskraftstoffe bestehen im Status quo keine näheren Bestimmungen.

Abbildung 9 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Rostock



⁷¹ Vgl. Hansestadt Rostock, 2019.

⁷² Vgl. Hansestadt Rostock, 2020.

⁷³ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

Sassnitz

Auch in Sassnitz regelt die HNO die spezifischen Vorgaben für Bunkervorgänge im Hafen. Der § 16 schreibt für das Bunkern tiefgekühlt verflüssigter Gase eine Genehmigung der Hafenbehörde vor. Für eine Genehmigung sind Vorkehrungen für die allgemeine Sicherheit zu treffen, die den Risiken angemessen sind. Für die ordnungsgemäße Durchführung und Dokumentation der Vorgänge werden gemäß § 16 (4) Bunkerchecklisten genutzt. In § 16 (3) sind Mindestabstände zwischen dem für die Bebungung vorgesehenen Tkw (bei TTS-Bebungung) und der Kaikante definiert. Zudem ist für den Bereich des Stadthafens der Liegeplatz 11 als Bunkerliegeplatz ausgewiesen. Für die Bereiche des Fährhafens Sassnitz, in denen ebenfalls gebunkert werden kann, werden keine genaueren Angaben gemacht.⁷⁴

Abbildung 10 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Sassnitz

Verwaltungsebene	Rechtliche Grundlagen
C - Bundesebene Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	- SeeSchStrO - Störfall-Verordnung - BImSchG - GGV - SchSG - Gesetz über die UVP - BetrSichV
B - Bundeslandebene Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung Mecklenburg-Vorpommern	- Verordnung für die Häfen in MV vom 17.05.2006 § 22a (2) regelt das Bunkern von tiefgekühlt verflüssigten Gasen § 22a (2) Genehmigung der Hafenbehörde erforderlich, diese kann Vorkehrungen zur allgemeinen Sicherheit anordnen - HGGVO MV vom 22.01.2008 Bestimmungen zur Beförderung gefährlicher Güter in den Häfen von MV
A - Kommunalebene Hafenamt der Stadt Sassnitz	- HNO der Stadt Sassnitz vom 20.03.2015 § 16 erlaubt die Übernahme tiefgekühlt verflüssigter Gase nur nach Genehmigung der Hafenbehörde - Erteilung von Bunkergenehmigungen unter Anordnung von Vorkehrungen für die allgemeine Sicherheit

⁷⁴ Vgl. Stadt Sassnitz, 2015.

2.1.1.6 Baden-Württemberg

Für den Baden-Württembergischen Hafen Mannheim gelten aufgrund seiner Stellung als einziger Binnenhafen in dieser Untersuchung teilweise gesonderte Regularien. Die verkehrlichen Angelegenheiten auf dem Rhein werden durch die Rheinschiffahrtspolizeiverordnung (RheinSchPV) und die Binnenschiffahrtsstraßen-Ordnung (BinSchStrO) geregelt. Zudem findet die Binnenschiffsuntersuchungsordnung (BinSchUO) Anwendung, die die Richtlinie (EU) 2016/1629 in nationales Recht überführt.⁷⁵ Sowohl die BinSchUO als auch die Richtlinie (EU) 2016/1629 referenzieren den ES-TRIN-Standard (siehe Kapitel 2.2.1.2) und schaffen somit technische Anforderungen für LNG-angetriebene Binnenschiffe.

Auf Bundeslandebene gilt die HafVO BW. Sie erklärt die RheinSchPV und die BinSchStrO für anwendbar, soweit durch die HafVO nicht etwas anderes geregelt ist. Zudem wird ein Bezug zum Gefahrgutrecht hergestellt, indem auf das Europäische Übereinkommen über die Beförderung gefährlicher Güter auf dem Rhein (ADNR) verwiesen wird. Zudem wird auf die aktuelle Fassung der BinSchUO abgestellt.⁷⁶

Für den Hafen Mannheim überschreibt die HafVO BW die hafenbehördlichen Aufgaben in § 3 (3) auf die Staatliche Rhein-Neckar-Hafengesellschaft Mannheim (vormals Staatliches Hafenamt Mannheim). Neben allgemeinen Vorschriften für die Nutzung der Häfen finden sich in der HafVO überdies Vorgaben für das Bunkern flüssiger Kraftstoffe. So dürfen gemäß § 28 flüssige Kraftstoffe zur Eigenversorgung von Fahrzeugen nur von ortsfesten Anlagen oder Bunkerbooten abgegeben werden, was eine TTS-Bebunkerung ohne Ausnahmegenehmigung ausschließt. Das Bunkern verflüssigter Gase wird in der HafVO BW hingegen nicht behandelt und bedarf daher, unabhängig vom Bunkerkonzept, ebenfalls einer Ausnahmegenehmigung. Eine solche Ausnahmeregelung kann gemäß § 70 getroffen werden, insofern die öffentliche Sicherheit und Ordnung nicht gefährdet sind. Über den Bereich des Bunkerns hinaus werden im § 49 umfangreiche Sicherheitsmaßnahmen für die Beförderung und den Umschlag verflüssigter Gase vorgeschrieben.⁷⁷

⁷⁵ Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2016.

⁷⁶ Vgl. Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 1983.

⁷⁷ Vgl. Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 1983.

Tabelle 10 | Zuständige Behörden für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe in BW

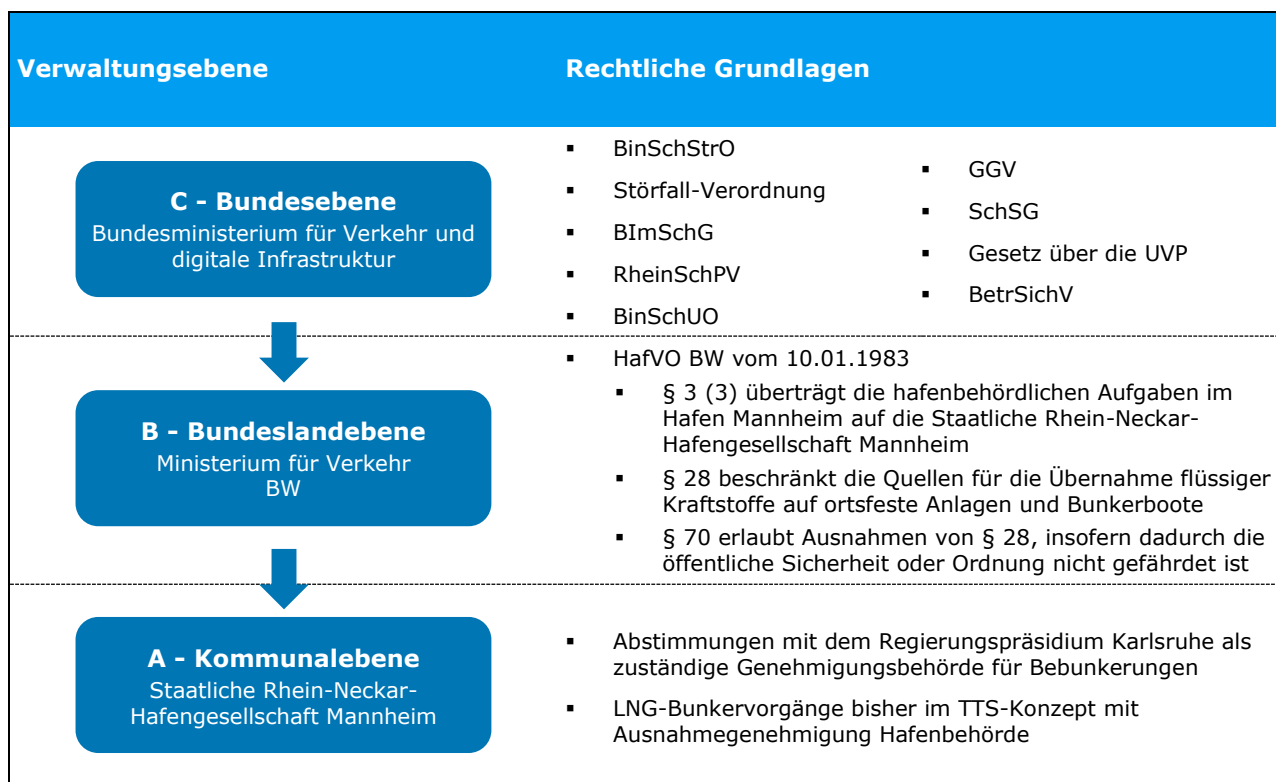
 BW	 Tkw	 Ortsfeste Bunkeranlage	 Bunkerschiff/-barge	 Bunkervorgang	 Bunkerempfänger
HafVO BW (B) ⁷⁸	Feuerwehr, Polizei, Staatliche Rhein-Neckar-Hafengesellschaft Mannheim, WSA				

⁷⁸ Vgl. Kategorisierung in Kapitel 2.1.5

Mannheim

Die zuständige Genehmigungsbehörde für den Hafen Mannheim ist das Regierungspräsidium Karlsruhe. Die Abstimmung zwischen der Behörde und der Staatlichen Rhein-Neckar-Hafengesellschaft Mannheim bestätigte, dass durch TTS-Bebunkerungen mit verflüssigten Gasen keine nachteiligen Veränderungen der Wasserbeschaffenheit herbeigeführt werden. Dies hätte andernfalls ein wasserrechtliches Zulassungsverfahren nach dem Wassergesetz bzw. Wasserhaushaltsgesetz des Bundeslandes BW erforderlich gemacht. Auf Basis dieser Untersuchungen werden gegenwärtig bereits Ausnahmegenehmigungen für LNG-Bunkervorgänge am Rheinkai (Bunkerliegeplatz) erteilt.

Abbildung 11 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Mannheim



2.1.2 Niederlande

Bei den Niederlanden handelt es sich im Unterschied zu Deutschland um einen dezentralen Einheitsstaat. Die niederländischen Provinzen agieren bzgl. ihrer inneren Angelegenheiten weitestgehend selbstständig. Die rechtliche Basis für diese Verantwortung wird im Municipalities Act in Artikel 108 geschaffen. Unter die Zuständigkeiten des Gemeinderats der Provinzen fällt gemäß Artikel 147 des Municipalities Act u. a. die Verabschiedung des kommunalen Rechts, unter das auch die Hafenregularien an den jeweiligen Standorten fallen.⁷⁹ Hinsichtlich der HafenO an den Standorten Amsterdam und Rotterdam besteht seit 2019 eine Besonderheit, da diese in ihrer Form weitestgehend identisch sind.

Zudem gibt es auch in den Niederlanden übergeordnete Regularien mit nationalem Geltungsbereich, die für Bunkervorgänge relevant sind. Eine mit dem deutschen BImSchG vergleichbare rechtliche Grundlage ist das Umweltgenehmigungsgesetz der Niederlande („Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo)“). In dieses sind zahlreiche bestehende Genehmigungssysteme der Niederlande übergegangen, sodass das Umweltgenehmigungsgesetz durch seine Verfahren eine bündelnde Wirkung für den Bau und die Veränderung von potenziell umweltgefährdenden landseitigen Anlagen entfaltet.⁸⁰

Ebenfalls eine Relevanz für die landseitige Versorgung mit alternativen Schiffskraftstoffen besitzt die Aktivitätenverordnung (Activiteitenbesluit), die allgemeine Umweltvorschriften für den Betrieb von Anlagen erlässt. Hierbei wird auf Basis der Umweltbelastung des jeweiligen Betriebs zwischen drei Typen (A, B und C) unterschieden, für die unterschiedliche Anforderungen gelten. Während für Anlagen des Typ A bspw. keine Meldepflicht besteht, sind Anlagen des Typ B melde- aber nicht genehmigungspflichtig. Die höchsten Anforderungen gelten für Anlagen des Typ C, für deren Betrieb eine Lizenz benötigt wird.⁸¹

In den Niederlanden existieren überdies Risikostandards für die externe Sicherheit von Betrieben, die mit Gefahrstoffen arbeiten. Diese sind im Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) (externe Sicherheit von Einrichtungen) gesetzlich festgelegt⁸², der gemeinsam mit dem Besluit risico's zware ongevallen (BRZO) die Seveso-III-Richtlinie in niederländisches Recht überträgt.⁸³ Das Ziel dieser VO ist es, sowohl für Einzelpersonen als auch für Gruppen von Bürgern ein Mindestmaß an Schutz vor einem Unfall mit gefährlichen Stoffen zu gewährleisten.⁸⁴ Die Bevi-Standards können in der Praxis bspw. angewendet werden, um externe Risiken von Bunkervorgängen zu bestimmen (siehe Kapitel 3.3.4).

Weitere europäische Richtlinien wurden bspw. durch die Binnenschifffahrtsordnung (Binnenvaartregeling) in das niederländische Recht überführt. Hier wurde bspw. die Richtlinie (EU) 2016/1629 umgesetzt⁸⁵, die durch die Referenz zum ES-TRIN-Standard (siehe Kapitel 2.2.1.2) technische Vorschriften für den Einsatz von LNG als Schiffskraftstoff in Binnenschiffen enthält.

In den Niederlanden gelten ebenso wie in Deutschland das ADR, das durch die VO über den Transport gefährlicher Stoffe auf dem Landweg (Regeling vervoer over land van gevaarlijke stoffen (VLG)) gültigem Recht entspricht, und das ADN, das durch die VO über die Beförderung gefährlicher Stoffe auf Binnenwasserstraßen (Regeling vervoer over de binnenwateren van gevaarlijke stoffen (VBG)) Gültigkeit erlangte.⁸⁶ Die Niederlande haben das SOLAS-Übereinkommen unterzeichnet und somit den IGC-, den IGF- und den IBC-Code als geltendes Recht anerkannt.⁸⁷

In den Niederlanden besteht mit dem Publicatiereeks gevaarlijke stoffen (PGS) Projectbureau⁸⁸ eine Organisation, die Informationspapiere zu Gefahrstoffen veröffentlicht und praktische Empfehlungen für

⁷⁹ Vgl. Rijksoverheid, 1992.

⁸⁰ Vgl. PGS projectbureau, 2014, S. 46.

⁸¹ Vgl. PGS projectbureau, 2014, S. 46f.

⁸² Vgl. Rijksoverheid, 2016.

⁸³ Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2020.

⁸⁴ Vgl. Gemeinde Amsterdam, 2019.

⁸⁵ Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2016.

⁸⁶ Vgl. PGS projectbureau, 2014, S. 51f.

⁸⁷ Vgl. IMO, 2020b.

⁸⁸ Vgl. PGS projectbureau, 2021.

die mit ihnen verbundenen Regularien erarbeitet. In Zusammenhang mit der Nutzung alternativer Schiffskraftstoffe besteht bspw. ein Leitfaden für LNG-Bunkerinstallationen.⁸⁹ Für weitere, in der Schifffahrt noch weniger verbreitete Kraftstoffe wie Wasserstoff, bestehen allgemeine Guidelines.⁹⁰

2.1.2.1 Amsterdam

Die HafenO für den Hafen Amsterdam wurde gemäß den Bestimmungen im Municipalities Act vom Amsterdamer Gemeinderat verabschiedet und traten am 9. Mai 2019 in Kraft. Sie bilden die wichtigste Rechtsgrundlage im Amsterdamer Hafen. Der § 8 widmet sich den Bunkervorgängen. Hier wird unter 8.1 und 8.2 die Genehmigungspflicht sowie die damit verbundenen Mindestanforderungen für das Bunkern geregelt.⁹¹ Die Bestimmungen der HafenO werden an dieser Stelle durch ein Dekret ergänzt, dass u. a. detaillierter auf diverse alternative Schiffskraftstoffe eingeht. Das Bunkern dieser ist nur mit einer Genehmigung zulässig, für die der Bunkerlieferant ein adäquates Sicherheitsmanagementsystem vorweisen muss (siehe Kapitel 3.2.2). Die Eignung des Managementsystems wird mit Hilfe eines Audits geprüft, das nach den Kriterien der IAPH durchgeführt wird (siehe Kapitel 3.2.1).⁹²

Abbildung 12 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Amsterdam

Verwaltungsebene	Rechtliche Grundlagen
C - Nationale Ebene ↓ B - Provinzebene Gemeinderat Amsterdam ↓ A - Kommunalebene Port of Amsterdam	▪ Municipalities Act vom 14.02.1992 – Artikel 108 überträgt die inneren Angelegenheiten der Gemeinden auf die Gemeindeverwaltung ▪ Landseitige (Umwelt-)Genehmigungen: Wabo, Activiteitenbesluit ▪ Technische Anforderungen: Bevi, WBDA, WBEM ▪ Transport: VLG (≈ADR) und VBG (≈ADN)
	▪ Verabschiedung der HafenO gemäß Artikel 147 und 156 (3) des Municipality Acts vom 14.02.1992
	▪ HafenO vom 09.05.2019 (analog zu Rotterdam) – § 8 trifft Vorgaben für Bunkervorgänge – Satz 5 des Artikels 8.1 ermöglicht SIMOPS bei Vorliegen eines klassengenehmigten LNCBMP (LNG-Bunkern) – Erteilung von Bunkergenehmigungen nach Prüfung der Hafenbehörde und i. V. m. Mindestanforderungen an den Antragsteller ▪ Bunkerchecklisten-Dekret⁹³ – Bunkerchecklisten der IAPH für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe obligatorisch

Die Hafenbehörde behält sich nach Artikel 8.1 der HafenO zudem das Recht vor, Bunkerliegeplätze auszuweisen und das Bunkern gewisser Kraftstoffe zu untersagen. Eine Genehmigung der Bunkeraktivitäten ist auch dann einzuholen, wenn nicht an den ausgewiesenen und üblicherweise

⁸⁹ Vgl. PGS projectbureau, 2014.

⁹⁰ Vgl. PGS projectbureau, 2020.

⁹¹ Vgl. Port of Amsterdam, 2019.

⁹² Vgl. Port of Amsterdam, 2020a.

⁹³ Vgl. Port of Amsterdam, 2021.

genutzten Bunkerliegeplätzen gebunkert wird. SIMOPS bei LNG-Bunkervorgängen sind grundsätzlich möglich, sofern ein klassegenehmigter LNG-Bunkermanagementplan (LNGBMP) vorliegt. Mit dem Artikel 8.7 verfügt die Hafenbehörde, dass je nach Kraftstoffart das Führen entsprechend angepasster Bunkerchecklisten vorgegeben werden kann.⁹⁴ Darauf aufbauend wurde ein Dekret erlassen, das für das Bunkern diverser alternativer Schiffskraftstoffe die Dokumentation anhand der Bunkerchecklisten der IAPH⁹⁵ verpflichtend vorschreibt.⁹⁶ Für das Bunkern von LNG bestehen darüber hinaus nach Artikel 8.8 der HafenO erweiterte Vorschriften für die Signalgebung⁹⁷. Ein weiteres Dekret definiert die von der passierenden Schifffahrt einzuhaltenden Abstände (Monitoring and Security Area) während des Bunkerns von LNG. Binnenschiffe müssen einen Abstand von mindestens 10 m, Seeschiffe während des An- und Ablegens einen Abstand von mindestens 20 m und passierende Seeschiffe einen Abstand von mindestens 50 m einhalten.⁹⁸ LNG-Bunkerliegeplätze sind zudem auf einer Bunkerkarte ausgewiesen.⁹⁹

2.1.2.2 Rotterdam

In Rotterdam wurde die HafenO am 05. November 2019 vom Gemeinderat verabschiedet. Hinsichtlich der HafenO gelten dieselben Regeln für Bunkervorgänge wie in Amsterdam.¹⁰⁰ Hinzukommen weitere Vorgaben, die mittels verschiedener Dekrete erlassen wurden. Die IAPH-Bunkerchecklisten werden als verpflichtendes Instrument zur Dokumentation und Begleitung des Bunkerns von LNG eingeführt.¹⁰¹ Für weitere alternative Schiffskraftstoffe wird in diesem Zusammenhang, anders als in Amsterdam, keine genauere Regelung getroffen. Das Bunkern von LNG und weiteren alternativen Schiffskraftstoffen unterliegt sowohl im TTS- als auch im STS-Konzept generell einer Genehmigungspflicht.¹⁰² Zudem gelten Beschränkungen für das längsseitige Festmachen eines weiteren Schiffes während des Bunkerns. Sowohl beim TTS- als auch STS-Bunkern von LNG, Ammoniak und Wasserstoff (inkl. organischer Wasserstoffträger) ist dieses gänzlich untersagt. Beim STS-Bunkern von Methanol, Ethanol oder elektrischem Strom darf ein zusätzliches Schiff längsseits festmachen.¹⁰³ Zudem gelten beim Bunkern von Ammoniak und Wasserstoff (inkl. organischer Wasserstoffträger) weitere Signalpflichten.¹⁰⁴

In Rotterdam ist insbesondere das Bunkern von LNG weitläufig erprobt. Binnenschiffe werden in Rotterdam im Seinehaven per Tankwagen bebunkert. Das Bord-zu-Bord-Bunkern im STS-Konzept ist an diversen Punkten im Hafen zulässig, es existiert eine LNG-Bunkerkarte.¹⁰⁵

⁹⁴ Vgl. Port of Amsterdam, 2019.

⁹⁵ Vgl. IAPH, 2015.

⁹⁶ Vgl. Port of Amsterdam, 2021.

⁹⁷ Vgl. Port of Amsterdam, 2019.

⁹⁸ Vgl. Port of Amsterdam, 2020e.

⁹⁹ Vgl. Gemeinde Amsterdam, 2019.

¹⁰⁰ Vgl. Port of Rotterdam, 2019b.

¹⁰¹ Vgl. Port of Rotterdam, 2019c.

¹⁰² Vgl. Port of Rotterdam, 2019d.

¹⁰³ Vgl. Port of Rotterdam, 2019e.

¹⁰⁴ Vgl. Port of Rotterdam, 2019f.

¹⁰⁵ Vgl. Port of Rotterdam, 2020a.

Abbildung 13 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Rotterdam

Verwaltungsebene	Rechtliche Grundlagen
C - Nationale Ebene ↓	▪ Municipalities Act vom 14.02.1992 – Artikel 108 überträgt die inneren Angelegenheiten der Gemeinden auf die Gemeindeverwaltung ▪ Landseitige (Umwelt-)Genehmigungen: Wabo, Activiteitenbesluit ▪ Technische Anforderungen: Bevi, WBDA, WBEM ▪ Transport: VLG (≈ADR) und VBG (≈ADN)
B - Provinzebene Gemeinderat Rotterdam ↓	▪ Verabschiedung der HafenO gemäß Artikel 147 und 156 (3) des Municipality Acts vom 14.02.1992
A - Kommunalebene Havenbedrijf Rotterdam	▪ HafenO vom 05.11.2019 (analog zu Amsterdam) – § 8 trifft Vorgaben für Bunkervorgänge – Satz 5 des Artikels 8.1 ermöglicht SIMOPS bei Vorliegen eines klassengenehmigten LNBMP (LNG-Bunkern) – Erteilung von Bunkergenehmigungen nach Prüfung der Hafenbehörde und i. V. m. Mindestanforderungen an den Antragsteller ▪ Weitere Dekrete vom 24.12.2019 – u. a. Genehmigungspflicht TTS- und STS-Bunkervorgänge – Bunkerchecklisten der IAPH obligatorisch (LNG-Bunkern)

2.1.3 Belgien

Das Königreich Belgien verfügt wie Deutschland über eine föderale Staatsorganisation. Im Gegensatz zur deutschen Gesetzgebung, besitzen in Belgien föderale Gesetze und regional erlassene Dekrete in der Regel eine nahezu gleichwertige Stellung. Die Verteilung der Zuständigkeiten ergibt sich aus der belgischen Verfassung, in der im Artikel 39 den regionalen Organen die Zuständigkeit zugesprochen wird, innerhalb des von ihnen bestimmten Bereichs und gemäß der von ihnen bestimmten Weise die von ihnen bezeichneten Angelegenheiten zu regeln.¹⁰⁶

Die Zuweisung der hafenbehördlichen Befugnisse erfolgt für die in dieser Untersuchung behandelten Häfen von Antwerpen und Zeebrugge auf Provinzebene. Beide Standorte gehören zur Provinz Flandern, die die entsprechenden Aufgaben mittels des Dekrets über die Politik und Verwaltung der Seehäfen weitergibt. In dessen Artikel 2 Nummer 15 sind die bestehenden Hafenbehörden aufgelistet, zu denen in Antwerpen der Havenbedrijf Antwerpen und in Zeebrugge die Maatschappij van de Brugse Zeehaven zählen. Diesen wird nach Artikel 2 Nummer 2 u. a. die administrativ polizeiliche Hoheit im Hafengebiet übertragen.¹⁰⁷

Die belgischen Provinzen besitzen zudem eine Zuständigkeit für die nationale Umsetzung von EU-Richtlinien. So wurden bspw. Bestandteile der Seveso-III-Richtlinie (Richtlinie 2012/18/EU)¹⁰⁸ durch entsprechende Dekrete in die Rechtssetzung der Region Flandern übernommen.

Die nationalen Regularien zur Gewährleistung der Sicherheit bei der Gasversorgung umfassen in Belgien zwei Hauptrechtsakte. Dabei handelt es sich zum einen um das Gesetz über die Wirtschaftsregulierung und die Preise (law on the economic regulation and prices), das den zuständigen Ministern umfangreiche Handlungsbefugnisse u. a. in Bezug auf den Transport und die Lieferung u. a. von Kraftstoffen zuschreibt. Zum anderen besteht mit dem Gasgesetz (gas act) ein rechtliches Rahmenwerk, das genauere Regelungen zum Umgang mit Gasen vorschreibt. In diesem werden bspw. allgemeine Verpflichtungen bzgl. der Nutzung und Entwicklung von Gasanlagen vorgeschrieben. Des Weiteren tritt die Commission for Electricity and Gas Regulation als national übergeordnete Behörde für den belgischen Gasmarkt auf. Diese besitzt allerdings eher ein administratives Aufgabenfeld und ist nicht für die Genehmigung von Anlagen u. ä. zuständig.¹⁰⁹

Weitere technische Vorgaben werden auf Provinzebene erlassen. Die flämische Provinz regelt hierbei mittels des Energiedekrets (Energy Decree) Verantwortlichkeiten der Gasversorger. Das flämische Gesetz zur Energiepolitik (act on energy policy) behandelt die Organisation des Gasmarktes, zudem besteht eine per Ministerialerlass verabschiedete technische Vorschrift zur Gasverteilung (technical regulation gas distribution). Auch die flämische Region verfügt überdies mit der Vlaamse Regulator voor de Elektriciteits- en Gasmarkt (VREG) über eine Behörde zur Regulierung des Gasmarktes. Anders als die Commission for Electricity and Gas Regulation (CREG) besitzt die VREG die Befugnisse und Zuständigkeit für die Durchführung von Genehmigungsverfahren der landseitigen Versorgungsanlagen.¹¹⁰ Sie ist demnach neben den Hafenbehörden auch für die Einhaltung sowohl technischer als auch rechtlicher Vorgaben bei der LNG-Versorgung in den flämischen Häfen zuständig. Für den Transport auf der Straße wird das ADR als gültiges Recht anerkannt.¹¹¹

Seeseitig gelten in Belgien sowohl das belgische Seeschiffahrtsgesetz als auch das belgische Seerecht, die vor allem allgemeine schiffahrtsrechtliche Aspekte behandeln.¹¹² Belgien hat das SOLAS-Übereinkommen ratifiziert und demzufolge auch die darin referenzierten IGC-, IGF- und IBC-Codes als geltendes Recht anerkannt.¹¹³ Somit bildet die Einhaltung dieser internationalen Sicherheitsvorschriften

¹⁰⁶ Vgl. De Belgische Senaat, 1831.

¹⁰⁷ Vgl. Vlaamse Gemeenschap, 1999.

¹⁰⁸ Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2020.

¹⁰⁹ Vgl. Economie, 2014, S. 11ff.

¹¹⁰ Vgl. Economie, 2014, S. 11ff.

¹¹¹ Vgl. Port of Antwerp, 2018b, S. 130.

¹¹² Vgl. Lawyers Belgium, 2015.

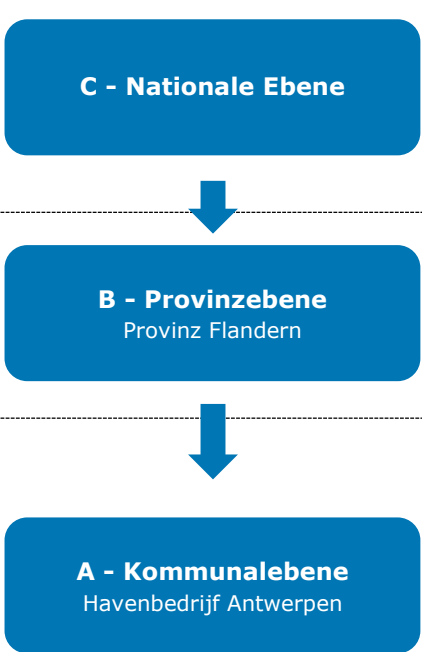
¹¹³ Vgl. IMO, 2020b.

auch in Belgien eine der Voraussetzung für Bunkervorgänge. Tiefergehende und standortspezifische Vorgaben werden im Folgenden untersucht.

2.1.3.1 Antwerpen

Für den Hafen Antwerpen setzt sich der regulatorische Rahmen aus der Hafenpolizeiverordnung (HafenPolVO) und den Hafenvorschriften zusammen. Die HafenPolVO trifft allgemeine Vorkehrungen, die v. a. der Wahrung des sicheren Verkehrs im Hafengebiet dienen. Hierfür werden auch die einzelnen Servicedienstleistungen des Hafens thematisiert, Bunkervorgängen wird in diesem Zusammenhang der Abschnitt 5.5 gewidmet, ohne eine Kraftstoffspezifikation vorzunehmen. Der Artikel 5.5.1.3 schreibt vor, dass die Hafenbehörde weitere Regularien zum genauen Ablauf von Bunkervorgängen zu erlassen hat, auf deren Basis Bunkerservices im Hafen angeboten werden. Eine Erlaubnis zum Bunkern setzt nach Artikel 5.5.1.4 eine von der Hafenbehörde ausgestellte Genehmigung voraus, die die Übereinstimmung der Sicherheitsmaßnahmen des jeweiligen Bunkerlieferanten und -empfängers mit den Vorschriften des Hafens nachweist. Diese kann bei Missachtung der Regularien wieder entzogen werden. Für die Durchführung der Bunkervorgänge werden weitere Maßnahmen geregelt, so können bspw. nach Artikel 5.5.4.5 SIMOPS mit speziellen Anforderungen, die die Hafenbehörde definiert, verbunden sein. Des Weiteren wird in Artikel 5.5.4.6 eine Verpflichtung zum Führen von Bunkerchecklisten festgelegt.¹¹⁴

Abbildung 14 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Antwerpen

Verwaltungsebene	Rechtliche Grundlagen
 C - Nationale Ebene	- Generelle Gleichwertigkeit föderaler Gesetze und regionaler Dekrete - Verfassung des Königreichs Belgien vom 07.02.1831 - Artikel 39 überträgt den regionalen Organen die Zuständigkeiten innerhalb ihres Wirkungsbereichs - Gasgesetz vom 12.04.1965 - CREG als Behörde für den belgischen Gasmarkt
B - Provinzebene Provinz Flandern	- Dekret über die Politik und Verwaltung der Seehäfen vom 02.03.1999 - Übertragung der Verwaltung der Hafenbereiche und der polizeilichen Aufgaben auf die Hafenbehörden - VREG als Genehmigungsbehörde in Flandern
A - Kommunalebene Havenbedrijf Antwerpen	- Hafenvorschriften Port of Antwerp von November 2018 - Unterteilt in konventionelles Bunkern und LNG-Bunkern (keine weiteren alternativen Kraftstoffe abgedeckt) - Artikel 5.5.4.1 b) regelt die Rahmenbedingungen für das Bunkern von LNG - Erteilung von Genehmigungen für LNG-Bunkervorgänge durch die Hafenbehörde - Vorgabe von Bunkerchecklisten - Verfügung weiterer Bedingungen spezifisch nach Bunkerkonzept

Spezifischere Bestimmungen zu Bunkervorgängen sind in Abschnitt 5.5 der Hafenvorschriften des Hafens Antwerpen enthalten. Sämtliche Angaben werden separat für konventionelles Bunkern und LNG-

¹¹⁴ Vgl. Port of Antwerp, 2018a.

Bunkervorgänge gemacht. Weitere alternative Kraftstoffe werden in den Hafenvorschriften gegenwärtig nicht berücksichtigt, daher werden nachfolgend lediglich die Bedingungen für das LNG-Bunkern beschrieben. Zunächst werden im Artikel 5.5.2.2 b) die genauen Prozeduren für die Erteilung einer Genehmigung verankert. Daraus ergeben sich TTS-, PTS- STS-Transfers als grundsätzlich mögliche Bunkerkonzepte im Hafen von Antwerpen. Für letztere Bunkervorgänge ist bei der Antragsstellung nach den Maßgaben des IAPH Audit Tools eine Vorqualifizierung zu durchlaufen (siehe Kapitel 3.2.1). Die Vorqualifizierung besitzt eine Gültigkeit von 5 Jahren. Die Genehmigung von TTS- und PTS-Transfers erfordert nicht weiter spezifizierte Ausweise über die Sicherheitsmaßnahmen. Unter Artikel 5.5.4.1 b) werden die Vorschriften während des Bunkervorgangs aufgeführt. Die generellen Vorgaben beziehen sich u. a. auf vorzuhaltende Dokumente, die Kommunikation, Wetterbedingungen und Qualifikationen. Diese werden ergänzt durch eine Tabelle, die spezielle Bedingungen für die unterschiedlichen Phasen des Bunkervorgangs vorgibt. Diese Übersicht ist zudem unterteilt nach den jeweiligen Bunkerkonzepten. Schlussendlich wird im Artikel 5.5.4.6 auf die zu verwendenden Bunkerchecklisten verwiesen.¹¹⁵

LNG-Bunkervorgänge sind im Antwerpener Hafen an diversen Orten möglich, zur Veranschaulichung stellt die Hafenbehörde eine interaktive Online-Karte zur Verfügung.¹¹⁶

2.1.3.2 Zeebrugge

In Zeebrugge regelt die HafenO der Hafenbehörde Maatschappij van de Brugse Zeehaven die Vorgaben für Bunkervorgänge. Auch hier werden analog zu den Hafenvorschriften Antwerpens lediglich das konventionelle und das Bunkern von LNG aufgeführt, Spezifikationen für weitere alternative Kraftstoffe fehlen im Status quo. Hinsichtlich des Bunkerns von LNG werden gemäß des Artikels 4.6.3 der HafenO wie in Antwerpen Vorqualifizierungen von der Hafenbehörde ausgesprochen. Neben weiteren Vorgaben bezüglich der passierenden Schiffsverkehre verweist die HafenO für nähere operative Regelungen auf die Bunkerordnung des Hafens Zeebrugge.¹¹⁷

Die Bunkerordnung des Hafens Zeebrugge enthält auf Ebene der alternativen Schiffskraftstoffe detaillierte operative Vorschriften für TTS- und STS-Bebunkerungen mit LNG, darunter fallen u. a.:

- Voraussetzungen an das Wetter während des Bunkerns bspw. bzgl. der Windgeschwindigkeiten, Gewitter und Sichtweiten
- Bestimmung einer unmittelbaren und einer erweiterten Kontrollzone
- Benennen von Voraussetzungen für die Erlaubnis von SIMOPS
 - Beschreibung der SIMOPS und der entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen im LNBMP
 - Anerkennung durch den Flaggenstaat des jeweiligen Schiffs und die beteiligten Bunkerparteien
- Verkehrsvorschriften für den vorbeifahrenden Verkehr bei STS-Bunkervorgängen
 - Einhalten eines Abstands von mindestens 50 m zum Bunkerboot
 - Begrenzung der Höchstgeschwindigkeit beim Passieren auf 6 Knoten

Für STS-Transfers sind zudem zulässige Liegeplätze inkl. maximaler Transfargeschwindigkeiten bei der LNG-Bebunkerung ausgewiesen. Andere Liegeplätze dürfen nur nach Durchführung einer gesonderten Risikobewertung für STS-Bunkervorgänge genutzt werden. Für TTS-Bebunkerungen werden in diesem Zusammenhang keine näheren Angaben gemacht.¹¹⁸

¹¹⁵ Vgl. Port of Antwerp, 2018b.

¹¹⁶ Vgl. Port of Antwerp, 2020a.

¹¹⁷ Vgl. Port of Zeebrugge, 2018.

¹¹⁸ Vgl. Port of Zeebrugge, 2019.

Abbildung 15 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Zeebrugge

Verwaltungsebene	Rechtliche Grundlagen
C - Nationale Ebene ↓	- Generelle Gleichwertigkeit föderaler Gesetze und regionaler Dekrete - Verfassung des Königreichs Belgien vom 07.02.1831 - Artikel 39 überträgt den regionalen Organen die Zuständigkeiten innerhalb ihres Wirkungsbereichs - Gasgesetz vom 12.04.1965 - CREG als Behörde für den belgischen Gasmarkt
B - Provinzebene Provinz Flandern ↓	- Dekret über die Politik und Verwaltung der Seehäfen vom 02.03.1999 - Übertragung der Verwaltung der Hafenbereiche und der polizeilichen Aufgaben auf die Hafenbehörden - VREG als Genehmigungsbehörde in Flandern
A - Kommunalebene Port Authority Zeebrugge (Maatschappij van de Brugse Zeehaven)	- HafenO Port of Zeebrugge - Unterteilt in konventionelles Bunkern und LNG-Bunkern (keine weiteren alternativen Kraftstoffe abgedeckt) - Vorqualifizierung von Bunkerlieferanten - Verweis auf gesonderte LNG-Bunkerordnung - Bunkerordnung Port of Zeebrugge vom 01.03.2019 - Operative Vorschriften für das Bunkern von LNG - Nutzung der IAPH Bunkerchecklisten (LNG-Bunkern)

2.1.4 Schweden

Die Staatsorganisation des Königreichs Schweden entspricht der des dezentralen Einheitsstaates und ist somit vergleichbar mit dem Aufbau der Niederlande. Schweden verfügt in Form der Verwaltungsräte der einzelnen Provinzen über Organe der Selbstverwaltung, die aber zentral beaufsichtigt werden. Im sogenannten Ordningslag werden unter Kapitel 3 zur öffentlichen Ordnung und Sicherheit mittels des § 10 die Verwaltungsräte zum Erlass von Vorschriften befugt.¹¹⁹

Eine übergeordnete Gültigkeit bzgl. maritimer Belange besitzen das schwedische Seeverkehrssicherheitsgesetz¹²⁰ (Lag om sjöfartsskydd), das HafenSG¹²¹ (Lag om hamnskydd) und das SchSG¹²² (Fartygssäkerhetslag), die generelle Sicherheitsvorgaben enthalten. Für das Umweltrecht ist in der schwedischen Gesetzgebung das Umweltgesetzbuch (Miljöbalken) das Schlüsselinstrument. Es übersetzt umweltpolitische Grundsätze in praktische Maßnahmen und bietet mit dem Umweltkodex eine Rahmengesetzgebung, die aus allgemeinen Bestimmungen zum Umweltschutz besteht.¹²³ Des Weiteren übernimmt es Sicherheitsmaßnahmen im Umgang mit gefährlichen Stoffen aus der Seveso-III-Richtlinie (Richtlinie 2012/18/EU).¹²⁴

Der Umgang mit entzündbaren und explosiven Gütern wird im Gesetz über brennbare und explosive Güter (Lag om brandfarliga och explosiva varor) geregelt. Es zielt darauf ab, Unfälle und Schäden an Leben, Gesundheit, Umwelt und Eigentum, die durch Feuer oder Explosionen durch entzündbare oder explosive Güter entstehen können, zu verhindern bzw. zu begrenzen. Hierfür werden die notwendigen Vorsichtsmaßnahmen im Umgang mit entzündbaren und explosiven Gütern vorgeschrieben.¹²⁵ Das Gesetz über den Transport gefährlicher Güter (Lag om transport av farligt gods) definiert Schutz- und Vorsichtsmaßnahmen, die potenzielle Schäden an Leben, Gesundheit, Umwelt oder Eigentum verhindern bzw. begrenzen sollen.¹²⁶ Zudem müssen landseitige Transportmittel den Vorgaben des ADR entsprechen. Die Genehmigungsbehörde mit Zuständigkeiten für den Umgang mit und den Transport von Gefahrgut ist in Schweden die Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). Die MSB ist i. d. R. ebenfalls verantwortlich für die Zulassung von Anlagen für alternative Kraftstoffe. Das Gesetz über Anforderungen an Anlagen für alternative Kraftstoffe (Lag om krav på installationer för alternativa drivmedel) regelt hierfür Grundvoraussetzungen und überträgt speziell für Anlagen für die Übertragung alternativer Kraftstoffe auf Schiffe behördliche Befugnisse.¹²⁷

Schweden hat das SOLAS-Übereinkommen ratifiziert und erkennt somit den IGC-, IGF- und IBC-Code als geltendes Recht an.¹²⁸ Daher sind diese internationalen Sicherheitsvorschriften auch in Schweden für die Klassifizierung von Schiffen zu beachten.

¹¹⁹ Vgl. Riksdagen, 1993.

¹²⁰ Vgl. Riksdagen, 2004.

¹²¹ Vgl. Riksdagen, 2006.

¹²² Vgl. Riksdagen, 2003.

¹²³ Vgl. SEPA, 2019.

¹²⁴ Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2020.

¹²⁵ Vgl. MSB, 2020a.

¹²⁶ Vgl. MSB, 2020b.

¹²⁷ Vgl. Riksdagen, 2016.

¹²⁸ Vgl. IMO, 2020b.

2.1.4.1 Göteborg

Die gemeinsam von der Gemeinde Göteborg und dem Verwaltungsrat der Provinz Västra Götaland erlassene HafenO legt Nutzungsvorschriften für den Hafen fest. Der § 2 überträgt die Verwaltung des Hafengebiets auf die Gothenburg Port Authority.¹²⁹

Abbildung 16 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Göteborg

Verwaltungsebene	Rechtliche Grundlagen
C - Nationale Ebene ↓	▪ Ordningslag vom 16.12.1993 ▪ Seeverkehrssicherheitsgesetz vom 03.06.2004 ▪ HafenSG vom 23.11.2006 ▪ SchSG vom 05.06.2003 ▪ Umweltgesetzbuch vom 11.06.1998 ▪ Gesetz über brennbare und explosive Güter vom 01.07.2010 ▪ Gesetz über den Transport gefährlicher Güter vom 06.04.2006 ▪ Gesetz über Anforderungen an Anlagen für alternative Kraftstoffe vom 13.10.2016
B - Provinzebene Verwaltungsrat der Provinz Västra Götaland ↓	▪ HafenO Port of Gothenburg vom 01.05.1995 ▪ § 2 überträgt die Verantwortlichkeit für die Verwaltung des Hafengebietes auf die Gothenburg Port Authority ▪ Benennung weiterer allgemeiner Sicherheitsmaßnahmen und Verpflichtungen der Hafennutzer
A - Kommunalebene Gothenburg Port Authority	▪ Hafenvorschriften vom 01.03.2019 - Allgemeine Sicherheitsbestimmungen für den Hafen ▪ LNG-Betriebsvorschriften vom 21.03.2017 - Konkreter Handlungsvorgaben für die Durchführung von LNG-Bunkervorgängen unter Einbezug internationaler Richtlinien und Standards - Vorgabe von Bunkerchecklisten auf Basis der Vorlagen der IAPH

Die Behörde hat in den allgemeinen Hafenvorschriften Sicherheitsbestimmungen für den gesamten Hafenbereich erlassen. Darüber hinaus werden Vorschriften für das herkömmliche Bunkern getroffen.¹³⁰

Spezifische Vorgaben für alternative Kraftstoffe existieren lediglich für das Bunkern von LNG und sind in den LNG-Betriebsvorschriften festgehalten. Hierbei wird auf Regularien und Standards überregionaler Institutionen aufgebaut. So wird für Bunkerschiffe auf die notwendige Konformität mit dem IGC-Code und für LNG-angetriebene Schiffe mit dem IGF-Code hingewiesen.

Darüber hinaus werden Kontrollzonen sowie die damit einzuhaltenden Abstände definiert. Die Safety Zone beträgt schiffstyp- und bunkerkonzeptübergreifend 25 m, in ihr darf sich ausschließlich direkt beteiligtes und unverzichtbares Personal aufhalten, gleiches gilt für die durchzuführenden Aktivitäten. SIMOPS sind

¹²⁹ Vgl. Municipality of Gothenburg, 1995.

¹³⁰ Vgl. Port of Gothenburg, 2020d.

gemäß der von der Hafenbehörde gestellten Bunkercheckliste nicht zulässig. Die über die Safety Zone hinausgehende Security Zone¹³¹ wird individuell in Abstimmung zwischen der Hafenbehörde und den Beteiligten am Bunkervorgang bestimmt. Sie dient der Kontrolle externer Aktivitäten, in ihr sind Fahrzeugbewegungen jeglicher Art untersagt und sie kann mit beschränktem Zugang für das Personal und/oder die Öffentlichkeit verbunden sein.

Neben der Einhaltung technischer Vorschriften und Anforderungen wird die Nutzung einer speziellen Bunkercheckliste vorgeschrieben. Diese baut auf den von der IAPH entwickelten Checklisten auf und ist sowohl für STS- als auch TTS-Bebunkeringen anzuwenden.

Ausgewiesene Bunkerbereiche sind von der Hafenbehörde nicht explizit vorgegeben. Grundsätzlich ist das Bunkern bspw. am Göteborger LNG-Terminal möglich. Hierfür muss ein Konzept für sichere Bunkervorgänge vorliegen. Der Terminalverantwortliche ist zudem für die Erstellung eines umfassenden Notfallplans zuständig.¹³²

2.1.4.2 Stockholm

Die Zuständigkeiten im Hafengebiet von Stockholm werden vom Verwaltungsrat der Provinz Stockholm mittels der HafenO § 2 an die Ports of Stockholm (Stockholms Hamn AB) übertragen.¹³³

Diese wiederum hat die Hafenvorschriften für die Stockholmer Häfen erlassen. In ihr finden sich im Kapitel 9 nähere Sicherheitsbestimmungen für die Stockholm Energy Ports, die Kontrollzonen vergleichbar mit denen des Hafen Göteborg und weitere Ergänzungen hinsichtlich des Bunkerns vorschreiben.

Genaue Bestimmungen zu Bunkervorgängen werden in Kapitel 6 definiert. Für Kraftstoffe mit einem Flammpunkt unter 55°C besteht eine allgemeine Meldepflicht, die erforderlichen Angaben sind unter Abschnitt 6.1 aufgelistet. Nach Abschnitt 6.2 sind bestimmte SIMOPS beim Bunkern untersagt. Dies schließt bspw. das Be- oder Entladen von entzündbaren Produkten mit einem Flammpunkt unter 55°C ein. Des Weiteren wird gemäß des Abschnitts 6.3 die Dokumentation und Begleitung der Bunkervorgänge mit einer Checkliste vorgeschrieben. Für das Bunkern von LNG besteht eine gesonderte Checkliste. Zudem werden weitere technische Vorgaben festgelegt.¹³⁴

Im städtischen Stockholmer Hafengebiet finden am Fährterminal Stadsgården regelmäßig LNG-Bunkervorgänge im STS-Konzept statt. Darüber hinaus verfügt der Hafenstandort Stockholm im Hafen von Nynäshamn über ein LNG-Importterminal. Am Standort Nynäshamn besteht zudem die Möglichkeit, Schiffe im TTS-Konzept zu bebunkern.¹³⁵

¹³¹ Entspricht der „Monitoring and Security Area“

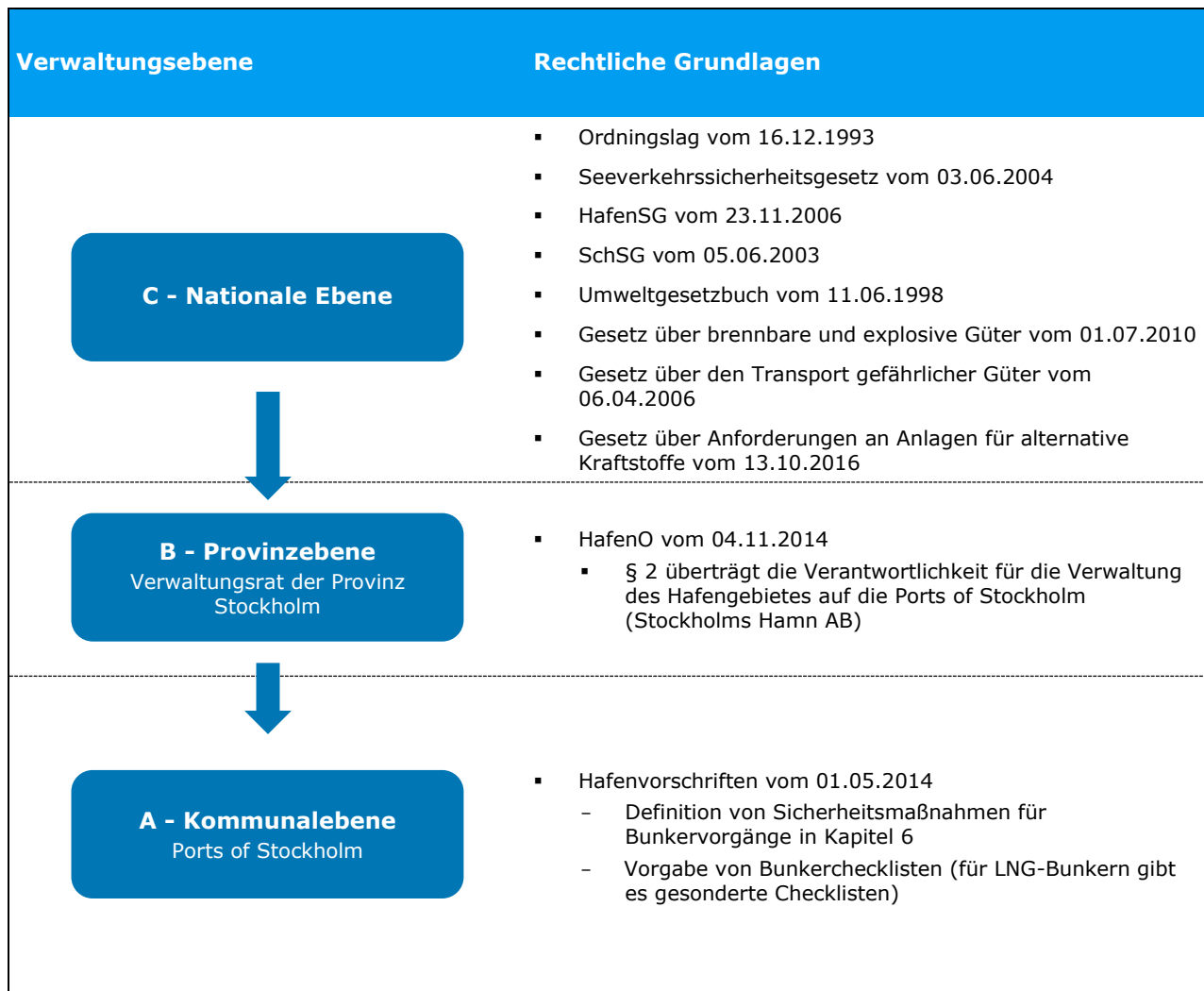
¹³² Vgl. Port of Gothenburg, 2017.

¹³³ Vgl. Municipality of Stockholm, 2014.

¹³⁴ Vgl. Ports of Stockholm, 2014a.

¹³⁵ Vgl. Gasum, 2020a.

Abbildung 17 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Stockholm



2.1.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Analyse verdeutlicht, dass im föderal organisierten Belgien und in den dezentralen Einheitsstaaten Niederlande und Schweden die rechtlichen Grundlagen für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe auf anderen Verwaltungsebenen als in Deutschland geschaffen werden. Die Umsetzung internationaler rechtlicher Grundlagen in nationales Recht liegt mitunter in der Verantwortung der einzelnen Provinzen und kann somit auch innerhalb der Staaten variieren.¹³⁶ In Deutschland hingegen werden internationale rechtliche Grundlagen i. d. R. auf Bundesebene umgesetzt. Alle betrachteten Staaten haben gemeinsam, dass auf Bundes- bzw. Bundeslandebene für die betrachteten Bunkervorgänge relevante VO und Gesetze bestehen. Diese behandeln Anlagen zum Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe, während der eigentliche Bunkervorgang auf den tieferliegenden Verwaltungsebenen geregelt wird.

In Deutschland wird das Bunkern im Allgemeinen bereits auf Bundeslandebene in den Gesetzestexten behandelt. Das Bunkern tiefgekühlt verflüssigter Gase wird gegenwärtig bereits in der HafVO MV adressiert und bei Genehmigung durch die jeweils zuständige Hafenbehörde erlaubt. Die ab 19.02.2021 geänderte HSVO des Bundeslandes SH adressiert das Bunkern tiefgekühlt verflüssigter oder unter Druck stehender Gase sowie von Schiffskraftstoffen mit einem Flammpunkt unter 55°C und erklärt dieses mit Genehmigung der zuständigen Hafenbehörde für zulässig. In Hamburg und Bremen ermöglichen die Regelungstexte lediglich das PTS-Bunkern von Schiffskraftstoffen mit einem Flammpunkt unter 55°C. Das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe wird somit durch die landesrechtlichen Bestimmungen bisher nicht flächendeckend behandelt und ist teilweise nur mit einer Ausnahmegenehmigung möglich. Dieses Vorgehen unterscheidet sich von dem in den anderen Staaten. Sowohl im föderal organisierten Belgien als auch in den dezentralen Einheitsstaaten Niederlande und Schweden erhalten die Hafenbehörden größere Gestaltungsspielräume bei der Regelung von Bunkervorgängen. Dies lässt sich beispielhaft an der bereits etablierten rechtlichen Handhabung des LNG-Bunkerns veranschaulichen. Regelungstexte, die mit den hiesigen Bestimmungen für die Häfen auf Bundeslandebene vergleichbar sind, gibt es in diesen Staaten nicht. Stattdessen besitzen die zuständigen Umweltbehörden der Provinzen und Kommunen neben den Hafenbehörden die Verantwortung für die Durchsetzung bestimmter umweltrechtlicher Bestimmungen (bspw. der nationalen Umsetzungen der Seveso-III-Richtlinie, vergleichbar mit den Gewerbeaufsichtsämtern in Deutschland), die auch (LNG-)Bunkervorgänge betreffen.¹³⁷ Die entsprechenden Behörden wirken aktiv am Genehmigungsprozess mit und kontrollieren, wie bspw. im Hafen von Rotterdam die DCMR Environmental Protection Agency^{138 139}, die Einhaltung der Anforderungen gemeinsam mit der Hafenbehörde. Ergänzend bestehen, bspw. in den Niederlanden, Praxisleitfäden, die die Anwendung der Regularien vereinfachen (vgl. Kapitel 2.1.2).¹⁴⁰

Die auf Kommunalebene i. d. R. durch die Hafenbehörden erlassenen Regularien weisen folglich erhebliche Unterschiede im Umfang und dem Detailgrad auf. In den betrachteten Referenzhäfen der Niederlande, Belgien und Schweden werden diese genutzt, um auf die Bedingungen für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe hinzuweisen. Dabei lässt sich analog zur aktuellen Nachfrage auf dem Bunkermarkt beobachten, dass Regularien für das Bunkern von LNG häufiger und detaillierter bestehen als für andere alternative Schiffskraftstoffe. Erste Berücksichtigungen finden diese bspw. in den Dekreten des Amsterdamer Hafens (vgl. Kapitel 2.1.2.1). In Deutschland hingegen gibt es auf Hafenebene bisher lediglich in der HBO des Hafens Brunsbüttel (LNG) und der HNO des Hafens Sassnitz (tiefgekühlt verflüssigte Gase) Verweise.

Damit das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe in den deutschen Seehäfen zu einem Routineprozess werden kann, ist eine Harmonisierung der Rechts- und Verfahrenslage auf der Landes- und Hafenebene

¹³⁶ Vgl. Lavrysen, 2016.

¹³⁷ Vgl. PGS projectbureau, 2014.

¹³⁸ Vgl. Port of Rotterdam, 2021a.

¹³⁹ Vgl. DCMR, 2021.

¹⁴⁰ In Deutschland bestehen begleitende Anwendungshilfen bspw. durch Veröffentlichungen des LASI für die Betriebssicherheit (vgl. LASI, 2017).

notwendig. Zu berücksichtigen ist, dass die landesrechtlichen Bestimmungen das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe behandeln und bei Genehmigung der zuständigen (Hafen-)Behörde erlauben.

2.2 Analyse internationaler rechtlicher Grundlagen

In diesem Kapitel wird eine gezielte deskriptive Aufbereitung der überregionalen bzw. internationalen rechtlichen Grundlagen vorgenommen. Vor diesem Hintergrund wird insbesondere auf die in der EMSA Guidance on LNG Bunkering (Abschnitt 4. Regulatory Framework) dargestellten rechtlichen Grundlagen auf Ebene der EU/Europäische Kommission (EK) und der weiteren relevanten Institutionen, wie IMO, ZKR, CEN, etc. abgestellt. Diese besitzen in großen Teilen auch eine Relevanz für die weiteren betrachteten alternativen Schiffskraftstoffe und werden, wo nötig, um weitere Regularien ergänzt. Zudem werden im zweiten Teil des Kapitels ausgewählte Empfehlungen zur praktischen Anwendung, wie bspw. Normen, Leitfäden und Bunkerchecklisten, vorgestellt. Die im Kapitel 2.1 behandelten regulatorischen Ebenen werden um die Ebenen D - Standards und Normen und E - rechtlich verbindliche internationale Grundlagen (vgl. Abbildung 1) erweitert.

Die Strukturierung der Inhalte wird anhand des Anwendungsgebiets innerhalb der betrachteten alternativen Schiffskraftstoffe vorgenommen. Begonnen wird jeweils mit der Untersuchung kraftstoffübergreifend gültiger internationaler Rechtsgrundlagen bzw. guter Praxisbeispiele. Im Anschluss erfolgt eine direkte Zuordnung zum jeweiligen Kraftstoff. Die Ergebnisse werden neben einer textlichen Würdigung jeweils in Form einer Tabelle dargestellt, die anschaulich und zusammengefasst die Inhalte der Regularien bzw. guten Praxisbeispiele sowie die Zusammenhänge und Verweise zwischen rechtlichen Grundlagen nationaler und internationaler Institutionen skizziert. Zudem wird die Umsetzung internationaler rechtlicher Grundlagen (insofern gegeben) in das deutsche Recht ermittelt.

2.2.1 Rechtliche Grundlagen internationaler Institutionen

Mit dem Erlass rechtlich verbindlicher Grundlagen, bspw. durch EU-Richtlinien, die durch entsprechende Umsetzungsmaßnahmen der Mitgliedsstaaten in das nationale Recht aufgenommen werden müssen, wird u. a. die Schaffung einheitlicher Wettbewerbsbedingungen verfolgt. Rechtliche Unterschiede in den EU-Mitgliedsstaaten können durch übergeordnete Vorgaben, bspw. den Emissionsschutz betreffend, abgeschwächt werden. Exemplarisch für diese Funktionsweise können die in der Seveso-III-Richtlinie (Richtlinie 2012/18/EU) erlassenen Maßnahmen zur Verhütung und Information über potenzielle schwere Unfälle mit gefährlichen Stoffen betrachtet werden. Diese müssen durch die i. d. R. bestehende Einstufung alternativer Schiffskraftstoffe als Gefahrstoff bei der Errichtung ortsfester Bunkieranlagen in Deutschland und auch in anderen EU-Mitgliedsstaaten berücksichtigt werden.¹⁴¹ Jedoch wird nicht auf allen für das Bunkern relevanten Ebenen durch die EU und andere internationale Organisationen Wettbewerbsgleichheit geschaffen. So handelt es sich bei der Industrieemissionsrichtlinie der EU (Richtlinie 2010/75/EU) um eines der zentralen Regelwerke des Emissionsschutzes in Europa, in dem die Genehmigung, der Betrieb, die Überwachung und die Stilllegung von Industrieanlagen betrachtet wird. Die Regularien der Richtlinie fokussieren allerdings Industrieanlagen, die durch das Verbrennen von Stoffen Emissionen erzeugen und haben somit keine direkte Relevanz für ortsfeste Bunkieranlagen, die der Lagerung und Übertragung dienen.¹⁴² Dies ist einer der Gründe dafür, warum bspw. die Genehmigung von ortsfesten Bunkieranlagen entsprechend der Ausführungen in Kapitel 2.1 stärker variieren kann.

Im Kapitel 2.1 wurde die nationale Umsetzung der für das Bunkern alternativer Kraftstoffe relevanten EU-Richtlinien bereits skizziert. Die Inhalte der rechtlichen Grundlagen der EU und weiterer internationaler Institutionen werden nachfolgend behandelt.

¹⁴¹ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2016.

¹⁴² Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2010.

2.2.1.1 Kraftstoffübergreifend gültige internationale Rechtsgrundlagen

Richtlinie (EU) 2016/802 (EU Sulphur Directive)

Die EU Sulphur Directive dient der Regulierung und Limitierung der von Schiffen ausgestoßenen Schwefelemissionen. Die Relevanz der Richtlinie für alternative Schiffskraftstoffe ergibt sich aus Artikel 8, nach dem die Mitgliedstaaten Methoden zur Emissionsminderung durch Schiffe aller Flaggen in ihren Häfen, Hoheitsgewässern, ausschließlichen Wirtschaftszonen und Schadstoffkontrollzonen als Alternative zur Verwendung herkömmlicher Schiffskraftstoffe gestatten müssen.¹⁴³ In Deutschland wurde auf die Limitierungen der Schwefelemissionen u. a. mit der Richtlinie über Zuwendungen für die Aus- und Umrüstung von Seeschiffen zur Nutzung von LNG als Schiffskraftstoff reagiert.¹⁴⁴

Richtlinie (EU) 2016/1629

Die Richtlinie (EU) 2016/1629 legt Bestimmungen für die Überprüfung von Binnenschiffen und die Ausstellung von Unionszertifikaten fest. Darüber hinaus werden hinsichtlich der technischen Anforderungen an Binnenschiffe die vom Europäischen Ausschuss für die Ausarbeitung von Standards im Bereich der Binnenschifffahrt erstellten Standards (Europäischer Standard der technischen Vorschriften für Binnenschiffe (ES-TRIN)) referenziert.¹⁴⁵

Richtlinie 2008/68/EG

Durch die Richtlinie 2008/68/EG wird die Beförderung von Gefahrgut auf der Straße, Schiene und Binnenwasserstraße geregelt. Sie bezieht sich dabei auf das ADR und das ADN und nimmt die beiden Übereinkommen somit in den EU-Rechtsrahmen auf.¹⁴⁶ In Deutschland wurden diese durch die GGVSEB in nationales Recht überführt.¹⁴⁷

VO (EU) 2017/352

Die VO (EU) 2017/352 verfolgt das Ziel, gleiche Wettbewerbsbedingungen in der Hafenwirtschaft und ein Klima zu schaffen, das effizienten öffentlichen und privaten Investitionen förderlich ist. Die VO legt die Bedingungen fest, unter denen die Freiheit zur Erbringung von Hafendienstleistungen gilt, so z. B. die Art der Mindestanforderungen, die aus Sicherheits- oder Umweltschutzgründen gestellt werden können, die Umstände, unter denen die Anzahl der Betreiber begrenzt werden kann, und das Verfahren zur Auswahl der Betreiber in solchen Fällen. Sie führt gemeinsame Regeln für die Transparenz der öffentlichen Finanzierung und der Gebühren für die Nutzung von Hafeninfrastrukturen und Hafendiensten ein, um unter anderem eine hohe Umweltverträglichkeit und die Energieeffizienz des Verkehrsbetriebs zu fördern. Besonderen Nachdruck wird auf die Konsultation der Hafennutzer und anderer Interessengruppen gelegt. So wird von jedem EU-Mitgliedstaat verlangt, dass er über einen klaren Mechanismus zur Behandlung von Beschwerden und Streitigkeiten zwischen Hafenakteuren verfügt. Schließlich fordert sie von allen Hafendienstleistern die Gewährleistung einer angemessenen Ausbildung der Beschäftigten.¹⁴⁸

Richtlinie 2014/94/EU

Die Alternative Fuels Infrastructure Directive behandelt alternative (Schiffs-)Kraftstoffe als Ersatz für fossile Energieträger in der Energieversorgung des Verkehrssektors mit dem Ziel der Dekarbonisierung. Sie verpflichtet die Mitgliedsstaaten dazu, nationale politische Rahmenbedingungen für die Marktentwicklung alternativer Kraftstoffe und ihrer Infrastruktur zu schaffen, sieht die gemeinsame

¹⁴³ Vgl. EMSA, 2018.

¹⁴⁴ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2017.

¹⁴⁵ Vgl. EMSA, 2018.

¹⁴⁶ Vgl. EMSA, 2018.

¹⁴⁷ Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2009.

¹⁴⁸ Vgl. EMSA, 2018.

technische Ausgestaltung von Auflade- und Betankungsmöglichkeiten vor und ebnet den Weg für geeignete Verbraucherinformationen über alternative Kraftstoffe¹⁴⁹

Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) hat zum Ende des Jahres 2019 einen ersten Bericht über die Umsetzung des nationalen Strategierahmens zur Alternative Fuels Infrastructure Directive (AFID) in Deutschland veröffentlicht. Dieser enthält sowohl die von der Bundesregierung als auch von den Bundesländern ergriffenen Maßnahmen einschließlich der Vorhaben bzgl. alternativer Kraftstoffe in der Schifffahrt.¹⁵⁰

Richtlinie 2012/18/EU

Die Seveso-III-Richtlinie enthält Verpflichtungen für Betriebe, darunter insbesondere Maßnahmen zur Verhütung schwerer Unfälle und die Verpflichtung, Informationen über mögliche schwere Unfälle durch gefährliche Stoffe im Betrieb zu übermitteln. Die Beförderung außerhalb von Betrieben und die unmittelbar damit zusammenhängende vorübergehende Zwischenlagerung gefährlicher Stoffe (einschließlich des Be- und Entladens) sind gemäß Artikel 2 (2) Buchstabe c) ausdrücklich von dieser Richtlinie ausgenommen.¹⁵¹ Somit sind die Bestimmungen der Seveso-III-Richtlinie grundsätzlich nur auf ortsfeste Anlagen anwendbar. Der Transport und das Bunkern von alternativen Schiffskraftstoffen sind dementsprechend vom Geltungsbereich der Richtlinie und ihrer Umsetzung in nationales Recht ausgenommen.

Die Seveso-III-Richtlinie wurde innerhalb des BImSchG in der Störfall-Verordnung (12. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV)) und der VO über das Genehmigungsverfahren (9. BImSchV) umgesetzt.¹⁵²

Richtlinie 2011/92/EU

Die Richtlinie 2011/92/EU definiert Vorgaben für die UVP. Die Richtlinie als solche zielt darauf ab, den Rahmen für die UVP und die nationalen Rechtsvorschriften für die technischen Maßnahmen festzulegen, die einen angemessenen Umfang der UVP für die entsprechenden Projekte ermöglichen. Im Allgemeinen gelten diese Richtlinie und ihre Umsetzung in nationales Recht durch die Mitgliedstaaten, ähnlich wie die Seveso-III-Richtlinie, eher für größere, ortsfeste Bunkieranlagen. Die Festlegung von Schwellenwerten für die Speicherkapazität, ab der die Bestimmungen der Richtlinie gelten, liegt in der Verantwortung der Mitgliedstaaten.¹⁵³ Diese Festlegungen und weitere Spezifikationen wurden in Deutschland durch das Gesetz über die UVP implementiert. Auf dieses wurde bereits innerhalb des Kapitels 2.1.1 genauer eingegangen.¹⁵⁴

Richtlinie 2016/2284/EU

Die Richtlinie (EU) 2016/2284 schreibt prozentuale Reduktionsverpflichtungen für nationale Emissionen ab 2020 und 2030 vor. Hiervon sind u. a. Emissionen durch Stickstoffoxide und Schwefelverbindungen eingeschlossen. Die Mitgliedstaaten der EU sind dazu verpflichtet, der Europäischen Kommission mindestens alle vier Jahre nationale Luftreinhalteprogramme zu übermitteln. Diese Programme müssen unter anderem die aktuellen Emissionsprognosen sowie die Strategien und Maßnahmen zur Erreichung der vorgegebenen Emissionszwischenziele enthalten. Die nationale Umsetzung der Richtlinie erfolgte durch die VO über nationale Verpflichtungen zur Reduktion der Emissionen bestimmter Luftschadstoffe (43. BImSchV).¹⁵⁵

¹⁴⁹ Vgl. EMSA, 2018.

¹⁵⁰ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2019a.

¹⁵¹ Vgl. EMSA, 2018.

¹⁵² Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2016.

¹⁵³ Vgl. EMSA, 2018.

¹⁵⁴ Vgl. Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 1990.

¹⁵⁵ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2019.

Richtlinie 2014/34/EU

Die auch als Atmosphères Explosibles (ATEX)-Produktrichtlinie bezeichnete Richtlinie 2014/34/EU behandelt Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen.¹⁵⁶ Sie bezieht sich dabei auf den Einsatz in landseitigen, ortsfesten Bunkieranlagen.¹⁵⁷ Die ATEX-Produktrichtlinie wurde durch die Explosionsschutzprodukteverordnung (11. Produktsicherheitsverordnung) eins zu eins in deutsches Recht umgesetzt.¹⁵⁸ Die Prüfung der Produktsicherheit erfolgt i. d. R. im Genehmigungsprozess ortsfester Bunkieranlagen.

ES-TRIN

Die im ES-TRIN enthaltenen einheitlichen technischen Vorschriften gewährleisten die Sicherheit der Binnenschiffe in Europa. Der Standard umfasst die Vorschriften der Richtlinie (EU) 2016/1629 und der RheinSchUO in harmonisierter Form.¹⁵⁹ ES-TRIN schließt zudem zusätzliche Bestimmungen für Fahrzeuge ein, die mit Brennstoffen mit einem Flammpunkt von 55°C oder darunter betrieben werden.¹⁶⁰

SOLAS

Das SOLAS-Übereinkommen gilt allgemein als wichtigster internationaler Vertrag zur Gewährleistung der Sicherheit von Schiffen. Es führt ein verpflichtendes Mindestmaß an Sicherheitsstandards für die Konstruktion, Ausrüstung und den Betrieb von Schiffen ein. Diese waren ursprünglich nur für Schiffe vorgesehen, die Kraftstoffe mit einem Flammpunkt über 60°C nutzen. Um auch Vorschriften für die Sicherheit von Schiffen zu schaffen, die Gase oder andere Kraftstoffe mit niedrigerem Flammpunkt (unter 60°C) verwenden, wurde zunächst die vorläufige Richtlinie MSC.285(86) verabschiedet. Diese wurde durch den IGF-Code abgelöst, der umfangreiche internationale Sicherheitsstandards für die entsprechenden Schiffe schafft.¹⁶¹ Neben dem IGF-Code enthält das SOLAS-Übereinkommen den IGC- und den IBC-Code, die dadurch allgemein als international verpflichtende Praxis gelten.¹⁶²

IGC-Code

Für den Bau, die Ausrüstung und den Betrieb von Seeschiffen, die Gase transportieren, gelten die Sicherheitsvorschriften des IGC-Codes. Damit sind sowohl Gastanker als auch Bunkerschiffe eingeschlossen. Somit enthält er Regelungen für den Transport u. a. der alternativen Schiffskraftstoffe LNG, LPG, Ammoniak und Wasserstoff.

Für Bunkerschiffe gelten nach dem IGC-Code in Abhängigkeit des transportierten Produkts verschiedene Bauvorschriften (für LNG bspw. bauliche Ausführung nach Typ 2G-Tanker). Aus der baulichen Ausführung ergeben sich u. a. die seitlichen Abstände vom Tank des Schiffes zur Bordwand.¹⁶³

IGF-Code

Der IGF-Code schafft international Standards für Schiffe, die mit Gasen oder anderen Kraftstoffen mit einem Flammpunkt unter 60°C betrieben werden und nicht bereits durch den IGC-Code behandelt werden. Die Grundphilosophie des Codes besteht darin, verbindliche Vorschriften für die Anordnung, den Einbau, die Steuerung und die Überwachung von Maschinen, Geräten und Systemen zu definieren, um das Risiko für das Schiff, seine Besatzung und die Umwelt unter Berücksichtigung der Besonderheiten der betreffenden Kraftstoffe auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Der Abschnitt 3.2.17 des IGF-Codes verweist

¹⁵⁶ Vgl. EMSA, 2018.

¹⁵⁷ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

¹⁵⁸ Vgl. Bundesministerium für Arbeit und Soziales, 2016.

¹⁵⁹ Vgl. CESNI, 2020.

¹⁶⁰ Vgl. EMSA, 2018.

¹⁶¹ Vgl. Germanischer Lloyd, 2012.

¹⁶² Vgl. EMSA, 2018.

¹⁶³ Vgl. IMO, 2016a (Chapter 2 + 19).

darauf, die relevante technische Dokumentation so aufzubereiten, dass eine Bewertung der Verfahren und Ausrüstung ermöglicht wird.¹⁶⁴ Diese Empfehlung kann bspw. durch die Erstellung eines Bunkermanagementplans in die Praxis umgesetzt werden.

Während der IGF-Code LNG als Schiffskraftstoff bereits berücksichtigt, bestehen bspw. für Methanol, Ammoniak, Wasserstoff und LPG noch keine detaillierten Anforderungen.¹⁶⁵ Sie unterliegen stattdessen dem "alternativen Konstruktionsansatz", was bedeutet, dass sie verwendet werden dürfen, wenn von einer unabhängigen Stelle (bspw. Klassifikationsgesellschaft) Äquivalenznachweise für den sicheren Einsatz erbracht werden können. Klassifikationsgesellschaften begegnen dieser Handhabung teilweise mit eigenen Richtlinien für die entsprechenden Schiffskraftstoffe.¹⁶⁶ Auf dem Weg zu einer Aufnahme im IGF-Code durchlaufen die alternativen Kraftstoffe i. d. R. zunächst eine Übergangsregelung in Form von Interims-Richtlinien, dies ist bspw. aktuell bei Methanol der Fall.¹⁶⁷

Für Schiffe, die mit Kraftstoffen mit einem Flammpunkt unter 60°C betrieben werden, gelten gemäß dem IGF-Code durchgängig die Vorschriften für Typ 1G-Tanker beim Abstand des Tanks zur Bordwand des Schiffes.¹⁶⁸ Daraus ergibt sich für LNG-betriebene Schiffe anders als bei LNG-Bunkerschiffen eine Pflicht zur Einhaltung eines Abstandes entsprechend einem Fünftel der Schiffsbreite zwischen dem Tank und der Außenhaut des Schiffes. Dies resultiert i. d. R. in größeren Abständen.

IBC-Code

Für den Bau, die Ausrüstung und den Betrieb von Seeschiffen, die gefährliche Chemikalien und gesundheitsschädliche Flüssigkeiten als Massengut (im Kontext dieses Leitfadens insbesondere Methanol) transportieren, gelten die Sicherheitsvorschriften des IBC-Codes. Damit sind sowohl Gastanker als auch Bunkerschiffe eingeschlossen. Unter die Klassifizierung gefährliche Chemikalien fällt u. a. der alternative Schiffskraftstoff Methanol. Der IBC-Code ist inhaltlich von den Vorschriften zur Beförderung von Erdöl (MARPOL-Übereinkommen) oder von gefährlichen Gütern in verpackter Form (IMDG-Code) abzugrenzen.¹⁶⁹

IMDG-Code

Der Internationale Code für die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen enthält Vorschriften insbesondere für die Klassifizierung, Verpackung, Kennzeichnung und Dokumentation gefährlicher Güter und für den Umgang während der Beförderung.¹⁷⁰ Er ergänzt damit die Vorschriften des SOLAS-Übereinkommens.

ADR

Die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße wird vom Europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße abgedeckt. Das ADR wird in der deutschen GGVSEB in die nationalen Rechtsvorschriften übertragen. Gefährliche Güter in Straßenfahrzeugen dürfen gemäß Artikel 2 des ADR grundsätzlich international transportiert werden, solange sie den in Anlage A (Verpackung und Kennzeichnung) und B (Konstruktion, Ausrüstung und Betrieb des Transportmittels) festgeschriebenen Bestimmungen folgen.¹⁷¹

¹⁶⁴ Vgl. EMSA, 2018.

¹⁶⁵ Neben der bereits veröffentlichten Interims-Richtlinie MSC.1/Circ.1621 für Methanol/Ethanol (vgl. IMO, 2020c) sind detaillierte Anforderungen für Brennstoffzellen, Diesel mit niedrigem Flammpunkt und LPG in Arbeit (vgl. KR, 2021).

¹⁶⁶ Vgl. DNV GL, 2019c.

¹⁶⁷ Vgl. IMO, 2020c.

¹⁶⁸ Vgl. Safety4sea, 2014.

¹⁶⁹ Vgl. Deutsche Flagge, 2021.

¹⁷⁰ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2020.

¹⁷¹ Vgl. EMSA, 2018.

ADN

Für Binnenschiffe, die bspw. als Bunkerbarge für den Transport von alternativen Schiffskraftstoffen eingesetzt werden, gilt das Europäische Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen. Dieses wird ebenso wie das ADR durch die GGVSEB in nationales Recht überführt. Schiffe, die unter die ADN fallen, müssen wie Seeschiffe ein Klassenzeugnis einer Klassifikationsgesellschaft und die Abnahme der Zentralen Schiffsuntersuchungskommission besitzen. Des Weiteren enthält das ADN Ausbildungsanforderungen für die Crews von Bunkerschiffen und -bargen.¹⁷²

Richtlinie 2014/68/EU über Druckgeräte

Im Rahmen dieser Richtlinie werden Regularien für die Verwendung von Druckbehältern über 0,5 bar festgehalten. Dies ist notwendig für die Lagerung von komprimierten Gasen, wie bspw. Wasserstoff.¹⁷³ Darüber hinaus wird diese Richtlinie im Zusammenhang mit tiefgekühlt verflüssigten Gasen durch die Normen DIN EN ISO 21028-1:2017, DIN EN 1797:2002 und DIN EN 13648-1:2009 erweitert (siehe Kapitel 2.2.2.1).

2.2.1.2 Internationale Rechtsgrundlagen für LNG

Rheinschiffsuntersuchungsordnung (RheinSchUO)

Die technischen Vorschriften und Anforderungen der ZKR für Binnenschiffe sind in der RheinSchUO erfasst. Die RheinSchUO, die nur auf dem Rhein selbst rechtlich anwendbar ist, ist zur technischen Bezugsgrundlage Europas für den Bau neuer Schiffe geworden. In der Praxis werden die Rheinschiffszeugnisse jenseits des Rheins auf allen Wasserstraßen der EU anerkannt. Nach der Ergänzung der RheinSchUO um Ausnahmeregelungen für LNG-betriebene Schiffe wurden die entsprechenden technischen Anforderungen für LNG auch in den vom Europäischen Ausschuss für die Ausarbeitung von Standards im Bereich der Binnenschifffahrt (CESNI) veröffentlichten Standard ES-TRIN aufgenommen.¹⁷⁴ Dieser Standard wurde durch Verweise in der RheinSchUO und der Richtlinie (EU) 2016/1629 schließlich bindend für EU- und ZKR-Mitgliedsstaaten.¹⁷⁵ In Deutschland ist die Umsetzung vom europäischen in das nationale Recht durch die BinSchUO geschehen.¹⁷⁶

RheinSchPV

Die RheinSchPV enthält Betriebsanforderungen für Binnenschiffe. Ende des Jahres 2015 nahm die ZKR eine Aktualisierung an der RheinSchPV vor. Diese bestimmt die konkreten betrieblichen Anforderungen für LNG-betriebene Binnenschiffe inkl. des Bunkervorgangs. Zur Umsetzung dieser Anforderungen wurde eine Norm für eine Bunkercheckliste erlassen, die sich zum einen aus der bereits zuvor in der RheinSchPV enthaltenen Checkliste und zum anderen aus den Checklisten der IAPH zusammensetzt. Die Anwendung dieser Norm ist für sämtliche LNG-Bunkervorgänge entlang des Rheins oder in den unmittelbar an ihn grenzenden Häfen verpflichtend.¹⁷⁷

Schiffspersonalverordnung – Rhein

Die Schiffspersonalverordnung - Rhein enthält Ausbildungs- und Bemannungsvorschriften für die Besatzungen von Binnenschiffen. Sie umfasst zudem seit einer Aktualisierung im Jahr 2016 zusätzliche Bestimmungen über die Fachkenntnisse der Besatzungsmitglieder von LNG-Binnenschiffen. Das entsprechende Kapitel schreibt u. a. vor, dass die am Bunkervorgang beteiligten Schiffsführer und Besatzungsmitglieder über bestimmte Qualifizierungen im Umgang mit LNG verfügen. Darüber hinaus

¹⁷² Vgl. EMSA, 2018.

¹⁷³ Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2014.

¹⁷⁴ Vgl. EMSA, 2018.

¹⁷⁵ Vgl. CESNI, 2020.

¹⁷⁶ Vgl. ELWIS, 2019.

¹⁷⁷ Vgl. EMSA, 2018.

werden Inhalte von Ausbildungskursen und Prüfungen definiert. Künftig sollen ähnliche Bestimmungen in die CESNI-Normen aufgenommen werden.¹⁷⁸ Die Schiffspersonalverordnung – Rhein ist, wie auch die RheinSchUO und die RheinSchPV nur auf dem Rhein selbst rechtlich anwendbar, aber dennoch europaweit anerkannt.

2.2.1.3 Internationale Rechtsgrundlagen für Methanol

MSC.1/Circ.1621

Das Ziel dieser vorläufigen Richtlinie ist es, einen internationalen Standard für Schiffe zu schaffen, die Methanol/Ethanol als Kraftstoff verwenden. Dabei wird der Grundgedanke verfolgt, Bestimmungen für die Anordnung, den Einbau, die Steuerung und die Überwachung von Maschinen, Geräten und Systemen, die Methanol/Ethanol als Kraftstoff verwenden, bereitzustellen, um das Risiko für das Schiff, die Besatzung und die Umwelt zu minimieren, wobei die Art der verwendeten Kraftstoffe berücksichtigt wird.¹⁷⁹

2.2.1.4 Internationale Rechtsgrundlagen für Wasserstoff

MSC.420(97)

Die vorläufige Empfehlung für die Beförderung von verflüssigtem Wasserstoff als Massengut wurde entwickelt, da der IGC-Code im Status quo keine Anforderungen für die Beförderung von Wasserstoff als Massengut (verflüssigt) festlegt. Die Zwischenempfehlungen enthalten allgemeine (bspw. Durchführung einer Risikoanalyse) und besondere Anforderungen für die Beförderung von verflüssigtem Wasserstoff per Schiff:

- Bereitstellung tragbarer Wasserstoffdetektoren für im Frachtraum arbeitende Besatzung
- Auswahl von Brandmeldern zur Detektion von Wasserstoffbränden
- Sicherheitsmaßnahmen, um die Bildung eines explosiven Gemisches bei einem Austreten von Wasserstoff zu verhindern¹⁸⁰

¹⁷⁸ Vgl. EMSA, 2018.

¹⁷⁹ Vgl. IMO, 2020c.

¹⁸⁰ Vgl. IMO, 2016b.

Tabelle 10 | Internationale rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge¹⁸¹

Titel	Organisation	Anwendung	Inhalt	Nationale Umsetzung	LNG	LPG	Methanol	Ammoniak	Wasserstoff
Richtlinie (EU) 2016/802 über eine Verringerung des Schwefelgehalts bestimmter flüssiger Kraft- oder Brennstoffe	EK	EU-Staaten	Regulation der von Schiffen ausgestoßenen Schwefelemissionen, Limitierung des Schwefelgehalts mariner, aber auch landseitig eingesetzter Kraftstoffe	u. a. durch Förderrichtlinie LNG	X	X	X	X	
Richtlinie (EU) 2016/1629 zur Festlegung technischer Vorschriften für Binnenschiffe	EK	EU-Staaten	Vorschriften für die technischen Parameter von Binnenschiffen: Richtlinien für Bunkerraum und Bunkern	Binnenschiffs- untersuchungs- ordnung	X	X	X	X	X
Richtlinie 2008/68/EG über die Beförderung gefährlicher Güter im Binnenland (Anpassung Richtlinie (EU) 2018/217)	EK	EU-Staaten	Richtlinien für die Beförderung von Gefahrgut auf der Straße, Schiene und Binnenwasserstraße	Gefahrgut- verordnung Straße, Eisen- bahn u. Binnen- schifffahrt	X	X	X	X	X
VO (EU) 2017/352 zur Schaffung eines Rahmens für die Erbringung von Hafendiensten und zur Festlegung von gemeinsamen Bestimmungen für die finanzielle Transparenz der Häfen	EK	EU-Staaten	Schaffung von gleichen Wettbewerbsbedingungen für Häfen - Sicherheits- oder Umweltstandards		X	X	X	X	X
Richtlinie 2014/94/EU über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe	EK	EU-Staaten	Entwicklung eines Binnenmarktes für alternative Kraftstoffe für den Verkehr in Europa	Diverse Maßnahmen sind im AFID-Bericht des BMVI festgehalten	X	X	X	X	X

¹⁸¹ Vgl. EMSA, 2018.

Titel	Organisation	Anwendung	Inhalt	Nationale Umsetzung	LNG	LPG	Methanol	Ammoniak	Wasserstoff
Richtlinie 2012/18/EU zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen (Seveso III)	EK	EU-Staaten	Verpflichtung zu Maßnahmen zur Verhütung und Information über potenzielle schwere Unfälle mit gefährlichen Stoffen	Innerhalb des BImSchG in der 12. BImSchV und der 9. BImSchV	X	X	X	X	X
Richtlinie 2011/92/EU über die UVP bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (Anpassung Richtlinie 2014/52/EU)	EK	EU-Staaten	Prüfungspflicht für Projekte, bei denen erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt zu erwarten sind	Gesetz über die UVP	X	X	X	X	X
Richtlinie 2016/2284/EU über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe	EK	EU-Staaten	Festlegung prozentualer Reduktionsverpflichtungen für nationale Emissionen ab 2020 und 2030	43. BImSchV	X	X	X	X	X
Richtlinie 2014/34/EU zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen	EK	EU-Staaten	Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen ortsfester Bunkieranlagen	11. Produktsicherheitsverordnung	X	X	X	X	X
RheinSchUO	ZKR	Rhein, aber auf allen EU-Wasserstraßen anerkannt	Erstellung eines für alle Rheinschiffe geltenden Katalogs technischer Anforderungen	Binnenschiffsuntersuchungsordnung	X				

Titel	Organisation	Anwendung	Inhalt	Nationale Umsetzung	LNG	LPG	Methanol	Ammoniak	Wasserstoff
RheinSchPV	ZKR	Rhein, aber auf allen EU-Wasserstraßen anerkannt	Betriebsanforderungen für Binnenschiffe, einschließlich Beschilderung, Anlege- und Bunkerkonzepte, verpflichtende LNG-Bunkerchecklisten für den Rhein	VO zur Einführung der RheinSchPV	X				
Schiffspersonalverordnung - Rhein	ZKR	Rhein, aber auf allen EU-Wasserstraßen anerkannt	Zusätzliche Bestimmungen über die Fachkenntnisse der Besatzungsmitglieder von LNG-Binnenschiffen		X				
ES-TRIN	CESNI	Europa	Technische Standards für Binnenschiffe: Eigener Abschnitt für Kraftstoffe mit Flammpunkt von unter 55°C	RheinSchUO und Richtlinie (EU) 2016/1629	X	X	X		
SOLAS	IMO	International	Wichtigste Sicherheitsvorschrift zur Klassifizierung von Schiffen	SeeAufgG	X	X	X	X	X
IGF Code	IMO	International	Erlass internationaler Sicherheitsregeln für Schiffe, die Gase und andere Kraftstoffe mit niedrigem Flammpunkt verwenden	SeeAufgG (SOLAS)	X	X	X	X	X

Titel	Organisation	Anwendung	Inhalt	Nationale Umsetzung	LNG	LPG	Methanol	Ammoniak	Wasserstoff
IGC Code	IMO	International	Erlass internationaler Sicherheitsvorschriften für Bau und Ausrüstung von Schiffen zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut auf Seeschiffen	SeeAufgG (SOLAS)	X	X		X	X
IBC-Code	IMO	International	Erlass internationaler Sicherheitsvorschriften für Bau und Ausrüstung von Schiffen zur Beförderung gefährlicher Chemikalien als Massengut auf Seeschiffen	SeeAufgG (SOLAS)			X		
IMDG-Code	IMO	International	Basisregelwerk mit Vorschriften für die Beförderung gefährlicher Güter	GGVSee	X	X	X	X	X
ADR	UNECE	Europa	Erlass von Vorschriften für die Klassifizierung, Verpackung, Kennzeichnung und Dokumentation gefährlicher Güter während der Beförderung und für die verwendeten Fahrzeuge	GGVSEB	X	X	X	X	X
ADN	UNECE	Europa	Erlass von Vorschriften u. a. für die Klassifizierung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Güter, bei Bau, Ausrüstung und Zulassung von Schiffe und für den Umgang während der Beförderung	GGVSEB	X	X	X	X	X

Titel	Organisation	Anwendung	Inhalt	Nationale Umsetzung	LNG	LPG	Methanol	Ammoniak	Wasserstoff
Richtlinie 2014/68/EU	EK	EU-Staaten	Richtlinien für die Verwendung von Druckbehältern mit Druck über 0,5 bar (relevant für die Lagerung von Gasen)	Verordnung über ortsbewegliche Druckgeräte	x	x		x	x
MSC.1/Circ.1621	IMO	International	Vorläufige Richtlinie zur Sicherheit auf durch Methanol/Ethanol angetriebenen Schiffen	/			x		
MSC.420(97)	IMO	International	Vorläufige Empfehlungen für die Beförderung von verflüssigtem Wasserstoff als Massengut	/					x

2.2.2 Gute Praxis internationaler Institutionen

Neben den rechtlichen Grundlagen internationaler Institutionen ist für die praktische Umsetzung des Bunkerns alternativer Schiffskraftstoffe auf gute Praxis in Form von bspw. Standards, Normen und weiterer Leitfäden abstellbar. Hervorzuheben sind hierbei die Veröffentlichungen der Internationalen Organisation für Normung (ISO), die für viele Anwendungsbereiche gängige Industriepraktiken definiert hat. Relevante gute Praxis internationaler Institutionen wird nachfolgend kurz vorgestellt. Dabei wurde insbesondere Wert darauf gelegt, auch für alternative Schiffskraftstoffe, für die noch keine rechtlichen Grundlagen oder Standards/Normen für das Bunkern bestehen (bspw. Ammoniak), adäquate Handlungshilfen zu liefern. Diese werden zum einen anhand von Leitfäden bereitgestellt, zum anderen werden auch, sofern vorhanden, verwandte Standards und Normen aufgezeigt, die Analogien für die Anwendung des jeweiligen Kraftstoffs in der Schifffahrt liefern können.

2.2.2.1 Gute Praxis - kraftstoffübergreifend

DIN EN IEC 60079:2019: Explosionsgefährdete Bereiche

In Übereinstimmung mit der DIN EN IEC 60079:2019 wird die Hazardous Zone (explosionsgefährdeter Bereich) unmittelbar um die Bunkerstelle festgelegt. Ziel ist es, die Wahrscheinlichkeit einer Zündung durch elektrische Geräte zu minimieren. Hierfür schreibt der Standard in erster Linie die Art der elektrischen Ausrüstung vor, die innerhalb vorgeschriebener Abstände zu den Leitungs- und Schlauchanschlüssen auf dem Schiff und der Bunkerversorgung zulässig ist.¹⁸²

DIN EN 31010:2010: Verfahren zur Risikobeurteilung

Diese internationale leitet zur Auswahl und Anwendung systematischer Verfahren zur Risikobeurteilung an. Eine in Übereinstimmung mit dieser Norm durchgeführte Risikobeurteilung trägt zu anderen Risikomanagementtätigkeiten bei. Es wird ein breiter Anwendungsbereich angesprochen, und es wird auf andere internationale Normen verwiesen, in denen die Konzeption und Anwendung von Verfahren ausführlicher beschrieben werden. Diese Norm berücksichtigt den gegenwärtigen erprobten technischen Stand der Auswahl und Anwendung der Risikobeurteilungstechniken.¹⁸³

Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals

Dieses Nachschlagewerk umfasst alle Aspekte des sicheren Umgangs mit verflüssigten Gasen (LNG, Liquefied Petroleum Gas (LPG) und chemische Gase) an Bord von Schiffen und an der Schnittstelle Schiff/Land zum Terminal. Es behandelt Betriebsqualifikationen für auszubildendes Personal sowie für bereits im Flüssiggasbetrieb tätiges Terminalpersonal u. ä. Die Liquefied Gas Handling Principles setzen den Fokus auf die physikalischen Eigenschaften von Gasen in Bezug auf den praktischen Betrieb von Flüssiggasanlagen auf Schiffen und an Terminals.¹⁸⁴

Internationaler Sicherheitsleitfaden für die Binnenschifffahrt und Binnentankterminals (ISGINTT)

Die ISGINTT-Sicherheitsrichtlinien dienen der Verbesserung der Sicherheit bei der Beförderung gefährlicher Güter an der Schnittstelle zwischen Binnentankschiffen und anderen Wasserfahrzeugen oder Landanlagen (Terminals). Sie verfolgen nicht das Ziel, aktuelle Rechtsvorschriften zu ersetzen oder zu ändern, sondern zusätzliche Empfehlungen zur Verfügung zu stellen. Die ISGINTT-Sicherheitsrichtlinien basieren auf industrieller guter Praxis, die u. a. durch die an der Erstellung beteiligten Industrieverbände

¹⁸² Vgl. EMSA, 2018.

¹⁸³ Vgl. DIN, 2010.

¹⁸⁴ Vgl. SIGTTO, 2016.

empfohlen wurde. Die Sicherheitsrichtlinien sind zudem mit anderen in der Seeschifffahrt bestehenden Richtlinien kompatibel.¹⁸⁵

IAPH-Bunkerchecklisten

Bei den Bunkerchecklisten der IAPH handelt es sich um standortübergreifend anwendbare Begleitdokumente für LNG-Bunkervorgänge. Diese werden sowohl für TTS-, STS- und PTS-Bunkervorgänge angeboten und kommen bereits an zahlreichen europäischen Hafenstandorten, teils in angepasster Form, zur Anwendung. Die Checklisten spiegeln die zusätzlichen Anforderungen der Häfen im Hinblick auf den LNG-Bunkerbetrieb im Hafenbereich wider und enthalten hierfür u. a.:

- beteiligte Bunkerparteien,
- Ansprechpartner,
- Transfermengen,
- Pumpraten und
- viele weitere Angaben.

Die Verwendung der Bunkerchecklisten trägt somit zur Qualität und Verantwortung der Bunkerparteien bei und schafft überdies standortübergreifend vergleichbare Voraussetzungen.¹⁸⁶ Die bestehenden Bunkerchecklisten werden in der Zukunft durch angepasste Varianten für das Bunkern weiterer alternativer Schiffskraftstoffe ergänzt und können somit kraftstoffübergreifend zur Anwendung kommen.¹⁸⁷

Normen zur Kategorisierung und Spezifikation von Schiffskraftstoffen

Die Norm ISO 8216-1:2017¹⁸⁸ definiert zunächst die verschiedenen Kategorien von Schiffskraftstoffen innerhalb der Klasse F (Petroleumkraftstoffe). Darüber hinaus dient ISO 8217:2017 der Spezifikation dieser Kraftstoffe. Die Spezifikationen für Kraftstoffe in diesem Dokument können auch auf Kraftstoffe angewendet werden, die in stationären Dieselmotoren des gleichen oder eines ähnlichen Typs wie für Schiffszwecke verwendet werden. Im Rahmen dieser Norm werden folgende Stoffverbindungen berücksichtigt:

- Kohlenwasserstoffe aus Erdöl, Ölsand und Schiefer
- Kohlenwasserstoffe aus synthetischen oder erneuerbaren Quellen, deren Zusammensetzung Erdöldestillatkraftstoffen ähnelt
- Mischungen der oben genannten mit einer Fettsäuremethylester-Komponente, sofern zulässig¹⁸⁹

Ergänzende Normen zur Richtlinie 2014/68/EU über Druckgeräte

Die folgenden drei Normen beziehen sich auf die Speicherung von tiefgekühlt verflüssigten Gasen (Kryo-Betrieb) als Ergänzung zur europäischen Druckgeräte-Richtlinie. DIN EN ISO 21028-1:2017¹⁹⁰ und DIN EN 1797:2002¹⁹¹ stellen in diesem Zusammenhang die Anforderungen an Tankmaterialien sowie zur Gas- und Materialverträglichkeit. Darüber hinaus betrachtet DIN EN 13648-1:2009 die Anforderungen für die Konstruktion, Herstellung und Prüfung von entsprechenden Sicherheitsventilen zum Schutz vor übermäßigem Druck.¹⁹²

¹⁸⁵ Vgl. ZKR, 2020.

¹⁸⁶ Vgl. IAPH, 2015.

¹⁸⁷ Vgl. IAPH, 2021.

¹⁸⁸ Vgl. ISO, 2017a.

¹⁸⁹ Vgl. ISO, 2017b.

¹⁹⁰ Vgl. DIN, 2017b.

¹⁹¹ Vgl. DIN, 2002.

¹⁹² Vgl. DIN, 2009.

2.2.2.2 Gute Praxis - LNG

EMSA Guidance on LNG Bunkering

Mit der Guidance on LNG Bunkering hat die EMSA Hafenbehörden ein umfangreiches Leit- und Nachschlagewerk an die Hand gegeben, um Risikobewertungen und Sicherheitskonzepte für LNG-Bebunkerungen in ihren Häfen vorzunehmen bzw. zu prüfen. Die EMSA bezieht sich dabei in vielen Aspekten auf die innerhalb dieses Kapitels zusammengetragenen Regularien, Normen und Industriestandards. Der EMSA-Leitfaden wird in dieser Studie als Referenzwerk herangezogen.

DIN EN ISO 28460:2010: Erdöl- und Erdgasindustrien - Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas - Schnittstelle zwischen Schiff und Land und Hafenbetrieb

Diese internationale Norm bezieht sich auf den Schiffsbetrieb während des Manövrierens des Schiffes im Hafen und den Ladungsübergang an der Schnittstelle zwischen Schiff und Land. Dabei werden die Veröffentlichungen verschiedener überregionaler Institutionen, wie u. a. der IMO und der Society of International Gas Tanker & Terminal Operators (SIGTTO), berücksichtigt. Das Ziel der Norm ist es, das sichere Manövrieren und die Übergabe von Ladung durch LNG-Tanker durch Anforderungen an Schiff, Terminal und Hafendienstleister zu gewährleisten. Aus der Norm lassen sich auch für LNG-Bebunkerungen relevante Empfehlungen ableiten.¹⁹³

ISO/TS 16901:2015: Richtlinie zur Ausführung von Risikobewertungen von LNG Installationen an Land inklusive der Schiff-/Land-Schnittstelle

Die technische Spezifikation bietet einen Ansatz und eine Anleitung für die Planung, Auslegung und den Betrieb von ortsfesten LNG-Anlagen unter Anwendung risikobasierter Methoden und Standards. Dieser Standard enthält Bewertungshilfen für die wichtigsten Sicherheitsrisiken, und ermöglicht somit eine sichere Auslegung und einen sicheren Betrieb von ortsfesten LNG-Anlagen. Die technische Spezifikation soll sowohl für Export- als auch auf Importterminals verwendet werden, kann aber auch auf andere Anlagen wie Satelliten- und Spitzenlastabschirmanlagen angewendet werden.¹⁹⁴

ISO/TS 18683:2015: Leitlinien für Systeme und Anlagen zur Flüssigerdgasversorgung als Brennstoff für Schiffe

Diese technische Spezifikation liefert Richtlinien für die Planung und Dimensionierung von:

- Bunkerfazilitäten
- Anschlussstück Schiff/Bunkerinstallation
- Verbindungs- und Trennungsvorgängen
- Notabschaltkopplung
- Prozesssteuerung bei LNG-Bebunkerung

Dabei liegt der Fokus auf der Sicherheit, Integrität und Zuverlässigkeit bei der Bebunkerung von mit LNG angetriebenen Schiffen unabhängig vom Typ der Bunkerinstallation. Die ISO/TS 16901:2015 findet sowohl auf Binnen- als auch auf Seeschiffen Anwendung und umfasst land- und seeseitige LNG-Versorgungseinrichtungen, funktionale Anforderungen an die benötigte Ausrüstung und definiert Kontrollzonen. Die in der ISO/TS 18683:2015 beschriebene Risikobewertung von LNG-Bebunkerungen hat sich international zum Maßstab für derartige Risikobewertungen entwickelt.

¹⁹³ Vgl. DIN, 2011.

¹⁹⁴ Vgl. EMSA, 2018.

ISO 20519:2017: Schiffe und Meerestechnik - Spezifikation für das Bunkern flüssigerdgasbetriebener Schiffe

Die ISO 20519:2017 definiert Anforderungen an LNG-Bunkertransfersysteme und Ausrüstung zum Bunkern von mit LNG angetriebenen Schiffen, einschließlich Ausrüstung, Betriebsverfahren, Ausbildung und Qualifikation des beteiligten Personals. Die Norm legt überdies Anforderungen an LNG-Bunkerübergabesysteme und -ausrüstungen fest, die zum Bunkern von mit LNG angetriebenen Schiffen verwendet werden.¹⁹⁵

DIN EN ISO 16904:2016: Erdöl- und Erdgasindustrie - Auslegung und Prüfung von Schiffsverladearmen für Flüssigerdgas für konventionelle landseitige Terminals

Diese internationale Norm legt die Auslegung, die Mindestanforderungen an die Sicherheit und die Kontroll- und Prüfverfahren für Schiffsverladearme für LNG fest, die für den Gebrauch auf konventionellen landseitigen LNG-Terminals und die Abfertigung von LNG-Tankern vorgesehen sind. Die enthaltenen Mindestanforderungen für den Umschlag von LNG zwischen Schiff und Land sowie die Stromversorgungs- und Steuerungssysteme liefern auch für LNG-Bebunkerungen hilfreiche Empfehlungen.¹⁹⁶

DIN EN 13645:2001: Anlagen und Ausrüstungen für Flüssigerdgas - Auslegung von landseitigen Anlagen mit einer Lagerkapazität zwischen 5 t und 200 t

Diese Norm enthält grundsätzliche funktionale Leitlinien für die Planung und den Bau von ortsfesten, landseitigen LNG-Anlagen mit einer Gesamtlagerkapazität zwischen 5 t und 200 t. Des Weiteren werden Sicherheitsmaßnahmen für den Betrieb erläutert und die korrespondierende technische Ausstattung genannt.¹⁹⁷

DIN EN ISO 16903:2015: Erdöl- und Erdgasindustrie - Eigenschaften von Flüssigerdgas mit Einfluss auf die Auslegung und die Materialauswahl

Diese Norm behandelt die physikalisch-chemischen Eigenschaften von LNG und sich daraus ergebende Konsequenzen für LNG-Anlagen und -behälter sowie für die Handhabung des LNG. Zudem sind sicherheitstechnische Festlegungen enthalten.¹⁹⁸

LNG Masterplan Rhine-Main-Danube

Der LNG-Masterplan Rhein-Main-Donau stellt einen wichtigen Schritt zur Nutzung von LNG als Schiffskraftstoff dar und ebnet den Weg für den Transport von LNG auf der wichtigsten europäischen Wasserstraßenachse, dem Rhein/Maas-Main-Donau-Korridor. Der Masterplan liefert eine umfangreiche Anzahl von Ergebnissen, wie bspw. europäische und regionale Marktanalysen, Sicherheitsstudien und Machbarkeitsuntersuchungen sowie Schulungsunterlagen in Form von Lehrplänen und Unterrichtsmaterial. Zudem trägt er zur Ausarbeitung technischer Bestimmungen bei, die für die Schaffung eines konsistenten rechtlichen Rahmens für den sicheren Betrieb von LNG erforderlich sind.¹⁹⁹

LNG Bunkerrisikoanalyse für den Standort Rostock

Auf Basis der LNG-Bunkerrisikoanalyse - Entscheidungsgrundlagen zur sicheren Bebunkerung mit LNG im Rostocker Hafen - werden im Hafen Rostock LNG-Bunkergenehmigungen erteilt. In diesem Dokument wurden u. a. eine Risikoanalyse durchgeführt und Entscheidungsgrundlagen für die Genehmigung von LNG-Bunkervorgängen in Rostock untersucht. Des Weiteren umfasst das Papier Bunkerchecklisten für TTS- und STS-Konzepte, die die Durchführung und Dokumentation der Bunkervorgänge am Standort

¹⁹⁵ Vgl. EMSA, 2018.

¹⁹⁶ Vgl. DIN, 2016.

¹⁹⁷ Vgl. DIN, 2001.

¹⁹⁸ Vgl. DIN, 2015a.

¹⁹⁹ Vgl. Pro Danube, 2015b.

unterstützen. Liegeplatzspezifische Anforderungen für die Durchführung von LNG-Bunkervorgängen, aufgeteilt nach Bunkerkonzepten, sind ebenfalls enthalten.²⁰⁰ Wenngleich die Risikoanalyse explizit die Gegebenheiten des Hafens Rostock betrachtet, sind viele der angewandten Prinzipien auch auf andere Standorte übertragbar und können als gute Praxis dienen.

International Association of Classification Societies (IACS) Recommendation 142

Dieser Leitfaden enthält Empfehlungen für die Verteilung von Verantwortlichkeiten und Nutzung von Ausrüstungen für den LNG-Bunkerbetrieb. Zudem werden harmonisierte Mindestanforderungen für die Bunkerrisikoeinschätzung, die Ausrüstung und den Betrieb definiert.²⁰¹ Die IACS Rec 142 enthält des Weiteren eine Beschreibung für die Anfertigung von LNBMP, in denen sicherheitsrelevante Dokumente für den LNG-Bunkerbetrieb gesammelt werden können.²⁰²

Gas as a marine fuel - safety guidelines bunkering

In diesem Leitfaden werden die guten Praxiserfahrungen der verschiedenen Interessenvertreter der Society for Gas as a Marine Fuel (SGMF) gebündelt, die das sichere Bunkern von LNG gewährleisten sollen. Die Schwerpunkte liegen u. a. auf:

- Gefährdungspotenzialen von LNG,
- Sicherheitssystemen,
- Bunkerprozeduren und
- situationsspezifischen Empfehlungen.

Des Weiteren wird eine große Anzahl erprobter Ausrüstungen, Verfahrenstechniken und weiterer technischer Aspekte genannt, die sich direkt aus der guten industriellen Praxis ableiten.²⁰³

2.2.2.3 Gute Praxis - LPG

Guide for LPG Marine Fuel Supply

Vor dem Hintergrund einen übersichtlichen Leitfaden für das Bunkern von LPG im maritimen Sektor zu erstellen, hat die World LPG Association einen ausführlichen Guide zur Vorbereitung und Durchführung von Bunkervorgängen erstellt und veröffentlicht.

In diesem Zusammenhang wird sowohl auf Modelle von LPG-Bunkieranlagen sowie Terminalinfrastrukturen eingegangen. Darüber hinaus erfolgt eine globale Betrachtung von LPG-Schiffen sowie internationalen Handelsrouten. Schließlich wird auf die Sicherheit während des Bunkerns sowie notwendige Trainings eingegangen. Nach der Betrachtung des LPG-Marktes, inklusive der Marktführer- sowie Wachstumshindernissen, werden Empfehlungen für LPG als Kraftstoff im maritimen Sektor formuliert.²⁰⁴

EN 589:2018

Die Norm berücksichtigt Anforderungen an LPG als Kraftstoff. Somit führt sie LPG-Qualitätsspezifikationen für den Automobilbereich ein und gewährleistet ein europaweites Mindestqualitätsniveau. Im Vergleich zur Vorgängerversion enthält EN 589:2018 einige technische Anpassungen und Klarstellungen in Bezug auf die Reduktion des Schwefelgehalts. Die Norm bezieht sich sowohl auf LPG als auch auf mögliche LPG-Varianten auf Biomassebasis.²⁰⁵

²⁰⁰ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

²⁰¹ Vgl. EMSA, 2018.

²⁰² Vgl. IACS, 2016.

²⁰³ Vgl. EMSA, 2018.

²⁰⁴ Vgl. World LPG Association, 2019.

²⁰⁵ Vgl. CEN, 2018.

2.2.2.4 Gute Praxis - Methanol

Introduction to Methanol Bunkering - Technical Reference

Dieser von Lloyd's Register erstellte Leitfaden zum Bunkern von Methanol wurde vor dem Hintergrund erstellt, einen benutzerorientierten Ansatz zu bieten indem Checklisten für das Bunkern von Methanol konzipiert werden. Es werden sechs Checklisten bereitgestellt - jede dieser Checklisten ist in drei Bereiche aufgeteilt, um die verschiedenen Phasen des Bunkerprozesses abzudecken. Es handelt sich um Begleitdokumente für TTS-, STS- und PTS-Bunkervorgänge.²⁰⁶

CWA 17540:2020

Im Rahmen eines vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) durchgeführten Workshops wurden Spezifikation für das Bunkern von mit Methanol betriebenen Schiffen definiert. Diese umfassen Richtlinien für die Verwendung von Hardware- und Transfersystemen, Betriebsverfahren sowie Anforderungen an Methanol Provider. Zu diesen zählen u. a. die Vorlage eines Bunker-Lieferscheins und besondere Schulungen und Qualifikationen des Personals.²⁰⁷

Entwicklung einer ISO-Norm für Methanol als Schiffskraftstoff

Im Auftrag der IMO arbeitet die ISO derzeit an der Entwicklung einer Norm für Methanol als Schiffskraftstoff.²⁰⁸

Potenzialanalyse Methanol als emissionsneutraler Energieträger für Schifffahrt und Energiewirtschaft - Strategiepapier

Die Studie nimmt eine grundlegende Betrachtung und Analyse von Methanol als Kraftstoff im maritimen Sektor vor. In diesem werden diverse alternative Kraftstoffe (LNG, Wasserstoff und Methanol) verglichen, um ferner den aktuellen Stand in der Methanolwirtschaft zu unterstreichen. Dies erfolgt vor dem Hintergrund rechtlicher Rahmenbedingungen und unter Berücksichtigung etablierter Anwendungsbereiche. Darüber hinaus wird auf aktuelle Forschungsansätze von Methanol als Kraftstoff im maritimen Sektor eingegangen. Im Anschluss an die Analyse bereits durchgeführter Pilotprojekte sowie Umsetzungsansätzen werden Erkenntnisse in Hinsicht auf mögliche Projektansätze in Bezug auf Herstellung, Richtlinien und Motoren formuliert.²⁰⁹

2.2.2.5 Gute Praxis - Ammoniak

Ammonia as Marine Fuel – Sustainability Whitepaper

Im Rahmen der vom American Bureau of Shipping durchgeführten theoretischen Studie wird zunächst auf die Sicherheitsbestimmungen von Ammoniak eingegangen. In diesem Zusammenhang erfolgt sowohl die Darstellung der stoffbezogenen Charakteristika als auch der damit einhergehenden Gefahren wie Toxizität und Brände. Darüber hinaus erfolgt eine detaillierte Betrachtung der Regularien in Bezug auf die Compliance-Richtlinien bei der Verwendung von Ammoniak als maritimer Schiffskraftstoff. In diesem Zusammenhang werden die IMO-Regularien aufgegriffen sowie Anpassungsmaßnahmen für den IGF-Code verdeutlicht. Schließlich wird ein theoretischer Ansatz für eine Konzept-Evaluation oberflächlich abgebildet.²¹⁰

²⁰⁶ Vgl. Lloyd's Register, 2020.

²⁰⁷ Vgl. CEN, 2020.

²⁰⁸ Vgl. Marine Insight, 2018.

²⁰⁹ Vgl. INWL, 2018.

²¹⁰ Vgl. ABS, 2020.

Ammonia as Marine Fuel at the Port of Singapore

Das American Bureau of Shipping arbeitet mit der Nanyang Technological University (NTU Singapore) und dem Ammonia Safety and Training Institute (ASTI) an einer Studie zum Potenzial von Ammoniak als Kraftstoff im Hafen von Singapur. Die Studie untersucht die kraftstoffbezogenen Herausforderungen hinsichtlich Versorgung, Bunkerfazilitäten und Sicherheit. Ziel des Projektes ist es, das gemeinsame Verständnis für verschiedene Aspekte der maritimen Anwendung von Ammoniak zu vertiefen. Erste Operationen sind für das Jahr 2023 geplant.²¹¹

2.2.2.6 Gute Praxis - Wasserstoff

WASh2Emden

Im Rahmen einer Potenzialanalyse wurden innovative Wasserstoffanwendungen im Seehafen Emden analysiert. In diesem Zusammenhang werden diverse Untersuchungsfelder betrachtet - neben dem Antrieb von Hafenschiffen erfolgt die Betrachtung diverser Verkehrsträger. Der Fokus wird in dieser Studie vorrangig auf die Wasserstoff-Infrastruktur im Hafen sowie auf potenzielle Wasserstoff-Speicher-Optionen gelegt.²¹²

ISO/TR 15916:2015

Die Norm betrachtet grundlegende Ansätze zur Sicherheit von Wasserstoffsyste men. Sie berücksichtigt Anforderungen für die Verwendung von Wasserstoff in seiner gasförmigen und flüssigen Form sowie für die Speicherung in einer dieser oder anderen Formen (Hydride). Zudem werden die grundlegenden Sicherheitsaspekte, Gefahren und Risiken identifiziert. Des Weiteren werden die sicherheitsrelevanten Eigenschaften von Wasserstoff und die damit einhergehenden Auswirkungen auf Materialien bei niedrigen Temperaturen beschrieben.²¹³

ISO 17268:2012

Diese ISO-Norm definiert die Konstruktions-, Sicherheits- und Betriebseigenschaften von Tankanschlüssen für Wasserstofffahrzeuge, die gegebenenfalls aus einer Aufnahme und einer Schutzkappe (am Fahrzeug montiert) sowie einer Düse bestehen. Düsen und Behälter, die die Anforderungen von ISO 17268:2012 erfüllen, ermöglichen ausschließlich das Befüllen von Wasserstofffahrzeugen durch Tankstellen, die Wasserstoff mit Nennarbeitsdrücken abgeben, die gleich oder niedriger als der Arbeitsdruck des Fahrzeugkraftstoffsystems sind. Sie erlauben keine Betankung von Wasserstofffahrzeugen durch Tankstellen, die Wasserstoffmischungen mit Erdgas abgeben.²¹⁴

ISO/TS 19880-1:2016

Die hier betrachtete ISO-Norm definiert eine Empfehlung von Mindestauslegungscharakteristika für die Sicherheit und ggf. für die Leistung von öffentlichen und nicht-öffentlichen Tankstellen, die gasförmigen Wasserstoff an leichte Landfahrzeuge abgeben. Diese ist für die Betankung von leichten Wasserstoff-Landfahrzeugen anwendbar, kann jedoch auch als Leitfaden für die Betankung von Bussen, Straßenbahnen, Motorrädern und Gabelstapleranwendungen mit Wasserstoffspeicherkapazitäten außerhalb der derzeit veröffentlichten Kraftstoffprotokollstandards wie SAE J2601 verwendet werden.

²¹¹ Vgl. The Maritime Executive, 2021.

²¹² Vgl. WASh2EMDEN Projektkonsortium, 2020.

²¹³ Vgl. ISO, 2015.

²¹⁴ Vgl. ISO, 2012.

Die Empfehlung enthält zudem Anleitungen zu u. a. folgenden Elementen einer Tankstelle:

- Wasserstoffproduktion-/Abgabesystem
- Lieferung von Wasserstoff per Pipeline (transportiert in Tanks für gasförmigen und/oder flüssigen Wasserstoff)
- Speicherung von flüssigem Wasserstoff
- ggf. Wasserstoffreinigungssysteme
- gasförmige Wasserstoffkompression²¹⁵

EIGA code of practice IGC 15/06

Der European Industrial Gases Association (EIGA)-Leitfaden der Industrial Gases Council (IGC) 15/06 regelt die Speicherung von gasförmigem Wasserstoff. Der Leitfaden für gasförmigen Wasserstoff berücksichtigt Kompression, Reinigung und Abfüllung in Behälter und Lagereinrichtungen am Verbraucherstandort. Er dient als Anhaltspunkt für Konstrukteure und Betreiber von Anlagen zur Abgabe von gasförmigem Wasserstoff und spiegelt die derzeit verfügbare gute Praxis wider. Dabei umfasst er Themen wie die Sicherheit des Personals, Betriebsanweisungen, Schutz und Notfallsituationen.²¹⁶

²¹⁵ Vgl. ISO, 2016.

²¹⁶ Vgl. EIGA, 2015.

Tabelle 11 | Internationale gute Praxis für Bunkervorgänge

Titel	Organisation	Anwendung	Inhalt	LNG	LPG	Methanol	Ammoniak	Wasserstoff
EMSA Guidance on LNG Bunkering	EMSA	International	Leitfaden zur Unterstützung von Hafenbehörden und -verwaltungen bei der Verwendung von LNG als Schiffskraftstoff mit dem Ziel der erhöhten Sicherheit und Nachhaltigkeit	X				
DIN EN ISO 28460:2010	DIN	International	Sicherstellung des sicheren Manövrierens und Übergabe von Ladung durch LNG-Tanker durch Anforderungen an Schiff, Terminal und Hafendienstleister	X				
DIN EN IEC 60079:2019	DIN	International	Festlegung der allgemeinen Anforderungen an die Konstruktion, Prüfung und Kennzeichnung von elektrischen Geräten und Ex-Bauteilen, die für die Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen bestimmt sind	X	X	X	X	X
ISO/TS 16901:2015	ISO	International	Anleitung für die Anwendung risikobasierter Methoden und Normen zur Bewertung der wichtigsten Sicherheitsrisiken beim Betrieb von LNG-Anlagen	X				
ISO/TS 18683:2015	ISO	International	Leitlinien für Systeme und Anlagen zur LNG-Versorgung als Kraftstoff für Schiffe sowie Hinweise zu den Mindestanforderungen für die Konstruktion und den Betrieb der Bunkerinstallationen	X				

Titel	Organisation	Anwendung	Inhalt	LNG	LPG	Methanol	Ammoniak	Wasserstoff
ISO 20519:2017	ISO	International	Spezifikationen für das Bunkern LNG-betriebener Schiffe	X				
DIN EN ISO 16904:2016	DIN	International	Auslegung und Prüfung von Schiffsverladearmen für Flüssigerdgas für konventionelle landseitige Terminals mit teils auch für LNG-Bebunkerungen relevanten Verfahren und technischen Empfehlungen	X				
DIN EN 13645:2001	DIN	International	Funktionale Leitlinien für die Planung und den Bau von ortsfesten, landseitigen LNG-Anlagen mit einer Gesamtlagerkapazität zwischen 5 t und 200 t	X				
DIN EN ISO 16903:2015	DIN	International	Eigenschaften von LNG mit Einfluss auf die Auslegung und die Materialauswahl	X				
DIN EN 31010:2010	ISO	International	Anleitung zur Auswahl und Anwendung systematischer Verfahren zur Risikobeurteilung	X	X	X	X	X

Titel	Organisation	Anwendung	Inhalt	LNG	LPG	Methanol	Ammoniak	Wasserstoff
Liquified Gas Handling Principles	SIGTTO	International	Nachschlagewerk für die technischen Aspekte im Umgang mit verflüssigten Gasen	X	X		X	X
LNG Masterplan Rhine-Main-Danube	Rhine Ports	Europa	Umfangreiche Überprüfung der Tank- und Lagermöglichkeiten in den jeweiligen Hafengebieten zur Ermöglichung der Endkundenbelieferung mit LNG	X				
ISGINTT	ZKR	International	Sicherheitsleitfaden für einen sicheren Betrieb von Binnentankschiffen und Terminals: enthält Richtlinien für Flüssiggas auf Schiffen und an Terminals	X	X		X	X
LNG Bunkerrisikoanalyse für den Standort Rostock	Rostock Port	Rostock, Prinzip übertragbar	Sicherheitsanalyse für LNG-Bunkervorgänge im Hafen sowie für das Anlaufen des Rostocker Hafens mit LNG-Bunkerschiffen	X				
IAPH Bunkerchecklisten	IAPH	International	Standortübergreifend anwendbare Bunkerchecklisten für TTS-, STS- und PTS-Bunkervorgänge	X	X	X	X	X

Titel	Organisation	Anwendung	Inhalt	LNG	LPG	Methanol	Ammoniak	Wasserstoff
IACS Rec. 142 LNG Bunkering Guidelines	IACS	International	Leitfaden zur Vorbereitung und Durchführung von LNG Bunkervorgängen mit technischen Anforderungen an Bunkersysteme	X				
Gas as a marine fuel - safety guidelines bunkering	SGMF	International	Leitfaden zur Vorbereitung und Durchführung von LNG-Bunkervorgängen	X				
Methanol Bunkering - Technical Reference	Lloyd's Register Group Ltd.	International	Leitfaden und Checkliste zur Vorbereitung und Durchführung von Methanol-Bunkervorgängen			X		
Potenzialanalyse Methanol als emissionsneutraler Energieträger für Schifffahrt und Energiewirtschaft	INWL Institut für nachhaltige Wirtschaft und Logistik	International	Analyse von Methanol als Kraftstoff im maritimen Sektor			X		
Guide for LPG Marine Fuel Supply	World LPG Association (WLPGA)	International	Leitfaden zur Vorbereitung und Durchführung von LPG-Bunkervorgängen		X			

Titel	Organisation	Anwendung	Inhalt	LNG	LPG	Methanol	Ammoniak	Wasserstoff
Innovative und umweltfreundliche Wasserstoffanwendungen im Seehafen Emden - Ergebnisse der Potenzialanalyse	WASH2EMD EN Projekt-konsortium	Emden, Prinzip übertragbar	Leitfaden zu Bereitstellungsoptionen sowie notwendiger Wasserstoff-Infrastruktur und Speicheroptionen					X
ISO/TR 15916:2015	ISO	International	Grundlegende Ansätze zur Sicherheit von Wasserstoffsystemen - bietet zudem einen Überblick über sicherheitsrelevante Eigenschaften von Wasserstoff und die damit einhergehenden Auswirkungen bei niedrigen Temperaturen auf Materialien					X
ISO 8216-1:2017	ISO	International	Petroleum products - Fuels (class F) - Klassifikation - Kategorien von Schiffskraftstoffen	X	X	X	X	X
ISO 8217:2017	ISO	International	Petroleum products - Fuels (class F) - Spezifikationen von Schiffskraftstoffen	X	X	X	X	X
DIN EN ISO 21028-1:2017	DIN	International	Anforderungen an die Zähigkeit von metallischen Werkstoffen für die Verwendung bei Temperaturen unter -80 °C [ergänzend zu Europäischen Druckgeräte-Richtlinie (PED 2014/68/EU)]	X			X	X
DIN EN 1797:2002	DIN	International	Verträglichkeit von Werkstoffen mit Gas in Kryo-Behältern [ergänzend zu Europäischen Druckgeräte-Richtlinie (PED 2014/68/EU)]	X			X	X
DIN EN 13648-1:2009	DIN	International	Sicherheitsventile für den Kryo-Betrieb [ergänzend zu Europäischen Druckgeräte-Richtlinie (PED 2014/68/EU)]	X			X	X
CWA 17540:2020	CEN	International	Spezifikation für das Bunkern von mit Methanol betriebenen Schiffen			X		
ISO 17268:2012	ISO	International	Definition von Konstruktions-, Sicherheits- und Betriebseigenschaften von Tankanschlüssen für Wasserstofffahrzeuge					X

Titel	Organisation	Anwendung	Inhalt	LNG	LPG	Methanol	Ammoniak	Wasserstoff
ISO/TS 19880-1:2016	ISO	International	Empfehlung von Mindestauslegungscharakteristika für die Sicherheit und ggf. für die Leistung von öffentlichen und nicht-öffentlichen Tankstellen, die gasförmigen Wasserstoff an leichte Landfahrzeuge abgeben.					X
EIGA code of practice IGC 15/06	EIGA	International	Leitfaden zur Regulierung der Speicherung von gasförmigem Wasserstoff					X
EN 589:2018	CEN	International	Festlegung von Anforderungen und Prüfverfahren im Zusammenhang mit LPG als Kraftstoff im Automobilbereich		X			
Ammonia as Marine Fuel – Sustainability Whitepaper	ABS	International	Studie zur Durchführung von Ammoniak-Bunkervorgängen mit dem Fokus auf rechtliche Regularien Entwurfsüberlegungen				X	
Ammonia as Marine Fuel at the Port of Singapore			Ankündigung einer Studie über das Potenzial für Ammoniak-Bunkerung im Hafen von Singapur				X	
Entwicklung einer ISO-Norm für Methanol als Schiffskraftstoff	ISO	International	Im Auftrag der IMO arbeitet die ISO derzeit an der Entwicklung einer Norm für Methanol als Schiffskraftstoff			X		

2.3 Kategorisierung von Referenzhäfen und Vergleich ihrer rechtlichen Grundlagen

Die im Kapitel 2.1 eingehend untersuchte rechtliche Ausgangssituation für Bunkervorgänge auf Bundesebene und in den Nord- und Ostseeanrainerstaaten hat gezeigt, dass insbesondere auf Hafenebene der Detailgrad der Regularien im europäischen Ausland deutlich höher als in Deutschland ist. Die im Kapitel 1.2 skizzierten mittel- und langfristigen Dekarbonisierungsbemühungen werden auch in Deutschland dafür sorgen, dass die verlässliche Bereitstellung alternativer Schiffskraftstoffe durch steigende Nachfragen an Bedeutung gewinnt. Der tendenziell wachsende Bedarf erfordert, dass adäquate rechtliche Rahmenbedingungen in den deutschen Seehäfen geschaffen werden. Hierfür soll die Übertragbarkeit vorhandener rechtlichen Grundlagen aus den europäischen Referenzhäfen geprüft werden. Für die Prüfung werden die betrachteten Referenzhäfen kategorisiert, da sich rechtliche Grundlagen tendenziell insbesondere dann übertragen lassen, wenn sich die Häfen hinsichtlich ihrer Eigenschaften ähneln. Des Weiteren erfolgt die Kategorisierung mit dem Ziel zu prüfen, inwiefern hochkomplexe (bspw. infrastrukturelle oder/und verkehrliche) Ausgangssituationen in den deutschen und europäischen Referenzhäfen Bunkervorgänge beeinflussen und wie damit umgegangen werden kann. Auch hier sollen die Erkenntnisse auf potenzielle Übertragbarkeiten untersucht werden. Dazu werden die betrachteten Referenzhäfen systematisch verglichen, wobei hinsichtlich der Infrastruktur beispielhaft auf die bereits etablierten Gegebenheiten für LNG eingegangen wird. Es werden die Kriterien:

- Güterumschlag (Gewicht),
- Ladungsarten,
- Passagieraufkommen,
- Seeverkehrsaufkommen (Schiffstypen und Frequenzen),
- räumliche Komplexität und
- (LNG-)Infrastruktur

ausgewertet. Um eine direkte Vergleichbarkeit zu ermöglichen, werden Steckbriefe für die jeweiligen Referenzhäfen erstellt. Die systematische Vorgehensweise und Betrachtung sowie die Auswertung ausgewählter Kriterien, schafft einen direkten Zusammenhang zwischen den Betrachtungshäfen. Es wird eine möglichst globale und differenzierte Betrachtung der Standorte und Charakteristika verfolgt.

Aufbauend auf den vorangegangenen Betrachtungen zu den Regularien für Bunkervorgänge in den deutschen und europäischen Referenzhäfen werden die rechtlichen Grundlagen verglichen.

Abschließend wird für die konkrete Gegenüberstellung und Auswertung der Steckbriefe der betrachteten Hafenstandorte eine Matrix entworfen. Anhand der Ergebnisse wird geprüft, ob eine Kategorisierung der Referenzhäfen möglich ist und inwiefern diese sich eignet, Rechtsvorschriften und Prozeduren standortübergreifend zu übertragen. Unabhängig von der Möglichkeit der Kategorisierung werden innerhalb dieses Kapitels erste pragmatische Ansätze zu potenziell übertragbaren rechtlichen Grundlagen auf deutsche Seehafenstandorte ermittelt.

2.3.1 Charakterisierung der Referenzhäfen

Die Struktur der Steckbriefe und der anschließenden Vergleichsmatrix ist in vier wesentliche Abschnitte unterteilt. Vor der eigentlichen Betrachtung dieser Abschnitte wird die Organisationsform des jeweiligen Hafens herausgestellt. Hier wird zwischen folgenden Hauptformen differenziert:

- Landlord Port („Vermieterhafen“),
- Public Service Port (öffentlicher Betreiberhafen),
- Private Service Port (privater Betreiberhafen) und
- Tool Port (Autonomer Hafen)²¹⁷

²¹⁷ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2019b.

Im ersten Abschnitt liegt der Fokus auf dem Güterumschlagvolumen im Betrachtungsjahr 2019. Zunächst wird die Umschlagmenge des betrachteten Hafens jeweils ins Verhältnis zu dem im Hafen Rotterdam umgeschlagenen Gütervolumen gesetzt. Dieser verzeichnete im Jahr 2019 ein Volumen von 439,6 Mio. t²¹⁸ und somit das höchste der in dieser Studie betrachteten Häfen und dient daher als Referenzhafen. Nach Aufbereitung der Daten werden diese in Form einer fünfstufigen Skala abgebildet. Diese veranschaulicht das Verhältnis des Umschlagvolumens des betrachteten Hafens im Verhältnis zum Referenzhafen Rotterdam, wobei die Einheiten wie folgt nachzuvollziehen sind:

- ein blau eingefärbter Kasten entspricht einem Anteil zwischen 1 % und 20 %
- zwei Kästen entsprechen einem Anteil zwischen 21 % und 40 %
- drei Kästen entsprechen einem Anteil zwischen 41 % und 60 %
- vier Kästen entsprechen einem Anteil zwischen 61 % und 80 %
- fünf Kästen entsprechen einem Anteil zwischen 81 % und 100 %

Zusätzlich erfolgt eine detailliertere Betrachtung des Güterumschlags nach Anteilen der Ladungsarten. Die berücksichtigten Ladungsarten Container, Ro/Ro, Schüttgüter sowie Flüssiggüter werden innerhalb der Steckbriefe und Vergleichsmatrix in Form eines prozentual gestapelten Balkendiagramms, welches eine Vergleichbarkeit zwischen den Häfen zulässt, dargestellt. Die Flüssiggüter werden zusätzlich differenziert zwischen *Verflüssigten Gasen* und *Weiteren Flüssiggütern*. Ferner erfolgt in diesem Kapitel die Betrachtung des Passagieraufkommens. Nach gleichem Vorgehen wie zuvor, wird nunmehr das Passagieraufkommen ins Verhältnis zu dem Hafen gesetzt, der das höchste Aufkommen verzeichnet. Innerhalb der hier betrachteten Häfen verzeichnete Stockholm im Jahr 2019 mit 8,4 Mio. Passagieren²¹⁹ das höchste Passagieraufkommen und dient somit in diesem Zusammenhang als Referenzhafen. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt sowohl in den Steckbriefen als auch in der Vergleichsmatrix in Form der bekannten fünfstufigen Skala.

Der zweite Abschnitt fokussiert den Seeverkehr. Analog zum Vorgehen beim Güterumschlag wird auch in diesem Zusammenhang der Standort Rotterdam mit 18,8 Tsd. Schiffsanläufen im Jahr 2019 als Referenzhafen betrachtet, um das Seeverkehrsaufkommen zwischen den Häfen zu vergleichen. Die Darstellung erfolgt gleichermaßen in Form der bekannten fünfstufigen Skala. Für eine detailliertere Betrachtung des Seeverkehrs, wird dieser zusätzlich nach anteiligen Schiffstypen (Containerschiff, Tanker, Stückgutschiff, Schüttgutschiff, Fahrgast- und Kreuzfahrtschiff, Sonstiges) innerhalb der Steckbriefe sowie der Vergleichsmatrix in Form eines prozentual gestapelten Balkendiagramms dargestellt. Es existiert keine fundierte, öffentlich zugängliche Datenlage, die den Anteil von Gastankern differenziert berücksichtigt. Nachdem die Anteile der Schiffstypen herausgestellt wurden, werden hochfrequentierte Verkehre berücksichtigt. Dies ermöglicht eine Einschätzung des Verkehrsaufkommens im Hafenbereich (bspw. sind Linien-Fährverkehre innerhalb des Hafens mit hoher Frequenz zu berücksichtigen, wohingegen Hochsee-Containerschiffe tendenziell mit geringeren Frequenzen verkehren).

Der dritte Abschnitt bezieht sich auf die räumliche Komplexität des Hafens. Für einen räumlichen Überblick des Hafens werden zunächst Hauptmerkmale der Hafenstruktur stichpunktartig aufgeführt. Der Umfang des eingeschleusten Hafenbereichs stellt einen weiteren wesentlichen Faktor dar. Dieser wird jeweils ins Verhältnis zur gesamten Hafenfläche gestellt und in Form der bekannten fünfstufigen Skala abgebildet. Diese verdeutlicht demnach den Anteil des eingeschleusten und gleichzeitig tideunabhängigen Hafenbereichs. Das Vorhandensein von Brücken innerhalb des Hafenbereichs wird in der Darstellung berücksichtigt.

Der vierte Abschnitt dient nunmehr einer detaillierten Betrachtung der (LNG-)Infrastruktur. Es wird zunächst herausgestellt, ob bzw. seit wann ein LNG-Importterminal in dem Betrachtungshafen besteht oder wann eine Eröffnung eines Terminals geplant ist. Gleichzeitig wird berücksichtigt, in welchem Umfang LNG-Bunkerliegeplätze in dem Hafen ausgewiesen sind. Die qualitative Einschätzung der LNG-

²¹⁸ Vgl. Eurostat, 2020d.

²¹⁹ Vgl. Eurostat, 2020c.

Bunkerliegeplätze steht im Verhältnis zu vorhandenen Liegeplätzen im Betrachtungshafen und wird in Form der fünfstufigen Skala dargestellt. Für eine Betrachtung der Umgebung der Liegeplätze erfolgt eine grobe Analyse des mittelbaren Umfelds. Ziel ist es, potenzielle Schutzgüter (Krankenhäuser, Menschenansammlungen, touristische Attraktionen, Hauptverkehrsstraßen, Gefahrgüter) zu identifizieren. Darüber hinaus werden die verschiedenen, bereits im Hafen praktizierten Bunkerkonzepte (LNG-Bunkern) dargestellt. Zusätzlich wird vermerkt, ob eine Zulässigkeit von SIMOPS beim Bunkern von LNG vorhanden ist. Letztlich wird in Form der fünfstufigen Skala die Verfügbarkeit von Liegeplätzen mit Landstromanbindung bewertet. Die qualitative Einschätzung erfolgt im Verhältnis zu der im Betrachtungshafen vorhandenen Anzahl an Liegeplätzen. Eine ergänzende Evaluierung exemplarischer Bunkeraktivitäten alternativer Schiffskraftstoffe in den Referenzhäfen findet sich in Kapitel 2.4.1.

Die in den Steckbriefen und der Vergleichsmatrix abgebildeten Skalen und Darstellungen beruhen auf Sichtung und Auswertung auf konkreter qualitativer Basis. Geringfügige Abweichungen sind ggf. möglich.

2.3.1.1 Emden

Tabelle 12 | Steckbrief Hafen Emden

Organisationsform: Landlord Port		
Güterumschlag		
Güterumschlag im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ²²⁰		4,4 Mio. t / Jahr
Ladungsarten Anteile am gesamten Güterumschlag (2019) ²²¹	 ■ Container ■ Ro/Ro ■ Flüssiggut (Weitere) ■ Flüssiggut (verflüssigtes Gas) ■ Sonstiges	Hauptanteil Ro/Ro-Umschlag 60 % Kein Umschlag verflüssigter Gase
Passagieraufkommen im Verhältnis zu Stockholm (2019) ²²²		1,1 Mio. Pax / Jahr
Seeverkehr		
Seeverkehrsaufkommen im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ²²³		2,3 Tsd. Schiffe / Jahr
Schiffstypen Anteile der Schiffstypen am gesamten Seeverkehr (2019) ²²⁴	 ■ Container ■ Stückgut ■ Schüttgut ■ Tanker ■ Fahrgast ■ Sonstige	Stückgutschiffe fast 50% Mehr als 30% Verkehre Fahrgastschiffe
Hochfrequentierte Verkehre	Fährverkehr zwischen Emden Außenhafen und Borkum ²²⁵ Großteil Ro/Ro-Linienvverkehr zwischen Emden (Binnen- und Außenhafen) und Großbritannien ²²⁶	
Räumliche Komplexität im Hafenbereich		
Hauptmerkmale Hafenstruktur ²²⁷	Außenhafen: eine Straße ohne Abzweigungen Binnenhafen: über Große Seeschleuse und Nesserlander Schleuse zu erreichen; Durchquerung Außenhafen; aufgeteilt in drei Hauptarme jeweils mit Abzweigungen	
Eingeschleuster Bereich ²²⁸		
Brücken im Hafenbereich	keine	
(LNG-)Infrastruktur		
LNG Import Terminal ²²⁹	Nicht vorhanden	

²²⁰ Vgl. Eurostat, 2020d.

²²¹ Vgl. Eurostat, 2020e.

²²² Vgl. Eurostat, 2020c.

²²³ Vgl. Eurostat, 2020b.

²²⁴ Vgl. Eurostat, 2020b.

²²⁵ Vgl. Seehafenstadt Emden, 2020.

²²⁶ Vgl. Seaports Niedersachsen, 2020a.

²²⁷ Vgl. OpenStreetMap, 2020a.

²²⁸ Vgl. Niedersachsen Ports, 2020a.

²²⁹ Vgl. Veus Shipping, 2019.

(LNG-)Infrastruktur		
Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze²³⁰		Nordwestlicher Teil des Emdener Außenhafens vor Nesserländer Schleuse Emspier (Außenhafen) (STS)
Schutzgüter in mittelbarer Umgebung	Keine Schutzgüter in mittelbarer Umgebung der Liegeplätze	
Bunkerkonzepte²³¹	TTS; STS	
Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagstätigkeiten)	Fahrzeugumschlag während STS-Bebunkerung	
Liegeplätze mit Landstromanbindung²³²		

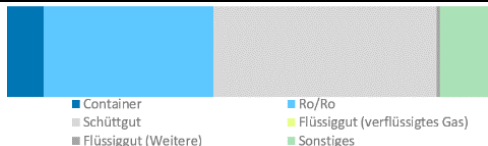
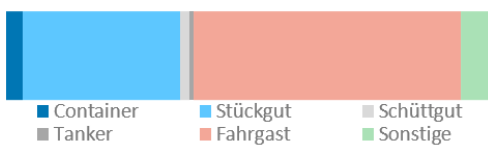
²³⁰ Vgl. Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung, 2017.

²³¹ Vgl. Veus, Shipping, 2019.

²³² Vgl. Norddeutscher Rundfunk, 2019.

2.3.1.2 Cuxhaven

Tabelle 13 | Steckbrief Hafen Cuxhaven

Organisationsform: Landlord Port		
Güterumschlag		
Güterumschlag im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ²³³		3,4 Mio. t / Jahr
Ladungsarten Anteile am gesamten Güterumschlag (2019) ²³⁴	 ■ Container ■ Ro/Ro ■ Schüttgut ■ Flüssiggut (verflüssigtes Gas) ■ Flüssiggut (Weitere) ■ Sonstiges	Größter Anteil Schüttgut mit mehr als 50 % Kein Umschlag verflüssigter Gase
Passagieraufkommen im Verhältnis zu Stockholm (2019) ²³⁵		0,4 Mio. Pax / Jahr
Seeverkehr		
Seeverkehrsaufkommen im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ²³⁶		1,5 Tsd. Schiffe / Jahr
Schiffstypen Anteile der Schiffstypen am gesamten Seeverkehr (2019) ²³⁷	 ■ Container ■ Stückgut ■ Schüttgut ■ Tanker ■ Fahrgast ■ Sonstige	Hauptanteil Fahrgastschiffe fast 55 % Anteile an Containerschiffen, Schüttgutschiffen und Tankern relativ gering (jeweils < 4 %)
Hochfrequentierte Verkehre	Pax: Fährverkehr nach Helgoland (ab Fährhafen) ²³⁸ , Neuwerk (ab Alte Liebe) ²³⁹ Cargo: Ro/Ro-Linienverkehr nach England ab Europakai (Außenhafen) ²⁴⁰	
Räumliche Komplexität im Hafenbereich		
Hauptmerkmale Hafenstruktur ²⁴¹	<i>Außenhafenbereich:</i> Hafenbecken ohne Abzweigungen, bzw. Kaimauer direkt seeseitig <i>Eingeschleuster Bereich:</i> drei Becken, jeweils ohne Abzweigungen über Schleusen bzw. Klappbrücke zu erreichen	
Eingeschleuster Bereich ²⁴²		
Brücken im Hafenbereich	Klappbrücke, sonst keine	
(LNG-)Infrastruktur		
LNG Import Terminal	Nicht vorhanden	

²³³ Vgl. Eurostat, 2020d.

²³⁴ Vgl. Eurostat, 2020e.

²³⁵ Vgl. Eurostat, 2020c.

²³⁶ Vgl. Eurostat, 2020b.

²³⁷ Vgl. Eurostat, 2020b.

²³⁸ Vgl. Tourismus Cuxhaven, 2020a.

²³⁹ Vgl. Tourismus Cuxhaven, 2020b.

²⁴⁰ Vgl. Seaports Niedersachsen, 2020b.

²⁴¹ Vgl. OpenStreetMap, 2020b.

²⁴² Vgl. Niedersachsen Ports, 2020b.

(LNG-)Infrastruktur		
	Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze²⁴³	 Bunkerliegeplatz am Fährhafen
	Schutzgüter in mittelbarer Umgebung	Keine Schutzgüter in Nähe des Fährhafens Touristische Attraktionen: Historische Anlegestelle „Alte Liebe“, Radarturm, Hamburger Leuchtturm
	Bunkerkonzepte²⁴⁴	TTS
	Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagstätigkeiten)	Ausstehend
	Liegeplätze mit Landstromanbindung²⁴⁵	

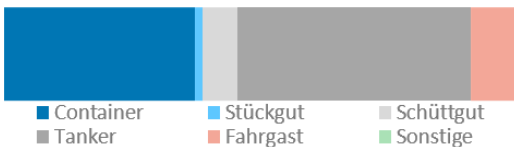
²⁴³ Vgl. Kapitel 2.1.1.1.1.

²⁴⁴ Vgl. Kapitel 2.1.1.1.1.

²⁴⁵ Vgl. Weser Kurier, 2017.

2.3.1.3 Wilhelmshaven

Tabelle 14 | Steckbrief Hafen Wilhelmshaven

Organisationsform: Landlord Port		
Güterumschlag		
Güterumschlag im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ²⁴⁶		28,9 Mio. t / Jahr
Ladungsarten Anteile am gesamten Güterumschlag (2019) ²⁴⁷	 ■ Container ■ Schüttgut ■ Flüssiggut (verflüssigtes Gas) ■ Sonstiges	Umschlag von Flüssiggütern 70 % Davon umgeschlagene verflüssigte Gase < 1 %
Passagieraufkommen im Verhältnis zu Stockholm (2019) ²⁴⁸		13 Tsd. Pax / Jahr
Seeverkehr		
Seeverkehrsaufkommen im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ²⁴⁹		1,1 Tsd. Schiffe / Jahr
Schiffstypen Anteile der Schiffstypen am gesamten Seeverkehr (2019) ²⁵⁰	 ■ Container ■ Stückgut ■ Schüttgut ■ Tanker ■ Fahrgast ■ Sonstige	Hauptverkehre mit 37 % und 45 % Containerschiffe und Tanker Anteil an Stückgutschiffen mit ca. 7 % am geringsten
Hochfrequentierte Verkehre	Fährverkehr Helgoland ab Helgolandkai (Außenhafen) ²⁵¹ Wöchentliche Containerschiff-Liniendienste ab Eurogate Container Terminal ²⁵²	
Räumliche Komplexität im Hafenbereich		
Hauptmerkmale Hafenstruktur ²⁵³	Außenhafen: Kaimauern seeseitig (direkt) Binnenhafen: über zwei Schleusen erreichbar, drei Bereiche jeweils mit Abzweigungen	
Eingeschleuster Bereich ²⁵⁴		
Brücken im Hafenbereich	keine	
(LNG-)Infrastruktur		
LNG Import Terminal ²⁵⁵	Planungen für LNG-Terminal eingestellt	

²⁴⁶ Vgl. Eurostat, 2020d.

²⁴⁷ Vgl. Eurostat, 2020e.

²⁴⁸ Vgl. Eurostat, 2020c.

²⁴⁹ Vgl. Eurostat, 2020b.

²⁵⁰ Vgl. Eurostat, 2020b.

²⁵¹ Vgl. Städte Verlag, 2020.

²⁵² Vgl. Seaports Niedersachsen, 2020c.

²⁵³ Vgl. OpenStreetMap, 2020c.

²⁵⁴ Vgl. Niedersachsen Ports, 2020c.

²⁵⁵ Vgl. Gas Infrastructure Europe, 2020.

(LNG-)Infrastruktur		
	Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze²⁵⁶	 Keine Bunkerliegeplätze explizit ausgewiesen
	Schutzgüter in mittelbarer Umgebung	Außenhafen: keine Schutzgüter Binnenhafen: Touristische Attraktion (Deutsches Marinemuseum, Aquarium, Kulturzentrum)
	Bunkerkonzepte²⁵⁷	Bisher lediglich Testbebunkerungen
	Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagstätigkeiten)	Ausstehend
	Liegeplätze mit Landstromanbindung²⁵⁸	

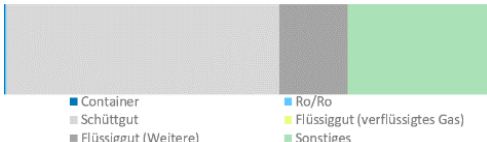
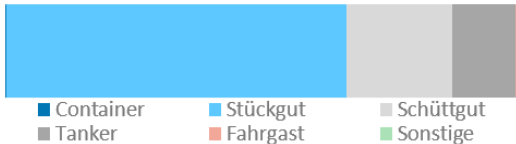
²⁵⁶ Vgl. Kapitel 2.1.1.1.1.

²⁵⁷ Vgl. Kapitel 2.1.1.1.1.

²⁵⁸ Vgl. Lübecker Nachrichten, 2019.

2.3.1.4 Bremen

Tabelle 15 | Steckbrief Hafen Bremen

Organisationsform: Landlord Port		
Güterumschlag		
Güterumschlag im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ²⁵⁹		12,1 Mio. t / Jahr
Ladungsarten Anteile am gesamten Güterumschlag (2019) ²⁶⁰		Schüttgüter 80 % Fast 20 % Flüssiggüter Kein Umschlag verflüssigter Gase
Passagieraufkommen im Verhältnis zu Stockholm (2019) ²⁶¹		2 Tsd. Pax / Jahr
Seeverkehr		
Seeverkehrsaufkommen im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ²⁶²		0,8 Tsd. Schiffe / Jahr
Schiffstypen Anteile der Schiffstypen am gesamten Seeverkehr (2019) ²⁶³		Mehr als 60 % Stückgutschiffe Sehr geringer Anteil an Containerschiffen und keine Fahrgastschiffe
Hochfrequentierte Verkehre	FBS-Weser-Fährverkehr mit diversen Routen im Hafenbereich bzw. Hafenzufahrt ²⁶⁴	
Räumliche Komplexität im Hafenbereich		
Hauptmerkmale Hafenstruktur ²⁶⁵	Abzweigungen von Hauptfahrrinne mit weiteren Einzelbereichen sowohl im eingeschleusten Hafenbereich als auch außerhalb	
Eingeschleuster Bereich ²⁶⁶		Erreichbar über Oslebshausen Schleuse
Brücken im Hafenbereich	keine	
(LNG-)Infrastruktur		
LNG Import Terminal	Nicht vorhanden	
Ausgewiesene Bunkerliegeplätze		Keine Bunkerliegeplätze explizit ausgewiesen
Schutzgüter in mittelbarer Umgebung	Krankenhaus, Einkaufszentrum	

²⁵⁹ Vgl. Eurostat, 2020d.

²⁶⁰ Vgl. Eurostat, 2020e.

²⁶¹ Vgl. Eurostat, 2020c.

²⁶² Vgl. Eurostat, 2020b.

²⁶³ Vgl. Eurostat, 2020b.

²⁶⁴ Vgl. WFB Bremen, 2020.

²⁶⁵ Vgl. OpenStreetMap, 2020d.

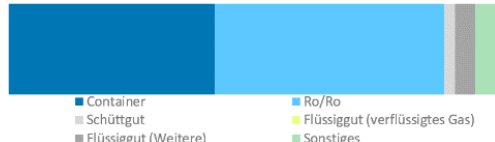
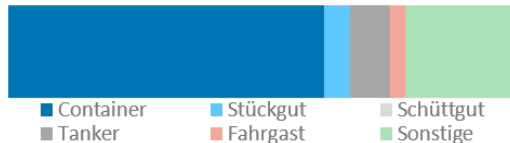
²⁶⁶ Vgl. Bremenports, 2020a.

(LNG-)Infrastruktur		
	Bunkerkonzepte	-
	Schutzgüter im Verkehrsbeschränkungs-bereich/unmittelbarer Nähe	
	Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagstätigkeiten)	Ausstehend
	Liegeplätze mit Landstromanbindung²⁶⁷	

²⁶⁷ Vgl. Buten un Binnen, 2019.

2.3.1.5 Bremerhaven

Tabelle 16 | Steckbrief Hafen Bremerhaven

Organisationsform: Landlord Port		
Güterumschlag		
Güterumschlag im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ²⁶⁸		47,6 Mio. t / Jahr
Ladungsarten Anteile am gesamten Güterumschlag (2019) ²⁶⁹	 ■ Container ■ Ro/Ro ■ Schüttgut ■ Flüssiggut (verflüssigtes Gas) ■ Flüssiggut (Weitere) ■ Sonstiges	Containerumschlag mit Anteil von 90 % Kein Umschlag verflüssigter Gase
Passagieraufkommen im Verhältnis zu Stockholm (2019) ²⁷⁰		250 Tsd. Pax / Jahr
Seeverkehr		
Seeverkehrsaufkommen im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ²⁷¹		4,4 Tsd. Schiffe / Jahr
Schiffstypen Anteile der Schiffstypen am gesamten Seeverkehr (2019) ²⁷²	 ■ Container ■ Stückgut ■ Schüttgut ■ Tanker ■ Fahrgast ■ Sonstige	Containerschiffe etwa 2/3 25 % sonstige Schiffe ist auf Schwimmbagger, Forschungsschiffe zurückzuführen
Hochfrequentierte Verkehre	Weser-Linienfährverkehr zwischen Bremerhaven und Nordenham ²⁷³	
Räumliche Komplexität im Hafenbereich		
Hauptmerkmale Hafenstruktur ²⁷⁴	Fischereihafen, Kaiserhafen: über Schleuse erreichbar, langgezogenes Hafenbecken mit wenigen Abzweigungen Überseehafen: sowohl weserseitige Kaimauer als auch über Schleuse (Hafenbecken) erreichbar	
Eingeschleuster Bereich ²⁷⁵		Drei Hafenbereiche jeweils über eine Schleuse erreichbar
Brücken im Hafenbereich	Zwischen Kaiserhafen und Überseehafen	
(LNG-)Infrastruktur		
LNG Import Terminal	Nicht vorhanden	

²⁶⁸ Vgl. Eurostat, 2020d.

²⁶⁹ Vgl. Eurostat, 2020e.

²⁷⁰ Vgl. Eurostat, 2020c.

²⁷¹ Vgl. Eurostat, 2020b.

²⁷² Vgl. Eurostat, 2020b.

²⁷³ Vgl. Weserfähre Bremerhaven, 2020.

²⁷⁴ Vgl. OpenStreetMap, 2020e.

²⁷⁵ Vgl. Bremenports, 2020a.

(LNG-)Infrastruktur		
	Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze²⁷⁶	 Columbuskaje (STS) (nicht eingeschleust, auf Schleuseninsel) Kühlhauskai (TTS) (eingeschleust)
	Schutzgüter in mittelbarer Umgebung	Keine Schutzgüter in Umgebung der ausgewiesenen Bunkerliegeplätze Touristische Attraktionen in Kaiserhafen (Deutsches Auswandererhaus, Klimahaus, U-Boot-Museum, Zoo am Meer, Deutsches Schifffahrt-Museum)
	Bunkerkonzepte²⁷⁷	TTS; STS
	Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagstätigkeiten)	Ausstehend
	Liegeplätze mit Landstromanbindung²⁷⁸	

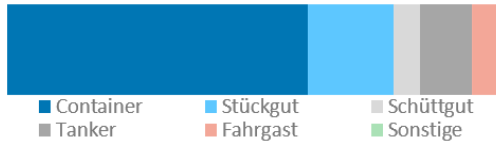
²⁷⁶ Vgl. Kapitel 2.1.1.2.

²⁷⁷ Vgl. Schiffsjournal, 2017, S. 1ff; Senat der Freien Hansestadt Bremen, 2020, S. 1.

²⁷⁸ Vgl. Lübecker Nachrichten, 2019.

2.3.1.6 Hamburg

Tabelle 17 | Steckbrief Hafen Hamburg

Organisationsform: Landlord Port		
Güterumschlag		
Güterumschlag im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ²⁷⁹		117,2 Mio. t / Jahr
Ladungsarten Anteile am gesamten Güterumschlag (2019) ²⁸⁰		Containerumschlag 65 % Kein Umschlag verflüssigter Gase
Passagieraufkommen im Verhältnis zu Stockholm (2019) ²⁸¹		850 Tsd. Pax / Jahr
Seeverkehr		
Seeverkehrsaufkommen im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ²⁸²		5,9 Tsd. Schiffe / Jahr
Schiffstypen Anteile der Schiffstypen am gesamten Seeverkehr (2019) ²⁸³		60 % Containerschiffe Stückgutschiffen ca. 17 % 10 % Tanker
Hochfrequentierte Verkehre	HVV Elbfähren (diverse Routen innerhalb des Hafenbereichs) ²⁸⁴	
Räumliche Komplexität im Hafenbereich		
Hauptmerkmale Hafenstruktur ²⁸⁵	Diverse Abzweigungen, Verschachtelungen abgehend von der Hauptfahrrinne (Norderelbe), Hafenbecken als „Sackgassen“	
Eingeschleuster Bereich		Keine Schleusen im Hafenbereich
Brücken im Hafenbereich	Diverse Brückenbauten, bspw. Köhlbrandbrücke (Süderelbe), Kattwykbrücke, Elbbrücken etc.	
(LNG-)Infrastruktur		
LNG Import Terminal	Nicht vorhanden	
Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze ²⁸⁶		Keine Bunkerliegeplätze explizit ausgewiesen
Schutzgüter in mittelbarer Umgebung	Museumshafen Oevelgönne/Elbstrand, Seniorenresidenz, Cruise Center, Elbtunnel, Fischmarkt, Landungsbrücken, Musicals, Elbphilharmonie	

²⁷⁹ Vgl. Eurostat, 2020d.

²⁸⁰ Vgl. Eurostat, 2020e.

²⁸¹ Vgl. Eurostat, 2020c.

²⁸² Vgl. Eurostat, 2020b.

²⁸³ Vgl. Eurostat, 2020b.

²⁸⁴ Vgl. Hamburg.de, 2020.

²⁸⁵ Vgl. OpenStreetMap, 2020f.

²⁸⁶ Vgl. Kapitel 2.5.

Aufnahme rechtlicher Regelungen und Erarbeitung eines bundesweiten Leitfadens für einheitliche Vorschriften zum Bunkern von komprimierten und verflüssigten Gasen sowie Kraftstoffen mit niedrigem Flammpunkt in deutschen Seehäfen

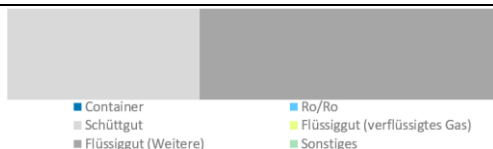
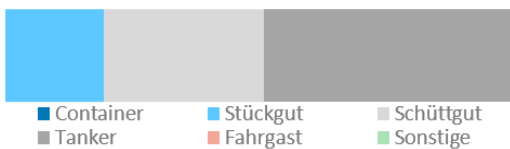
(LNG-)Infrastruktur		
	Bunkerkonzepte ²⁸⁷	TTS; STS
	Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagstätigkeiten)	Ausstehend
	Liegeplätze mit Landstromanbindung ²⁸⁸	

²⁸⁷ Vgl. Kapitel 2.5.

²⁸⁸ Vgl. Hamburg Port Authority, 2020.

2.3.1.7 Brunsbüttel

Tabelle 18 | Steckbrief Hafen Brunsbüttel

Organisationsform: Private Service Port		
Güterumschlag		
Güterumschlag im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ²⁸⁹		10,1 Mio. t / Jahr
Ladungsarten Anteile am gesamten Güterumschlag (2019) ²⁹⁰	 ■ Container ■ Schüttgut ■ Flüssiggut (Weitere) ■ Ro/Ro ■ Flüssiggut (verflüssigtes Gas) ■ Sonstiges	Flüssiggütern 60 % Kein Umschlag verflüssigter Gase
Passagieraufkommen im Verhältnis zu Stockholm (2019) ²⁹¹		0 PAX / Jahr
Seeverkehr ²⁹²		
Seeverkehrsaufkommen im Verhältnis zu Rotterdam (2019)		0,3 Tsd. Schiffe / Jahr
Schiffstypen Anteile der Schiffstypen am gesamten Seeverkehr (2019)	 ■ Container ■ Stückgut ■ Schüttgut ■ Tanker ■ Fahrgast ■ Sonstige	50 % Tanker Keine Containerschiffe und keine Fahrgastschiffe
Räumliche Komplexität im Hafenbereich		
Hauptmerkmale Hafenstruktur ²⁹³	<i>Elbehafen:</i> Kaimauer direkt elbseitig <i>Ölhafen und Hafen Ostermoor:</i> NOK, leicht abgeschirmt von Hauptfahrrinne	
Eingeschleuster Bereich ²⁹⁴		Zufahrt Nord-Ostsee-Kanal über Schleusen
Brücken im Hafenbereich	keine	
(LNG-)Infrastruktur		
LNG Import Terminal ²⁹⁵	Geplant 2022	
Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze ²⁹⁶		LNG-Bunkerliegeplätze nicht explizit ausgewiesen
Schutzgüter in mittelbarer Umgebung	Umschlag von Raffinerieprodukten im Ölhafen	
Bunkerkonzepte ²⁹⁷	TTS, STS	
Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagstätigkeiten) ²⁹⁸	Ausstehend	

²⁸⁹ Vgl. Eurostat, 2020d.

²⁹⁰ Vgl. Eurostat, 2020e.

²⁹¹ Vgl. Eurostat, 2020c.

²⁹² Vgl. Eurostat, 2020b.

²⁹³ Vgl. OpenStreetMap, 2020g.

²⁹⁴ Vgl. Marina Guide, 2020.

²⁹⁵ Vgl. Gas Infrastructure Europe, 2019a.

²⁹⁶ Vgl. Kapitel 2.1.1.4.

²⁹⁷ Vgl. Brunsbüttel Ports, 2018.

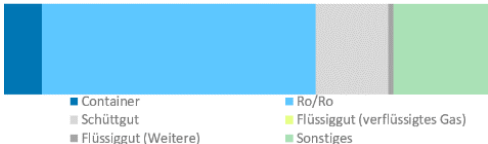
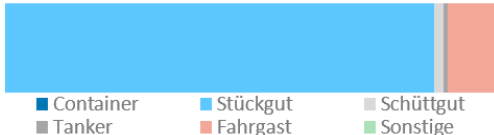
²⁹⁸ Vgl. Kapitel 2.1.1.4.

Aufnahme rechtlicher Regelungen und Erarbeitung eines bundesweiten Leitfadens für einheitliche Vorschriften zum Bunkern von komprimierten und verflüssigten Gasen sowie Kraftstoffen mit niedrigem Flammpunkt in deutschen Seehäfen

(LNG-)Infrastruktur	
Liegeplätze mit Landstromanbindung	

2.3.1.8 Kiel

Tabelle 19 | Steckbrief Hafen Kiel

Organisationsform: Landlord Port		
Güterumschlag		
Güterumschlag im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ²⁹⁹		4,8 Mio. t / Jahr
Ladungsarten Anteile am gesamten Güterumschlag (2019) ³⁰⁰	 ■ Container ■ Ro/Ro ■ Schüttgut ■ Flüssiggut (verflüssigtes Gas) ■ Flüssiggut (Weitere) ■ Sonstiges	Ro/Ro-Umschlag 70 % Kein Umschlag verflüssigter Gase
Passagieraufkommen im Verhältnis zu Stockholm (2019) ³⁰¹		2,3 Mio. Pax / Jahr
Seeverkehr		
Seeverkehrsaufkommen im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ³⁰²		1,6 Tsd. Schiffe / Jahr
Schiffstypen Anteile der Schiffstypen am gesamten Seeverkehr (2019) ³⁰³	 ■ Container ■ Stückgut ■ Schüttgut ■ Tanker ■ Fahrgast ■ Sonstige	Fast 90 % Stückgutfrachtschiffe Anteil an Fahrgast/Kreuzfahrtschiffen beträgt fast 10 %
Hochfrequentierte Verkehre	SFK-Fähren (Linien in Kieler Förde) ³⁰⁴ Ro/Pax- und Ro/Ro-Verkehre zwischen Kiel und Skandinavien ab Ostseekai, Schwedenkai, Norwegenkai ³⁰⁵	
Räumliche Komplexität im Hafenbereich		
Hauptmerkmale Hafenstruktur ³⁰⁶	Direkte Zufahrt in Kieler Förde, keine Abzweigungen. Lediglich Marinearsenal räumlich abgetrennt	
Eingeschleuster Bereich ³⁰⁷		Keine Schleusen im Hafenbereich
Brücken im Hafenbereich	keine	
(LNG-)Infrastruktur		
LNG Import Terminal	Nicht vorhanden	
Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze ³⁰⁸		LNG-Bunkerliegeplätze nicht explizit ausgewiesen
Schutzgüter in mittelbarer Umgebung	Kreuzfahrt und Ro/Pax-Terminals mit entsprechend hohem Passagieraufkommen, Kieler Schifffahrtsmuseum, Aquarium	

²⁹⁹ Vgl. Eurostat, 2020d.

³⁰⁰ Vgl. Eurostat, 2020e.

³⁰¹ Vgl. Eurostat, 2020c.

³⁰² Vgl. Eurostat, 2020b.

³⁰³ Vgl. Eurostat, 2020b.

³⁰⁴ Vgl. Schlepp- und Fährgesellschaft Kiel mbH, 2020.

³⁰⁵ Vgl. Port of Kiel, 2020a.

³⁰⁶ Vgl. OpenStreetMap, 2020h.

³⁰⁷ Vgl. Gesamtverband Schleswig-Holsteinischer Häfen e.V., 2020.

³⁰⁸ Vgl. Kapitel 2.1.1.4.

Aufnahme rechtlicher Regelungen und Erarbeitung eines bundesweiten Leitfadens für einheitliche Vorschriften zum Bunkern von komprimierten und verflüssigten Gasen sowie Kraftstoffen mit niedrigem Flammpunkt in deutschen Seehäfen

(LNG-)Infrastruktur		
	Bunkerkonzepte ³⁰⁹	TTS; STS
	Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagstätigkeiten) ³¹⁰	Ausstehend
	Liegeplätze mit Landstromanbindung ³¹¹	

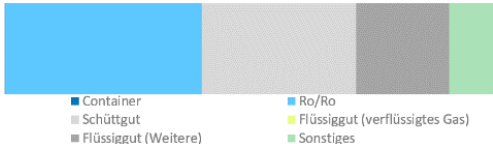
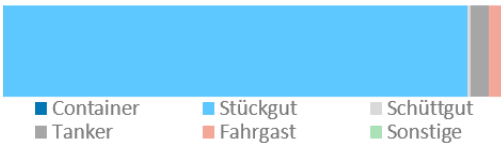
³⁰⁹ Vgl. Kapitel 2.1.1.4.

³¹⁰ Vgl. Kapitel 2.1.1.4.

³¹¹ Vgl. Port of Kiel, 2020b.

2.3.1.9 Rostock

Tabelle 20 | Steckbrief Hafen Rostock

Organisationsform: Landlord Port		
Güterumschlag		
Güterumschlag im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ³¹²		19,9 Mio. t / Jahr
Ladungsarten Anteile am gesamten Güterumschlag (2019) ³¹³	 ■ Container ■ Ro/Ro ■ Schüttgut ■ Flüssiggut (verflüssigtes Gas) ■ Flüssiggut (Weitere) ■ Sonstiges	Ro/Ro-Umschlag (45 %) und Schüttgüter (35 %) am größten Kein Umschlag verflüssigter Gase
Passagieraufkommen im Verhältnis zu Stockholm (2019) ³¹⁴		3,4 Mio. Pax / Jahr
Seeverkehr		
Seeverkehrsaufkommen im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ³¹⁵		7,2 Tsd. Schiffe / Jahr
Schiffstypen Anteile der Schiffstypen am gesamten Seeverkehr (2019) ³¹⁶	 ■ Container ■ Stückgut ■ Schüttgut ■ Tanker ■ Fahrgast ■ Sonstige	Mehr als 90 % Stückgutfrachtschiffe Anteile an Containerschiffen, Fahrgastschiffen und Schüttgutschiffen sehr gering (<1 %)
Hochfrequentierte Verkehre	Warnemünde/Hohe Düne Fähre ³¹⁷ Fährverkehr (Ro/Ro; Ro/Pax) nach Gedser und Trelleborg ³¹⁸	
Räumliche Komplexität im Hafenbereich		
Hauptmerkmale Hafenstruktur ³¹⁹	Nach Hafeneinfahrt über Warnemünde relativ großflächig, nicht verschachtelt, drei abgetrennte Hafenbecken	
Eingeschleuster Bereich		Keine Schleusen im Hafenbereich
Brücken im Hafenbereich	keine	
(LNG-)Infrastruktur		
LNG Import Terminal ³²⁰	Geplant 2023	

³¹² Vgl. Eurostat, 2020d.

³¹³ Vgl. Eurostat, 2020e.

³¹⁴ Vgl. Eurostat, 2020c.

³¹⁵ Vgl. Eurostat, 2020b.

³¹⁶ Vgl. Eurostat, 2020b.

³¹⁷ Vgl. Verkehrsverbund Warnow, 2020.

³¹⁸ Vgl. Rostock Port GmbH, 2020.

³¹⁹ Vgl. OpenStreetMap, 2020i.

³²⁰ Vgl. Rostock Port GmbH, 2020.

(LNG-)Infrastruktur		
	Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze ³²¹	 Risikoanalyse ermöglicht theoretisch an jedem Liegeplatz mind. ein Bunkerkonzept, aber praktisch nicht erlaubt
	Schutzgüter in mittelbarer Umgebung	Warnemünde Kreuzfahrtterminal mit entsprechend hohem Passagieraufkommen
	Bunkerkonzepte ³²²	TTS, STS
	Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagstätigkeiten)	Grundsätzlich möglich unter Berücksichtigung der Risikoanalyse des Hafens
	Liegeplätze mit Landstromanbindung ³²³	

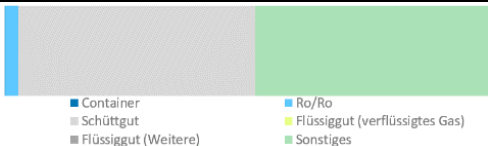
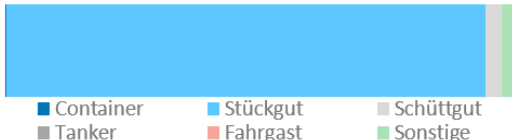
³²¹ Vgl. Kapitel 2.1.1.5.

³²² Vgl. Kapitel 2.1.1.5.

³²³ Vgl. Lübecker Nachrichten, 2019.

2.3.1.10 Sassnitz

Tabelle 21 | Steckbrief Hafen Sassnitz

Organisationsform: Landlord Port		
Güterumschlag		
Güterumschlag im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ³²⁴		1,7 Mio. t / Jahr
Ladungsarten Anteile am gesamten Güterumschlag (2019) ³²⁵	 ■ Container ■ Ro/Ro ■ Schüttgut ■ Flüssiggut (verflüssigtes Gas) ■ Flüssiggut (Weitere) ■ Sonstiges	Schüttgüter 95 % Kein Umschlag verflüssigter Gase
Passagieraufkommen im Verhältnis zu Stockholm (2019) ³²⁶		280 Tsd. Pax / Jahr
Seeverkehr		
Seeverkehrsaufkommen im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ³²⁷		450 Schiffe / Jahr
Schiffstypen Anteile der Schiffstypen am gesamten Seeverkehr (2019) ³²⁸	 ■ Container ■ Stückgut ■ Schüttgut ■ Tanker ■ Fahrgast ■ Sonstige	Stückgutfrachtschiffen mehr als 94 % Keine Tanker oder Fahrgastschiffe
Hochfrequentierte Verkehre ³²⁹	RoRo/RoPax Liniendienste nach Rønne und Ystad ab Fährhafen	
Räumliche Komplexität im Hafenbereich		
Hauptmerkmale Hafenstruktur ³³⁰	<i>Fährhafen:</i> Offene Zufahrt von Ostsee, keine Abzweigungen <i>Stadthafen:</i> Abgegrenzter Hafenbereich ohne Abzweigungen innerhalb des Hafenbeckens	
Eingeschleuster Bereich ³³¹		Keine Schleusen im Hafenbereich
Brücken im Hafenbereich	keine	
(LNG-)Infrastruktur		
LNG Import Terminal	Nicht vorhanden	
Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze ³³²		<i>Stadthafen:</i> Liegeplatz 11 <i>Fährhafen:</i> Bebunkerung möglich, keine genauen Liegeplätze ausgewiesen
Schutzgüter in mittelbarer Umgebung	<i>Fährhafen:</i> keine Schutzgüter <i>Stadthafen:</i> Touristische Attraktionen (Erlebniswelt U-Boot, Hafenmuseum)	

³²⁴ Vgl. Eurostat, 2020d.

³²⁵ Vgl. Eurostat, 2020e.

³²⁶ Vgl. Eurostat, 2020c.

³²⁷ Vgl. Eurostat, 2020b.

³²⁸ Vgl. Eurostat, 2020b.

³²⁹ Vgl. Mukran Port, 2020b.

³³⁰ Vgl. OpenStreetMap, 2020j.

³³¹ Vgl. Mukran Port, 2020a.

³³² Vgl. Kapitel 2.1.1.5.

(LNG-)Infrastruktur		
	Bunkerkonzepte³³³	TTS
	Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagstätigkeiten)	Ausstehend
	Liegeplätze mit Landstromanbindung	

³³³ Vgl. Kapitel 2.1.1.5.

2.3.1.11 Mannheim

Tabelle 22 | Steckbrief Hafen Mannheim

Organisationsform: Landlord Port	
Güterumschlag	
Güterumschlag im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ³³⁴	 7,8 Mio. t / Jahr
Ladungsarten Anteile am gesamten Güterumschlag (2019)	Keine öffentlich zugänglichen Daten auf vergleichbarer Basis
Passagieraufkommen im Verhältnis zu Stockholm (2019)	Keine öffentlich zugänglichen Daten auf vergleichbarer Basis
Schiffsverkehr	
Schiffsverkehrsaufkommen im Verhältnis zu Rotterdam	Keine öffentlich zugänglichen Daten auf vergleichbarer Basis
Schiffstypen Anteile der Schiffstypen am gesamten Schiffsverkehr	Keine öffentlich zugänglichen Daten auf vergleichbarer Basis
Hochfrequentierte Verkehre	Rheinfähre Sandhofen (Handelshafen) und Altrip (Rheinauhafen) ³³⁵ Binnenschiff-Verkehre nach Antwerpen, Rotterdam ³³⁶
Räumliche Komplexität im Hafenbereich	
Hauptmerkmale Hafenstruktur ³³⁷	<i>Handelshafen:</i> direkt rheinseitig und eine Abzweigung <i>Rheinauhafen, Altrheinhafen, Industriehafen:</i> nicht direkt rheinseitig, Abzweigungen in einzelne Hafenbecken
Eingeschleuster Bereich ³³⁸	 Altrheinhafen und Industriehafen eingeschleust
Brücken im Hafenbereich	Diverse Brücken vorhanden
(LNG-)Infrastruktur	
LNG Import Terminal	Nicht vorhanden
Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze	 Bunkervorgänge am Rheinkai (Handelshafen)
Schutzgüter in mittelbarer Umgebung	<i>Rheinkai:</i> Universität, Rheinpromenade, Verkehrsknotenpunkt B36/B37
Bunkerkonzepte ³³⁹	TTS
Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagstätigkeiten)	Ausstehend
Liegeplätze mit Landstromanbindung ³⁴⁰	

³³⁴ Vgl. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2020.

³³⁵ Vgl. Hafen Mannheim, 2020.

³³⁶ Vgl. Hafen Mannheim, 2018, S. 26.

³³⁷ Vgl. OpenStreetMap, 2020k.

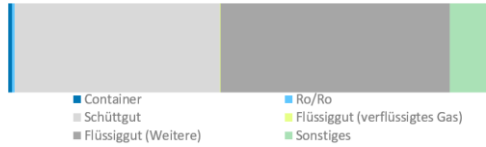
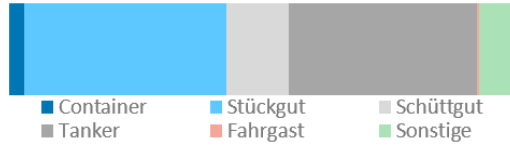
³³⁸ Vgl. Hafen Mannheim, 2020.

³³⁹ Vgl. Kapitel 2.1.1.6.

³⁴⁰ Vgl. Hafen Mannheim, 2018, S. 15.

2.3.1.12 Amsterdam

Tabelle 23 | Steckbrief Hafen Amsterdam

Organisationsform: Landlord Port		
Güterumschlag		
Güterumschlag im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ³⁴¹		103,9 Mio. t / Jahr
Ladungsarten Anteile am gesamten Güterumschlag (2019) ³⁴²	 ■ Container ■ Ro/Ro ■ Schüttgut ■ Flüssiggut (verflüssigtes Gas) ■ Flüssiggut (Weitere) ■ Sonstiges	Flüssig- und Schüttgüter mit fast gleich hohen Anteilen Anteil verflüssigter Gase an umgeschlagenen Flüssiggütern < 1 %
Passagieraufkommen im Verhältnis zu Stockholm (2019) ³⁴³		614 Tsd. Pax / Jahr
Seeverkehr		
Seeverkehrsaufkommen im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ³⁴⁴		5,6 Tsd. Schiffe / Jahr
Schiffstypen Anteile der Schiffstypen am gesamten Seeverkehr (2019) ³⁴⁵	 ■ Container ■ Stückgut ■ Schüttgut ■ Tanker ■ Fahrgast ■ Sonstige	Tanker und Stückgutfrachtschiffe jeweils fast 40 % Geringer Anteil an Containerschiffen mit weniger als 3 %
Hochfrequentierte Verkehre	Fährverkehr (diverse Fährlinien innerhalb des Hafenbereichs) ³⁴⁶ Ro/Ro-Verkehre nach Skandinavien und Großbritannien ³⁴⁷	
Räumliche Komplexität im Hafenbereich		
Hauptmerkmale Hafenstruktur ³⁴⁸	Über Schleuse erreichbar Insgesamt verschachtelt mit Vielzahl an Abzweigungen und abgetrennten Hafenbecken	
Eingeschleuster Bereich ³⁴⁹		Hafen über Schleusen in Ijmuiden erreichbar
Brücken im Hafenbereich	keine	
(LNG-)Infrastruktur		
LNG Import Terminal	Nicht vorhanden	

³⁴¹ Vgl. Eurostat, 2020d.

³⁴² Vgl. Eurostat, 2020b.

³⁴³ Vgl. Eurostat, 2020c.

³⁴⁴ Vgl. Eurostat, 2020f.

³⁴⁵ Vgl. Eurostat, 2020f.

³⁴⁶ Vgl. GVB Veren B.V., 2020.

³⁴⁷ Vgl. Port of Amsterdam, 2020c.

³⁴⁸ Vgl. OpenStreetMap, 2020l.

³⁴⁹ Vgl. Port of Amsterdam, 2020d.

(LNG-)Infrastruktur		
	Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze ³⁵⁰	 Großteil der vorhandenen Liegeplätze auch zur LNG-Bebunkerung ausgewiesen
	Schutzgüter in mittelbarer Umgebung	Keine Schutzgüter in Umgebung ausgewiesener LNG-Bunkerliegeplätze Sonstige Liegeplätze: Bahntunnel, Recycling Center, Umschlag von Raffinerieprodukten, Düngemitteln
	Bunkerkonzepte ³⁵¹	TTS; STS Besonderheit: „FlexFueller“ LNG-Bunkerbargen ohne eigenen Antrieb
	Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagstätigkeiten) ³⁵²	Ausstehend
	Liegeplätze mit Landstromanbindung ³⁵³	

³⁵⁰ Vgl. Port of Amsterdam, 2020b.

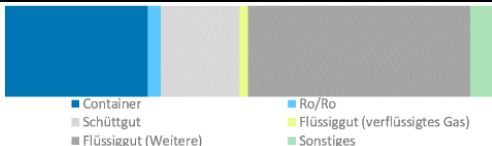
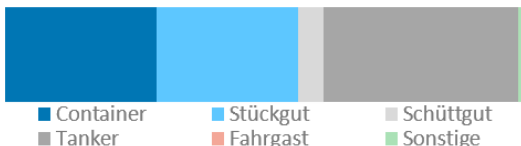
³⁵¹ Vgl. Port of Amsterdam, 2020b.

³⁵² Vgl. Kapitel 2.1.2.1.

³⁵³ Vgl. Port of Amsterdam., 2020d.

2.3.1.13 Rotterdam

Tabelle 24 | Steckbrief Hafen Rotterdam

Organisationsform: Landlord Port		
Güterumschlag		
Güterumschlag im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ³⁵⁴		439,6 Mio. t / Jahr
Ladungsarten Anteile am gesamten Güterumschlag (2019) ³⁵⁵	 ■ Container ■ Schüttgut ■ Flüssiggut (verflüssigtes Gas) ■ Ro/Ro ■ Sonstiges	Flüssiggüter 50 % Davon sind 3,5 % verflüssigte Gase
Passagieraufkommen im Verhältnis zu Stockholm (2019) ³⁵⁶		1,3 Mio. Pax / Jahr
Seeverkehr		
Seeverkehrsaufkommen im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ³⁵⁷		18,8 Tsd. Schiffe / Jahr
Schiffstypen Anteile der Schiffstypen am gesamten Seeverkehr (2019) ³⁵⁸	 ■ Container ■ Stückgut ■ Schüttgut ■ Tanker ■ Fahrgast ■ Sonstige	Ähnlich hohe Anteile an Containerschiffen, Frachtern und Stückgutfrachtschiffen Geringer Anteil von Schüttgutschiffen ca. 5 % Keine Fahrgastschiffe
Hochfrequentierte Verkehre ³⁵⁹	Ro/Ro-Verkehre nach Großbritannien, Irland, Norwegen ab Europoort, Britanniehaven, Vulcaanhaven	
Räumliche Komplexität im Hafenbereich		
Hauptmerkmale Hafenstruktur ³⁶⁰	Insgesamt verschachtelt mit Vielzahl an Abzweigungen und abgetrennten Hafenbecken	
Eingeschleuster Bereich		Keine Schleusen im Hafenbereich
Brücken im Hafenbereich	vorhanden	
(LNG-)Infrastruktur		
LNG Import Terminal ³⁶¹	Seit 2011 (Expansion geplant)	
Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze ³⁶²		Großteil der vorhandenen Liegeplätze auch zur LNG- Bebunkerung ausgewiesen
Schutzgüter in mittelbarer Umgebung	Ausgewiesene LNG-Bunkerplätze: Raffinerieprodukte, Fährterminal, Recycling-Center	

³⁵⁴ Vgl. Eurostat, 2020d.

³⁵⁵ Vgl. Eurostat, 2020b.

³⁵⁶ Vgl. Eurostat, 2020c.

³⁵⁷ Vgl. Eurostat, 2020f.

³⁵⁸ Vgl. Eurostat, 2020f.

³⁵⁹ Vgl. Port of Rotterdam, 2020b.

³⁶⁰ Vgl. OpenStreetMap, 2020m.

³⁶¹ Vgl. Gas Infrastructure Europe, 2019a.

³⁶² Vgl. Port of Rotterdam, 2019a.

Aufnahme rechtlicher Regelungen und Erarbeitung eines bundesweiten Leitfadens für einheitliche Vorschriften zum Bunkern von komprimierten und verflüssigten Gasen sowie Kraftstoffen mit niedrigem Flammpunkt in deutschen Seehäfen

(LNG-)Infrastruktur		
	Bunkerkonzepte ³⁶³	TTS; STS
	Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagstätigkeiten) ³⁶⁴	Gegeben
	Liegeplätze mit Landstromanbindung ³⁶⁵	

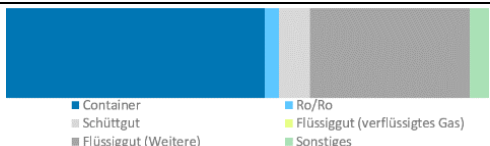
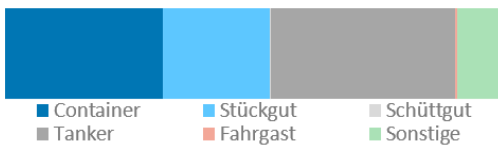
³⁶³ Vgl. Kapitel 2.1.2.2.; Ship Technology, 2018.

³⁶⁴ Vgl. Kapitel 2.1.2.2.

³⁶⁵ Vgl. Port of Rotterdam, 2020a.

2.3.1.14 Antwerpen

Tabelle 25 | Steckbrief Hafen Antwerpen

Organisationsform: Landlord Port		
Güterumschlag		
Güterumschlag im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ³⁶⁶		214 Mio. t / Jahr
Ladungsarten Anteile am gesamten Güterumschlag (2019) ³⁶⁷	 ■ Container ■ Ro/Ro ■ Schüttgut ■ Flüssiggut (verflüssigtes Gas) ■ Flüssiggut (Weitere) ■ Sonstiges	Containerumschlag 55 % Kein Umschlag verflüssigter Gase
Passagieraufkommen im Verhältnis zu Stockholm (2019) ³⁶⁸		61 Tsd. Pax / Jahr
Seeverkehr		
Seeverkehrsaufkommen im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ³⁶⁹		14,6 Tsd. Schiffe / Jahr
Schiffstypen Anteile der Schiffstypen am gesamten Seeverkehr (2019) ³⁷⁰	 ■ Container ■ Stückgut ■ Schüttgut ■ Tanker ■ Fahrgast ■ Sonstige	Ähnlich hohe Anteile von Tankern, Containerschiffen und Stückgutfrachtschiffen Der relativ hohe Anteil an <i>Sonstiges</i> ist auf Verkehr von Spezialfrachtschiffen zurückzuführen (ca. 9 %)
Hochfrequentierte Verkehre	Schelde-Fährverkehre (Diverse Linien entlang der Schelde) ³⁷¹ Container Short Sea Verkehre Skandinavien, Großbritannien, Irland ³⁷²	
Räumliche Komplexität im Hafenbereich		
Hauptmerkmale Hafenstruktur ³⁷³	Nordzee Terminal und Europa Terminal direkt seeseitige Kaimauer angrenzend an Schleuse Langgezogene Kaimauer entlang des Kanaaldok im eingeschleusten Bereich; vereinzelt abgehende Hafenbecken	
Eingeschleuster Bereich ³⁷⁴		
Brücken im Hafenbereich	keine	
(LNG-)Infrastruktur		
LNG Import Terminal ³⁷⁵	Nicht vorhanden	

³⁶⁶ Vgl. Eurostat, 2020d.

³⁶⁷ Vgl. Eurostat, 2020b.

³⁶⁸ Vgl. Eurostat, 2020c.

³⁶⁹ Vgl. Eurostat, 2020g.

³⁷⁰ Vgl. Eurostat, 2020g.

³⁷¹ Vgl. DeWaterbus, 2020.

³⁷² Vgl. Port of Antwerp, 2020b.

³⁷³ Vgl. OpenStreetMap, 2020n.

³⁷⁴ Vgl. Port of Antwerp, 2017.

³⁷⁵ Vgl. Port Technology International, 2020.

(LNG-)Infrastruktur		
	Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze ³⁷⁶	 Großteil der vorhandenen Liegeplätze auch zur LNG-Bebunkerung ausgewiesen
	Schutzgüter in mittelbarer Umgebung ³⁷⁷	keine Bunkerplätze angrenzend an Schleusen , keine unter Oberleitungen , wenn abgetrenntes Hafenbecken, dann eingeschränkt Bebunkerung im hinteren Bereich (nur in vorderen (Zufahrts-) Bereich)
	Bunkerkonzepte ³⁷⁸	TTS; STS; PTS
	Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagstätigkeiten) ³⁷⁹	Gegeben
	Liegeplätze mit Landstromanbindung ³⁸⁰	

³⁷⁶ Vgl. Port of Antwerp, 2020d.

³⁷⁷ Vgl. Port of Antwerp, 2020d.

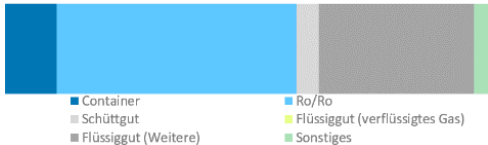
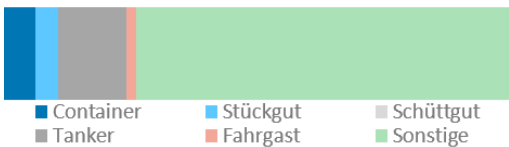
³⁷⁸ Vgl. Kapitel 2.1.3.1.

³⁷⁹ Vgl. Kapitel 2.1.3.1.

³⁸⁰ Vgl. Port of Antwerp, 2020a.

2.3.1.15 Zeebrugge

Tabelle 26 | Steckbrief Hafen Zeebrugge

Organisationsform: Landlord Port		
Güterumschlag		
Güterumschlag im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ³⁸¹		28,9 Mio. t / Jahr
Ladungsarten Anteile am gesamten Güterumschlag (2019) ³⁸²	 ■ Container ■ Ro/Ro ■ Schüttgut ■ Flüssiggut (verflüssigtes Gas) ■ Flüssiggut (Weitere) ■ Sonstiges	Ro/Ro mehr als 50 % Flüssiggütern fast 33 % (keine verfl. Gase)
Passagieraufkommen im Verhältnis zu Stockholm (2019) ³⁸³		1 Mio. Pax / Jahr
Seeverkehr		
Seeverkehrsaufkommen im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ³⁸⁴		7,7 Tsd. Schiffe / Jahr
Schiffstypen Anteile der Schiffstypen am gesamten Seeverkehr (2019) ³⁸⁵	 ■ Container ■ Stückgut ■ Schüttgut ■ Tanker ■ Fahrgast ■ Sonstige	Der Hauptanteil von ca. 60 % ist unter <i>Sonstiges</i> ist auf Spezialfrachtschiffe zurückzuführen Keine Schüttgutschiffe
Hochfrequentierte Verkehre	Ro/Ro-Verkehre Großbritannien und Irland ab diversen Terminals im Hafenbereich (Wielingen Terminal, P&O Ferries Terminal, Toyota Terminal, Hanzeterminal, ...) ³⁸⁶	
Räumliche Komplexität im Hafenbereich		
Hauptmerkmale Hafenstruktur ³⁸⁷	<i>Außenhafen:</i> relativ großflächig mit einzelnen Hafenbecken <i>Eingeschleuster Hafenbereich:</i> verhältnismäßig schmal und langgezogen, wenige Abzweigungen. Zufahrt zu Brugge-Zeebrugge-Kanal.	
Eingeschleuster Bereich ³⁸⁸		
Brücken im Hafenbereich	keine	
(LNG-)Infrastruktur		
LNG Import Terminal ³⁸⁹	Seit 1987 (im Außenhafen lokalisiert)	
Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze ³⁹⁰		

³⁸¹ Vgl. Eurostat, 2020d.

³⁸² Vgl. Eurostat, 2020b.

³⁸³ Vgl. Eurostat, 2020c.

³⁸⁴ Vgl. Eurostat, 2020g.

³⁸⁵ Vgl. Eurostat, 2020g.

³⁸⁶ Vgl. Port of Zeebrugge, 2020d.

³⁸⁷ Vgl. OpenStreetMap, 2020o.

³⁸⁸ Vgl. Port of Zeebrugge, 2020a.

³⁸⁹ Vgl. Gas Infrastructure Europe, 2019b.

³⁹⁰ Vgl. Port of Zeebrugge, 2019.

(LNG-)Infrastruktur	
Schutzgüter in mittelbarer Umgebung	Schutzgüter in Umgebung ausgewiesener LNG-Bunkerliegeplätze: Kreuzfahrtterminal (Passagieraufkommen) Sonstige Liegeplätze: Fähranleger (P&O)
Bunkerkonzepte ³⁹¹	TTS, STS
Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagstätigkeiten) ³⁹²	Gegeben
Liegeplätze mit Landstromanbindung ³⁹³	

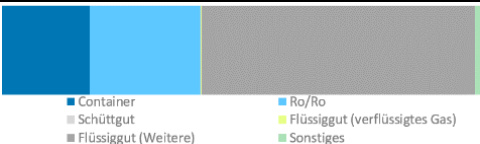
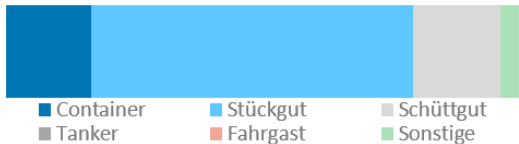
³⁹¹ Vgl. Kapitel 2.1.3.2.

³⁹² Vgl. Kapitel 2.1.3.2.

³⁹³ Vgl. Port of Zeebrugge, 2020b.

2.3.1.16 Göteborg

Tabelle 27 | Steckbrief Hafen Göteborg

Organisationsform: Landlord Port		
Güterumschlag		
Güterumschlag im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ³⁹⁴		38,9 Mio. t / Jahr
Ladungsarten Anteile am gesamten Güterumschlag (2019) ³⁹⁵	 ■ Container ■ Ro/Ro ■ Schüttgut ■ Flüssiggut (verflüssigtes Gas) ■ Flüssiggut (Weitere) ■ Sonstiges	Flüssiggütern 58 % Sehr geringer Anteil davon verflüssigte Gase (<1 %)
Passagieraufkommen im Verhältnis zu Stockholm (2019) ³⁹⁶		1,7 Mio. Pax / Jahr
Seeverkehr		
Seeverkehrsaufkommen im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ³⁹⁷		6 Tsd. Schiffe / Jahr
Schiffstypen Anteile der Schiffstypen am gesamten Seeverkehr (2019) ³⁹⁸	 ■ Container ■ Stückgut ■ Schüttgut ■ Tanker ■ Fahrgast ■ Sonstige	60 % Stückgutfrachtschiffe Containerschiffe und Schüttgutschiffe haben ähnlichen Anteil Keine Tanker
Hochfrequentierte Verkehre	Linien-Fährverkehr (Diverse Linien im Hafenbereich) ³⁹⁹ Ro/Ro- und Ro/Pax-Verkehre nach Großbritannien, Belgien, Dänemark ab Gothenburg Roro Terminal (Außenhafen), Denmark Terminal, Germany Terminal ⁴⁰⁰	
Räumliche Komplexität im Hafenbereich		
Hauptmerkmale Hafenstruktur ⁴⁰¹	Äußerer Hafenbereich: Kaimauer direkt seeseitig Stadthafen: langgezogen, kaum Abzweigungen, vereinzeln Hafenbecken, ansonsten Kaimauern direkt Göta-seitig	
Eingeschleuster Bereich ⁴⁰²		
Brücken im Hafenbereich	Älvsborgbron	
(LNG-)Infrastruktur		
LNG Import Terminal ⁴⁰³	Geplant	

³⁹⁴ Vgl. Eurostat, 2020d.

³⁹⁵ Vgl. Eurostat, 2020b.

³⁹⁶ Vgl. Eurostat, 2020c.

³⁹⁷ Vgl. Eurostat, 2020h.

³⁹⁸ Vgl. Eurostat, 2020h.

³⁹⁹ Vgl. Västtrafik, 2019.

⁴⁰⁰ Vgl. Port of Gothenburg, 2020b.

⁴⁰¹ Vgl. OpenStreetMap, 2020p.

⁴⁰² Vgl. Port of Gothenburg, 2020a, S. 9.

⁴⁰³ Vgl. Gas Infrastructure Europe, 2019a.

(LNG-)Infrastruktur		
	Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze ⁴⁰⁴	 Bunkerplätze von Hafenbehörde nicht explizit ausgewiesen
	Schutzgüter in mittelbarer Umgebung	Ro/Pax-Terminal (Passagieraufkommen), Raffinerieprodukte (Stadthafen-Einfahrt)
	Bunkerkonzepte ⁴⁰⁵	TTS; STS
	Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagstätigkeiten) ⁴⁰⁶	Gegeben
	Liegeplätze mit Landstromanbindung ⁴⁰⁷	

⁴⁰⁴ Vgl. Kapitel 2.1.4.1.

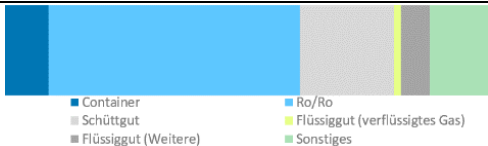
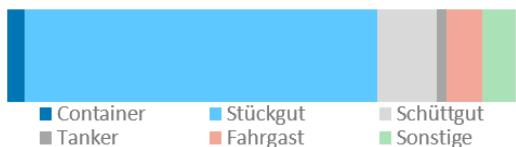
⁴⁰⁵ Vgl. Port of Gothenburg, 2018a.

⁴⁰⁶ Vgl. Port of Gothenburg, 2018a.

⁴⁰⁷ Vgl. Port of Gothenburg, 2020a, S. 20.

2.3.1.17 Stockholm

Tabelle 28 | Steckbrief Hafen Stockholm

Organisationsform: Landlord Port		
Güterumschlag		
Güterumschlag im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ⁴⁰⁸		4,7 Mio. t / Jahr
Ladungsarten Anteile am gesamten Güterumschlag (2019) ⁴⁰⁹	 ■ Container ■ Ro/Ro ■ Schüttgut ■ Flüssiggut (verflüssigtes Gas) ■ Flüssiggut (Weitere) ■ Sonstiges	Mehr als 60 % Ro/Ro 20 % der Flüssiggüter sind verflüssigte Gase
Passagieraufkommen im Verhältnis zu Stockholm (2019) ⁴¹⁰		8,4 Mio. Pax / Jahr
Seeverkehr		
Seeverkehrsaufkommen im Verhältnis zu Rotterdam (2019) ⁴¹¹		4,6 Tsd. Schiffe / Jahr
Schiffstypen Anteile der Schiffstypen am gesamten Seeverkehr (2019) ⁴¹²	 ■ Container ■ Stückgut ■ Schüttgut ■ Tanker ■ Fahrgast ■ Sonstige	Stückgutfrachtschiffe fast 70 % Fahrgastschiffe 7 %
Hochfrequentierte Verkehre	Ro/Pax-Verkehre im Ostseeraum ab Stadsgården ⁴¹³	
Räumliche Komplexität im Hafenbereich		
Hauptmerkmale Hafenstruktur ⁴¹⁴	Geografisch bedingte verzweigte Zufahrt zum Hafen Hafenbereich zweigeteilt: Außenhafen Kaimauer direkt seeseitig; Stadthafen nicht verschachtelt, zwei Hauptterminals/Hafenbecken	
Eingeschleuster Bereich ⁴¹⁵		
Brücken im Hafenbereich	Vorhanden, jedoch keine in Haupt-Hafenbereich	
(LNG-)Infrastruktur		
LNG Import Terminal ⁴¹⁶	LNG Import Terminal in Nynäshamn seit 2011	
Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze ⁴¹⁷		Stadsgården (STS, TTS)

⁴⁰⁸ Vgl. Eurostat, 2020d.

⁴⁰⁹ Vgl. Eurostat, 2020b.

⁴¹⁰ Vgl. Eurostat, 2020c.

⁴¹¹ Vgl. Eurostat, 2020h.

⁴¹² Vgl. Eurostat, 2020h.

⁴¹³ Vgl. Ports of Stockholm, 2020.

⁴¹⁴ Vgl. OpenStreetMap, 2020q.

⁴¹⁵ Vgl. OpenStreetMap, 2020q.

⁴¹⁶ Vgl. Gas Infrastructure Europe, 2019b.

⁴¹⁷ Vgl. Ports of Stockholm, 2014b.

Aufnahme rechtlicher Regelungen und Erarbeitung eines bundesweiten Leitfadens für einheitliche Vorschriften zum Bunkern von komprimierten und verflüssigten Gasen sowie Kraftstoffen mit niedrigem Flammpunkt in deutschen Seehäfen

(LNG-)Infrastruktur	
Schutzgüter in mittelbarer Umgebung	Kreuzfahrt-Terminal: hohes Passagieraufkommen
Bunkerkonzepte ⁴¹⁸	TTS; STS; (PTS in Nynäshamn)
Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagstätigkeiten) ⁴¹⁹	Gegeben
Liegeplätze mit Landstromanbindung ⁴²⁰	

⁴¹⁸ Vgl. Ports of Stockholm, 2014b.

⁴¹⁹ Vgl. Kapitel 2.1.4.2.

⁴²⁰ Vgl. Ports of Stockholm, 2019.

2.3.2 Vergleichende Beurteilung der rechtlichen Grundlagen der Referenzhäfen

Aus der Betrachtung der nationalen rechtlichen Grundlagen für die Durchführung des Bunkerns alternativer Schiffskraftstoffe ergibt sich die Ersteinschätzung, dass die betrachteten europäischen Referenzhäfen im Status quo deutlich ausgeprägtere Rahmenbedingungen schaffen. Dies erzeugt eine höhere Anwenderfreundlichkeit bei gleichzeitiger Gewährleistung sicherheitstechnisch einwandfreier Bunkervorgänge. In den deutschen Regelungstexten wird das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe bisher kaum explizit aufgegriffen. Das schon heute in einigen deutschen Seehäfen gängige Bunkern von LNG ist größtenteils nur durch Ausnahmegenehmigungen zulässig. Um in den deutschen Seehäfen einen harmonisierten Rechtsrahmen zu schaffen, bietet sich die Übertragung ausgewählter rechtlicher Rahmenbedingungen als valides Instrument an. Die Inhalte der zuvor im Kapitel 2.1 ermittelten Regularien für alternative Schiffskraftstoffe wurden auf potenziell übertragbare Bestandteile untersucht und gegenübergestellt (siehe Anhang 2 - Regelungstexte der Häfen für das Bunkern alternativer). Die Betrachtung fokussiert dabei u. a. die folgenden Schwerpunkte:

- SIMOPS während des Bunkerns (siehe Tabelle 47)
- Bunkerchecklisten (siehe Tabelle 48)
- Wettergrenzen (siehe Tabelle 49)
- Kontrollzonen (siehe Tabelle 50)
- Meldepflichten (siehe Tabelle 51)
- Bunker-Betriebsgenehmigungen (siehe Tabelle 52)

Die Analyse bestätigt den Ersteindruck, nach dem die Regelungstexte der europäischen Referenzhäfen detaillierter auf das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe eingehen, wobei standortübergreifend ein eindeutiger Fokus auf das Bunkern von LNG zu beobachten ist. Die Häfen von Zeebrugge (Bunkerordnung einschließlich LNG) und Göteborg (LNG-Bunkerordnung) verfügen über eigens auf LNG-Bunkervorgänge ausgerichtete Regelwerke. Die Häfen von Amsterdam und Rotterdam vereinfachen die Genehmigungspraxis, indem seit Ende 2019 eine einheitliche HBO für die beiden Standorte gilt, die auch das Bunkern von LNG regelt. Zudem gibt es ergänzende Dekrete, die auch Bestimmungen für weitere alternative Kraftstoffe aufweisen. In den deutschen Seehäfen bestehen für das Bunkern von alternativen Kraftstoffen ebenfalls Anforderungen, die sich jedoch nahezu ausschließlich auf LNG beziehen. Diese sind Bestandteil bereits bestehender Risikoanalysen für LNG-Bunkervorgänge (siehe Kapitel 2.5) oder auch der mit Ausnahmegenehmigungen in Verbindung stehenden Genehmigungsanträge und hafenbehördlichen Verfügungen. Sie finden sich größtenteils jedoch nicht in den Regelungstexten wieder und wurden in dieser Betrachtung daher vernachlässigt. Die Ergebnisse des Vergleichs der Bunkervorschriften in den deutschen Seehäfen und den europäischen Referenzhäfen sind in Tabelle 29 veranschaulicht und beziehen sich mangels Berücksichtigung weiterer alternativer Schiffskraftstoffe in den Regelungstexten i. d. R. auf das Bunkern von LNG.

Gemeinsamkeiten der Regularien der Referenzhäfen

Ein Prinzip, das standortübergreifend bspw. in den niederländischen und belgischen Häfen zur Anwendung kommt, ist die Vorqualifizierung von Bunkerlieferanten. Diese Vorgehensweise bietet den Vorteil, dass bestimmte nicht veränderliche Anforderungen, die der jeweilige Antragsteller nachweisen kann, nicht vor jedem einzelnen Bunkervorgang eingeholt werden müssen, sondern für die Dauer der Gültigkeit der Bescheinigung fixiert sind. Somit kann der beidseitige Aufwand verringert werden. Die Qualifizierung des Bunkerlieferanten ersetzt dabei i. d. R. nicht die jeweilige Einzelgenehmigung, die Spezifikationen zum Liegeplatz, Bunkerkonzept, Bunkermenge etc. regelt. Im Zusammenhang der Formulierung von Anforderungen an die Bunkerlieferanten und -empfänger ist überdies hervorzuheben, dass die europäischen Referenzhäfen (insbesondere Göteborg) durch zahlreiche Verweise auf internationale Standards und Normen ihre Erwartungen öffentlich präsentieren und somit potenziell den Genehmigungsprozess vereinfachen.

Zusammenfassung der Erkenntnisse

Eine direkte Übertragung rechtlicher Grundlagen erscheint für die wenigsten Kriterien zielführend, da sich die Regularien auf Hafenebene zu heterogen gestalten. Harmonisierte Regelungen bzgl. des Bunkerns von LNG konnten im Vergleich lediglich für wenige Kriterien nachgewiesen werden, hierfür seien bspw.:

- die Nutzung der IAPH-Bunkerchecklisten und
- die Ausrichtung des Ausmaßes der Safety Zone nach der Empfehlung von 25 m

genannt. Eine Eignung der Anwendung dieser und weiterer Regelungen für das Bunkern weiterer alternativer Schiffskraftstoffe erfolgt in Vorbereitung der Handlungsempfehlungen im Kapitel 3.1. Es lassen sich dennoch grundlegend gute Handlungsweisen ableiten, die nach erster Einschätzung auch auf die deutschen Hafenstandorte und kraftstoffartenunabhängig anwendbar sind. Das Prinzip der Vorqualifizierung wird im Bereich der deutschen Seehäfen in ähnlicher Weise bspw. bereits vom Hafen Rostock praktiziert.

Tabelle 29 | Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene mit Bezug zum Bunkern (von LNG)⁴²¹

Hafen	Bunkerzulässigkeit	SIMOPS	Bunkercheckliste	Wettergrenzen	Kontrollzonen	Meldepflichten	Vorqualifizierung	Weitere Maßnahmen
Bremische Häfen	HafenO § 53 (1)							
Brunsbüttel ⁴²²	HBO § 5		Anlage HBO					
Kiel								
Rostock						HNO § 19		
Sassnitz	HNO § 16 (2)							
Mannheim								
Hamburg	GGBBV § 14 (1)							
Wilhelmshaven								
Cuxhaven								
Emden								
Amsterdam	HafenO Art. 8	HafenO Art. 8.1	Bunkerchecklisten-Dekret					HafenO LNG-Bunkerdekrete
Rotterdam								
Antwerpen	Hafenvorschriften 5.5.4.1 b)		Hafenvorschriften 5.5.4.6 b)	Hafenvorschriften 5.5.4.1 b)	Hafenvorschriften 5.5.4.1 b)	Hafenvorschriften 5.5.4.1 b)	Hafenvorschriften 5.5.2.2 b)	Hafenvorschriften
Zeebrugge	Bunkerordnung: Kap. 3.1 und 4.1	Bunkerordnung Kap. 3.1 u. 4.1 § 7	Bunkerordnung Kap. 3.1 u. 4.1 § 8	Bunkerordnung Kap. 3.1 u. 4.1 § 3	Bunkerordnung Kap. 3.1/4.1 § 4, 5	Bunkerordnung Kap. 3.1/4.1 § 14	Bunkerordnung Kap. 3.2.1 u. 4.2.1	Bunkerordnung Kap. 3 und 4
Göteborg	LNG-Betriebsvorschriften Kap. 2	LNG-Betriebsvorschriften 2.6 u. 4	LNG-Betriebsvorschriften Kap. 4	LNG-Betriebsvorschriften Kap. 2.5	LNG-Betriebsvorschriften Kap. 2.3	LNG-Betriebsvorschriften Kap. 2.8		LNG-Betriebsvorschriften
Stockholm			Hafenvorschriften Kap. 6.3			Hafenvorschriften Kap. 6.1		Hafenvorschriften
Auswertung	Heterogene und hafenspezifische Regularien ohne Übertragungspotenzial	SIMOPS müssen im klassen-genehmigten LNBMP beschrieben sein	Nutzung der IAPH Bunkerchecklisten	Heterogene Regularien, Wetter erfordert teilweise eigene Studien	Orientierung der Safety Zone an der Empfehlung der IAPH von 25 m	Heterogene und hafenspezifische Regularien ohne Übertragungspotenzial	IAPH Audit Tool eignet sich für Vorqualifizierung Bunkerparteien	Heterogene und hafenspezifische Regularien ohne Übertragungspotenzial

⁴²¹ Die bremischen Häfen, Brunsbüttel, Rostock, Hamburg und Emden verfügen über eigene Risikoanalysen und teilweise Genehmigungsanträge bzw. hafenbehördliche Verfügungen, die Anforderungen an das Bunkern von LNG stellen. Die Tabelle betrachtet nur die Inhalte der jeweils geltenden Fassung der HBO/HNO des jeweiligen Hafenstandorts.

⁴²² Die Informationen zum Hafen Brunsbüttel wurden in Kapitel 2.1.1.4 spezifiziert. Die HBO gilt i. V. m. § 24 der HSOV SH.

2.3.3 Auswertung der Kategorisierung der Referenzhäfen und ihrer rechtlichen Grundlagen

Auf Basis der Charakterisierung der Referenzhäfen können erste generelle Aussagen getroffen werden:

1. Die für das Bunkern alternativer Kraftstoffe relevanten Regularien lassen sich aus einem Kategorisierungsmodell nur unzureichend ableiten, weshalb eine solche Clusterung der Referenzhäfen kein passender Indikator für die Übertragbarkeit rechtlicher Grundlagen ist.
2. Die großen europäischen Referenzhäfen, wie bspw. Rotterdam und Antwerpen, verdeutlichen, dass eine komplexe infrastrukturelle und verkehrliche Ausgangssituation eines Hafens nicht zwingend Einschränkungen für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe (hier LNG) bedeutet.

Die Auswertung der Steckbriefe hat ergeben, dass eine Generalisierung der Referenzhäfen in Anbetracht konkreter Übertragbarkeiten rechtlicher Grundlagen lediglich durch quantitative Eigenschaften nicht möglich ist. Diese dienen zwar der Einstufung der Komplexität sowie der grundsätzlichen Einordnung der Häfen untereinander, bieten jedoch einen als gering einzustufenden Mehrwert für die Ableitung rechtlicher Grundlagen. Aus dem Güterumschlagvolumen lässt sich bspw. keine direkte Aussage hinsichtlich des Bunkerns von LNG und entsprechenden Voraussetzungen im Hafenbereich ableiten. Für das Seeverkehrsaufkommen lassen sich lediglich zusammen mit den infrastrukturellen Besonderheiten und der räumlichen Komplexität des Hafens fundierte Aussagen treffen.

Die Untersuchung ergibt, dass für die Referenzhäfen keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Ausprägung der infrastrukturellen und rechtlichen Voraussetzungen für das Bunkern von LNG und der Intensität des Güterumschlags, des Seeverkehrs und der räumlichen Komplexität bestehen. Gleiches kann auch für weitere alternative Kraftstoffe angenommen werden und bildet eine wichtige Voraussetzung für ein zukünftig flächendeckendes Bunkerangebot. Auch in Deutschland (bspw. in Brunsbüttel und Emden) fanden LNG-Bunkervorgänge bereits unter tendenziell erschwerten Bedingungen, wie einer direkten Anbindung an das Fahrwasser einer Bundeswasserstraße, statt.

Für Genehmigungen des Bunkerns alternativer Schiffskraftstoffe ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen der Schaffung der eigentlichen Voraussetzungen für den Bunkervorgang und der behördlichen Genehmigung unter Würdigung aller relevanten Sicherheitsaspekte. Für die erstgenannte Voraussetzung stellt sich die vorgenommene Kategorisierung der Referenzhäfen als sehr gute Basis heraus, hierbei spielen vor allem die folgenden Aspekte eine Rolle:

- Passierende Schiffsverkehre und Frequenzen
- Schiffsgrößen
- Struktur des Hafenbereichs (Breite der Hafenbecken und Wasserstraßen, verkehrsberuhigte Sackgassen, Brücken und weitere kritische Infrastruktur)
- Geschwindigkeiten
- Eingeschleuster Bereich
- Nautische Besonderheiten wie Lotsenwechsel, Reede, Wendebecken etc.

Wie die Ergebnisse der Kategorisierung der Referenzhäfen vermuten lassen, spielen diese Kriterien zum aktuellen Zeitpunkt in der deutschen Genehmigungspraxis für das Bunkern alternativer Kraftstoffe mitunter die entscheidende Rolle und könnten sich teilweise als Showstopper erweisen. Die adäquate Berücksichtigung der zuvor stichpunktartig genannten verkehrlichen und infrastrukturellen Gegebenheiten kann somit als eine der wichtigsten Aufgaben bei der Erstellung eines Leitfadens für das sichere Bunkern identifiziert werden. Dieses zentrale Ziel des Leitfadens soll durch ein Vorgehensmodell für harmonisierte Risikoanalysen erreicht werden, das auf jegliche Kombinationen aus Bunkerkonzept und Liegeplatzsituation anwendbar ist. Dieser Aspekt findet sich im Leitfaden im Kapitel 3.4 wieder.

Die Gegenüberstellung der betrachteten Hafenstandorte findet sich in Tabelle 30. Sie stellt in komprimierter Art und Weise die vorgenannten wesentlichen Erkenntnisse der Steckbriefe der einzelnen Hafenstandorte dar. Somit ermöglicht sie einen Vergleich des Güterumschlags, der seeverkehrlichen Charakteristika und der räumlichen Komplexität mit der vorhandenen (LNG-)Infrastruktur.

Tabelle 30 | Ergebnismatrix für die Kategorisierung der Referenzhäfen

Standort	Organisationsform	Güterumschlag			Seeverkehr			Räumliche Komplexität im Hafenbereich		(LNG-) Infrastruktur							
		Umschlagsvolumen	Ladungsarten ■ Container ■ Ro/Ro ■ Schüttgut (Stückgut) ■ Flüssig (verfl. Gas) ■ Flüssig (Stückgut) ■ Sonstige	Passagieraufkommen	Verkehrsaufkommen	Schiffstypen ■ Container ■ Tanker ■ Stückgut ■ Fahrgast ■ Schüttgut ■ Sonstige	Hochfrequentiert	Eingeschleust. Bereich	Brücken	LNG-Import-Terminal	Ausgewiesene Bunkerliegeplätze	Bunkermodi			SIMOPS Zulässigkeit	Liegeplätze mit Landstromanbindung	
												TTS	STS	PTS			
Emden	Landlord Port							Fähre (F.); Ro/Ro			-		X	X		gegeben	
Cuxhaven	Landlord Port						F.; Ro/Ro			-		X			ausstehend		
Wilhelmshaven	Landlord Port						F.; Container			-					ausstehend		
Bremen	Landlord Port						Schüttgut; F.			-					ausstehend		
Bremerhaven	Landlord Port						Container; F.		X	-		X	X		ausstehend		
Hamburg	Landlord Port						F.		X	-		X	X		ausstehend		
Brunsbüttel	Private Serv. P.						Tanker			geplant 2022		X	X		ausstehend		
Kiel	Landlord Port						F.; Ro/Pax			-		X	X		ausstehend		
Rostock	Landlord Port						F.;Ro/Pax; Ro/Ro			geplant 2023		X	X		ausstehend		
Sassnitz	Landlord Port						Ro/Pax; Ro/Ro			-		X			ausstehend		
Mannheim	Landlord Port		n/a	n/a	n/a	n/a	Binnenfracht; F.		X	-		X			ausstehend		
Amsterdam	Landlord Port						Ro/Ro; F.		X	-		X	X		gegeben		
Rotterdam	Landlord Port						Ro/Ro		X	2011		X	X		gegeben		
Antwerpen	Landlord Port						Container					X	X	X	gegeben		
Zeebrugge	Landlord Port						Ro/Ro		X	1987		X	X		gegeben		
Göteborg	Landlord Port						Ro/Ro		X	geplant		X	X		gegeben		
Stockholm	Landlord Port						Ro/Pax		X	2011			X	(X)	gegeben		

2.4 Evaluierung von Erfahrungswerten und (inter)nationaler guter Praxis

Zunächst wird für die untersuchten Referenzhäfen eine Auswahl durchgeführter bzw. dauerhaft etablierter Bunkeraktivitäten evaluiert, hinsichtlich Bunkerliegeplatz und -konzept systematisch gegenübergestellt und innerhalb der Ergebnisse des Kapitels 0 verortet. Dies schließt die aus operativer Sicht wichtige Beurteilung der Gleichzeitigkeit von Umschlag- und Bunkervorgang (SIMOPS) mit ein, deren ganzheitliche Würdigung jedoch Bestandteil des Kapitels 2.5 ist. Der Fokus bei der Betrachtung liegt wiederum auf dem Bunkern von LNG. Zudem werden, sofern vorhanden, ausgewählte bereits durchgeführte Bunkeroperationen mit weiteren alternativen Schiffskraftstoffen ergänzt.

Im zweiten Bearbeitungsschritt erfolgt für eine mit dem DMZ abgestimmte Auswahl von Stakeholdern der deutschen Hafenstandorte die Vorbereitung und Durchführung von partiell-standardisierten Expertengesprächen, die der weiterführenden Schärfung der erarbeiteten genehmigungsrechtlichen Zusammenhänge von Bunkervorgängen (insbesondere von LNG) am jeweiligen Standort dienen.

Die bisherigen Ergebnisse der Studie werden anschließend in ein Workshopformat überführt, welches auf die gemeinsame Diskussion mit den oben definierten Stakeholdergruppen der verschiedenen Verwaltungs-/Zuständigkeitsebenen ausgerichtet ist („round table“).

2.4.1 Evaluierung beispielhafter Bunkeraktivitäten

Die durchgeführten bzw. dauerhaft etablierten Bunkeraktivitäten werden beschrieben und in Tabelle 31 zusammengefasst. Dabei wird mit den deutschen Seehäfen begonnen, um im Anschluss die Aktivitäten in den europäischen Referenzhäfen gegenüberzustellen. Zum Abschluss werden Bunkeraktivitäten weiterer alternativer Schiffskraftstoffe resümiert, die nicht den betrachteten Referenzhäfen zuzuordnen sind.

Bremerhaven

In Bremerhaven wurde im August 2017 das auf LNG-Betrieb umgerüstete Containerschiff ‚Wes Amelie‘ (IMO-Nr: 9504059) am Kühlhauskai mit vier LNG-Tkw initial bebunkert. Der Liegeplatz liegt in einem eingeschleusten Bereich, der von der Weser abgängig ist und somit eine geschützte Lage aufweist. Deutschlandweit erfolgte hier der erste TTS Transfer von LNG, weshalb der Hafen schon länger als „LNG-READY“ gilt. Im Juni 2020 fand die erste STS-Bebunkerung statt, als das Kreuzfahrtschiff ‚Iona‘ (IMO-Nr: 9826548) initial bebunkert wurde. Das Bunkern erfolgte an der Columbuskaje, die direkt an der Weser liegt. In Bremerhaven finden keine regelmäßigen LNG-Bunkervorgänge statt. Durch die Nähe zur Fassmer-Werft dient der Hafen allerdings zur Initialbebunkerung neugebauter oder umgerüsteter LNG-Schiffe.

Brunsbüttel

Der Hafen Brunsbüttel kann durch diverse Bebunkerungen im Elbehafen bereits mehrjährige Erfahrungen bei der Versorgung von Schiffen mit LNG sowohl im TTS- als auch STS-Konzept aufweisen. Im Februar und im März 2018 wurde der unter belgischer Flagge fahrende Hopperbagger ‚Scheldt River‘ (IMO-Nr: 9778143) über zwei Tkw mit LNG versorgt. Im Oktober 2019 führte der Bunkerlieferant Nauticor die erste LNG STS-Bebunkerung in Deutschland im Brunsbütteler Elbehafen durch. Der Brunsbütteler Elbehafen liegt direkt an der Wasserstraße Elbe, wenngleich der Abstand zum Fahrwasser verhältnismäßig groß ist. Die nautischen Besonderheiten sind neben den passierenden Schiffsverkehren u. a. der Lotsenwechsel und auf Reede liegende Schiffe. In Brunsbüttel werden aktuell noch keine Linienverkehre versorgt, allerdings erfolgt die Bebunkerung des auf der Elbe eingesetzten Hopperbaggers ‚Scheldt River‘ regelmäßig.

Cuxhaven

Mit der MS ‚Helgoland‘ (IMO-Nr: 971486) wurde in Cuxhaven Ende 2015 ein Passagierschiff mit LNG-Antrieb in Betrieb genommen. Dieses wird regelmäßig im TTS-Konzept bebunkert.

Emden

Seit August 2018 wird die Fähre MS ‚Ostfriesland‘ (IMO-Nr: 8324622) wöchentlich mit LNG versorgt. Dies erfolgt durch eine TTS-Bebunkerung. Als Bunkerliegeplatz hierfür dient der nordwestliche Teil des Emder Außenhafens, der sich direkt vor der Nesserlander Schleuse befindet. In Emden verkehren zudem zwei mit LNG betriebene Autotransporter. Im August 2020 wurde daher die erste STS-Bebunkerung im Hafen Emden durchgeführt, in Zukunft sollen regelmäßig Autotransporter mit LNG versorgt werden. Als Liegeplatz für den STS-Transfer ist die Emspier, die direkt an der Wasserstraße Ems liegt, vorgesehen. Seit 2019 ist diese vertieft, weshalb nun größere Schiffe anlegen können. Darüber hinaus wurden u. a. durch die Erstellung einer Risikoanalyse und die Durchführung einer Machbarkeitsstudie inkl. Schiffssimulation alle genehmigungspflichtigen Voraussetzungen für die Emspier geschaffen.

Rostock

Im Januar 2020 fand im Rostocker Hafen die erste STS-Bebunkerung statt, nachdem in den vergangenen Jahren ausschließlich TTS-Transfers im Überseehafen stattgefunden haben. Dabei erfolgte die Bebunkerung des Offshore-Installationsschiffes ‚Orion‘ (IMO-Nr: 9825453) am Kai des Kranherstellers Liebherr, der nicht unmittelbar an die benachbarte Wasserstraße Warnow angrenzt. In Rostock bestehen bisher keine wiederkehrenden LNG-Bunkervorgänge.

Amsterdam

Im Hafen von Amsterdam ist das Bunkern von LNG grundsätzlich in verschiedenen Bereichen des Hafens möglich. Zur Darstellung wird auf der Internetseite eine Karte zur Verfügung gestellt, die zugelassene LNG-Bunkerliegeplätze ausweist. Als Bunkerlieferanten stehen in erster Linie die FlexFueler-Bargen von Titan LNG zur Verfügung. Diese besitzen einen Stammliegeplatz im Amerikahafen, der v. a. als Bunkerliegeplatz für Binnenschiffe dient. Für die Bebunkerung von Seeschiffen können die Bunkerbargen zudem flexibel im Hafengebiet an den entsprechenden Liegeplätzen zum Einsatz kommen. Neben STS-Transfers sind auch TTS-Bebunkerungen mit LNG im Amsterdamer Hafen möglich, hierfür ist allerdings eine Ausnahmegenehmigung erforderlich.⁴²³ Im Dezember 2019 wurden im Amsterdamer Hafen während der LNG-Bebunkerung des Tankers ‚Ramelia‘ (IMO-Nr: 9818280) durch Titan LNG zum ersten Mal SIMOPS durchgeführt.⁴²⁴

Rotterdam

Die Hafenbehörde in Rotterdam weist grundsätzlich und eingeschränkt mögliche LNG-Bunkerliegeplätze anhand einer Bunkerkarte aus.⁴²⁵ Im Hafengebiet bestehen vielfältige Möglichkeiten des LNG-Bunkerns im TTS- und STS-Konzept.⁴²⁶ Darüber hinaus besitzt der Hafen ein LNG-Importterminal mit einer Kapazität von 540 Tsd. m³, aufgeteilt auf drei Tanks, an dem LNG per Tanker bspw. aus dem Mittleren Osten, Australien und Asien ankommt und für die weitere Nutzung u. a. als Schiffskraftstoff verteilt werden kann.⁴²⁷ Der Rotterdamer Hafen kann im Umgang mit LNG zudem eingehende Erfahrungen bei der Durchführung von SIMOPS aufweisen. Im Juli 2019 erfolgten hier die ersten SIMOPS im Rahmen der LNG-Bebunkerung des Containerschiffs ‚Containerships Nord‘ (IMO-Nr: 9813993) bei gleichzeitigem Ladungsumschlag. Die Ermöglichung von SIMOPS während des Bunkerns von LNG gewinnt als Servicedienstleistung zunehmend auch für die Terminalbetreiber an Bedeutung. So sind am Europoort-Terminal des niederländischen Unternehmens Vopak seit Sommer 2020 SIMOPS gestattet.⁴²⁸ Die Entwicklung des Rotterdamer Hafens als LNG-Hub wird zudem durch den regelmäßigen Anlauf einer der weltweit größten LNG-Bunkerschiffseinheiten, der ‚Gas Agility‘ (IMO-Nr: 9850680) befördert. Das mit

⁴²³ Vgl. Port of Amsterdam, 2020b.

⁴²⁴ Vgl. GreenPort, 2019.

⁴²⁵ Vgl. Port of Rotterdam, 2019a.

⁴²⁶ Vgl. Port of Rotterdam, 2020a.

⁴²⁷ Vgl. Port of Rotterdam, 2020e.

⁴²⁸ Vgl. Offshore Energy, 2020a.

einem Ladevolumen von 18,6 Tsd. m³ ausgestattete Bunkerschiff⁴²⁹ soll u. a. die im September 2020 in Dienst gestellte ‚CMA CGM Jacques Saade‘ (IMO-Nr: 9839179) sowie ihre nachfolgenden Schwesterschiffe mit LNG versorgen. Die Containerschiffe verfügen ihrerseits jeweils über einen LNG-Tank mit einer Kapazität von 18,6 Tsd. m³.⁴³⁰ Allein durch diese neun Containerschiffe rechnet der Hafenbetrieb Rotterdam mit einer jährlichen LNG-Bunkermenge in Höhe von 300 Tsd. t.⁴³¹ Der Einsatz von LNG als Kraftstoff nimmt u. a. aufgrund des starken öffentlichen Diskurses auch in der Kreuzfahrtindustrie eine wachsende Bedeutung ein. Bei der Versorgung hebt sich der Rotterdamer Hafen bspw. durch das Bebunkern des weltweit ersten LNG-angetriebenen Kreuzfahrtschiffes, der ‚AIDAnova‘ (IMO-Nr: 9781865), hervor. Dieses wird teilweise im Rotterdamer Hafen selbst, aber auch in anderen auf seiner Route liegenden Häfen durch LNG aus dem Rotterdamer Importterminal versorgt.⁴³²

Antwerpen

Der Hafen Antwerpen nutzt ebenfalls eine Kartendarstellung, um potenzielle Abnehmer auf die grundsätzlich und eingeschränkt zur Verfügung stehenden LNG-Bunkerliegeplätze für STS-Transfers hinzuweisen. Für die Versorgung weist die Hafenbehörde auf die Bunkerbargen ‚FlexFueler 001‘ (ENI-Nr.: 2338215) und ‚LNG London‘ (ENI-Nr.: 6105621) hin, die nach dem IAPH-Audit Tool für das Bunkern im Hafen von Antwerpen vorqualifiziert sind.⁴³³ Die Möglichkeit einer TTS-Bebunkerung besteht an der Bunkerstation des Unternehmens Fluxys. Hier soll im Jahr 2021 zudem eine ortsfeste LNG-Bunkeranlage für PTS-Bebunkerungen in Betrieb gehen.⁴³⁴ Im September 2020 wurden im Antwerpener Hafen im Rahmen der LNG-Bebunkerung des Tankers ‚Tern Sea‘ (IMO-Nr: 9747974) durch Titan LNG zum ersten Mal SIMOPS durchgeführt.⁴³⁵

Zeebrugge

Die Hafenbehörde Zeebrugge nennt in der Bunkerordnung für STS-Transfers die zur Verfügung stehenden LNG-Bunkerliegeplätze. Das Bunkern von LNG im TTS-Konzept ist ebenfalls grundsätzlich möglich.⁴³⁶ Für die Versorgung mit LNG als Schiffskraftstoff ist in Zeebrugge u. a. die ‚GREEN ZEEBRUGGE‘ (IMO-Nr: 9750024) mit einer Kapazität von 5 Tsd. m³ im Einsatz. Sie bebunkert bspw. die beiden Autotransporter ‚Auto Energy‘ (IMO-Nr: 9736377) und ‚Auto Eco‘ (IMO-Nr: 9736365).⁴³⁷ Der Hafen von Zeebrugge fungiert zudem durch sein seit 1987 bestehendes LNG-Importterminal mit einer Kapazität von 380 Tsd. m³, aufgeteilt auf vier Tanks als LNG-Hub.⁴³⁸ Der Transport zu Abnehmern im europäischen Hinterland erfolgt schwerpunktmäßig per Tkw, die Beförderung per Bahn wird in einem Pilotprojekt erprobt.⁴³⁹

Göteborg

Im Hafen von Göteborg können Schiffe unter Berücksichtigung der LNG-Bunkerregeln der Hafenbehörde sowohl im STS- als auch im TTS-Konzept mit LNG bebunkert werden.⁴⁴⁰ Hierbei sind für wasserseitige Bebunkerungen die vorwiegend im Ostseeraum operierende Bunkerschiffe, wie z. B. die ‚Coralus‘ (IMO-Nr: 9769128) oder die über eine LNG-Kapazität von 7,5 Tsd. m³ verfügende ‚Kairos‘ (IMO-Nr: 9819882)⁴⁴¹, im Einsatz.⁴⁴² Der Göteborger Hafen verfügt über umfangreiche Erfahrungen im Umgang mit

⁴²⁹ Vgl. TOTAL, 2020.

⁴³⁰ Vgl. CMA CGM, 2020.

⁴³¹ Vgl. Täglicher Hafenbericht, 2020b.

⁴³² Vgl. Kieler Nachrichten, 2019.

⁴³³ Vgl. Port of Antwerp, 2020a.

⁴³⁴ Vgl. Fluxys, 2020.

⁴³⁵ Vgl. Offshore Energy, 2020b.

⁴³⁶ Vgl. Port of Zeebrugge, 2019.

⁴³⁷ Vgl. GoLNG, 2020.

⁴³⁸ Vgl. NS Energy, 2019.

⁴³⁹ Vgl. Täglicher Hafenbericht, 2020c.

⁴⁴⁰ Vgl. Port of Gothenburg, 2020c.

⁴⁴¹ Vgl. NAUTICOR, 2019.

⁴⁴² Vgl. Gasum, 2020b.

SIMOPS. Die erste LNG-Bebunkerung mit simultanen Umschlagaktivitäten fand im Oktober 2017 im Energy Port statt. Bereits bis April 2018 wurde eine zweistellige Anzahl von LNG-Bunkervorgängen mit SIMOPS durchgeführt. Bei den SIMOPS handelte es sich überwiegend um den Umschlag von Gasöl.⁴⁴³ Der Göteborger Hafen verfügt zudem über ein LNG-Importterminal mit einer Lagerkapazität von 33 Tsd. m³.⁴⁴⁴

Eine Besonderheit des Göteborger Hafens ist die Erfahrung mit dem Bunkern von Methanol. Das im Jahr 2015 mit einem kombinierten Methanolantrieb ausgerüstete RoRo-/Passagierschiff ‚Stena Germanica‘ (IMO-Nr: 9145176) kann hier sowohl aus einer ortsfesten Bunkeranlage als auch per TTS bebunkert werden.⁴⁴⁵

Stockholm

Die LNG-Bunkeraktivitäten im städtischen Stockholmer Hafengebiet gelten vorwiegend dem RoRo-/Passagierschiff ‚Viking Grace‘ (IMO-Nr: 9606900). Dieses wird regelmäßig am Fährterminal Stadsgården im STS-Konzept durch das Bunkerschiff ‚Seagas‘ (IMO-Nr: 7382691) versorgt. Im April 2020 wurde hierbei der Meilenstein von 2 Tsd. LNG-Bebunkerungen erreicht.⁴⁴⁶ Durch die ‚Viking Grace‘ verfügt der Stockholmer Hafen zudem über Erfahrungen mit SIMOPS, da während der Bebunkerung zum Teil RoRo- und Terminal-Verkehre sowie Passagierwechsel stattfinden.⁴⁴⁷ Darüber hinaus verfügt der Hafenstandort Stockholm im auswärtigen Hafen von Nynäshamn über ein LNG-Importterminal mit einer Kapazität von bis zu 20 Tsd. m³.⁴⁴⁸ Dort besteht zudem die Möglichkeit, Schiffe an einer Bunkerstation im TTS-Konzept zu bebunkern, die gleichzeitige Umschlagaktivitäten ermöglicht.⁴⁴⁹

Einspeisung von (LNG-basiertem) Landstrom

Im Rahmen der Charakterisierung der Referenzhäfen wurde u. a. die Verfügbarkeit von Liegeplätzen mit Landstromanbindung bewertet. Diese Anlagen dienen der Emissionsminderung bei der Energieversorgung der Schiffe während der Hafenliegezeiten. Üblicherweise werden Schiffe im Hafen bei abgeschalteter Hauptmaschine durch schiffsinterne Dieselgeneratoren versorgt. Die Vorgaben der IMO zur nachhaltigen Reduzierung der durch die Schifffahrt verursachten Emissionen⁴⁵⁰, deren schädlicher Wirkung die Menschen insbesondere beim Ausstoß in Terminalnähe ausgesetzt sind, können u. a. durch die Errichtung von Landstromanlagen erreicht werden. Hierbei muss der Strom nicht zwangsläufig aus dem Stromnetz entnommen werden, sondern kann alternativ durch die Verbrennung von LNG erzeugt werden. Eine entsprechende Anlage befindet sich mit der Power-Barge ‚Hummel‘ seit 2014 in Hamburg im Einsatz.⁴⁵¹ Die Flexibilität einer Barge verspricht anwendungsseitige Vorteile, denen ein komplexerer Genehmigungsprozess gegenübersteht.⁴⁵² Darüber hinaus geht perspektivisch betrachtet die Möglichkeit verloren, komplett regenerativ erzeugten Strom in das Bordnetz einzuspeisen.

Bislang hat sich der Bezug von Landstrom im Allgemeinen in den deutschen Seehäfen, insbesondere aufgrund der fehlenden Wirtschaftlichkeit, noch nicht flächendeckend durchgesetzt. Die Einspeisung LNG-basierten Stroms im Speziellen hingegen wird u. a. vor dem Hintergrund der genannten Nachteile sowie der allgemeinen Marktentwicklung zugunsten herkömmlicher Landstromanlagen als nur bedingt zukunftssträchtig eingeschätzt.

⁴⁴³ Vgl. Port of Gothenburg, 2018.

⁴⁴⁴ Vgl. Hydrocarbons Technology, 2020.

⁴⁴⁵ Vgl. Technocean Consulting, 2021.

⁴⁴⁶ Vgl. Vgl. Offshore Energy, 2020c.

⁴⁴⁷ Vgl. Wärtsilä, 2016.

⁴⁴⁸ Vgl. Nauticor, 2020.

⁴⁴⁹ Vgl. Gasum, 2020a.

⁴⁵⁰ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2020.

⁴⁵¹ Vgl. Forschungs-Informations-System, 2019.

⁴⁵² Für den Betrieb der LNG-Hybrid-Barge sind die immissionsschutzrechtlichen Grundlagen die §§ 4 und 19 des BImSchG i. V. m. Nr. 1.2.3.2 des Anhangs 1 der 4. BImSchV. Zudem sind eine wasserrechtliche Erlaubnis und eine weitere immissionsrechtliche Genehmigung für die Lagerung notwendig.

Tabelle 31 | Übersicht etablierter Bunkeraktivitäten in europäischen Seehäfen

					
Standort	Bunkeraktivitäten	TTS	STS	PTS	Bunkerliegeplatz
Emden	Fähre ‚Ostfriesland‘ dauerhaft, Autotransporter zukünftig regelmäßig	X	X		Nordwestlicher Teil des Emder Außenhafens (TTS) Emspier (STS)
Brunsbüttel	‚Scheldt River‘ regelmäßig während Baggerarbeiten in der Elbe	X	X		Elbehafen
Bremerhaven	Initialbebunkierungen der ‚Wes Amelie‘ und ‚IONA‘	X	X		Kühlhauskai (TTS) Columbuskaje (STS)
Rostock	Unregelmäßige Bebunkierungen (z. B. ‚Orion‘)	X	X		z. B. Liegeplatz 15 (STS)
Cuxhaven	Fähre ‚Helgoland‘ dauerhaft	X			
Amsterdam	Regelmäßige LNG-Bebunkierungen v. a. durch FlexFueller-Bargen	X	X		Amerikahafen (STS für Binnenschiffe) Gemäß LNG Bunker Map
Rotterdam	Regelmäßige LNG-Bebunkierungen durch FlexFueller und diverse Bunkerschiffe (z. B. ‚Gas Agility‘)	X	X		Gemäß LNG Bunker Map
Antwerpen	Regelmäßige LNG-Bebunkierungen durch FlexFueller und Bunkerschiffe (z. B. ‚LNG London‘)	X	X	(X) ⁴⁵³	Gemäß LNG Bunker Map (ortsfeste Bunkerstation am Liegeplatz 526)
Zeebrugge	Regelmäßige LNG Bebunkierungen bspw. durch ‚GREEN ZEEBRUGE‘	X	X		Gemäß Bunkerordnung (STS)
Göteborg	Regelmäßige LNG Bebunkierungen bspw. durch ‚Kairos‘ oder ‚Coralus‘, Methanolbebunkierungen der ‚Stena Germanica‘	X	X		Gemäß LNG-Bunkerordnung
Stockholm	Regelmäßige LNG Bebunkierungen der ‚Viking Grace‘ und weiterer Fähren in Nynäshamn	X	X		Fährterminal Stadsgården LNG-Bunkerstation in Nynäshamn

Weitere Bunkeraktivitäten alternativer Schiffskraftstoffe

Neben der für den Göteborger Hafen beispielhaft skizzierten Methanolbebunkierung wurde nach Anwendungsszenarien weiterer alternativer Schiffskraftstoffe außerhalb der Referenzhäfen recherchiert.

Für Ammoniak konnten keine nennenswerten Bunkeraktivitäten festgestellt werden. Derzeit befindet sich noch kein derartig angetriebenes Schiff in Dienst.⁴⁵⁴ Mit LPG betriebene Schiffe sind gegenwärtig ebenfalls noch wenig verbreitet. Eines der wenigen Beispiele ist der mit einem dual-fuel-Antrieb ausgestattete LPG-Tanker ‚BW Gemini‘ (IMO-Nr: 9703007), der Ende 2020 in Houston zum ersten Mal mit dem Flüssiggas

⁴⁵³ Für 2020 geplante ortsfeste Bunkerstation

⁴⁵⁴ Vgl. DNV GL, 2021.

beladen und simultan bebunkert wurde.⁴⁵⁵ Auch die Anwendungsszenarien für Schiffe, die mit Wasserstoff angetrieben werden, sind im Status quo begrenzt. Beispielhaft genannt werden kann das Kanalschubboot ‚ELEKTRA‘, das zwischen Berlin und Hamburg im Einsatz ist und durch Brennstoffzellen angetrieben wird. Diese wiederum werden durch Wasserstoff betrieben, der nicht gebunkert wird, sondern als „Wasserstoffbündel“ in Druckbehältern an Bord gebracht wird.⁴⁵⁶ Die erste hochseefähige Wasserstoff-Fähre soll ab 2021 zwischen den schottischen Inseln Orkney und Shapinsay pendeln. Auch sie soll durch Brennstoffzellen auf Basis von Wasserstoff angetrieben werden. Für das Bunkern ist ein mobiler Trailer vorgesehen. An dem Projekt ist u. a. das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt beteiligt.⁴⁵⁷

2.4.2 Durchführung von Expertengesprächen

Um ergänzend zu den analysierten rechtlichen Grundlagen sowie den ermittelten Profilen der Hafenstandorte auch Einblicke in die gegenwärtige Genehmigungspraxis des Bunkerns alternativer Schiffskraftstoffe zu erlangen, wurden in der Studie Expertengespräche mit verschiedenen Stakeholdern geführt. Hierfür wurden wiederum schwerpunktmäßig LNG-Bunkervorgänge betrachtet. Eine möglichst globale Betrachtungsweise wurde durch den Einbezug von Gesprächspartnern der für (LNG-)Bunkervorgänge wesentlichen Verwaltungs- und Zuständigkeitsebenen sichergestellt. Hierbei wurden die anzusprechenden Stakeholder in die folgenden Gruppen aufgeteilt:

- Politik und Verwaltung
- Genehmigungs- und Hafenbehörden
- Organisationen der Gefahrenabwehr
- Dienstleister (insbesondere Infrastruktur- und Terminalbetreiber)
- LNG-Bunkerlieferanten
- LNG-Bunkerempfänger

Die Gespräche stützen sich auf semi-standardisierte Interviewleitfäden, die stakeholdergruppenspezifisch zusammengestellt wurden. Eine Übersicht der Gesprächspartner ist in Tabelle 32 dargestellt. Es wurden mit 26 Akteuren Expertengespräche geführt.

⁴⁵⁵ Vgl. BW LPG, 2020.

⁴⁵⁶ Vgl. BEHALA, 2021.

⁴⁵⁷ Vgl. DLR, 2018.

Tabelle 32 | Übersicht Stakeholdergespräche

Standort	Politik und Verwaltung	Genehmigungs- /Hafenbehörde	Organisationen der Gefahrenabwehr	Dienstleister (insb. Infrastruktur- und Terminalbetreiber)	LNG-Bunkerlieferant	LNG-Bunkerempfänger
Emden	GDWS	Hafenkapitän	Feuerwehr	EVAG Autoport Emden Nautitec	GasCom Equipment Shell	
Bremische Häfen		Hafenkapitän				Wessels Reederei
Brunsbüttel	Wirtschafts- und Verkehrsministerium SH	LKN.SH als zuständige Hafenbehörde		Brunsbüttel Ports (inkl. Hafenkapitän)	Nauticor/Gasum	DEME Group
Hamburg	Behörde für Justiz und Verbraucherschutz	HPA Hafenkapitän	WaSchPo Feuerwehr			
Rostock	Energie- und Infrastrukturministerium MV	Hafenkapitän		Rostock Port		
Mannheim		Hafengesellschaft Mannheim				
Übergreifend	Achim Wehrmann BMVI					Containerships

2.4.3 (Praxis-)Workshop mit Experten

Der Workshop fand am 24.09.2020 als digitales Format statt und behandelte schwerpunktmäßig das Bunkern von LNG. Mit dem Workshop wurde das Ziel verfolgt, erste konsensfähige Inhalte für den im späteren Bearbeitungsverlauf der Studie zu erarbeitenden Leitfaden zu ermitteln. Zudem sollten die ersten Ergebnisse der Studie durch die Erfahrungen der eingeladenen Experten aus der Genehmigungspraxis kritisch reflektiert werden. Eine Übersicht des Ablaufs ist in Tabelle 33 veranschaulicht.

Tabelle 33 | Ablauf des Round Table am 24.09.2020

Programmpunkt		
Begrüßung im Plenum - DMZ - Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus des Landes SH - Ramboll Impulsvorträge - DEME Group - Kommunale Hafenbehörde der Hansestadt Lübeck		
Modul 1: Risiko- u. Gefährdungsanalysen Vorgehen, Leitfäden, Schwerpunkte und Besonderheiten Leitung: Projektteam Impulsgeber: DMZ und Hansestadt Bremsches Hafenamt	Modul 2: Regelungstexte und Verweise Status quo, Harmonie und Veränderungen Leitung: Projektteam Impulsgeber: DMZ und Wirtschaftsministerium SH	Modul 3: Prozess der Bunkeranfrage und SIMOPS - Ablauf, Aufwand, Potenziale - Fokus auf SIMOPS Leitung: Projektteam Impulsgeber: DMZ und WESSELS Reederei
Zusammenfassung und Formulierung nächster Schritte im Plenum - Vorstellung Ergebnisse Modul 1 - Vorstellung Ergebnisse Modul 2 inkl. Durchführung einer Umfrage - Vorstellung Ergebnisse Modul 3 Auswertung der Veranstaltung und Verabschiedung		

Neben den bereits in den Interviewgesprächen konsultierten Stakeholdern wurden auf den relevanten Verwaltungs- und Zuständigkeitsebenen bundeslandübergreifend weitere Stakeholder angesprochen, um die Veranstaltung um weitere Blickwinkel, Meinungen und Erfahrungen zu erweitern. Der Workshop begann mit einer einführenden Plenumssitzung, die mit der Begrüßung der Teilnehmer durch die Geschäftsführung und Projektleitung des DMZ eingeleitet wurde und neben der Skizzierung des Projektauftrags einen Dank für das zahlreiche Mitwirken am Workshop enthielt. Den einleitenden Worten schloss sich das Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus SH an, das die Bedeutsamkeit der Formulierung harmonisierter Verfahrensregeln bei der LNG-Bebunkerung in den

deutschen Seehäfen unterstrich. In der Folge stellte Herr Thomas Rust, Projektleiter des Auftragnehmers Ramboll, den aktuellen Bearbeitungsstand sowie die weiteren Bearbeitungsschritte der Studie vor. Zwei Impulsvorträge der DEME Group sowie der kommunalen Hafenbehörde der Hansestadt Lübeck stellten schließlich den Praxisbezug sowohl von der Anwender- als auch der Hafenseite her.

Im Anschluss wurden die Teilnehmer auf drei Videokonferenzräume aufgeteilt, in denen jeweils ein für die Genehmigungspraxis von LNG-Bunkervorgängen besonders wichtiger Themenbereich behandelt wurde. Das bevorzugte Workshop-Modul konnte im Vorfeld der Veranstaltung individuell ausgewählt werden, zu Auswahl standen hierbei die Themenbereiche:

- Risiko- und Gefährdungsanalysen (Modul 1);
- Regelungstexte und Verweise (Modul 2) und
- Prozess der Bunkieranfrage und SIMOPS (Modul 3).

Die Aufteilung verfolgte das Ziel, die drei zwischen dem DMZ und dem Gutachterteam abgestimmten wichtigsten Themenbereiche inhaltlich zu fokussieren und somit Impulse zu generieren, die die bisherigen Ergebnisse und die Ausrichtung der Studie ergänzen und ggf. kritisch würdigen. Für die Teilnehmer bot die Separierung darüber hinaus die Möglichkeit, ihre individuellen Erfahrungen zielgerichtet einzubringen und in den Austausch mit weiteren Experten des jeweiligen Teilgebietes zu treten. Bei der Leitung der Workshop-Module wurde das Projektteam durch Experten unterstützt, die bei der Moderation der Arbeitsgruppen ihre Hilfe zur Verfügung stellten und den Diskurs durch ihre Steuerung und das Setzen von Akzenten befruchteten. Die Ergebnisse der drei Workshop-Module sind in Abbildung 18, Abbildung 19 und Abbildung 20 veranschaulicht.

In einer zweiten Plenumsitzung wurden den übrigen Teilnehmern zunächst die Ergebnisse aller drei Module durch die Workshop-Leiter präsentiert.

Modul 1: Risiko- und Gefährdungsanalysen

Im Modul 1 diskutierten die Teilnehmer Entscheidungsgrundlagen des sicheren LNG-Bunkerns, die in Form von Risiko- und Gefährdungsanalysen bestimmt werden können. Der vom Projektteam erwartete und von den Teilnehmern bestätigte thematische Schwerpunkt lag auf der Ermittlung der Kontrollzonen, die zum einen die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gewährleisten und zum anderen auch schutzwürdige Personengruppen und Infrastruktur berücksichtigen.

Abbildung 18 | Ergebnisübersicht des Moduls Risiko- und Gefährdungsanalysen

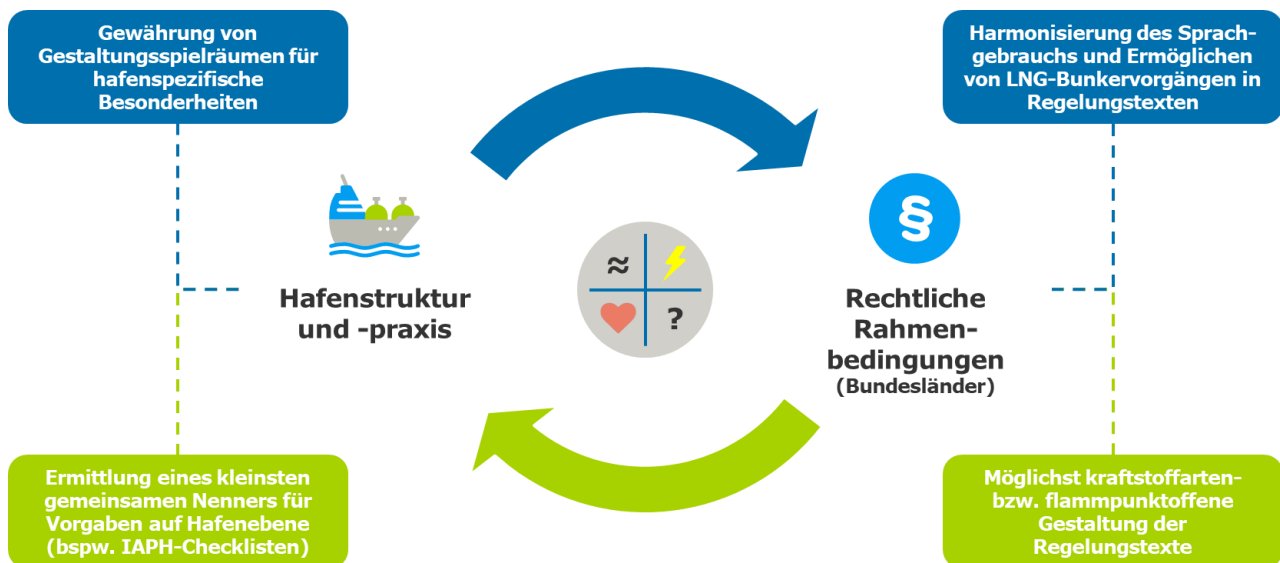


Eine grundsätzliche Einigkeit unter den Teilnehmern konnte hinsichtlich der Verwendung bestehender Praxisleitfäden bei der Erstellung von Risikoanalysen und des Bedarfs einer Handlungsempfehlung für die Auslegung der unterschiedlichen baulichen Ausführungen von LNG-Bunkerschiffen und LNG-betriebenen Schiffen (v. a. Unterschiede bei Abständen zwischen Außenhaut und LNG-Tank – siehe Kapitel 3.4.1) erzielt werden.

Modul 2: Regelungstexte und Verweise

Da die Regelungstexte in den relevanten Gesetzen und VO der deutschen Küstenbundesländer im Status quo alternative Kraftstoffe im Allgemeinen oder LNG im Speziellen größtenteils nicht explizit aufgreifen, kommen für die praktische Durchführung der Bunkervorgänge teilweise Ausnahmeregelungen zum Tragen (siehe Anhang 3 - LNG-Bebunkerung in den Regelungstexten deutscher Bundesländer). Eine Ausnahme stellte zum Zeitpunkt des Workshops die HafVO in MV dar, die das Bunkern tiefgekühlt verflüssigter Gase explizit erlaubt und vom Projektteam als gute Praxis vorgestellt wurde.⁴⁵⁸ Der Vorschlag zur Fixierung weiterer allgemeingültiger Anforderungen auf Hafenebene, bspw. innerhalb der HBO mündete darüber hinaus in der wichtigen Erkenntnis, dass die Empfehlungen des Leitfadens keinesfalls einschneidend auf den Gestaltungsspielraum der Häfen bei der Genehmigungserteilung wirken dürfen. Mit dieser Prämisse wird das Projektteam im Leitfaden die teils stark ausgeprägten hafenspezifischen Besonderheiten in den deutschen Seehäfen berücksichtigen (siehe Kapitel 3.1).

Abbildung 19 | Ergebnisübersicht des Moduls Regelungstexte und Verweise



Darüber hinaus wurde im weiteren Verlauf des Workshops im Plenum eine Umfrage zum Thema Regelungstexte und Verweise unter allen Teilnehmern durchgeführt. Ermittelt wurde, wie nach der Meinung der Teilnehmer zukünftig LNG-Bebunkerungen in den Regelungstexten (auf Bundeslandebene) ermöglicht werden sollen. Mit 62,5 % sprachen sich fast zwei Drittel der Teilnehmer der Abstimmung dafür aus, das Bunkern von LNG im Landesrecht grundsätzlich, aber nur mit Erteilung einer Genehmigung der zuständigen Hafenbehörde, zu ermöglichen. Dieses Vorgehen entspricht der derzeitigen Handhabung in der HafVO des Bundeslandes MV und belässt die weitergehende Ausgestaltung der Anforderungen an LNG-Bunkervorgänge bei den vor Ort zuständigen Hafenbehörden. Die übrigen Befragten befürworteten zu ungefähr gleichen Teilen die Nutzung einer Ausnahmeregelung zur Ermöglichung von LNG-

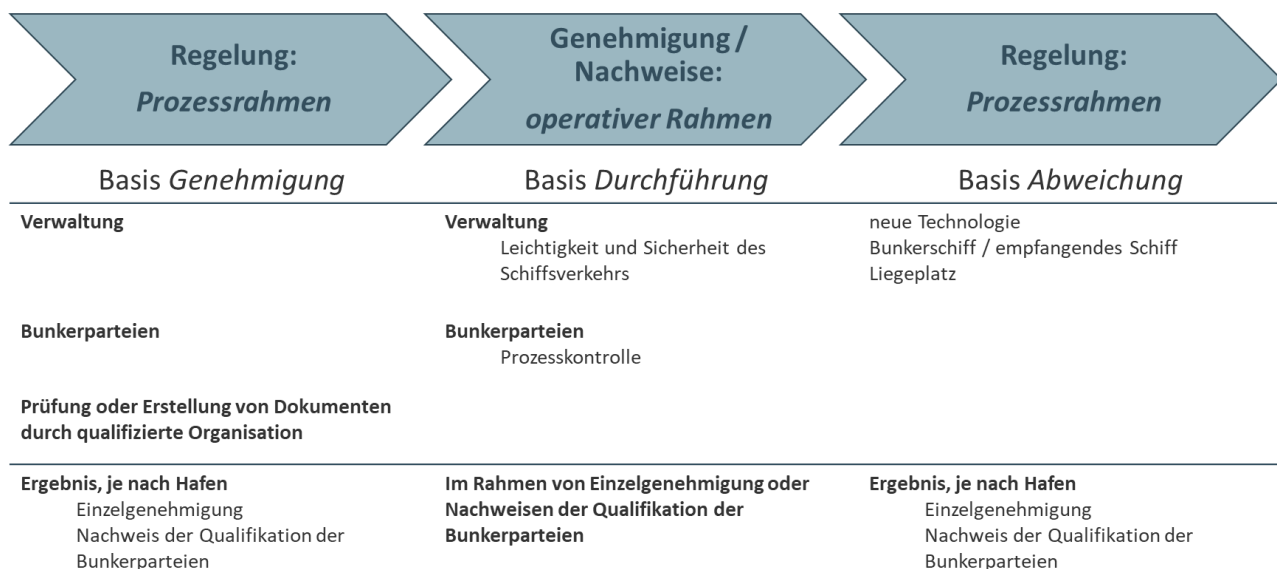
⁴⁵⁸ Mit der geänderten Verordnung behandelt die HSO des Bundeslandes SH ab 19.02.2021 ebenfalls explizit das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe (vgl. Kapitel 2.1.1.4) und benennt hierfür grundlegende Anforderungen.

Bunkervorgängen (keine explizite Behandlung im Landesrecht) bzw. die Ergänzung der Regelungstexte um allgemeingültige Anforderungen an das Bunkern von LNG.

Modul 3: Prozess der Bunkieranfrage und SIMOPS

Hinsichtlich des Prozesses der Bunkieranfrage beschäftigte sich das Modul 3 zum einen mit den vom Hafen bereitgestellten Informationen und beleuchtete zum anderen auch die bereitzustellenden Dokumente der LNG-Bunkerlieferanten und -empfänger. Vonseiten der Häfen wurde insbesondere die Veröffentlichung von Bunkerkarten, die für die LNG-Bebunkerung zugelassene Hafenbereiche ausweisen, als hilfreich identifiziert. Die Diskussion zu den Nachweisen, die die Bunkerempfänger und -lieferanten erbringen müssen, ergab zudem, dass ausgewählte Informationen (bspw. Klassezeugnisse der Schiffe, Nachweis technischer Zulassungen) die Basis für eine Vorqualifizierung bilden können, die die grundsätzliche Fähigkeit des Inhabers zum Bunkern nachweist. Das Modul behandelte zudem die Gleichzeitigkeit von u. a. Umschlag- und LNG-Bunkervorgängen (SIMOPS). Hierbei wurden Erfahrungen ausgetauscht und die Notwendigkeit eines möglichst einheitlichen Verfahrens bei der Genehmigung von SIMOPS durch die Teilnehmer betont.

Abbildung 20 | Ergebnisübersicht des Moduls Prozess der Bunkieranfrage und SIMOPS



Zum Abschluss der Veranstaltung wurden die zuvor präsentierten Ergebnisse der drei Module im Plenum diskutiert und Fragen der Teilnehmer beantwortet. Schließlich resümierte die Geschäftsführung des DMZ, dass in der Veranstaltung über viele gute Ansätze gesprochen wurde, die dazu beitragen werden, einen umfassend konsensfähigen und anwendungsfreundlichen Leitfaden aus den bisherigen und den noch zu bearbeitenden Schwerpunkten formulieren zu können.

Um sowohl den inhaltlichen Gehalt der Veranstaltung als auch ihre nachträgliche Wirkung zu erhöhen, wurden den beteiligten Experten zum einen im Vorfeld der Veranstaltung begleitende Informationen (Übersicht zur Behandlung der LNG-Bebunkerung in den Regelungstexten der deutschen Küstenbundesländer) zur Verfügung gestellt. Zum anderen erfolgte im Nachgang des Round Table der Versand der Inhalte und Ergebnisse der Workshop-Module.

2.5 Evaluierung erforderlicher Risikoanalysen bei STS-Bebunkerungen

In diesem Kapitel werden die für das seeseitige Bunkern in den deutschen Seehäfen geforderten Risikobetrachtungen ermittelt und ausgewertet. In Ermangelung von Risikoanalysen für weitere alternative Schiffskraftstoffe in den deutschen Seehäfen⁴⁵⁹ liegt der Fokus in diesem Kapitel auf den Risikoanalysen für das Bunkern von LNG. Ein besonderer Betrachtungsschwerpunkt sind die Bedingungen für die Durchführung von SIMOPS während des Bunkerns. Die Ergebnisse der Auswertung sollen insbesondere mit den im Kapitel 2.4 ermittelten Erfahrungswerten in einen Kontext gesetzt werden. Hierfür sollen u. a. die Kernaussagen der durchgeführten Expertengespräche sowie der Workshop-Module des Round Tables herangezogen werden, sodass die Ableitung wichtiger Bestandteile für den im zweiten Teil der Studie zu erstellenden Leitfaden gelingt. Mithilfe der tiefergehenden Untersuchung der einzelnen Risikoanalysen sollen zudem erste Erkenntnisse zur Möglichkeit von SIMOPS im Zuge von STS-Bunkervorgängen abgeleitet werden.

Risikobewertungen für STS-Bebunkerung von LNG wurden im Rahmen der Genehmigung derartiger Bunkervorgänge in den deutschen Hafenstandorten Rostock, Brunsbüttel, Bremerhaven und Emden erstellt. Für den Hamburger Hafen besteht eine Risikoanalyse für Bebunkerungen am Cruise Center Steinwerder aus dem Jahr 2020. Zudem wurden in einer Machbarkeitsstudie zum Bunkern von Flüssiggasen in deutschen Häfen des Germanischen Lloyds bereits im Jahr 2011 Risikobetrachtungen in Form von HAZID's vorgenommen (bspw. bzgl. des Bunkerns von LNG am Athabaskakai sowie durch eine Navigational Safety Study).⁴⁶⁰ Von den genannten Risikoanalysen ist lediglich die LNG-Bunkerrisikoanalyse aus Rostock zum gegenwärtigen Zeitpunkt öffentlich zugänglich. Sie ist in ihrer Endfassung aus dem Jahr 2015 zugleich die erste LNG-Bunkerrisikoanalyse der deutschen Seehäfen und kann sowohl hinsichtlich ihres Vorgehens als auch ihres Umfangs als gutes Praxisbeispiel angesehen werden. Die übrigen Bewertungen werden in der Untersuchung ebenfalls betrachtet, wobei aufgrund der beschränkten Zugänglichkeit der Dokumente keine expliziten Ergebnisse genannt und lediglich das für diese Studie relevante Vorgehen bei der Erstellung der Risikobewertungen skizziert wird.

Rostock

Im Hafen Rostock sind LNG-Bunkervorgänge gemäß der LNG-Bunkerrisikoanalyse grundsätzlich an verschiedenen Terminals mit mehreren Liegeplätzen möglich. Für die Risikoanalyse wurden zunächst in Form von Hazard Identification Studien (HAZID) qualitative Betrachtungen von Bunkervorgängen und SIMOPS durchgeführt. Die SIMOPS wurden hierfür zu Beginn betrachtet und definiert. Es handelt sich dabei u. a. um:

- die Bereitstellung eines zweiten Tkw (Risiko einer Kollision mit dem Bunker-Equipment)
- das Verlegen einer zweiten Schlauchleitung oder sekundäre Prozesse (bspw. Heißenarbeiten)
- landseitige Be- und Entladungsvorgänge
- wasserseitig passierende Schiffe im Hafen (Kollisionsgefahr)
- Ver- und Entsorgungsoperationen

Die qualitative Betrachtung wurde auf drei verschiedene Expertenworkshops verteilt (Prozess-HAZID, SIMOPS-HAZID und Navigations-HAZID), die in Form einer Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse gemäß des internationalen Standards IEC 60812 durchgeführt wurden. Dabei wurden Gefahrensituationen identifiziert, hinsichtlich ihres Gefährdungspotenzials bewertet und wenn nötig weiterführende Maßnahmen zum Erhalt der Sicherheit festgelegt. Die Risiken wurden hierbei als Produkt der Schwere ihrer Konsequenzen und ihrer Eintrittshäufigkeit ermittelt. Insgesamt wurden 406 mögliche Fehlerszenarien betrachtet und 205 Ereignisse nach Häufigkeit und Schwere des Ereignisses bewertet.⁴⁶¹

⁴⁵⁹ Ansätze für vollumfängliche Risikoanalysen bestehen bspw. durch eine HAZID bzgl. des Bunkerns von Methanol in Hamburg (vgl. VSM, 2018).

⁴⁶⁰ Vgl. Germanischer Lloyd, 2012.

⁴⁶¹ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

Quantitativ wurden die Ergebnisse durch sowohl deterministische als auch probabilistische Betrachtungen ergänzt. Die Darstellung erfolgt in Form von Risikokonturen, die Bereiche im Umfeld des Bunkervorganges angeben, in denen das tödliche Unfallrisiko für einen ungeschützten Menschen einen akzeptablen Wert überschreitet. Die Akzeptanzkriterien zur Bestimmung der Risikokonturen (bzw. der damit einhergehenden Sicherheitsabstände) unterscheiden sich in Abhängigkeit der Rolle, die die jeweilige Personengruppe beim Bunkervorgang einnimmt (bspw. Bunkerpersonal, Hafenpersonal oder Unbeteiligte). Sie sind ebenso wie die zu definierenden Kontrollzonen den Empfehlungen der ISO/TS 18683:2015 entlehnt.⁴⁶² Eine weitere Grundlage für die quantitative Risikobewertung sind die angenommenen Auftretshäufigkeiten der betrachteten Fehlerszenarien. Diese Fehlerhäufigkeiten wurden für Schlauchverbindungen und Ladearme dem „Handbook Failure Frequencies 2009 for drawing up a safety report“ entnommen, das auf Erfahrungen aus der Prozessindustrie basiert.⁴⁶³ Für die Ermittlung der Kontrollzonen wurden zudem allgemein folgende Kriterien berücksichtigt:

- Verkehrssicherheit
- umliegende landseitige Infrastruktur und Installationen
- Güterumschlag am Liegeplatz und in der Umgebung des Liegeplatzes
- Eignung des Liegeplatzes für die genannten Bunkerkonzepte
- Schiffstypen am Liegeplatz

Die Gefährdung durch Kollisionen bei Bebunkerungen am Fahrwasser wurde ebenfalls in die Betrachtung einbezogen. Die Wahrscheinlichkeiten eines Gasaustrittes durch Leckagen oder Schlauchabriss durch derartige Ereignisse wurde allerdings im Vergleich zu den durch Materialfehler verursachten Freisetzungen als sehr gering eingestuft, sodass der Einfluss von Schiffskollisionen auf die Fehlerhäufigkeiten vernachlässigt wurde. Eine Beschädigung der LNG-Tanks und eine damit einhergehende Freisetzung aus dem Tank ist bei den gegebenen Fahrgeschwindigkeiten und möglichen Kollisionswinkel nach den Einschätzungen der Risikoanalyse nicht zu erwarten.⁴⁶⁴

Bei der Berechnung der Risikokonturen kam die Software „PHAST“ zum Einsatz, die zum einen in der Lage ist, die maximalen Ausbreitungen von möglichen zündfähigen Gaswolken zu bestimmen (deterministisch) und zum anderen auch den Einbezug des Gefährdungsrisikos (probabilistisch) abdeckt. Die probabilistisch durchgeführten Berechnungen zeigen, dass durch die Variation des Systemdrucks von 1 barg⁴⁶⁵ bis 8 barg deutliche Unterschiede bei den Risikokonturen entstehen können. Es wird empfohlen zur Erhöhung der Sicherheit die Mindestausmaße der Kontrollzonen generell auf einen Druck von 8 barg auszurichten. Diese liegen für die Sicherheitszone (Personen mit Akzeptanzschwelle $< 5 \times 10^{-6}$) unter Berücksichtigung sämtlicher betrachteter Szenarien bei 25 m und für die erweiterte Sicherheitszone (Personen mit Akzeptanzschwelle $< 1 \times 10^{-6}$) bei maximal 55 m.⁴⁶⁶

Um zu verhindern, dass SIMOPS die Risiken bei der LNG-Bebunkerung erhöhen, wurden darüber hinaus Regeln für die Sicherheitszonen bei der Durchführung von SIMOPS definiert:

- Verbot des Aufenthalts von Personen innerhalb der Sicherheitszone, mit Ausnahme der Crew
- Wahrung eines Mindestabstands von 25 m zum Bunkerequipment (Überschreitung nur bei Einführung geeigneter technischer und/oder organisatorischer Maßnahmen, die eine Störung der Sicherheit des Bunkerns vermeiden und nach Absprache mit allen Beteiligten)
- Verbot der Überschreitung des explosionsgeschützten Bereiches (nach ATEX bzw. IEC 60079)
- Verbot des dauerhaften Aufenthalts von unbeteiligten Personen in der erweiterten Sicherheitszone

Zusätzlich zu den schwerpunktmäßig in der Risikoanalyse ermittelten Kontrollzonen werden als Ergebnis der Betrachtungen Bunkerchecklisten bereitgestellt, die auf den Vorlagen der IAPH basieren und an die örtlichen Gegebenheiten im Rostocker Hafen angepasst sind.

⁴⁶² Vgl. ISO, 2013.

⁴⁶³ Vgl. Flemish Government, 2009.

⁴⁶⁴ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

⁴⁶⁵ Einheit zur Messung des Überdrucks

⁴⁶⁶ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

Emden

Für den Hafen Emden wurde gemäß den Vorgaben der ISO/TS 18683:2015 eine HAZID als Kernstück der qualitativen Risikoanalyse für STS-Transfers von LNG durchgeführt. Unter Verwendung einer Risikomatrix werden potenzielle Risiken während des Bunkervorgangs identifiziert. Für diese wurden gezielte Maßnahmen zur Risikominderung ermittelt und in die Untersuchung einbezogen. Die Risiken wurden zudem hinsichtlich ihrer Eintrittswahrscheinlichkeiten und Konsequenzen qualitativ bewertet.⁴⁶⁷ Im Anhang der hafenbehördlichen Verfügung, die STS-Bunkervorgänge im Emder Hafen an der Emspier ermöglicht, werden weitere Sicherheitsanforderungen formuliert, zu denen u. a. die folgenden besonders relevanten Aspekte zählen:

- Definition der einzurichtenden Kontrollzonen (gemäß Vorgaben der SGMF)⁴⁶⁸
- Bauliche Ausführung des Bunkerfahrzeuges als Typ 1G-Tanker (Abstand Außenhaut - Tank) nach IGC-Code
- Verwendung der LNG-Bunkerchecklisten der IAPH zur Durchführung der Bunkervorgänge

Des Weiteren wird hinsichtlich des Umgangs mit SIMOPS geregelt, dass das gleichzeitige Bebunkern weiterer Schiffskraftstoffe sowie der Umschlag explosionsgefährlicher Güter während des LNG-Bunkervorgangs untersagt ist. Im Areal der Kontrollzone dürfen darüber hinaus elektrische Geräte mit dem Potenzial der Hitzeentwicklung nicht eingeschaltet sein.⁴⁶⁹

Bremische Häfen

Die seeseitige Risikoanalyse für LNG-Bunkervorgänge wurde speziell für die Stromkajen in Bremerhaven durchgeführt. Die Definition der Kontrollzonen erfolgt ebenfalls in Anlehnung an die Vorgaben der SGMF. Bei der Berechnung der Kontrollzonen wurden sowohl qualitative als auch quantitative Methoden der Risikobewertung angewandt. Die hierbei verfolgte Vorgehensweise orientiert sich grundsätzlich an den in der EMSA „Guidance on LNG Bunkering to Port Authorities and Administrations“ formulierten Aufgaben der Risikobewertung und fokussiert insbesondere die Bestandteile HAZID, quantitative Risikobewertung und Schiffskollisionsrisikostudie.⁴⁷⁰ Für die Durchführung der HAZID wurde sich an den Ergebnissen einer Untersuchung der NTNU Trondheim („LNG Bunkering Operations“) orientiert.⁴⁷¹ In der Schiffskollisionsrisikostudie („Ship Collision Risk Study“) wird v. a. auf die vorliegenden hafenspezifischen Erfahrungen zurückgegriffen. Unter der Voraussetzung der baulichen Ausführung des LNG-Bunkerschiffs als Typ 1G-Tanker kommt die qualitative Risikobewertung zu dem Schluss, dass nicht jede Kollision zu einem Versagen des Tanks führt, zumindest ein Schlauchabriss durch die wirkenden Kräfte jedoch sehr wahrscheinlich ist. Dementsprechend wurde die quantitative Risikobewertung für das Szenario Schlauchabriss deterministisch, für das Szenario Tankversagen wiederum probabilistisch durchgeführt und ergab als Ergebnis die Ausmaße der verschiedenen Kontrollzonen. Unter Berücksichtigung der ermittelten Abstände bewegen sich die von den beiden Szenarien Schlauchabriss und Tankbeschädigung ausgehenden Gefährdungen innerhalb der jeweils zugrunde gelegten Risikokonturen. Somit werden bei Einhaltung der Anforderungen der Risikobewertung LNG-Bunkervorgänge an den Stromkajen in Bremerhaven vorbehaltlich weiterer Vorgaben der Hafenbehörde grundsätzlich ermöglicht. Beschränkungen gelten bspw. für Liegeplätze, die in der Nähe von Schleuseneinfahrten gelegen sind.⁴⁷²

Hamburg

Die Risikoanalyse und das daraus resultierende Sicherheitskonzept für STS-Transfers von LNG im Hamburger Hafen bezieht sich ausschließlich auf den Liegeplatz am Cruise Center Steinwerder

⁴⁶⁷ Vgl. Hafenbehörde Emden, 2019.

⁴⁶⁸ Vgl. SGMF, 2018.

⁴⁶⁹ Vgl. Hafenbehörde Emden, 2018.

⁴⁷⁰ Vgl. EMSA, 2018.

⁴⁷¹ Vgl. NTNU, 2014.

⁴⁷² Vgl. Hansestadt Bremisches Hafenamt, 2019.

(Kronprinz Kai im Kaiser-Wilhelm-Hafen). Die Grundlagen für das Vorgehen bei der Risikobewertung war auch hier die EMSA „Guidance on LNG Bunkering to Port Authorities and Administrations“ unter Bezugnahme auf die ISO/TS 18683:2015. Somit steht auch in der Betrachtung des Hamburger Hafens die HAZID im Mittelpunkt der qualitativen Risikobewertung. Hierfür wurde eine Sicherheitsphilosophie nach dem ALARP-Prinzip gewählt. Diese folgt der Prämisse, dass:

- geringe Risiken zu akzeptieren sind,
- mittlere Risiken durch geeignete Maßnahmen gemindert werden müssen, insofern der dafür nötige Aufwand noch vernünftigerweise praktikabel ist (ALARP) und
- hohe, nicht-akzeptable Risiken durch geeignete Maßnahme ausgeschlossen werden müssen.⁴⁷³

Die Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeiten sowie der Konsequenzen bzw. der Schadensausmaße, aus deren Kombination sich schlussendlich die Risiken ergeben, erfolgte zudem mit Hilfe einer Risikomatrix, die der ISO/TS 16901:2015 entlehnt ist.⁴⁷⁴

Die quantitative Risikobewertung wurde gemäß ISO/TS 18683:2015 als Ergänzung der qualitativen Betrachtung vorgenommen. Das zu prüfende Konzept der Kontrollzonen entspricht ebenfalls den Vorgaben der EMSA (unter Bezugnahme auf ISO/TS 18683:2015 und ISO 20519:2017). Die Berechnung der Auswirkungen (Austrittsmengen, Risikokonturen) der ausgewählten Fehlerszenarien erfolgte sowohl deterministisch als auch probabilistisch, wobei die deterministische Betrachtung nur für die maximal-glaubwürdigen Fehlerszenarien vorgenommen wurde. Als solche wurden Leckage-Szenarien mit einem begrenzten Lochdurchmesser (10 % des Gesamtdurchmessers) angesehen. Leckage-Szenarien, die durch den Abbruch von Instrumenten ausgelöst werden, wurden wie auch Schlauchabriss-Szenarien aufgrund extrem geringer Wahrscheinlichkeiten lediglich probabilistisch bestimmt. Diese Bewertung stützt sich auf international anerkannte Einschätzungen, die bspw. im niederländischen Bevi festgehalten sind.⁴⁷⁵ Die Berechnung der Dispersion und der Risikokonturen erfolgte softwarebasiert und bildete die Grundlage für die Erstellung des Sicherheitskonzepts.

Hinsichtlich des Ausmaßes der Safety Zone bestätigen die Ergebnisse der Risikobewertung die internationalen Empfehlungen eines Durchmessers von 25 m, die bspw. in den ursprünglichen von der IAPH veröffentlichten Bunkerchecklisten aufgeführt und als Orientierung für zahlreiche Häfen diente.⁴⁷⁶ Über die Definition der Kontrollzonen hinaus formuliert die Risikobewertung zudem weitere technische Sicherheitsmaßnahmen.

Bereits vor der Risikoanalyse im Jahr 2020 wurden für den Hamburger Hafen Risikobetrachtungen angestellt. Diese wurden u. a. in Form von HAZID's durchgeführt und sind in der Machbarkeitsstudie zum Bunkern von Flüssiggasen in deutschen Häfen aus dem Jahr 2012 dokumentiert. Die ebenfalls enthaltene „Navigational Safety Study“ kann als gutes Praxisbeispiel für die Durchführung nautischer Risikoanalysen angesehen werden und wird im Leitfaden (siehe Kapitel 3.4.1) aufgegriffen.⁴⁷⁷

Auswertung der in den deutschen Seehäfen vorgenommenen Risikobetrachtungen

Die Betrachtung der in den deutschen Seehäfen durchgeführten Risikobetrachtungen hat gezeigt, dass grundsätzlich ein ähnliches Vorgehen zur Ermittlung der Voraussetzungen für LNG-Bunkervorgänge verfolgt wird. Bzgl. der Verfahrensweise der Risikoanalysen wird entweder direkt auf die speziell auf LNG ausgelegten Empfehlungen der ISO/TS 18683:2015 (und ergänzend der ISO 20519:2017) Bezug genommen. Alternativ dient der Praxisleitfaden der EMSA, der in diesem Kapitel im Wesentlichen auf den vorgenannten Standards aufbaut, als Orientierung. Im Allgemeinen steht zu Beginn der Betrachtungen eine qualitative Risikoanalyse. Das Kernstück dieser Untersuchung ist die HAZID, in der (meist) in einem Expertenworkshop und auf Grundlage der Erfahrungen der Teilnehmer die relevanten Fehlerszenarien

⁴⁷³ Vgl. Ganz, 2018.

⁴⁷⁴ Vgl. ISO, 2015.

⁴⁷⁵ Vgl. RIVM, 2009.

⁴⁷⁶ Vgl. ZKR, 2014.

⁴⁷⁷ Vgl. Germanischer Lloyd, 2012.

identifiziert sowie anschließend entsprechend ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit und Konsequenzen bewertet werden. Die Bewertung der Risiken bzw. Eintrittswahrscheinlichkeit und Konsequenz bzw. Schadensausmaß kann mit Hilfe einer Risikomatrix erfolgen, die beispielhaft in der ISO/TS 16901:2015 aufgeführt ist.⁴⁷⁸ Die innerhalb der Workshops evaluierten Risiken können sich standortübergreifend ähneln bzw. überschneiden. Somit ist nicht für jeden Hafenstandort zwingend eine eigene HAZID notwendig. Bspw. für die Risikobewertung von LNG-Bunkervorgängen an den Stromkajen in Bremerhaven wurde auf international anerkannte Ergebnisse einer Studie der NTNU Trondheim zurückgegriffen, da die ermittelten Gefahren unverändert auch für die Bremischen Häfen gelten.

Auf Basis der qualitativen Risikobewertung und unter Berücksichtigung der international gängigen Empfehlungen können erste Festlegungen für Kontrollzonen vorgenommen werden. Die Definition der einzurichtenden Kontrollzonen hat sich in den letzten Jahren aufgrund der kontinuierlichen Fortschreibung vorhandener Referenzwerke und Veröffentlichung von Neuerscheinungen weiterentwickelt. Die gängigsten Definitionen finden sich in der ISO/TS 18683:2015 sowie in der von der SGMF herausgegebenen Veröffentlichung „Recommendation of Controlled Zones during LNG bunkering“. Letztgenannte Empfehlung baut auf dem Standard der ISO auf und ergänzt diesen partiell durch weitere Kontrollzonen. Nähere Informationen zu den Kontrollzonen werden im Glossar (siehe Anhang 1 - Glossar) ergänzt.

Tabelle 34 | Referenzen vorliegender Risikobewertungen

Standort	Austrittsraten	Akzeptanz-schwellen	Szenarien-häufigkeit	Kontrollzonen	SIMOPS
Bremische Häfen	LNG-Masterplan (2015) ⁴⁷⁹ und Fluxys (2012) ⁴⁸⁰	EMSA basierend auf ISO/TS 18683 (2013) ⁴⁸¹	NTNU (2014) ⁴⁸² u. eigene Berechnungen	SGMF (2018) ⁴⁸³	
Emden				SGMF	
Hamburg	Bevi-Handbuch (2009) ⁴⁸⁴ und ISO 20519 (2017) ⁴⁸⁵	ISO/TS 18683	Bevi-Handbuch	ISO/TS 18683 bzw. ISO 20519	Berücksichtigung bei Ermittlung der Kontrollzonen
Rostock	Handbook Failure Frequencies (2009) ⁴⁸⁶ und Offshore Reliability Data (2009) ⁴⁸⁷	ISO/TS 18683	Handbook Failure Frequencies und Offshore Reliability Data	ISO/TS 18683 bzw. ISO 20519	Definition gesonderter Sicherheitsmaßnahmen

Die quantitative Risikobewertung kann gemäß ISO/TS 18683 durch einen deterministischen oder probabilistischen Ansatz erfolgen.⁴⁸⁸ Der deterministische Ansatz berechnet für das in der HAZID ermittelte maximal-glaubwürdige Fehlerszenario die maximale Ausbreitung der zündfähigen Gaswolke. Die Untersuchung stützt sich dabei i. d. R. auf Austrittsraten, die einschlägigen internationalen

⁴⁷⁸ Vgl. ISO, 2015.

⁴⁷⁹ Vgl. Pro Danube, 2015a

⁴⁸⁰ Vgl. Fluxys, 2012.

⁴⁸¹ Vgl. ISO, 2013.

⁴⁸² Vgl. NTNU, 2014.

⁴⁸³ Vgl. SGMF, 2018.

⁴⁸⁴ Vgl. RIVM, 2009.

⁴⁸⁵ Vgl. DIN, 2017a.

⁴⁸⁶ Vgl., Flemish Government, 2009.

⁴⁸⁷ Vgl. OREDA, 2009.

⁴⁸⁸ Vgl. ISO, 2013.

Veröffentlichungen entlehnt sind (Übersicht siehe Tabelle 34). Entscheidende Eingangsparameter für probabilistische (wahrscheinlichkeitsbasierte) Betrachtungen sind hingegen die Akzeptanzschwellen für die Gefährdung von Personengruppen und die Eintrittswahrscheinlichkeiten für die betrachteten kritischen Fehlerszenarien. Erstgenannte Werte werden in den Risikobewertungen der deutschen Seehäfen durchgehend der ISO/TS 18683:2015 entnommen, während die Auftretenshäufigkeit der Szenarien wiederum verschiedenen international etablierten Referenzwerken entstammen, die in Tabelle 34 dargestellt sind. Auf dieser Basis ergeben sich für die betrachteten Liegeplätze in den deutschen Seehäfen Kontrollzonen, die die Empfehlungen der ISO/TS 18683:2015 bzw. ISO 20519:2017 und der SGMF größtenteils bestätigen. Standortabhängig wurden zudem auf Grundlage der Ergebnisse der quantitativen Risikoanalysen Anpassungen am Ausmaß der Bereiche vorgenommen.

Die in diesem Kapitel darüber hinaus fokussierte Behandlung von SIMOPS in den Risikobetrachtungen der deutschen Seehäfen hat ergeben, dass diese zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht standortübergreifend Bestandteil derartiger Bewertungen sind. Für die Hafenstandorte Rostock und Hamburg wurden SIMOPS in die Betrachtung eingeschlossen, wobei insbesondere die Risikoanalyse des Hafens Rostock diese sehr detailliert behandelt und gesonderte Sicherheitsmaßnahmen definiert.⁴⁸⁹

Die Evaluierung der genannten LNG-Risikoanalysen diene neben einem Vergleich der unterschiedlichen Vorgehensweisen auch dazu, Anhaltspunkte für Inhalte abzuleiten, die auch bei Risikoanalysen weiterer alternativer Schiffskraftstoffe berücksichtigt werden müssen. Hierzu ist im Allgemeinen festzustellen, dass den skizzierten Verfahren zur Risikobeurteilung u. a. die kraftstoffartenunabhängig geltende Norm DIN EN 31010:2010 zugrunde liegt.⁴⁹⁰ Sie wird auch in der ISO/TS 18683:2015 referenziert und eine allgemeine Konformität mit ihren Inhalten wird empfohlen.⁴⁹¹ Auch die EMSA empfiehlt in ihrer Studie zur Nutzung von Methanol/Ethanol als alternative Schiffskraftstoffe die Nutzung der DIN EN 31010:2010 bei der Risikobeurteilung⁴⁹² und unterstreicht somit die unabhängige Anwendbarkeit. Neben der DIN EN 31010:2010 können unter Ausblendung der LNG-spezifischen Anforderungen auch der ISO/TS 18683:2015 und der ISO 20519:2017 eine Vielzahl grundsätzlich übertragbarer Prinzipien entnommen werden, diese umfassen u. a.:

- die Durchführung einer HAZID,
- die Unterteilung der Risikoanalyse in Konsequenz- und Frequenzanalyse und
- die Einrichtung von Kontrollzonen als eine der zentralen Sicherheitsmaßnahmen.

Vor diesem Hintergrund wird das Ziel verfolgt, mit dem Werkzeugkasten für harmonisierte Risikoanalysen ein möglichst kraftstoffartenunabhängiges Vorgehensmodell zu schaffen (siehe Kapitel 3.3.2).

Verknüpfung der Ergebnisse mit den Erkenntnissen des öffentlichen Expertenaustauschs

Die Ergebnisse der Auswertung der in den deutschen Seehäfen vorgenommenen Risikobetrachtungen wurden u. a. als Grundlage für die Vorbereitung der Workshop-Module „Risiko- und Gefährdungsanalysen“ (Modul 1) sowie „Prozess der Bunkeranfrage und SIMOPS“ (Modul 3) genutzt.

Hinsichtlich der Vorgehensweise zur Ermittlung der Kontrollzonen mittels einer qualitativen und quantitativen Risikoanalyse konnte unter den Teilnehmern des Moduls 1 ein weitgehender Konsens erzielt werden. Das Feedback bestätigte hierbei die vorangegangenen Beobachtungen einer weitgehend standortübergreifenden Nutzung der Empfehlungen der SGMF sowie der ISO/TS 18683:2015 und der ISO 20519:2017. Eine Grundvoraussetzung ist die Verfügbarkeit aller notwendigen Grundlagendokumente (wie bspw. Standards und Normen) bei den zuständigen Behörden.

Die Sicherheitsphilosophie des ALARP-Prinzips, die auch in der Risikobewertung des Hafens Hamburg angewandt wird, wurde für die Wechselbeziehung zwischen den Zonendimensionen und

⁴⁸⁹ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

⁴⁹⁰ Vgl. DIN, 2010.

⁴⁹¹ Vgl. ISO, 2013.

⁴⁹² Vgl. EMSA, 2016.

Sicherheitsmaßnahmen als besonders hilfreich identifiziert. Das Prinzip ist Teil der qualitativen Risikobewertung und verfolgt die Minderung der identifizierten Risiken durch geeignete Maßnahmen, solange der zusätzliche Aufwand zur Minderung noch begründbar und praktikabel ist. Die speziellen Risiken eines Bunkervorgangs sind dabei von einer Vielzahl von Kriterien abhängig. In diesem Zusammenhang wurden im Expertenaustausch u. a. die Unterschiede bei der baulichen Ausführung (Abstand Schiffs-/Tankhülle nach Typ 1G- oder Typ 2G-Tanker) des Bunkerschiffes thematisiert. Grundsätzlich können die Risiken durch die passierende Schifffahrt u. a. durch folgende Maßnahmen verringert werden:

- Beschränkung der Anzahl passierender Schiffsverkehre
- Begrenzung der Schiffstypen
- Begrenzung der Schiffsgeschwindigkeit

Im Leitfaden wird in Kapitel 3.4 dargestellt, worauf der Fokus bei den vielfältigen Aufgaben für spezifische Bunkersituationen zu legen ist.

Des Weiteren kann die Nutzung von Bunker-Maps den kommerziellen Anbahnungsprozess von Bunkervorgängen erleichtern. Risikobewertungen können hierfür der Ausgangspunkt sein. Rahmenbedingungen für die Kartierung grundsätzlich und eingeschränkt geeigneter Bunkerplätze sind Bestandteil des modularen Werkzeugkastens (siehe Kapitel 3.3.4).

Einer der zentralen Aspekte für die Nutzung alternativer Schiffskraftstoffe ist die Möglichkeit von SIMOPS. Insbesondere die simultane Be- und Entladung der Schiffe spielt eine ausschlaggebende Rolle für die Wirtschaftlichkeit von Schiffen und muss daher trotz tendenziell komplexerer Bunkerprozesse bei alternativen Kraftstoffen ermöglicht werden. Demzufolge müssen die Handlungshilfen des Leitfadens die Hafenbehörden und Terminalbetreiber dabei unterstützen, praxisnahe und praktikable Konzepte zu entwickeln. Die Untersuchung hat ergeben, dass die in Risikobewertungen ermittelten Kontrollzonen zur Risikominderung grundsätzlich auch bei der Durchführung von SIMOPS zu beachten sind und je nach Bedarf durch geeignete Maßnahmen zur sicheren Einbindung dieser Vorgänge ergänzt werden können. So kann es durch SIMOPS bspw. zu Verstößen gegen die Vorgaben für zugelassene Personengruppen innerhalb der jeweiligen Kontrollzonen kommen. In diesen und vergleichbaren Fällen müssen geeignete technische und/oder organisatorische Maßnahmen installiert werden, um die Sicherheit des Bunkerns zu gewährleisten.⁴⁹³ Standortspezifische Gefährdungspotenziale, die mit der Durchführung von SIMOPS einhergehen, können in einer speziell darauf ausgelegten SIMOPS HAZID identifiziert und qualitativ bewertet werden. Der Austausch zur Berücksichtigung von SIMOPS in Risikobewertungen im Modul 3 des Bebunkerungs-Workshops ergab, dass insbesondere die Anforderungen der Terminalbetreiber das Schlüsselkriterium für die Zulässigkeit von SIMOPS sein können. Die im Status quo insbesondere bei LNG-Bunkervorgängen notwendigen Betriebsstopps für ausgewählte Bereiche führen international teilweise zur Ablehnung der Operationen. Auch kommt es standortabhängig partiell zu stark differierenden Sicherheitsanforderungen i. V. m. SIMOPS, weshalb grundsätzlich die Auslegung nach eigenen Sicherheitsauflagen (bspw. nach einem Bunkermanagementplan) das Mindestziel sein sollte. Allgemein lässt sich ableiten, dass sowohl bei der Kommunikation zwischen den verantwortlichen Stellen als auch bei den Inhalten und der Auswertung von Bunkermanagementplänen möglichst harmonisierte Verfahrensweisen in den deutschen (See-)Häfen empfehlenswert sind, die sich auch an der international gängigen Praxis orientieren sollten. Des Weiteren ist sicherzustellen, dass das beteiligte Personal gleichermaßen informiert und qualifiziert für die entsprechenden SIMOPS ist, um den allgemeinen Sicherheitsanforderungen zuwiderlaufende Handlungen zu unterbinden.

Die konkreten Handlungsempfehlungen für harmonisierte Risikobewertungen (siehe Kapitel 3.3) und die Einschätzung lokaler Gegebenheiten (siehe Kapitel 3.4.1) basieren auf den Erkenntnissen der Analyse.

⁴⁹³ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

LITERATUR

ABS, 2020. *Ammonia as Marine Fuel - Sustainability Whitepaper*. Spring, Texas: American Bureau of Shipping, 10/2020. Verfügbar unter: https://absinfo.eagle.org/acton/attachment/16130/f-157fdb59-8b2c-4c12-a6c0-be887d7417ae/1/-/-/-/Ammonia_as_Marine_Fuel_Whitepaper_20188.pdf.

ARAL, 2020. *Liquefied Petroleum Gas (LPG) - Flüssiggas als Kraftstoff* [online]. Bochum: Aral Aktiengesellschaft, 2020 [Zugriff am 18.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.aral.de/de/global/forschung/kraftstoffe/fluessiggas-als-kraftstoff.html>.

AVENIR LNG, 2021. *Avenir LNG Limited announces the launch of the Avenir Allegiance* [online]. London: Avenir LNG, 28.01.2021 [Zugriff am 11.02.2021]. Verfügbar unter: <https://avenirlng.com/company-news/avenir-lng-limited-announces-the-launch-of-the-avenir-allegiance-the-worlds-largest-dual-purpose-lng-supply-and-bunkering-vessel-from-cimc-sinopacific-offshore-engineering-co-cimc-soe/>.

BBK, 2021. *Kritische Infrastrukturen* [online]. Bonn: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, 2021 [Zugriff am 21.01.2021]. Verfügbar unter: https://www.bbk.bund.de/DE/AufgabenundAusstattung/KritischeInfrastrukturen/kritischeinfrastrukturen_node.html.

BEHALA, 2021. *Das Schubboot mit ganz neuem Energie-System* [online]. Berlin: BEHALA – Berliner Hafen- und Lagerhausgesellschaft mbH, 2021 [Zugriff am 12.02.2021]. Verfügbar unter: <https://www.behala.de/elektra/>.

BG VERKEHR, 2018. *Unfallverhütungsvorschrift Seeschifffahrt* [online]. Hamburg: Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Post-Logistik Telekommunikation, 01.04.2018 [Zugriff am 11.11.2020]. Verfügbar unter: https://kompendium.bg-verkehr.de/bgverkehr/xhtml/document.jsf?alias=bgverkehr_dguvv_bgv_dv84_0_&&event=navigation.

BINNENSCHIFFFAHRT, 2019. *PitPoint eröffnet LNG-Bunkerstation in Köln* [online]. Hamburg: Schifffahrts-Verlag »Hansa« GmbH & Co. KG, 01.11.2019 [Zugriff am 17.11.2020]. Verfügbar unter: <https://binnenschifffahrt-online.de/2019/11/featured/11388/pitpoint-eroeffnet-lng-bunkerstation-in-koeln/>.

BREMENPORTS, 2015. *LNG-Marktentwicklungs- und Nachfragepotenzialanalyse für die Schifffahrt sowie weitere LNG-affine Verkehrsträger in Bremerhaven und Bremen* [online]. Bremerhaven: bremenports GmbH & Co. KG, 12.2015. [Zugriff am 14.10.2020]. Verfügbar unter: https://bremenports.de/greenports/wp-content/uploads/sites/3/2017/04/LNG-Potenzial_bremische_Haefen.pdf

BREMENPORTS, 2020a. *Bremen – Konventioneller Umschlag und Logistik* [online]. Bremerhaven: bremenports GmbH & Co. KG, 2020. [Zugriff am 13.08.2020]. Verfügbar unter: <https://bremenports.de/hafen/bremen/>.

BREMENPORTS, 2020b. *Bremerhaven – Container, Autos und Innovationen* [online]. Bremerhaven: bremenports GmbH & Co. KG, 2020. [Zugriff am 13.08.2020]. Verfügbar unter: <https://bremenports.de/hafen/bremen/>.

BRUNSBÜTTEL PORTS, 2018. *Hafenbenutzungsordnung (HBO) für die Brunsbütteler Häfen: Ölhafen, Ostermoor und Elbehafen* [online]. Brunsbüttel: Brunsbüttel Ports GmbH, 01.11.2018 [Zugriff am: 03.07.2020]. Verfügbar unter: https://www.brunsbuettel-ports.de/tl_files/brunsbuettel_ports/upload_brunsbuettel_ports/download_dateien/Zertifikate/HBO%20guelteig%20ab%2001.11.2018.pdf.

BSH, 2021. *Verzeichnis der örtlichen Lieferanten von Schiffskraftstoffen* [online]. Hamburg: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), 18.01.2021 [Zugriff am 18.01.2021]. Verfügbar unter: https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Schifffahrt/Umwelt_und_Schifffahrt/MARPOL/_Module/Akkordeon/Anlage_6/Liste_der_Bunkeroellieferanten.pdf?__blob=publicationFile&v=11.

BUNDESANSTALT FÜR ARBEITSSCHUTZ UND ARBEITSMEDIZIN, 2020. *Zugelassene Überwachungsstellen nach ProdSG und BetrSichV* [online]. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), 07.12.2020 [Zugriff am: 07.12.2020]. Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Aufgaben/Gesetzliche-und-hoheitliche-Aufgaben/Produktsicherheitsgesetz/Zugelassene-Ueberwachungsstellen.html>.

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, 1965. *Gesetz über die Aufgaben des Bundes auf dem Gebiet der Seeschifffahrt* [online]. Berlin: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 24.05.1965 [Zugriff am: 08.09.2020]. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/bseeschg/BJNR208330965.html>.

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, 1968. *Bundeswasserstraßengesetz (WaStrG)* [online]. Berlin: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 02.04.1968 [Zugriff am: 20.07.2020]. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/wastrg/WaStrG.pdf>.

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, 1971. *SeeSchStrO* [online]. Berlin: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 03.05.1971 [Zugriff am: 31.07.2020]. Verfügbar unter: http://www.gesetze-im-internet.de/seeschstro_1971/SeeSchStrO.pdf.

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, 1974. *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG)* [online]. Berlin: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 15.03.1974 [Zugriff am: 08.06.2020]. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/bimschg/BImSchG.pdf>.

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, 1990. *Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)* [online]. Berlin: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 12.02.1990 [Zugriff am: 31.07.2020]. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/uvpg/UVPG.pdf>.

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, 1994. *Rheinschifffahrtspolizeiverordnung (Anlage zur Verordnung zur Einführung der Rheinschifffahrtspolizeiverordnung)* [online]. Berlin: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 19.12.1994 [Zugriff am: 30.07.2020]. Verfügbar unter: http://www.gesetze-im-internet.de/rheinschpv_1994/RheinSchPV_1994.pdf.

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, 1998. *Schiffsicherheitsgesetz (SchSG)* [online]. Berlin: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 09.09.1998 [Zugriff am: 31.07.2020]. Verfügbar unter: <http://www.gesetze-im-internet.de/schsg/SchSG.pdf>.

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, 2000. *Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung - 12. BImSchV)* [online]. Berlin: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 26.04.2000 [Zugriff am: 08.06.2020]. Verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_12_2000/12._BImSchV.pdf.

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, 2009. *Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt - GGVSEB)* [online]. Berlin: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 17.06.2009 [Zugriff am: 31.07.2020]. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/ggvseb/GGVSEB.pdf>.

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, 2013. *Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV)* [online]. Berlin: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 02.05.2013 [Zugriff am: 28.07.2020]. Verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_4_2013/4._BImSchV.pdf.

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, 2015. *Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV)* [online]. Berlin: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 03.02.2015 [Zugriff am: 03.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/betrsv_2015/BetrSichV.pdf.

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, 2016. *Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen (Gefahrgutverordnung See - GGVSee)* [online]. Berlin: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 09.02.2016 [Zugriff am: 31.07.2020]. Verfügbar unter: http://www.gesetze-im-internet.de/ggvsee_2015/GGVSee.pdf.

BUNDESMINISTERIUM FÜR ARBEIT UND SOZIALES, 2016. *11. ProdSV – Explosionsschutzprodukteverordnung* [online]. Berlin Bundesministerium für Arbeit und Soziales, 26.01.2016 [Zugriff am 18.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.bmas.de/DE/Presse/Meldungen/2016/11-prodsv-explosionsschutzverordnung.html>.

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT, 2016. *Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 2012/18/EU zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen, zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinie 96/82/EG des Rates* [online]. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 27.04.2016 [Zugriff am: 25.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Chemikaliensicherheit/seveso_richtlinie_verordnung_bf.pdf.

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT, 2019. *Nationales Luftreinhalteprogramm der Bundesrepublik Deutschland* [online]. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 22.05.2019 [Zugriff am: 25.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.bmu.de/download/nationales-luftreinhalteprogramm-der-bundesrepublik-deutschland/>.

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT, 2020. *Seeverkehr* [online]. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2020 [Zugriff am: 16.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.bmu.de/themen/luft-laerm-verkehr/verkehr/seeverkehr/>.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR, 2017. *Richtlinie über Zuwendungen für die Aus- und Umrüstung von Seeschiffen zur Nutzung von LNG als Schiffskraftstoff* [online]. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 17.08.2017 [Zugriff am: 24.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/MKS/richtlinie-zuwendung-lng-seeschiffe.pdf?__blob=publicationFile.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR, 2019a. *Erster Bericht über die Umsetzung des nationalen Strategierahmens in Deutschland* [online]. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 15.11.2019 [Zugriff am: 24.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/MKS/afid-erster-bericht.pdf?__blob=publicationFile.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR, 2019b. *Hafenorganisation* [online]. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 24.06.2019 [Zugriff am 02.09.2020]. Verfügbar unter: <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/57338/>.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR, 2020. *Gefahrgut - Recht / Vorschriften - Seeschifffahrt* [online]. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 24.08.2020 [Zugriff am: 24.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/Gefahrgut/gefahrgut-recht-vorschriften-seeschifffahrt.html>.

BUTEN UN BINNEN, 2019. *Landstrom – Wie die Politik Häfen umweltfreundlicher machen will* [online]. Bremen: Radio Bremen Anstalt des Öffentlichen Rechts, Joschka Schmitt, 10.10.2019 [Zugriff am 24.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.butenunbinnen.de/nachrichten/politik/klimapaket-hafen-landstrom-bremen-bremerhaven-100.html>.

BW LPG, 2020. *Very large gas carrier BW Gemini successfully completes transpacific voyage and loading at enterprise terminal* [online]. Singapur: BW LPG, 14.12.2020 [Zugriff am: 11.02.2021]. Verfügbar unter: <https://www.bwlpg.com/investor-centre/press-releases/detail/very-large-gas-carrier-bw-gemini-successfully-completes-transpacific-voyage-and-loading-at-enterprise-terminal-bw-lpg-commits-three-more-vessels-for-retrofitting-bringing-total-to-15>.

CEN, 2018. EN 589:2018. Automotive fuels – LPG – Requirements and test methods. Brüssel: Europäisches Komitee für Normung (CEN), 2018. [Zugriff am 11.02.2021] Verfügbar unter: <https://www.cen.eu/news/brief-news/Pages/NEWS-2019-005.aspx>.

CEN, 2020. *CWA 17540:2020: Ships and marine technology - Specification for bunkering of methanol fuelled vessels*. Brüssel: Europäisches Komitee für Normung (CEN), Mai 2020. [Zugriff am 11.02.2021] Verfügbar unter: https://www.cen.eu/work/Sectors/Pages/ENV_WS106.aspx.

CESNI, 2020. *ES-TRIN und Binnenschiffszeugnisse* [online]. Strasbourg: Sekretariat der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt, 26.08.2020 [Zugriff am: 26.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.cesni.eu/de/technische-vorschriften/>.

CMA CGM, 2020. *The CMA CGM JACQUES SAADE, the world's first 23,000 TEU powered by LNG* [online]. Marseille: CMA CGM, 2020 [Zugriff am: 21.10.2020]. Verfügbar unter: <https://cmacgm-group.com/en/search/The%20CMA%20CGM%20JACQUES%20SAADE>.
DCMR, 2021. *Tasks of DCMR* [online]. Schiedam: DCMR Milieudienst Rijnmond, 2020 [Zugriff am: 06.01.2021]. Verfügbar unter: <https://www.dcmr.nl/en/tasks>.

DEUTSCHE FLAGGE, 2020. *Sicherer Schiffsbetrieb (ISM)* [online]. Bonn: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2020 [Zugriff am: 07.01.2020]. Verfügbar unter: <https://www.deutsche-flagge.de/de/sicherheit/ism-code>.

DEUTSCHE FLAGGE, 2021. *Chemikalien (IBC)* [online]. Bonn: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2021 [Zugriff am: 17.02.2021]. Verfügbar unter: <https://www.deutsche-flagge.de/de/sicherheit/ladung/ibc/ibc>.

DEUTSCHER BUNDESTAG, 2008. *Maritime Sicherheitslage Deutschlands unter besonderer Berücksichtigung der Zuständigkeit von Bund und Ländern* [online]. Berlin: Deutscher Bundestag, 10.12.2008 [Zugriff am: 04.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.bundestag.de/resource/blob/422794/8258b0096915b6e5273bda876b710ee9/WD-3-447-08-pdf-data.pdf>.

DE BEGLISCHE SENAAT, 1831. *Die Verfassung Belgiens* [online]. Brüssel: Belgische Senaat, 07.02.1831 [Zugriff am: 03.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.senate.be/deutsch/const_de.html.

DEWATERBUS, 2020. *De Schelderoute in een oogopslag* [online]. Antwerpen: DeWaterbus commissioned by Port of Antwerp, 2020. [Zugriff am 31.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.dewaterbus.be/nl/schelde>.

DIN, 2001. *DIN EN 13645:2001*. Berlin: Deutsches Institut für Normung e. V., 07/2001.

DIN, 2002. *DIN EN 1797:2002*. Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., 02/2002.

DIN, 2009. *DIN EN 13648-1:2009*. Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., 01/2009.

DIN, 2010. *DIN EN 31010:2010*. Berlin: Deutsches Institut für Normung e. V., 11/2010.

DIN, 2011. *DIN EN ISO 28460:2010*. Berlin: Deutsches Institut für Normung e. V., 01.04.2011.

DIN, 2015a. *DIN EN ISO 16903:2015*. Berlin: Deutsches Institut für Normung e. V., 11/2015.

DIN, 2015b. *DIN EN ISO 9001:2015-11*. Berlin: Deutsches Institut für Normung e. V., 11/2015.

DIN, 2015c. *DIN EN ISO 9001:2015*. Berlin: Deutsches Institut für Normung e. V., 11/2015.

DIN, 2016. *DIN EN ISO 16904:2016*. Berlin: Deutsches Institut für Normung e. V., 11/2016.

DIN, 2017a. *DIN EN ISO 20519:2017*. Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., 05.02.2017

DIN, 2017b. *DIN EN ISO 21028-1:2017*. Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., 01/2017.

DIN, 2018a. *DIN ISO 31000:2018*. Genf: International Organization for Standardization, 02/2018.

DIN, 2018b. *EN ISO 16924:2018* Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., 04/2018.

DLR, 2018. *DLR mit an Bord bei Entwicklung der weltweit ersten hochseefähigen Wasserstoff-Fähre mit Brennstoffzelle* [online]. Köln: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR), 26.07.2018 [Zugriff am 12.02.2021]. Verfügbar unter: https://www.dlr.de/content/de/artikel/news/2018/3/20180726_dlr-mit-an-bord-bei-entwicklung-der-weltweit-ersten-hochseefahigen-wasserstoff-faehre-mit-brennstoffzelle_29145.html#:~:text=DLR-Institute%20im%20Kurzportr%C3%A4t&text=%7C%20Download-,35%20Meter%20lang%20und%20zehn%20Meter%20breit%20wird%20die%20wasserstoffbetriebene,d es%20Forschungsprojektes%20HySeas%20III%20erarbeitet.

DNV GL, 2019a. *Recommended Practice – Development and operation of liquefied natural gas bunkering facilities*. Hamburg: DNV GL, 09/2019 [Zugriff am: 27.10.2020]. Verfügbar unter: <https://oilgas.standards.dnvgl.com/download/dnvgl-rp-g105-development-and-operation-of-liquefied-natural-gas-bunkering-facilities>.

DNV GL, 2019c. *Making LPG fuel an option for the shipping industry* [online]. Hamburg: DNV GL, 30.10.2019 [Zugriff am: 12.02.2021]. Verfügbar unter: <https://www.dnvgl.com/expert-story/maritime-impact/Making-LPG-fuel-an-option-for-the-shipping-industry.html>.

DNV GL, 2020. *Rules for classification*. Hamburg: DNV GL, 2020.

DNV GL, 2021. *Alternative Fuels Insight Platform*. Hamburg: DNV GL, 2021.

ECONOMIE, 2014. *Risk assessment Belgium* [online]. Brüssel: Federal Public Service Economy, 06/2014 [Zugriff am 25.08.2020]. Verfügbar unter: <https://economie.fgov.be/sites/default/files/Files/Energy/Risk-Assessment-Gas.pdf>.

EIGA, 2015. *Gaseous Hydrogen Stations - IGC Doc 15/06/E*. Brüssel: European Industrial Gases Association AISBL, Juni 2015.

ELWIS, 2019. *Verordnung über die Schiffssicherheit in der Binnenschifffahrt* [online]. Mainz: Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt, 09.11.2019 [Zugriff am 11.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.elwis.de/DE/Untersuchung-Eichung/Untersuchung/BinSchUO/BinSchUO-node.html>.

EMSA, 2016. *Study on the use of ethyl and methyl alcohol as alternative fuels in shipping* [online]. Brüssel: Europäische Union, 06.06.2016 [Zugriff am: 22.01.2021]. Verfügbar unter: <http://emsa.europa.eu/newsroom/latest-news/item/2726-study-on-the-use-of-ethyl-and-methyl-alcohol-as-alternative-fuels-in-shipping.html>.

EMSA, 2018. *Guidance on LNG Bunkering* [online]. Brüssel: Europäische Union, 31.01.2018 [Zugriff am: 08.06.2020]. Verfügbar unter: <http://www.emsa.europa.eu/news-a-press-centre/external-news/download/5104/3207/23.html>.

EUROSTAT, 2020a. *Bruttogewicht umgeschlagener Güter in den Haupthäfen nach Richtung und Ladungsart*. [online] Luxemburg: Eurostat: Statistical Office of The European Union, 2020. [Zugriff am: 23.06.2020]. Verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/eurostat/de/data/database>.

EUROSTAT, 2020b. *Schiffe in den Haupthäfen nach Schiffstyp und Schiffsgröße (basierend auf gemeldeten eingehenden Verkehr)*. [online] Luxemburg: Eurostat: Statistical Office of The European Union, 2020. [Zugriff am: 12.08.2020]. Verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/eurostat/de/data/database>.

EUROSTAT, 2020c. *In allen Häfen an und von Bord gegangenen Passagiere nach Richtung*. [online] Luxemburg: Eurostat: Statistical Office of The European Union, 2020. [Zugriff am 23.06.2020]. Verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/eurostat/de/data/database>.

EUROSTAT, 2020d. *Bruttogewicht der in allen Häfen umgeschlagenen Güter nach Richtung – jährliche Daten*. [online] Luxemburg, Eurostat: Statistical Office of The European Union, 30.07.2020. [Zugriff am 28.08.2020]. Verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/eurostat/de/data/database>.

EUROSTAT, 2020e. *Bruttogewicht der nach/aus Häfen umgeschlagenen Güter – Deutschland – vierteljährliche Daten*. [online] Luxemburg, Eurostat: Statistical Office of The European Union, 10.06.2020. [Zugriff am 27.08.2020]. Verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/eurostat/de/data/database>.

EUROSTAT, 2020f. *Bruttogewicht der nach/aus Häfen umgeschlagenen Güter – Niederlande – vierteljährliche Daten*. [online] Luxemburg, Eurostat: Statistical Office of The European Union, 10.06.2020. [Zugriff am 27.08.2020]. Verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/eurostat/de/data/database>.

EUROSTAT, 2020g. *Bruttogewicht der nach/aus Häfen umgeschlagenen Güter – Belgien – vierteljährliche Daten*. [online] Luxemburg, Eurostat: Statistical Office of The European Union, 10.06.2020. [Zugriff am 27.08.2020]. Verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/eurostat/de/data/database>.

EUROSTAT, 2020h. *Bruttogewicht der nach/aus Häfen umgeschlagenen Güter – Schweden – vierteljährliche Daten*. [online] Luxemburg, Eurostat: Statistical Office of The European Union, 10.06.2020. [Zugriff am 27.08.2020]. Verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/eurostat/de/data/database>.

EUROPÄISCHES PARLAMENT UND RAT, 2008. *Verordnung (EG) Nr. 1272/2008* [online]. Straßburg: Europäische Union, 16.12.2008 [Zugriff am: 25.02.2021]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/?uri=CELEX%3A32008R1272>.

EUROPÄISCHES PARLAMENT UND RAT, 2010. *Richtlinie 2010/75/EU* [online]. Straßburg: Europäische Union, 17.12.2010 [Zugriff am: 18.11.2020]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32010L0075>.

EUROPÄISCHES PARLAMENT UND RAT, 2014a. *Richtlinie 2014/94/EU des europäischen Parlaments und des Rates* [online]. Straßburg: Europäische Union, 22.10.2014 [Zugriff am: 03.07.2020]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32014L0094>.

EUROPÄISCHES PARLAMENT UND RAT, 2014b. *Richtlinie 2014/68/EU des europäischen Parlaments und des Rates* [online]. Straßburg: Europäische Union, 27.06.2014 [Zugriff am: 11.02.2021]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0068>.

EUROPÄISCHES PARLAMENT UND RAT, 2016. *Richtlinie (EU) 2016/1629 des europäischen Parlaments und des Rates* [online]. Straßburg: Europäische Union, 14.09.2016 [Zugriff am: 25.02.2021]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX:32016L1629>.

EUROPÄISCHES PARLAMENT UND RAT, 2020. *Nationale Umsetzungsmaßnahmen betreffend Richtlinie 2012/18/EU* [online]. Straßburg: Europäische Union, 2020 [Zugriff am: 18.11.2020]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/NIM/?uri=CELEX:32012L0018>.

FLEMISH GOVERNMENT, 2009. *Handbook on Failure Frequencies*. Brüssel: Flemish Government, 05.05.2009.

FLÜSSIGGAS, 2020. *LPG-Antriebe für die Schifffahrt* [online]. Arnsberg: STROBEL VERLAG GmbH & Co. KG, 22.02.2020 [Zugriff am: 18.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.fluessiggas-magazin.de/artikel/detail/lpg-antriebe-fuer-die-schifffahrt/>.

FLUXYS, 2012. *Safety Study – Chain Analysis: Supplying Flemish ports with LNG as a marine fuel*. Brüssel: Fluxys Belgium SA, 01.09.2012.

FLUXYS, 2020. *LNG bunkering in Antwerp* [online]. Brüssel: Fluxys Belgium SA, 2020 [Zugriff am: 16.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.fluxys.com/en/products-services/lng-bunkering>.

FORSCHUNGS-INFORMATION-SYSTEM, 2019. *Landstromversorgung in Häfen* [online]. Bonn: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 27.09.2019 [Zugriff am: 16.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/319184/>.

FREIE UND HANSESTADT HAMBURG, 1979. *Verordnung über den Verkehr im Hamburger Hafen und auf anderen Gewässern (Hafenverkehrsordnung)* [online]. Hamburg: Behörde für Justiz und Verbraucherschutz Pressestelle, 12.07.1979 [Zugriff am: 29.07.2020]. Verfügbar unter: <http://www.landesrecht-hamburg.de/jportal/portal/page/bshaprod.psml?showdoccase=1&st=lr&doc.id=jlr-HfVerkOHArahmen&doc.part=X&doc.origin=bs>.

FREIE UND HANSESTADT HAMBURG, 1980. *Anordnung über die Zuständigkeiten im Hafenverkehrs- und Schifffahrtsrecht* [online]. Hamburg: Behörde für Justiz und Verbraucherschutz Pressestelle, 23.05.1980 [Zugriff am: 29.07.2020]. Verfügbar unter: <http://www.landesrecht-hamburg.de/jportal/portal/page/bshaprod.psml;jsessionid=C928CEE17E0A16481AB457B2CFA50D69.jp18?showdoccase=1&st=null&doc.id=jlr-HfVerkZustAnOHArahmen&doc.part=X&doc.origin=bs>.

FREIE UND HANSESTADT HAMBURG, 2013. *Verordnung über die Sicherheit bei der Beförderung von gefährlichen Gütern und zur Erhöhung des Brandschutzes im Hamburger Hafen (Gefahrgut- und Brandschutzverordnung Hafen Hamburg - GGBVOHH)* [online]. Hamburg: Behörde für Justiz und Verbraucherschutz Pressestelle, 19.03.2013 [Zugriff am: 29.07.2020]. Verfügbar unter: <http://www.landesrecht-hamburg.de/jportal/portal/page/bshaprod.psml?showdoccase=1&st=lr&doc.id=jlr-HfSiVHA2013rahmen&doc.part=X&doc.origin=bs>.

GANZ, Christian, 2018. *Risikoanalysen im internationalen Vergleich* [online]. Wuppertal: Berische Universität Wuppertal, 22.01.2018 [Zugriff am: 09.09.2020]. Verfügbar unter: <http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/edocs/dokumente/fbd/maschinenbau/publikationen/cganz/002/cganz002.pdf>.

GAS INFRASTRUCTURE EUROPE, 2019a. *LNG Import Terminals Map Database*. [online] Brüssel, GIE, Mai 2019. [Zugriff am 17.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.gie.eu/index.php/gie-publications/databases/lng-database>.

GAS INFRASTRUCTURE EUROPE, 2019b. *LNG map – existing & planned infrastructure 2019* [online]. Brüssel, GIE, Mai 2019. [Zugriff am 17.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.gie.eu/download/maps/2019/GIE_LNG_2019_A0_1189x841_FULL_Final3.pdf.

GAS INFRASTRUCTURE EUROPE, 2020. *Small Scale LNG Map 2020 – Existing & Planned Infrastructure for Sea-Road-Waterways Transport*. [online]. Brüssel, GIE, Juni 2020 [Zugriff am 18.08.2020].

Verfügbar unter:

https://www.gie.eu/maps_data/downloads/2020/GIE_SSLNG_2020_A0_FULL_1009.pdf.

GASUM, 2020a. *Gasum opened a new shipping fuel station at Ports of Stockholm* [online]. Espoo: Gasum Oy, 30.06.2020 [Zugriff am: 30.06.2020]. Verfügbar unter: <https://www.gasum.com/en/About-gasum/for-the-media/News/2020/gasum-opened-a-new-shipping-fuel-station-at-ports-of-stockholm/>.

GASUM, 2020b. *Shipping portfolio* [online]. Espoo: Gasum Oy, 2020 [Zugriff am: 16.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.gasum.com/en/our-operations/lng-supply-chain/shipping-portfolio/>.

GERMAN LNG TERMINAL, 2020. *German LNG Terminal* [online]. Brunsbüttel: German LNG Terminal GmbH, 10.11.2020 [Zugriff am 10.11.2020]. Verfügbar unter: <https://germanlng.com/de/german-lng-terminal/>.

GESAMTVERBAND SCHLESWIG-HOLSTEINISCHER HÄFEN E.V., 2020. *Kiel* [online]. [Zugriff am 13.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.haefen-sh.de/kiel>.

GEMEINDE AMSTERDAM, 2019. *LNG-bunkerkaart* [online]. Amsterdam: Gemeente Amsterdam, 30.04.2019 [Zugriff am: 12.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.portofamsterdam.com/sites/default/files/2020-06/bunkerkaart_2019.pdf.

GERMANISCHER LLOYD, 2008. *Rules for Classification and Construction* [online]. Hamburg: Germanischer Lloyd SE, 01.07.2008 [Zugriff am 08.12.2020]. Verfügbar unter: http://rules.dnvgl.com/docs/pdf/gl/maritimerules2016jan/gl_i-1-6_e.pdf.

GERMANISCHER LLOYD, 2012. *Machbarkeitsstudie zum Bunkern von Flüssiggasen in deutschen Häfen*. Bonn: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 25.10.2012.

GOLNG, 2020. *First purpose-built LNG bunkering vessel delivered to Zeebrugge* [online]. Klaipeda: Klaipeda Science and Technology Park, 2020 [Zugriff am 16.11.2020]. Verfügbar unter: http://www.golng.eu/en/news___/first-purpose-built-lng-bunkering-vessel-delivered-to-zeebrugge-16403.html.

GREENPORT, 2019. *First SIMOPS operation with LNG in Amsterdam* [online]. Fareham: Mercator Media Ltd, 12.12.2019 [Zugriff am 16.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.greenport.com/news101/lng/first-simops-operation-with-lng-at-amsterdam>.

GVB Veren B.V., 2020. *GVB Service & Tickets Büro* [online]. Amsterdam: GVB Veren B.V., 2020 [Zugriff am: 26.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.gvb.nl/bezoek-amsterdam/tourist-guide/willkommen-amsterdam>.

HAFENBEHÖRDE EMDEN, 2018. *Risikobetrachtung LNG-Bebunkerung*. Emden: Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung - Hafenbehörde, 2018.

HAFENBEHÖRDE EMDEN, 2019. *Hafenbehördliche Verfügung für Ship to Ship LNG-Bebunkerung im Hafen Emden*. Emden: Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung - Hafenbehörde, 2019.

HAFEN-ENTWICKLUNGSGESELLSCHAFT ROSTOCK, 2015. *Entscheidungsgrundlagen zur sicheren Bebunkerung mit LNG im Rostocker Hafen*. Hamburg: DNV GL SE, 15.12.2015.

HAFEN MANNHEIM, 2018. *Hafenmagazin Frühjahr 2018*. Mannheim: Staatliche Rhein-Neckar-Hafengesellschaft Mannheim mbH, Januar 2018. S. 1-27.

HAFEN MANNHEIM, 2020. *Hafenplan*. [online] Mannheim: Staatliche Rhein-Neckar-Hafengesellschaft Mannheim mbH, 2020. [Zugriff am 18.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.hafenmannheim.de/de/hafenansichten/hafenplan.html>.

HAMBURG.DE, 2020. *Fähre Hamburg* [online]. Hamburg: hamburg.de GmbH & Co. KG, 2020. [Zugriff am 26.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.hamburg.de/faehre/>.

HAMBURG PORT AUTHORITY, 2020. *LNG, Landstrom und mehr: Unser Antrieb für die Zukunft*. [online]. Hamburg, Hamburg Port Authority AöR, 2020. [Zugriff am 20.08.2020] Verfügbar unter: <https://www.hamburg-port-authority.de/de/themenseiten/lng-landstrom/>.

HANSESTADT BREMISCHES HAFENAMT, 2019. *Risikobewertung für die wasserseitige Bebunkerung mit LNG an den Stromkajen in Bremerhaven*. Bremerhaven: Hansestadt Bremisches Hafenamt, 2019.

HANSESTADT ROSTOCK, 2019. *Hafennutzungsordnung der Hanse- und Universitätsstadt Rostock* [online]. Rostock: Hanse- und Universitätsstadt Rostock, 18.09.2019 [Zugriff am: 23.02.2021]. Verfügbar unter: https://rathaus.rostock.de/sixcms/media.php/1107/3_04.410085.pdf.

HANSESTADT ROSTOCK, 2020. *Gefahrgut und Umwelt* [online]. Rostock: Hanse- und Universitätsstadt Rostock, 12.08.2020 [Zugriff am: 12.08.2020]. Verfügbar unter: https://rathaus.rostock.de/de/service/aemter/hafen_und_seemannsamt/gefahrgut_und_umwelt/251674.

HYDROCARBONS TECHNOLOGY, 2020. *Swedegas LNG Facility, Port of Gothenburg* [online]. London: Hydrocarbons Technology, 2020 [Zugriff am: 16.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.hydrocarbons-technology.com/projects/swedegas-lng-facility-port-gothenburg/>.

IACS, 2016. *Recommendation No. 142* [online]. London: IACS - the International Association of Classification Societies and International Association of Classification Societies Limited, 01.06.2016 [Zugriff am: 08.10.2020]. Verfügbar unter: <http://www.iacs.org.uk/search-result?query=rec+142>.

IAPH, 2015. *Bunker Checklists* [online]. Tokyo: International Association of Ports and Harbors, 01.2015 [Zugriff am: 30.06.2020]. Verfügbar unter: <https://sustainableworldports.org/clean-marine-fuels/lng-bunkering/bunker-checklists/#use-and-edit>.

IAPH, 2018a. *IAPH Audit Tool* [online]. Tokyo: International Association of Ports and Harbors, 2018 [Zugriff am 21.10.2020]. Verfügbar unter: <https://sustainableworldports.org/clean-marine-fuels/lng-bunkering/audit-tool/>.

IAPH, 2018b. *IAT-LNG description* [online]. Tokyo: International Association of Ports and Harbors, 2018 [Zugriff am 21.10.2020]. Verfügbar unter: <https://sustainableworldports.org/clean-marine-fuels/lng-bunkering/audit-tool/>.

IAPH, 2018c. *IAT-LNG audit checklist* [online]. Tokyo: International Association of Ports and Harbors, 2018 [Zugriff am 21.10.2020]. Verfügbar unter: <https://sustainableworldports.org/clean-marine-fuels/lng-bunkering/audit-tool/>.

IAPH, 2020. *LNG Ready Terminal – Port and Terminal guidance* [online]. Tokyo: International Association of Ports and Harbors, 2020 [Zugriff am 16.02.2021]. Verfügbar unter: <https://sustainableworldports.org/clean-marine-fuels/terminal-readiness/>.

IAPH, 2021. *Clean Marine Fuels working group* [online]. In: IMO Symposium on alternative fuels. Tokyo: International Association of Ports and Harbors, 10.02.2021 [Zugriff am: 16.02.2021]. Verfügbar unter: <https://www.imo.org/en/About/Events/Pages/Symposium-alternative-low-carbon-and-zero-carbon-fuels.aspx>.

IHMA, 2021. *Verband der Deutschen Hafenkapitäne (VDHK) e.V.* [online]. International Harbour Masters Association, 2021 [Zugriff am: 05.02.2021]. Verfügbar unter: <https://www.harbourmaster.org/about/governing-body/edhk-ev-germany#>.

INWL, 2018. *Potenzialanalyse Methanol als emissionsneutraler Energieträger für Schifffahrt und Energiewirtschaft* [online]. Rostock: INWL GmbH, 07/2018 [Zugriff am: 14.10.2020]. Verfügbar unter: https://www.maritimes-cluster.de/fileadmin/user_upload/Potenzialanalyse_Methanol_in_der_Schifffahrt_und_Energiewirtschaft.pdf

IMO, 2005. *Annex VI - International Convention for the Prevention of Marine Pollution from Ships (MARPOL)*. London: International Maritime Organization, 19.05.2005.

IMO, 2016a. *International Code of the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk*. London: International Maritime Organization, 2016.

IMO, 2016b. *Resolution MSC.420 (97), Interim Recommendations for Carriage of Liquefied Hydrogen in Bulk* [online]. London: International Maritime Organization, 25.11.2016 [Zugriff am 12.02.2021]. Verfügbar unter: [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.420\(97\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.420(97).pdf).

IMO, 2017. *International Code of Safety for Ships Using Gases or Other Low-flashpoint Fuels*. London: International Maritime Organization, 2017.

IMO, 2018. *Adoption of the initial IMO strategy on reduction of GHG emissions from ships and existing IMO activity related to reducing GHG emissions in the shipping sector* [online]. London: International Maritime Organization, 13.04.2018 [Zugriff am: 21.10.2020]. Verfügbar unter: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/250_IMO%20submission_Talanoa%20Dialogue_April%202018.pdf.

IMO, 2020a. *Fourth IMO GHG Study 2020 – Final report* [online]. London: International Maritime Organization, 29.07.2020 [Zugriff am: 21.10.2020]. Verfügbar unter: <https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2020/08/MEPC-75-7-15-Fourth-IMO-GHG-Study-2020-Final-report-Secretariat.pdf>.

IMO, 2020b. *Status of Conventions* [online]. London: International Maritime Organization, 07.12.2020 [Zugriff am 07.12.2020]. Verfügbar unter: <https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/StatusOfConventions.aspx>.

IMO, 2020c. *MSC.1/Circ.1621 - Interim Guidelines for the Safety of Ships using Methyl/Ethyl Alcohol as Fuel*. London: International Maritime Organization, 12/2020. Verfügbar unter: <https://www.register-iri.com/wp-content/uploads/MS.1-Circ.1621.pdf>.

IMO, 2021a. *International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code)* [online]. London: International Maritime Organization, 2021 [Zugriff am 03.02.2021]. Verfügbar unter: <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/IBCCode.aspx>.

IMO, 2021b. *IMDG-Code*. London: International Maritime Organization, 2021.

ISO, 2012. *ISO 17268:2012*. Genf: International Organization for Standardization, 12/2012.

ISO, 2013. *ISO/TS 18683:2015*. Genf: International Organization for Standardization, 29.06.2013.

ISO, 2015. *ISO/TS 16901:2015*. Genf: International Organization for Standardization, 03/2015.

ISO, 2015. *ISO/TR 15916:2015*. Genf: International Organization for Standardization, 12/2015.

ISO, 2016. *ISO/TS 19880-1:2016*. Genf: International Organization for Standardization, 07/2016.

ISO, 2017a. *ISO 8216-1:2017*. Genf: International Organization for Standardization, 05/2017.

ISO, 2017b. *ISO 8217:2017*. Genf: International Organization for Standardization, 03/2017.

J.Mar.Sci.Eng., 2020. *A Preliminary Study on an Alternative Ship Propulsion System Fueled by Ammonia* [online]. Basel: Kim, Kyunghwa; Roh, Gilltae; Kim, Wook; Chun, Kangwoo, MDPI, 07.03.2020 [Zugriff am: 13.10.2020]. Verfügbar unter: <https://www.mdpi.com/2077-1312/8/3/183/htm>

KIELER NACHRICHTEN, 2019. *Neue Tankstelle für die "Aidanova"* [online]. Kiel: Kieler Zeitung Verlags- und Druckerei KG-GmbH & Co., 13.01.2019 [Zugriff am 16.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.kn-online.de/Nachrichten/Wirtschaft/Aida-Das-erste-LNG-Kreuzfahrtschiff-der-Welt-bekommt-neuen-Tanker>.

KR, 2021. *Report on Ammonia-Fueled Ships* [online]. Busan: Korean Register, 31.01.2021 [Zugriff am 15.02.2021]. Verfügbar unter: [http://www.krs.co.kr/TECHNICAL_FILE/2021-ETC-01_Report%20on%20Ammonia-Fueled%20Ships\(0\).pdf](http://www.krs.co.kr/TECHNICAL_FILE/2021-ETC-01_Report%20on%20Ammonia-Fueled%20Ships(0).pdf).

LAKSHMI, Shailaja, 2018. *IAPH Audit Tool for Safe, Sustainable LNG Bunkering* [online]. New York: MarineLink, 02.10.2018 [Zugriff am: 21.10.2020]. Verfügbar unter: <https://www.marinelink.com/news/iaph-audit-tool-safe-sustainable-lng-442148>.

LANDESHAUPTSTADT KIEL, 2014. *Hafenbenutzungsordnung der Landeshauptstadt Kiel (HafBenO)* [online]. Kiel: Landeshauptstadt Kiel, 01.04.2004 [Zugriff am: 28.07.2020]. Verfügbar unter: <http://www.hafenmeister.net/Bilder/Hafenbenutzungsordnung%20LH%20Kiel.pdf>.

LASI, 2017. *Erläuterungen und Hinweise für die Durchführung der Erlaubnisverfahren nach § 18 der Betriebssicherheitsverordnung* [online]. Wiesbaden: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik, 10/2017 [Zugriff am: 26.10.2020]. Verfügbar unter: https://lasi-info.com/uploads/media/lv49_02.pdf.

LASI, 2019. *Beschluss zu spezifischen Anforderungen an die Erteilung einer Erlaubnis für mobile Füll- und Gasfüllanlagen*. Wiesbaden: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik, 05/2019.

LASI, 2020. *Leitlinien zur Betriebssicherheitsverordnung* [online]. Wiesbaden: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik, 10/2020 [Zugriff am: 11.01.2021]. Verfügbar unter: https://lasi-info.com/uploads/media/LV_35_-_Leitlinien_zur_Betriebssicherheitsverordnung.pdf.

LAVRYSEN, Luc, 2016. *Permit procedures for industrial installations ad infrastructure projects: assessing integration and speeding up* [online]. Gent: Ghent University, 27.05.2016 [Zugriff am: 06.01.2021]. Verfügbar unter: <https://avosetta.jura.uni-bremen.de/belgiumquest2016.pdf>.

LAWYERS BELGIUM, 2015. *Maritime Law in Belgium* [online]. Brüssel: Lawyers Belgium, 11.09.2015 [Zugriff am 25.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.lawyersbelgium.com/maritime-law-in-belgium>.
LNG TERMINAL WILHELMSHAVEN GMBH, 2020. *Verflüssigtes Erdgas (LNG) für Deutschland*. [online] Wilhelmshaven, LNG Terminal Wilhelmshaven GmbH, 2020. [Zugriff am 17.08.2020]. Verfügbar unter: <https://lng-wilhelmshaven.com/>.

LENNTech B.V., 2020. *Wasserstoff (H): Eigenschaften* [online]. Delfgauw [Zugriff am 13.10.2020]. Verfügbar unter: <https://www.lenntech.de/pse/elemente/h.htm>

LINDE, 2020. *LNG import terminals* [online]. Pullach: Linde GmbH, 2020 [Zugriff am 17.11.2020]. Verfügbar unter: https://www.linde-engineering.com/de/images/28670%20BRO_LNG_Terminal_tcm20-117735.pdf.

LLOYD'S REGISTER, 2014. *Future Fuels-Options for Ship Owners & Operators* [online]. Leer: Mariko GmbH 26.09.2014 [Zugriff am: 14.10.2020]. Verfügbar unter: https://www.mariko-leer.de/wp-content/uploads/2016/11/MARIKO-future-fuels-study_2014-09-26_final_v40.pdf.

LLOYD'S REGISTER, 2020. *Introduction to Methanol Bunkering* [online]. London: Lloyd's Register Group Limited, 07/2020 [Zugriff am: 11.01.2021]. Verfügbar unter: https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2020/11/LR-Introduction-to-Methanol-Bunkering-Technical-Reference-2020_07.pdf.

LÜBECKER NACHRICHTEN, 2019. *Landstrom in Nord-Häfen kommt voran – aber nicht überall*. [online] Lübeck: Lübecker Nachrichten GmbH, 10.10.2019. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.ln-online.de/Nachrichten/Norddeutschland/Landstrom-in-Nord-Haefen-kommt-voran-aber-nicht-ueberall>.

LUMITOS AG, 2005. *Ammoniak* [online]. Chemie.de [Zugriff am: 14.10.2020]. Verfügbar unter: <https://www.chemie.de/lexikon/Ammoniak.html>

MARINA GUIDE, 2020. *Hafenkarte Brunsbüttel*. [online] Borgstedt, Marina Guide, 2020 [Zugriff am 18.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.marina-guide.de/marina/yachthafen-brunsbuettel/>.

MARITIME EXECUTIVE, 2018. *IAPH Promotes LNG Bunkering Accreditation Tool* [online]. Fort Lauderdale: The Maritime Executive, 18.10.2018 [Zugriff am: 21.10.2020]. Verfügbar unter: <https://www.maritime-executive.com/article/iaph-promotes-lng-bunkering-accreditation-tool>.

MARITIMES CLUSTER NORDDEUTSCHLAND E.V., 2018. *Potenzialanalyse Methanol als emissionsneutraler Energieträger für Schifffahrt und Energiewirtschaft* [online]. Elsfleth: Maritimes Cluster Norddeutschland e. V., 01.07.2018 [Zugriff am 21.10.2020]. Verfügbar unter: https://www.maritimes-cluster.de/fileadmin/user_upload/Potenzialanalyse_Methanol_in_der_Schifffahrt_und_Energiewirtschaft.pdf.

MARITIME SAFETY COMMITTEE, 2018. *Revised Guidelines for formal Safety Assessment for Use in the IMO Rule-Making Process* [online]. London: International Maritime Organization, 09.04.2018 [Zugriff am: 17.11.2020]. Verfügbar unter: [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/HumanElement/Documents/MSC-MEPC.2-Circ.12-Rev.2%20-%20Revised%20Guidelines%20For%20Formal%20Safety%20Assessment%20\(Fsa\)For%20Use%20In%20The%20Imo%20Rule-Making%20Proces...%20\(Secretariat\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/HumanElement/Documents/MSC-MEPC.2-Circ.12-Rev.2%20-%20Revised%20Guidelines%20For%20Formal%20Safety%20Assessment%20(Fsa)For%20Use%20In%20The%20Imo%20Rule-Making%20Proces...%20(Secretariat).pdf).

MARINE INSIGHT, 2018. *IMO Invites ISO To Develop Standard For Methanol As Marine Fuel* [online]. Bengaluru: Marine Insight, 10.07.2018 [Zugriff am: 17.02.2021]. Verfügbar unter: <https://www.marineinsight.com/shipping-news/imo-invites-iso-to-develop-standard-for-methanol-as-marine-fuel/>.

MINISTERIUM FÜR VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG, 1983. *Verordnung des Verkehrsministeriums über Häfen, Lade- und Löschplätze - Hafenverordnung (Hafen VO)* – [online]. Saarbrücken: juris GmbH, 10.01.1983 [Zugriff am: 30.07.2020]. Verfügbar unter: http://www.landesrecht-bw.de/jportal/portal/t/h7g/page/bsbawueprod.psml;jsessionid=CBDB3FA214A8E682BACF6F1CBC9D98DC.jp81?pid=Dokumentanzeige&showdoccase=1&js_peid=Trefferliste&documentnumber=1&numberofresults=1&fromdoctodoc=yes&doc.id=jlr-HafVBWV5IVZ&doc.part=X&doc.price=0.0#focuspoint.

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND GESUNDHEIT MECKLENBURG-VORPOMMERN, 2006. *Verordnung für die Häfen in Mecklenburg-Vorpommern (Hafenverordnung - HafVO M-V)* [online]. Schwerin: Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung Mecklenburg-Vorpommern, 17.05.2006 [Zugriff am: 30.06.2020]. Verfügbar unter: <http://www.landesrecht-mv.de/jportal/portal/page/bsmvprod.psml?showdoccase=1&st=lr&doc.id=jlr-HafVMV2006rahmen&doc.part=X&doc.origin=bs>.

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND GESUNDHEIT MECKLENBURG-VORPOMMERN, 2008. *Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter in den Häfen von Mecklenburg-Vorpommern (Hafengefahrgutverordnung - HGGVO M-V)* [online]. Schwerin: Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung Mecklenburg-Vorpommern, 22.01.2008 [Zugriff am: 29.07.2020]. Verfügbar unter: <http://www.landesrecht-mv.de/jportal/portal/page/bsmvprod.psml?showdoccase=1&st=lr&doc.id=jlr-HGGVMV2008rahmen&doc.part=X&doc.origin=bs>.

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, VERKEHR, ARBEIT, TECHNOLOGIE UND TOURISMUS SCHLESWIG-HOLSTEIN, 2014. *Landesverordnung für die Häfen in Schleswig-Holstein (Hafenverordnung - HafVO)* [online]. Saarbrücken: juris GmbH, 25.11.2014 [Zugriff am: 29.07.2020]. Verfügbar unter: <http://www.gesetze-rechtsprechung.sh.juris.de/jportal/portal/page/bsshoprod?feed=bssho-lr&showdoccase=1¶mfromHL=true&doc.id=jlr-HafVSH2014rahmen>.

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, VERKEHR, ARBEIT, TECHNOLOGIE UND TOURISMUS SCHLESWIG-HOLSTEIN, 2015. *Landesverordnung über die Sicherheit beim Umgang mit gefährlichen Gütern in den schleswig-holsteinischen Häfen (Hafensicherheitsverordnung - HSVO)* [online]. Saarbrücken: juris GmbH, 18.02.2021 [Zugriff am: 29.07.2020]. Verfügbar unter: http://www.gesetze-rechtsprechung.sh.juris.de/jportal/portal/t/f4k/page/bsshoprod.psml?pid=Dokumentanzeige&showdoccase=1&js_peid=Trefferliste&documentnumber=1&numberofresults=1&fromdoctodoc=yes&doc.id=jlr-HfSiVSH2015rahmen&doc.part=X&doc.price=0.0#focuspoint.

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, VERKEHR, ARBEIT, TECHNOLOGIE UND TOURISMUS SCHLESWIG-HOLSTEIN, 2021. *Allgemeinverfügung der obersten Hafenbehörde*. Kiel: Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus, 19.02.2021.

MSB, 2020a. *Lagen om brandfarliga och explosiva varor* [online]. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 12.05.2020 [Zugriff am: 26.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/brandfarligt-och-explosivt/lagen-om-brandfarliga-och-explosiva-varor/>.

MSB, 2020b. *Lag, förordning och föreskrifter för farligt gods* [online]. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 27.04.2020 [Zugriff am: 26.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/farligt-gods/lag-forordning-och-foreskrifter/>.

MUKRAN PORT, 2020a. *Hafenplan Sassnitz*. [online]. Sassnitz, Fährhafen Sassnitz GmbH, 2020. [Zugriff am 17.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.mukran-port.de/hafenplan.html>.

MUKRAN PORT, 2020b. *Liniendienste* [online]. Sassnitz: Fährhafen Sassnitz GmbH, 2020. [Zugriff am: 26.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.mukran-port.de/leistungen/sea-port/liniendienste.html>.

MUNICIPALITY OF GOTHENBURG, 1995. *Bye-Laws for the Port of Gothenburg* [online]. Gothenburg: Gothenburg Municipality, 01.05.1995 [Zugriff am: 31.07.2020]. Verfügbar unter: <https://www.portofgothenburg.com/FileDownload/?contentReferenceID=12811>.

MUNICIPALITY OF STOCKHOLM, 2014. *Port regulations* [online]. Stockholm: Stockholm Municipality, 04.11.2014 [Zugriff am: 03.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.portsofstockholm.com/about-us/port-security/port-regulations/>.

NAUTICOR, 2019. *World's largest LNG bunker supply vessel "Kairos" christened by godmother Annegret Kramp-Karrenbauer, Federal chairman of the Christian Democratic Union (CDU)* [online]. Hamburg: Nauticor GmbH & Co. KG, 11.02.2019 [Zugriff am 21.10.2020]. Verfügbar unter: https://nauticor.de/_upl/de/_d/20190211_nauticor_press_release_christening_of_kairos.pdf.

NAUTICOR, 2020. *LNG Terminal Nynäshamn* [online]. Hamburg: Nauticor GmbH & Co. KG, 2020 [Zugriff am 16.11.2020]. Verfügbar unter: <https://nauticor.de/lng-terminal-nynaeshamn>.

NAUTITEC, 2019. *Nautitec legt Grundstein für LNG-Bebunkerung in Emden*. [online], Leer: Nautitec GmbH & Co. KG, 09.12.2019. [Zugriff am 18.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.nautitec-leer.de/nautitec-legt-grundstein-fuer-lng-bebunkerung-in-emden/>.

NIEDERSACHSEN PORTS, 2020a. *Kompetenz an der Ems: Deutschlands westlichster Universalhafen – Seehafen Emden* [online]. Emden: Niedersachsen Ports GmbH & Co KG, März 2020 [Zugriff am 17.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.nports.de/media/Haefen/Emden/NPorts_Imagebroschuere_Seehafen_Emden.pdf.

NIEDERSACHSEN PORTS, 2020b. *Im Herzen der Deutschen Bucht: Zentraler Knotenpunkt zwischen Nord- und Ostsee – Seehafen Cuxhaven* [online]. Cuxhaven: Niedersachsen Ports GmbH & Co KG, März 2020 [Zugriff am 17.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.nports.de/media/Haefen/Cuxhaven/NPorts_Imagebroschuere_Seehafen_Cuxhaven.pdf.

NIEDERSACHSEN PORTS, 2020c. *Beste Lage an der Jade: Deutschlands einziger Tiefwasserhafen – Seehafen Wilhelmshaven*. [online]. Wilhelmshaven: Niedersachsen Ports GmbH & Co KG, März 2020 [Zugriff 17.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.nports.de/media/Haefen/Wilhelmshaven/NPorts_Imagebroschuere_Seehafen_Wilhelmshaven.pdf.

NIEDERSACHSEN PORTS, 2020d. *Innovative und umweltfreundliche Wasserstoffanwendungen im Seehafen Emden* [online]. Emden: Niedersachsen Ports GmbH & Co KG, 2020 [Zugriff 05.02.2021]. Verfügbar unter: https://www.mariko-leer.de/wp-content/uploads/2020/07/WASh2Emden_Ergebnisbrosch%C3%BCre_Mai-2020.pdf.

NIEDERSACHSEN PORTS, 2020e. *Hafenbenutzungsvorschrift (HBV)* [online]. Oldenburg: Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG, 01.03.2020 [Zugriff am: 06.07.2020]. Verfügbar unter: https://www.nports.de/media/Haefen/NPorts_Hafenbenutzungsvorschrift_2020.pdf.

NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT, VERKEHR UND DIGITALISIERUNG, 2007. *Niedersächsische Hafenordnung (NHafenO)* [online]. Saarbrücken: juris GmbH, 25.01.2007 [Zugriff am: 30.06.2020]. Verfügbar unter: <http://www.voris.niedersachsen.de/jportal/?quelle=jlink&query=HafenO+ND&psml=bsvorisprod.psml&max=true&aiz=true>.

NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT, VERKEHR UND DIGITALISIERUNG, 2009. *Niedersächsisches Hafensicherheitsgesetz (NHafenSG)* [online]. Saarbrücken: juris GmbH, 16.02.2009 [Zugriff am: 28.07.2020]. Verfügbar unter: http://www.voris.niedersachsen.de/jportal/portal/t/k79/page/bsvorisprod.psml?pid=Dokumentanzeige&showdoccase=1&js_peid=Trefferliste&documentnumber=1&numberofresults=1&fromdoctodoc=yes&doc.id=jlr-HafenSiGND2009rahmen&doc.part=X&doc.price=0.0#focuspoint.

NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT, VERKEHR UND DIGITALISIERUNG, 2017. *Hafenbehördlicher Umgang mit LNG-Bebunkerung im Hafen Emden* [online]. Hannover: Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung, 22.02.2017 [Zugriff am: 18.06.2020]. Verfügbar unter: https://www.vm.nrw.de/verkehr/schifffahrt/Hafen--und-Logistikkonferenzen/LNG-in-der-Binnenschifffahrt/8_-Vortrag-Herbig_22_02_2017.pdf.

NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, BAUEN UND KLIMASCHUTZ, 2020. *Leitfaden durch das Bundes-Immissionsschutzgesetz* [online]. Hannover: Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, 30.11.2020 [Zugriff am: 17.02.2021]. Verfügbar unter: https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/technischer_umweltschutz/genuehmigungsverfahren/leitfaden_durch_das_bundes_immissionsschutzgesetz/leitfaden-durch-das-bundes-immissionsschutzgesetz-8972.html.

NORDDEUTSCHER RUNDFUNK, 2019. *Vereinbarung: Mehr Landstrom für Schiffe* [online]. Hamburg: Norddeutscher Rundfunk (NDR) Anstalt des öffentlichen Rechts, 10.10.2019. [Zugriff am: 24.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/Vereinbarung-Mehr-Landstrom-fuer-Schiffe,landstrom212.html>.

NS ENERGY, 2019. *QP to subscribe to 100% regasification capacity of Zeebrugge LNG terminal* [online]. London: NS Media Group Ltd, 2019 [Zugriff am: 16.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.nsenergybusiness.com/news/qp-zeebrugge-lng-terminal/>.

NTNU, 2014. *LNG Bunkering Operations* [online]. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology Trondheim, 01.04.2014 [Zugriff am: 03.09.2020]. Verfügbar unter: https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/235731/748638_FULLTEXT01.pdf?sequence=2&isAllowed=y.

OFFSHORE ENERGY, 2018a. *Rotterdam Port: IAPH LNG Audit Tool Found to Be Efficient* [online]. Schiedam: Navingo BV, 07.12.2018. [Zugriff am 21.10.2020]. Verfügbar unter: <https://www.offshore-energy.biz/rotterdam-port-iaph-lng-audit-tool-found-to-be-efficient/>.

OFFSHORE ENERGY, 2018b. *Swedegas bunkers LNG to Terntank vessel at Port of Gothenburg facility* [online]. Schiedam: Navingo BV, 07.12.2018. [Zugriff am 22.01.2021]. Verfügbar unter: <https://www.offshore-energy.biz/swedegas-bunkers-lng-to-terntank-vessel-at-port-of-gothenburg-facility/>.

OFFSHORE ENERGY, 2020a. *Vopak offering simultaneous LNG bunkering service in Rotterdam* [online]. Schiedam: Navingo BV, 11.08.2020. [Zugriff am 16.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.offshore-energy.biz/vopak-offering-simultaneous-lng-bunkering-service-in-rotterdam/>.

OFFSHORE ENERGY, 2020b. *Titan completes SIMOPs LNG bunkering at Port of Antwerp* [online]. Schiedam: Navingo BV, 24.09.2020. [Zugriff am 16.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.offshore-energy.biz/titan-completes-simops-lng-bunkering-at-port-of-antwerp/>.

OFFSHORE ENERGY, 2020c. *Nauticor: AGA completes 2000th LNG bunkering of Viking Grace* [online]. Schiedam: Navingo BV, 02.04.2020. [Zugriff am 16.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.offshore-energy.biz/nauticor-aga-completes-2000th-lng-bunkering-of-viking-grace/>.

OpenStreetMap, 2020a. *Emden Hafen* [online]. Stand 2020. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/search?query=emden%20hafen#map=14/53.3504/7.1978>.

OpenStreetMap, 2020b. *Cuxhaven Hafen* [online]. Stand 2020. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/search?query=cuxhaven%20hafen#map=14/53.8656/8.7118>.

OpenStreetMap, 2020c. *Wilhelmshaven Hafen* [online]. Stand 2020. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/search?query=Wilhelmshaven%20hafen#map=13/53.5335/8.1311>.

OpenStreetMap, 2020d. *Bremen Hafen* [online]. Stand 2020. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/search?query=Bremen%20hafen#map=12/53.1167/8.7259>.

OpenStreetMap, 2020e. *Bremerhaven Hafen* [online]. Stand 2020. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/search?query=Bremerhaven%20hafen#map=15/53.5431/8.5703>.

OpenStreetMap, 2020f. *Hamburg Hafen* [online]. Stand 2020. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/search?query=hamburg%20port#map=14/53.5453/9.9654>.

OpenStreetMap, 2020g. *Brunsbüttel Hafen* [online]. Stand 2020. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/search?query=Brunsb%C3%BCttel#map=11/53.9141/9.1162>.

OpenStreetMap, 2020h. *Kiel Hafen* [online]. Stand 2020. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/search?query=Kiel#map=11/54.3429/10.1280>.

OpenStreetMap, 2020i. *Rostock Hafen* [online]. Stand 2020. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/search?query=Rostock#map=13/54.1386/12.0829>.

OpenStreetMap, 2020j. *Sassnitz Hafen* [online]. Stand 2020. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/search?query=Sassnitz#map=16/54.4838/13.5835>.

OpenStreetMap, 2020k. *Mannheim Hafen* [online]. Stand 2020. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/search?query=Mannheim#map=13/49.4890/8.4603>.

OpenStreetMap, 2020l. *Amsterdam Hafen* [online]. Stand 2020. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/search?query=Amsterdam#map=12/52.3515/4.8982>.

OpenStreetMap, 2020m. *Rotterdam Hafen* [online]. Stand 2020. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/search?query=rotterdam#map=11/51.9280/4.4906>.

OpenStreetMap, 2020n. *Antwerpen Hafen* [online]. Stand 2020. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/search?query=antwerpen#map=11/51.2606/4.3578>.

OpenStreetMap, 2020o. *Zeebrugge Hafen* [online]. Stand 2020. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/search?query=zeebrugge#map=14/51.3312/3.2076>.

OpenStreetMap, 2020p. *Göteborg Hafen* [online]. Stand 2020. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/search?query=g%C3%B6teborg#map=10/57.6443/11.9934>.

OpenStreetMap, 2020q. *Stockholm Hafen* [online]. Stand 2020. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/search?query=Stockholm#map=10/59.3255/18.0711>.

OREDA, 2009. *Offshore Reliability Data*. Trondheim: Offshore & Onshore Reliability Data, Stand 2009.
PETRONET LNG, 2020. *Additional services offered at Kochi LNG terminal* [online]. Neu-Delhi: PETRONET LNG LIMITED, 2020 [Zugriff am 17.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.petronetlng.com/KochiLNGAddServices.php>.

PGS PROJECTBUREAU, 2014. *Natural gas: liquefied natural gas (LNG) delivery installations for ships* [online]. Delft: PGS projectbureau, 01.04.2014 [Zugriff am: 20.08.2020]. Verfügbar unter: https://content.publicatiereeksgevaarlijkstoffennl/documents/PGS33/PGS_33-2_LNG_ships_ENG_web.pdf.

PGS PROJECTBUREAU, 2020. *Waterstofinstallaties voor het afleveren van waterstof aan voertuigen en werktuigen* [online]. Delft: PGS projectbureau, 04/2020 [Zugriff am: 12.02.2021]. Verfügbar unter: https://content.publicatiereeksgevaarlijkstoffennl/documents/PGS35/PGS_35_v0.2_april_2020.pdf.

PGS PROJECTBUREAU, 2021. *Over PGS* [online]. Delft: PGS projectbureau, 2021 [Zugriff am: 12.02.2021]. Verfügbar unter: <https://publicatiereeksgevaarlijkstoffennl/over-pgs.html>.

PORT OF AMSTERDAM, 2019. *Port Bylaws* [online]. Amsterdam: Port of Amsterdam, 09.05.2019 [Zugriff am: 04.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.portofamsterdam.com/sites/default/files/2020-06/port-bylaws-north-sea-canal-area.pdf>.

PORT OF AMSTERDAM, 2020a. *Decree adopting a Bunkering Permit, De-bunkering Prohibition and Permit Requirements for fuels and energy sources* [online]. Amsterdam: Port of Amsterdam, 21.12.2020 [Zugriff am: 09.02.2021]. Verfügbar unter: <https://www.portofamsterdam.com/en/aankondiging/decreed-adopting-bunkering-permit-de-bunkering-prohibition-and-permit-requirements>.

PORT OF AMSTERDAM, 2020b. *LNG Bunkering In The Port* [online]. Amsterdam: Port of Amsterdam. [Zugriff am: 14.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.portofamsterdam.com/en/shipping/inland-shipping/facilities/lng-bunkering-port>.

PORT OF AMSTERDAM, 2020c. *Sea Shipping*. [online]. Amsterdam: Port of Amsterdam, 2020. [Zugriff am 20.08.2020], Verfügbar unter: <https://www.portofamsterdam.com/en/business/connections/sea-shipping>.

PORT OF AMSTERDAM, 2020d. *Port map: inland shipping*. [online]. Amsterdam: Port of Amsterdam, 29.05.2020. [Zugriff am 09.02.2021], Verfügbar unter: <https://www.portofamsterdam.com/en/shipping/inland-shipping/port-map-inland-shipping>.

PORT OF AMSTERDAM, 2020e. *Decree adopting Passing Distances to LNG Bunker ships engaged in LNG bunkering operations* [online]. Amsterdam: Port of Amsterdam, 2020. [Zugriff am 20.08.2020], Verfügbar unter: <https://www.portofamsterdam.com/en/announcement/decreed-adopting-passing-distances-lng-bunker-ships-engaged-lng-bunkering-operations>.

PORT OF AMSTERDAM, 2021. *Decree Adopting a Checklist for Bunkering and the Bringing on Board of Additives* [online]. Amsterdam: Port of Amsterdam, 28.01.2021 [Zugriff am: 09.02.2021]. Verfügbar unter: <https://www.portofamsterdam.com/en/announcement/decreed-adopting-checklist-bunkering-and-bringing-board-additives>.

PORT OF ANTWERP, 2017. *Public Map of the Port* [online]. Antwerpen: Port of Antwerp, 31.05.2017. [Zugriff am 18.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.portofantwerp.com/en/publications/brochures-cards/public-map-port>.

PORT OF ANTWERP, 2018a. *Municipal Port Police Regulations* [online]. Antwerpen: Havenbedrijf Antwerpen, 12.11.2018 [Zugriff am: 07.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.portofantwerp.com/sites/portofantwerp/files/Municipal%20port%20police%20regulations%20ENG%20-%20revision%203%20-%20NOVEMBER%202018.pdf>.

PORT OF ANTWERP, 2018b. *Port Instructions* [online]. Antwerpen: Havenbedrijf Antwerpen, 12.11.2018 [Zugriff am: 07.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.portofantwerp.com/sites/portofantwerp/files/Port%20Instructions%20HMO%20-%20revision%203%20-%20NOV%202018_0.pdf.

PORT OF ANTWERP, 2020a. *Multi Fuel Port* [online]. Antwerpen: Havenbedrijf Antwerpen, 07.08.2020 [Zugriff am: 07.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.portofantwerp.com/en/multi-fuel-port>.

PORT OF ANTWERP, 2020b. *Shore Power*. [online] Antwerpen: Port of Antwerp, 2020. [Zugriff am 18.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.portofantwerp.com/en/shorepower>.

PORT OF ANTWERP, 2020c. *Cargo Transport Shortsea*. [online] Antwerpen: Port of Antwerp, 2020. [Zugriff am 19.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.portofantwerp.com/en/shortsea>.

PORT OF ANTWERP, 2020d. Port Map Web App Viewer. [online] Antwerpen: Port of Antwerp, 2020. [Zugriff am 22.08.2020]. Verfügbar unter: <https://webapps.portofantwerp.com/arcgis-portal/apps/webappviewer/index.html?id=be679eba2d854430b6f2a11d1ca8f9e5>.

PORT OF GOTHENBURG, 2017. *LNG Operating Regulations Including LNG Bunkering* [online]. Gothenburg: Port of Gothenburg, 21.03.2017 [Zugriff am: 30.06.2020]. Verfügbar unter: <https://www.portofgothenburg.com/FileDownload/?contentReferenceID=10343>.

PORT OF GOTHENBURG, 2018a. *Gas Supplier named for new LNG Facility at the Port of Gothenburg*. [online]. Göteborg, Port of Gothenburg, 01.06.2018. [Zugriff am 18.08.2020] Verfügbar unter: <https://www.portofgothenburg.com/news-room/press-releases/gas-supplier-named-for-new-lng-facility-at-the-port-of-gothenburg/>.

PORT OF GOTHENBURG, 2018b. *Ship-2- Ship LNG bunkering and SIMOPS*. [online]. Göteborg, Port of Gothenburg, 10.04.2018. [Zugriff am 16.11.2020] Verfügbar unter: <http://www.golng.eu/files/Main/20180417/Ship-2-Ship%20bunkering..pdf>.

PORT OF GOTHENBURG, 2020a. *Sustainable Port – Report 2019*. Göteborg: Gothenborg Port Authority, 07.02.2017.

PORT OF GOTHENBURG, 2020b. *Ro-Ro and Cars* [online]. Göteborg, Port of Gothenburg, 2020. [Zugriff am 19.08.2020] Verfügbar unter: <https://www.portofgothenburg.com/terminals-and-services/ro-ro-and-cars/>.

PORT OF GOTHENBURG, 2020c. *Liquefied natural gas* [online]. Göteborg, Port of Gothenburg, 2020. [Zugriff am 16.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.portofgothenburg.com/about-the-port/greener-transport/alternative-fuels/>.

PORT OF GOTHENBURG, 2020d. *General Port Regulations* [online]. Göteborg, Port of Gothenburg, 2020. [Zugriff am 20.01.2021] Verfügbar unter: <https://www.portofgothenburg.com/maritime/permits-and-regulations/>.

PORT OF KIEL, 2020a. *Linienverbindungen* [online]. Kiel, Seehafen Kiel GmbH & Co. KG, 2020 [Zugriff am 13.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.portofkiel.com/Linienverbindungen_Cargo.html.

PORT OF KIEL, 2020b. *Landstrom Terminals*. [online]. Kiel: Seehafen Kiel GmbH & Co. KG, 2020. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.portofkiel.com/landstromanlagen.html>.

PORT OF ROTTERDAM, 2017. *LNG Bunkering in Rotterdam: Die Nutzung von LNG in der Binnenschifffahrt-Entwicklungen, Erfahrungen, Erfolge* [online]. Duisburg: Cees Boon, 22.02.2017 [Zugriff am 14.10.2020]. Verfügbar unter: https://www.vm.nrw.de/verkehr/schifffahrt/Hafen--und-Logistikkonferenzen/LNG-in-der-Binnenschifffahrt/4_-Vortrag-Boon_22_02_2017.pdf

PORT OF ROTTERDAM, 2019a. *In-Port STS LNG Bunkering. [Workshop]* Amsterdam: Port of Rotterdam: LNG Bunker Summit, 29.01.2019.

PORT OF ROTTERDAM, 2019b. *2020 Rotterdam Port Bye-Laws* [online]. Rotterdam: Havenbedrijf Rotterdam, 05.11.2019 [Zugriff am: 20.01.2021]. Verfügbar unter: <https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/port-bye-laws-for-rotterdam-2020.pdf>.

PORT OF ROTTERDAM, 2019c. *Designation Decree for fuels, energy sources and auxiliary materials for which the use of a checklist is required for bunkering/debunkering* [online]. Rotterdam: Havenbedrijf Rotterdam, 24.12.2019 [Zugriff am: 09.02.2021]. Verfügbar unter: <https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/dd-for-fuels-energy-sources-auxiliary-materials-for-the-use-of-a-checklist-is-required-for-bunkering-debunkering.pdf>.

PORT OF ROTTERDAM, 2019d. *Designation decree for fuels and energy sources that may be bunkered with a permit only* [online]. Rotterdam: Havenbedrijf Rotterdam, 24.12.2019 [Zugriff am: 09.02.2021]. Verfügbar unter: <https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/designation-decree-for-fuels-and-energy-sources-that-may-be-bunkered-with-a-permit-only.pdf>.

PORT OF ROTTERDAM, 2019e. *Designation decree on regulations for ships alongside during bunkering* [online]. Rotterdam: Havenbedrijf Rotterdam, 24.12.2019 [Zugriff am: 09.02.2021]. Verfügbar unter: <https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/designation-decree-on-regulations-for-vesselshipss-alongside-during-bunkering.pdf>.

PORT OF ROTTERDAM, 2019f. *Designation decree on signalling during bunkering* [online]. Rotterdam: Havenbedrijf Rotterdam, 24.12.2019 [Zugriff am: 09.02.2021]. Verfügbar unter: <https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/designation-decree-on-signalling-during-bunkering.pdf>.

PORT OF ROTTERDAM, 2020a. *LNG als Treibstoff für Schiffe und Lkw* [online]. Rotterdam: Havenbedrijf Rotterdam, 12.08.2020 [Zugriff am: 12.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.portofrotterdam.com/de/geschaeftsmogelijkheden/logistik/ladung/lng-drehscheibe/lng-als-treibstoff-fuer-schiffe-und-lkw>.

PORT OF ROTTERDAM, 2020b. *Vessels offered free shore power during Parkkade trial*. [online] Rotterdam: Port of Rotterdam, 16.01.2020 [Zugriff am 18.08.2020] Verfügbar unter: <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/vessels-offered-free-shore-power-during-parkkade-trial>.

PORT OF ROTTERDAM, 2020c. *RoRo Connections*. [online] Rotterdam: Port of Rotterdam, 2020 [Zugriff am 21.08.2020] Verfügbar unter: <https://www.portofrotterdam.com/en/doing-business/logistics/connections/ro-ro>.

PORT OF ROTTERDAM, 2020e. *LNG-Terminal*. [online] Rotterdam: Port of Rotterdam, 2020 [Zugriff am 16.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.portofrotterdam.com/de/geschaeftsmogelijkheden/logistik/ladung/lng-drehscheibe/lng-terminal>.

PORT OF ROTTERDAM, 2021a. *Schiffsinspektionen* [online] Rotterdam: Port of Rotterdam, 2020 [Zugriff am 06.01.2021]. Verfügbar unter: <https://www.portofrotterdam.com/de/schiffahrt/kontakt-hafenmeister/meldung/schiffsinspektionen>.

PORT OF ROTTERDAM, 2021b. *Port of Rotterdam Bunker Sales* [online]. Rotterdam: Port of Rotterdam, 2021 [Zugriff am 22.01.2021]. Verfügbar unter: <https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/bunker-sales-2017-2020.pdf?token=jMjQZNoP>.

PORT OF ROTTERDAM, 2021c. *Rotterdam Bunker Port* [online]. Rotterdam: Port of Rotterdam, 2021 [Zugriff am 16.02.2021]. Verfügbar unter: <https://www.portofrotterdam.com/en/shipping/sea-shipping/other/rotterdam-bunker-port>.

PORT OF ZEEBRUGGE, 2018. *Port Regulation for the port area of Bruges-Zeebrugge* [online]. Brügge: Maatschappij van de Brugse Zeehaven, 12.2018 [Zugriff am: 06.08.2020]. Verfügbar unter: <https://portofzeebrugge.be/sites/default/files/2018-12/Port%20Regulation%20for%20the%20port%20area%20of%20Bruges-Zeebrugge%202.1.pdf>.
PORT OF ZEEBRUGGE, 2019. *Regulations for Bunkering*. Brügge: Maatschappij van de Brugse Zeehaven, 01.03.2019.

PORT OF ZEEBRUGGE, 2020a. *LNG* [online]. Brügge: Maatschappij van de Brugse Zeehaven, 06.08.2020 [Zugriff am: 06.08.2020]. Verfügbar unter: <https://portofzeebrugge.be/en/port/sustainability/lng>.

PORT OF ZEEBRUGGE, 2020b. *Port Map*. [online] Zeebrugge, Port of Zeebrugge. [Zugriff am 18.08.2020]. Verfügbar unter: https://portofzeebrugge.be/sites/default/files/2020-08/Port%20of%20Zeebrugge_port%20map%202019.pdf.

PORT OF ZEEBRUGGE, 2020c. *Shore Power Supply*. [online] Zeebrugge, Port of Zeebrugge. [Zugriff am 18.08.2020]. Verfügbar unter: <https://portofzeebrugge.be/en/port/sustainability/shore-power-supply>.

PORT OF ZEEBRUGGE, 2020d. *Liner Services*. Zeebrugge: Port Authority Zeebrugge, Juli 2020. Verfügbar unter: <https://portofzeebrugge.be/sites/default/files/2020-05/Port%20of%20Zeebrugge%20-%20Liner%20services.pdf>.

PORT TECHNOLOGY INTERNATIONAL, 2020. *New LNG facility to be built at Port of Antwerp*. [online] London: Port Technology International, 17.01.2020. [Zugriff am 18.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.porttechnology.org/news/new-lng-facility-to-be-built-at-port-of-antwerp/>.

PORTS OF STOCKHOLM, 2013. *Ports of Stockholm meets new environmental requirements with LNG* [online]. Stockholm: Stockholms Hamn AB, 07.2013 [Zugriff am: 30.07.2020]. Verfügbar unter: https://www.portsofstockholm.com/siteassets/trycksaker/ports_of_stockholm_meets_new_environmental_requirements_with_lng.pdf.

PORTS OF STOCKHOLM, 2014a. *Port Regulations and Ordinance* [online]. Stockholm: Stockholms Hamn AB, 01.05.2014 [Zugriff am: 03.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.portsofstockholm.com/siteassets/om-oss/tilltrade--sakerhet/port_regulations_and_ordinance_-1_6_4.pdf.

PORTS OF STOCKHOLM, 2014b. *LNG Bunkering at Ports of Stockholm* [online]. Stockholm, Ports of Stockholm, 23.10.2014. [Zugriff am 18.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.portsofstockholm.com/about-us/company-facts/lng/>.

PORTS OF STOCKHOLM, 2019. *Ports of Stockholm in international final with the world's most pioneering climate action projects*. [online] Stockholm: Ports of Stockholm, 08.10.2019. [Zugriff am 18.08.2020]. Verfügbar unter <https://www.portsofstockholm.com/about-us/news/2019/ports-of-stockholm-in-international-final-with-the-worlds-most-pioneering-climate-action-projects/>.

PORTS OF STOCKHOLM, 2020. *Ports & Routes* [online]. Stockholm, Ports of Stockholm, 06.07.2020. [Zugriff am 18.08.2020] Verfügbar unter <https://www.portsofstockholm.com/about-us/company-facts/ports--routes/>.

PRO DANUBE, 2015a. *Rahmenplan Flüssigerdgas – nachgeordnete Maßnahme 2.4* [online]. Wien: Pro Danube Management GmbH, 15.04.2015 [Zugriff am 08.06.2020]. Verfügbar unter: <http://www.lngmasterplan.eu/download/deliverables.html>.

PRO DANUBE, 2015b. *LNG Masterplan Rhine-Main-Danube* [online]. Wien: Pro Danube Management GmbH, 01.12.2015 [Zugriff am 27.08.2020]. Verfügbar unter: http://www.upper-rhine-ports.eu/images/UpperRhinePorts/LNG_MP_Booklet_FINAL.pdf.

RIJKSOVERHEID, 1992. *Municipalities Act* [online]. Amsterdam: Rijksoverheid, 14.02.1992 [Zugriff am: 31.07.2020]. Verfügbar unter: <https://www.government.nl/documents/regulations/2014/09/25/municipalities-act>.

RIJKSOVERHEID, 2016. *Besluit externe veiligheid inrichtingen* [online]. Amsterdam: Rijksoverheid, 01.01.2016 [Zugriff am: 05.11.2020]. Verfügbar unter: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0016767/2016-01-01>.

RIKSDAGEN, 1993. *Ordningsslag (1993:1617)* [online]. Stockholm: Sveriges riksdag, 16.12.1993 [Zugriff am: 03.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/ordningsslag-19931617_sfs-1993-1617.

RIKSDAGEN, 2003. *Fartygssäkerhetslag (2003:364)* [online]. Stockholm: Sveriges riksdag, 05.06.2003 [Zugriff am: 26.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/fartygssakerhetslag-2003364_sfs-2003-364.

RIKSDAGEN, 2004. *Lag (2004:487) om sjöfartsskydd* [online]. Stockholm: Sveriges riksdag, 03.06.2004 [Zugriff am: 26.08.2020]. Verfügbar unter: [https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2004487-om-sjofartsskydd_sfs-2004-487#:~:text=1%20%C2%A7%20Denna%20lag%20inne%C3%A5ller,%20nr%20725%2F2004\)..](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2004487-om-sjofartsskydd_sfs-2004-487#:~:text=1%20%C2%A7%20Denna%20lag%20inne%C3%A5ller,%20nr%20725%2F2004)..)

RIKSDAGEN, 2006. *Lag (2006:1209) om hamnskydd* [online]. Stockholm: Sveriges riksdag, 23.11.2006 [Zugriff am: 26.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-20061209-om-hamnskydd_sfs-2006-1209.

RIKSDAGEN, 2016. *Lag (2016:915) om krav på installationer för alternativa drivmedel* [online]. Stockholm: Sveriges riksdag, 13.10.2016 [Zugriff am: 26.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2016915-om-krav-pa-installationer-for_sfs-2016-915.

RIVIERA, 2020a. *IMO approves methanol as a safe ship fuel* [online]. London: Riviera Maritime Media Ltd, 30.11.2020 [Zugriff am: 11.01.2021]. Verfügbar unter: <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/imo-approves-methanol-as-a-safe-ship-fuel-62055>.

RIVIERA, 2020b. *LNG ship-to-ship bunkering gets articulated* [online]. London: Riviera Maritime Media Ltd, 2020 [Zugriff am: 17.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.rivieramm.com/opinion/opinion/lng-ship-to-ship-bunkering-gets-articulated-33854>.

RIVM, 2009. *Reference Manual Bevi Risk Assessments* [online]. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 01.07.2009 [Zugriff am: 14.09.2020]. Verfügbar unter: <https://www.rivm.nl/documenten/reference-manual-bevi-risk-assessments-version-32>.

ROSTOCK PORT GMBH, 2020. *Überseehafen Rostock auf einen Blick 2020* [online]. Rostock: Rostock Port GmbH, März 2020. [Zugriff am 18.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.rostock-port.de/fileadmin/Media/PDFs/Printmaterial/Faltbooklet_A-Z_DEU_2020.pdf.

SAFETY4SEA, 2014. *Safety Aspects of the new IGC Code and IGF Code* [online]. Safety4Sea, 27.11.2014 [Zugriff am: 08.12.2020]. Verfügbar unter: <https://safety4sea.com/safety-aspects-of-the-new-igc-code-and-igf-code/>.

SAFETY4SEA, 2019. *IAPH`s bunkering audit tool assists ports` bunkering operations* [online]. Safety4Sea, 13.11.2019 [Zugriff am: 21.10.2020]. Verfügbar unter: <https://safety4sea.com/watch-iaphs-bunkering-audit-tool-assists-ports-bunkering-operations/>.

SCHIFFSJOURNAL, 2017. *Bremerhaven: Erstes auf LNG umgerüstete Containerschiff erfolgreich in Betrieb genommen* [online]. Emden: Tobias Bruns, 24.08.2017 [Zugriff am: 25.06.2020]. Verfügbar unter: <https://www.schiffsjournal.de/bremerhaven-erstes-auf-lng-umgeruestete-containerschiff-erfolgreich-in-betrieb-genommen/>.

SCHLEPP- UND FÄHRGESELLSCHAFT KIEL MBH, 2020. *Linienübersicht* [online]. Kiel: Schlepp- und Fährgesellschaft Kiel mbH (SFK), 2020. [Zugriff am: 26.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.sfk-kiel.de/de/faehrlinien/linien/>.

SEAPORTS NIEDERSACHSEN, 2020a. *Seehafen Emden - Liniendienste* [online]. Emden: Emder Hafenförderungsgesellschaft e.V. [Zugriff am 13.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.seaports.de/virthos.php?//HOME/HAFENSTANDORTE/Emden/Liniendienste>.

SEAPORTS NIEDERSACHSEN, 2020b. *Seehafen Cuxhaven - Liniendienste* [online]. Cuxhaven: Hafenwirtschaftsgemeinschaft Cuxhaven e.V. [Zugriff am 13.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.seaports.de/virthos.php?//HOME/HAFENSTANDORTE/Cuxhaven/Liniendienste>.

SEAPORTS NIEDERSACHSEN, 2020c. *Seehafen Wilhelmshaven - Liniendienste* [online]. Wilhelmshaven: Wilhelmshavener Hafenwirtschafts-Vereinigung e.V. [Zugriff am 13.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.seaports.de/virthos.php?//HOME/HAFENSTANDORTE/Wilhelmshaven/Liniendienste>.

SEEHAFENSTADT EMDEN, 2020. *Emden – Ausgangspunkt zu vielen Ausflugszielen*. [online] Emden: Emden Marketing & Tourismus GmbH, 2020. [Zugriff am 17.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.emden-touristik.de/service-information/fahrplaene>.

SENAT DER FREIEN HANSESTADT BREMEN, 2000. *Bremisches Hafenbetriebsgesetz* [online]. Bremen: Der Senator für Finanzen der Freien Hansestadt Bremen, 24.11.2000 [Zugriff am: 30.07.2020]. Verfügbar unter: https://www.transparenz.bremen.de/sixcms/detail.php?gsid=bremen2014_tp.c.67321.de&template=20_gp_ifg_meta_detail_d.

SENAT DER FREIEN HANSESTADT BREMEN, 2001. *Bremische Hafenordnung* [online]. Bremen: Der Senator für Finanzen der Freien Hansestadt Bremen, 23.05.2001 [Zugriff am: 05.03.2021]. Verfügbar unter: https://www.transparenz.bremen.de/sixcms/detail.php?gsid=bremen2014_tp.c.157728.de&asl=bremen02.c.732.de&template=20_gp_ifg_meta_detail_d.

SENAT DER FREIEN HANSESTADT BREMEN, 2020. *Gelungene Premiere: Erster LNG-Transfer von Schiff-zu-Schiff in Bremerhaven erfolgreich durchgeführt* [online]. Bremen: Pressestelle des Senats, 19.06.2020 [Zugriff am: 25.06.2020]. Verfügbar unter: <https://www.senatspressestelle.bremen.de/sixcms/detail.php?id=338611>.

SEPA, 2019. *The Swedish Environmental Code* [online]. Stockholm: Swedish Environmental Protection Agency, 23.09.2019 [Zugriff am: 26.08.2020]. Verfügbar unter: <http://www.swedishepa.se/Guidance/Laws-and-regulations/The-Swedish-Environmental-Code/>.

SGMF, 2018. *Recommendation of Controlled Zones during LNG bunkering* [online]. London: Society for Gas as a Marine Fuel, 01.03.2018 [Zugriff am: 24.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.sgmf.info/shop/preview/17>.

SHIP TECHNOLOGY, 2018. *LNG Bunkering Facilities Around The World*. [online] 29.08.2018. [Zugriff am 17.08.2020]. Verfügbar unter <https://www.ship-technology.com/features/lng-bunkering-facilities-around-the-world/>.

SIGTTO, 2016. *Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals, (LGHP4) 4th Edition* [online]. London: SIGTTO, 01.07.2016 [Zugriff am 27.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.sigtto.org/publications/liquefied-gas-handling-principles-on-ships-and-in-terminals-lghp4-4th-edition/>.

STADT SASSNITZ, 2015. *Hafennutzungsordnung* [online]. Sassnitz: Stadt Sassnitz, Staatlich anerkannter Erholungsort, 20.03.2015 [Zugriff am: 29.06.2020]. Verfügbar unter: <https://daten.verwaltungsportal.de/dateien/legalframework/2/4/9/6/2/Hafennutzungsordnung.pdf>.

STÄDTE-VERLAG, 2020. *Unser Stadtplan – Helgolandkai*. [online]. Fellbach: Städte-Verlag E. v. Wagner & J. Mitterhuber GmbH, 2020 [Zugriff am: 26.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.unser-stadtplan.de/stadtplan/wilhelmshaven/str/helgolandkai.map>.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG, 2020. *Güterumschlag in der Binnenschifffahrt in Baden-Württemberg monatlich nach Häfen 2019 und 2020*. [online] Stuttgart: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2020 [Zugriff am 21.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.statistik-bw.de/Verkehr/PersGueterverk/v5b01.jsp>.

TÄGLICHER HAFENBERICHT, 2020a. *Ship-to-Ship jetzt auch in Emden* [online]. Hamburg, DVV Media Group GmbH, 14.08.2020 [Zugriff am 15.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.thb.info/rubriken/single-view/news/ship-to-ship-jetzt-auch-in-emden.html>.

TÄGLICHER HAFENBERICHT, 2020b. *Rotterdam wird führend als LNG-Hub* [online]. Hamburg, DVV Media Group GmbH, 12.11.2020 [Zugriff am 13.11.2020]. Verfügbar unter: https://www.thb.info/login.html?redirect_url=/rubriken/single-view/news/rotterdam-wird-fuehrend-als-lng-hub.

TÄGLICHER HAFENBERICHT, 2020c. *Zeebrugge setzt LNG auf die Bahn* [online]. Hamburg, DVV Media Group GmbH, 22.10.2020 [Zugriff am 02.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.thb.info/rubriken/single-view/news/zeebrugge-setzt-lng-auf-die-bahn.html>.

TASKFORCE LNG, 2016. *Genehmigungsleitfaden für LNG / LCNG-Tankstellen* [online]. Bonn: DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., Dezember 2016 [Zugriff am 27.07.2020]. Verfügbar unter: <https://www.dvgw.de/medien/dvgw/forschung/gas/genehmigungsleitfaden-lng-lcng-tankstellen-dvgw.pdf>.

TECHNOCEAN CONSULTING, 2021. *Methanol Bunkering station* [online]. Mölnlycke: Technocean Consulting, 2021 [Zugriff am: 12.02.2021]. Verfügbar unter: <http://technocean.eu/methanol-bunkering-station/>.

TITAN LNG, 2019. *First LNG Bunkering Delivered Concurrent Cargo Operations in Port of Amsterdam* [online]. Amsterdam: Titan LNG, 10.12.2019 [Zugriff: 14.08.2020]. Verfügbar unter: <https://titan-lng.com/first-lng-bunkering-delivered-concurrent-cargo-operations-in-port-of-amsterdam/>.

THE MARITIME EXECUTIVE, 2021: *ABS Launches Study of Ammonia as Marine Fuel at Port of Singapore* [online]. Fort Lauderdale, Florida: The Marine Executive, LLC. 25.01.2021. [Zugriff am 11.02.2021]. Verfügbar unter: <https://maritime-executive.com/article/abs-launches-study-of-ammonia-as-a-marine-fuel-at-port-of-singapore>.

TOTAL, 2020. *Total and Mitsui O.S.K. Lines officially name the world's largest LNG bunker vessel: "Gas Agility"* [online]. Paris: Total SE, 18.09.2020 [Zugriff am 21.10.2020]. Verfügbar unter: <https://www.marinefuels.total.com/news/press-release/total-and-mitsui-osk-lines-officially-name-the-worlds-largest-lng-bunker-vessel-gas-agility>.

TOURISMUS CUXHAVEN, 2020a. *Helgoland*. [online] Cuxhaven: Nordseeheilbad Cuxhaven GmbH, 2020. [Zugriff am: 31.08.2020]. Verfügbar unter: <https://tourismus.cuxhaven.de/staticsite/staticsite.php?menuid=284&topmenu=124>.

TOURISMUS CUXHAVEN, 2020b. *Neuwerk*. [online] Cuxhaven: Nordseeheilbad Cuxhaven GmbH, 2020. [Zugriff am: 31.08.2020]. Verfügbar unter: <https://tourismus.cuxhaven.de/staticsite/staticsite.php?menuid=285&topmenu=124>.

TQM, 2020. *FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)* [online]. Wiesbaden: TQM Training & Consulting – eine Marke der WEKA Akademie GmbH, 2020 [Zugriff am 19.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.tqm.com/consulting/fmea-failure-mode-and-effects-analysis/>.

TÜV SÜD, 2020. *Eigenschaften von Wasserstoff* [online]. [Zugriff am 13.10.2020]. Verfügbar unter: <https://www.tuvsud.com/de-de/indust-re/wasserstoff-brennstoffzellen-info/wasserstoff/eigenschaften-von-wasserstoff#:~:text=Wasserstoff%20ist%20ein%20farb%2D%20und,70%2C99%20g%2F>.

UHDE CORPORATION OF AMERICA, 2012. *Ammonia Technical Manual: Evaluation of risks related to the transport of anhydrous ammonia and their mitigation by localized small scale production* [online]. Bridgeville: Lippmann, Dennis G., 2012 [Zugriff am 13.10.2020]. Verfügbar unter: <https://www.aiche.org/sites/default/files/docs/conferences/2012-aiche-ammonia-safety-symposium-qa.pdf>.

UMWELTINSTITUT OFFENBACH, 2021. *EHS-/HSE-Manager - Der Manager für Umwelt, Gesundheit und Sicherheit* [online]. Offenbach: Umweltinstitut Offenbach GmbH, 2021 [Zugriff am 07.01.2021]. Verfügbar unter: https://www.umweltinstitut.de/Themen/85/Arbeitsschutzmanagement/31/EHS-HSE-Manager_-_Der_Manager_f%C3%BCr_Umwelt_Gesundheit_und_Sicherheit.html.

UN, 2015. *Paris Agreement* [online]. New York: United Nations, 12.12.2015 [Zugriff am: 21.10.2020]. Verfügbar unter: https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf.

VÄSTTRAFFIK, 2019. *Sparvagns- och Battrafik. Tram and Ferries*. [online] Göteborg: Västtradik, Västra Götalandsregionen, 19.08.2019 [Zugriff am 31.08.2020]. Verfügbar unter <https://www.vasttrafik.se/globalassets/media/kartor/linjenatskartor/sparvagn/linjenatskarta-sparvagn-och-bat-190816.pdf>.

VERKEHRSVERBUND WARNOW, 2020. Fahrpläne der Warnowfähren in Rostock [online]. Rostock: Verkehrsverbund Warnow GmbH, 2020. [Zugriff am: 28.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.verkehrsverbund-warnow.de/haltestellen-fahrplaene/faehren.html>.

VEUS SHIPPING, 2019. *NAUTITEC legt Grundstein für LNG-Bebunkerung in Emden*. [online] Duisburg: Dipl.-Ing. Peter Pospiech vom 09.12.2019. [Zugriff am 17.08.2020]. Verfügbar unter: <http://www.veus-shipping.com/2019/12/nautitec-legt-grundstein-fuer-Ing-bebunkerung-in-emden/>.

VLAAMSE GEMEENSCHAP, 1999. *Decreet houdende het beleid en het beheer van de zeehavens* [online]. Brüssel: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 02.03.1999 [Zugriff am: 05.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.vlaamsehavencommissie.be/sites/default/files/documenten/HAD-VHC-001.pdf>.

VSM, 2018. *MethaShip: Methanol - Der alternative, umweltfreundliche Schiffsbrennstoff der Zukunft?* [online]. Hamburg: Verband für Schiffbau und Meerestechnik e. V., 28.05.2018 [Zugriff am: 12.02.2021]. Verfügbar unter: https://www.vsm.de/sites/default/files/dokumente/b799d9bd7cd3dea9b5b50f60ed8884d8/04_methaship_lr_sicherheit_u_infrastruktur.pdf.

WASH2EMDEN PROJEKTKONSORTIUM, 2020. *Innovative und umweltfreundliche Wasserstoffanwendungen im Seehafen Emden - Ergebnisse der Potenzialanalyse*. Emden, Leer: MARIKO GmbH, abh Ingenieur-Technik GmbH, Tyczka GmbH, Gasttechnologisches Institut gGmbH Freiberg, Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG, Mai 2020. Verfügbar unter: https://www.mariko-leer.de/wp-content/uploads/2020/07/WASH2Emden_Ergebnisbrosch%C3%BCre_Mai-2020.pdf.

WÄRTSILÄ, 2016. *Sea Gas LNG Bunkering Viking Grace*. Helsinki: Wärtsilä, 04.10.2016.

WESERFÄHRE BEMERHAVEN, 2020. Fahrplan Weserfähre Bremerhaven. [online] Bremerhaven: Weserfähre GmbH, 2020. [Zugriff am 19.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.weserfaehre.de/fahrplan/>.

WESER KURIER, 2017. *Cuxhaven bekommt Landstromanlage im Offshore Hafen*. [online] Bremen: Peter Hanuschke, 04.12.2017. [Zugriff am 20.08.2020]. Verfügbar unter: https://www.weser-kurier.de/bremen/bremen-wirtschaft_artikel,-cuxhaven-bekommt-landstromanlage-im-offshorehafen-_arid,1676320.html.

WFB Bremen, 2020. Bremen erleben – Fahren [online]. Bremen: WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH, 2020. [Zugriff am 27.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.bremen.de/leben-in-bremen/mobilitaet-und-verkehr/faehren>.

WORLD LPG ASSOCIATION, 2019. *LPG Bunkering - Guide for LPG Marine Fuel Supply*. Neuilly-sur-Seine: World LPG Association (WLPGA), 2019. Verfügbar unter: <https://www.wlpga.org/wp-content/uploads/2019/10/LPG-Bunkering-2019.pdf>.

ZKR, 2020. *Internationaler Sicherheitsleitfaden für die Binnentankschifffahrt und Binnentankterminals* [online]. Strasbourg: Zentralkommission für die Rheinschifffahrt, 31.08.2020 [Zugriff am 31.08.2020]. Verfügbar unter: <https://www.isgintt.org/100-de.html>.

ZKR, 2014. *Vorschlag für Prüflisten beim Bunkern von Flüssigerdgas* [online]. Strasbourg: Zentralkommission für die Rheinschifffahrt, 18.08.2014 [Zugriff am 03.09.2020]. Verfügbar unter: https://www.ccr-zkr.org/files/documents/workshops/audit020215/rpg14_54de.pdf.

ANHANG

Anhang 1 - Glossar

ALARP-Prinzip

Beim ALARP-Prinzip handelt es sich um eine Sicherheitsphilosophie, die Bestandteil qualitativer Risikoanalysen ist. Sie besagt, dass mittlere Risiken durch geeignete Maßnahmen gemindert werden sollen, solange der zusätzliche Aufwand zur Minderung noch begründbar und praktikabel ist (as low as reasonably practicable).

Bow-Tie-Diagramm

Ein Bow-Tie-Diagramm dient der grafischen Darstellung der Bewertung von Risikosituationen. Das Diagramm wird von links nach rechts gelesen. Auf der linken Seite stehen die möglichen Gefahren, die das potenziell gefährliche Ereignis in der Mitte auslösen. Zwischengelagert befinden sich die Schwellen zur Eliminierung oder Abschwächung der Ursachen. Am rechten Rand sind die möglichen Folgen des Ereignisses dokumentiert, die dann auftreten, wenn die vorgenommenen wirkungsbezogenen Maßnahmen nicht den gewünschten Effekt erzielen.

Bunkerempfänger

Der Bunkerempfänger ist ein Reeder oder Charterer von Schiffen, der den Bunkerlieferanten mit der Durchführung der Bebunkerung beauftragt und in Absprache mit diesem den Bunkervorgang organisiert.

Bunkerinstallationen

Der Begriff Bunkerinstallationen umfasst die Rohrleitungen, Prozesskomponenten, Instrumentierung und weitere Komponenten für den Transfer des Kraftstoffs vom Bunkerlieferanten zum Manifold des Empfängerschiffs.⁶²⁴

Bunkerlieferant

Der Bunkerlieferant liefert den jeweiligen Kraftstoff an den Bunkerempfänger. Hierfür organisiert er in Absprache mit dem Bunkerempfänger, den beteiligten Behörden sowie ggf. den Terminalbetreibern die Modalitäten der Bebunkerung.

Bunkerpartei

Diese Bezeichnung wird als Oberbegriff für Bunkerlieferanten und -empfänger verwendet.

Bunkerschiff

Bunkerschiffe sind Schiffe, die andere Schiffe mit Kraftstoff versorgen. In Regelungstexten werden teilweise die Begriffe Tankschiff oder Bunkerboot verwendet. Bunkerschiffe sind explizit von Tankern zu unterscheiden, deren Funktion lediglich der Transport und Umschlag flüssiger und gasförmiger Stoffe ist.

Fehlerszenario

In der Risikobewertung werden in der HAZID Fehlerszenarien identifiziert und bewertet. Bei diesen handelt es sich um potenzielle Gefahrensituationen für Gesundheit, Sicherheit und Umwelt, die beim Bunkern auftreten können.

⁶²⁴ Vgl. ISO, 2013.

Flash Fire

Ein Flash Fire ist ein Rückschlagsbrand der entsteht, wenn beim Bunkern ein durch die Freisetzung von bspw. LNG hervorgerufenen Gas-Luft-Gemisch im Bereich der unteren und oberen Explosionsgrenze durch den Wind zu einer Zündquelle getragen wird. Nach der Entzündung schlagen die Flammen zur Austrittsquelle zurück.⁶²⁵

FMEA

Eine FMEA ist eine speziell strukturierte Methode einer HAZID. Sie basiert auf präventiven Methoden, deren Anwendung das Ziel verfolgen, Fehler frühzeitig zu erkennen und deren Entstehung bereits im Vorfeld durch Aufzeigen geeigneter Gegenmaßnahmen zu vermeiden.⁶²⁶

Genehmigungsprozess

Der Genehmigungsprozess dient als Oberbegriff für Handlungen der Bunkerlieferanten, -empfänger, ggf. Terminalbetreiber, der zuständigen (Hafen-)Behörden und weiteren Behörden, die der Zulassung eines Bunkervorgangs dienen. Er kann unterteilt werden in die Vorqualifizierung von Bunkerparteien und die grundsätzliche Zulassung des Bunkerns.

HAZOP

Eine HAZOP ist eine speziell strukturierte Methode einer HAZID. Sie verfolgt einen systematischen Ansatz zur Identifizierung von Gefahren und Betriebsfähigkeitsproblemen, die infolge von Abweichungen von den vorgesehenen Prozessbedingungen auftreten. Die HAZOP wird wie die HAZID durch ein interdisziplinäres Team durchgeführt.⁶²⁷

Individualrisiko und location specific individual risk

Anhand des IR und des LSIR können die Risikoakzeptanzwerte für Bunkervorgänge abgeleitet werden. Das IR ist die Wahrscheinlichkeit, mit der eine bestimmte Person durch den Eintritt eines Vor- oder Unfalls einen Schaden erleidet. Das LSIR entspricht dem theoretischen Sterberisiko einer beliebigen Person, die sich in einem bestimmten Bereich durchgängig (24 Stunden pro Tag, 365 Tage im Jahr) aufhält und durch die definierten Gefahren den Tod erleidet.⁶²⁸

Jet Fire

Ein Jet Fire ist ein Strahlbrand, der bspw. bei einem LNG-Austritt unter Druck entstehen kann. Wird die resultierende Dampf Wolke entzündet, breiten sich die Flammen rückwärts zum Punkt der Freisetzung aus. Durch die druckbedingt erhöhte Austrittsgeschwindigkeit des LNG wird vergleichsweise viel Gas verbrannt, wodurch die Wärmeemission steigt.⁶²⁹

Kontrollzonen

Bei der Einrichtung von Kontrollzonen handelt es sich um Sicherheitsmaßnahmen, die im Zuge von Bunkervorgängen getroffen werden. Die verschiedenen Kontrollzonen sind mit unterschiedlichen Einschränkungen und Maßnahmen verbunden. Die gemäß ISO/TS 18683:2015 und ISO 20519:2017 definierten Kontrollzonen sind in Tabelle 44 erläutert und in Abbildung 29 veranschaulicht.

⁶²⁵ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

⁶²⁶ Vgl. TQM, 2020.

⁶²⁷ Vgl. DNV GL, 2019a.

⁶²⁸ Vgl. EMSA, 2018.

⁶²⁹ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

(LNG-)BMP

Ein LNGBMP ist ein nach IACS Rec. 142 definiertes Dokument, in dem die Bunkerparteien alle sicherheitsrelevanten Unterlagen über die genutzten Infrastrukturen, Ausrüstungen, Personal etc. zusammentragen können. Für die Genehmigungsbehörden dient der LNGBMP somit als Bewertungsgrundlage für geplante LNG-Bebunkerungen.⁶³⁰ Im Allgemeinen kann das Prinzip des Bunkermanagementplans auch auf weitere alternative Schiffskraftstoffe übertragen werden.

Pool Fire

Ein Pool Fire ist ein Lachenbrand, der durch die direkte Entzündung des sich über einer (LNG-)Lache⁶³¹ bildenden Gasdampfs entsteht.⁶³²

Risikoanalyse

Der Oberbegriff Risikoanalyse bezeichnet im Kontext dieses Leitfadens den Gesamtprozess der Risikoidentifizierung, Risikoanalyse und Risikobewertung entsprechend des Werkzeugkastens in Kapitel 3.3.2.

Risikokontur

Die Risikokonturen geben in Risikobewertungen für ein bestimmtes Fehlerszenario an, in welchen Bereichen um die Bunkerstelle sich Personen welchen Wahrscheinlichkeiten der Schädigung durch das entsprechende Fehlerszenario aussetzen. Sie geben damit Informationen dazu, inwiefern Personen, die sich innerhalb einer definierten Kontur befinden, sich dem Risiko einer Schädigung aussetzen und bilden damit die Grundlage für die Ableitung von Sicherheitsmaßnahmen.

SIMOPS

Bei SIMOPS handelt es sich im Kontext dieses Leitfadens um sämtliche simultane Aktivitäten, die während des Bunkervorgangs stattfinden und tendenziell entweder einen Einfluss auf diesen ausüben oder von diesem beeinflusst werden können. Dabei schließt der Begriff SIMOPS sowohl die Betrachtung der Gleichzeitigkeit von Umschlag- und Bunkervorgängen als auch passierende land- und seeseitige Verkehre, Passagiere an Bord, Passagierwechsel etc. ein. Die simultane Durchführung des Bunkerns und Umschlagens (sowie ggf. weiterer gleichzeitig ablaufender Prozesse) stellt durch den direkten Einfluss auf die Dauer der Liegezeiten eines der ausschlaggebenden Kriterien für die Wirtschaftlichkeit von Schiffen mit alternativen Kraftstoffen dar.

Single Point of Contact⁶³³

Das Prinzip entstammt den Empfehlungen der EMSA Guidance on LNG Bunkering, die hierfür die Bezeichnung „Single-Desk Approach“ verwendet. Es besagt, dass durch die gebündelte Abwicklung und Koordination der Genehmigungsvorgänge für Bunkervorgänge maßgeblich vereinfacht werden kann. Als Single Point of Contact kann dabei eine Stelle auftreten, die eine zentrale Beteiligung am Prozess besitzt (bspw. die Hafenbehörde). Die Tätigkeit des Single Point of Contact ersetzt nicht die nötigen Genehmigungsschritte, die durch andere Institutionen zu leisten sind. Jedoch tritt die entsprechende Stelle als erster Ansprechpartner für die anderen, am Genehmigungsprozess beteiligten Parteien auf.

⁶³⁰ Vgl. EMSA, 2018.

⁶³¹ Ein ähnliches Verhalten tritt auch bei anderen tiefgekühlt verflüssigten Gasen auf.

⁶³² Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

⁶³³ Vgl. EMSA, 2018.

Anhang 2 - Regelungstexte der Häfen für das Bunkern alternativer Kraftstoffe

Tabelle 46 | Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für die Zulässigkeit des Bunkerns

Standort	Rechtliche Grundlage	TTS-Transfer	STS-Transfer	PTS-Transfer
Hamburg	GGBV Hafen Hamburg	Übergabe von Schiffskraftstoffen mit einem Flammpunkt unter 55°C mit diesem Konzept ohne Ausnahmegenehmigung ausgeschlossen	Übergabe von Schiffskraftstoffen mit einem Flammpunkt unter 55°C mit diesem Konzept ohne Ausnahmegenehmigung ausgeschlossen	
Brunsbüttel	HBO für die Brunsbütteler Häfen i. V. m. § 24 HSVO	LNG TTS-Bebunkerungen stellen einen anzeigepflichtigen, aber genehmigungsfreien Vorgang dar	LNG STS-Transfers sind genehmigungspflichtig und werden auf Basis von Einzelgenehmigungen ausgestellt	
Sassnitz	HNO	Übernahme von tiefgekühlt verflüssigten Gasen zur Eigenversorgung von Wasserfahrzeugen ist ausschließlich mit Genehmigung der Hafenbehörde zulässig		
Amsterdam, Rotterdam	HafenO Amsterdam/Rotterdam	Zulässigkeit des Bunkerns nur bei Genehmigung der Hafenbehörde		
Antwerpen	HafenPolVO	Für Bunkervorgänge ist eine Genehmigung der Hafenbehörde erforderlich.		
Antwerpen	Hafenvorschriften Port of Antwerp	Das Bunkern unterliegt der vorherigen Genehmigung durch den Hafenmeister.		
Zeebrugge	Bunkerordnung Port of Zeebrugge	-zulässige Liegeplätze für das Bunkern von LNG (inkl. max. Transfergeschwindigkeit bei LNG-Bebunkerung) sind ausgewiesen -andere Liegeplätze nur nach einer gesonderten Risikobewertung nutzbar <u>Vorbeifahrender Verkehr während Andockung:</u> -Abstand mind. 30m -max. Geschwindigkeit: 6 Knoten <u>Schiffsverkehr, bei Fahrt in gleicher Richtung:</u> -Abstand mind. 50m -max. Geschwindigkeit: 6 Knoten		

Standort	Rechtliche Grundlage	TTS-Transfer	STS-Transfer	PTS-Transfer
Göteborg	LNG-Betriebsvorschriften	-vergleichbar mit einem Bunkerbetrieb zwischen einem Bunkerschiff und einem Empfängerschiff, so dass die gleichen Vorschriften gelten und die gleiche Checkliste ausgefüllt werden muss -um ein LNG-Bunkerfahrzeug zu betreiben, muss der Betreiber des Fahrzeugs auf Anfrage eine genehmigte ADR-Schulungsbescheinigung und Kenntnisse des Sicherheitshandbuchs des Terminals bzgl. des LNG-Bunkerkonzepts vorweisen	-Bunkerschiff muss über eine Zulassung verfügen -Empfängerschiff muss den IGF-Code erfüllen -Empfängerschiff sollte der Norm ISO 20519:2017 oder einer ähnlichen Norm entsprechen -Anlage muss über ein genehmigtes Sicherheitsmanagementsystem und über Routinen verfügen, die den Bunkerbetrieb an den Liegeplätzen der Anlage mit oder ohne gleichzeitigen Ladungsbetrieb ermöglichen -alle Bunkerarbeiten müssen genehmigt werden -Bunkerschiff soll nach dem IGC-Code gebaut sein -Bunkerschiff nach dem Green-Bunker-Konzept inspizieren -Bunkerschiff soll über den Nachweis einer angemessenen Ausbildung und Zertifizierung gemäß International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW) und der Norm ISO 20519:2017 verfügen	

Tabelle 47 | Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für SIMOPS bei Bunkervorgängen

Standort	Rechtliche Grundlage	SIMOPS bei Bunkervorgängen
Amsterdam, Rotterdam	HafenO Amsterdam/Rotterdam	Voraussetzung für die Erlaubnis von SIMOPS beim Bunkern von LNG ist ein klassengenehmigter LNCBMP.
Zeebrugge	Bunkerordnung Port of Zeebrugge	Erlaubt, wenn diese im LNCBMP beschrieben und vom Flaggenstaat und allen am Bunkervorgang beteiligten Parteien anerkannt sind.
Göteborg	LNG Betriebsvorschriften	-Umschlag von Öl auf LNG-betriebene Schiffe ist parallel zum Bunkern von LNG erlaubt -Bunkern von Öl auf einen LNG-Tanker während des LNG-Umschlagvorgangs ist nicht erlaubt -weitere SIMOPS gemäß Bunkercheckliste

Tabelle 48 | Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für Bunkerchecklisten

Standort	Rechtliche Grundlage	LNG-Bunkerchecklisten
Brunsbüttel	HBO für die Brunsbütteler Häfen i. V. m. § 24 HSVO	LNG-Bunkerchecklisten werden als Anhang der HBO beigelegt und orientieren sich an der Vorlage der IAPH
Amsterdam, Rotterdam	HafenO Amsterdam/Rotterdam	Die Bunkercheckliste ist von den Beteiligten auszufüllen und 24 Stunden aufzubewahren.
Amsterdam	Bunkerchecklistendekret	Für das Bunkern von LNG, LPG, Methanol, Ethanol, Ammoniak und Wasserstoff werden die entsprechenden IAPH-Checklisten vorgeschrieben.
Rotterdam	Bunkerchecklistendekret	Als LNG-Bunkerchecklisten sind die Vorlagen der IAPH zu verwenden.
Antwerpen	Hafenvorschriften Port of Antwerp	Die LNG-Bunkercheckliste muss vollständig und wahrheitsgemäß ausgefüllt und unterzeichnet sein. Sie ist für 24 Stunden an Bord vorzuhalten und danach 6 Monate aufzubewahren.
Zeebrugge	Bunkerordnung Port of Zeebrugge	Nutzung der IAPH-Checklisten für das Bunkern von LNG
Göteborg	LNG Betriebsvorschriften	Vor dem Bunkern von LNG muss zusammen mit einem Vertreter des Bunkerschiffes eine Bunkercheckliste ausgefüllt werden. Dabei handelt es sich um eine angepasste Bunkercheckliste auf Basis der Vorlage der IAPH.
Stockholm	Hafenvorschriften	Dokumentation und Begleitung der Bunkervorgänge mit separaten LNG-Bunkerchecklisten für TTS- bzw. STS-Transfers.

Tabelle 49 | Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für Wettergrenzen bei Bunkervorgängen

Standort	Rechtliche Grundlage	Wettergrenzen bei Bunkervorgängen
Antwerpen	Hafenvorschriften Port of Antwerp	LNG: -maximale Windstärke 8 -Sondergenehmigungen ab Windgeschwindigkeiten über 6 auf der Beaufort-Skala (ortsabhängige Situation entscheidend) -Schiffe müssen so festgemacht werden, dass sie in der Lage sind den Wetterbedingungen (Wind, Wellen, Seegang oder weitere) zu widerstehen -kein Bunkerbetrieb bei anhaltendem Gewitter -kommt es während des Bunkerns in unmittelbarer Nähe zu einem Gewitter mit Blitzeinschlägen, so ist dieser unverzüglich einzustellen und alle Systeme zu sichern -vor Wiederaufnahme des Betriebs muss eine Genehmigung des Büros des Hafenmeisters eingeholt werden
Zeebrugge	Bunkerordnung Port of Zeebrugge	<u>LNG STS-Transfer:</u> -maximale Windstärke: 17m/s für 10 Minuten -Mindestsichtweite: 500 Meter -Gewitter: mindestens 10 km entfernt (Zeitspanne zwischen Donner und Blitz +/- 30 Sekunden) <u>LNG TTS-Transfer:</u> -maximale Windstärke: 17m/s für 10 Minuten -Mindestsichtweite: 100 Meter -Gewitter: mindestens 10 km entfernt (Zeitspanne zwischen Donner und Blitz +/- 30 Sekunden)
Göteborg	LNG-Betriebsvorschriften	Windgeschwindigkeiten von höchstens 20 m/s

Tabelle 50 | Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für Kontrollzonen bei Bunkervorgängen

Standort	Rechtliche Grundlage	Kontrollzonen bei LNG-Bunkervorgängen
Antwerpen	Hafenvorschriften Port of Antwerp	LNG: -sowohl auf dem Empfänger- als auch Bunkerschiff ist bei einer STS-Bebunkerung eine Kontrollzone von 20 Metern zu kennzeichnen -zwischen Arbeitsbereich und Seeschiffen und/oder Lastkähnen und -kraftwagen und/oder Eisenbahnwaggons, die gefährliche und/oder entflammbare Güter befördern, ist ein ausreichender Raum vorzusehen
Zeebrugge	Bunkerordnung Port of Zeebrugge	LNG: -Safety Zone für Bebunkerung im TTS-Konzept: 25 Meter -nur autorisierte Personen -Monitoring and Security Area: 200 Meter
Göteborg	LNG-Betriebsvorschriften	-vor allen LNG-Bunkervorgängen muss eine Safety Zone um die Bunkerstation eingerichtet werden -Safety Zone beträgt schiffstyp- und bunkerkonzeptübergreifend 25 m -nur direkt beteiligtes und unverzichtbares Personal

Tabelle 51 | Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für Meldepflichten und Kommunikation beim Bunkern

Standort	Rechtliche Grundlage	Meldepflichten und Kommunikation beim Bunkern
Antwerpen	HafenPolVO	-Genehmigungsinhaber muss das Büro des Hafenmeisters im Voraus über geplanten Bunkervorgang informieren (voraussichtlicher Beginn sowie die tatsächliche Anfangs- und Endzeit des Betriebs) -Informationen sind über den vom Büro des Hafenmeisters vorgeschriebenen Informationskanal oder das Kommunikationssystem zu übermitteln
Antwerpen	Hafenvorschriften Port of Antwerp	-das Festmachen neben einem Seeschiff ist dem Verkehrszentrum Zandvliet vom Bunkerschiff zu melden -grundsätzliche Sprache zur Verständigung ist Englisch -während des gesamten Einsatzes muss ein zuverlässiges Kommunikationsmittel zur Verfügung stehen -bei Ausfall ist der Bunkerbetrieb unverzüglich einzustellen -auf den Einsatz elektronischer Kommunikationsmittel kann verzichtet werden, wenn sich die verantwortlichen Personen des Empfängers und des Lieferanten während des gesamten Bunkerbetriebs von ihren normalen Arbeitspositionen aus sehen und miteinander sprechen können
Zeebrugge	HafenO Port of Zeebrugge	-Ankündigung 2 Tage im Voraus -Kommunikation via Port Control (Funk) -gesamte operative Bunkerkommunikation erfolgt über einen anderen Kanal als bei Ladevorgängen -ein tragbares, eigensicheres Funkgerät vom Empfängerschiff zum Bunkerschiff übergeben werden -unmittelbare Übermittlung des Fahrplans vor jeder Verlegung von einem LNG-Bunkerschiff in englischer Sprache über Funk
Zeebrugge	Bunkerordnung Port of Zeebrugge	Kommunikation mindestens auf Englisch (optimal niederländisch) wird vorausgesetzt
Göteborg	Hafenvorschriften	Wenn im Hafengebiet gebunkert wird, muss dies durch eine Funkmeldung bei der Hafenbehörde gemeldet werden.
Stockholm	Hafenvorschriften	-für Produkte mit einem Flammpunkt unter 55°C besteht eine allgemeine Meldepflicht

Tabelle 52 | Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für Vorqualifizierungen von Bunkerlieferanten

Standort	Rechtliche Grundlage	Vorqualifizierung
Antwerpen	Hafenvorschriften Port of Antwerp	<u>LNG:</u> <u>STS- und TTS-Transfers:</u> -Bunkerlieferanten müssen im Besitz einer Bunkergenehmigung des Hafenmeisters sein, um LNG an Schiffe im Hafen von Antwerpen zu liefern -Antrag muss beim Büro des Hafenmeisters mindestens 30 Arbeitstage vor der ersten Bebunkerung eingehen -der angehende Dienstleister wird vom Hafenmeister zu einem Aufnahmegespräch eingeladen <u>STS:</u> -für Erteilung einer Bunkergenehmigung verwendet der Hafenbetrieb Antwerpen das vom IAPH entwickelten Audit Tool -Bunkerlieferant muss für die Erteilung einer Bunkergenehmigung ein Aufnahmeformular einreichen -Prüfung auf Grundlage des Audit Tools der IAPH -Antrag muss mindestens 90 Arbeitstage vor der ersten Bebunkerung beim Büro des Hafenmeisters eingehen
Zeebrugge	HafenO Port of Zeebrugge (A)	Vorqualifizierungen von LNG-Bunkerlieferanten werden von der Hafenbehörde erteilt.

Tabelle 53 | Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für weitere Schutzmaßnahmen beim Bunkern

Standort	Rechtliche Grundlage	Weitere Schutzmaßnahmen beim Bunkern
Amsterdam, Rotterdam	HafenO Amsterdam/Rotterdam	LNG-betriebenes Seeschiff zeigt zwischen Sonnenaufgang und -untergang als zusätzliche Warnung die internationale Signalfarbe "B" und zwischen Sonnenuntergang und -aufgang ein konstantes, rundumlaufendes rotes Licht.
Rotterdam	Dekret für das längsseitige Bunkern	-beim Bunkern von LNG dürfen keine anderen Schiffe als das Bunkerschiff längsseits eines Schiffes festgemacht werden, das be- oder entbunkert wird
Antwerpen	Hafenvorschriften Port of Antwerp	-Bunkerschiffe dürfen nur so lange an der Seite von Seeschiffen festgemacht werden, wie dies zum Bunkern unbedingt erforderlich ist -Jeder Tkw/ortsfeste Bunkeranlage/Bunkerschiff muss über ein Notabschaltssystem verfügen, das im Notfall eine schnelle und sichere Abschaltung des gesamten Betriebs ermöglicht -vor Beginn jedes Bunkervorgangs muss das ESD überprüft und getestet werden
Zeebrugge	Bunkerordnung Port of Zeebrugge	-u. a. Vorgaben zum Festmachen, max. Transfervolumen und -raten beim Bunkern von LNG
Göteborg	LNG-Betriebsvorschriften	Fahrgäste werden durch Warnschilder und die Beschränkungen des Zugangs zu den Außendecks auf der Seite, auf der der LNG-Transfer durchgeführt wird, über den laufenden LNG-Transfer informiert.

Anhang 3 - LNG-Bebunkerung in den Regelungstexten deutscher Bundesländer

Mecklenburg-Vorpommern

Hafenverordnung Mecklenburg-Vorpommern vom 17. Mai 2006 (zuletzt geändert am 14. Dezember 2017):

"§ 22a Bunkern von Schiffsbetriebsstoffen

(1) ...

(2) Das **Bunkern von tiefgekühlt verflüssigten Gasen zur Eigenversorgung von Wasserfahrzeugen ist ausschließlich mit Genehmigung der Hafenbehörde zulässig**. Die Hafenbehörde kann Vorkehrungen für die allgemeine Sicherheit anordnen, die den mit dem Bunkervorgang verbundenen Risiken angemessen sind.

(3) ... "

Niedersachsen

Niedersächsische Hafenordnung vom 25. Januar 2007 (zuletzt geändert am 24. Januar 2013):

"§ 18 Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

(1) 1 Beim Umgang mit **wassergefährdenden Stoffen** ist zu verhindern, dass das Hafengewässer verunreinigt wird. 2 Auf Schiffen sind beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen die von Deck nach Außenbords führenden Abflüsse zu verschließen. 3 Der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist von den Verantwortlichen ständig zu überwachen.

(2) Wer **wassergefährdende Stoffe** über eine Schlauchverbindung aus einem Straßenfahrzeug auf ein Schiff oder von einem Schiff in ein Straßenfahrzeug transportieren will, hat dies rechtzeitig vorher der Hafenbehörde anzuzeigen."

Bremen

Bremische Hafenordnung vom 24. April 2001 (zuletzt geändert am 25. Oktober 2018):

"§ 53 Bunkern von Treib- und Schmierstoffen

- (1) **Entzündbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt von unter 55° C** dürfen nur an dafür zugelassenen landfesten Bunkerstationen gebunkert werden.
[...]

Hamburg

"Gefahrgut- und Brandschutzverordnung Hafen Hamburg vom 19. März 2013 (zuletzt geändert am 21. Juli 2015):

"§ 14 Bunkern von Schiffsbetriebsstoffen

(1) Beim Bunkern sind nachfolgende Sicherheitsmaßnahmen einzuhalten:

1. Aus Tankschiffen dürfen nur **Schiffsbetriebsstoffe mit einem Flammpunkt über 55 Grad Celsius** übergeben werden,
2. aus Straßentankfahrzeugen dürfen nur **Schiffsbetriebsstoffe mit einem Flammpunkt über 100 Grad Celsius** übergeben werden,
3. die Bebunkerung von Tankschiffen gemäß § 10 Absatz 2 darf nicht während des Ladens oder der Entgasung erfolgen,
[...]

- (2) Die zuständige Behörde kann in besonderen Fällen Ausnahmen von Absatz 1 zulassen, wenn die Sicherheit durch andere geeignete Maßnahmen gewährleistet ist."

Schleswig-Holstein

"Hafenverordnung Schleswig-Holstein vom 25. November 2014 (zuletzt geändert am 25. November 2019):

"§ 25 Laden und Löschen

[...]

(4) **Flüssige Stoffe zur Eigenversorgung von Wasserfahrzeugen** dürfen nur von ortsfesten Anlagen, Bunkerbooten oder Tankkraftwagen abgegeben werden, die mit ausreichenden Einrichtungen zum Schutz vor Gefahren für Personen und die Umwelt ausgestattet sind.

[...]"

UND

Hafensicherheitsverordnung Schleswig-Holstein vom 6. Februar 2015 (zuletzt geändert am 18.02.2021)

„§ 24 Eigenversorgung mit flüssigen Treibstoffen und Gasen

(1) **Flüssige Treibstoffe zur Eigenversorgung von Schiffen** dürfen nur von ortsfesten Anlagen, Bunkerbooten oder von Straßentankfahrzeugen aus abgegeben oder aufgenommen werden.

(2) Für RoRo-, RoPax-, Passagier-, Container-, sowie Trockenmassengutschiffe ist eine wasserseitige sowie landseitige Bebunkerung mit Schiffstreibstoffen mit einem Flammpunkt über 55°C während des Ladens und Löschens zulässig. Tankschiffen ist es erlaubt, während des Entladevorgangs land- oder wasserseitig bebunkert zu werden. Für jegliche Schiffstypen ist für die wasserseitige sowie landseitige Bebunkerung mit Gasen (tiefgekühlt verflüssigt oder unter Druck), sowie Schiffstreibstoffen mit einem Flammpunkt unter 55°C während des Ladens und Löschens die Genehmigung der Hafenbehörde erforderlich. Weiterhin gilt, dass eine Bebunkerung von Schiffen während der Ballastnahme und des Entgasens nicht erlaubt ist.

(3) Das Bebunkern hat so zu erfolgen, dass keine Treibstoffe auf die Wasseroberfläche gelangen können.“

(4) Die Bebunkerung mit tiefgekühlt verflüssigten Gasen, Gasen unter Druck, sowie von entzündbaren Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 55°C ist nur mit Genehmigung der zuständigen Hafenbehörde zulässig.

(5) In den Fällen des Absatzes 4 ist der Hafenbetreiber verpflichtet, für jedes Hafengebiet vorab eine generelle Risikobewertung zur Eignung der jeweiligen Hafengebiete zu erstellen oder von Dritten erstellen zu lassen. Für die Erstellung der Risikobewertung ist eine hinreichende Qualifikation darzulegen. In der Risikobewertung sollen die zuvor benannten Stoffgruppen und Aggregatzustände berücksichtigt werden. Die zuständige Hafenbehörde ist berechtigt, weitere Stellungnahmen zur generellen Risikobewertung einzuholen und anzufordern. Auf Verlangen der zuständigen Hafenbehörde ist die generelle Risikobewertung zu überarbeiten. Alle 5 Jahre ist die Risikobewertung auf die Notwendigkeit einer Überarbeitung zu prüfen. Die zuständige Hafenbehörde kann eine Überarbeitung auch außerhalb dieses Zeitrahmens einfordern, sofern dies erforderlich ist.

(6) Für die Genehmigung eines konkreten Bebunkerungsvorgangs mit tiefgekühlt verflüssigten Gasen, Gasen unter Druck oder entzündbaren Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 55°C müssen die Beteiligten des Bunkervorgangs vorab eine einzelfallspezifische Risikoanalyse erstellen und der Hafenbehörde vorlegen. Auf Verlangen der zuständigen Hafenbehörde ist die Risikoanalyse zu überarbeiten. Für mehrere regelmäßig wiederkehrende, gleiche Bunkervorgänge kann die Hafenbehörde eine zeitlich begrenzte generelle Genehmigung erteilen.

(7) Die Bebunkerung mit Benzin (UN-Nummer 1203, Gefahrgutklasse 3, Flammpunkt -25°C) ist aufgrund der bekannten Handhabung im Straßenverkehr von den Bestimmungen der Absätze 5 und 6 befreit, sofern die Sicherheitsvorkehrungen für den Umgang mit dieser Stoffgruppe eingehalten werden.

(8) Die Mindestinhalte der Risikobewertung und -analyse werden durch die oberste Hafenbehörde durch Allgemeinverfügung bestimmt.“

Derzeitige Auslegung:

Mecklenburg-Vorpommern:	eindeutige Regelung
Niedersachsen:	derzeit noch keine explizite Regelung zu LNG und anderen Gasen (tiefgekühlt verflüssigt oder unter Druck).
Bremen	Die derzeitige Formulierung schließt tiefgekühlt verflüssigte Gase ein, allerdings gibt es in Bremen bisher keine landfeste Anlage. Bunkervorgänge durch Tkw oder wasserseitig mit einem Bunkerschiff sind dagegen genehmigungspflichtig. Die zu erfüllenden Voraussetzungen sind in den „vorläufigen Anforderungen an die Betankung von Schiffen mit LNG“ aus 2014 formuliert. Für die Stromkajen in Bremerhaven wurde eine Risikobewertung für die wasserseitige Bebunkerung erstellt, die Grundlage für entsprechende Einzelgenehmigungen ist. Daraus geht eine Festlegung der Hazardous Zone, der Safety Zone und auch der Monitoring and Security Area für einen Bunkervorgang an einem der dortigen Liegeplätze hervor.
Hamburg	Es gibt keine eindeutige Formulierung zur Bebunkerung mit Gasen. Ein Bunkervorgang mit LNG (oder anderen Gasen) wäre derzeit nur mit der Ausnahmegenehmigung nach §14 Abs 2 möglich.
Schleswig-Holstein	Das Bunkern tiefgekühlt verflüssigter Gase, Gasen unter Druck oder entzündbaren Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 55°C ist mit Genehmigung der zuständigen Hafenbehörde zulässig. Vom Hafenbetreiber ist vorab eine generelle Risikobewertung zu erstellen. Die Beteiligten eines entsprechenden Bunkervorgangs müssen eine einzelfallspezifische Risikoanalyse erstellen.

Anhang 4 - Stoffliche Eigenschaften alternativer Schiffskraftstoffe

Erdgas

In seinem flüssigen Zustand (LNG) ist Erdgas weder explosiv noch brennbar. LNG weist einen sehr niedrigen Flammpunkt von -187°C auf, ist farb- und geruchslos sowie nichttoxisch. Bei der Freisetzung von LNG wird sich dieses am Boden oder kurz oberhalb der Wasseroberfläche zentrieren und fast zeitgleich in eine intensive Verdampfungsphase übergehen. Die Verdampfungsrate sinkt anschließend bis zu einem relativ konstanten Wert herab. Sobald die Verdampfungsrate und die LNG Austrittsgeschwindigkeit den gleichen Wert besitzen, breitet sich die LNG-Lache nicht weiter aus. Das entstehende Erdgas ist im Gegensatz zu LNG leicht entzündlich und stellt besondere Gefahren für Mensch und Umwelt dar. Zu einer Entzündung von Erdgas kann es kommen, sobald es im richtigen Sättigungsverhältnis mit Sauerstoff vorliegt und durch eine externe Zündquelle entzündet wird. Die hierfür maßgebliche untere Explosionsgrenze liegt bei ca. 5 Vol.-%, die obere Explosionsgrenze bei ca. 15 Vol.-%. Die bei einer Entzündung von Erdgas i. d. R. auftretenden Brandarten sind:

- Pool Fire
- Flash Fire
- Jet Fire

Erdgas besitzt eine erheblich höhere Wärmestrahlungsintensität als herkömmliche (Schiffs-)Kraftstoffe. Dies liegt u. a. in der höheren Verbrennungstemperatur von Erdgas begründet. Die Auswirkungen eines Erdgasbrandes auf Personen oder Anlagen sind daher bei gleicher Entfernung und gleicher Abbrandmenge größer als die von Bränden herkömmlicher Kraftstoffe.⁶³⁴

Schließlich ist zu beachten, dass der direkte Kontakt mit LNG zu schwerwiegenden Gefrierverletzungen führen kann. Wenn Stahl mit LNG in Kontakt kommt, wird dieser aufgrund der sofortigen niedrigen Temperatur verspröden und eine Stahlstruktur kann brechen. Kryogener Stahl behält seine Duktilität bei niedrigen Temperaturen und ist daher beständiger gegen den Kontakt mit tiefgeköhlten Flüssigkeiten.⁶³⁵

LPG

LPG ist ein unter atmosphärischen Bedingungen gasförmiges Gemisch, das überwiegend aus Propan und Butan zusammengesetzt ist. Es kann zur Nutzung als (Schiffs-)Kraftstoff unter einem relativ niedrigen Druck von ca. 6 bar verflüssigt werden. Die Vorteile der Verflüssigung liegen, wie bei Erdgas, in der Verringerung des Volumens bei gleichzeitiger Verdichtung mit dem Ergebnis eines relativ hohen Energiegehalts.⁶³⁶

LPG kann als Kraftstoff mit niedrigem Flammpunkt eingestuft werden. Im Falle eines LPG-Austritts nimmt die Flüssigkeit ihren ursprünglichen gasförmigen Zustand ein. Das entstehende Propan- und Butangas hat eine narkotisierende Wirkung. Die Minimalzündenergie von Propan und Butan ist mit denen von LNG und Methanol vergleichbar, somit kann es bei Vorhandensein eines Gas-Luft-Gemischs im Bereich der unteren und oberen Explosionsgrenze durch externe Zündquellen zu einer Entzündung kommen.

Schiffsmotoren, die mit LPG betrieben werden, besitzen den Vorteil, dass sie generell auch für den Einsatz weiterer Kraftstoffe, wie z. B. Methanol oder Ammoniak, ausgelegt sein können.⁶³⁷

Methanol

Unter Normalbedingungen ist Methanol eine toxische, farblose, entzündliche und leicht flüchtige Flüssigkeit, die einer angepassten Handhabung bedarf, um Gefahren für Menschen und Umwelt zu vermeiden. Durch die hohe Entzündlichkeit sind stets alle Zündquellen zu beseitigen. Methanol wird mit

⁶³⁴ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

⁶³⁵ Vgl. EMSA, 2018

⁶³⁶ Vgl. Aral, 2020.

⁶³⁷ Vgl. Flüssiggas, 2020.

11°C als Kraftstoff mit niedrigem Flammpunkt eingeordnet. Es bildet mit Luft explosive Gemische und verbrennt mit einer nicht leuchtenden Flamme.⁶³⁸

Einen großen Vorteil der Nutzung bildet die vergleichbare Massendichte von Methanol (790 kg/m³) und Marine Gas Oil (890 kg/m³). Diese physikalische Eigenschaft ermöglicht es, bestehende auf Schweröl oder Marine Gas Oil ausgelegte Lagerungs- und Transportinfrastrukturen technisch auch für Methanol nutzen zu können. Der Einsatz von Methanol als Schiffskraftstoff erfordert dennoch geringe Umbaumaßnahmen. Aufgrund seines korrosiven Charakters führt der Einsatz von Methanol bspw. zum erhöhten Verschleiß der betroffenen Motorkomponenten, wodurch die Materialien angepasst werden müssen. Methanol enthält keinen Schwefel und bei der Verbrennung werden die Emissionen im Vergleich zu herkömmlichen Kraftstoffen reduziert. Aufgrund seiner Eigenschaften unterliegt Methanol der Einstufung als Gefahrstoff.⁶³⁹

Ammoniak

Ammoniak ist bei Raumtemperatur ein toxisches, farbloses, stechend riechendes Gas. Die Nutzbarkeit als Schiffskraftstoff wird durch eine Verflüssigung bei Temperaturen von -33°C oder durch Druckerhöhung hergestellt. Dabei ist bei 20°C bereits ein Druck von 900 kPa ausreichend.⁶⁴⁰

Bei einem Austritt flüssigen Ammoniaks kommt es ähnlich wie bei LNG zum Verdampfen der Lache und der Entstehung von Gas. Für die Entzündung von Ammoniak ist eine deutlich höhere Zündenergie als bei den übrigen Schiffskraftstoffen vonnöten, ohne Wärmezufuhr erlischt die Flamme sofort. Als Voraussetzung für die Entzündbarkeit muss zudem ein Gas-Luft-Gemisch innerhalb der unteren (15,4 Vol.-%) und oberen (33,6 Vol.-%) Explosionsgrenzen von Ammoniak vorliegen. Freigesetztes Ammoniak ist leichter als Luft und steigt daher auf. Es stellt somit aufgrund seiner toxischen Eigenschaften eine Gefahr für Mensch und Umwelt dar.⁶⁴¹

Wasserstoff

Wasserstoff ist ein farb- und geruchloses Gas, das weder toxische noch korrosive Eigenschaften aufweist. Seine Dichte beträgt bei atmosphärischen Bedingungen 0,08 kg/m³, womit er leichter als Luft ist. Wasserstoff besitzt von allen hier betrachteten Kraftstoffen die höchste massebezogene Energiedichte.⁶⁴²

Die Speicherung von Wasserstoff kann zum einen durch die Verflüssigung des Gases und zum anderen durch Druckerhöhung erfolgen. Dabei stehen die folgenden Möglichkeiten zur Verfügung:

- Verflüssigung durch Abkühlen - Liquid Hydrogen
- Speicherung durch Druckerhöhung - Compressed Hydrogen
- Speicherung durch organische Wasserstoffträgermaterialien - Liquid Organic Hydrogen Carriers⁶⁴³

Wasserstoff ist von allen bekannten Substanzen die brennbarste und sehr leicht entzündlich. Das Gas reagiert heftig mit Luft, Sauerstoff, Halogenen und starken Oxidationsmitteln. Eine Aufheizung und viele Reaktionen des Gases können Brände oder Explosionen verursachen. Explosive Wasserstoff-Luftgemische bilden sich im Bereich zwischen 4 Vol.-% und 77 Vol.-% und können somit vergleichsweise sehr leicht entstehen. Hohe Konzentrationen von Wasserstoff in der Luft führen zur Verdrängung von Sauerstoff mit der Gefahr von Bewusstlosigkeit oder Tod.

Wasserstoff ist in organischen Lösungsmitteln etwas löslicher als im Wasser und ist bei Normaltemperatur inert. Bei hohen Temperaturen ist Wasserstoff jedoch sehr reaktionsfreudig.⁶⁴⁴

⁶³⁸ Vgl. Lloyd's Register, 2014

⁶³⁹ Vgl. Maritimes Cluster Norddeutschland e. V., 2018.

⁶⁴⁰ Vgl. Uhde Corporation of America, 2012

⁶⁴¹ Vgl. Lumitos AG, 2005

⁶⁴² Vgl. Tüv Süd, 2020

⁶⁴³ Vgl. Niedersachsen Ports, 2020d.

⁶⁴⁴ Vgl. Lenntech B.V., 2020

Anhang 5 - Aktueller Stand der Technik

Die für Bunkervorgänge verwendeten Infrastrukturen, Ausrüstungen und Verfahren sollten sich am aktuellen Stand der Technik orientieren, um die stets sichere Durchführung zu gewährleisten. Die Anwendung des aktuellen Stands der Technik wird zum einen durch rechtlich verbindliche Grundlagen sichergestellt. Diese bestehen für Transportmittel, die alternative Kraftstoffe befördern oder als Kraftstoff nutzen durch die folgenden verbindlichen Regularien (vgl. Kapitel 2.2.1):

- **IMO IGC-Code** - Bau, Ausrüstung und Betrieb von Seeschiffen, die Gase transportieren
- **IMO IBC-Code** - Bau, Ausrüstung und Betrieb von Seeschiffen, die gefährliche Chemikalien transportieren
- **IMO IGF-Code** - Bau, Ausrüstung und Betrieb von Seeschiffen, die Gase oder andere Kraftstoffe mit einem Flammpunkt unter 60°C verwenden
- **ADR** - Bau, Ausrüstung und Betrieb von Tkw, die Gefahrgüter transportieren
- **ADN** - Bau, Ausrüstung und Betrieb von Binnenschiffen, die Gefahrgüter transportieren
- **MSC.1/Circ.1621** - Vorläufige Richtlinie zur Sicherheit methanol-/ethanolbetriebener Schiffe

Es liegen im Status quo jedoch nicht für alle betrachteten alternativen Schiffskraftstoffe rechtlich verbindliche Grundlagen vor. Um Kraftstoffe wie bspw. Wasserstoff oder Ammoniak, die bisher nicht im IGF-Code behandelt werden, zum Antrieb von Schiffen zu nutzen, müssten daher Äquivalenznachweise für den sicheren Einsatz erbracht werden. Eine Möglichkeit, diese Nachweise zu erbringen besteht darin, dass bspw. Klassifikationsgesellschaften eigene Richtlinien für die entsprechenden Schiffskraftstoffe erarbeiten.⁶⁴⁵

Da nicht für alle Komponenten des Bunkerns eindeutige rechtliche Grundlagen bestehen, wird ergänzend empfohlen, Systeme nach international etablierten Standards und Normen auszulegen. Die technischen Rahmenbedingungen der nachfolgend aufgeführten Dokumente weisen für das Bunkern von LNG auf einen grundsätzlich sicheren Bunkerbetrieb hin:

- **ISO 20519:2017** - Spezifikation für das Bunkern flüssigerdgasbetriebener Schiffe
- **DIN EN IEC 60079:2019** - Explosionsgefährdete Bereiche
- **DIN EN ISO 16904:2016** - Auslegung und Prüfung von Schiffsverladearmen für Flüssigerdgas für konventionelle landseitige Terminals
- **ISO/TS 18683:2015** - Leitlinien für Systeme und Anlagen zur Flüssigerdgasversorgung als Brennstoff für Schiffe
- **ISO/TS 16901:2015** - Richtlinie zur Ausführung von Risikobewertungen von LNG Installationen an Land inklusive der Schiff-/Land-Schnittstelle
- **DIN EN ISO 16903:2015** - Eigenschaften von Flüssigerdgas mit Einfluss auf die Auslegung und die Materialauswahl
- **DIN EN ISO 28460:2010** - Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas - Schnittstelle zwischen Schiff und Land und Hafenbetrieb
- **DIN EN 31010:2010** - Verfahren zur Risikobeurteilung
- **DIN EN 13645:2001** - Auslegung von landseitigen Anlagen mit einer Lagerkapazität zwischen 5 t und 200 t

Bunkerparteien, die bei der technischen Durchführung des Bunkerns nachweislich nach den Prinzipien der genannten Standards und Normen handeln, können grundsätzlich als technisch qualifiziert angesehen werden. Bunkerparteien, die hingegen nicht die Anforderungen erfüllen, müssen nicht zwingendermaßen ungeeignet für die technische Durchführung von Bunkervorgängen sein. Die Einhaltung der Standards kann ggf. durch andere technische Lösungen oder Verfahren erreicht werden, wenn diese von einer unabhängigen Stelle geprüft und abgenommen wurden.

⁶⁴⁵ Vgl. DNV GL, 2019c.

Ähnlich wie bei den rechtlichen Grundlagen besteht auch bei den vorliegenden Standards und Normen für das Bunkern eine Diskrepanz zwischen den alternativen Schiffskraftstoffen. Für Methanol, LPG, Wasserstoff und Ammoniak bestehen im Status quo noch wenige bis keine konkreten Empfehlungen, die vergleichbar mit den zuvor aufgeführten Standards und Normen für das Bunkern von LNG wären. Jedoch bestehen für diese alternativen Schiffskraftstoffe gute Praxisbeispiele, bspw. in Form von Leitfäden, die dem Kapitel 2.2.2 entnommen werden können.

Anhang 6 - Indexwerte für Eintrittswahrscheinlichkeiten und Konsequenzen

Tabelle 54 | Ermittlung des Index für Konsequenzen von Risiken⁶⁴⁶

Konsequenzindex				
Index	Konsequenz (qualitativ)	Auswirkungen Mensch	Auswirkungen Schiff	Äquivalenzzahl Unglücke
1	gering	leichte Verletzungen	lokale Beschädigungen	0,01
2	erheblich	schwere Verletzungen	leichter Schiffsschaden	0,1
3	schwer	einzelner Todesfall oder mehrere schwere Verletzungen	schwere Schäden	1
4	katastrophal	mehrere Todesfälle	Totalverlust	10

Tabelle 55 | Ermittlung des Index für Eintrittswahrscheinlichkeiten von Risiken⁶⁴⁷

Eintrittswahrscheinlichkeitsindex			
Index	Eintrittswahrscheinlichkeit (qualitativ)	Definition	Eintrittswahrscheinlichkeit (pro Schiffjahr)
7	sehr hoch	wird wahrscheinlich einmal pro Monat auf einem Schiff auftreten	10
5	wahrscheinlich	tritt wahrscheinlich einmal pro Jahr in einer Flotte von 10 Schiffen auf	0,1
3	gering	tritt wahrscheinlich einmal pro Jahr in einer Flotte von 1.000 Schiffen auf	10 ⁻³
1	sehr gering	tritt während der Lebensdauer (20 Jahre) einer Flotte von 5.000 Schiffen wahrscheinlich einmal auf	10 ⁻⁵

⁶⁴⁶ Vgl. Maritime Safety Committee, 2018.

⁶⁴⁷ Vgl. Maritime Safety Committee, 2018.

Anhang 7 - Mitglieder des Projektbeirats

Institution / Unternehmen	Beiratsmitglied	Internetpräsenz
Deutsches Maritimes Zentrum e.V.	Bärbel Kunze Katja Leuteritz	https://www.dmz-maritim.de/
Freie Hansestadt Bremen - Hansestadt Bremisches Hafenamt	Kapt. Insa Kühle	www.hbh.bremen.de
Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus des Landes SH - Referat Häfen, Schifffahrt	Maria Hitziger	www.schleswig-holstein.de
Wessels Marine GmbH	Christian Hoepfner	www.wessels-marine.com
VDR - Verband Deutscher Reeder	Kapt. Matthias Imrecke	www.reederverband.de
ZDS - Zentralverband der deutschen Seehafenbetriebe e.V	Lutz Könner	www.zds-seehaefen.de

Anhang 8 - Teilnehmer der Expertengespräche

Institution / Unternehmen	Internetpräsenz
Autoport Emden GmbH	www.autoport-emden.de
Behörde für Justiz und Verbraucherschutz Hamburg	www.hamburg.de/bjv
Brunsbüttel Ports GmbH	www.brunsbuettel-ports.de
BMVI - Abteilung Wasserstraßen, Schifffahrt	www.bmvi.de
Containerships - CMA CGM GmbH	www.containershipsgroup.com
DEME Group	www.deme-group.com
EVAG Emden Verkehrs und Automotive Gesellschaft mbH	www.evag.com
Feuerwehr Emden	www.emden.de
Feuerwehr Hamburg	www.hamburg.de/feuerwehr
GasCom Equipment GmbH	www.gascom.de
GDWS - Unterabteilung Seeschifffahrt	www.gdws.wsv.bund.de
Hansestadt Bremisches Hafenamt	www.hbh.bremen.de

Institution / Unternehmen	Internetpräsenz
Port Authority Emden	www.nports.de/port-authority
Oberhafenamt Hamburg	www.hamburg-port-authority.de
Hafen- und Seemannsamt Rostock	www.rathaus.rostock.de/de/service/aemter/hafen_und_seemannsamt
Hamburg Port Authority AöR	www.hamburg-port-authority.de
LKN SH	www.schleswig-holstein.de/DE/Landes-regierung/LKN/lkn_node.html
Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung MV	www.regierung-mv.de/Landesregierung/em/
Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus des Landes SH	www.schleswig-holstein.de
Gasum Oy (vormals Nauticor GmbH & Co. KG)	www.gasum.com/en/
NAUTITEC GmbH & Co. KG	www.nautitec-leer.de
Rostock Port GmbH	www.rostock-port.de
Shell Deutschland Oil GmbH	www.shell.de
Staatliche Rhein-Neckar-Hafengesellschaft Mannheim mbH	www.hafen-mannheim.de

Institution / Unternehmen	Internetpräsenz
Wasserschutzpolizei Hamburg	www.polizei.hamburg/wasserschutzpolizei
Wessels Reederei GmbH & Co. KG	www.wessels.de