



März 2021

BUNKER GUIDANCE für alternative Kraftstoffe in deutschen Seehäfen

Band 3



Bright Ideas. Sustainable change.

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

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

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	Binnenschiffverkehrsstraßen-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 Binnenschifffahrt
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 Binnenschifffahrt
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 Elektricitets- 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 3

LEITFADEN ZUR HARMONISIERUNG DER RECHTS- UND VERFAHRENSLAGE FÜR DAS BUNKERN ALTERNATIVER SCHIFFSKRAFTSTOFFE



3. Leitfaden zur Harmonisierung der Rechts- und Verfahrenslage für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe

Mit dem vorliegenden Leitfaden wird den Prozessbeteiligten in der Verwaltung des Bundes, in den Bundesländern sowie in den deutschen Seehäfen ein Vorschlag für den zukünftigen Umgang mit dem Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe unterbreitet. Die erarbeiteten Empfehlungen verfolgen das Ziel, die Rechts- und Verfahrenslage zu harmonisieren. Der Leitfaden:

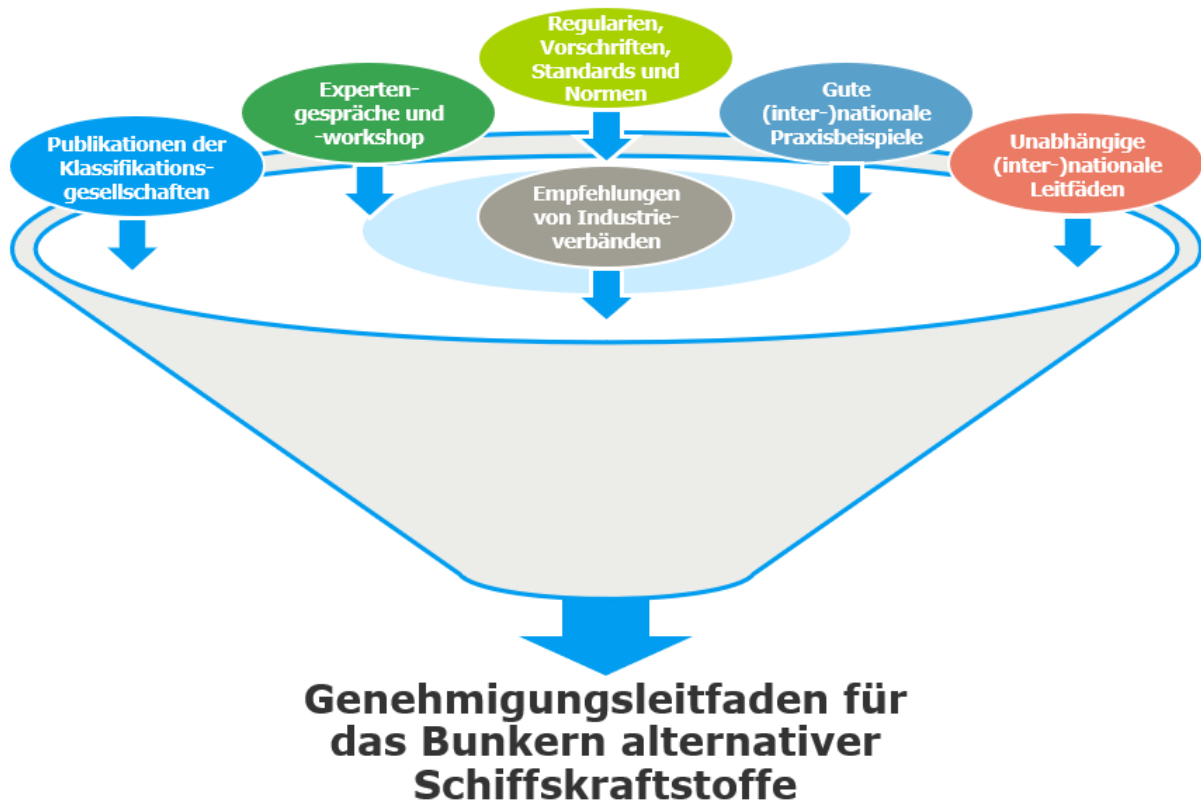
- enthält Vorschläge für Regelungstexte mit Bezug zum Bunkern (Kapitel 3.1),
- skizziert Eckpunkte für die Genehmigung des Bunkerns (Kapitel 3.2),
- liefert ein harmonisiertes Vorgehensmodell für Risikoanalysen (Kapitel 3.3) und
- ergänzt dieses um Handlungshilfen für Bunkervorgänge (Kapitel 3.4).

Die Inhalte des Leitfadens bauen auf den Ergebnissen des zweiten Bands dieser Studie auf. Berücksichtigung fanden dabei insbesondere:

- die Expertengespräche und der -workshop
- international anerkannte Vorschriften, Regularien, Standards und Normen,
- gute internationale Praxisbeispiele,
- einschlägige Veröffentlichungen weiterer (inter-)nationaler Institutionen,
- Publikationen von Klassifikationsgesellschaften und
- Veröffentlichungen von Industrieverbänden (Abbildung 21).

Die im Leitfaden referenzierten Quellen haben einen Veröffentlichungsstand bis einschließlich Februar 2021. Bei der Anwendung des Leitfadens sind die genannten Referenzen stets in der jeweils geltenden bzw. aktuellsten Fassung zu verwenden.

Abbildung 21 | Referenzen für die Erstellung des Genehmigungsleitfadens



Jedem Kapitel der zweiten Gliederungsebene des Leitfadens wird eine Zusammenfassung der jeweiligen Handlungsempfehlungen optisch hervorgehoben vorangestellt. Innerhalb der Kapitel werden die Empfehlungen detaillierter erläutert. Des Weiteren wurde als Interpretationshilfe für die Anwender des Leitfadens ein Glossar erstellt, das in Anhang 1 - Glossar zu finden ist.

3.1 Vorschläge für Regelungstexte mit Bezug zum Bunkervorgang

Nach einem kurzen Resümee der Ausgangssituation der Regelungstexte in den betrachteten deutschen Bundesländern wird zugunsten einer kraftstoffartenunabhängigen Formulierung der Regelungstexte ein Vergleich der stofflichen Eigenschaften alternativer Schiffskraftstoffe vorgenommen. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse dieser Betrachtung, sowie der Erkenntnisse aus den Expertengesprächen und dem Bebunkerungs-Workshop werden im Anschluss Empfehlungen für die harmonisierte rechtliche Handhabung des Bunkerns alternativer Schiffskraftstoffe in den Regelungstexten der Bundesländer und Häfen formuliert. Eine Zusammenfassung zeigt der folgende Informationskasten.

Handlungsempfehlungen 1 | Harmonisierte rechtliche Handhabung des Bunkerns

- 1.** *Zwischen den zuständigen (Hafen-)Behörden und den Landesregierungen wird ein kontinuierlicher Austausch bzgl. möglicher Anpassungen der Regelungstexte empfohlen. Zudem wird als bundeslandübergreifender Dialog (bspw. Hafenentwicklungsdialo) auch unter den (Hafen-)Behörden und unter den zuständigen Ministerien die Diskussion harmonisierter Regelungstexte für das Bunkern und deren Umsetzungsstände angeregt.*
- 2.** *Für die Regelungstexte der Bundesländer wird empfohlen, einen Absatz einzufügen, der das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe unter der Voraussetzung der Genehmigung durch die zuständigen Behörden generell ermöglicht.*
- 3.** *In den Regelungstexten der Bundesländer wird zugunsten eines harmonisierten Sprachgebrauchs und einer kraftstoffartenunabhängigen Regelung angeregt, alternative Schiffskraftstoffe zur Eigenversorgung von Schiffen unter der Bezeichnung „komprimierte oder verflüssigte Gase und andere Kraftstoffe mit niedrigem Flammpunkt“ zu subsumieren.*
- 4.** *Auf Hafenebene wird für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe empfohlen, die Regelungstexte der HBO und HNO zu ergänzen und mindestens:*
 - *explizit auf die Möglichkeit des Bunkerns und die möglichen Bunkerkonzepte hinzuweisen,*
 - *die Genehmigungs- bzw. Anzeigepflicht der entsprechenden Bunkervorgänge festzulegen,*
 - *die Nutzung der Bunkerchecklisten der IAPH in der jeweils geltenden Fassung vorzuschreiben,*
 - *die für das Bunkern im Allgemeinen geeigneten Liegeplätze festzulegen und*
 - *auf vorliegende Risikobewertungen oder vergleichbare Dokumente zu verweisen.*
- 5.** *In Anbetracht der dynamischen Entwicklung des maritimen Bunkermarktes, u. a. hinsichtlich verwendeter Kraftstoffe, genutzter Bunkerkonzepte sowie angepasster regulatorischer Rahmenbedingungen, sind Regelungstexte weiterhin regelmäßig auf ihre Anwendungseignung bzw. Praxistauglichkeit zu prüfen und ggf. zu adaptieren.*

3.1.1 Ausgangssituation in den betrachteten deutschen Bundesländern

Um zu zeigen, in welchem Umfang alternative Schiffskraftstoffe aktuell in den (Ver-)Ordnungen und Gesetzen der betrachteten Bundesländer adressiert werden, wird nachfolgend ein kurzes Resümee der in Band 2 vorgestellten Grundlagen vorgenommen. Eine Zusammenfassung am Beispiel LNG kann dem Anhang 3 - LNG-Bebunkerung in den Regelungstexten deutscher Bundesländer entnommen werden.

Niedersachsen

Die niedersächsische HafenO enthält derzeit noch keine expliziten Regelungen für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe. Die verwendete Stoffbezeichnung bei der Regelung herkömmlicher Bunkervorgänge lautet „wassergefährdende Stoffe“. Diese unterliegen nach § 18 (2) bei TTS-Bebunkerungen einer Anzeigepflicht.⁴⁹⁴ Andere Bunkervorgänge sind somit nur durch eine Ausnahmegenehmigung der Hafenbehörde zulässig. Diese kann mittels hafenbehördlicher Verfügungen (besteht bspw. im Hafen Emden für das Bunkern von LNG) explizite Regelungen für das Bunkern treffen.

Bremen

In der Bremischen HafenO werden alternative Schiffskraftstoffe implizit unter § 53 (1) mit der Bezeichnung „entzündbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 55°C“ berücksichtigt.⁴⁹⁵ Das Bunkern ist allerdings nur an dafür zugelassenen ortsfesten Anlagen erlaubt, die es in den bremischen Häfen zum aktuellen Zeitpunkt nicht gibt. Für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe durch Tkw oder Bunkerschiffe sind dagegen Einzelgenehmigungen vonnöten.

Hamburg

Die Sicherheitsmaßnahmen beim Bunkern werden über den Flammpunkt der Schiffskraftstoffe definiert. Die Übergabe von Schiffskraftstoffen mit einem Flammpunkt unter 55°C aus Bunkerschiffen oder Tkw ist nach § 14 (1) der GGBV des Hafens Hamburg untersagt.⁴⁹⁶ Ausnahmen von diesem Verbot sind jedoch nach § 14 (2) auf Antrag möglich.

Schleswig-Holstein

Herkömmliche Bunkervorgänge sind gemäß der HafVO und der HSVO des Bundeslandes SH durch ortsfeste Anlagen, Bunkerschiffe und auch Tkw möglich. Die verwendete Bezeichnung lautet hierbei „flüssige Stoffe zur Eigenversorgung von Wasserfahrzeugen“⁴⁹⁷ bzw. „flüssige Treibstoffe zur Eigenversorgung von Schiffen“⁴⁹⁸. Das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe, die unter der Formulierung ‚tiefgekühlt verflüssigte Gase, Gase unter Druck oder entzündbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 55°C‘ subsumiert werden, ist durch die Anpassung der HSVO ab dem 19.02.2021 mit Genehmigung der zuständigen Hafenbehörde möglich. Auf Hafenebene wird in der HBO des Hafens Brunsbüttel LNG explizit behandelt.⁴⁹⁹ Andere HBO, bspw. für den Hafen Kiel, regeln lediglich herkömmliche Bebunkerungen.⁵⁰⁰

Baden-Württemberg

In der HafVO von BW ist das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe ebenfalls nicht abgedeckt. Das herkömmliche Bunkern wird hingegen für „flüssige Treibstoffe zur Eigenversorgung von Fahrzeugen“

⁴⁹⁴ Vgl. Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung, 2007.

⁴⁹⁵ Vgl. Senat der Freien Hansestadt Bremen, 2001.

⁴⁹⁶ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg, 2013.

⁴⁹⁷ Vgl. Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus Schleswig-Holstein, 2014.

⁴⁹⁸ Vgl. Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus Schleswig-Holstein, 2015.

⁴⁹⁹ Vgl. Brunsbüttel Ports, 2018.

⁵⁰⁰ Vgl. Landeshauptstadt Kiel, 2004.

geregelt. Dieses darf entsprechend dem § 28 nur von ortsfesten Anlagen oder von Bunkerschiffen aus erfolgen.⁵⁰¹ Für andere Bunkervorgänge sind Ausnahmegenehmigungen der Hafenbehörde erforderlich.

Mecklenburg-Vorpommern

In der HafVO MV besteht mit der Formulierung „tiefgekühlt verflüssigte Gase“ eine Regelung für das Bunkern ausgewählter alternativer Schiffskraftstoffe. Die Eigenversorgung von Wasserfahrzeugen mit tiefgekühlt verflüssigten Gasen ist nach § 22a (2) ausschließlich mit Genehmigung der Hafenbehörde zulässig.⁵⁰² Auf Hafenebene wurde dieses Vorgehen z. B. in der HNO der Stadt Sassnitz übernommen.⁵⁰³

Zusammenfassung der Ausgangssituation

Alternative Schiffskraftstoffe sind gegenwärtig nicht in allen Regelungstexten der betrachteten deutschen Seehäfen berücksichtigt. In den Fällen, in denen sie eingeschlossen sind, gibt es unterschiedliche Abstraktionsebenen bzw. Kraftstoffgruppenbezeichnungen. Die Zusammenfassung sowohl herkömmlicher als auch alternativer Schiffskraftstoffe in den Regelungstexten unter einer allgemeingültigen Bezeichnung erscheint vor dem Hintergrund unterschiedlicher Pflichten bspw. bzgl. der Genehmigung des Bunkerns als impraktikabel. Die in den Regelungstexten gewählten Formulierungen werden in Tabelle 35 zusammengefasst. In den Regelungstexten der betrachteten europäischen Referenzhäfen der Niederlande, in Belgien und in Schweden werden alternative Schiffskraftstoffe anders als in Deutschland größtenteils explizit benannt (v. a. LNG). Die Tabelle 36 zeigt die relevanten Gruppierungen der Bezeichnungen von Stoffen für das Bunkern in den entsprechenden Regelungstexten.

⁵⁰¹ Vgl. Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 1983.

⁵⁰² Vgl. Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Gesundheit Mecklenburg-Vorpommern, 2006.

⁵⁰³ Vgl. Stadt Sassnitz, 2015.

Tabelle 35 | Gruppierung der Bezeichnung von Stoffen mit Relevanz zum Bunkern in deutschen Regelungstexten⁵⁰⁴

Regelungstext	Bezeichnung	Wassergefährdende Stoffe	Flüssige (Kraft-)Stoffe (zur Eigenversorgung von Wasserfahrzeugen bzw. Schiffen)	Entzündbare Flüssigkeiten bzw. Schiffskraftstoffe mit einem Flammpunkt unter 55°C	Tiefgekühlt verflüssigte Gase	Tiefgekühlt verflüssigte Gase, Gase unter Druck oder entzündbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 55°C	LNG
Bundeslandebene							
Niedersächsische Hafeno		§ 18 (2)					
Bremische Hafeno				§ 53 (1)			
GGBVO Hamburg				§ 14 (1)			
HafVO SH			§ 25 (4)				
HSVO SH			§ 24 (1)			§ 24 (2); (4); (5); (6)	
HafVO MV					§ 22a (2)		
HafVO BW			§ 28				
Hafenebene							
Hafenbehördliche Verfügungen Emden							Spezielle LNG-Verfügung
HBO Brunsbüttel							§ 5
HBO Kiel			§ 24 (1)				
HNO Rostock			§ 19				
HNO Sassnitz					§ 16 (2)		

⁵⁰⁴ Vgl. Anhang 2 - Regelungstexte der Häfen für das Bunkern alternativer

Tabelle 36 | Gruppierung der Bezeichnung von Stoffen mit Relevanz zum Bunkern in den europäischen Referenzhäfen

Bezeichnung	Fuel	Product	Fuels or other energy sources	Product/fuel with a flashpoint below 55°C	Conventional Fuel	LNG
Regelungstext						
Niederlande						
HafenO Amsterdam ⁵⁰⁵	u. a. § 8		u. a. § 8			u. a. § 8
HafenO Rotterdam ⁵⁰⁶	u. a. Abschnitt 8		u. a. Abschnitt 8	Artikel 12.12		u. a. Abschnitt 8
Belgien						
HafenPoIVO Antwerpen ⁵⁰⁷	u. a. Artikel 5.5.4.4					
Hafenvorschriften Antwerpen ⁵⁰⁸	u. a. Abschnitt 5.5	u. a. Abschnitt 5.5			Artikel 5.1.3.2	u. a. Abschnitt 5.5
HafenO Zeebrugge ⁵⁰⁹		u. a. Artikel 5.4.1			Artikel 4.6.1	u. a. Artikel 4.6.3
Bunkerordnung Zeebrugge ⁵¹⁰					Kapitel 2	Kapitel 3 und 4
Schweden						
Hafenvorschriften Göteborg ⁵¹¹		u. a. Abschnitt 11				
LNG-Betriebsvorschriften Göteborg ⁵¹²						Spezielle LNG-VO
Hafenvorschriften Stockholm ⁵¹³	u. a. Artikel 6.4	u. a. Abschnitt 6		u. a. Artikel 6.1		u. a. Artikel 6.3

⁵⁰⁵ Vgl. Port of Amsterdam, 2019.

⁵⁰⁶ Vgl. Port of Rotterdam, 2019b.

⁵⁰⁷ Vgl. Port of Antwerp, 2018a.

⁵⁰⁸ Vgl. Port of Antwerp, 2018b.

⁵⁰⁹ Vgl. Port of Zeebrugge, 2018.

⁵¹⁰ Vgl. Port of Zeebrugge, 2019.

⁵¹¹ Vgl. Port of Gothenburg, 2020d.

⁵¹² Vgl. Port of Gothenburg, 2017.

⁵¹³ Vgl. Ports of Stockholm, 2014a.

3.1.2 Vergleich der stofflichen Eigenschaften alternativer Schiffskraftstoffe

Grundsätzlich kommt für die Flexibilität rechtlicher Grundlagen einer kraftstoffartenunabhängigen bzw. flammpunktoffenen Ausgestaltung eine besondere Bedeutung zu. In diesem Zusammenhang wurde auf Basis der chemisch-physikalischen Eigenschaften ausgewählter alternativer Schiffskraftstoffe abgeschätzt, in welchem Umfang vergleichbare Risiken bei der Verwendung bestehen. Der Vergleich umfasst LNG, LPG, Methanol, Ammoniak und Wasserstoff. Die Beschreibung der Charakteristika der betrachteten Kraftstoffe ist im Anhang 4 - Stoffliche Eigenschaften alternativer Schiffskraftstoffe zu finden und wird in der Tabelle 37 zusammengefasst.

Anhand der stofflichen Eigenschaften der alternativen Kraftstoffe können Rückschlüsse auf die Gefahrenpotenziale und Besonderheiten bei Bunkervorgängen und der Anwendung gezogen werden.

Dichte

Die betrachteten alternativen Kraftstoffe sind mit Ausnahme von Methanol Gase. Unter atmosphärischen Bedingungen sind sie leichter als Luft und steigen (ggf. nach der Verdunstung) auf. Methanol hingegen ist unter Normalbedingungen eine Flüssigkeit und schwerer als Luft.

Flammpunkt

Hinsichtlich der Flammpunkte unterscheiden sich die betrachteten Kraftstoffe. Eine Flüssigkeit wird, der Definition des IGF-Codes i. V. m. § 2.1.1 der SOLAS-Vorschrift II-2/4 folgend⁵¹⁴, als leicht entflammbar eingestuft, wenn der Flammpunkt unter 60°C liegt. Aus diesem Grund werden u. a. LNG, Methanol und LPG als Flüssigkeiten mit niedrigem Flammpunkt bewertet. Aus den Regelungstexten der deutschen Bundesländer (vgl. Kapitel 2.1.1) ist auch die Einstufung eines niedrigen Flammpunktes bei unter 55°C bekannt. Hierzu referenziert die Bremische HafVO die Verordnung über brennbare Flüssigkeiten und die in ihr definierten Gefahrenklassen (A II: Flammpunkt von 21°C bis 55°C).⁵¹⁵ Die Flammpunktgrenze von 55°C findet sich auch in der BetrSichV.⁵¹⁶

Bei Betrachtung der Minimalzündenergie ist festzustellen, dass alle Stoffe, mit Ausnahme von Ammoniak, relativ leicht entzündlich sind, sobald ein innerhalb der unteren und oberen Explosionsgrenze liegendes Luft-Gas-Gemisch vorhanden ist. Wasserstoff ist als hochentzündliches Gas hervorzuheben. Die Eigenschaften von Ammoniak hingegen machen es vergleichsweise schwer entzündlich.

Toxische / korrosive Eigenschaften und Lagerung

Sowohl LNG als auch Wasserstoff haben weder eine toxische noch eine korrosive Wirkung. Bei den übrigen Stoffen bestehen in diesem Zusammenhang besondere Gefährdungspotenziale für Mensch, Umwelt und Material. Hinsichtlich der Lagerung weist Methanol die tendenziell vorteilhaftesten Eigenschaften auf. Es ist bei atmosphärischen Bedingungen flüssig und damit unter vergleichsweise geringen Anpassungen auch mit vorhandenen Infrastrukturen pump- und lagerfähig. Hingegen müssen LNG, die flüssigen bzw. unter Druck gesetzten Varianten von Wasserstoff und Ammoniak temperatur- und/oder druckbehandelt werden.

Zusammenfassung

Schlussfolgernd ist es denkbar, die in diesem Kapitel betrachteten alternativen Schiffskraftstoffe durch gezielte Bezeichnungen in den Regelungstexten zusammenzuführen, um damit die Grundlage für unterschiedliche Kraftstoffalternativen zu schaffen. Zum einen besteht hierbei die Möglichkeit, sich an den Regelungen aus der HafVO von MV zu orientieren. Die Bezeichnung „tiefgekühlt verflüssigte Gase“ schließt bereits sowohl LNG als auch die unter Kälte verflüssigten Varianten von Wasserstoff und Ammoniak mit

⁵¹⁴ Vgl. IMO, 2017.

⁵¹⁵ Vgl. Senat der freien Hansestadt Bremen, 2001.

⁵¹⁶ Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2015.

ein. Zum anderen besteht die Option, die im Status quo bspw. im Hamburger Hafen sowie in den bremischen Häfen gängigen Definitionen über den Flammpunkt der Kraftstoffe zu nutzen. Dabei könnte die Grenze für Kraftstoffe mit niedrigem Flammpunkt bei den auch in Hamburg und Bremen festgehaltenen 55°C gesetzt oder der Definition des IGF-Codes gefolgt werden (60°C). Allgemein wäre durch eine alleinige Flammpunktdefinition die Nutzung von Ammoniak oder Wasserstoff als Schiffskraftstoff nicht abgedeckt, da diese Stoffe sich nicht über den Flammpunkt definieren lassen.

Tabelle 37 | Gegenüberstellung sicherheitsrelevanter Eigenschaften ausgewählter alternativer Schiffskraftstoffe

Eigenschaften	LNG	LPG	Methanol	Ammoniak		Wasserstoff	
				Unter Kälte verflüssigt	Unter Druck verflüssigt	Liquid Hydrogen	Compressed Hydrogen
Aggregatzustand bei Normalbedingungen	Gas	Gas	Flüssigkeit	Gas		Gas	
Aggregatzustand beim Bunkervorgang / Lagern	Kryogene Flüssigkeit	Flüssigkeit	Flüssigkeit	Flüssigkeit		Kryogene Flüssigkeit	Gas
Dichte bei 15°C und Normaldruck [kg/m³]	450	Propan: 1,87 Butan: 2,51	790	0,72		0,08	
Temperaturbereich [°C], bei der Dichte ≤ Luft	≥ -108	Propan: ≥ 175 Butan: ≥ 315	Generell schwerer	≥ -95		Generell leichter	
Siedepunkt bei 1 bar [°C]	-162	Propan: -42 Butan: -0,5	65	-33		-253	
Flammpunkt (TCC) [°C]	-187 ⁵¹⁷	Propan: -104 ⁵¹⁸ Butan: -60 ⁵¹⁹	11 ⁵²⁰	Entfällt		Entfällt	
Min. Zündenergie [mJ]	0,29	Propan: 0,25 Butan: 0,25	0,20	14		0,016	
Selbstzündtemperatur [°C]	537	Propan: 470 Butan: 287	470	650		560	
Untere und obere Explosionsgrenze [in Vol.-%]	5-15	Propan: 1,7-10,9 Butan: 1,4-9,3	6,7-36	15,4-33,6		4-77	
Toxizität	/	gegeben	gegeben	gegeben		/	
Korrosion	/	gegeben	gegeben	gegeben		/	

⁵¹⁷ ≈86 Kelvin

⁵¹⁸ ≈169 Kelvin

⁵¹⁹ ≈213 Kelvin

⁵²⁰ ≈284 Kelvin

3.1.3 Empfehlungen für die harmonisierte rechtliche Handhabung des Bunkerns

Im zweiten Band der Studie wurde, bspw. in der Zusammenfassung im Kapitel 2.1.5, festgestellt, dass die Harmonisierung der rechtlichen Handhabung von Bunkervorgängen in Deutschland sowohl auf der Landes- als auch auf der Hafenebene Anpassungen erfordert. Änderungen der Regelungstexte wurden aktuell bspw. in SH vorgenommen und sind in Hamburg und Niedersachsen angestoßen. Grundsätzlich stellt die Änderung der Regelungstexte insbesondere auf Bundeslandebene einen Prozess dar, mit dem ein entsprechender Verwaltungsaufwand einhergeht. Die Anpassung der HafVO und vergleichbarer Regularien erfordert verschiedene Anhörungen in den jeweiligen Ministerien, die weitere Anpassungen nach sich ziehen können. Bei der Erarbeitung entsprechender Änderungsvorschläge ist geboten, praktische Erfahrungen von Experten des Fachgebiets, bspw. aus den zuständigen (Hafen-)Behörden einzubeziehen (vertikale Ebene). Auch darüber hinaus wird der Austausch zum Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe, bspw. im Rahmen von Veranstaltungen wie dem Hafentwicklungsdialog, empfohlen.

Zudem wird für den bundeslandübergreifenden Dialog auch unter den zuständigen (Hafen-)Behörden und unter den zuständigen Ministerien die Diskussion harmonisierter Regelungstexte für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe und deren Umsetzungsstände angeregt (horizontale Ebene).

Ein solcher Austausch hat im Februar 2020 auf Initiative des Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus SH stattgefunden. Zum Austausch der (Hafen-)Behörden kann bspw. der Verband der deutschen Hafenskapitäne beitragen.⁵²¹ Aber auch neue Formate sind denkbar. In den Niederlanden wurde auf Basis vergleichbarer Treffen bspw. ein Leitfaden für die Bebung von LNG-angetriebenen Schiffen aus ortsfesten Bunkeranlagen erstellt.⁵²²

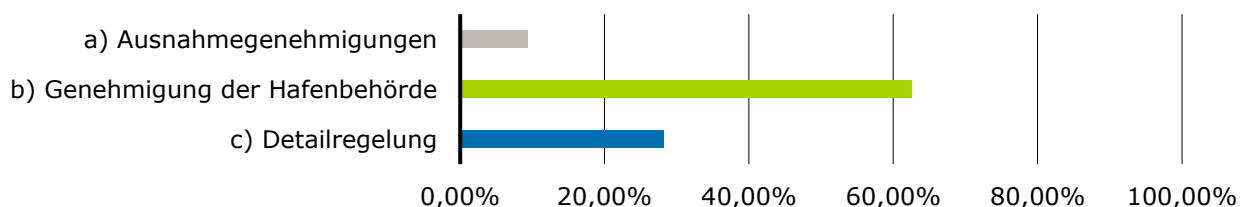
Empfehlungen für die landesrechtlichen Regelungstexte

Zu detaillierte und wortgleiche Regelungstexte in den Bundesländern könnten sich bspw. aufgrund der hafenspezifischen Besonderheiten, die Gestaltungsspielräume notwendig machen, als impraktikabel herausstellen. Im Experten-Workshop (vgl. Kapitel 2.4.3), der den Fokus auf das Bunkern von LNG legte, wurde den Teilnehmern für die landesrechtlichen Bestimmungen ein generelles Ermöglichen des Bunkerns von LNG unter der Voraussetzung der Genehmigung durch die zuständige (Hafen-)Behörde vorgeschlagen und dieser Vorschlag gemeinsam diskutiert. Unter allen Teilnehmern des Workshops wurde eine Umfrage durchgeführt, in der anonymisiert angegeben werden konnte, wie das LNG-Bunkern in den Regelungstexten der Bundesländer zu handhaben ist. Die dazugehörige Frage lautet:

LNG-Bunkern in Regelungstexten - Wie sollen sie zukünftig ermöglicht werden?

- a) Ausnahmegenehmigungen - keine explizite Behandlung im Landesrecht
- b) Landesrecht ermöglicht das Bunkern von LNG bei Genehmigung der zuständigen (Hafen-)Behörde
- c) Lösung b) ergänzt um weitere allgemeingültige Anforderungen an das Bunkern (Detailregelung)

Abbildung 22 | Ergebnis der Umfrage zum LNG-Bunkern in Regelungstexten



⁵²¹ IHMA, 2021.

⁵²² Vgl. PGS projectbureau, 2014.

Zwar hat die Umfrage, trotz der Beteiligung von 32 Teilnehmern des Workshops, keinen repräsentativen Charakter, jedoch verdeutlichen die Ergebnisse, dass ein Großteil der befragten Experten eine Lösung bevorzugt, bei der das Landesrecht das Bunkern bei Genehmigung durch die (Hafen-)Behörde ermöglicht. Die Ergebnisse des Workshops werden als Beleg gewertet, dass die vorgeschlagene Regelungstextvariante auf Bundeslandebene eine konsensfähige und pragmatische Lösung darstellt.

Unter der Berücksichtigung aller zuvor genannten Aspekte wird die Aufnahme eines Absatzes in die entsprechenden landesrechtlichen Regelungstexte angeregt, der das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe ermöglicht, sofern eine Genehmigung durch die zuständige (Hafen-)Behörde ausgesprochen wird. Es wird empfohlen, für alternative Schiffskraftstoffe in den Regelungstexten die Sammelbezeichnung „komprimierte oder verflüssigte Gase und andere Kraftstoffe mit niedrigem Flammpunkt“ zu verwenden (eine Unterscheidung des Verfahrens zur Komprimierung/Verflüssigung in den Regelungstexten ist nicht notwendig). Hierbei ist zu spezifizieren, ab welcher Temperatur ein niedriger Flammpunkt besteht. Gemäß IGF-Code i. V. m. § 2.1.1 der SOLAS-Vorschrift II-2/4 liegt ein niedriger Flammpunkt bei unter 60°C vor.⁵²³ Diese Definition wird u. a. vom IMDG-Code⁵²⁴ und der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008⁵²⁵ gestützt und es wird empfohlen, sie in den Regelungstexten zu referenzieren, um potenzielle Änderungen der Flammpunktdefinition in den Regelungstexten ohne weitere Anpassungen zu integrieren. Die vorgeschlagene Gruppierung hat den primären Vorteil, dass neben LNG bereits eine Rechtsgrundlage für das Bunkern weiterer alternativer Schiffskraftstoffe (vgl. Kapitel 3.1.2) geschaffen wird, die jedoch noch in (inter-)nationalen Sicherheitsvorschriften abgebildet werden müssen. Hierbei wird insbesondere die Aufnahme detaillierter Vorschriften für Methanol (Interims-Richtlinie bereits vorhanden) und für komprimierte bzw. verflüssigte Gase in den IGF-Code als wichtig erachtet.

Als Basis für die Genehmigung der (Hafen-)Behörde müssen des Weiteren stets die Risikoanalysen der jeweiligen Bunkervorgänge, die entsprechend des in Kapitel 3.3.2 erläuterten Vorgehensmodells durchgeführt werden und die chemisch-physikalischen Eigenschaften des jeweiligen Schiffskraftstoffes berücksichtigt werden.

Empfehlungen für die Regelungstexte der Häfen

Für die Regularien auf Hafenebene wurden im Experten-Workshop international etablierte gute Praktiken vorgestellt und als Grundlage für die Ermittlung einer Schnittmenge genutzt. Aus den Regularien der europäischen Referenzhäfen wurden wichtige allgemeingültige und wiederkehrende Anforderungen entnommen, die potenziell auch standortübergreifend Teil der deutschen HBO werden könnten.

Die Diskussion innerhalb des Workshop-Moduls ergab, dass die Regelungstexte sich an den spezifischen Anforderungen des jeweiligen Hafens orientieren und i. d. R. nicht allgemeingültig sind. Als gemeinsamer Nenner wurde die Nutzung der IAPH-Bunkerchecklisten, die u. a. in Brunsbüttel, Emden, Bremerhaven und auch Rostock in teils modifizierter Form für das Bunkern von LNG angewendet werden, identifiziert. Es wird empfohlen, die Bunkerchecklisten der IAPH als Instrument zur Begleitung und Dokumentation der Bunkervorgänge vorzuschreiben, sodass auch die Bunkerparteien einen einheitlichen internationalen Standard vorfinden. Die IAPH-Bunkerchecklisten sind aktuell für das Bunkern von LNG ausgelegt. Checklisten für das Bunkern von Methanol, Ammoniak und Wasserstoff werden derzeit erarbeitet.⁵²⁶ Für die HBO und HNO der deutschen Seehäfen wird aufbauend auf den Empfehlungen für die bundeslandesrechtlichen Bestimmungen angeregt, die allgemeine Möglichkeit des Bunkerns alternativer Schiffskraftstoffe (sofern gegeben) sowie die damit verbundenen Genehmigungs- und Anzeigepflichten zu regeln. Des Weiteren wird angeregt, die Konformität des Bunkerns mit vorliegenden Risikobewertungen oder vergleichbaren Dokumenten einzufordern und diese als Anhang zur Verfügung zu stellen. Zudem sind die für das Bunkern allgemein geeigneten Liegeplätze festzulegen.

⁵²³ Vgl. IMO, 2017.

⁵²⁴ Vgl. IMO, 2021b.

⁵²⁵ Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2008.

⁵²⁶ Vgl. IAPH, 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

Die Aufnahme zusätzlicher Regularien in die HBO/HNO sollte weiterhin im Ermessen der zuständigen (Hafen-)Behörden liegen und sich an den ortsspezifischen Bedürfnissen orientieren. Auf mögliche Ansätze einer Ergänzung wird im Zuge der Ermittlung von Aufgaben und Rahmenbedingungen für die zuständigen (Hafen-)Behörden und Bunkerparteien im Kapitel 3.3.3 näher eingegangen.

3.2 Genehmigung des Bunkerns alternativer Schiffskraftstoffe

Das folgende Kapitel stellt den Genehmigungsprozess von Bunkervorgängen in den Mittelpunkt. Der Fokus liegt insbesondere darauf, einen idealtypischen Genehmigungsprozess zu skizzieren, der durch den Einsatz eines Modells zur Vorqualifizierung von Bunkerlieferanten verschlankt wird und zudem einen standortübergreifenden Informationsaustausch ermöglicht. Des Weiteren werden Handlungsfelder für die Umsetzung des Genehmigungsleitfadens identifiziert. Zusammenfassend ergeben sich aus den Ergebnissen des Kapitels die folgenden Handlungsempfehlungen.

Handlungsempfehlungen 2 | Genehmigung von Bunkervorgängen

- 1. Um den Verwaltungsaufwand der zuständigen Behörden und der Bunkerlieferanten für Genehmigungen zu verringern wird empfohlen, in den deutschen Seehäfen ein harmonisiertes Modell zur Vorqualifizierung von Bunkerlieferanten zu nutzen. Hierfür bietet sich das in **Kapitel 3.2.1** vorgestellte IAPH Audit Tool an.*
- 2. Zusätzlich wird angeregt, eine für alle (Hafen-)Behörden zugängliche digitale Plattform zu schaffen, auf der Grundlegendokumente und Informationen zum Bunkern, differenziert nach Kraftstoffarten, abgelegt werden.*
- 3. Mit den im **Kapitel 3.2.2** aufgeführten Eckpunkten wird den zuständigen (Hafen-)Behörden in den deutschen Seehäfen ermöglicht, bei Bedarf ein eigenes Modell zur Vorqualifizierung von Bunkerlieferanten zu entwickeln.*
- 4. Der in **Kapitel 3.2.3** beschriebene Genehmigungsprozess berücksichtigt sowohl Genehmigungen als auch das Konzept der Vorqualifizierung. Das skizzierte Ablaufschema dient als Orientierungshilfe für die Durchführung von Genehmigungsprozessen in der Praxis.*
- 5. Bei der Genehmigung von Bunkervorgängen wird empfohlen, Single Points of Contact gemäß der Empfehlung der EMSA Guidance on LNG Bunkering⁵²⁷ zu benennen. Als Single Points of Contact treten die zuständige (Hafen-)Behörde (auf Seite der Behörden) und der Bunkerlieferant (auf Seite der Bunkerparteien) auf und regeln zentral den Dokumentenaustausch.*
- 6. Das **Kapitel 3.2.4** formuliert umfangreiche Aufgaben für die Verwaltungsebenen der deutschen Seehäfen und weitere Behörden. Zudem wird, nicht nur für die Umsetzung dieses Leitfadens, sondern auch die weitere Implementierung alternativer Schiffskraftstoffe, der regelmäßige Austausch zwischen Bund, Bundesländern und Häfen angeregt.*

⁵²⁷ Vgl. EMSA, 2018: Die Empfehlung wird unter der Bezeichnung „Single-Desk Approach“ geführt.

3.2.1 Vorqualifizierung von Bunkerlieferanten

Als Ansatz zur Vereinfachung des Genehmigungsprozesses wurde im Experten-Workshop ein Modell zur Vorqualifizierung von Bunkerlieferanten identifiziert. Ein solches Modell bietet den Vorteil, dass bestimmte Nachweise der Bunkerlieferanten nicht vor jedem Bunkervorgang neu übermittelt und geprüft werden müssen, sondern für die Gültigkeitsdauer fixiert sind. Die Vorqualifizierung eines Bunkerlieferanten ersetzt dabei nicht die Genehmigung des Bunkerns durch die zuständige (Hafen-)Behörde.

Ein vergleichbares Modell liefert das Audit Tool der IAPH. Dabei handelt es sich um ein Werkzeug, das die Hafenbehörden bei der Vorqualifizierung von Bunkerlieferanten unterstützt. Während damit gegenwärtig vorwiegend das Bunkern von LNG behandelt wird, sollen anhand des IAPH Audit Tools perspektivisch auch Bunkergenehmigungen für weitere alternative Schiffskraftstoffe erteilt werden können (bspw. Wasserstoff und Methanol). Die Checkliste zur Durchführung des Audits baut auf international etablierten Industriestandards, Richtlinien sowie beste Praxis von Organisationen wie der ISO, der SGMF und der IACS auf.⁵²⁸ Entwickelt wurde das Modell in Zusammenarbeit mit Hafenbehörden, Reedereien, Klassifikationsgesellschaften und großen Öl- und Gasunternehmen.⁵²⁹ An der Entstehung waren Akteure der Hafenstandorte Antwerpen, Amsterdam, Göteborg, Rotterdam, Zeebrugge, der bremischen Häfen und Hamburg beteiligt.⁵³⁰ In den Häfen von Rotterdam und Antwerpen wird das Modell bereits eingesetzt, weshalb es als gutes Praxistool eingestuft wird.⁵³¹ ⁵³² Zudem verbreitet sich die Vorqualifizierung von Bunkerlieferanten vermehrt auch beim Bunkern herkömmlicher Schiffskraftstoffe. Der Hafen Rotterdam hat bspw. ein im Februar 2021 in Kraft getretenes Konzept entwickelt, das eine entsprechende Vorqualifizierung für Schweröl- und (Bio-)Diesel-Lieferanten verbindlich vorschreibt.⁵³³

Funktionsweise des IAPH Audit Tools

Das primäre Ziel des Tools ist es, den Hafenbehörden bei der Erteilung einer Genehmigung für das Bunkern einen harmonisierten Prozess zu liefern, mit dem die effiziente Vor- und Nachbereitung der Bunkervorgänge sichergestellt wird. Die Audits fokussieren dabei insbesondere die Bewertung der Bunkersysteme. Ein wesentliches Kriterium ist hierbei das Risiko- und Qualitätsmanagement des Antragstellers. Nach einer erfolgreichen Audit-Durchführung können die Hafenbehörden eine Vorqualifizierung für das Bunkern in ihrem Hafengebiet aussprechen, welche wiederum das Beantragen einzelner Bunkervorgänge erheblich vereinfacht.⁵³⁴ Ergänzend zum Prozess für die Vorqualifizierung bietet das IAPH Audit Tool den Hafenbehörden die Möglichkeit, Auditergebnisse und weitere sicherheitsrelevante Dokumente der geprüften Bunkerlieferanten (z. B. Informationen über Vor- und Unfälle sowie Maßnahmen der Bunkerlieferanten zur Verhinderung von Vorkommnissen) untereinander auszutauschen.⁵³⁵ Hierdurch kann der Aufwand für die Prüfung eines bereits in einem anderen Hafen registrierten Bunkerlieferanten in einem neuen Hafen potenziell verringert werden.⁵³⁶

⁵²⁸ Vgl. IAPH, 2018c.

⁵²⁹ Vgl. Lakshmi, 2018.

⁵³⁰ Vgl. IAPH, 2018a.

⁵³¹ Vgl. Offshore Energy, 2018a.

⁵³² Vgl. Port of Antwerp, 2020a.

⁵³³ Vgl. Port of Rotterdam, 2021c.

⁵³⁴ Vgl. IAPH, 2018b.

⁵³⁵ Vgl. Safety4sea, 2019.

⁵³⁶ Vgl. Maritime Executive, 2018.

Anforderungen des IAPH Audit Tools

Das IAPH Audit Tool umfasst insgesamt acht Bewertungskriterien, die im Audit geprüft werden. Das Qualitätsmanagementsystem muss:

1. eine durch die Unternehmensführung formulierte Mission enthalten, die einen sicheren und umweltfreundlichen Bunkerbetrieb gewährleistet, indem u. a. die Einhaltung international geltender Vorschriften für das Bunkern nachgewiesen wird. Des Weiteren hat das Unternehmen Ziele zu setzen, die zur Verbesserung der entsprechenden Leistungen beitragen.
2. die adäquate Ausbildung und Kompetenz des eingesetzten Personals gewährleisten.
3. die Konformität der technischen Komponenten mit umwelt- und sicherheitsrelevanten Vorschriften sicherstellen. Dies schließt die angemessene Wartung der Ausrüstung durch ein Planned Maintenance System ein.
4. vorbereitende Maßnahmen für die Durchführung der Bunkervorgänge enthalten. Insbesondere das Vorgehen bei der Risikobewertung sowie die Handhabung von SIMOPS und Kompatibilitätsprüfungen zwischen Bunkerlieferant, -empfänger und Terminal sind relevant.
5. die sichere Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung der Bunkervorgänge, bspw. durch die Verwendung anerkannter Bunkerchecklisten, gewährleisten.
6. garantieren, dass alle am Bunkerbetrieb beteiligten Mitarbeiter mit den Melde- und Aufzeichnungspflichten sicherheitsrelevanter Abweichungen vom angestrebten Bunkerprozess vertraut sind und dementsprechend handeln. Das System soll zudem aufzeigen, in welchem Ausmaß Abweichungen ggf. auftreten und welche Gegenmaßnahmen ergriffen werden können. Die entsprechenden Informationen werden den Häfen zur Verfügung gestellt.

Darüber hinaus hat das Unternehmen einen Qualitätsmanager zu benennen. Der Qualitätsmanager muss:

7. interne Prozesse steuern und in diesem Zusammenhang die Zielerreichungs- und Verbesserungsprozesse begleiten. Er ist Ansprechpartner für die Hafenbehörde und muss eine angemessene Ausbildung, Schulung und Erfahrung besitzen, die bspw. durch eine Weiterbildung zum internen Auditor⁵³⁷ oder zur Designated Person Ashore⁵³⁸ nachgewiesen werden kann.
8. Verantwortung für die kontinuierliche Verbesserung des Qualitätsmanagementsystems tragen. Er erstattet den Hafenbehörden halbjährlich Bericht über die Entwicklungen im Hinblick auf die Durchführung eines sicheren und umweltfreundlichen Bunkerbetriebs.⁵³⁹

Die zugrundeliegenden Auditdokumente werden in die zwei Aufgabenbereiche ‚Management und Büro‘ und ‚Bunkerschiff‘ aufgeteilt. Die IAPH empfiehlt die Anwendung der Norm DIN EN ISO 19011:2018 zur Auditierung von Managementsystemen. Beim Auditpersonal kann es sich um hafeneigenes Personal, Experten aus anderen Häfen oder weitere externe, entsprechend qualifizierte Experten handeln. Das Auditpersonal sollte aus mindestens zwei ausgebildeten Experten (bspw. entsprechend DIN EN ISO 9001:2015) bestehen, von denen einer als leitender Auditor auftritt.⁵⁴⁰

Ableitung von Empfehlungen

In Vorbereitung auf die in den kommenden Jahren potenziell steigende Bunkernachfrage alternativer Schiffskraftstoffe und der damit einhergehend wachsenden Anzahl entsprechender Bunkervorgänge ist die Prozesssicherheit sowie Minimierung von Verwaltungs- und Genehmigungsaufwänden sowohl für die Anbieter- und Nachfragerseite als auch für die (Hafen-)Behörden in den deutschen Seehäfen eine der wichtigsten Aufgaben. In diesem Kontext kann ein Modell zur Vorqualifizierung von Bunkerlieferanten die Genehmigung von Bunkervorgängen deutlich vereinfachen, Abläufe harmonisieren und dadurch auch die Sicherheit erhöhen. Daher wird empfohlen, in den deutschen Seehäfen mittelfristig ein entsprechendes

⁵³⁷ Vgl. Umweltinstitut Offenbach, 2021.

⁵³⁸ Vgl. Deutsche Flagge, 2021.

⁵³⁹ Vgl. IAPH, 2018b.

⁵⁴⁰ Vgl. IAPH, 2018b.

Modell einzuführen, das zudem kraftstoffartenunabhängig anwendbar sein sollte. Dabei sind insbesondere die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- standortübergreifende Anwendung und Austausch der Informationen
- intensiver Dialog der (Hafen-)Behörden bei der Entwicklung
- harmonisierte Gültigkeit für die Vorqualifizierungen⁵⁴¹
- Neubewertung bei Änderung der Vorschriftenlage (Nutzung der (inter-)nationalen rechtlichen Grundlagen, Standards und Normen in der jeweils geltenden Fassung)

Ergänzend wird angeregt, i. V. m. dem Modell zur Vorqualifizierung eine allen deutschen Seehäfen zugängliche Informationsplattform als Ablage für:

- wichtige Grundlagendokumente (internationale Standards, Normen etc.),
- ein Verzeichnis mit örtlichen Bunkerlieferanten (für alternative Schiffskraftstoffe)⁵⁴²,
- Prüfungsergebnisse und Unterlagen der Bunkerlieferanten,
- Informationen zur operativen Anpassung von Bunkervorgängen und
- die Dokumentation der Bunkervorgänge (inkl. Vor- und Unfälle)

zu schaffen. Ein solches Modell bietet das Potenzial, eine höhere Transparenz beim Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe im Allgemeinen und harmonisierte Verfahrensweisen, bspw. bei der Bewertung der Dokumente von Bunkerlieferanten und -empfängern (siehe Kapitel 3.3.3.2), im Speziellen zu schaffen. Es wird in diesem Zusammenhang angeregt, innerhalb der Informationsplattform, wo nötig (bspw. bei unterschiedlichen Rechtsgrundlagen), zwischen den einzelnen Kraftstoffarten zu separieren. Im IAPH Audit Tool ist eine solche Plattform enthalten.⁵⁴³

Die eigenständige Entwicklung eines solchen Modells ist grundsätzlich denkbar, jedoch anfangs mit einem entsprechenden finanziellen und administrativen Aufwand für die (Hafen-)Behörden verbunden. Denkbar ist daher die gemeinsame Einführung and Anwendung des IAPH Audit Tools, das unter Beteiligung auch deutscher Hafenstandorte entwickelt wurde und bereits in den Häfen von Rotterdam und Antwerpen genutzt wird.

Sollte vonseiten der (Hafen-)Behörden in den deutschen Seehäfen die Entwicklung einer eigenen Anwendung für die Vorqualifizierung als zielführend eingestuft werden, können Eckpunkte hierfür dem Kapitel 3.2.2 entnommen werden.

3.2.2 Eckpunkte für die Vorqualifizierung

Ergänzend zum IAPH Audit Tool werden in diesem Kapitel Bedingungen für die grundsätzliche Zulässigkeit des Bunkerns alternativer Schiffskraftstoffe identifiziert. Diese sollen einen Ansatz für die vereinfachte Vorqualifizierung von Bunkerlieferanten auch ohne die Nutzung des IAPH Audit Tools liefern. Ein Bunkerlieferant kann anhand dreier Kriterien nachweisen, dass er generell zur Durchführung der entsprechenden Bunkervorgänge befähigt ist. Dabei handelt es sich um das Erfüllen der funktionalen Anforderungen des Bunkerns, die Nutzung adäquater Managementsysteme und die Konformität mit dem aktuellen Stand der Technik. Diese Anforderungen können von der (Hafen-)Behörde unter Berücksichtigung internationaler rechtlicher Grundlagen sowie Standards und Normen geprüft werden.

1. Funktionale Anforderungen an das Bunkern

Der Bunkerlieferant muss durch die an die (Hafen-)Behörde übermittelten Dokumente nachweisen, dass er den funktionellen Anforderungen an das Bunkern gerecht wird. Die Anforderungen an das Bunkern von

⁵⁴¹ Hierbei kann sich an den (inter-)national üblichen Laufzeiten orientiert werden. In Antwerpen gelten die Bunkergenehmigungen 5 Jahre (vgl. Port of Antwerp, 2020a), in Rostock 3 Jahre (vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015).

⁵⁴² Ein vergleichbares Verzeichnis wird vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie gemäß Anlage VI Regel 18 Absatz 9.1 des MARPOL-Übereinkommens für ölhaltige Schiffskraftstoffe geführt (vgl. BSH, 2021) und kann ggf. ergänzt werden. Es dient u. a. der Sicherung der Qualität der eingesetzten Kraftstoffe (bspw. bzgl. des Schwefelgehalts).

⁵⁴³ Vgl. IAPH, 2018b.

LNG können von der zuständigen (Hafen-)Behörde anhand der Checkliste zur Vorbereitung von Bunkervorgängen in Anhang C der ISO/TS 18683:2015 geprüft werden.⁵⁴⁴ Für weitere alternative Schiffskraftstoffe sind vergleichbare Anforderungen gegenwärtig nicht bekannt, viele der Prüfbestandteile sind jedoch kraftstoffartenunabhängig und können übernommen werden.

2. Prozesssicherheit durch Managementsysteme

Der Bunkerlieferant muss durch adäquate Managementsysteme, vorzugsweise entsprechend der DIN EN ISO 9001:2015-11 – Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen⁵⁴⁵ und der DIN ISO 31000:2018-10 - Risikomanagement - Leitlinien⁵⁴⁶, nachweisen, dass die notwendige Prozesssicherheit für die Durchführung des Bunkerns sichergestellt ist. Die (Hafen-)Behörde kann die Managementsysteme den Anforderungen der DIN EN ISO 9001:2015⁵⁴⁷ gegenüberstellen und bewerten.

3. Aktueller Stand der Technik

Der Bunkerlieferant muss nachweisen, dass die technische Durchführung des Bunkerns nach dem aktuellen Stand der Technik erfolgt. Hierfür ist zu belegen, dass er mit den im Anhang 5 - Aktueller Stand der Technik genannten rechtlichen Grundlagen, Standards und Normen konform ist. Für die Erfüllung der technischen Anforderungen beim Bunkern von LNG sind insbesondere die Inhalte der ISO 20519:2017 zu beachten.⁵⁴⁸

Bunkerlieferanten, die nicht die dargestellten Voraussetzungen erfüllen, müssen den Nachweis ihrer Befähigung zur Durchführung von Bunkervorgängen durch geeignete alternative Maßnahmen belegen. Generell können die Nachweise durch die in Kapitel 3.3.3.2 ausgewiesenen Informationen der Bunkerlieferanten erbracht werden. Die Prüfung der Eckpunkte für die Vorqualifizierung ersetzt jedoch nicht das in Kapitel 3.2.3 beschriebene vollumfängliche Genehmigungsverfahren. Auf Basis der Anforderungen lässt sich aber eine mit der Vorgehensweise des IAPH Audit Tools vergleichbare Kontrolle durchführen, die die wesentlichen Qualifikationen des Bunkerlieferanten untersucht. Die generelle Befähigung zur Durchführung des Bunkerns kann somit festgestellt werden und die Grundlage für eine Vorqualifizierung bilden.

3.2.3 Genehmigungsprozess land- und seeseitiger Bunkervorgänge

Der Ablauf des Genehmigungsprozesses wird unter Einbezug der folgenden Stakeholdergruppen erläutert:

- Bunkerlieferanten
- Bunkerempfänger
- Terminalbetreiber
- Zuständige Behörde (i. d. R. Hafenbehörde)
- Organisationen der Gefahrenabwehr inkl. WSA
- Zuständige Behörden nach BImSchG und BetrSichV

Die Behördenzuständigkeiten sind in Tabelle 38 und Tabelle 39 zusammengefasst.

Der Genehmigungsprozess kann in die Vorqualifizierung von Bunkerlieferanten und die Genehmigung des eigentlichen Bunkervorgangs unterteilt werden. Bei der Vorqualifizierung reicht ein Bunkerlieferant, der Interesse an regelmäßigen Bunkervorgängen im jeweiligen Hafen besitzt, sein Bunkerkonzept (bspw. in Form eines Bunkermanagementplans) zusammen mit dem Antrag für die Vorqualifizierung bei der (Hafen-)Behörde ein. Es wird empfohlen, dass die (Hafen-)Behörde als Single Point of Contact⁵⁴⁹ auftritt und die Informationen an die weiteren einzubindenden Institutionen (siehe Übersicht in Tabelle 40)

⁵⁴⁴ Vgl. ISO, 2013.

⁵⁴⁵ Vgl. DIN, 2015b.

⁵⁴⁶ Vgl. DIN, 2018a.

⁵⁴⁷ Vgl. DIN, 2015c.

⁵⁴⁸ Vgl. DIN, 2017a.

⁵⁴⁹ Vgl. EMSA, 2018. Entsprechend der Empfehlung eines „Single-Desk“ als Verwalter im Genehmigungsprozess.

weiterleitet sowie den Bunkerlieferanten auf mögliche Ergänzungen hinweist.⁵⁵⁰ Nach der Prüfung und erfolgreichen Genehmigung des Bunkerkonzeptes erhält der Bunkerlieferant eine grundsätzliche Bunkergenehmigung (Vorqualifizierung) im jeweiligen Hafen. Zusätzlich kann das Konzept auch einem oder mehreren Terminalbetreibern vorgelegt werden, um eine vergleichbare Vorqualifizierung bspw. auch für ausgewählte SIMOPS an den Liegeplätzen des jeweiligen Terminals zu erlangen. Eine vereinfachte Darstellung des Prozesses kann Abbildung 23 entnommen werden

Der Genehmigung des eigentlichen Bunkervorgangs geht zunächst die Abstimmung des Konzepts für die Durchführung zwischen dem Bunkerlieferanten, dem -empfänger und ggf. dem Terminalbetreiber (insofern am Bunkervorgang beteiligt und wenn nicht bereits durch Vorqualifizierung abgestimmt) voraus. Zu diesem Zeitpunkt sollte die (Hafen-)Behörde bereits darüber informiert werden, dass eine Bunkervorgang vorbereitet wird. Es wird empfohlen, dass aufseiten der Bunkerparteien der Bunkerlieferant analog zur (Hafen-)Behörde als Single Point of Contact auftritt und die Verantwortung für den Genehmigungsvorgang übernimmt. Somit übermittelt der Bunkerlieferant das mit Bunkerempfänger und ggf. Terminalbetreiber abgestimmte Bunkerkonzept an die (Hafen-)Behörde. Diese bindet die weiteren beteiligten Organisationen in den Beurteilungsprozess ein.

Die Evaluierung des Bunkerkonzeptes erfolgt entsprechend der in Tabelle 40 dargestellten Zuständigkeiten. Dabei ist zu beachten, dass Bunkerlieferanten ohne Vorqualifizierung bei jeder Genehmigung die Schritte durchlaufen müssen, die für vorqualifizierte Bunkerlieferanten bereits nachgewiesen sind und somit nicht mehr geprüft werden müssen. Nach der Prüfung erstellen die beteiligten Behörden bei positiver Bewertung des Bunkerkonzeptes in gemeinsamer Abstimmung ein Empfehlungsschreiben, das die (Hafen-)Behörde an den Bunkerlieferanten zurücksendet und dieser zur Information auch dem Bunkerempfänger und dem Terminalbetreiber zur Verfügung stellt. Das Empfehlungsschreiben enthält eine Einschätzung des von den Bunkerparteien eingereichten Konzepts und weist ggf. auf notwendige Anpassungen hin. Nach der Abarbeitung der offenen Punkte des Empfehlungsschreibens kommt es zu einer finalen Prüfung durch die (Hafen-)Behörde und ggf. die weiteren eingebundenen Organisationen. Die Entscheidung wird den Bunkerparteien und dem Terminalbetrieb durch die (Hafen-)Behörde mitgeteilt. Bei positiver Beurteilung können die letzten Details des Bunkerns, wie bspw. die konkrete Gestaltung des Notfallkonzepts, ausgearbeitet werden. Der Ablauf des Genehmigungsprozesses ist in der Abbildung 24 veranschaulicht.

Generelle Empfehlungen für den Genehmigungsprozess bei Bunkervorgängen

Im Allgemeinen sind im Vorfeld von Erstbunkerungen in einem Hafen Risikoanalysen durchzuführen, anhand derer die Möglichkeiten und Anforderungen an das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe geprüft werden (siehe Kapitel 3.3.2). Bei der Einschätzung lokaler Gegebenheiten können die in Kapitel 3.4.1 formulierten Handlungshilfen die initiale Bewertung von Liegeplatzsituationen unterstützen. Des Weiteren bietet der Leitfaden LNG Ready Terminal der IAPH⁵⁵¹ eine Anleitung für die zuständigen (Hafen-)Behörden, um auch die Qualifikation der entsprechenden Terminals für das Bunkern von LNG und weiterer alternativer Schiffskraftstoffe zu prüfen (siehe Kapitel 3.4.2). Neben den genannten Grundvoraussetzungen für das Bunkern wird in erster Linie ein ausführlicher Dialog zwischen den beteiligten Parteien (Genehmigungs- und Hafenbehörden, Politik und Verwaltung, Gefahrenabwehr, Infrastruktur- und Terminalbetreiber, Bunkerlieferanten und -empfänger) angeregt. Der fachliche Erfahrungsaustausch bietet die Möglichkeit, über die Besonderheiten im Umgang mit dem jeweiligen alternativen Schiffskraftstoff aufzuklären und bereits zu Beginn des Genehmigungsprozesses eine pragmatische Herangehensweise zu verfolgen. Im Speziellen empfiehlt sich zudem der frühzeitige Einbezug relevanter Organisationen der Gefahrenabwehr, wie der Feuerwehr oder WaSchPo. Diese müssen in einem Notfallszenario aktiv werden, und sollten daher frühzeitig in den Genehmigungsprozess

⁵⁵⁰ Vgl. EMSA, 2018.

⁵⁵¹

eingebunden werden. Im Idealfall sind die Mitarbeiter (bei gegebener Zuständigkeit) hinsichtlich der stofflichen Eigenschaften des Kraftstoffs geschult und mit dem Umgang vertraut.

Der Verwaltungsaufwand kann durch die Vorqualifizierung von Bunkerlieferanten und die Abwicklung der Genehmigungen durch einen Single Point of Contact erheblich reduziert werden. Für letztere Maßnahme wird empfohlen, dass vonseiten der Behörden die (Hafen-)Behörde und vonseiten der Bunkerparteien die Bunkerlieferanten die zentrale Verantwortung für den Prozess übernehmen. Der Genehmigungsprozess kann neben dem Prinzip der Vorqualifizierung auch durch einen effizienten Informationsaustausch zwischen den Bunkerparteien und den zuständigen (Hafen-)Behörden vereinfacht werden. Die hierfür notwendigen Dokumente und Informationen leiten sich zu großen Teilen aus den Anforderungen der Risikoanalysen ab und werden in Kapitel 3.3.3 identifiziert. Begleitende Informationen zu den Erlaubnisverfahren nach BetrSichV und den Genehmigungsverfahren nach BImSchG enthält das Kapitel 2.1.1.

Tabelle 38 | Zuständige Behörden für die Betriebssicherheit und den Immissionsschutz


 Bundesland	Genehmigungsbehörden für die Betriebssicherheit und den Immissionsschutz	
	BetrSichV	BImSchG
Niedersachsen	Staatliche Gewerbeaufsichtsämter	
Bremen	Gewerbeaufsicht des Bundeslandes Bremen	
Hamburg	Behörde für Justiz und Verbraucherschutz	Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft
SH	Staatliche Arbeitsschutzbehörde bei der Unfallkasse Nord	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume SH
MV	Landesamt für Gesundheit und Soziales MV	Staatliche Ämter für Landwirtschaft und Umwelt
BW	Gewerbeaufsicht BW	

Tabelle 39 | Primär zuständige Behörden für Bunkervorgänge auf Bundeslandebene










 Bundesland	 Tkw	 Ortsfeste Bunkeranlage	 Bunkerschiff/-barge	 Bunkervorgang	 Bunkerempfänger
Niedersachsen	Zuständige Hafenbehörde			Zuständige Hafenbehörde Feuerwehr WSA (Bundeswasserstraße)	Zuständige Hafenbehörde
Bremen	Hafenamt			Hafenamt Feuerwehr WSA (Bundeswasserstraße)	Hafenamt
Hamburg	Oberhafenamt WaSchPo Feuerwehr				
SH	Zuständige Hafenbehörde			Zuständige Hafenbehörde Feuerwehr WSA (Bundeswasserstraße)	Zuständige Hafenbehörde
MV	Zuständige Hafenbehörde			Zuständige Hafenbehörde WSA (Bundeswasserstraße)	Zuständige Hafenbehörde
BW	Zuständige Hafenbehörde			Zuständige Hafenbehörde Feuerwehr WSA (Bundeswasserstraße)	Zuständige Hafenbehörde

Tabelle 40 | Zuständigkeiten bei der Vorqualifizierung und der Genehmigung einzelner Bunkervorgänge

Organisation 	Bunkerlieferant (Single Point of Contact) 	Bunkerempfänger 
Vorqualifizierung⁵⁵²		
Zuständige (Hafen-)Behörde (Single Point of Contact)	Prüfung des Bunkerkonzeptes bspw. nach den in Kapitel 3.2.2 genannten Eckpunkten und Gegenüberstellung mit eigenen Risikobewertungen	
Zuständige Organisationen der Gefahrenabwehr	Prüfung der relevanten Inhalte des Bunkerkonzeptes, bspw: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Feuerwehr - Brandschutz ▪ WSA - Leichtigkeit und Sicherheit des Schiffsverkehrs ▪ WaSchPo - gemäß Zuständigkeit 	
Behörden nach BetrSichV ⁵⁵³	Durchführung eines Erlaubnisverfahrens nach § 18 der BetrSichV (die einzureichenden Antragsunterlagen können Kapitel 3.2 der LASI-Veröffentlichung 49 entnommen werden) ⁵⁵⁴	
Behörden nach BImSchG ⁵⁵⁵	Durchführung eines Genehmigungsverfahrens nach 4. Bundes-Immissionsschutzverordnung für Anlagen mit einem Fassungsvermögen über 3 t	
Genehmigung einzelner Bunkervorgänge		
Zuständige (Hafen-)Behörde (Single Point of Contact)	Prüfung der Umsetzung der Bunkerkonzepte der beteiligten Bunkerparteien und deren Kompatibilität untereinander sowie mit den Anforderungen des Terminalbetriebs	
Organisationen der Gefahrenabwehr	Prüfung der Umsetzung der relevanten Inhalte der Bunkerkonzepte und ihrer Kompatibilität untereinander sowie mit den Anforderungen des Terminalbetriebs	

⁵⁵² Nicht vorqualifizierte Bunkerparteien müssen diese Schritte bei der Genehmigung einzelner Bunkervorgänge dennoch durchlaufen.

⁵⁵³ Eine Erlaubnispflicht nach BetrSichV besteht bei ortsfesten Bunkeranlagen kraftstoffartenunabhängig und zudem für Bunkerschiffe unter deutscher Flagge sowie Tkw, die verflüssigte Gase bunkern (vgl. Kapitel 2.1.1)

⁵⁵⁴ Vgl. LASI, 2017.

⁵⁵⁵ Ein Genehmigungsverfahren nach BImSchG ist nur für ortsfeste Bunkeranlagen (Betrieb länger als 12 Monate am gleichen Ort) erforderlich.

Abbildung 23 | Vorqualifizierung eines Bunkerlieferanten

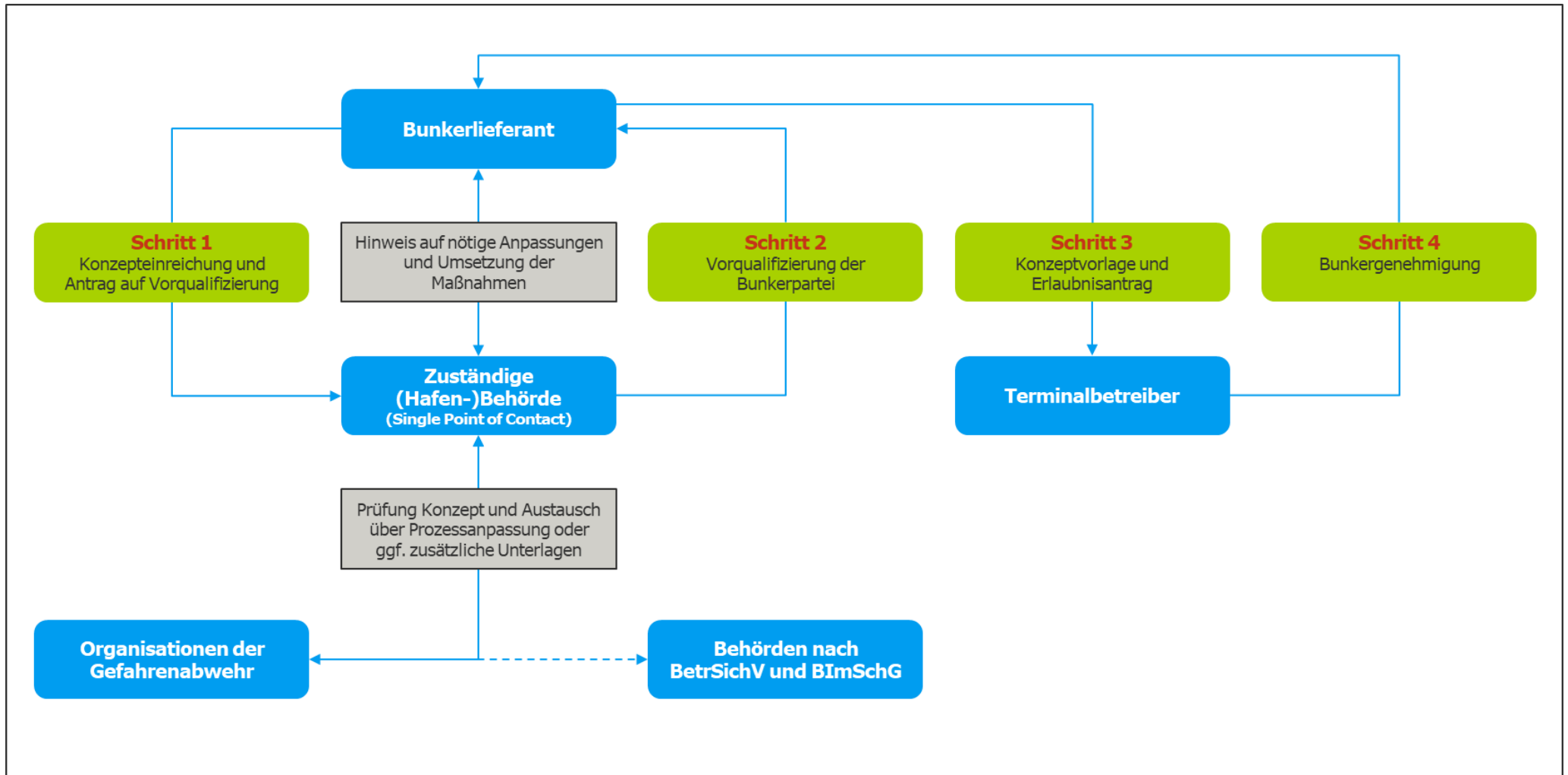
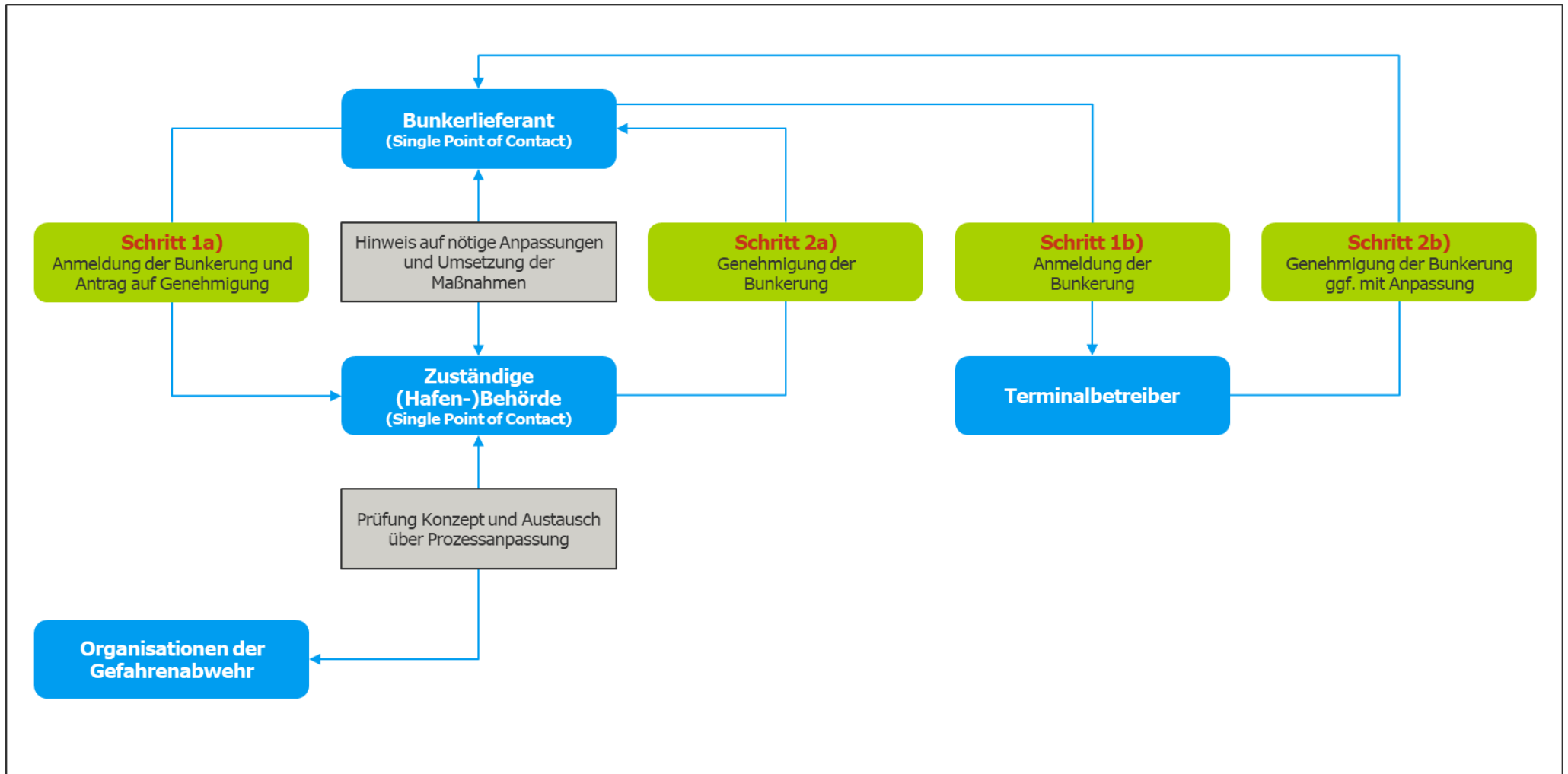


Abbildung 24 | Genehmigung von Bunkervorgängen



3.2.4 Aufgaben der Verwaltung

Mit dem vorliegenden Leitfaden ist bei den Verantwortlichen für Bunkervorgänge sowohl auf Bundes- und Landes- als auch auf Hafenebene, Handlungsbedarf verbunden. Die Umsetzung der Empfehlungen dient dabei der Schaffung von Rahmenbedingungen für einen harmonisierten Genehmigungsprozess und erstreckt sich über die drei Anwendungsbereiche (siehe Abbildung 25 auf der nächsten Seite):

- Ordnungsrahmen (inkl. Rechtslage)
- Prozessrahmen
- operativer Rahmen

Auf Bundesebene wird empfohlen, eine möglichst breite Anwendung des Leitfadens in den deutschen Seehäfen durch gezielte Maßnahmen zu begünstigen. Hierfür wird die personelle oder finanzielle Förderung der zuständigen (Hafen-)Behörden zur Unterstützung bei der Umsetzung angeregt. Auf Bundeslandebene lässt sich ein Handlungsbedarf v. a. im Zusammenhang mit einer Anpassung der rechtlichen Grundlagen hin zu einer grundsätzlichen Ermöglichung des Bunkerns alternativer Schiffskraftstoffe ableiten (vgl. Handlungsempfehlungen in Kapitel 3.1).

Die Beförderung einer breiten Anwendung des Leitfadens bspw. durch die Etablierung von Dialogplattformen für einen Austausch zwischen den Hafenstandorten und den zuständigen Ministerien ist zu empfehlen. Hierbei können unabhängige, branchenübergreifende Institutionen, wie z. B. das DMZ, durch Informationsveranstaltungen oder Workshops (vgl. Kapitel 2.4.3) unterstützen.

Hinsichtlich des Prozessrahmens, der die Grundlage für Erstgenehmigungen darstellt, wird vorgeschlagen, dass der Bund, gemeinsam mit den zuständigen Ministerien der Bundesländer, einheitliche Kriterien zur Identifikation kritischer Infrastrukturen und schutzbedürftiger Objekte definiert, diese regelmäßig auf Eignung bzw. Aktualität überprüft und den zuständigen (Hafen-)Behörden zugänglich macht.⁵⁵⁶ Es ist denkbar, dass als Medium für die Kommunikation hierzu die in Kapitel 3.2.1 skizzierte Informationsplattform genutzt wird. Mithilfe der Kriterienliste sind die an den Hafenstandorten in einer Risikobewertung zu berücksichtigenden kritischen Infrastrukturen und schutzbedürftigen Objekte zu bestimmen.

Begleitend hierzu liegt es in der Verantwortung der Hafenstandorte, Dokumente und Informationen bereitzustellen, die auf die lokalen Gegebenheiten und Anforderungen hinweisen (Single Point of Contact). Durch Abweichungen im Prozessrahmen, die bspw. in der Einführung neuer Technologien, der Nutzung eines neuen Kraftstoffs oder der Änderung des Liegeplatzes begründet liegen, kann auf allen Verwaltungsebenen eine Neueinschätzung erforderlich sein.

Die GDWS bzw. die zuständigen WSA übernehmen an den Bundeswasserstraßen die Verantwortung für die Aufrechterhaltung der Leichtigkeit und Sicherheit des Schiffsverkehrs. Den Bundesländern wird perspektivisch die Aufgabe zugeschrieben, entweder durch rechtlich verbindliche Anforderungen oder durch Leitfäden für die Hafenstandorte die Prozesskontrolle sicherzustellen. Die Verantwortung für die operativ sichere Durchführung des Bunkerns übernimmt die zuständige (Hafen-)Behörde vor Ort.

Die Empfehlungen des Leitfadens liefern konkrete Umsetzungshilfen für die Aufgaben der verschiedenen Verwaltungsebenen. Eine Zusammenfassung der Handlungsfelder und der dazugehörigen Aufgaben ist in der nachfolgenden Abbildung enthalten, die auf den Ergebnissen des dritten Moduls des Experten-Workshops aufbaut (vgl. Kapitel 2.4.3).

⁵⁵⁶ Vgl. BBK, 2021.

Abbildung 25 | Zusammenfassung der Verwaltungsaufgaben



<i>Basis Vergleichbarkeit / Harmonisierung</i>	<i>Basis Genehmigung</i>	<i>Basis Durchführung</i>	<i>Basis Genehmigung bei Abweichung</i>
Bund Beförderung einer möglichst breiten Anwendung des Bunkerleitfadens	Bund, Bundesländer <ul style="list-style-type: none"> Entwicklung einheitlicher Kriterien zur Identifikation kritischer Infrastrukturen und schutzbedürftiger Objekte Mitarbeit an einer offenen Informationsplattform 	Bund Verantwortung für Leichtigkeit und Sicherheit des Schiffsverkehrs (WSA)	Bund, Bundesländer, (Hafen-)Behörde Abweichungen bspw. durch: <ul style="list-style-type: none"> anderen Liegeplatz anderes Produkt andere Kombination Bunkerschiff / Empfängerschiff neue Technologie
Bundesländer Anpassung der rechtlichen Grundlagen bzgl. des Bunkerns		Bundesländer Sicherstellung der Prozesskontrolle, bspw. durch Leitfäden/Informationspapiere zum sicheren Bunkern	
(Hafen-)Behörde Anpassung der rechtlichen Grundlagen bzgl. des Bunkerns	(Hafen-)Behörde Bereitstellung von Dokumenten für die Bunkerparteien und die Informationsplattform	(Hafen-)Behörde Verantwortung für die operativ sichere Durchführung der Bunkervorgänge	Aufgaben: Prüfung der Abweichungen und Anpassung der Prozesse und ggf. rechtlichen Grundlagen
Ergebnis aus Leitfaden zur Harmonisierung der Rechts- und Verfahrenslage des Bunkerns alternativer Schiffskraftstoffe	Ergebnis, je nach Bunkerlieferant <ul style="list-style-type: none"> Einzelgenehmigung Vorqualifizierung 	Ergebnis, je nach Bunkervorgang Genehmigtes Konzept zur sicheren Durchführung des Bunkerns	Ergebnis, je nach Abweichung <ul style="list-style-type: none"> Einzelgenehmigungen Vorqualifizierung

3.3 Harmonisierung von Risikoanalysen (modularer Werkzeugkasten)

Im nachfolgenden Teil des Leitfadens werden Empfehlungen für die Harmonisierung von Risikoanalysen für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe ausgesprochen. Hierfür werden zunächst die Besonderheiten der behandelten Bunkerkonzepte aufgezeigt. Im Anschluss werden die zur Verfügung stehenden Werkzeuge für Risikoanalysen vorgestellt und in einen Werkzeugkasten eingeordnet, der die wesentlichen Schritte einer Risikoanalyse aufgezeigt und ihre Durchführung erläutert.

Abschließend wird darauf eingegangen, welche Dokumente im Genehmigungsprozess (siehe Kapitel 3.2) zwischen den (Hafen-)Behörden und den Bunkerparteien auszutauschen sind, um die Konformität mit den Anforderungen der (hafeneigenen) Risikoanalysen zu prüfen. In diesem Zusammenhang wird auch die Kartierung von grundsätzlich und eingeschränkt möglichen Bunkerliegeplätzen auf der Grundlage von Praxisbeispielen aus den europäischen Referenzhäfen untersucht.

Handlungsempfehlungen 3 | Harmonisierung von Risikoanalysen

1. Das **Kapitel 3.3.1** stellt die betrachteten Bunkerkonzepte gegenüber und skizziert für die zuständigen (Hafen-)Behörden exemplarisch die auch in der Risikoanalyse zu berücksichtigenden Eigenschaften.
2. Für die Harmonisierung von Risikoanalysen für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe wird den deutschen Seehäfen die Nutzung des in **Kapitel 3.3.2** beschriebenen Werkzeugkastens empfohlen. Hierbei ist nach dem Prinzip der drei Verteidigungsebenen (siehe Abbildung 27) zu verfahren.
3. Das ALARP-Prinzip ist ein geeigneter methodischer Ansatz, um in einer Risikoanalyse belastbare und praktikable Maßnahmen zur Minderung (mittlerer) Risiken zu identifizieren und somit das Bunkern möglichst weitreichend zu ermöglichen.
4. In der Safety Zone sind SIMOPS im Allgemeinen auszuschließen. Ausnahmen von dieser Regelung bedingen geeignete technische und/oder organisatorische Maßnahmen (ALARP). SIMOPS sind sowohl in als auch schwebend über der Hazardous Zone zwingend auszuschließen.
5. Es wird empfohlen, die Ergebnisse der Risikoanalyse in einer Risikomatrix (siehe Tabelle 43) mit quantifizierten Konsequenzen und Eintrittswahrscheinlichkeiten darzustellen. Dies bedingt eine Erweiterung der deterministischen Betrachtung um eine probabilistische Ebene.
6. Der Werkzeugkasten für harmonisierte Risikoanalysen ist bei der Bewertung von Bunkervorgängen grundsätzlich kraftstoffartenunabhängig anwendbar. Hierbei sind die entsprechenden stofflichen Eigenschaften zu berücksichtigen.
7. Zugunsten einer effizienten Durchführung von Genehmigungsprozessen wird den zuständigen (Hafen-)Behörden empfohlen, den Bunkerparteien die in **Kapitel 3.3.3.1** benannten Informationen zur Verfügung zu stellen.
8. Zur Prüfung der Sicherheit des Bunkerns sind von den Bunkerparteien ein Bunkermanagementplan sowie eine Kompatibilitätsprüfung (siehe **Kapitel 3.3.3.2**) anzufordern. Die nötigen Angaben können in den deutschen Seehäfen perspektivisch durch ein Online-Formular harmonisiert werden.
9. Es wird angeregt, für alle deutschen Seehafenstandorte anhand ausgewählter Prozessparameter (z. B. Gesamtbunkervolumen und maximale Transfermenge) die allgemein für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe geeigneten Liegeplätze zu kartieren (**Kapitel 3.3.4**). Die Veröffentlichung der Darstellungen ermöglicht es den Bunkerparteien, in der Planung von Bunkervorgängen frühzeitig die für ein präferiertes Bunkerkonzept geeigneten Liegeplätze in den Häfen zu identifizieren (vorbehaltlich ergänzender Maßnahmen zur Minderung von Risiken).

3.3.1 Gegenüberstellung referenzierter Bunkerkonzepte

Bei den in dieser Studie betrachteten Konzepten für das Bunkern handelt es sich um TTS, STS und PTS. Das ISO-Container-to-Ship-Konzept wird hingegen als Umschlagvorgang verpackten Gefahrguts beurteilt und folglich nicht betrachtet (vgl. Kapitel 2.1). Die Konzepte weisen verschiedene Eigenschaften auf, die u. a. unterschiedliche Gefährdungspotenziale hervorrufen können und somit auch bei der Anfertigung von Risikoanalysen zu berücksichtigen sind. Diese Eigenschaften werden nachfolgend dargestellt. Eine Visualisierung der Konzepte bietet Abbildung 26, Tabelle 41 bewertet die Bunkerkonzepte beispielhaft für das LNG-Bunkern.

TTS

Beim TTS-Bunkerkonzept wird der entsprechende Schiffskraftstoff aus dem Tank eines oder mehrerer Tkw an ein Empfängerschiff übergeben, welches an einem Liegeplatz oder an einer Anlegestelle festgemacht ist. Dabei wird der Tkw über einen speziell für den jeweiligen Anwendungsfall ausgelegten Schlauch (bspw. kryogener Schlauch)⁵⁵⁷ mit dem Empfängerschiff verbunden. Ein typischer LNG-Tkw kann bspw. ein Fassungsvermögen von etwa 40-50 m³ in ca. einer Stunde an das Empfängerschiff übergeben.⁵⁵⁸ Diese Kraftstoffübergabe stellt eine örtlich flexible Bunkervariante mit vergleichsweise geringen Anforderungen an die landseitige Infrastruktur (Erreichbarkeit bzw. Befahrbarkeit der Kaianlage) dar. Allerdings ist dieses System aufgrund der geringen Tankkapazität im Allgemeinen nur für kleinere Schiffseinheiten geeignet. Die Versorgung von Empfängerschiffen mit größeren Kraftstofftanks i. V. m. einer größeren Nachfrage je Bunkervorgang wäre durch mehrere Tkw darzustellen. Der proportionalen Erhöhung des zeitlichen Aufwands für die Bebungung durch mehrere, nacheinander mit dem Empfängerschiff verbundenen Tkw kann durch die Verwendung eines Multi-Truck-Systems begegnet werden, welches, je nach Ausführung, den Anschluss von zwei oder mehr Tkw zur gleichen Zeit erlaubt.

Dennoch ist das Bunkern größerer Kraftstoffmengen per TTS durch die begrenzten Transferraten vergleichsweise zeitintensiv und erschwert durch die Beanspruchung von Flächen für Tkw und Kontrollzonen SIMOPS, sodass diese teils zeitlich und örtlich voneinander getrennt werden müssen.^{559 560}

STS

Bei der STS-Bebungung wird das Empfängerschiff durch ein Bunkerschiff oder eine -barge von der Seeseite aus mit dem jeweiligen Schiffskraftstoff versorgt. Hierzu wird das Bunkerfahrzeug längsseits an dem Empfängerschiff festgemacht. Üblicherweise werden hierfür ebenfalls flexible, auf den Anwendungsfall ausgelegte Bunkerschläuche verwendet. Als Alternative kommen teilweise Ladearme zum Einsatz.⁵⁶¹ Ein Vorteil von STS-Bunkervorgängen ist die potenzielle räumliche Trennung des seeseitigen Bunker- und landseitigen Umschlagvorgangs. Dies ermöglicht die simultane Durchführung beider Prozesse, ohne eine durch den Bunkervorgang bedingte Verlängerung der Hafenliegezeit.

LNG-Bunkerschiffe, die, im Vergleich zu in nur einem Hafen operierenden LNG-Bunkerbargen (bspw. ‚FlexFueller 001‘), zumeist in einem Gebiet mit mehreren Zielhäfen (inkl. Hafen zur Wiederbefüllung) eingesetzt werden, verfügen derzeit über Tankkapazitäten von bis zu 20.000 m³ (weltweit aktuell größtes Bunkerschiff ‚Avenir Allegiance‘ – IMO-Nr: 9886756)⁵⁶² und eine Transferrate von bis zu 1.000 m³/h.⁵⁶³ Bei STS-Bunkervorgängen gelten zwischen dem Bunkerschiff und dem passierenden Schiffsverkehr erhöhte Sicherheitsanforderungen, z. B. durch Mindestabstände und Geschwindigkeitsrestriktionen.

⁵⁵⁷ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

⁵⁵⁸ Vgl. EMSA, 2018.

⁵⁵⁹ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

⁵⁶⁰ Vgl. Bremenports, 2015.

⁵⁶¹ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

⁵⁶² Vgl. Avenir LNG, 2021.

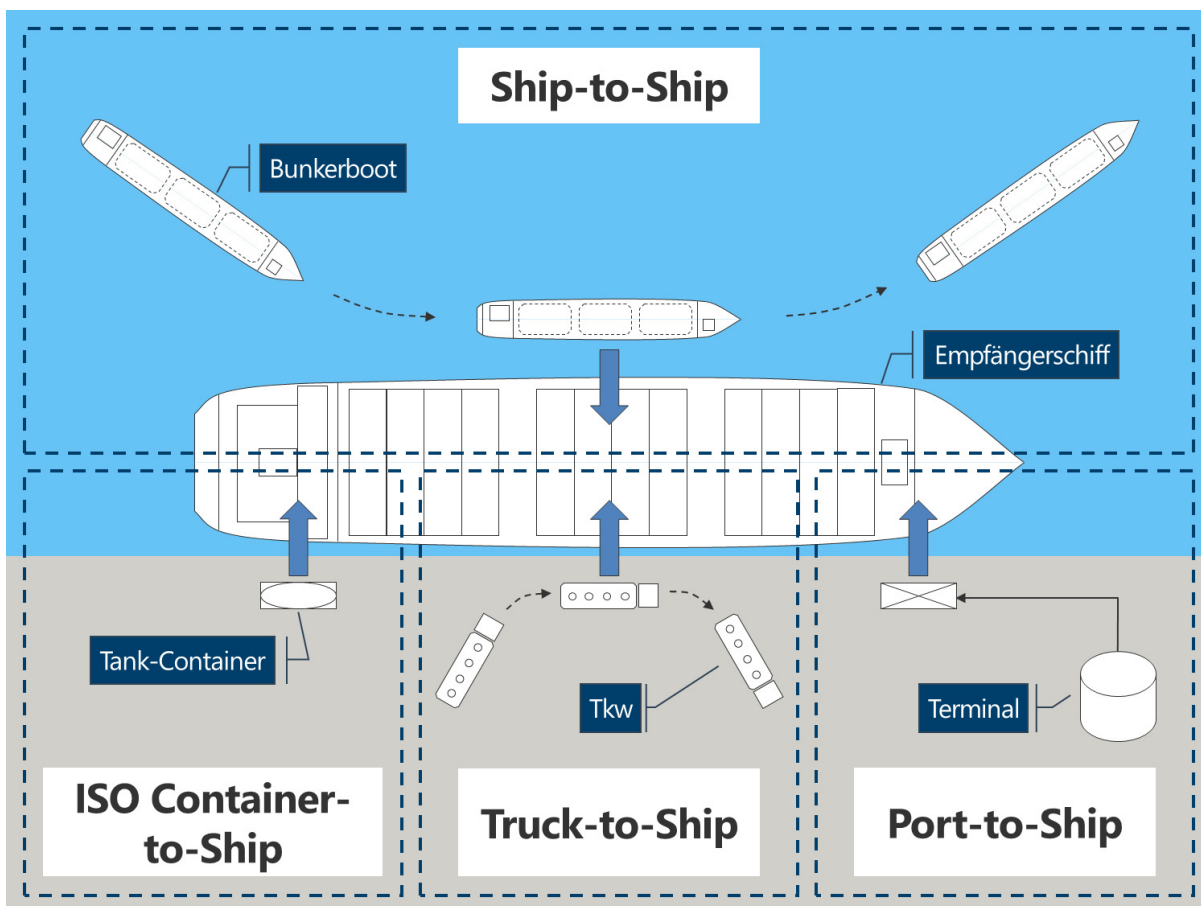
⁵⁶³ Vgl. Riviera, 2020b.

PTS

Beim PTS-Bunkerkonzept wird der jeweilige Schiffskraftstoff direkt aus einer Lagereinheit (Tank) an Land gebunkert. Hierfür kommt üblicherweise ein Ladearm mit entsprechenden Rohrleitungs- und Schlauchverbindungen als Transfereinrichtung zum Einsatz.⁵⁶⁴ Bei der Betrachtung der Eigenschaften von PTS-Bunkervorgängen muss zwischen der Art der Abgabereinrichtung unterschieden werden. Hierbei kann es sich zum einen um eine ortsfeste Bunkerstation mit beschränkter Lagerkapazität handeln, wie sie bspw. in Köln für die Versorgung von LNG-betriebenen Binnenschiffen errichtet wurde.⁵⁶⁵ Zum anderen ist auch die Bebungung über entsprechende Jettys aus einem Terminal möglich⁵⁶⁶, das in der Regel über deutlich höhere Lagerkapazitäten verfügt und ggf. höhere Transferraten erlaubt.

Als nachteilig ist die Notwendigkeit des Verholens des Empfängerschiffs (i. d. R. verbunden mit der Entkopplung vom Güterumschlag⁵⁶⁷) und damit die zusätzliche Liegezeit während des Bunkerns zu bewerten. Sofern nicht mehrere PTS-Bunkerliegeplätze für das parallele Bunkern zur Verfügung stehen, können Wartezeiten auftreten.⁵⁶⁸ In der Summe eignet sich PTS eher für die vereinzelte Versorgung von Schiffseinheiten mit vergleichsweise großer Bunkernachfrage und tendenziell geringem Fahrplanzwang.

Abbildung 26 | Schaubild ausgewählter Bunkerkonzepte



⁵⁶⁴ Vgl. EMSA, 2018.

⁵⁶⁵ Vgl. Binnenschifffahrt, 2019.

⁵⁶⁶ Vgl. Petronet LNG, 2020.

⁵⁶⁷ Der simultane Umschlag von Flüssiggütern ist auch bei PTS-Bebunkerungen vereinzelt möglich (vgl. Offshore Energy, 2018b)

⁵⁶⁸ Vgl. Bremenports, 2015.

Tabelle 41 | Bewertung der Bunkerkonzepte beim Bunkern von LNG⁵⁶⁹

Bunkerkonzept	Gängige Bunkervolumina (V) und Transferraten (Q)	Vorteile	Nachteile
TTS	$V \leq 250 \text{ m}^3$ $Q \approx 40\text{-}60 \text{ m}^3/\text{h}$	<ul style="list-style-type: none"> ▪ geringe Anforderungen an bestehende Infrastruktur ▪ operative Flexibilität ▪ flexible Anpassung an Sicherheitsanforderungen ▪ ortsflexible Lieferungen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ geringes Fassungsvermögen der Tkw ▪ begrenzte Transfermenge ▪ Einschränkung von SIMOPS durch landseitige Bebunkerung
STS	$V \approx 200\text{-}18.600 \text{ m}^3$ $Q \approx 100\text{-}1.000 \text{ m}^3/\text{h}$	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Potenziell geringe Beeinträchtigung des Frachtumschlags und Passagierwechsels durch räumliche Trennung (SIMOPS-Affinität) ▪ höhere Lieferkapazitäten und -raten als bei TTS ▪ operative Flexibilität: Bunkern längsseits an festgemachtem Empfängerschiff oder auf Reede 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ggf. zusätzliche Sicherheitsanforderungen oder Einschränkungen aufgrund seeseitig passierender Schiffsverkehre
PTS	Terminal: $V \approx 2.000 - 250.000 \text{ m}^3$ ⁵⁷⁰ $Q \approx 1000\text{-}2000 \text{ m}^3/\text{h}$ Bunkerstationen: $V \approx 100 - 3.500 \text{ m}^3$ $Q \approx 50\text{-}500 \text{ m}^3/\text{h}$	<ul style="list-style-type: none"> ▪ größte Liefermengen und Transferraten ▪ verlässliche Lösung bei stabiler, langfristiger Bunkernachfrage 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ starke Einschränkung der Flexibilität durch Bindung an den Ort der festen Bunkereinrichtung (LNG-Terminal oder ortsfeste Bunkeranlage) ▪ kein simultaner Lade- / Löschvorgang bzw. Passagierwechsel

⁵⁶⁹ Vgl. EMSA, 2018.

⁵⁷⁰ Vgl. Linde, 2020

3.3.2 Werkzeugkasten für harmonisierte Risikoanalysen

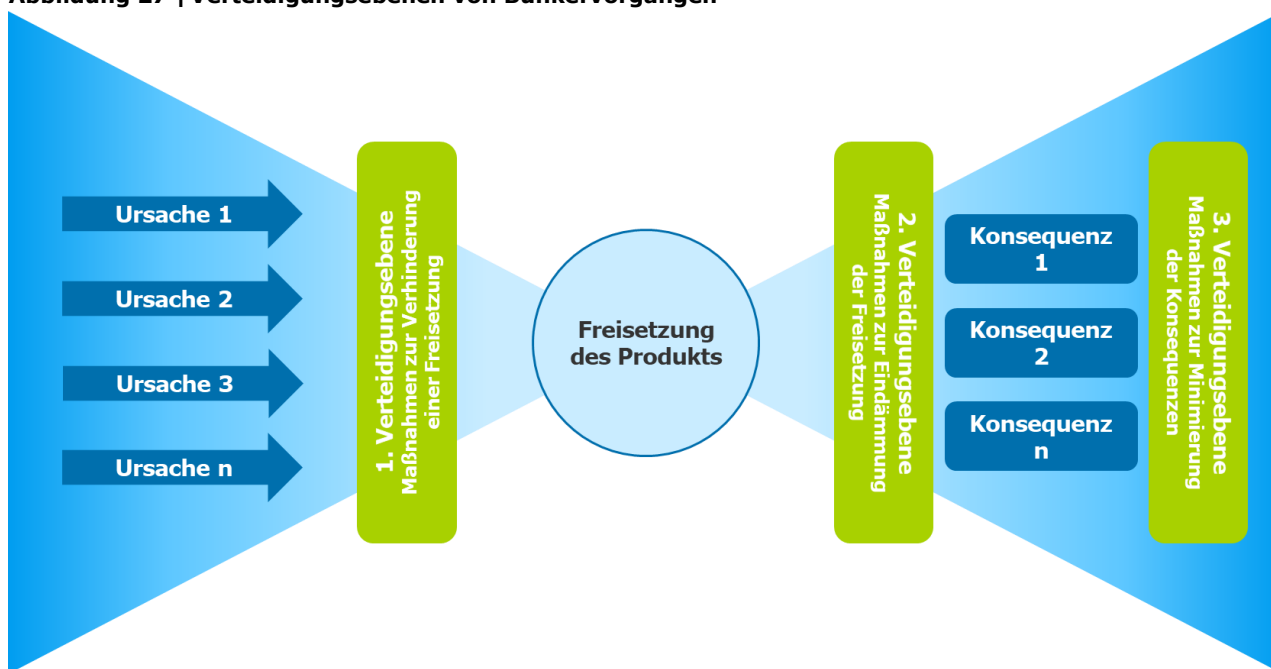
Die Durchführung von Risikoanalysen erfordert ein Verständnis für Risiken, ihre Ursachen, Folgen und Wahrscheinlichkeiten. Sie ist damit essenzieller Bestandteil bei der Genehmigung des Bunkerns alternativer Schiffskraftstoffe und der Definition von Rahmenbedingungen. Im Sinne einer standortübergreifend harmonisierten Methodik zur Durchführung von Risikoanalysen wird angeregt, das nachfolgende Vorgehensmodell zu verwenden.

Generell wird empfohlen, bei der Erstellung einer Risikoanalyse drei verschiedene Verteidigungsebenen („three layers of defence“) zu berücksichtigen. Dieses Prinzip ist der ISO 31000:2018 zum allgemeinen Risikomanagement⁵⁷¹ entlehnt und kann an die Anforderungen des Bunkerbetriebs angepasst werden. Für Bunkervorgänge ergeben sich drei Verteidigungsebenen:

1. Anforderungen an Beteiligte, Systeme und Komponenten, die auf die **Verhinderung** von unbeabsichtigten Freisetzungen abzielen.
2. Anforderungen zur Verhinderung bzw. Minimierung der schädlichen Auswirkungen durch die **Eindämmung und Kontrolle** gefährlicher Situationen im Falle einer Freisetzung.
3. Notfallmaßnahmen und -pläne zur **Minimierung von Folgen** und schädlichen Auswirkungen in Situationen, die nicht durch die zweite Verteidigungsebene eingedämmt werden.⁵⁷²

Sie lassen sich durch ein Bow-Tie-Diagramm (siehe Abbildung 27) auch grafisch darstellen.

Abbildung 27 | Verteidigungsebenen von Bunkervorgängen⁵⁷³



Anhand der drei Verteidigungsebenen kann beurteilt werden, ob angemessene Barrieren definiert sind, um verschiedene Gefahrenszenarien zu verhindern bzw. abzuschwächen. Es wird daher angeregt, sie als Grundprinzip in den einzelnen Schritten der Risikoanalyse zu beachten.

⁵⁷¹ Vgl. DIN, 2018a.

⁵⁷² Vgl. ISO, 2013.

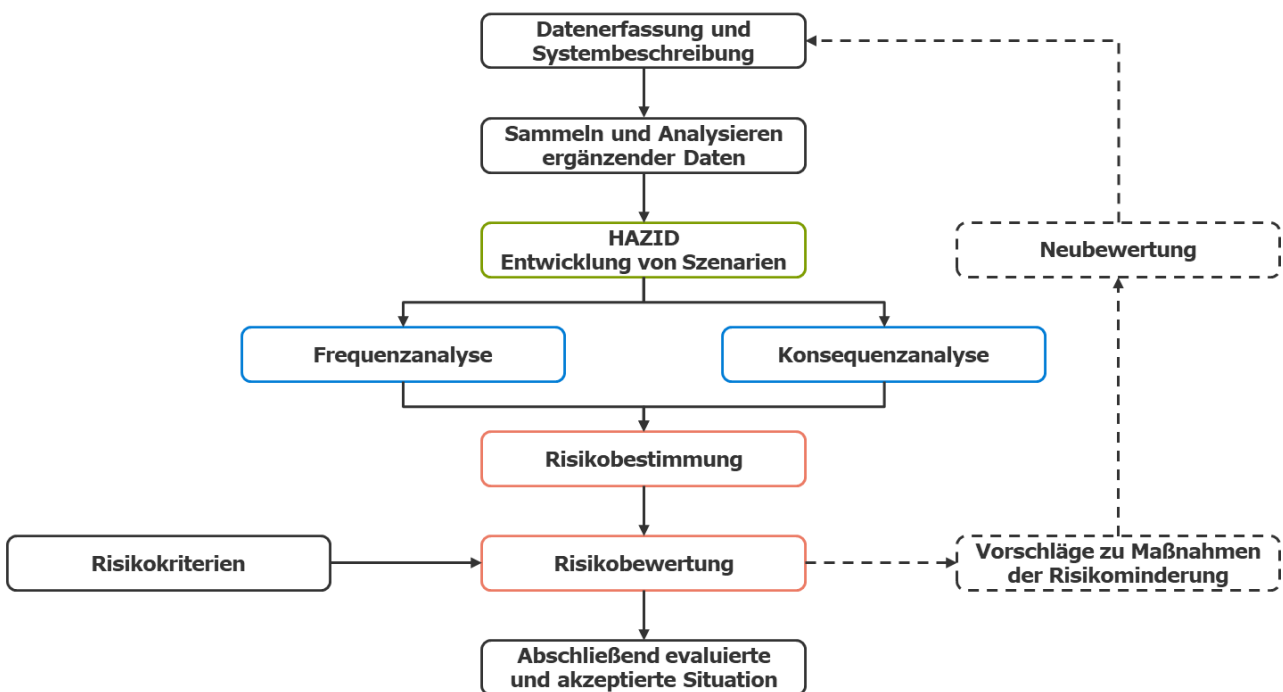
⁵⁷³ Vgl. DNV GL, 2019a.

Die wesentlichen Schritte für die Durchführung von Risikoanalysen sind:

1. die Identifizierung der vorhandenen Gefahrensituationen (HAZID),
2. die Bewertung der möglichen Auswirkungen (Konsequenzanalyse),
3. die Bewertung der Wahrscheinlichkeiten (Frequenzanalyse) und
4. die Bestimmung und Bewertung von Risiken sowie ggf. die Ermittlung risikoreduzierender Maßnahmen (Risikobewertung, Risikomanagement).⁵⁷⁴

Im Allgemeinen erfolgt zu Beginn der Betrachtungen eine qualitative Risikoanalyse, deren Kernstück eine HAZID ist. Die darauf aufbauende quantitative Risikobewertung wird in Form einer Konsequenz- und Frequenzanalyse vorgenommen. In der abschließenden Risikobewertung werden die Ergebnisse der beiden Teile der Risikoanalyse zusammengeführt. Die in Abbildung 28 dargestellten Schritte und ihre Abfolge entsprechen den Mindestanforderungen an eine Risikoanalyse.

Abbildung 28 | Vorgehensmodell für die Durchführung von Risikoanalysen⁵⁷⁵



Während der Risikoanalyse sind alle Daten, angewandte Methoden und Modellannahmen zu dokumentieren. Es wird empfohlen, dass die Ergebnisse der Risikoanalyse:

- reproduzierbar sind, um auf zukünftige Änderungen reagieren zu können,
- konkrete Sicherheitsmaßnahmen formulieren, die in betriebliche Verfahren, Schulungsprogramme oder Notfallpläne eingebracht werden können,
- lokale Gegebenheiten und die hafenspezifische Genehmigungslage berücksichtigen,
- die auf Bundes- bzw. Bundeslandebene bestehenden Leitfäden einbeziehen und
- die Modellierung wichtiger Betriebsparameter und Einflussgrößen ermöglichen.

⁵⁷⁴ Vgl. ISO, 2013.

⁵⁷⁵ Vgl. DNV GL, 2019a.

Zu Beginn der Risikoanalyse muss die Ausgangssituation untersucht werden. Dabei sind:

- die Bunkerinstallationen,
- mögliche SIMOPS,
- eingesetzte Systeme und Komponenten,
- Vorgänge und deren Einschränkungen,
- die Bunkertätigkeiten (Verantwortlichkeiten der Schiffsbesatzung und des Bunkerpersonals),
- die jeweiligen Stakeholder und
- weitere Akzeptanzkriterien für die Bebungung, entsprechend den individuellen / ortsspezifischen Anforderungen der zuständigen (Hafen-)Behörde⁵⁷⁶,

in die Betrachtung einzuschließen.

HAZID

Der Term „Risiko“ kann als Kombination der Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses und dessen Folgen definiert werden. Um den Ursprung dieser Ereignisse aufzudecken, bildet die objektive Identifikation und Bewertung potenzieller Gefahrensituationen für Gesundheit, Sicherheit und Umwelt (Fehlerszenarien), die sogenannte HAZID, den Anfang der Risikoanalyse.⁵⁷⁷ Es wird empfohlen, die HAZID unter Berücksichtigung der Sicherheitsphilosophie des ALARP-Prinzips durchzuführen, um geeignete Maßnahmen zur Risikominderung zu identifizieren.⁵⁷⁸ In der HAZID ist, in Vorbereitung der quantitativen Risikoanalyse, zudem besonderes Augenmerk auf die Unterscheidung von kleineren Ereignissen (z. B. Lecks mit geringen direkten Auswirkungen, aber Eskalationspotential), mit tendenziell höheren Eintrittswahrscheinlichkeiten, und größeren Ausfällen, mit tendenziell geringerer Eintrittswahrscheinlichkeit, zu legen.

Generell muss die HAZID mindestens die folgenden potenziellen gefährlichen Ereignisse berücksichtigen:

1. Die Freisetzung des Produkts, bspw. durch:
 - das Versagen von Schläuchen oder Ladearmen,
 - Freisetzungen aus Rohrleitungssystemen,
 - falsch geplante oder durchgeführte Wartungen oder
 - inkorrekte Betriebsverfahren.
2. Die Anwesenheit von Zündquellen, bspw. durch:
 - elektrische Gefahren innerhalb der Safety Zone
 - Aktivitäten innerhalb der Safety Zone
 - (Gas-)Ausbreitung außerhalb der Safety Zone (fehlende Kontrolle über Zündquellen)
3. Die Freisetzung von Stickstoff und die Gefahr der Erstickung^{579,580}

Darüber hinaus können standortspezifische Gefährdungspotenziale, die im Zusammenhang mit der Durchführung simultaner Aktivitäten stehen, durch eine speziell darauf ausgelegte SIMOPS HAZID identifiziert und qualitativ bewertet werden.⁵⁸¹

Für die Durchführung einer HAZID stehen weitere, speziell strukturierte Methoden zur Verfügung, wie bspw. eine Hazard and Operability-Analyse (HAZOP) oder eine Failure Mode and Effects-Analyse (FMEA).

⁵⁷⁶ Vgl. ISO, 2013.

⁵⁷⁷ Vgl. Pro Danube, 2015a.

⁵⁷⁸ Vgl. ISO, 2013.

⁵⁷⁹ Stickstoff wird für die Verflüssigung von Gasen als Kältemedium eingesetzt und daher bei deren Austritt mit freigesetzt. Bei Kontakt mit Menschen kommt es zu Erfrierungen. Eine deutlich verminderte Sauerstoffkonzentration durch die Freisetzung von Gasen kann zudem Ersticken hervorrufen.

⁵⁸⁰ Vgl. ISO, 2013.

⁵⁸¹ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

Konsequenzanalyse

Der quantitative Teil der Risikobewertung beginnt mit einer Konsequenzanalyse. Hierbei wird eine deterministische Betrachtung verfolgt, in der die Auswirkungen für die in der HAZID ermittelten, maximal-glaubwürdigen Fehlerszenarien berechnet werden. Nicht geplante Ereignisse während eines Bunkervorgangs können Folgen auf Umwelt, Menschen, Kosten und die Reputation des Hafens haben. Die Arten der Fehlerszenarien können in einer Risikomatrix bewertet werden. Dazu gehören:

- Brandgefahren,
- mögliche Dampfwolkendeflationen/Entzündungsbrände sowie
- kryogene Gefahren.⁵⁸²

Innerhalb der Konsequenzanalyse wird die bei plausibler Betrachtungsweise maximal denkbare, unbeabsichtigte Freisetzung des jeweiligen Produkts identifiziert. Die betrachteten Freisetzungsszenarien dienen gemeinsam mit den Ergebnissen der Frequenzanalyse als Grundlage für die Definition der Kontrollzonen. Eine ausschließlich deterministische Berechnung der Folgen äußerst unwahrscheinlicher Fehlerszenarien (eine Referenz hierfür bilden die Risikoakzeptanzkriterien in Tabelle 42) kann dazu führen, dass die Kontrollzonen ein unpraktikables Ausmaß annehmen.

Tabelle 42 | Risikoakzeptanzwerte für Bunkervorgänge⁵⁸³

Personengruppen	Akzeptanzschwelle	Beispiele
Beteiligte 1. Grades IR Bunkerpersonal	$IR < 1 \times 10^{-5}$	Beim Bunkern involvierte Crew und Bunkerpersonal
Beteiligte 2. Grades IR weiteres Hafen- und Schiffspersonal	$IR < 5 \times 10^{-6}$	Hafenpersonal, andere Schiffscrew, weitere Versorger
Unbeteiligte 3. Grades, kurzzeitig IR unbeteiligte Personen oder Personal mit zeitweisem Aufenthalt im Gefahrenbereich	$LSIR < 5 \times 10^{-6}$	Passagiere, kurzzeitiger Aufenthalt von Personen
Unbeteiligte 3. Grades, längerfristig IR unbeteiligte Personen oder Personal mit ausgedehntem Aufenthalt im Gefahrenbereich	$LSIR < 1 \times 10^{-6}$	Unbeteiligte Personen, Wohnbebauung, Schulen, Krankenhäuser, Campingplätze

Die deterministische Berechnung ist unter Verwendung anerkannter Software-Werkzeuge für konsequenzbasierte Risikobewertungen durchzuführen. Diese müssen in der Lage sein, anhand der Konturen der Brandstrahlung, des Explosionsdrucks und der Ausbreitung die Auswirkungen und Folgen der identifizierten Gefahren zu bestimmen. Die Ergebnisse werden mit den von den Behörden anerkannten und in der Praxis von der Industrie verwendeten Auswirkungskriterien verglichen.

Frequenzanalyse

In der Frequenzanalyse wird zunächst ermittelt, wie hoch die Eintrittswahrscheinlichkeiten für die in der HAZID identifizierten kritischen Fehlerszenarien sind. Die Eintrittswahrscheinlichkeiten können u. a. auf der Anzahl der Ausrüstungsgegenstände und der Frequenz der verschiedenen Operationen, in Kombination mit Erfahrungsdaten für derartige Zwischenfälle, basieren. In Falle der Ermangelung von Erfahrungsdaten können Informationen aus vergleichbaren Betrieben verwendet werden, die durch theoretische Modellierung ergänzt werden.⁵⁸⁴

⁵⁸² Vgl. ISO, 2013.

⁵⁸³ Vgl. ISO, 2013.

⁵⁸⁴ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

Auf der Basis dieses probabilistischen Ansatzes erfolgt die Ermittlung der Risikokonturen der kritischen Fehlerszenarien ebenfalls durch den Einsatz einschlägiger Software.⁵⁸⁵

Risikobewertung

In der abschließenden Risikobewertung werden die Ergebnisse der vorangegangenen Detailanalysen zusammengetragen und ausgewertet. Es wird empfohlen, die Ergebnisse in einer Risikomatrix darzustellen, wie sie beispielhaft in Tabelle 43 veranschaulicht ist. Für die korrekte Bewertung der unterschiedlichen Risiken ist bei der Erstellung einer Risikomatrix zu beachten, dass die Konsequenzen und Eintrittswahrscheinlichkeiten möglichst quantifiziert dargestellt werden, um Unter- oder Überschätzungen der Auswirkungen und Eintrittshäufigkeiten zu vermeiden. In der abgebildeten beispielhaften Risikomatrix wurde die Quantifizierung mit Hilfe eines Index vorgenommen. Dabei steht jeder Wert des Index für eine bestimmte Ausprägung des betrachteten Risikos (Eintrittswahrscheinlichkeit 1-7 / Konsequenz 1-4). Die Werte des Index basieren auf realen Erfahrungswerten und können den Tabellen im Anhang 6 - Indexwerte für Eintrittswahrscheinlichkeiten und Konsequenzen entnommen werden.

Tabelle 43 | Beispielhafte Risikomatrix⁵⁸⁶

Risikoindex			Konsequenz			
			gering	erheblich	schwer	katastrophal
			1	2	3	4
Eintrittswahrscheinlichkeit	sehr hoch	7	8	9	10	11
	hoch	6	7	8	9	10
	wahrscheinlich	5	6	7	8	9
	gelegentlich	4	5	6	7	8
	gering	3	4	5	6	7
	sehr gering	2	3	4	5	6
	extrem gering	1	2	3	4	5

Die Indexwerte werden addiert und dienen als Grundlage für die Klassifizierung der Risiken. Mit der zusätzlichen Klassifizierung der Risiken in niedrig (grün), mittel (gelb) und hoch (rot) können weitere Maßnahmen verbunden werden. Im hohen Risikobereich wird das Risiko gewöhnlich als nicht mehr tolerierbar angesehen. Für Risiken im mittleren Bereich sind Maßnahmen zur Risikominderung erforderlich. Für die Prüfung ihrer Umsetzbarkeit ist das Verhältnis von Nutzen und Aufwand nach dem ALARP-Prinzip zu prüfen. Die als niedrig eingestuften Risiken beschreiben den tolerierbaren Bereich. Diese sind vernachlässigbar oder so gering, dass keine Risikominderungsmaßnahmen erforderlich sind. Dennoch sind auch diese Risiken kontinuierlich auf mögliche Verbesserungen zu prüfen.

Die abschließende qualitative Risikobewertung orientiert sich an den Risikoeinstufungen durch die Matrix, wodurch es möglich ist, situationsbedingte Sicherheitsanforderungen abzuleiten. Dabei werden potenzielle risikomindernde Maßnahmen identifiziert und bewertet, Gefahren und Schutzmaßnahmen erarbeitet und der Bedarf an Schutzausrüstung für das am Bunkervorgang beteiligte Personal definiert.

⁵⁸⁵ Vgl. ISO, 2013.

⁵⁸⁶ Vgl. Maritime Safety Committee, 2018.

In der abschließenden quantitativen Risikobewertung werden die wichtigsten zu ergreifenden Maßnahmen in Empfehlungen umgewandelt und die Gefahren mit mittlerem und hohem Risiko numerisch analysiert.⁵⁸⁷ Hierfür werden alle modellierten Ereignisse miteinander kombiniert, um das Gesamtrisiko zu messen. Die Risiken werden in das Individualrisiko (IR) und in das ortsabhängige Individualrisiko (LSIR) aufgeteilt und auf Basis der in Tabelle 42 dargestellten Risikoakzeptanzwerte behandelt. Aus den als Ergebnis der Konsequenz- und Frequenzanalyse ermittelten Risikokonturen werden die Kontrollzonen (siehe Tabelle 44) als zentraler Bestandteil der Sicherheitsmaßnahmen abgeleitet. Für jede der betrachteten Liegeplatz- und Bunkerkonzeptkonfigurationen wird das Ausmaß der Safety Zone anhand der größten ermittelten Risikokontur aus den betrachteten Fehlerszenarien bestimmt.⁵⁸⁸

Tabelle 44 | International empfohlene Kontrollzonen für Bunkervorgänge^{589 590}

Kontrollzone	Definition	Ziel
Hazardous Zone	Der unmittelbare Bereich um die Komponenten des Bunkersystems, in dem das Auftreten eines Gas-Luft-Gemisches nicht vollständig ausgeschlossen werden kann. Die Hazardous Zone liegt innerhalb der beiden nachfolgenden Kontrollzonen. Die Größe richtet sich v. a. nach der technischen Ausrüstung, die EMSA Guidance on LNG Bunkering regt 4,5 m an.	In Übereinstimmung mit der DIN EN IEC 60079:2019 sind die Wahrscheinlichkeiten einer Zündung durch elektrische Geräte durch den Einsatz adäquater Ausrüstung zu minimieren.
Safety Zone	In diesem Bereich um die Bunkerstation sind i. d. R. nur erforderliches Personal und für den Bunkervorgang nötige Aktivitäten zugelassen. Der Orientierungswert für das Ausmaß der Safety Zone beträgt nach den Empfehlungen der IAPH 25 m. ⁵⁹¹	Das grundlegende Ziel ist es, potenzielle Zündquellen zu kontrollieren und den Schutz von Personen und kritischer Infrastruktur zu gewährleisten.
Monitoring and Security Area	Die Monitoring and Security Area ist ein größerer Bereich, der die beiden anderen Kontrollzonen umschließt. Sie kann in Teilen Überschneidungen mit den Grenzen nach International Ship and Port Facility Security Code aufweisen, ist grundsätzlich aber von diesem zu unterscheiden und i. d. R. größer.	Diese Kontrollzone dient dazu, den Seefahrzeugverkehr und andere Aktivitäten zu überwachen und ggf. einzuschränken, die während des Bunkervorgangs eine Gefährdung darstellen könnten. Sie muss durch den Bunkerlieferanten und die zuständigen Behörden vor Ort eingerichtet werden.

⁵⁸⁷ Vgl. Pro Danube, 2015a.

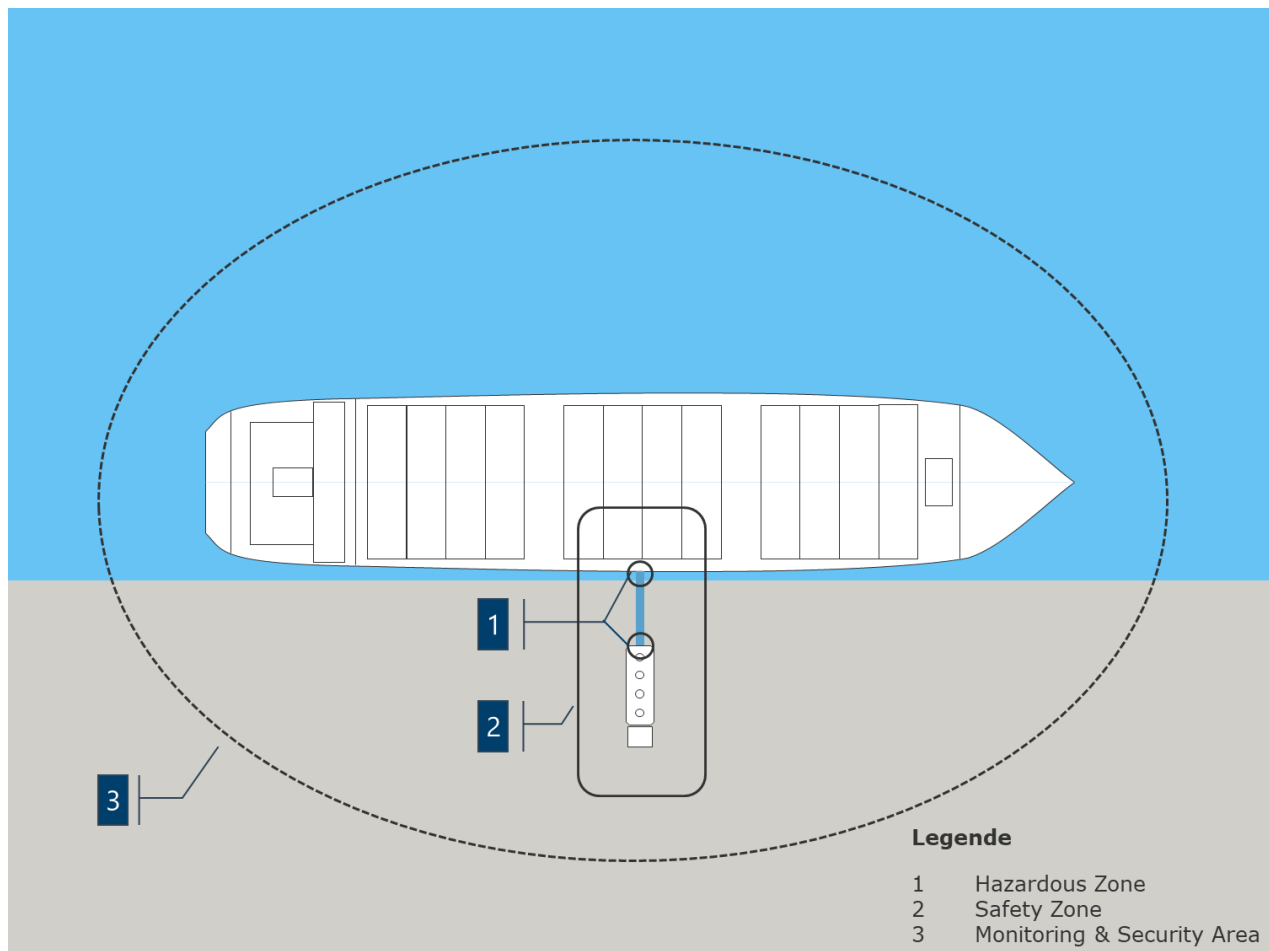
⁵⁸⁸ Vgl. ISO, 2013.

⁵⁸⁹ Vgl. EMSA, 2018

⁵⁹⁰ Vgl. DIN, 2017a.

⁵⁹¹ Vgl. ZKR, 2014.

Abbildung 29 | Kontrollzonen bei einer TTS-Bebunkerung



Für die Prüfung der Zulässigkeit von SIMOPS während des Bunkervorgangs sind zunächst die ermittelten Kontrollzonen ausschlaggebend. Insbesondere durch Passagierwechsel und Frachtumschlag bzw. Ver- und Entsorgungsvorgänge, können neue Gefahrenquellen entstehen, die den Bunkervorgang beeinflussen. Daher wird angeregt, entsprechend der örtlichen Gegebenheiten, geeignete Maßnahmen zur sicheren Einbindung dieser simultanen Vorgänge zu ergänzen. Es wird empfohlen, zusätzliche Regeln für die Kontrollzonen bei der Durchführung von SIMOPS zu definieren:

- Verbot des Aufenthalts von Personen innerhalb der Safety Zone, mit Ausnahme des absolut notwendigen Personals (i. d. R. Bunkerpersonal)
- Ausschluss der Möglichkeit von Störungen des Bunkerns durch einen Mindestabstand entsprechend der Safety Zone für jegliche Art von SIMOPS - sind geeignete technische und/oder organisatorische Maßnahmen getroffen worden, welche die Sicherheit des Bunkerns gewährleisten, sind geringere Abstände möglich
- Verbot der Unterschreitung der Hazardous Zone - dies gilt auch für Prozesse, die außerhalb der Hazardous Zone stattfinden, jedoch ein signifikantes Risiko bergen, in diese einzudringen (bspw. Containerumschlag über dem Manifold)⁵⁹²

Des Weiteren ist sicherzustellen, dass das beteiligte Personal gleichermaßen informiert und qualifiziert für die entsprechenden SIMOPS ist, um die allgemeinen Sicherheitsanforderungen zu erfüllen. Generell ist bei der Durchführung von SIMOPS zwischen der zuständigen (Hafen-)Behörde, dem Terminalbetreiber

⁵⁹² Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

und den Bunkerparteien eine enge Abstimmung erforderlich, die nach dem in Kapitel 3.2.3 empfohlenen Vorgehen erfolgen soll.

Die Grundlagen des vorgestellten Modells für harmonisierte Risikoanalysen, wie z. B. die zugrunde gelegten Standards, Regularien und Prozessparameter sollten stets in der jeweils geltenden Fassung verwendet werden. Es wird daher empfohlen, sie regelmäßig hinsichtlich ihrer Aktualität zu prüfen. Das Vorgehensmodells kann unter Berücksichtigung der jeweiligen stofflichen Eigenschaften und Besonderheiten beim Bunkern⁵⁹³ kraftstoffartenunabhängig verwendet werden. Dabei ist zu beachten, dass ein Großteil der an dieser Stelle referenzierten Dokumente sich auf das Bunkern von LNG bezieht. Das Vorgehen kann dennoch grundlegend adaptiert werden, es können sich allerdings spezifische Sicherheitsmaßnahmen und Anforderungen für das Bunkern weiterer alternativer Kraftstoffe ergeben. Vor diesem Hintergrund ist zu prüfen, ob nach der Erstellung dieses Leitfadens Handlungsempfehlungen veröffentlicht werden, die Anforderungen an die Risikoanalysen des Bunkerns bestimmter alternativer Schiffskraftstoffe spezifizieren und somit ergänzend herangezogen werden können.

3.3.3 Informationsaustausch für die Prüfung von Risikoanalysen

Die Abwicklung von Bunkervorgängen nach den Vorgaben von Risikoanalysen kann durch gezielte Vorbereitungen vereinfacht werden. In diesem Zusammenhang wurden zum einen in Kapitel 3.2.1 Vorqualifizierungen empfohlen, die den Prozessrahmen definieren und somit die Basis für die grundsätzliche Genehmigung des Bunkerns alternativer Schiffskraftstoffe bilden können. Zum anderen wird nachfolgend aufgezeigt, welche konkreten Informationen zwischen den zuständigen (Hafen-)Behörden und den Bunkerparteien ausgetauscht werden sollten, um die Konformität mit bestehenden Risikoanalysen zu prüfen. Für die zuständigen (Hafen-)Behörden ergibt sich auf diesem Weg darüber hinaus die Möglichkeit, auf die hafenspezifischen Besonderheiten hinzuweisen und eine Einhaltung der ggf. geltenden Beschränkungen hinsichtlich des Bunkerns bereits im Vorfeld sicherzustellen.

3.3.3.1 Aufgaben der zuständigen (Hafen-)Behörden

Zusätzlich zu den Empfehlungen aus dem Kapitel 3.1.3 zur Ergänzung der Regelungstexte der deutschen Seehäfen wird angeregt, dass die zuständigen (Hafen-)Behörden den Bunkerparteien weitere Informationen bereitstellen. Anhand dieser standortspezifischen Merkmale, die u. a. auf den langjährigen Erfahrungen der Akteure vor Ort beruhen, können die nicht mit den lokalen Gegebenheiten vertrauten Bunkerparteien über die hafenspezifischen Besonderheiten aufgeklärt werden. Es handelt sich dabei um:

1. Kritische Infrastruktur und schutzwürdige Objekte im Hafen

Bei der kritischen Infrastruktur und schutzwürdigen Objekten handelt es sich im Wesentlichen um Orte, an denen sich gemäß der Tabelle 42 dauerhaft Unbeteiligte 3. Grades aufhalten. Dies schließt bspw. Wohnbebauung, Schulen, Krankenhäuser, Campingplätze oder Büros ein. Es wird empfohlen, den Bunkerparteien Informationen über die bestehende kritische Infrastruktur bereits im Vorfeld zur Verfügung zu stellen, um die Prüfung möglicher Bunkervorgänge zu vereinfachen. Sollten diese Orte mangels vergleichbarer Erfahrungen im Hafen bisher nicht ermittelt worden sein, können die relevanten Hafenbereiche grundsätzlich nach der in Kapitel 3.4.1 skizzierten Methodik initial bewertet werden.

2. Maßnahmen zur Wahrung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs

Für die Wahrung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gelten in den deutschen Seehäfen ortsabhängig verschiedene Maßnahmen, auf die vonseiten der zuständigen (Hafen-)Behörde hingewiesen werden muss. Grundsätzlich ist in Deutschland bei Liegeplätzen mit Anbindung an eine Bundeswasserstraße die Einbindung des zuständigen WSA in den Genehmigungsprozess erforderlich.

⁵⁹³ Vgl. bspw. Lloyd's Register, 2020.

Dieses kann zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen für den Bunkervorgang erlassen. Weitere Maßnahmen können den Ergebnissen der Risikobetrachtung im jeweiligen Hafen entlehnt sein.

3. Weitere beteiligte Behörden

Es wird empfohlen, die Bunkerparteien über die Gesamtheit der behördlichen Zuständigkeiten zu informieren. I. d. R. ist die zuständige (Hafen-)Behörde erster Ansprechpartner der Bunkerparteien und kann entsprechend der Empfehlungen für den Genehmigungsprozess in Kapitel 3.2.3 als Single Point of Contact auftreten. Durch dieses Vorgehen wird sichergestellt, dass bspw. Abstimmungen bzgl. des Brandschutzkonzepts oder der Betriebssicherheit direkt an die richtigen Stellen adressiert werden.

4. Betriebsbedingte Einschränkungen des Bunkerns

Die zuständige (Hafen-)Behörde muss die Bunkerparteien in Abstimmung mit dem Hafentreiber über betriebsbedingte Einschränkungen des Bunkerns informieren. Das Bunkern kann bspw. durch Bau- bzw. Baggerarbeiten im betreffenden Hafenbereich befristet, ggf. trotz einer beim Bunkerlieferanten vorliegenden Vorqualifizierung, untersagt werden.

Zusammenfassung der Informationen

Für eine praktische und anschauliche Umsetzung des genannten Maßnahmen- und Informationspakets bietet sich die Kartierung grundsätzlich, eingeschränkt und nicht-möglicher Bunkerliegeplätze im jeweiligen Hafen an. Derartige Übersichten befinden sich bereits in einigen europäischen Referenzhäfen in der Anwendung und werden in Kapitel 3.3.4 näher behandelt.⁵⁹⁴

Bereits im Kapitel 3.1.3 wurde empfohlen, bei positiver Entwicklung des Marktes für alternative Schiffskraftstoffe in den deutschen Seehäfen die rechtlichen Rahmenbedingungen auf Bundeslandebene zu ergänzen. Darüber hinaus wird an dieser Stelle die Empfehlung formuliert, allgemeine Aufgaben der zuständigen (Hafen-)Behörden, wie den Hinweis auf Maßnahmen zur Wahrung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs, in die Regelungstexte der Bundesländer aufzunehmen. Des Weiteren sind von der zuständigen (Hafen-)Behörde die vom Bund festgelegten Kriterien für kritische Infrastrukturen an die Bunkerparteien weiterzugeben (vgl. Kapitel 3.2.4). Die Gestaltungsspielräume der Häfen für lokale Besonderheiten sind stets zu wahren.

3.3.3.2 Aufgaben der Bunkerlieferanten und -empfänger

Die von den Bunkerparteien erbrachten Informationen dienen primär dazu, die technische Sicherheit des Bunkerns nachzuweisen. Generell können die Nachweise der Bunkerlieferanten bereits Bestandteil der in Kapitel 3.2 behandelten Vorqualifizierungen im Genehmigungsprozess sein. Für die Nachweise der Bunkerparteien wird empfohlen, dass diese zumindest die folgenden Schwerpunkte umfassen:

1. Durchführung der Bunkervorgänge

Die Bunkerparteien müssen nachweisen, dass die Bunkervorgänge mithilfe der Bunkerchecklisten der IAPH oder gleichwertiger Dokumente durchgeführt werden.⁵⁹⁵ Diese decken einen Großteil der operativen Rahmenbedingungen ab und stellen sicher, dass die (Hafen-)Behörde über alle Details des Bunkerns informiert ist. Den zuständigen (Hafen-)Behörden steht es darüber hinaus offen, hafenspezifische Ergänzungen an den IAPH-Checklisten vorzunehmen, auf die die Bunkerparteien hinzuweisen sind.

2. Zertifizierung von Schiffen, Bunkereinrichtungen und Ausrüstung

Die Bunkerparteien müssen nachweisen, dass die beim Bunkern eingesetzten Installationen und Ausrüstungen von den jeweils zuständigen Behörden oder anderen zugelassenen Stellen (bspw. Klassifikationsgesellschaften) zertifiziert wurden. Hierfür sind bestimmte nationale und internationale

⁵⁹⁴ Vgl. Port of Antwerp, 2020d.

⁵⁹⁵ Vgl. IAPH, 2015.

Standards und Vorschriften zu beachten, die im zweiten Band der Studie in Kapitel 2.1 und 2.2 evaluiert wurden.

3. Qualifikation des Personals

Die Qualifikationen des Personals sind sowohl für die Schiffsbesatzung des Empfängerschiffes als auch für das Personal der Abgabereinrichtung (unabhängig ob Schiff, Tkw oder feste landseitige Anlage) bei der Bunkeranmeldung zu bestätigen und im Kontrollfall nachzuweisen. Generell werden die Mindestanforderungen an die Kompetenz der Besatzung von Seeschiffen in der STCW definiert.⁵⁹⁶ Die Fahrer der Tkw müssen eine gültige ADR-Schulungsbescheinigung besitzen. Die für die Besatzungen von Bunkerschiffen notwendigen Zusatzqualifikationen ergeben sich aus den in der STCW und den im IGC- und IBC-Code formulierten Mindestanforderungen hinsichtlich der Ausbildung von Schiffscrews.^{597 598}

4. Kompatibilität der eingesetzten Ausrüstung - Compatibility Check

Die Bunkerparteien müssen Kompatibilitätschecks durchführen und der zuständigen (Hafen-)Behörde vorlegen.⁵⁹⁹ Die Mindestanforderungen an Kompatibilitätsprüfungen umfassen u. a.:

- die Vereinbarung der Menge und Eigenschaften des gelieferten Produkts,
- die Kompatibilität der Emergency Shut Down- (ESD)⁶⁰⁰ und Kommunikationssysteme (Hardware, Software und Sprache),
- die Kompatibilität der mechanischen Sicherheitssysteme: ESD- und Emergency Release-System bestehend aus Emergency Release Coupling und verriegelten Isolierventilen,
- die Kompatibilität der Kommunikationssysteme: Mensch - Mensch und, sofern vorhanden, Schiff - Bunkerinstallationen,
- die Kompatibilität der Gefahrenzoneneinteilung und Belüftung sowie
- die Schließgeschwindigkeit der Ventile.⁶⁰¹

Ergänzende und ausführliche technische Vorgaben für das Bunkern von LNG sind der ISO 20519:2017 zu entnehmen. Sowohl für den Bunkerlieferanten als auch den Bunkerempfänger ergeben sich daraus bspw. Anforderungen an die Übergabeausrüstung sowie ESD- und Emergency Release-Systeme.⁶⁰²

5. Abstimmung (von SIMOPS) mit dem Terminalbetreiber

Die Anforderungen der Terminalbetreiber können das Schlüsselkriterium für die Zulässigkeit des Bunkerns im Allgemeinen und SIMOPS im Speziellen sein. Daher ist dem Terminalbetreiber das abgestimmte Konzept der Bunkerparteien (Compatibility Check und Bunkermanagementplan) durch den Bunkerlieferanten vorzulegen (vgl. Kapitel 3.2.3). Gemeinsam mit dem Terminalbetreiber ist anschließend die Zulässigkeit des Bunkerns sowie ggf. geplanter SIMOPS zu evaluieren. Bei erfolgreicher Abstimmung kann der Terminalbetreiber das Bunkern genehmigen, wobei die zuständigen Behörden informiert und eingebunden werden sollten. Die Abstimmung von SIMOPS mit dem Terminalbetreiber kann grundsätzlich auch bereits im Zuge der Kompatibilitätsprüfungen der Bunkerparteien erfolgen.

Zusammenfassung der Informationen

Die Recommendation 142 der IACS sieht für das Bunkern von LNG vor, dass ein LNGBMP erstellt wird, damit sich die beteiligten Parteien technisch und kommerziell bezüglich Methodik, Transferrate, Temperatur, Auslegungsdruck und Empfängertank einigen können.⁶⁰³ Die Forderung eines LNGBMP findet sich auch in den Regularien der europäischen Referenzhäfen wieder (vgl. Kapitel 2.1) und kann auf weitere

⁵⁹⁶ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

⁵⁹⁷ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

⁵⁹⁸ Vgl. IMO, 2021a.

⁵⁹⁹ Vgl. EMSA, 2018.

⁶⁰⁰ Der Begriff ist auch unter dem Synonym Notfall-Aus geläufig.

⁶⁰¹ Vgl. ISO, 2013.

⁶⁰² Vgl. DIN, 2017a.

⁶⁰³ Vgl. IACS, 2016.

alternative Schiffskraftstoffe übertragen werden. Dabei sind abhängig von den stofflichen Eigenschaften des jeweiligen Schiffskraftstoffes ggf. leichte Anpassungen der Inhalte erforderlich. Ein Bunkermanagementplan bietet das Potenzial, alle relevanten Unterlagen für die Kommunikation zwischen dem Empfängerschiff, dem Bunkerlieferanten, ggf. dem Terminalbetreiber und den zuständigen Behörden zur Verfügung zu stellen. Sowohl der Bunkerlieferant als auch der Bunkerempfänger sollten den Bunkermanagementplan aufbewahren und ggf. aktualisieren.

Die Anforderungen an einen Bunkermanagementplan umfassen, abgeleitet aus der der IACS Recommendation 142, u. a.:

- die Darstellung der Eigenschaften und der Gefahren im Umgang mit dem jeweiligen Kraftstoff
- die erforderlichen Sicherheitsausrüstungen, Schutzausrüstungen und Erste-Hilfe-Maßnahmen,
- die Behandlung der Erstickungsgefahr auf dem Schiff,
- die Sicherheitsanweisungen und Notfallpläne für den Bunkervorgang,
- die Beschreibung der Bunkerinstallationen,
- die Definition des Betriebsbereichs, für einen sicheren Bunkerbetrieb,
- die Aufführung aller risikomindernden Maßnahmen während des Bunkervorgangs und
- die Erläuterung der Gefahrenbereiche, Kontrollzonen und Anforderungen dieser Zonen, die vom Bunkerempfänger, dem Bunkerlieferanten und ggf. vom Terminal und Dritten zu berücksichtigen sind.⁶⁰⁴

Zugunsten einer zukünftig harmonisierten Anmeldung von Bunkervorgängen wird empfohlen, die relevanten Informationen der Compatibility Checks und der Bunkermanagementpläne der Bunkerparteien in einem Online-Formular zu strukturieren. Dadurch kann zum einen die Anwenderfreundlichkeit gesteigert werden, da die Bunkerparteien in allen deutschen Seehäfen ähnliche Schritte bei der Anmeldung durchlaufen müssten. Zum anderen steigert sich auch die Vergleichbarkeit und Transparenz der Informationen, die auf der offenen Informationsplattform (vgl. 3.2.1) unter den zuständigen (Hafen-)Behörden ausgetauscht werden können.

3.3.4 Kartierung von Bunkerliegeplätzen

Die Kartierung von Bunkerliegeplätzen ermöglicht es den zuständigen (Hafen-)Behörden, auf anschauliche Weise ausgewählte standortspezifische Bedingungen für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe abzubilden. Um auch für die deutschen Seehäfen Rahmenbedingungen zu identifizieren, wurden bestehende Modelle aus den europäischen Referenzhäfen untersucht. Diese beziehen sich ausschließlich auf LNG-Bunkerliegeplätze. Generell zeigen die Kartierungsmodelle, dass sich das Bunkern besonders an Liegeplätzen innerhalb eines Hafenbeckens oder in geschützten Hafengebieten (bspw. durch Schleusen) anbietet, da der Schiffsverkehr beruhigt ist, weniger Kursüberschneidungen auftreten und die Liegeplätze leicht zugänglich sind.⁶⁰⁵ ⁶⁰⁶ Zudem ist auch die landseitige infrastrukturelle Ausgangssituation ausschlaggebend, da ein ausreichender Sicherheitsabstand zu besiedelten Gebieten und kritischer Infrastruktur bestehen muss.⁶⁰⁷

Der Hafen von Amsterdam ist hervorzuheben, da er sich eines sogenannten „LNG-Toolkits“ bedient, das auf Basis der Bevi-Standards (vgl. Kapitel 2.1.2) arbeitet.⁶⁰⁸ Damit ist es möglich, externe Risiken für den jeweiligen Liegeplatz zu berechnen und damit Sicherheitsabstände zu ermitteln, die in Abhängigkeit zur jährlichen kumulativen Dauer aller LNG-Bunkervorgänge stehen. Darauf aufbauend kann bspw. eine Risikoanalyse für den präferierten Liegeplatz als Nachweis des sicheren Bunkerns dienen.⁶⁰⁹

⁶⁰⁴ Vgl. EMSA, 2018.

⁶⁰⁵ Vgl. Port of Rotterdam, 2019a.

⁶⁰⁶ Vgl. Port of Rotterdam, 2017.

⁶⁰⁷ Vgl. Port of Zeebrugge, 2019.

⁶⁰⁸ Vgl. RIVM, 2009.

⁶⁰⁹ Vgl. Gemeinde Amsterdam, 2019.

Drei der vier Referenzhäfen bedienen sich eines Schemas, das die Liegeplätze nach ihren Bunkerkapazitäten (auf Basis der örtlichen Gegebenheiten) in unterschiedliche Kategorien einteilt. Diese Kategorien sind mit unterschiedlichen Befugnissen bzgl. des Bunkerns verbunden. Sowohl der Hafen von Amsterdam als auch der Hafen von Zeebrugge teilen die Liegeplätze einzeln nach der maximal zulässigen Transferrate ein.⁶¹⁰ Der Hafen von Antwerpen definiert beim potenziellen Fassungsvermögen von Bunkerschiffen vier verschiedene Kategorien zwischen 800 und 20.000 m³. Für jede Kategorie ist innerhalb der einzelnen Kategorien eine maximale Anzahl von Bunkervorgängen je Tag, Woche und/oder Monat festgeschrieben oder aber auch das Bunkern von LNG untersagt. Die Darstellung erfolgt über eine Farbskala, die die jeweils mögliche Bunkerfrequenz in Abhängigkeit des Fassungsvermögens anzeigt.⁶¹¹

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Zulassung von Bunkerliegeplätzen standortabhängig erfolgen sollte und eigene Berechnungen erfordert. Diese Berechnungen müssen mit hinreichender Genauigkeit darauf hinweisen, welche Prozessparameter am jeweiligen Liegeplatz das Bunkern grundsätzlich ermöglichen. Hierzu können in Anlehnung an das Vorgehen der guten Praxisbeispiele der europäischen Referenzhäfen die Kriterien:

- Bunkerkapazität der Bunkerschiffe,
- Transferrate der Bunkervorrichtung und
- Bunkerfrequenz

als Maßgabe dienen. Anhand dieser Parameter können mögliche Risikokonturen und damit nötige Kontrollzonen evaluiert und somit auch das Gefährdungspotenzial für kritische Infrastrukturen, Personengruppen und die Schifffahrt ersteingeschätzt werden. Diese Merkmale werden auch für die deutschen Seehäfen als Grundlage der Kartierung von Bunkerliegeplätzen empfohlen.

Im Kartierungsmodell sind die einzelnen Liegeplätze in unterschiedliche, farblich gekennzeichnete Kategorien einzuteilen, die bspw. für die oben aufgeführten Prozessparameter bestimmte Anforderungen definieren. Es wird das Ziel verfolgt, das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe möglichst flächendeckend anzubieten und die notwendigen Sicherheitsbedingungen am jeweiligen Bunkerliegeplatz ggf. durch geeignete Beschränkungen herzustellen.

Kartierungsmodelle bieten grundsätzlich eine empfehlenswerte Möglichkeit, die Bunkerparteien mit standortspezifischen Vorabinformationen zu versorgen. Sie bilden allerdings keinen gleichwertigen Ersatz für vollumfängliche Risikoanalysen (siehe Kapitel 3.3.2). Die Möglichkeit, mit geeigneten Sicherheitsmaßnahmen und einer Genehmigung der zuständigen (Hafen-)Behörde auch unter anderen Bedingungen zu bunkern, sollte daher offengehalten werden. Die Liegeplätze sollten zudem regelmäßig bzgl. ihrer Risiken und Gefahrenpotenziale überprüft werden, um die Kartierung aktuell zu halten. Im Hinblick auf die aktuell v. a. für LNG gegebene maritime Nachfrage wird empfohlen, mögliche Kartierungsmodelle zunächst für das Ausweisen von LNG-Bunkerliegeplätzen zu nutzen und die Darstellungen perspektivisch um weitere alternative Schiffskraftstoffe zu erweitern.

⁶¹⁰ Vgl. Port of Zeebrugge, 2019.

⁶¹¹ Vgl. Port of Antwerp, 2020d.

3.4 Handlungshilfen zur Einschätzung lokaler Gegebenheiten

Um die Genehmigung und Durchführung von Bunkervorgängen im lokalen Kontext zu erleichtern, werden in diesem Kapitel praktikable Handlungshilfen für die zuständigen (Hafen-)Behörden skizziert. In diesem Zusammenhang wird das Vorgehensmodell für harmonisierte Risikoanalysen um weitere Aspekte für die individuelle standortspezifische Betrachtung ergänzt, sodass eine einheitliche Struktur für die Risikobewertung von Bunkerkonzept und Liegeplatz entsteht. Das Ergebnis des Arbeitsschrittes ist eine Matrix, die für jede mögliche Kombination aus Bunkerkonzept und Liegeplatz die wesentlichen Kriterien aufzeigt, die in der Risikobewertung zu berücksichtigen sind.

Abschließend wird für geplante Bunkervorgänge, die den Genehmigungsprozess bereits erfolgreich durchlaufen haben, der operative Prozessrahmen skizziert. Hierfür werden die zwischen der zuständigen (Hafen-)Behörde und den Bunkerparteien auszutauschenden Informationen identifiziert.

Die Ergebnisse der Untersuchungen unterstützen die (Hafen-)Behörden der deutschen Seehäfen bei der Erstellung von Risikoanalysen unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen hafenspezifischen Besonderheiten. Darüber hinaus liefern sie Handlungshilfen für den operativen Prozessrahmen von Bunkervorgängen.

Handlungsempfehlungen 4 | Einschätzung lokaler Gegebenheiten

- 1. Den zuständigen (Hafen-)Behörden wird empfohlen, die in **Kapitel 3.4.1** formulierten Handlungshilfen (siehe Tabelle 45) anzuwenden, um hafenspezifische Liegeplatzsituationen in Vorbereitung von Risikoanalysen initial einzuschätzen.*
- 2. Um an Bunkerliegeplätzen mit erhöhtem Gefährdungspotenzial (bspw. Stromkajen) ein geeignetes Sicherheitsniveau herzustellen, wird empfohlen, von den Bunkerlieferanten zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen gemäß den drei Verteidigungsebenen (vgl. Abbildung 27) zu fordern. Die Konformität mit den Anforderungen der zuständigen (Hafen-)Behörde ist in solchen Fällen vom Bunkerlieferanten durch entsprechende Risikoanalysen nachzuweisen.*
- 3. Auf Basis der hafenspezifischen Liegeplatzsituationen wird angeregt, dass die zuständige (Hafen-)Behörde für die geeigneten Bunkerliegeplätze ein empfehlenswertes Bunkerkonzept, ggf. differenziert nach Kraftstoffen, bestimmt und dieses ausweist (bspw. in einem Kartierungsmodell siehe Kapitel 3.3.4).*
- 4. Für die Durchführung von Bunkervorgängen wird angeregt, in den deutschen Seehäfen einen harmonisierten operativen Prozessrahmen gemäß **Kapitel 3.4.2** zu schaffen.*
- 5. Im Zuge der Nachbereitung von Bunkervorgängen ist insbesondere zu beachten, dass ein Debriefing mit den Bunkerparteien und ggf. dem Terminalbetreiber durchgeführt wird. Die Erfahrungen können auf einer standortübergreifenden Informationsplattform geteilt werden, die Teil der Empfehlungen des Kapitels 3.2 ist.*

3.4.1 Handlungshilfen für hafenspezifische Liegeplatzsituationen

Liegeplätze weisen teilweise stark differierende und komplexe Eigenschaften auf, sodass eine Vergleichbarkeit nur eingeschränkt möglich ist. Dennoch bieten die im Kapitel 2.3.1 skizzierten infrastrukturellen Besonderheiten der Häfen, wie die Hafenstruktur und die räumliche Komplexität, die richtigen Ansätze, um liegeplatzspezifisch und in Abhängigkeit des gewünschten Bunkerkonzepts zu ersten Aussagen bzgl. der notwendigen Sicherheitsvorkehrungen zu kommen. Dies ist insbesondere notwendig, da die Durchführung von Risikoanalysen für jeden Liegeplatz v. a. in größeren Häfen einen erheblichen Aufwand erzeugen kann, der durch eine geeignete Ersteinschätzung verringert werden kann.

Bei der Betrachtung der möglichen Liegeplatzsituationen wird das Prinzip verfolgt, die wichtigsten Kriterien mit Einfluss auf die Sicherheitsanforderungen von Bunkervorgängen zu identifizieren sowie anschließend zu bewerten und Handlungsempfehlungen abzuleiten. Die Merkmale der Liegeplätze sind dabei den Ergebnissen der Hafenkategorisierung in Kapitel 2.3 entlehnt und umfassen:

- Brücken oder Schleusen im unmittelbaren Umfeld des Liegeplatzes,
- Schutzgüter in mittelbarer Umgebung des Liegeplatzes,
- Anbindung des Liegeplatzes an das Fahrwasser einer Bundeswasserstraße,
- Größe und Art des an den Liegeplatz angebotenen Hafenbeckens,
- landseitige SIMOPS im unmittelbaren Umfeld des Liegeplatzes sowie
- als Spezialfall das Bunkern auf Reeden.

Grundsätzlich spielen bei der Bewertung der Liegeplatzsituationen die international gängigen Kontrollzonen (vgl. Tabelle 44) die entscheidende Rolle. In kombinierter Anwendung mit den Risikoakzeptanzkriterien (vgl. Tabelle 42) für verschiedene Personengruppen können verschiedene Ausgangsszenarien evaluiert werden.^{612 613}

Kritische Infrastrukturen im Hafensbereich

Bei Brücken, Schleusen oder anderen Wasserbauwerken im unmittelbaren Umfeld des Bunkerliegeplatzes handelt es sich um kritische und somit zu schützende Infrastrukturen. Zu diesen zählen auch weitere Schutzgüter in der Umgebung (bspw. Wohnbebauung, Schulen oder Krankenhäuser). Aus der Sicht einer rein qualitativen Betrachtung ist bereits in Vorbereitung möglicher Bunkervorgänge zu prüfen, ob sich im Bereich des international empfohlenen Ausmaßes der Safety Zone von 25 m derartige Infrastrukturen befinden. Sollte dies der Fall sein, ist das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe kritisch zu prüfen. Sollten sich die genannten Infrastrukturen außerhalb der Safety Zone, jedoch in mittelbarer Nähe des Bunkerortes befinden, ist im Einzelfall die Ausbreitung einer zündfähigen Gaswolke bzw. einer Kraftstofflache im Falle des maximal-glaubwürdigen Fehlerszenarios mittels eines deterministischen Ansatzes (quantitative Konsequenzbewertung) zu ermitteln (entsprechend des Vorgehensmodells in Kapitel 3.3.2).

Seeseitige Gefährdungspotenziale

Sowohl bei direkter Anbindung des Liegeplatzes an das Fahrwasser einer Bundeswasserstraße als auch bei Restriktionen hinsichtlich der Größe und Art des zum Liegeplatz gehörenden Hafenbeckens geht für den Bunkervorgang von der passierenden Schifffahrt ein Gefährdungspotenzial aus. Hierbei spielen u. a.:

- die Passierabstände,
- die passierenden Schiffsverkehre und -frequenzen,
- die Schiffgrößen und -typen,
- die Schiffsgeschwindigkeiten und
- die nautischen Besonderheiten (Lotsenwechsel, Wendebecken, Einfahrt etc.)

⁶¹² Vgl. ISO, 2013.

⁶¹³ Vgl. DIN, 2017a.

eine entscheidende Rolle. Diese Kriterien sind insbesondere bei STS-Bebunkerungen durch die längsseits liegenden Bunkerschiffe relevant. Die Identifikation der expliziten Gefahren durch die Schifffahrt ist in der HAZID vorzunehmen. Die potenziell von der passierenden Schifffahrt ausgehenden Gefahren lassen sich in einer nautischen Risikoanalyse oder einer Schiffskollisionsstudie quantifizieren.⁶¹⁴ Eine vergleichbare Untersuchung („Navigational Safety Study“) wurde bspw. bereits für den Hamburger Hafen durchgeführt⁶¹⁵ und ist auch Bestandteil der Risikoanalyse für das Bunkern von LNG im Rostocker Hafen.⁶¹⁶ Als mögliche Fehlerszenarien lassen sich Beschädigungen am Schlauch, Vollabrisse durch Sog und Schwell oder im schlimmsten Fall Tankbeschädigungen durch Schiffskollisionen ableiten. Die Eintrittswahrscheinlichkeiten und Konsequenzen dieser Ereignisse können in einer Risikomatrix dargestellt werden (vgl. Tabelle 43). Die Ergebnisse der Analysen ermöglichen es, i. V. m. einer Untersuchung des zu erwartenden Austritts des jeweiligen Produkts einzuschätzen, ob es sich bei den von der passierenden Schifffahrt ausgehenden Gefahren um Ausschlusskriterien handelt, oder ob sich die Gefahr durch risikomindernde Maßnahmen nach dem ALARP-Prinzip im tolerierbaren Rahmen der geltenden Risikoakzeptanzkriterien (entsprechend Tabelle 42) bewegt.

In den LNG-Bunkerrisikoanalysen der Hafenstandorte Bremerhaven und Emden wird in diesem Zusammenhang vorgeschrieben, dass die Bunkerschiffe oder -bargen für die Genehmigung einer STS-Bebunkerung eine bauliche Ausführung nachweisen müssen, die der eines Typ 1G-Tankschiffes gemäß IGC-Code entspricht. Der seitliche Abstand vom Tank des Schiffes zur Außenhaut ist nach den Anforderungen für Typ 1G-Tankschiffe größer (ein Fünftel der Schiffsbreite) als für Typ 2G-Tankschiffe. Mit dieser Vorgabe wird das Ziel verfolgt, den aus der exponierten Lage der LNG-Bunkervorgänge in Bremerhaven (Stromkaje) und Emden (Emspier) resultierenden, unter Umständen höheren Eintrittswahrscheinlichkeiten und Konsequenzen einer Schiffskollision vorzubeugen.

Die Vorgaben des IGC-Codes für das Schiffsdesign richten sich nach dem Ladungstyp und schreiben für LNG und somit auch LNG-Bunkerschiffe grundsätzlich eine bauliche Ausführung gemäß Typ 2G-Tankschiff vor.⁶¹⁷ Daher wird empfohlen, in den deutschen Seehäfen nicht generell eine bauliche Ausführung gemäß Typ 1G-Tanker zu fordern, sondern auch bei einer Bauweise gemäß Typ 2G-Tankschiff die Bebunkerung zu genehmigen, wenn entweder der Bunkerlieferant Äquivalenznachweise erbringen kann, dass mit der gegebenen baulichen Ausführung eine Gleichwertigkeit zum Typ 1G-Tankschiff erreicht wird, oder Maßnahmen ergriffen werden, mit denen sich bei der ermittelten Kollisionswahrscheinlichkeit die Wahrscheinlichkeit der Tankbeschädigung auf ein mit 1G vergleichbares Akzeptanzrisikoniveau reduzieren lässt. Die Minderung des durch örtliche Besonderheiten ggf. erhöhten Gefährdungspotenzials ist durch zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen entsprechend den drei Verteidigungsebenen (vgl. Abbildung 27) zu gewährleisten. Die Konformität mit den Anforderungen der zuständigen (Hafen-)Behörde ist in solchen Fällen vom Bunkerlieferanten durch entsprechende Risikoanalysen nachzuweisen.

Darüber hinaus wird empfohlen, von einer unabhängigen Stelle eine Berechnung durchführen zu lassen, die prüft, ob und in welchen Fällen die im IGC-Code vorgeschriebene bauliche Ausführung für LNG-Bunkerschiffe (Typ 2G-Tanker) ausreicht, um die Wahrscheinlichkeit einer Tankbeschädigung auf einem akzeptablen Niveau zu halten.

In jedem Fall ist zugunsten der Risikominderung zusätzlich zur Safety Zone die Monitoring and Security Area einzurichten. Die Monitoring and Security Area dient u. a. der Überwachung des Schiffsverkehrs. Ihr Ausmaß ist im Einzelfall von der zuständigen (Hafen-)Behörde zu bestimmen, da für dieses keine direkten Empfehlungen bestehen.⁶¹⁸ ⁶¹⁹ Sie ist jedoch grundsätzlich größer als die Safety Zone einzurichten, da sie seeseitig als Pufferzone für diese angesehen werden kann.

⁶¹⁴ Vgl. EMSA, 2018.

⁶¹⁵ Vgl. Germanischer Lloyd, 2012, Anhang 3-4.

⁶¹⁶ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

⁶¹⁷ Vgl. IMO, 2016a (Chapter 2 + 19).

⁶¹⁸ Vgl. DIN, 2017a.

⁶¹⁹ Vgl. SGMF, 2018.

Landseitige SIMOPS

Diese Funktion der Monitoring and Security Area ist ebenfalls für das Management von landseitigen SIMOPS während des Bunkervorgangs von besonderer Bedeutung. Finden während des Bunkervorgangs landseitige SIMOPS statt, so sollte bereits im Vorfeld einer möglichen Risikobewertung eingeschätzt werden, inwiefern die Safety Zone durch nicht am Bunkern beteiligte Personen betreten werden könnte. Hierbei kann die Ausrichtung der Safety Zone nach der 5×10^{-6} Risikokontur als Maßgabe dienen.⁶²⁰ Somit ist zu prüfen, ob unbeteiligte Dritte zeitweise in die Safety Zone eindringen könnten oder sich Beteiligte 2. Grades dauerhaft darin aufhalten, sodass ihr Individualrisiko einen kritischen Wert erreichen könnte. Grundsätzlich ist bei simultanem Ladungsumschlag oder Passagierwechsel eine quantitative Risikoanalyse durchzuführen, um die genauen Ausmaße der Safety Zone zu bestimmen und exakte Aussagen treffen zu können.⁶²¹ Hinsichtlich unvorhergesehener landseitiger SIMOPS, wie bspw. Fahrzeug- oder Personenbewegungen, muss durch die Monitoring and Security Area verhindert werden, dass diese in den Bunkerbereich vordringen. Zu diesem Zweck können gezielte Sicherheitsvorkehrungen, wie z. B. Zugangsüberwachungen, getroffen werden.

Bunkern auf Reeden

Als Spezialfall soll zudem das Bunkern auf Reeden betrachtet werden. Beim Gefährdungspotenzial für diese Art des Bunkerns kann sich einerseits an den Einflüssen der passierenden Schifffahrt orientiert werden. Andererseits führt die fehlende Schutzwirkung der Hafenanlagen auf Reeden zu einer deutlich erhöhten Relevanz der Wettereinflüsse, der Seegangsverhältnisse und des Festmachens für die Sicherheit des Bunkerns. Diese sind in der Gefahrenidentifikation besonders zu berücksichtigen. Hierbei wird angeregt, auf die Erfahrung von Experten beim Bunkern herkömmlicher Kraftstoffe auf Reeden zurückzugreifen. Grundsätzlich sind analog zu den konventionellen Liegeplatzkriterien die Kontrollzonen und Risikoakzeptanzschwellen zu berücksichtigen.

Zusammenfassung der Erkenntnisse




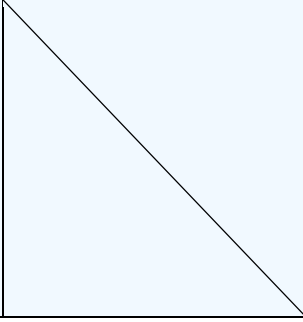
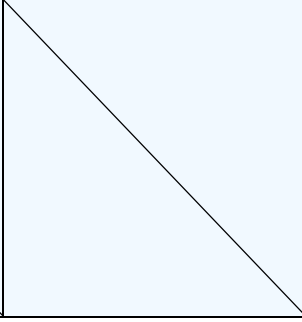
Abschließend ist festzuhalten, dass bei der Bewertung der Liegeplatzsituationen die Kontrollzonen und Risikoakzeptanzkriterien die wichtigste Rolle einnehmen. Sie erlauben es, auch ohne die Durchführung einer Risikobewertung, einen Liegeplatz hinsichtlich seiner grundsätzlichen Eignung als Bunkerliegeplatz zu evaluieren. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 45 zusammengestellt.

In Abhängigkeit des präferierten Bunkerkonzepts können die Gefährdungspotenziale für den Bunkervorgang variieren. Die Überprüfung der grundsätzlichen Eignung eines Liegeplatzes für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe ist kein Ersatz für eine vollumfängliche quantitative Risikoanalyse, aus deren Ergebnis Sicherheitsmaßnahmen abgeleitet werden können. Die Ergebnisse sind als Mindestanforderungen für die Zulässigkeit des Bunkerns an Liegeplätzen mit den entsprechenden Merkmalen im jeweiligen Bunkerkonzept zu verstehen. Es wird angeregt, auf Basis der ermittelten Mindestanforderungen jeweils ein empfohlenes Bunkerkonzept am jeweiligen Liegeplatz auszuweisen. Bei variierenden Anforderungen zwischen den einzelnen Arten alternativer Schiffskraftstoffe sollte zwischen diesen differenziert werden. Der Ausweis ermöglicht eine erhöhte Transparenz, durch die die Bunkerparteien bereits bei der Planung eines Bunkervorgangs den geeignetsten Liegeplatz identifizieren können. Die Darstellung des empfohlenen Bunkerkonzepts kann wiederum im Kartierungsmodell erfolgen, das in Kapitel 3.3.4 behandelt wurde.

⁶²⁰ Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

⁶²¹ Vgl. ISO, 2013.

Tabelle 45 | Ergebnismatrix für die Bewertung nach Liegeplatz und Bunkerkonzept

Merkmale des Liegeplatzes	 STS	 TTS	 PTS
Kritische Infrastruktur in (un-)mittelbarer Nähe des Liegeplatzes	Innerhalb der Safety Zone (Orientierungswert 25 m) darf sich keinesfalls kritische Infrastruktur befinden. Die genauen Abstände sind nach der 1×10^{-6} Risikokontur auszurichten (Berechnung Risikoanalyse).		Bei landseitigen Anlagen sind im Genehmigungsprozess entsprechende Abstände zu evaluieren.
Seeseitig stattfindende SIMOPS	In einer initialen qualitativen Bewertung (bspw. HAZID) kann eine Ersteinschätzung über die grundsätzliche Eignung eines Liegeplatzes zum Bunkern getroffen werden. Exakte Erkenntnisse liefert die quantitative Risikoanalyse ggf. inkl. einer nautischen Risikoanalyse und Schiffskollisionsstudie.		
Landseitig stattfindende SIMOPS	Eine Ersteinschätzung kann durch die Bewertung möglicher Übertretungen der Safety Zone durch Beteiligte 2. Grades (dauerhaft) oder Beteiligte 3. Grades (zeitweise) erfolgen. Detaillierte Ergebnisse liefert auch hier die quantitative Risikoanalyse.		
Bunkern auf Reeden	Es empfiehlt sich Erfahrungen des Bunkerns herkömmlicher Kraftstoffe auf Reeden einzubeziehen. Bei der Risikobewertung sind besonders Wettereinflüsse, Seegangsverhältnisse und das Festmachen zu berücksichtigen.		

3.4.2 Operativer Prozessrahmen von Bunkervorgängen

Vonseiten der zuständigen (Hafen-)Behörde sind in unmittelbarer Vorbereitung des Bunkerns, ergänzend zu den in Kapitel 3.3.3 aufgeführten Bestandteilen des Informationsaustauschs, folgende Vorgaben mit den Bunkerparteien abzustimmen und ggf. zu prüfen:

- Anmeldefristen
- Kommunikationskanäle
- Liegeplatz / Hafenbecken
- konkretes Ausmaß und Sicherung der Kontrollzonen
- Wettergrenzen

Ein Teil der aufgeführten Kriterien wird i. d. R. bereits in den Bunkermanagementplänen sowie den Compatibility Checks adressiert. Bei standortbedingten Abweichungen vom generellen Vorgehen der Bunkerparteien müssen diese jedoch angepasst werden, sodass sie den Anforderungen der zuständigen (Hafen-)Behörde entsprechen.

Zudem ist von der zuständigen (Hafen-)Behörde sicherzustellen, dass neben den Bunkerparteien auch das entsprechende Terminal über die zusätzlichen Risiken bei Bunkervorgängen mit dem jeweiligen alternativen Schiffskraftstoff aufgeklärt ist und über eine ausreichende Qualifikation verfügt, um diese anbieten zu können. Hierfür bietet sich der LNG Ready Terminal-Leitfaden der IAPH an, der zum einen eine Checkliste für die zuständige (Hafen-)Behörde enthält, anhand derer die Eignung von Terminals geprüft werden kann. Zum anderen weist das Dokument auf die wichtigsten Anforderungen für die Durchführung von LNG-Bunkervorgängen an Terminals hin und unterstützt somit eine sicherheitstechnisch angemessene Vorbereitung.⁶²² Während der Leitfaden aktuell auf das Bunkern von LNG ausgerichtet ist, ist eine Anpassung der Inhalte hin zu einer generischen Anwendbarkeit geplant, sodass zukünftig auch das Bunkern weiterer alternativer Schiffskraftstoffe abgedeckt werden soll.⁶²³

Über die Verkehrszentrale ist eine Bekanntgabe des entsprechenden Bunkervorgangs vorzunehmen. Die Kontrolle über die internen Prozesse muss jederzeit gewährleistet sein. Für etwaige Abstimmungen mit den Bunkerparteien sind gemeinsam Kommunikationskanäle (bspw. Funk oder Notfallnummern) zu definieren.

Im Anschluss an die Bebunkerung ist darüber hinaus ein Debriefing zwischen den Bunkerparteien, der zuständigen (Hafen-)Behörde, dem Terminalbetreiber und ggf. weiteren eingebundenen Behörden abzuhalten, in dem die Prozesse ausgewertet werden und auf mögliche Verbesserungsbedarfe hingewiesen wird. Dieses Debriefing sollte zunächst nach jedem Bunkervorgang durchgeführt werden. Sobald hinreichend Erfahrung für eine bestimmte Kombination aus Bunkerlieferant/-empfänger und Schiffskraftstoff gesammelt wurde, kann für diese Kombination die Häufigkeit des Debriefings auf ein mit der (Hafen-)Behörde abgestimmtes Maß reduziert werden. Um einen möglichst hohen Mehrwert aus den Erfahrungen mit Bunkervorgängen alternativer Schiffskraftstoffe im Allgemeinen und den Debriefings im Speziellen zu ziehen, wird darüber hinaus angeregt, die Erfahrungen mittels einer standortübergreifenden Informationsplattform mit anderen Häfen zu teilen. Eine derartige Informationsplattform ist Bestandteil der Empfehlungen des Kapitels 3.2 und ist in diesem näher beschrieben.

⁶²² Vgl. IAPH, 2020.

⁶²³ Vgl. IAPH, 2021.

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. *Liquified 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. *Rheinschiffahrtspolizeiverordnung (Anlage zur Verordnung zur Einführung der Rheinschiffahrtspolizeiverordnung)* [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/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-hochseefaehigen-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]. Arnberg: 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: Bergische 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: Gasom 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: Gasom 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-göthenburg/>.

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 Hafenkaptäne (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/MSC.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 - HSVVO)* [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/Ing-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-Ing-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 Hafensicherheitsverordnung (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.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/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.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/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://publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/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/decreet-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/decreet-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/decreet-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: Gothenburg 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/geschaeftsmoeglichkeiten/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/geschaeftsmoeglichkeiten/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-shipment/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-Ing-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: Emden 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 Ausflugzielen*. [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%2Fl>.

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.aisc.org/sites/default/files/docs/conferences/2012-aisc-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.

VÄSTTRAFIK, 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-lng-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 – Fähren [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>.

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

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 Bebungung 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 Bebungung.

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 Genehmigungsvorgang 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	<p>-zulässige Liegeplätze für das Bunkern von LNG (inkl. max. Transfargeschwindigkeit bei LNG-Bebunkerung) sind ausgewiesen</p> <p>-andere Liegeplätze nur nach einer gesonderten Risikobewertung nutzbar</p> <p><u>Vorbeifahrender Verkehr während Andockung:</u></p> <p>-Abstand mind. 30m</p> <p>-max. Geschwindigkeit: 6 Knoten</p> <p><u>Schiffsverkehr, bei Fahrt in gleicher Richtung:</u></p> <p>-Abstand mind. 50m</p> <p>-max. Geschwindigkeit: 6 Knoten</p>		

Standort	Rechtliche Grundlage	TTS-Transfer	STS-Transfer	PTS-Transfer
Göteborg	LNG-Betriebsvorschriften	<ul style="list-style-type: none"> -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 	<ul style="list-style-type: none"> -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	<ul style="list-style-type: none"> -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	<p>LNG:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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	<p><u>LNG STS-Transfer:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -maximale Windstärke: 17m/s für 10 Minuten -Mindestsichtweite: 500 Meter -Gewitter: mindestens 10 km entfernt (Zeitspanne zwischen Donner und Blitz +/- 30 Sekunden) <p><u>LNG TTS-Transfer:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -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	HafenPoIVO	<ul style="list-style-type: none"> -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	<ul style="list-style-type: none"> -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	<ul style="list-style-type: none"> -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	<p><u>LNG:</u></p> <p><u>STS- und TTS-Transfers:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -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 <p><u>STS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -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 Notabschaltsystem 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 Bebungung 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 Bebungung 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 Bebungung 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 Bebungung von Schiffen während der Ballastnahme und des Entgasens nicht erlaubt ist.

(3) Das Bebungung hat so zu erfolgen, dass keine Treibstoffe auf die Wasseroberfläche gelangen können.“

(4) Die Bebungung 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 Bebungungsvorgangs 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 Bebungung 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 Bebungung 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 Bebungung 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 Hafentreiber 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 Gefriererletzungen 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 tiefgekühlten 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 Hafenamts	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 Hafenamts	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

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

Institution / Unternehmen	Internetpräsenz
Wasserschutzpolizei Hamburg	www.polizei.hamburg/wasserschutzpolizei
Wessels Reederei GmbH & Co. KG	www.wessels.de