



# BUNKER GUIDANCE

## für alternative Kraftstoffe in deutschen Seehäfen

Abschlussbericht

**RAMBOLL**

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**

# **AUFAHME 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

# AUFAHME 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

<b>INHALTE</b>	<b>I</b>
<b>ABBILDUNGEN</b>	<b>III</b>
<b>TABELLEN</b>	<b>IV</b>
<b>ABKÜRZUNGEN</b>	<b>VI</b>
<b>1. Kurzzusammenfassung</b>	<b>1-1</b>
1.1 Vorwort	1-1
1.2 Untersuchungsziel und Vorgehensweise	1-2
1.3 Zusammenfassung der Studienergebnisse	1-3
<b>2. Rechtliche Grundlagen für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe und ihre Anwendung in der Praxis</b>	<b>2-1</b>
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
<b>3. Leitfaden zur Harmonisierung der Rechts- und Verfahrenslage für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe</b>	<b>3-1</b>
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 Bunkers	3-10
3.2 Genehmigung des Bunkers 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 Bunkers .....	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	Binnenschifffahrtsstraßen-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

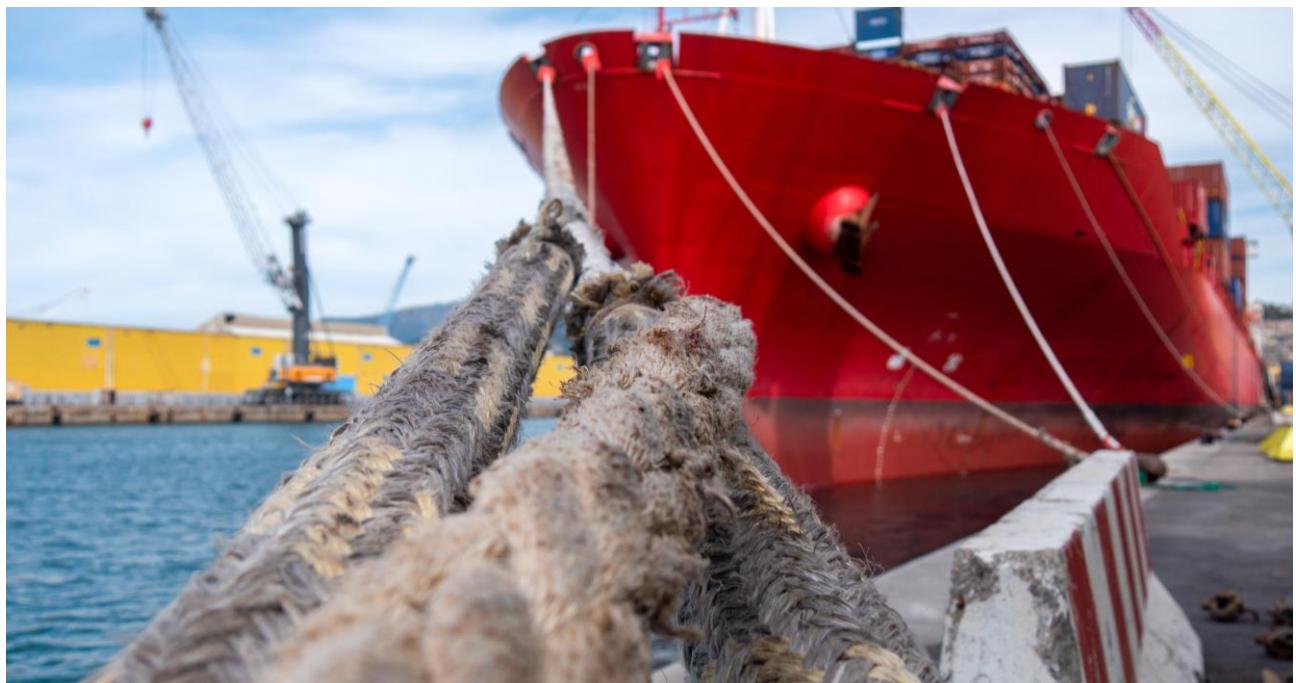
IACS	International Association of Classification Societies
IAPH	International Association of Ports and Harbors
IEC	International Electrotechnical Commission
IBC-Code	International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Dangerous Chemicals in Bulk
IGC	Industrial Gases Council (kein 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
m³	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	Seeschifffahrtsstraßen-Ordnung
SGMF	Society for Gas as Marine Fuel
SH	Schleswig-Holstein
SIGTTO	Society of International Gas Tanker & Terminal Operators
SIMOPS	Simultaneous Operations
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS-Übereinkommen)
STCW	International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers
STS	Ship-to-Ship
t	Tonne
Tkw	Tankkraftwagen
Tsd.	Tausend
TTS	Truck-to-Ship
PTS	Terminal (Port)-to-Ship
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung

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

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

# Band 1

## KURZZUSAMMENFASSUNG



## 1. Kurzzusammenfassung

### 1.1 Vorwort

Das 2017 gegründete Deutsche Maritime Zentrum e. V. (DMZ) ist ein unabhängiger öffentlich finanziert, branchenübergreifender Thinktank mit Sitz in Hamburg. Es setzt auf Zukunftsthemen, wie nicht-fossile Kraftstoffe, emissionsfreie Antriebe, moderne Sicherheitssysteme und autonome Schifffahrt. Den Kern bilden Fragen der Gestaltung sowie der Umsetzung von Forschung, Entwicklung und Innovation im Bereich der maritimen Branche. Sie dienen dem Wissenszuwachs, der Weiterentwicklung des Standes der Technik, der Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit des Branchenstandorts Deutschland.

Im Sommer 2020 hat das Deutsche Maritime Zentrum das Unternehmen Ramboll mit der „Aufnahme rechtlicher Regelungen und Erarbeitung eines bundesweiten Leitfadens für einheitliche Vorschriften zum Bunkern von verflüssigten Gasen sowie Kraftstoffen mit niedrigem Flammpunkt in deutschen Seehäfen“ beauftragt. Der Leitfaden soll für die Prozessbeteiligten bei der Vorbereitung und Durchführung der Genehmigung land- und seeseitiger Bunkervorgänge eine größere Beurteilungssicherheit schaffen. Hierbei geht es explizit auch um alternative Kraftstoffe, die gegenwärtig noch in der Entwicklung oder Erprobung sind und im Hinblick auf globale Emissionseinsparungsziele ein voraussichtlich großes Marktpotenzial haben. Diese Vorgehensweise bietet die Möglichkeit, Rahmenbedingungen auf Bundesland- sowie Hafenebene vorausschauend und kraftstoffartenunabhängig zu gestalten.

Die Seeschifffahrt hat weltweit einen Anteil von etwa 2,9 % an den globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen.<sup>1</sup> Wie in anderen Branchen, so müssen auch in der Schifffahrt neue Emissionsstandards für Treibhausgase erfüllt werden. Die International Maritime Organization (IMO) verabschiedete 2018 eine erste Strategie zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen mit entsprechenden Einsparungsschritten bis 2050.<sup>2</sup>

Alternative Kraftstoffe, wie z. B. Liquefied Natural Gas (LNG), Methanol, Ammoniak oder Wasserstoff, ermöglichen eine substanzIELLE Reduzierung der durch den Schiffsverkehr verursachten Schadstoffemissionen, insbesondere unter Anwendung strombasierter Herstellungsverfahren oder unter Beimischung von Bio-Anteilen. Die Europäische Union (EU) verweist in der Richtlinie 2014/94/EU auf eine Auswahl dieser alternativen Kraftstoffe und die notwendige Infrastruktur. Ein Bezug zur Seeschifffahrt wird in der Richtlinie gegenwärtig lediglich durch die Bereitstellung einer angemessenen Anzahl von LNG-Bunkermöglichkeiten in Seehäfen hergestellt. Weitere Kraftstoffalternativen für den Seeverkehr sind in der derzeit in Überarbeitung befindlichen Richtlinie nicht berücksichtigt.<sup>3</sup>

Damit in Schiffstonnage mit alternativen Antriebskonzepten investiert wird, bedarf es der verlässlichen Bereitstellung alternativer Schiffs-kraftstoffe. Dieser Zusammenhang lässt sich am Kraftstoff LNG wie folgt skizzieren: Bereits vor der Einführung von Vorschriften zur Begrenzung verschiedener Schadstoffanteile im Kraftstoff für die Schifffahrt (auch außerhalb von Emission Control Areas in 2020)<sup>4</sup>, war die technische Reife für den Einsatz des Schiffs-kraftstoffs LNG gegeben. Die Nutzung eines LNG-Antriebs war und ist eine der möglichen Compliance-Strategien zur Einhaltung der skizzierten Emissionsvorschriften.

Es wäre daher zu erwarten gewesen, dass der Flottenzuwachs an Schiffen mit LNG-Antrieb bereits in 2018 und 2019 hoch sein würde. Es zeigt sich jedoch erst im Jahr 2021 ein gegenüber den Vorjahren dynamischer Zuwachs bei Schiffsbestellungen mit LNG- oder dual-fuel-Antrieb. Demgegenüber stieg auch die Zahl der weltweit verfügbaren LNG-Bunkerschiffe vor 2020 nur marginal, im Durchschnitt um drei je Jahr. 2020 kamen bereits acht weitere hinzu. Für das Jahr 2021 wird die Indienststellung von bis zu 17 weiteren LNG-Bunkerschiffen erwartet.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Vgl. IMO, 2020a.

<sup>2</sup> Vgl. IMO, 2018.

<sup>3</sup> Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2014a.

<sup>4</sup> Vgl. IMO, 2005.

<sup>5</sup> Vgl. DNV GL, 2021.

Weltweit haben mit Stand Februar 2021 191 Schiffe einen reinen LNG- oder dual-fuel-Antrieb, weitere 238 Schiffseinheiten sind bestellt. Rund zwei Drittel der in Dienst befindlichen Flotte operiert innerhalb europäischer Fahrgebiete (inkl. Norwegen). Wiederum mehr als zwei Drittel der bestellten Flotte ist für einen Einsatz außerhalb Europas bzw. für einen globalen Einsatz vorgesehen.<sup>6</sup> Am Beispiel des größten europäischen Bunkermarktes, dem Hafen Rotterdam, kann die steigende Nachfrage der maritimen Wirtschaft nach LNG belegt werden. Mit rund 210 Tsd. m<sup>3</sup> betrug der LNG-Bunkerabsatz in 2020 fast das Dreifache des Jahres 2019.<sup>7</sup> Für das Jahr 2021 wird in Rotterdam eine weitere Mengensteigerung erwartet. In Schätzungen wird für die deutschen Seehäfen insgesamt von einem LNG-Bunkerabsatz von etwa 25 bis 35 Tsd. m<sup>3</sup> in 2020 ausgegangen.

Mit zunehmender Verfügbarkeit des Schiffskraftstoffs LNG (Versorgungssicherheit) steigt die Marktdurchdringung und damit das Interesse der maritimen Branche an weltweit gleichwertigen Verfahren und Vorschriften für LNG-Bunkervorgänge (Rechtssicherheit). Die hier exemplarisch für LNG skizzierte Argumentationskette kann mit geringen Modifikationen auch auf andere, gegenwärtig in Entwicklung und Erprobung befindliche alternative Schiffskraftstoffe übertragen werden. Hierzu zählen nach derzeitigem Kenntnisstand insbesondere Wasserstoff, Ammoniak und Liquified Petroleum Gas (LPG), als komprimierte oder unter Druck bzw. tiefgekühlt verflüssigte Gase, sowie Methanol, als Kraftstoff mit niedrigem Flammpunkt<sup>8</sup>.

## 1.2 Untersuchungsziel und Vorgehensweise

Ziel der vorliegenden Studie ist es, eine einheitliche Rechts- und Verfahrenslage für Bunkervorgänge mit alternativen Schiffskraftstoffen für die deutschen Seehäfen zu entwickeln. Hierdurch können die Bereitstellung sowie die Nutzung korrespondierender see- und landseitiger Bunkerfazilitäten befördert werden.

Die Studie gliedert sich in drei Bände. Band 1 umfasst die Einführung in die Thematik und eine Kurzfassung der Studienergebnisse. In Band 2 werden in einer vergleichenden Analyse eine Übersicht des Rechtsrahmens auf Bundes-, Bundesland- und Hafenebene in Deutschland sowie in ausgewählten EU-Mitgliedstaaten gegeben und Beispiele guter Praxis aus deutschen und europäischen Seehäfen vorgestellt. Zudem wird auf Standards, Richtlinien, Normen, Studien, etc. überregionaler bzw. internationaler Institutionen Bezug genommen und es werden die dort jeweils abgebildeten alternativen Kraftstoffe skizziert. Gibt es keine belastbaren Informationen zu den alternativen Kraftstoffen, wird am Beispiel von LNG argumentiert. Eine besondere Würdigung erfährt hierbei die Guidance on LNG Bunkering to Port Authorities and Administrations der European Maritime Safety Agency (EMSA).

In Expertengesprächen und einem Workshop mit Dienstleistern (insbesondere Infrastruktur- und Terminalbetreiber), LNG-Bunkerlieferanten und -empfängern, Organisationen der Gefahrenabwehr, Genehmigungs- und Hafenbehörden sowie Politik und Verwaltung wurden umfangreiche und wertvolle Informationen zu LNG-Bunker- und Genehmigungsvorgängen in der Praxis ausgetauscht.

In Band 3 findet sich ein Leitfaden zur Harmonisierung der Rechts- und Verfahrenslage des Bunkerns alternativer Schiffskraftstoffe, der auf den zuvor entwickelten Handlungsempfehlungen basiert. Erläutert wird, wie auf Ebene der deutschen Seehäfen und der für sie jeweils zuständigen Bundesländer einheitliche Regeln für ein sicheres und effizientes Bunkern von alternativen Kraftstoffen ausgestaltet werden könnten. Neben den Prozessbeteiligten in der Verwaltung des Bundes, in den Bundesländern sowie in den deutschen Seehäfen werden auch Bunkerlieferanten und -empfänger sowie potenziell am Bunkerprozess beteiligte

<sup>6</sup> Vgl. DNV GL, 2021.

<sup>7</sup> Vgl. Port of Rotterdam, 2021b.

<sup>8</sup> Vgl. IMO, 2017: International Code of Safety for Ships Using Gases or Other Low-flashpoint Fuels 2.2.28 Part A, 2 General "Low-flashpoint fuel means gaseous or liquid fuel having a flashpoint lower than otherwise permitted under paragraph 2.1.1 of SOLAS regulation II 2/4." i. V. m. § 2.1.1 der International Convention for the Safety of Life at Sea Kapitel II-2, Regulation 4 Probability of ignition "no oil fuel with a flashpoint of less than 60°C shall be used".

Terminalbetreiber angesprochen. Für diese Zielgruppen sollen die Handlungsempfehlungen der Studie eine größere Beurteilungssicherheit hinsichtlich:

- der rechtlichen Ausgangssituation (Regelungstexte),
- der Genehmigung des Bunkers alternativer Kraftstoffe (am Beispiel von LNG),
- der Erstellung und Auswertung von Risikoanalysen und
- der Einschätzung lokaler Gegebenheiten schaffen.

Die Empfehlungen bauen dabei auf den folgenden fünf Leitgedanken auf:

1. Vom Speziellen zum Allgemeinen; von der Ausnahme zur Regel
2. Nutzung von guten Praxisbeispielen und Erfahrungswerten
3. Bewertbarkeit lokaler bzw. hafenspezifischer Besonderheiten
4. Verfolgung einer risikobasierten (probabilistischen) gegenüber einer ausschließlich konsequenzbasierten (deterministischen) Betrachtungsweise
5. Erhalt der Leistungsfähigkeit des Hafens (Bedingungen für die Durchführung von Simultaneous Operations (SIMOPS))

### **1.3 Zusammenfassung der Studienergebnisse**

#### ***Handlungsfeld: Regelungstexte mit Bezug zum Bunkervorgang***

Die Gruppierungen von Kraftstoffen sind in den deutschen Regelungstexten von großer Heterogenität geprägt. Ebenso wird das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe sehr unterschiedlich behandelt. Zum Untersuchungszeitpunkt wurde/wird das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe im Landesrecht explizit in der Hafenverordnung (HafVO) Mecklenburg-Vorpommerns (MV) („tiefgekühlt verflüssigte Gase“) sowie in der Hafensicherheitsverordnung (HSVO) Schleswig-Holsteins (SH) („tiefgekühlt verflüssigte Gase, Gase unter Druck oder entzündbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 55°C“) behandelt und mit Genehmigung der Hafenbehörde zugelassen. In den anderen Bundesländern ist das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe gegenwärtig i. d. R. nur mit Ausnahmegenehmigung möglich. In den Niederlanden, Belgien und Schweden wird die Verantwortung für die Genehmigung solcher Bunkervorgänge, anders als in Deutschland, zumeist ohne weitere Einschränkungen an die Häfen übertragen. Allen Regelungen in den genannten Staaten ist jedoch gemein, dass neben den Hafenbehörden auch weitere Genehmigungsbehörden in den Genehmigungsprozess einzubinden sind. Diese prüfen die in ihrer Zuständigkeit liegenden Kriterien des Bunkers (bspw. Umweltrecht oder Betriebssicherheit). Die rechtlichen Grundlagen auf nationaler Ebene beruhen i. d. R. auf der Umsetzung europäischer Gesetzgebung.

Die betrachteten Referenzhäfen in den Niederlanden, Belgien und Schweden behandeln das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe, insbesondere LNG, in den Regelungstexten auf Hafenebene deutlich umfangreicher als die deutschen Seehäfen. In Deutschland gibt es lediglich in der Hafenbenutzungsordnung (HBO) des Hafens Brunsbüttel genauere Angaben. Einige deutsche Hafenstandorte, wie Emden, Bremerhaven, Brunsbüttel, Hamburg und Rostock, verfügen über eigens erstellte bzw. durch unabhängige Stellen angefertigte Risikoanalysen, auf deren Grundlage Einzel- bzw. Ausnahmegenehmigungen erteilt werden.

Für die Handlungsempfehlungen zur Harmonisierung der Regelungstexte mit Bezug zum Bunkervorgang ergeben sich zwei Handlungsfelder:

- Regelungstexte auf Bundeslandebene
- Regelungstexte auf Hafenebene

Ziel der Regelungstextanpassungen ist die Entwicklung eines Routineprozesses, der das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe mit Genehmigung der zuständigen Behörden ermöglicht, um auf Ausnahmegenehmigungen verzichten zu können.

Es wird empfohlen, in den Regelungstexten der Bundesländer

- einen Absatz einzufügen, der das Bunkern alternativer Kraftstoffe unter der Voraussetzung der Genehmigung durch die zuständigen Behörden generell ermöglicht.
- LNG und weitere zur Eigenversorgung von Schiffen potenziell einzusetzende Kraftstoffe unter der Bezeichnung „komprimierte oder verflüssigte Gase und andere Kraftstoffe mit niedrigem Flammepunkt“ zu subsumieren. Durch diese Gruppierung wird nicht nur für LNG, sondern auch für weitere alternative Schiffskraftstoffe, wie z. B. LPG, Ammoniak, Wasserstoff und Methanol, eine rechtliche Grundlage geschaffen.
- zu berücksichtigen, dass zu detaillierte Inhalte den Gestaltungsspielraum für hafenspezifische Besonderheiten einschränken können und daher das Potenzial einer flächendeckenden Umsetzung der Empfehlungen mindern.

Für die HBO und Hafennutzungsordnungen (HNO) der deutschen Seehäfen wurden Ergänzungen identifiziert, die einerseits den Gestaltungsspielraum für hafenspezifische Besonderheiten wahren, aber andererseits wichtige Informationen für die Bunkerparteien enthalten und zugleich die Anwenderfreundlichkeit und das Sicherheitsniveau erhöhen. Für das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe wird empfohlen, die Regelungstexte der HBO und HNO zu ergänzen und mindestens:

- explizit auf die Möglichkeit des Bunkerns des jeweiligen Kraftstoffs und die möglichen Bunkerkonzepte hinzuweisen,
- die Genehmigungs- bzw. Anzeigepflicht der Bunkervorgänge festzulegen,
- die Nutzung der Bunkerchecklisten der International Association of Ports and Harbors (IAPH) in der jeweils geltenden Fassung vorzuschreiben,
- die für das Bunkern im Allgemeinen geeigneten Liegeplätze (ggf. differenziert nach Kraftstoffart) festzulegen und
- auf vorliegende Risikobewertungen oder vergleichbare Dokumente zu verweisen.

Zudem wird empfohlen, den Dialog unter den zuständigen (Hafen-)Behörden, unter den Landesregierungen (jeweils horizontal) und auch zwischen diesen Institutionen (vertikal) zugunsten der möglichst standort- bzw. bundeslandübergreifend harmonisierten Ergänzung der Regelungstexte zu intensivieren.

### ***Handlungsfeld: Genehmigung des Bunkerns alternativer Schiffskraftstoffe***

An der Genehmigung von Bunkervorgängen können generell die folgenden Akteure beteiligt sein:

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

Ein Genehmigungsprozess wird i. d. R. wie folgt ablaufen: Der Bunkerlieferant und der -empfänger reichen ihr Bunkerkonzept, bestehend aus dem Bunkermanagementplan sowie dem für den Bunkervorgang erstellten Compatibility Check, bei der zuständigen (Hafen-)Behörde, den Organisationen der Gefahrenabwehr und ggf. dem Betreiber des Terminals, an dem das Bunkern stattfinden soll, ein. Die genannten Parteien prüfen die Unterlagen und weisen die Bunkerparteien auf ggf. notwendige Anpassungen und weitere einzureichende Dokumente hin.

Der bisherige Ablauf des Genehmigungsprozesses ist für Bunkerparteien, die mit den örtlichen Gegebenheiten nicht vertraut sind, problematisch, da ihnen die zu informierenden Behörden nicht bekannt sind. Wiederum die deutschen (Hafen-)Behörden sind bei der Prüfung der Dokumente für Einzelgenehmigungen mit einem hohen Genehmigungsaufwand konfrontiert.

Mit dem IAPH Audit Tool existiert bereits ein international genutztes Instrument zur Vorqualifizierung von LNG-Bunkerlieferanten, welches perspektivisch auch auf weitere alternative Schiffskraftstoffe anwendbar ist. Es schafft einen systematischen, transparenten und unabhängigen Prozess zur Kommunikation von Prüfungsnachweisen und zur objektiven Bewertung vordefinierter Systemsicherheitskriterien für Bunkervorgänge. Bestimmte Nachweise der Bunkerlieferanten müssen hierdurch nicht vor jedem Bunkervorgang neu übermittelt und geprüft werden, sondern sind für die Gültigkeitsdauer der Bescheinigung fixiert. Des Weiteren bietet das IAPH Audit Tool eine offene Informationsplattform, auf der die (Hafen-)Behörden Dokumente untereinander austauschen können und so bspw. eine höhere Transparenz und Prozesssicherheit herstellen können. Die Informationsplattform dient als Ablageort für:

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

Auf Basis des IAPH Audit Tools sind im Leitfaden Eckpunkte aufgeführt, die es den zuständigen (Hafen-)Behörden in den deutschen Seehäfen ermöglichen, bei Bedarf ein eigenes Modell zur Vorqualifizierung von Bunkerlieferanten zu entwickeln.

Ungeachtet der Nutzung des IAPH Audit Tools wird angeregt, eine für alle (Hafen-)Behörden zugängliche digitale Plattform nach dem oben aufgeführten Vorbild zu schaffen, auf der Grundlagendokumente und Informationen zum Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe abgelegt werden können.

Eine weitere Empfehlung zur Vereinfachung des Genehmigungsprozesses ist die Benennung von Single Points of Contact in Form des Bunkerlieferanten (für die Bunkerparteien) sowie der zuständigen (Hafen-)Behörde (für die Behörden). Damit verbunden ist die stellvertretende Regelung des Dokumenten- und Informationsaustauschs. Hierdurch wird sichergestellt, dass sowohl die Dokumente der Bunkerparteien an die richtigen Stellen gelangen als auch die nicht direkt in die Hafenaktivitäten eingebunden Behörden ihren Zuständigkeiten adäquat nachkommen können.

### ***Handlungsfeld: Harmonisierung von Risikoanalysen (modularer Werkzeugkasten)***

Aktuell gibt es ohne Risikoanalysen keine Genehmigung von LNG-Bunkervorgängen. Diese werden von Bunkerlieferanten für ihre Bunkerfahrzeuge bzw. -anlagen sowie von Hafenbehörden oder von ihnen beauftragte unabhängige Stellen für Häfen erstellt. Um das Vorgehen zu harmonisieren und einheitliche Sicherheitsniveaus zu etablieren, wurde in der Studie ein modularer Werkzeugkasten für die Durchführung von Risikoanalysen entwickelt. Unter Berücksichtigung der jeweiligen stofflichen Eigenschaften kann dieser auf jeden alternativen Schiffskraftstoff angewendet werden. Daraus ergeben sich spezifische Sicherheitsmaßnahmen und Anforderungen für die Bebunkerung (bspw. Kontrollzonen).

Der Werkzeugkasten verfolgt sowohl eine konsequenzbasierte als auch eine wahrscheinlichkeitsbasierte Betrachtung der möglichen Fehlerszenarien von Bunkervorgängen. Risikomindernde Sicherheitsmaßnahmen werden nach dem Modell der drei Verteidigungsebenen sowie unter Berücksichtigung des Prinzips ALARP (As Low as Reasonably Practicable = so niedrig wie vernünftigerweise praktikabel) empfohlen.

Bei der Entwicklung des Werkzeugkastens wurde ein Fokus auf die Bedingungen für SIMOPS gelegt, welche die Belange der Terminalbetreiber adressieren und insbesondere das simultane Be- und Entladen bzw. den Passagierwechsel einschließen. Es wurde festgestellt, dass die in der Risikoanalyse ermittelten Kontrollzonen den größten Einfluss auf die Möglichkeit von SIMOPS haben. Empfohlen wird, SIMOPS in der Safety Zone im Allgemeinen auszuschließen. Ausnahmen von dieser Regelung bedingen geeignete technische und/oder organisatorische Maßnahmen (ALARP). In der Hazardous Zone als auch schwelend darüber sind SIMOPS dagegen zwingend auszuschließen.

Für die zuständigen (Hafen-)Behörden ergibt sich die Möglichkeit, mit Hilfe des Werkzeugkastens bereits im Vorfeld die hafenspezifischen Besonderheiten zu adressieren und eine Einhaltung möglicherweise geltender Beschränkungen zu fördern. Es wird empfohlen, dass die deutschen Seehäfen grundsätzlich, eingeschränkt und nicht mögliche Bunkerliegeplätze kartieren und die wesentlichen Bunker-Parameter nennen. Die Kartierung ist für jeden einzelnen alternativen Kraftstoff, zunächst aber für LNG durchzuführen. Die Harmonisierung von Umfang und Art der auszutauschenden Informationen verspricht, die Anforderungen für eine Genehmigung von Bunkervorgängen sowohl vonseiten der Hafenbehörden als auch aus Sicht der Bunkerparteien standortübergreifend transparent zu gestalten. Eine Einbindung der zuvor genannten offenen Informationsplattform ggf. mit harmonisierten Online-Formularen ist denkbar.

#### ***Handlungsfeld: Einschätzung lokaler Gegebenheiten***

Abschließend werden im Leitfaden Handlungshilfen für die am jeweiligen Standort beteiligten Behörden definiert. Aspekte, die für eine individuelle standortspezifische Betrachtung notwendig sind, wurden ergänzt. Sie können die Anwendung des entwickelten Werkzeugkastens für harmonisierte Risikobewertungen im jeweiligen lokalen Kontext erleichtern.

Die behandelten Bunkerkonzepte werden mit typischen Liegeplatzsituationen auf Basis der Hafenkategorisierung aus dem zweiten Band der Studie kombiniert, sodass eine einheitliche Struktur für die Risikobewertung sämtlicher Zusammensetzungen aus Bunkerkonzept und Liegeplatz entsteht. Hiermit soll den deutschen Seehäfen die Arbeit mit dem modularen Werkzeugkasten unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen Eigenheiten erleichtert werden. Bei der Bewertung der Liegeplatzsituationen wurden die Kontrollzonen und Risikoakzeptanzkriterien als wichtigste Kriterien identifiziert.

Auf Basis der hafenspezifischen Liegeplatzsituationen wird angeregt, dass die zuständige (Hafen-)Behörde für die zum Bunkern geeigneten Liegeplätze jeweils ein empfohlenes Bunkerkonzept ableitet und dieses ausweist. Die Darstellung kann bspw. durch das zuvor erwähnte Kartierungsmodell erfolgen.

Ebenso wurden Bedingungen für Bunkervorgänge an ausgewählten Liegeplätzen in den deutschen Seehäfen gewürdigt, die über rechtlich vorgeschriebene Anforderungen hinausgehen, wie z. B. ein erhöhter Abstand zwischen Tank und Außenhaut des Bunkerschiffes zur Reduzierung der Wahrscheinlichkeit einer Tankbeschädigung bei Kollision. Bei einem durch örtliche Besonderheiten ggf. erhöhten individuellen Gefährdungspotenzial ist eine Auswahl von Möglichkeiten zur Reduzierung der Wahrscheinlichkeit einer Tankbeschädigung zu berücksichtigen. Hierzu zählen sowohl bauliche Vorgaben als auch Äquivalenznachweise oder operative Sicherheitsmaßnahmen.

Mit den Vorschlägen zur Anpassung der Regelungstexte, zur Harmonisierung der Genehmigungsprozesse und Risikoanalysen sowie zur Beurteilung lokaler Gegebenheiten in den Seehäfen, skizziert der vorliegende Leitfaden eine Vielzahl von Ansätzen für einen adaptierten Rechtsrahmen. Dieser wird benötigt, um Anforderungen der maritimen Branche an international gleichwertige Verfahren und Vorschriften für Bunkervorgänge mit alternativen Kraftstoffen auch in deutschen Seehäfen Rechnung zu tragen.

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

# Band 2

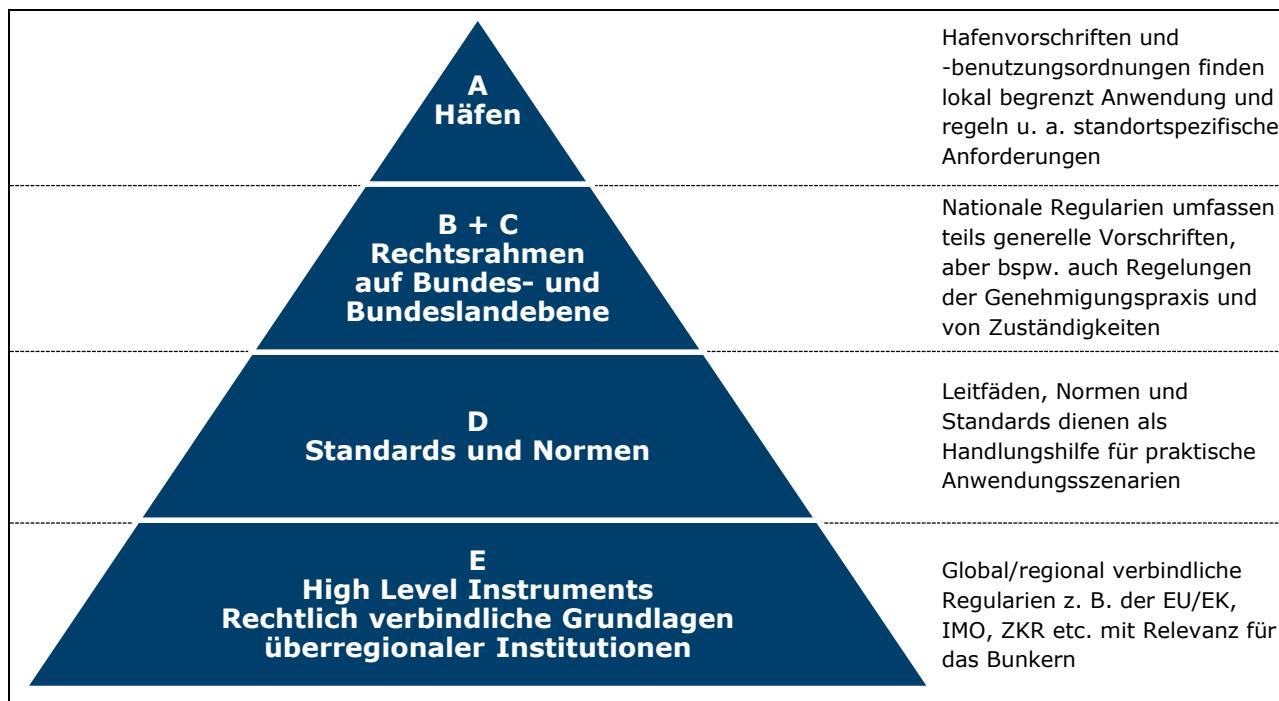
## RECHTLICHE GRUNDLAGEN FÜR DAS BUNKERN ALTERNATIVER SCHIFFSKRAFTSTOFFE UND IHRE ANWENDUNG IN DER PRAXIS



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

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

Abbildung 1 | Ebenen der rechtlichen Rahmenbedingungen für Bunkervorgänge<sup>9</sup>



### 2.1 Analyse nationaler rechtlicher Grundlagen

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

<sup>9</sup> Vgl. EMSA, 2018, S. 87.

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

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

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

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

## 2.1.1 Deutschland

### Regelung der Zuständigkeiten auf nationaler Ebene

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

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

<sup>10</sup> Vgl. Germanischer Lloyd, 2012, S. 145.

<sup>11</sup> Vgl. Germanischer Lloyd, 2012, S. 144.

## Darstellung des Rechtsrahmens auf Bundesebene

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

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

### SeeAufgG

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

### Schiffssicherheitsgesetz (SchSG)

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

### Seeschifffahrtsstraßen-Ordnung (SeeSchStrO)

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

### Gefahrgutverordnung See (GGVSee)

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

<sup>12</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 1965.

<sup>13</sup> Vgl. BG Verkehr, 2018.

<sup>14</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 1998.

<sup>15</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 1971.

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

### **Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt (GGVSEB)**

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

### **BImSchG**

Das BImSchG dient dem Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen. Es besitzt zusammen mit dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), der Störfall-Verordnung und der BetrSichV eine Relevanz für die Genehmigung der landseitigen Durchführung von Bunkervorgängen. Eine genehmigungsbedürftige Anlage nach BImSchG ergibt sich aus den Bestimmungen der vierten VO zur Durchführung des BImSchG (VO über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. Bundes-Immissionsschutzverordnung). Gemäß § 1 (1) dieser VO besteht die Genehmigungspflicht nur im Falle eines Betriebs, der länger als 12 Monate am gleichen Ort stattfindet.<sup>19</sup> Somit ist eine BImSchG-Genehmigung i. d. R. nur für ortsfeste, landseitige Bunkeranlagen einzuholen. Hierbei entfaltet das BImSchG nach § 13 eine Konzentrationswirkung<sup>20</sup>, d. h. eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung umfasst auch die meisten anderen für die Errichtung der Anlage erforderlichen behördlichen Entscheidungen.<sup>21</sup> Für Antragsteller eines Genehmigungsverfahrens nach dem BImSchG hat das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz einen Leitfaden veröffentlicht.<sup>22</sup>

<sup>16</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2016.

<sup>17</sup> Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2020.

<sup>18</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2009.

<sup>19</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2013.

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

<sup>21</sup> Vgl. Taskforce LNG, 2016, S. 13.

<sup>22</sup> Vgl. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, 2020.

**Tabelle 2 | Zuständige Behörden für die Genehmigung von ortsfesten Bunkeranlagen nach Bundesland<sup>23</sup>**

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

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

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

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

## BetrSichV

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

<sup>23</sup> Vgl. Taskforce LNG, 2016, S. 21.

<sup>24</sup> 0,671 kg LNG entsprechen 1 m<sup>3</sup>.

<sup>25</sup> Vgl. Taskforce LNG, 2016, S. 12.

<sup>26</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 1974.

<sup>27</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2000.

Zudem bedürfen Anlagen einschließlich der Lager- und Vorratsbehälter zum Befüllen von Land-, Wasser- und Luftfahrzeugen mit verflüssigten entzündbaren Gasen nach § 18 (1) 3. einer Erlaubnis der zuständigen Behörde.<sup>28</sup> <sup>29</sup> Mobile Versorgungseinheiten für verflüssigte entzündbare Gase, wie Tankkraftwagen (Tkw), fallen dabei unter die Definition mobiler Gasfüllanlagen, die gemäß Beschluss des Länderausschusses für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) aus dem Mai 2019 auch Bunkerschiffe unter deutscher Flagge einschließt. In Folge des Beschlusses wurden vom LASI ergänzend zur LASI-Veröffentlichung 49, welche Erläuterungen und Hinweise für die Durchführung der Erlaubnisverfahren nach § 18 der BetrSichV enthält<sup>30</sup>, spezifische Anforderungen an die Erteilung einer Erlaubnis für mobile Gasfüllanlagen erarbeitet<sup>31</sup>. Hinsichtlich des Umgangs mit Methanol gelten gemäß § 18 (1) 4. - 6. lediglich für ortsfeste bzw. dauerhaft am gleichen Ort betriebene Anlagen zur Lagerung und Bebunkerung entzündbarer Flüssigkeiten die obengenannten Vorschriften für überwachungsbedürftige Anlagen.<sup>32</sup>

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

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

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

### **Gesetz über die UVP**

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

<sup>28</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2015.

<sup>29</sup> Vgl. LASI, 2020.

<sup>30</sup> Vgl. LASI, 2017.

<sup>31</sup> Vgl. LASI, 2019.

<sup>32</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2015.

<sup>33</sup> Vgl. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2020.

<sup>34</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 1990.

## **Genehmigungsverfahren für landseitige Bunkervorgänge**

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

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

## **Vorgaben und Genehmigungsverfahren für seeseitige Bunkervorgänge**

Die Klassifizierung von Bunkerschiffen für verflüssigte Gase erfolgt nach dem IGC-Code<sup>38</sup>, während Bunkerschiffe für Methanol nach dem IBC-Code gebaut werden müssen.<sup>39</sup> Schiffe, die die betrachteten alternativen Kraftstoffe für den Eigenantrieb nutzen, werden nach dem IGF-Code klassifiziert.<sup>40 41</sup> Somit entsprechen der Bau und die Ausrüstung den Sicherheitsanforderungen an die entsprechenden Bunkervorgänge. Standortabhängig kann neben der im jeweiligen Hafen zuständigen Behörde auch das örtliche WSA eine Verantwortung bzgl. der Genehmigung von Bunkervorgängen besitzen, insofern dadurch ein Einfluss auf die passierenden Verkehre auf einer Bundeswasserstraße auftritt.

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

## **Verantwortlichkeiten der Antragstellung und weiteres Vorgehen**

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

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

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

<sup>35</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 1974.

<sup>36</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2009.

<sup>37</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2015.

<sup>38</sup> Vgl. Germanischer Lloyd, 2012.

<sup>39</sup> Vgl. IMO, 2021a.

<sup>40</sup> Vgl. Germanischer Lloyd, 2012.

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

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

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

**Tabelle 4 | Zuständige Organisationen für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe auf Bundesebene**

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

### 2.1.1.1 Niedersachsen

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

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

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

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

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

<sup>43</sup> Vgl. Niedersachsen Ports, 2020e, S. 4ff.

<sup>44</sup> Vgl. Germanischer Lloyd, 2012, S. 153.

<sup>45</sup> Vgl. Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung, 2007.

<sup>46</sup> Vgl. Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung, 2009.

<sup>47</sup> Vgl. Niedersachsen Ports, 2020e, S. 18.

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

**Tabelle 5 | Zuständige Behörden für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe in Niedersachsen**

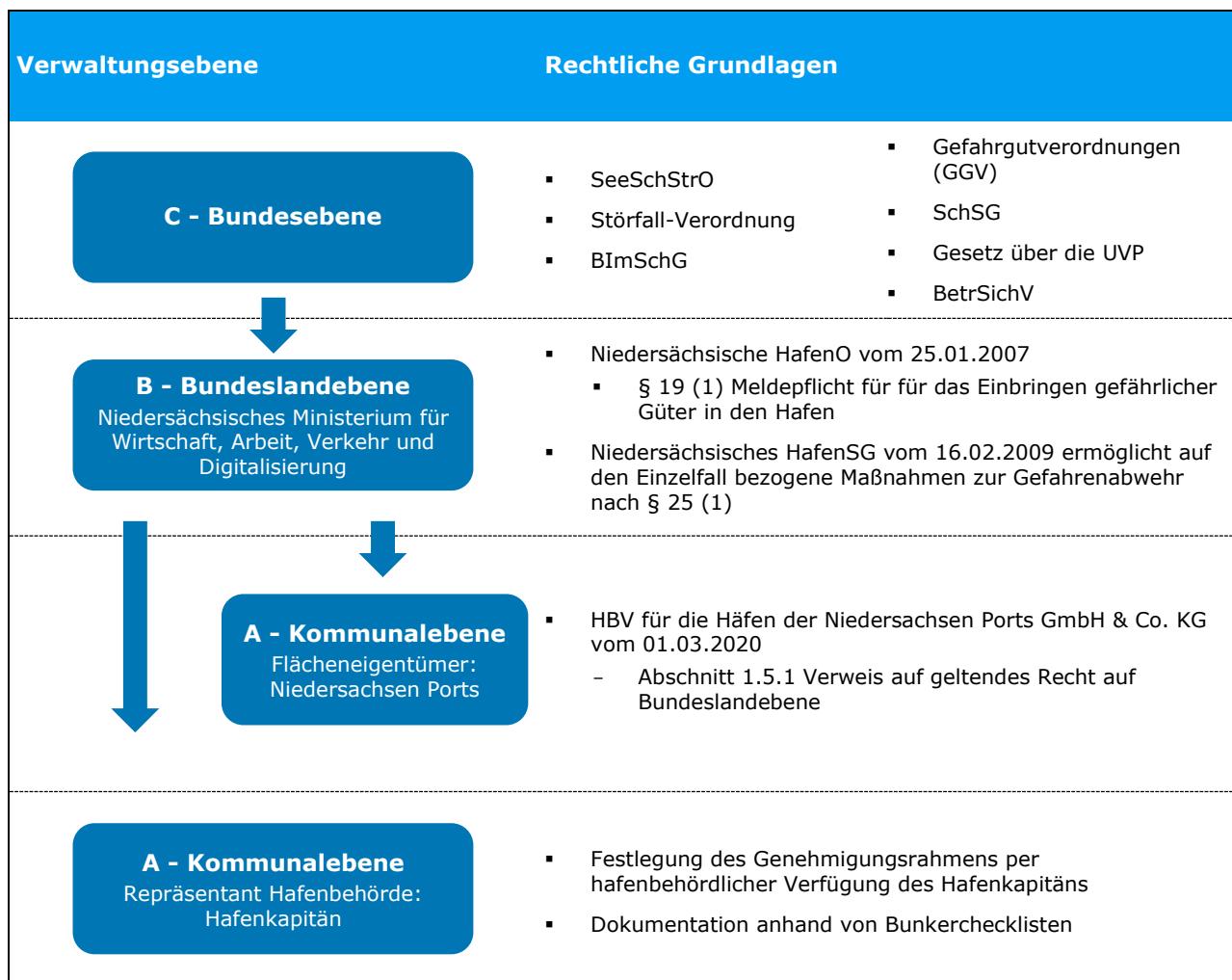
					
<b>Niedersachsen</b>	<b>Tkw</b>	<b>Ortsfeste Bunkeranlage</b>	<b>Bunkerschiff/-barge</b>	<b>Bunkervorgang</b>	<b>Bunkerempfänger</b>
Hafenbehördliche Verfügung LNG Bunkern (A) <sup>48</sup>	Feuerwehr, zuständige Hafenbehörde	Zuständige Hafenbehörde	Feuerwehr, WSA bei Bundeswasserstraße, zuständige Hafenbehörde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

<sup>48</sup> Vgl. Kategorisierung in Kapitel 2.1.5

## Emden

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

**Abbildung 2 | Zuständigkeitebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Emden**



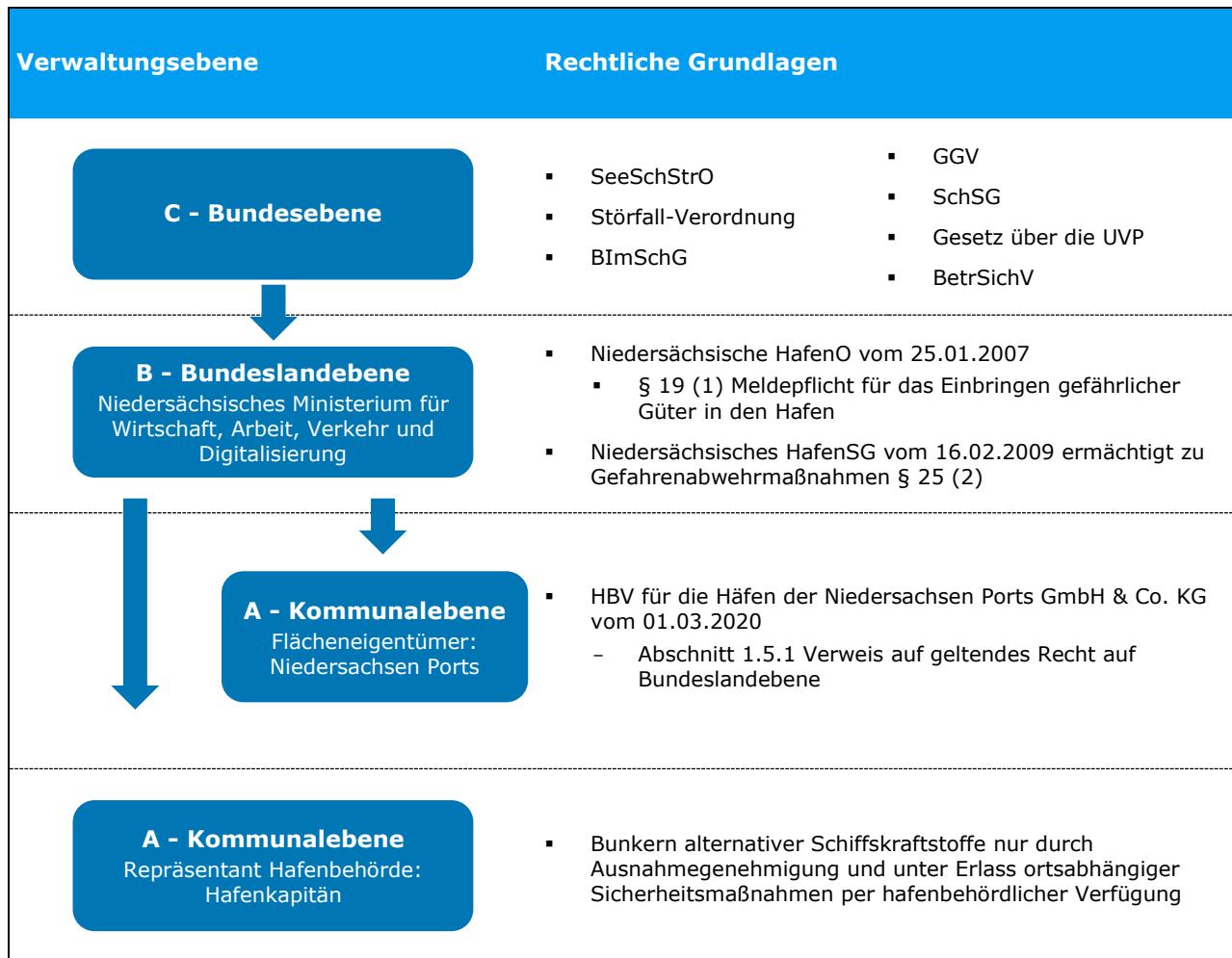
<sup>49</sup> Vgl. Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung, 2017.

<sup>50</sup> Vgl. Täglicher Hafenbericht, 2020a.

## Cuxhaven

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

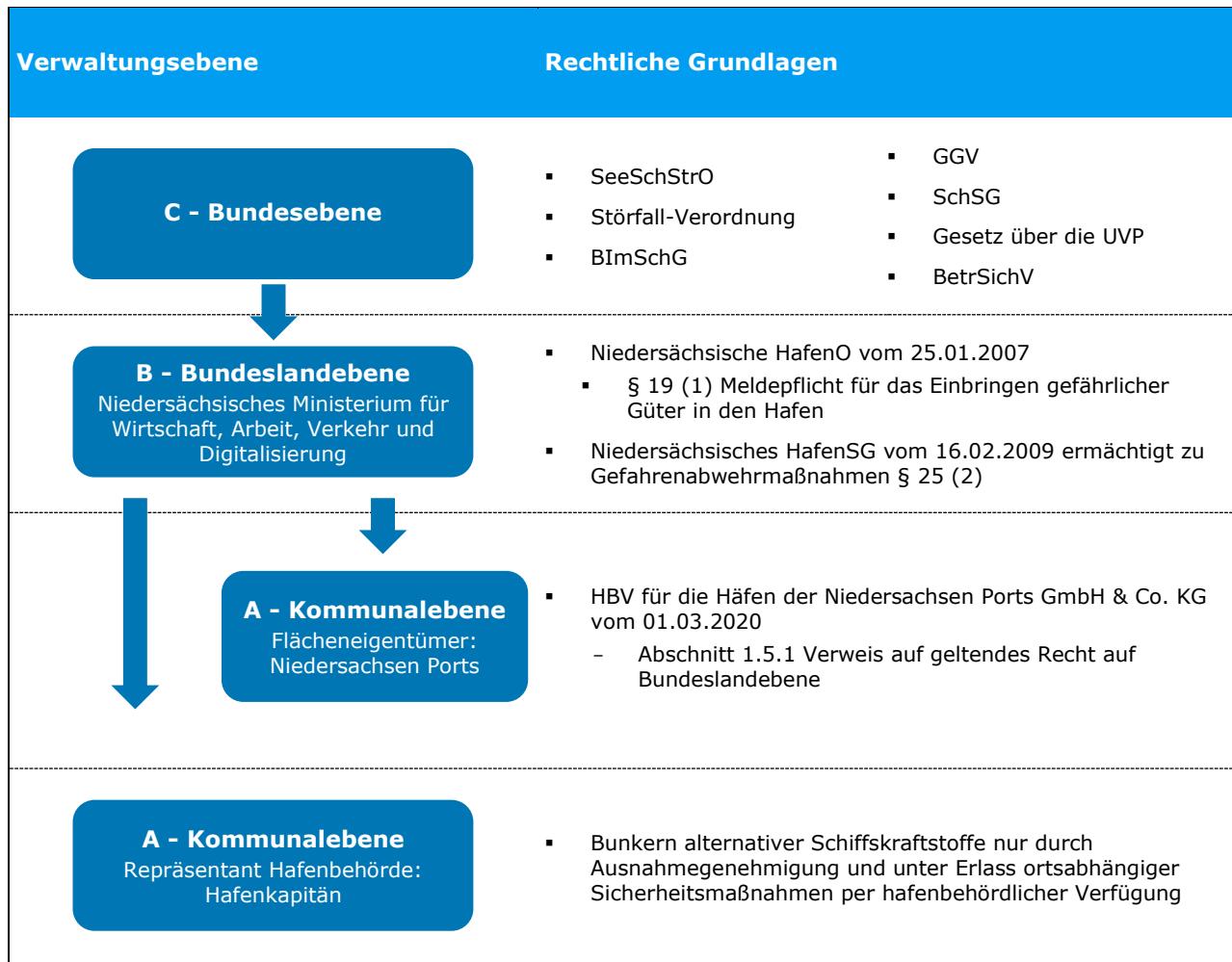
**Abbildung 3 | Zuständigkeitebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Cuxhaven**



## Wilhelmshaven

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

**Abbildung 4 | Zuständigkeitebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Wilhelmshaven**



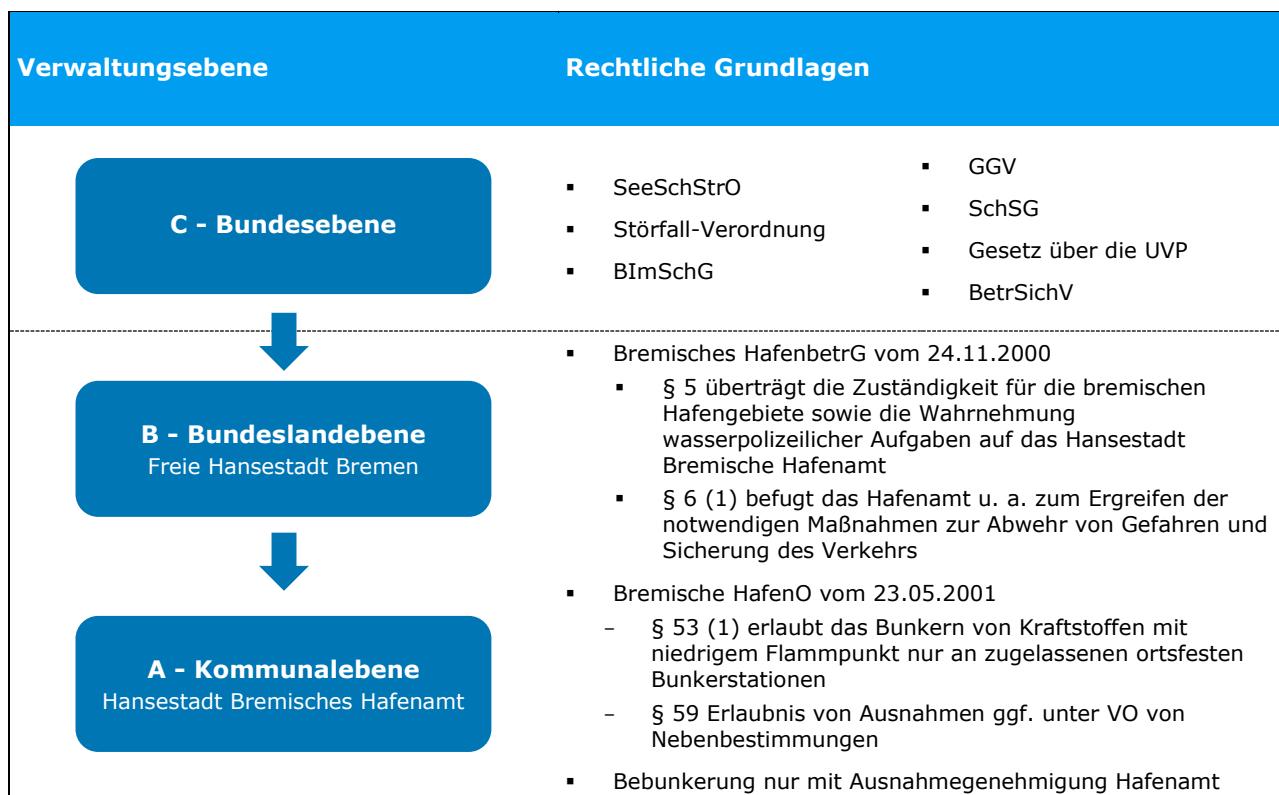
### 2.1.1.2 Bremen

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

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

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

**Abbildung 5 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Bremen**



<sup>51</sup> Vgl. Senat der Freien Hansestadt Bremen, 2000.

<sup>52</sup> Vgl. Senat der Freien Hansestadt Bremen, 2001.

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

**Tabelle 6 | Zuständige Behörden für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe in Bremen**

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

<sup>53</sup> Vgl. Kategorisierung in Kapitel 2.1.5

### 2.1.1.3 Hamburg

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

Weitere zu beachtende VO auf Bundeslandebene sind die Gefahrgut- und Brandschutzverordnung (GGBV) Hafen Hamburg und die Hafenverkehrsordnung. Während die Hamburger Hafenverkehrsordnung vorwiegend die Meldepflichten und allgemeinen Verkehrsvorschriften im Hafengebiet regelt<sup>56</sup>, wird das Bunkern von Schiffskraftstoffen in § 14 der GGBV behandelt. Die Sätze 1 und 2 des § 14 (1) untersagen die Übergabe von Schiffskraftstoffen mit einem Flammpunkt unter 55°C im TTS- und STS-Konzept. Allerdings können von dieser Vorgabe Ausnahmen erlassen werden, die gemäß § 14 (2) die Sicherheit durch andere geeignete Maßnahmen gewährleisten. Jedoch dürfen nach § 10 (2) Bunkerschiffe, die entzündbare Flüssigkeiten oder Chemikalien mit einem Flammpunkt bis zu 55°C befördern, nur in Tankhäfen liegen. Diese wiederum dürfen nach § 11 (1) Nr. 1 bis 3 nur von Bunkerschiffen, Hafengüterfahrzeugen oder Schubleichtern und Schubbooten befahren werden. Für ortsfest installierte Anlage zum Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe werden keine näheren Angaben gemacht, diese müsste sich gemäß § 14 (1) Satz 6 aber mindestens an den in Anlage 5 der GGBV vorgeschriebenen Sicherheitsbestimmungen orientieren.<sup>57</sup>

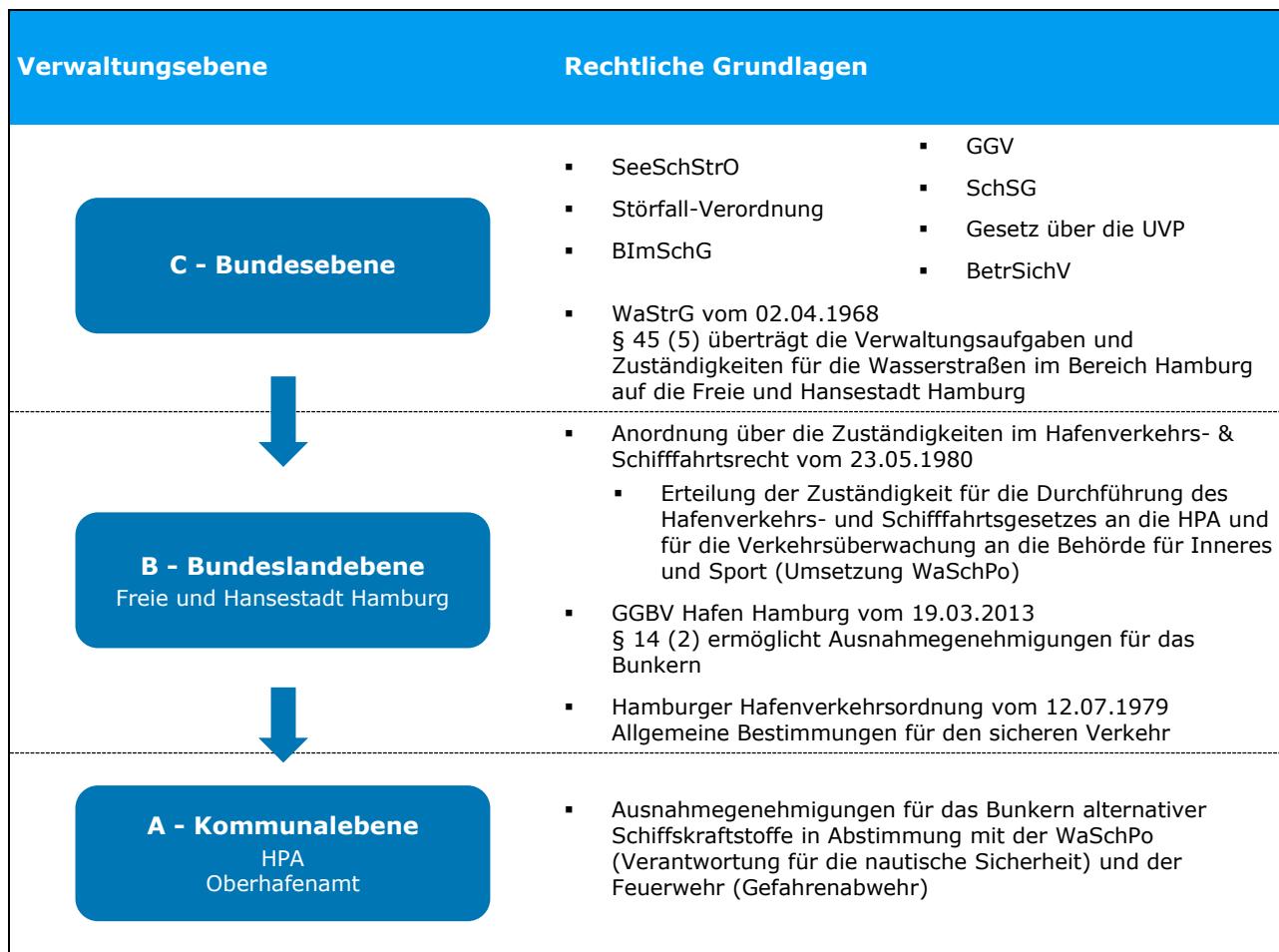
<sup>54</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 1968.

<sup>55</sup> Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg, 1980.

<sup>56</sup> Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg, 1979.

<sup>57</sup> Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg, 2013.

**Abbildung 6 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Hamburg**



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

**Tabelle 7 | Zuständige Behörden für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe in Hamburg**

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

<sup>58</sup> Vgl. Kategorisierung in Kapitel 2.1.5

#### **2.1.1.4 Schleswig-Holstein**

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

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

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

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

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

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

**Tabelle 8 | Zuständige Behörden für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe in SH**

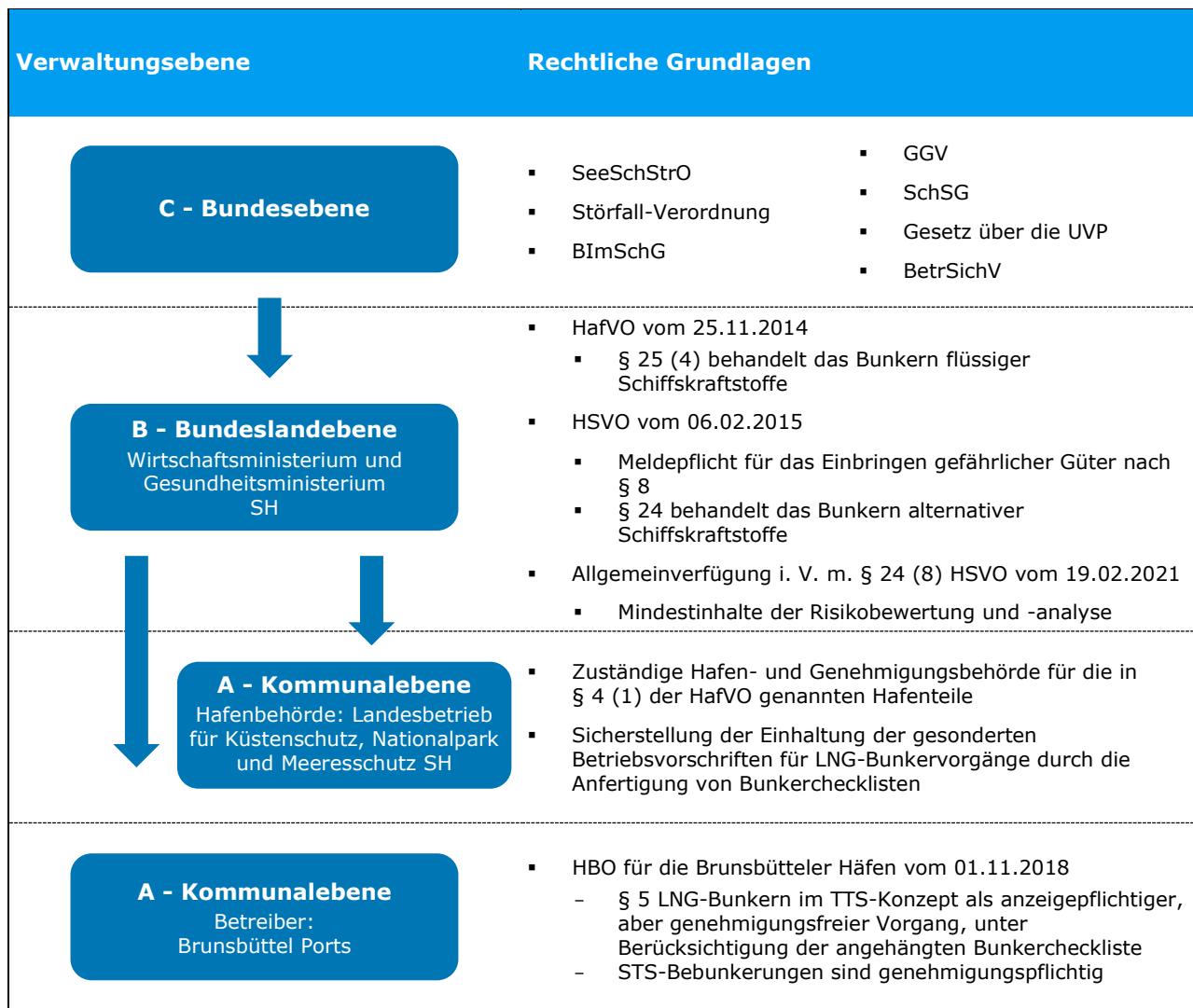
						
<b>SH</b>	<b>Tkw</b>	<b>Ortsfeste Bunkeranlage</b>	<b>Bunkerschiff/-barge</b>	<b>Bunkervorgang</b>	<b>Bunkerempfänger</b>	
HBO (A) <sup>62</sup>	Zuständige Hafenbehörde		Zuständige Hafenbehörde			
HSVO (B)	Zuständige Hafenbehörde		WaSchPo, zuständige Hafenbehörde			
HafVO (B)	Polizei, Zuständige Hafenbehörde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

<sup>62</sup> Vgl. Kategorisierung in Kapitel 2.1.5

## Brunsbüttel

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

**Abbildung 7 | Zuständigkeitebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Brunsbüttel**



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

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

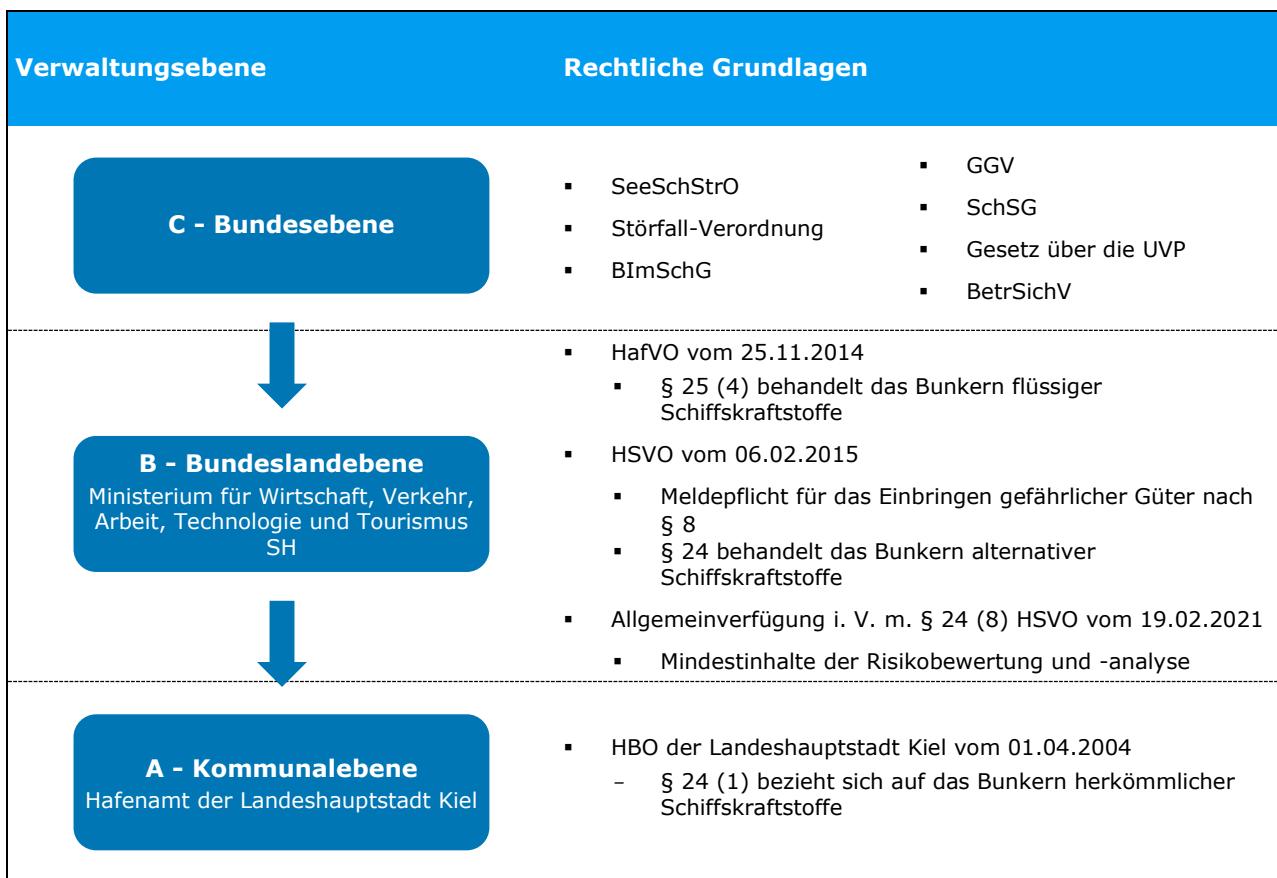
Hierfür wird im Anhang der HBO eine Bunkercheckliste zur Verfügung gestellt, die die Vorgänge begleitet und dokumentiert. LNG-Bebunkerungen im STS-Konzept sind weiter genehmigungspflichtig. Spezielle Bunkerliegeplätze sind für LNG-Bunkervorgänge nicht vorgegeben. Weitere Regularien für das Bunkern alternativer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

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

## Kiel

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

**Abbildung 8 | Zuständigkeitebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Kiel**



<sup>64</sup> Vgl. Brunsbüttel Ports, 2018.

<sup>65</sup> Vgl. German LNG Terminal, 2020.

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

<sup>67</sup> Vgl. Landeshauptstadt Kiel, 2004.

### **2.1.1.5 Mecklenburg-Vorpommern**

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

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

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

<sup>68</sup> Vgl. Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Gesundheit Mecklenburg-Vorpommern, 2006.

<sup>69</sup> Vgl. Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Gesundheit Mecklenburg-Vorpommern, 2008.

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

**Tabelle 9 | Zuständige Behörden für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe in MV**

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

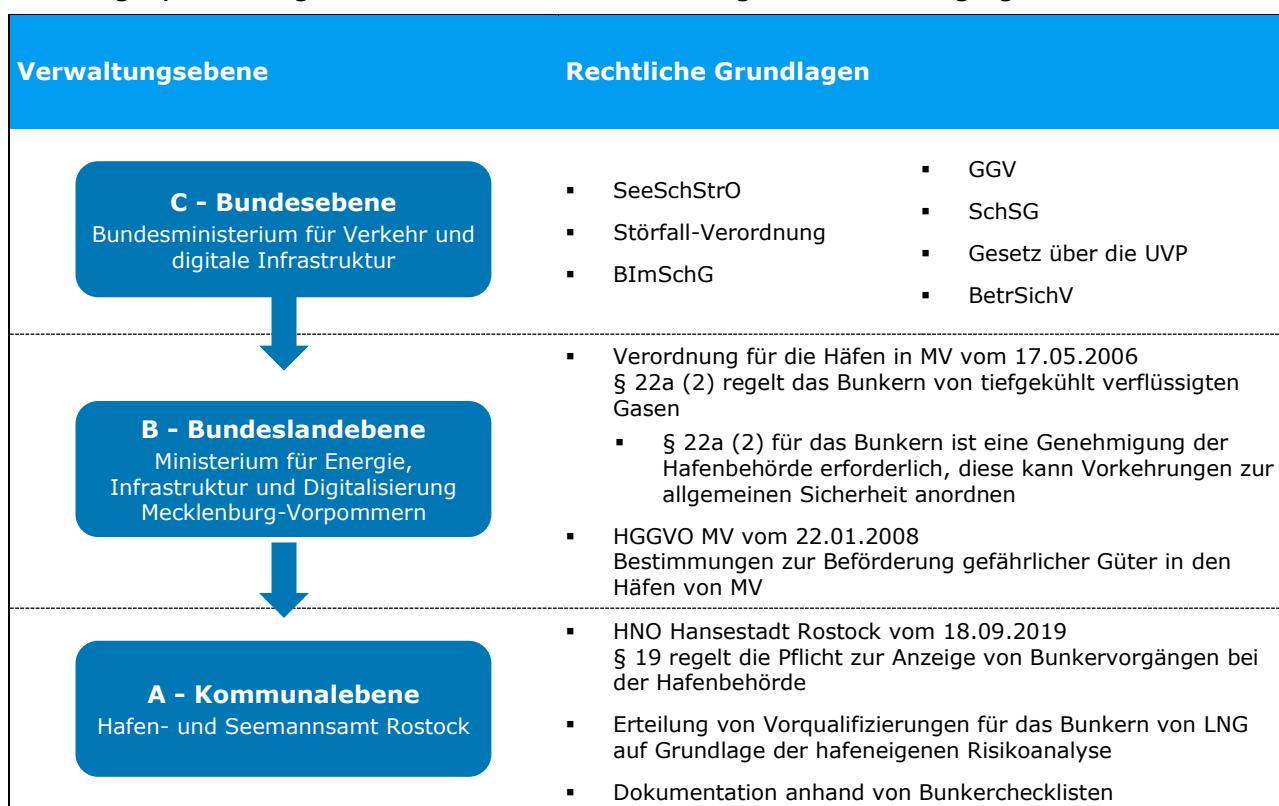
<sup>70</sup> Vgl. Kategorisierung in Kapitel 2.1.5

## Rostock

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

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

**Abbildung 9 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Rostock**



<sup>71</sup> Vgl. Hansestadt Rostock, 2019.

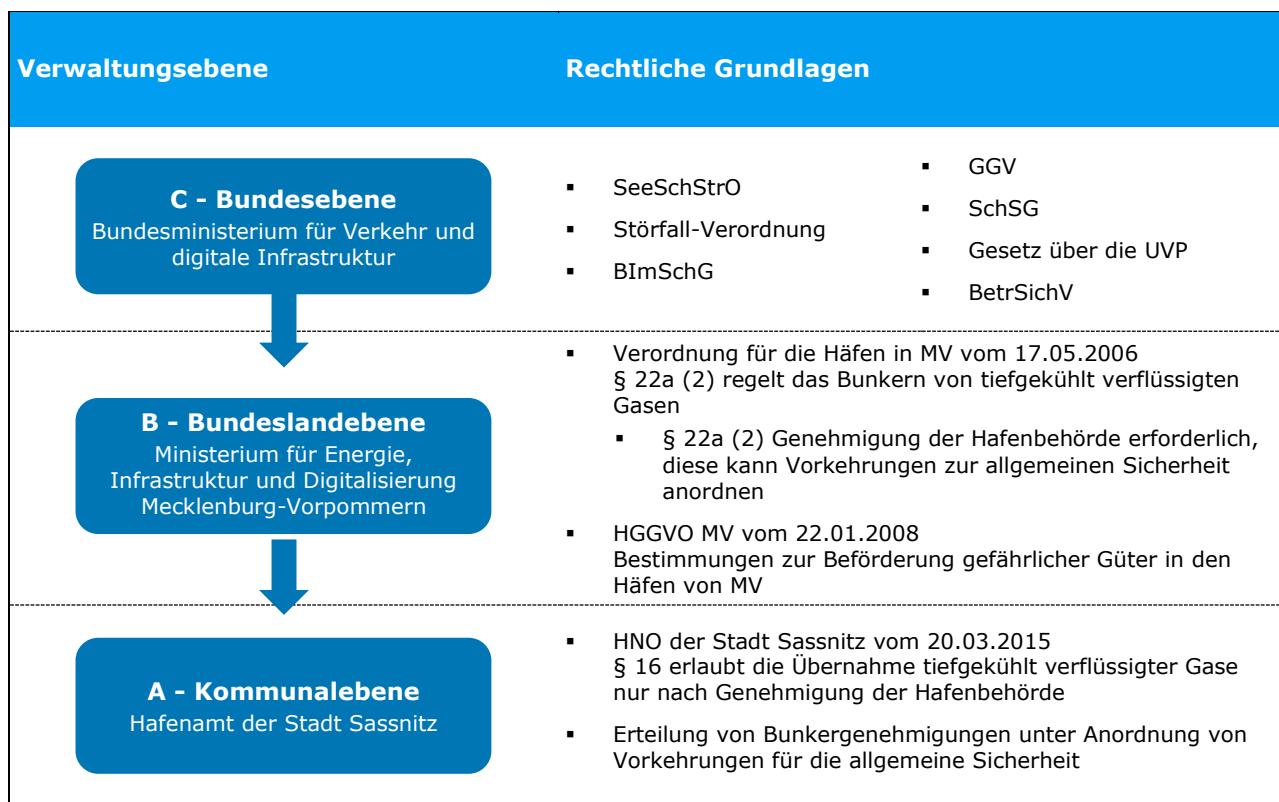
<sup>72</sup> Vgl. Hansestadt Rostock, 2020.

<sup>73</sup> Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

## Sassnitz

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

**Abbildung 10 | Zuständigkeitebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Sassnitz**



<sup>74</sup> Vgl. Stadt Sassnitz, 2015.

### 2.1.1.6 Baden-Württemberg

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

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

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

<sup>75</sup> Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2016.

<sup>76</sup> Vgl. Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 1983.

<sup>77</sup> Vgl. Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 1983.

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

**Tabelle 10 | Zuständige Behörden für Bunkervorgänge alternativer Schiffskraftstoffe in BW**

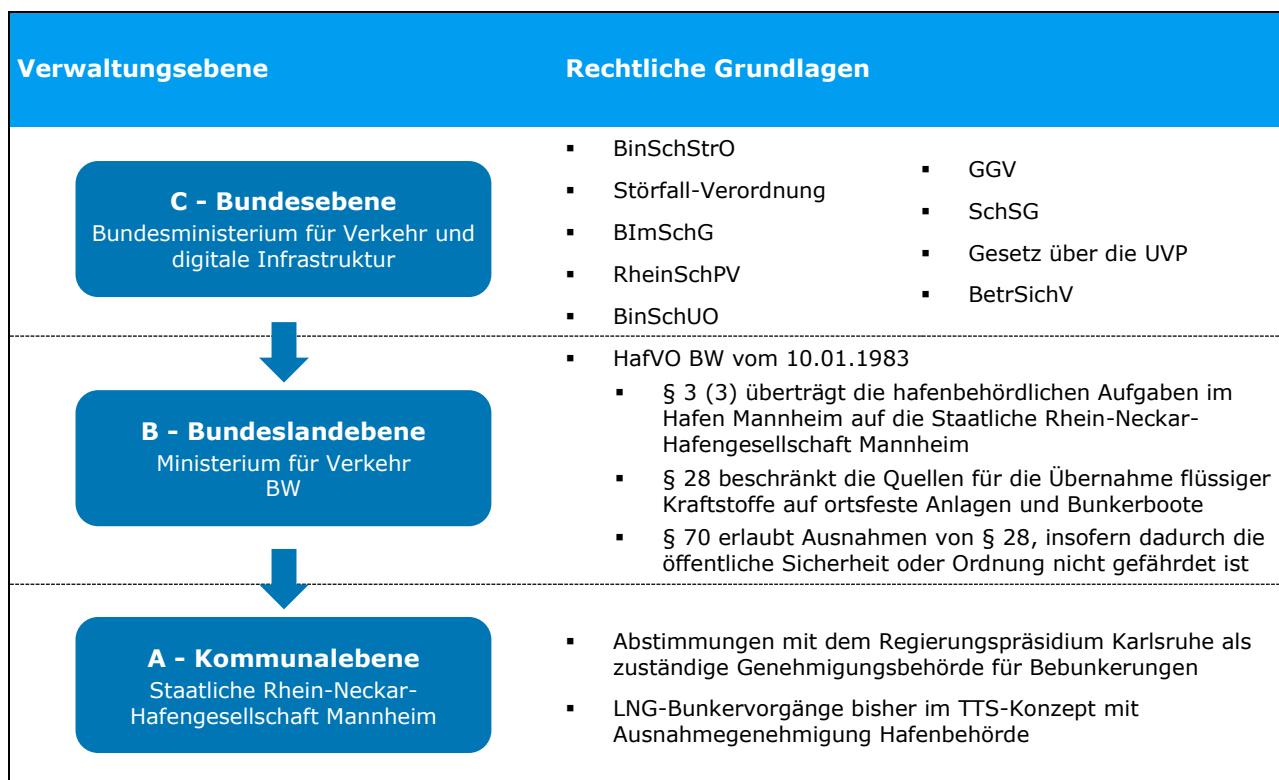
					
<b>BW</b>	<b>Tkw</b>	<b>Ortsfeste Bunkeranlage</b>	<b>Bunkerschiff/-barge</b>	<b>Bunkervorgang</b>	<b>Bunkerempfänger</b>
HafVO BW (B) <sup>78</sup>	Feuerwehr, Polizei, Staatliche Rhein-Neckar-Hafengesellschaft Mannheim, WSA				

<sup>78</sup> Vgl. Kategorisierung in Kapitel 2.1.5

## Mannheim

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

**Abbildung 11 | Zuständigkeitebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Mannheim**



## 2.1.2 Niederlande

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

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

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

In den Niederlanden existieren überdies Risikostandards für die externe Sicherheit von Betrieben, die mit Gefahrstoffen arbeiten. Diese sind im Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) (externe Sicherheit von Einrichtungen) gesetzlich festgelegt<sup>82</sup>, der gemeinsam mit dem Besluit risico's zware ongevallen (BRZO) die Seveso-III-Richtlinie in niederländisches Recht überträgt.<sup>83</sup> Das Ziel dieser VO ist es, sowohl für Einzelpersonen als auch für Gruppen von Bürgern ein Mindestmaß an Schutz vor einem Unfall mit gefährlichen Stoffen zu gewährleisten.<sup>84</sup> Die Bevi-Standards können in der Praxis bspw. angewendet werden, um externe Risiken von Bunkervorgängen zu bestimmen (siehe Kapitel 3.3.4).

Weitere europäische Richtlinien wurden bspw. durch die Binnenschifffahrtsordnung (Binnenvaartregeling) in das niederländische Recht überführt. Hier wurde bspw. die Richtlinie (EU) 2016/1629 umgesetzt<sup>85</sup>, die durch die Referenz zum ES-TRIN-Standard (siehe Kapitel 2.2.1.2) technische Vorschriften für den Einsatz von LNG als Schiffskraftstoff in Binnenschiffen enthält.

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

In den Niederlanden besteht mit dem Publicatiereeks gevaarlijke stoffen (PGS) Projectbureau<sup>88</sup> eine Organisation, die Informationspapiere zu Gefahrstoffen veröffentlicht und praktische Empfehlungen für

<sup>79</sup> Vgl. Rijksoverheid, 1992.

<sup>80</sup> Vgl. PGS projectbureau, 2014, S. 46.

<sup>81</sup> Vgl. PGS projectbureau, 2014, S. 46f.

<sup>82</sup> Vgl. Rijksoverheid, 2016.

<sup>83</sup> Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2020.

<sup>84</sup> Vgl. Gemeinde Amsterdam, 2019.

<sup>85</sup> Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2016.

<sup>86</sup> Vgl. PGS projectbureau, 2014, S. 51f.

<sup>87</sup> Vgl. IMO, 2020b.

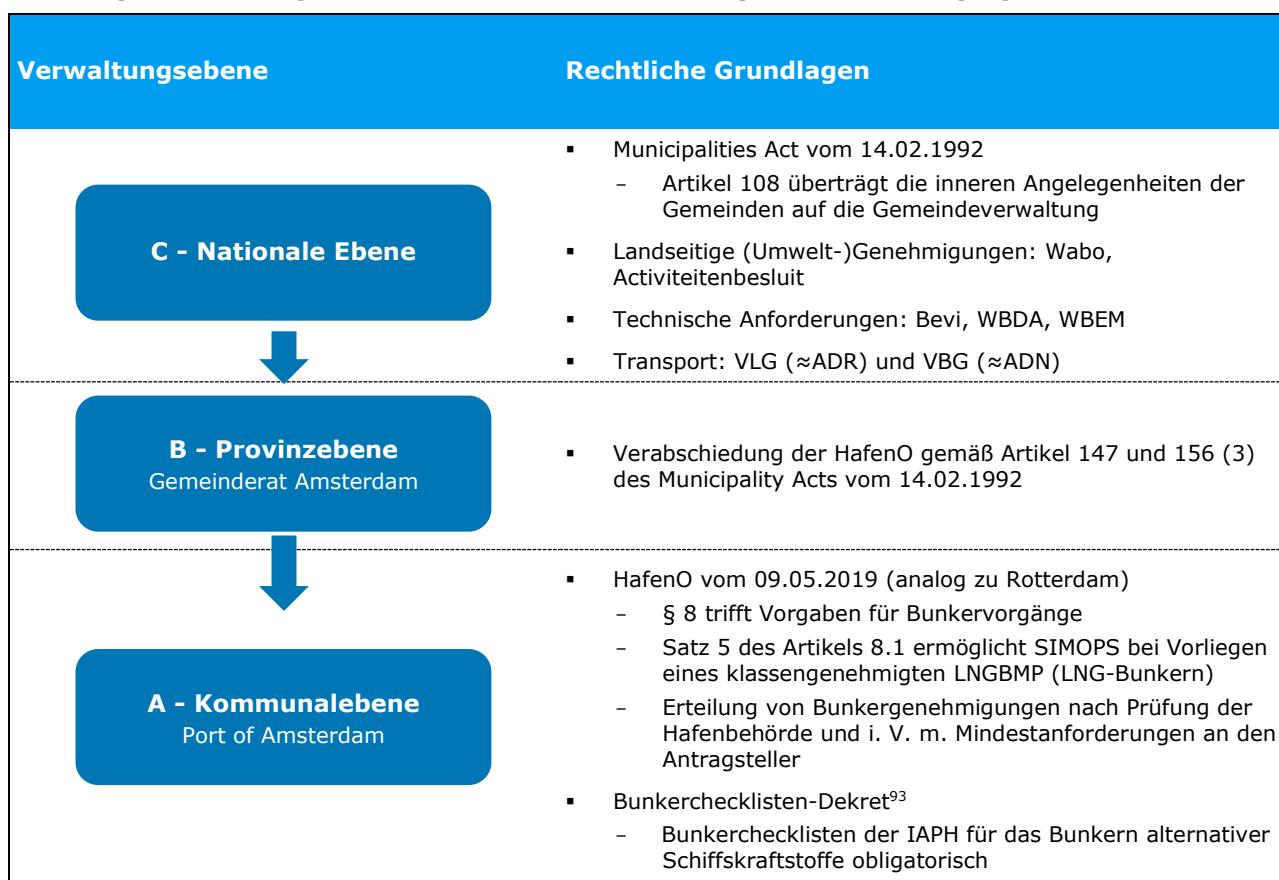
<sup>88</sup> Vgl. PGS projectbureau, 2021.

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

### 2.1.2.1 Amsterdam

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

**Abbildung 12 | Zuständigkeitebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Amsterdam**



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

<sup>89</sup> Vgl. PGS projectbureau, 2014.

<sup>90</sup> Vgl. PGS projectbureau, 2020.

<sup>91</sup> Vgl. Port of Amsterdam, 2019.

<sup>92</sup> Vgl. Port of Amsterdam, 2020a.

<sup>93</sup> Vgl. Port of Amsterdam, 2021.

genutzten Bunkerliegeplätzen gebunkert wird. SIMOPS bei LNG-Bunkervorgängen sind grundsätzlich möglich, sofern ein klassegenehmigter LNG-Bunkermanagementplan (LNGBMP) vorliegt. Mit dem Artikel 8.7 verfügt die Hafenbehörde, dass je nach Kraftstoffart das Führen entsprechend angepasster Bunkerchecklisten vorgegeben werden kann.<sup>94</sup> Darauf aufbauend wurde ein Dekret erlassen, das für das Bunkern diverser alternativer Schiffskraftstoffe die Dokumentation anhand der Bunkerchecklisten der IAPH<sup>95</sup> verpflichtend vorschreibt.<sup>96</sup> Für das Bunkern von LNG bestehen darüber hinaus nach Artikel 8.8 der HafenO erweiterte Vorschriften für die Signalgebung<sup>97</sup>. Ein weiteres Dekret definiert die von der passierenden Schifffahrt einzuhaltenden Abstände (Monitoring and Security Area) während des Bunkerns von LNG. Binnenschiffe müssen einen Abstand von mindestens 10 m, Seeschiffe während des An- und Ablegens einen Abstand von mindestens 20 m und passierende Seeschiffe einen Abstand von mindestens 50 m einhalten.<sup>98</sup> LNG-Bunkerliegeplätze sind zudem auf einer Bunkerkarte ausgewiesen.<sup>99</sup>

### 2.1.2.2 Rotterdam

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

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

<sup>94</sup> Vgl. Port of Amsterdam, 2019.

<sup>95</sup> Vgl. IAPH, 2015.

<sup>96</sup> Vgl. Port of Amsterdam, 2021.

<sup>97</sup> Vgl. Port of Amsterdam, 2019.

<sup>98</sup> Vgl. Port of Amsterdam, 2020e.

<sup>99</sup> Vgl. Gemeinde Amsterdam, 2019.

<sup>100</sup> Vgl. Port of Rotterdam, 2019b.

<sup>101</sup> Vgl. Port of Rotterdam, 2019c.

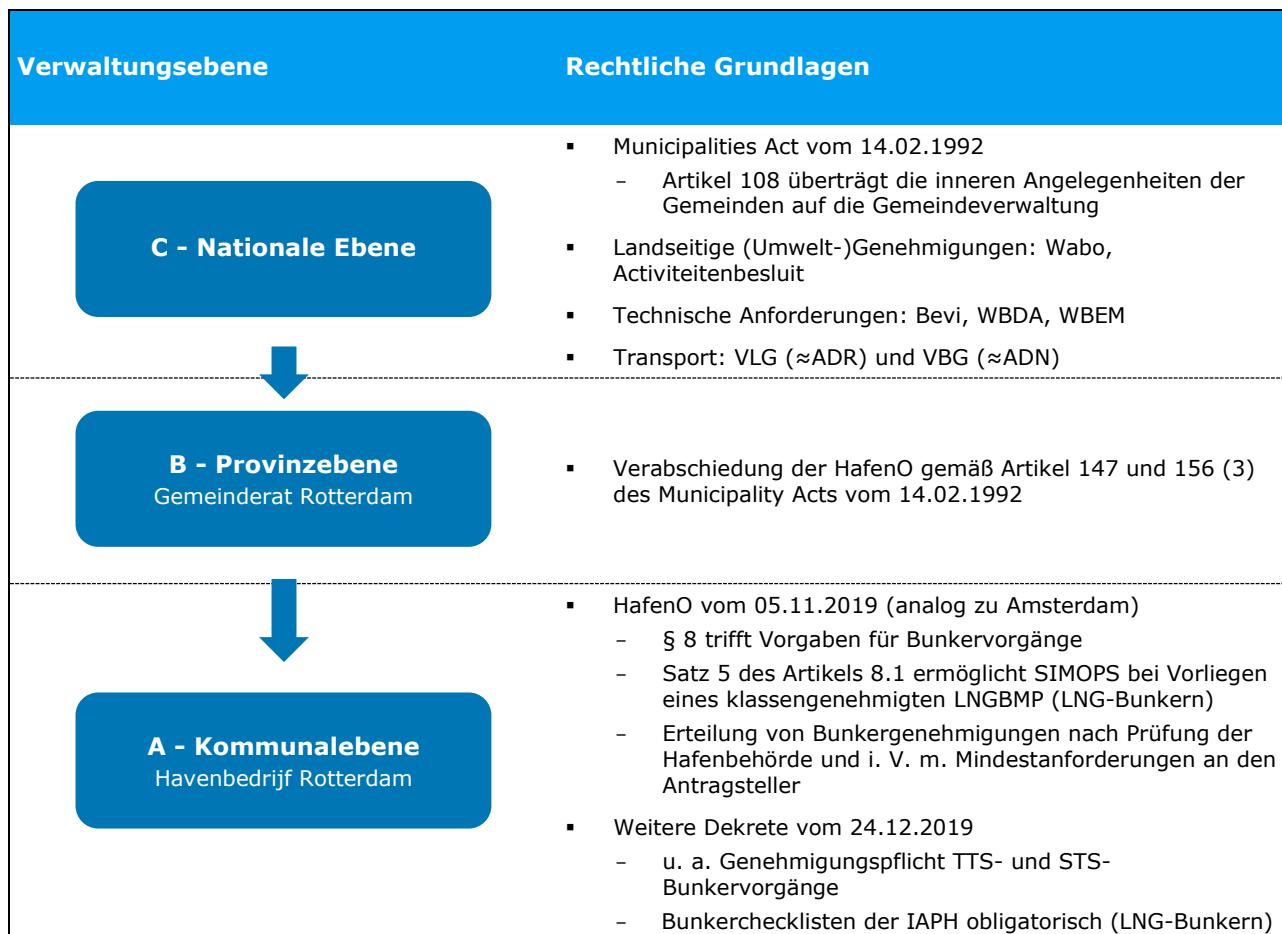
<sup>102</sup> Vgl. Port of Rotterdam, 2019d.

<sup>103</sup> Vgl. Port of Rotterdam, 2019e.

<sup>104</sup> Vgl. Port of Rotterdam, 2019f.

<sup>105</sup> Vgl. Port of Rotterdam, 2020a.

**Abbildung 13 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Rotterdam**



### 2.1.3 Belgien

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

Die Zuweisung der hafenbehördlichen Befugnisse erfolgt für die in dieser Untersuchung behandelten Häfen von Antwerpen und Zeebrugge auf Provinzebene. Beide Standorte gehören zur Provinz Flandern, die die entsprechenden Aufgaben mittels des Dekrets über die Politik und Verwaltung der Seehäfen weitergibt. In dessen Artikel 2 Nummer 15 sind die bestehenden Hafenbehörden aufgelistet, zu denen in Antwerpen der Havenbedrijf Antwerpen und in Zeebrugge die Maatschappij van de Brugse Zeehaven zählen. Diesen wird nach Artikel 2 Nummer 2 u. a. die administrativ polizeiliche Hoheit im Hafengebiet übertragen.<sup>107</sup> Die belgischen Provinzen besitzen zudem eine Zuständigkeit für die nationale Umsetzung von EU-Richtlinien. So wurden bspw. Bestandteile der Seveso-III-Richtlinie (Richtlinie 2012/18/EU)<sup>108</sup> durch entsprechende Dekrete in die Rechtssetzung der Region Flandern übernommen.

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

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

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

<sup>106</sup> Vgl. De Belgische Senaat, 1831.

<sup>107</sup> Vgl. Vlaamse Gemeenschap, 1999.

<sup>108</sup> Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2020.

<sup>109</sup> Vgl. Economie, 2014, S. 11ff.

<sup>110</sup> Vgl. Economie, 2014, S. 11ff.

<sup>111</sup> Vgl. Port of Antwerp, 2018b, S. 130.

<sup>112</sup> Vgl. Lawyers Belgium, 2015.

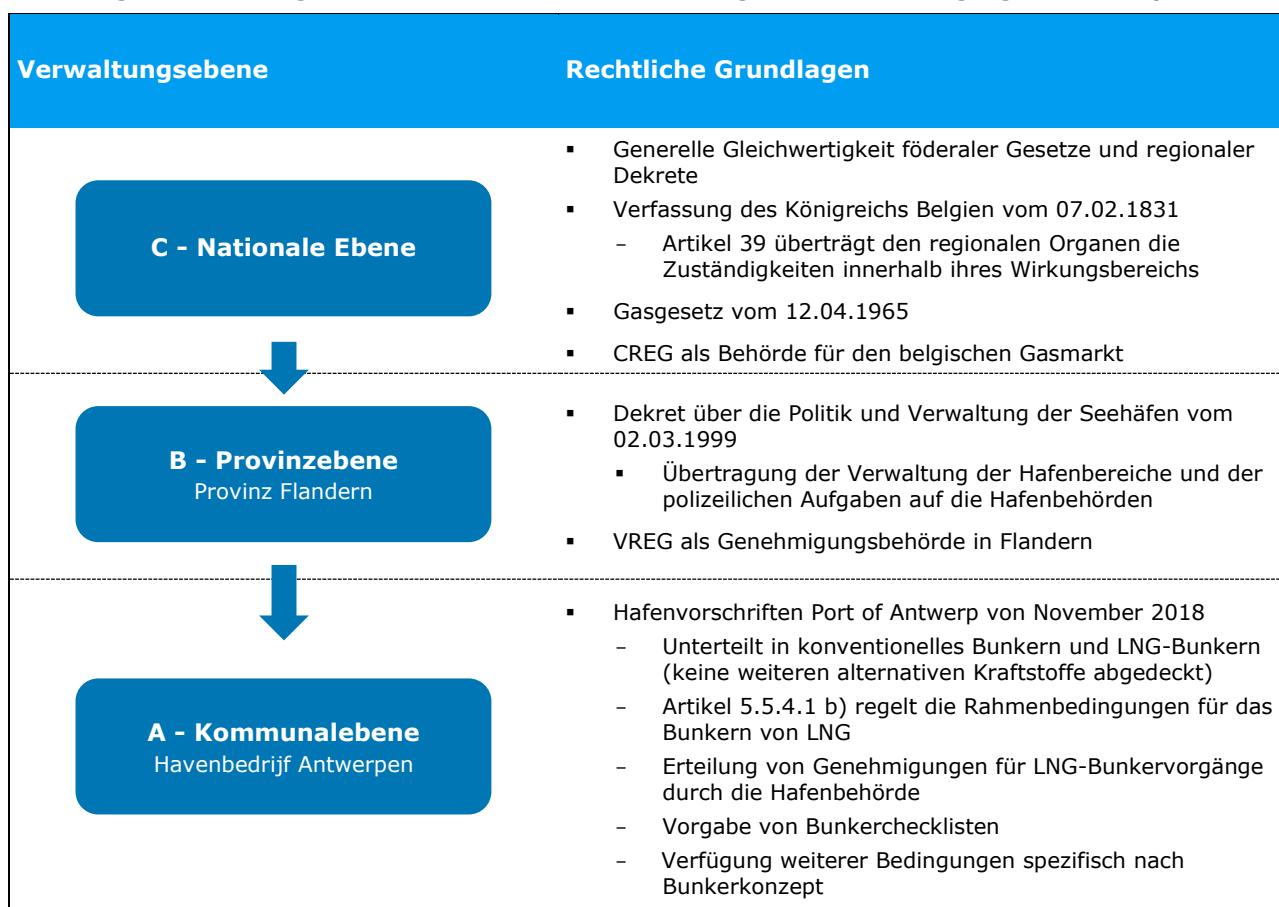
<sup>113</sup> Vgl. IMO, 2020b.

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

### 2.1.3.1 Antwerpen

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

Abbildung 14 | Zuständigkeitebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Antwerpen



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

<sup>114</sup> Vgl. Port of Antwerp, 2018a.

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

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

### **2.1.3.2 Zeebrugge**

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

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

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

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

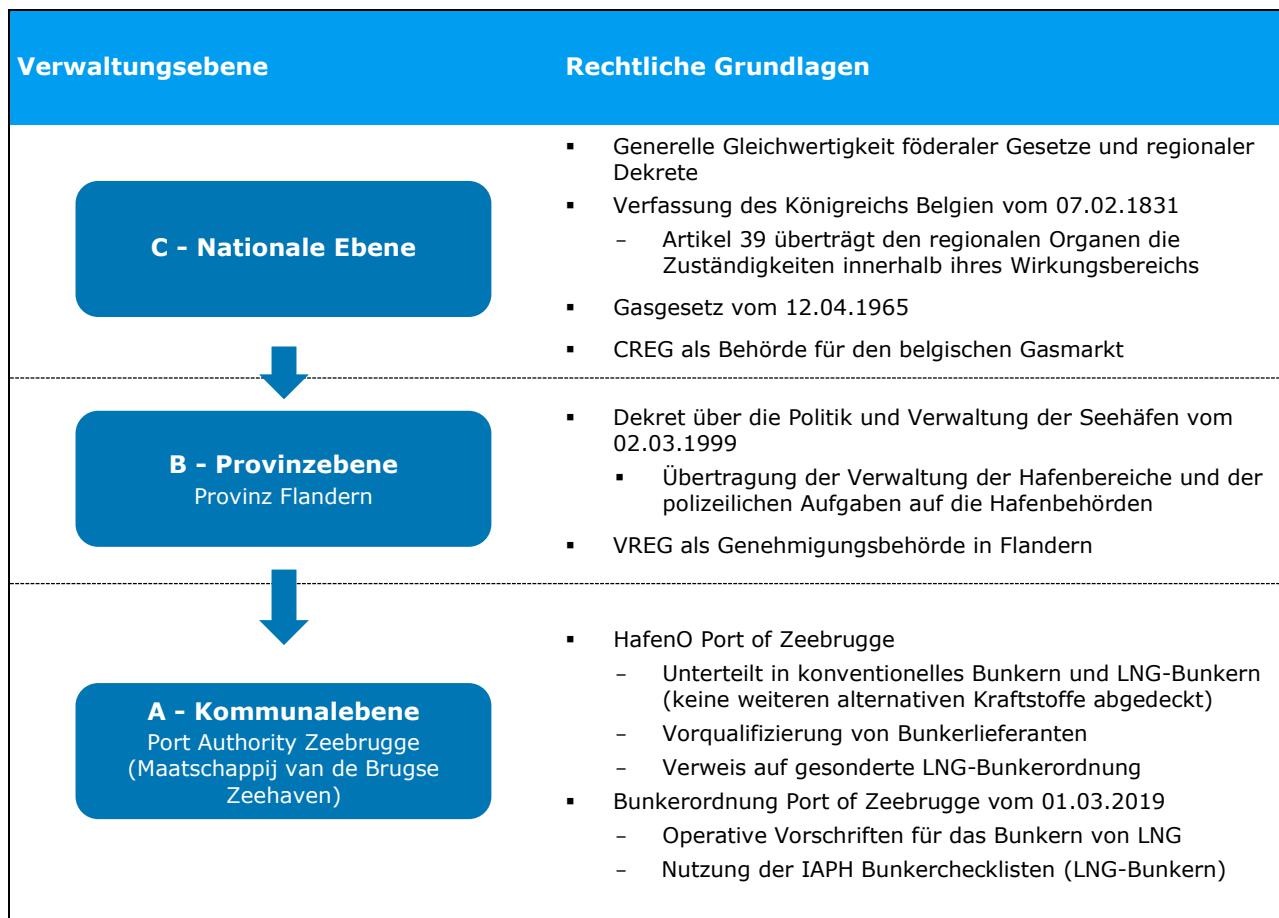
<sup>115</sup> Vgl. Port of Antwerp, 2018b.

<sup>116</sup> Vgl. Port of Antwerp, 2020a.

<sup>117</sup> Vgl. Port of Zeebrugge, 2018.

<sup>118</sup> Vgl. Port of Zeebrugge, 2019.

**Abbildung 15 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Zeebrugge**



## 2.1.4 Schweden

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

Eine übergeordnete Gültigkeit bzgl. maritimer Belange besitzen das schwedische Seeverkehrssicherheitsgesetz<sup>120</sup> (Lag om sjöfartsskydd), das HafenSG<sup>121</sup> (Lag om hamnskydd) und das SchSG<sup>122</sup> (Fartygssäkerhetslag), die generelle Sicherheitsvorgaben enthalten. Für das Umweltrecht ist in der schwedischen Gesetzgebung das Umweltgesetzbuch (Miljöbalken) das Schlüsselinstrument. Es übersetzt umweltpolitische Grundsätze in praktische Maßnahmen und bietet mit dem Umweltkodex eine Rahmengesetzgebung, die aus allgemeinen Bestimmungen zum Umweltschutz besteht.<sup>123</sup> Des Weiteren übernimmt es Sicherheitsmaßnahmen im Umgang mit gefährlichen Stoffen aus der Seveso-III-Richtlinie (Richtlinie 2012/18/EU).<sup>124</sup>

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

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

<sup>119</sup> Vgl. Riksdagen, 1993.

<sup>120</sup> Vgl. Riksdagen, 2004.

<sup>121</sup> Vgl. Riksdagen, 2006.

<sup>122</sup> Vgl. Riksdagen, 2003.

<sup>123</sup> Vgl. SEPA, 2019.

<sup>124</sup> Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2020.

<sup>125</sup> Vgl. MSB, 2020a.

<sup>126</sup> Vgl. MSB, 2020b.

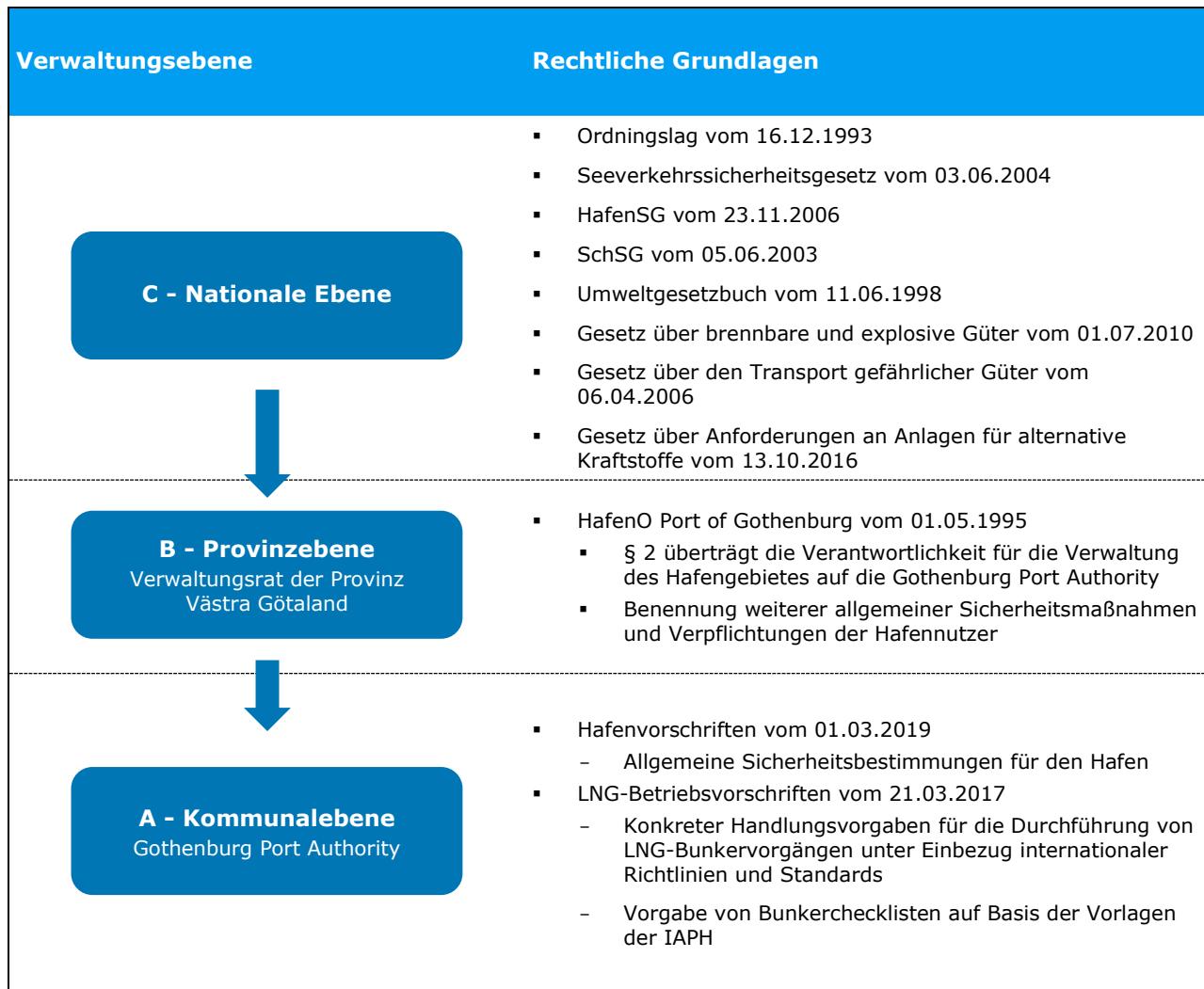
<sup>127</sup> Vgl. Riksdagen, 2016.

<sup>128</sup> Vgl. IMO, 2020b.

#### 2.1.4.1 Göteborg

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

**Abbildung 16 | Zuständigkeitebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Göteborg**



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

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

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

<sup>129</sup> Vgl. Municipality of Gothenburg, 1995.

<sup>130</sup> Vgl. Port of Gothenburg, 2020d.

gemäß der von der Hafenbehörde gestellten Bunkercheckliste nicht zulässig. Die über die Safety Zone hinausgehende Security Zone<sup>131</sup> wird individuell in Abstimmung zwischen der Hafenbehörde und den Beteiligten am Bunkervorgang bestimmt. Sie dient der Kontrolle externer Aktivitäten, in ihr sind Fahrzeugbewegungen jeglicher Art untersagt und sie kann mit beschränktem Zugang für das Personal und/oder die Öffentlichkeit verbunden sein.

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

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

#### **2.1.4.2 Stockholm**

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

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

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

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

<sup>131</sup> Entspricht der „Monitoring and Security Area“

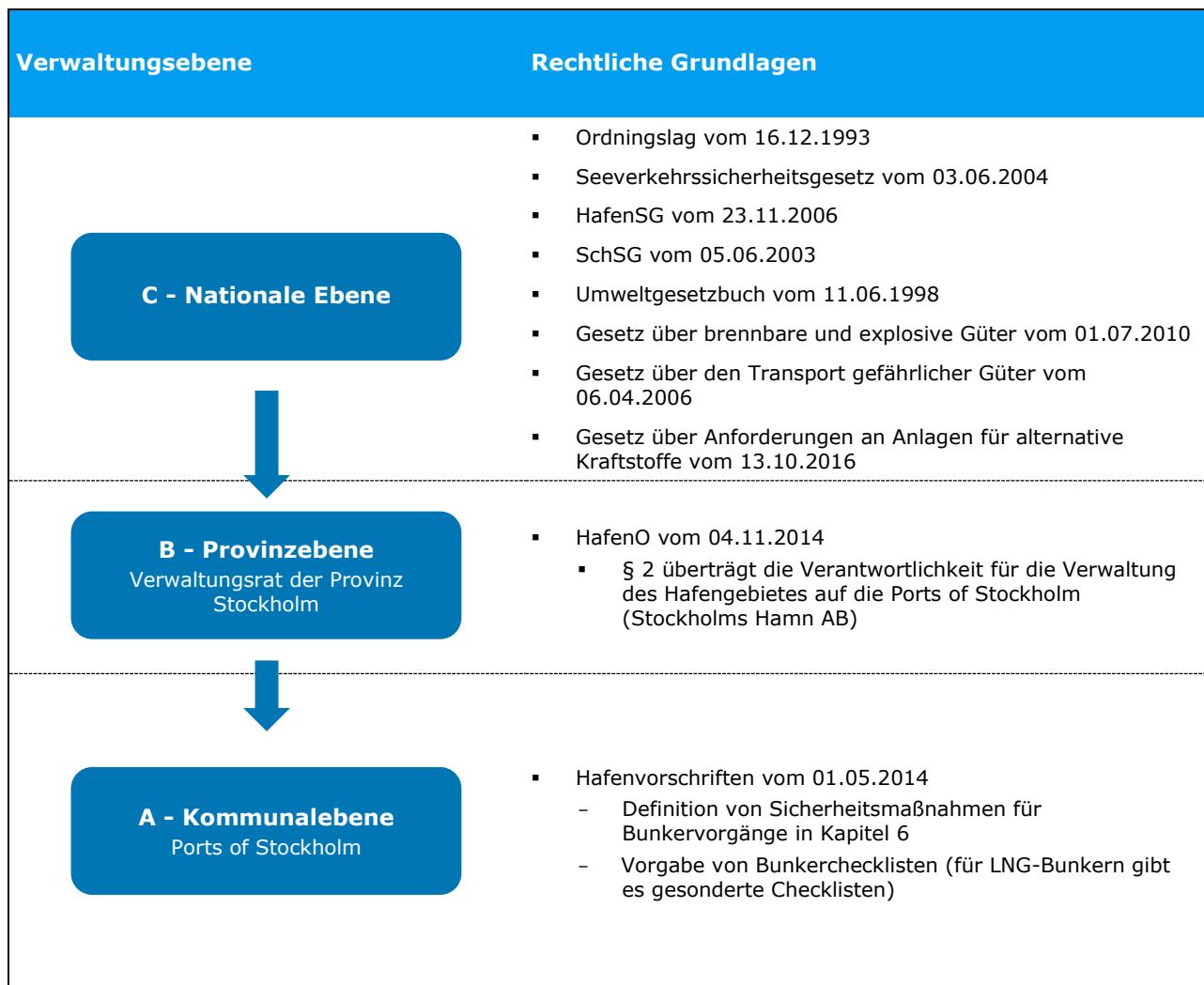
<sup>132</sup> Vgl. Port of Gothenburg, 2017.

<sup>133</sup> Vgl. Municipality of Stockholm, 2014.

<sup>134</sup> Vgl. Ports of Stockholm, 2014a.

<sup>135</sup> Vgl. Gasum, 2020a.

**Abbildung 17 | Zuständigkeitsebenen und rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge in Stockholm**



## 2.1.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

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

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

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

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

<sup>136</sup> Vgl. Lavrysen, 2016.

<sup>137</sup> Vgl. PGS projectbureau, 2014.

<sup>138</sup> Vgl. Port of Rotterdam, 2021a.

<sup>139</sup> Vgl. DCMR, 2021.

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

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

## 2.2 Analyse internationaler rechtlicher Grundlagen

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

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

### 2.2.1 Rechtliche Grundlagen internationaler Institutionen

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

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

<sup>141</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2016.

<sup>142</sup> Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2010.

## 2.2.1.1 Kraftstoffübergreifend gültige internationale Rechtsgrundlagen

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

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

### Richtlinie (EU) 2016/1629

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

### Richtlinie 2008/68/EG

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

### VO (EU) 2017/352

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

### Richtlinie 2014/94/EU

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

<sup>143</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>144</sup> Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2017.

<sup>145</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>146</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>147</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2009.

<sup>148</sup> Vgl. EMSA, 2018.

technische Ausgestaltung von Auflade- und Betankungsmöglichkeiten vor und ebnet den Weg für geeignete Verbraucherinformationen über alternative Kraftstoffe<sup>149</sup>

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

### **Richtlinie 2012/18/EU**

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

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

### **Richtlinie 2011/92/EU**

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

### **Richtlinie 2016/2284/EU**

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

<sup>149</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>150</sup> Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2019a.

<sup>151</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>152</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2016.

<sup>153</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>154</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 1990.

<sup>155</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2019.

## Richtlinie 2014/34/EU

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

## ES-TRIN

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

## SOLAS

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

## IGC-Code

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

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

## IGF-Code

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

<sup>156</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>157</sup> Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

<sup>158</sup> Vgl. Bundesministerium für Arbeit und Soziales, 2016.

<sup>159</sup> Vgl. CESNI, 2020.

<sup>160</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>161</sup> Vgl. Germanischer Lloyd, 2012.

<sup>162</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>163</sup> Vgl. IMO, 2016a (Chapter 2 + 19).

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

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

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

### **IBC-Code**

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

### **IMDG-Code**

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

### **ADR**

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

<sup>164</sup> Vgl. EMSA, 2018.

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

<sup>166</sup> Vgl. DNV GL, 2019c.

<sup>167</sup> Vgl. IMO, 2020c.

<sup>168</sup> Vgl. Safety4sea, 2014.

<sup>169</sup> Vgl. Deutsche Flagge, 2021.

<sup>170</sup> Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2020.

<sup>171</sup> Vgl. EMSA, 2018.

## **ADN**

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

## **Richtlinie 2014/68/EU über Druckgeräte**

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

### **2.2.1.2 Internationale Rechtsgrundlagen für LNG**

#### **Rheinschiffsuntersuchungsordnung (RheinSchUO)**

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

#### **RheinSchPV**

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

#### **Schiffspersonalverordnung – Rhein**

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

<sup>172</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>173</sup> Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2014.

<sup>174</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>175</sup> Vgl. CESNI, 2020.

<sup>176</sup> Vgl. ELWIS, 2019.

<sup>177</sup> Vgl. EMSA, 2018.

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

### **2.2.1.3 Internationale Rechtsgrundlagen für Methanol**

#### **MSC.1/Circ.1621**

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

### **2.2.1.4 Internationale Rechtsgrundlagen für Wasserstoff**

#### **MSC.420(97)**

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

- Bereitstellung tragbarer Wasserstoffdetektoren für im Frachtraum arbeitende Besatzung
- Auswahl von Brandmeldern zur Detektion von Wasserstoffbränden
- Sicherheitsmaßnahmen, um die Bildung eines explosiven Gemisches bei einem Austreten von Wasserstoff zu verhindern<sup>180</sup>

<sup>178</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>179</sup> Vgl. IMO, 2020c.

<sup>180</sup> Vgl. IMO, 2016b.

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

**Tabelle 10 | Internationale rechtliche Grundlagen für Bunkervorgänge<sup>181</sup>**

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

<sup>181</sup> Vgl. EMSA, 2018.

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

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

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

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

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

## 2.2.2 Gute Praxis internationaler Institutionen

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

### 2.2.2.1 Gute Praxis - kraftstoffübergreifend

#### DIN EN IEC 60079:2019: Explosionsgefährdete Bereiche

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

#### DIN EN 31010:2010: Verfahren zur Risikobeurteilung

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

#### Liquified Gas Handling Principles on Ships and in Terminals

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

#### Internationaler Sicherheitsleitfaden für die Binnenschifffahrt und Binnentankterminals (ISGINTT)

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

<sup>182</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>183</sup> Vgl. DIN, 2010.

<sup>184</sup> Vgl. SIGTTO, 2016.

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

### IAPH-Bunkerchecklisten

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

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

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

### Normen zur Kategorisierung und Spezifikation von Schiffskraftstoffen

Die Norm ISO 8216-1:2017<sup>188</sup> definiert zunächst die verschiedenen Kategorien von Schiffskraftstoffen innerhalb der Klasse F (Petroleumkraftstoffe). Darüber hinaus dient ISO 8217:2017 der Spezifikation dieser Kraftstoffe. Die Spezifikationen für Kraftstoffe in diesem Dokument können auch auf Kraftstoffe angewendet werden, die in stationären Dieselmotoren des gleichen oder eines ähnlichen Typs wie für Schiffszwecke verwendet werden. Im Rahmen dieser Norm werden folgende Stoffverbindungen berücksichtigt:

- Kohlenwasserstoffe aus Erdöl, Ölsand und Schiefer
- Kohlenwasserstoffe aus synthetischen oder erneuerbaren Quellen, deren Zusammensetzung Erdölestillatkraftstoffen ähnelt
- Mischungen der oben genannten mit einer Fettsäuremethylester-Komponente, sofern zulässig<sup>189</sup>

### Ergänzende Normen zur Richtlinie 2014/68/EU über Druckgeräte

Die folgenden drei Normen beziehen sich auf die Speicherung von tiefgekühlt verflüssigten Gasen (Kryo-Betrieb) als Ergänzung zur europäischen Druckgeräte-Richtlinie. DIN EN ISO 21028-1:2017<sup>190</sup> und DIN EN 1797:2002<sup>191</sup> stellen in diesem Zusammenhang die Anforderungen an Tankmaterialien sowie zur Gas- und Materialverträglichkeit. Darüber hinaus betrachtet DIN EN 13648-1:2009 die Anforderungen für die Konstruktion, Herstellung und Prüfung von entsprechenden Sicherheitsventilen zum Schutz vor übermäßigem Druck.<sup>192</sup>

<sup>185</sup> Vgl. ZKR, 2020.

<sup>186</sup> Vgl. IAPH, 2015.

<sup>187</sup> Vgl. IAPH, 2021.

<sup>188</sup> Vgl. ISO, 2017a.

<sup>189</sup> Vgl. ISO, 2017b.

<sup>190</sup> Vgl. DIN, 2017b.

<sup>191</sup> Vgl. DIN, 2002.

<sup>192</sup> Vgl. DIN, 2009.

## 2.2.2.2 Gute Praxis - LNG

### EMSA Guidance on LNG Bunkering

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

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

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

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

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

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

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

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

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

<sup>193</sup> Vgl. DIN, 2011.

<sup>194</sup> Vgl. EMSA, 2018.

### **ISO 20519:2017: Schiffe und Meerestechnik - Spezifikation für das Bunkern flüssigergasbetriebener Schiffe**

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

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

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

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

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

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

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

### **LNG Masterplan Rhine-Main-Danube**

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

### **LNG Bunkerrisikoanalyse für den Standort Rostock**

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

<sup>195</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>196</sup> Vgl. DIN, 2016.

<sup>197</sup> Vgl. DIN, 2001.

<sup>198</sup> Vgl. DIN, 2015a.

<sup>199</sup> Vgl. Pro Danube, 2015b.

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

### **International Association of Classification Societies (IACS) Recommendation 142**

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

### **Gas as a marine fuel - safety guidelines bunkering**

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

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

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

### **2.2.2.3 Gute Praxis - LPG**

#### **Guide for LPG Marine Fuel Supply**

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

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

#### **EN 589:2018**

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

<sup>200</sup> Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

<sup>201</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>202</sup> Vgl. IACS, 2016.

<sup>203</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>204</sup> Vgl. World LPG Association, 2019.

<sup>205</sup> Vgl. CEN, 2018.

#### **2.2.2.4 Gute Praxis - Methanol**

##### **Introduction to Methanol Bunkering - Technical Reference**

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

##### **CWA 17540:2020**

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

##### **Entwicklung einer ISO-Norm für Methanol als Schiffskraftstoff**

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

##### **Potenzialanalyse Methanol als emissionsneutraler Energieträger für Schifffahrt und Energiewirtschaft - Strategiepapier**

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

#### **2.2.2.5 Gute Praxis - Ammoniak**

##### **Ammonia as Marine Fuel – Sustainability Whitepaper**

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

<sup>206</sup> Vgl. Lloyd's Register, 2020.

<sup>207</sup> Vgl. CEN, 2020.

<sup>208</sup> Vgl. Marine Insight, 2018.

<sup>209</sup> Vgl. INWL, 2018.

<sup>210</sup> Vgl. ABS, 2020.

## **Ammonia as Marine Fuel at the Port of Singapore**

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

### **2.2.2.6 Gute Praxis - Wasserstoff**

#### **WASH2Emden**

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

#### **ISO/TR 15916:2015**

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

#### **ISO 17268:2012**

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

#### **ISO/TS 19880-1:2016**

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

<sup>211</sup> Vgl. The Maritime Executive, 2021.

<sup>212</sup> Vgl. WASH2EMDEN Projektconsortium, 2020.

<sup>213</sup> Vgl. ISO, 2015.

<sup>214</sup> Vgl. ISO, 2012.

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

- Wasserstoffproduktion-/Abgabesystem
- Lieferung von Wasserstoff per Pipeline (transportiert in Tanks für gasförmigen und/oder flüssigen Wasserstoff)
- Speicherung von flüssigem Wasserstoff
- ggf. Wasserstoffreinigungssysteme
- gasförmige Wasserstoffkompression<sup>215</sup>

### **EIGA code of practice IGC 15/06**

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

<sup>215</sup> Vgl. ISO, 2016.

<sup>216</sup> Vgl. EIGA, 2015.

**Tabelle 11 | Internationale gute Praxis für Bunkervorgänge**

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

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

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

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

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

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

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

<b>Titel</b>	<b>Organisation</b>	<b>Anwendung</b>	<b>Inhalt</b>	<b>LNG</b>	<b>LPG</b>	<b>Methanol</b>	<b>Ammoniak</b>	<b>Wasserstoff</b>
Innovative und umweltfreundliche Wasserstoffanwendungen im Seehafen Emden - Ergebnisse der Potenzialanalyse	WAsh2EMDEN Projekt-konsortium	Emden, Prinzip übertragbar	Leitfaden zu Bereitstellungsoptionen sowie notwendiger Wasserstoff-Infrastruktur und Speicheroptionen					x
ISO/TR 15916:2015	ISO	International	Grundlegende Ansätze zur Sicherheit von Wasserstoffsystmen - bietet zudem einen Überblick über sicherheitsrelevante Eigenschaften von Wasserstoff und die damit einhergehenden Auswirkungen bei niedrigen Temperaturen auf Materialien					x
ISO 8216-1:2017	ISO	International	Petroleum products - Fuels (class F) - Klassifikation - Kategorien von Schiffskraftstoffen	x	x	x	x	x
ISO 8217:2017	ISO	International	Petroleum products - Fuels (class F) - Spezifikationen von Schiffskraftstoffen	x	x	x	x	x
DIN EN ISO 21028-1:2017	DIN	International	Anforderungen an die Zähigkeit von metallischen Werkstoffen für die Verwendung bei Temperaturen unter -80 °C [ergänzend zu Europäischen Druckgeräte-Richtlinie (PED 2014/68/EU)]	x			x	x
DIN EN 1797:2002	DIN	International	Verträglichkeit von Werkstoffen mit Gas in Kryo-Behältern [ergänzend zu Europäischen Druckgeräte-Richtlinie (PED 2014/68/EU)]	x			x	x
DIN EN 13648-1:2009	DIN	International	Sicherheitsventile für den Kryo-Betrieb [ergänzend zu Europäischen Druckgeräte-Richtlinie (PED 2014/68/EU)]	x			x	x
CWA 17540:2020	CEN	International	Spezifikation für das Bunkern von mit Methanol betriebenen Schiffen			x		
ISO 17268:2012	ISO	International	Definition von Konstruktions-, Sicherheits- und Betriebseigenschaften von Tankanschlüssen für Wasserstofffahrzeuge					x

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

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

## 2.3 Kategorisierung von Referenzhäfen und Vergleich ihrer rechtlichen Grundlagen

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

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

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

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

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

### 2.3.1 Charakterisierung der Referenzhäfen

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

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

<sup>217</sup> Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2019b.

Im ersten Abschnitt liegt der Fokus auf dem Güterumschlagvolumen im Betrachtungsjahr 2019. Zunächst wird die Umschlagmenge des betrachteten Hafens jeweils ins Verhältnis zu dem im Hafen Rotterdam umgeschlagenen Gütervolumen gesetzt. Dieser verzeichnete im Jahr 2019 ein Volumen von 439,6 Mio. t<sup>218</sup> und somit das höchste der in dieser Studie betrachteten Häfen und dient daher als Referenzhafen. Nach Aufbereitung der Daten werden diese in Form einer fünfstufigen Skala abgebildet. Diese veranschaulicht das Verhältnis des Umschlagvolumens des betrachteten Hafens im Verhältnis zum Referenzhafen Rotterdam, wobei die Einheiten wie folgt nachzuvollziehen sind:

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

Zusätzlich erfolgt eine detailliertere Betrachtung des Güterumschlags nach Anteilen der Ladungsarten. Die berücksichtigten Ladungsarten Container, Ro/Ro, Schüttgüter sowie Flüssiggüter werden innerhalb der Steckbriefe und Vergleichsmatrix in Form eines prozentual gestapelten Balkendiagramms, welches eine Vergleichbarkeit zwischen den Häfen zulässt, dargestellt. Die Flüssiggüter werden zusätzlich differenziert zwischen *Verflüssigten Gasen* und *Weiteren Flüssiggütern*. Ferner erfolgt in diesem Kapitel die Betrachtung des Passagieraufkommens. Nach gleichem Vorgehen wie zuvor, wird nunmehr das Passagieraufkommen ins Verhältnis zu dem Hafen gesetzt, der das höchste Aufkommen verzeichnet. Innerhalb der hier betrachteten Häfen verzeichnete Stockholm im Jahr 2019 mit 8,4 Mio. Passagieren<sup>219</sup> das höchste Passagieraufkommen und dient somit in diesem Zusammenhang als Referenzhafen. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt sowohl in den Steckbriefen als auch in der Vergleichsmatrix in Form der bekannten fünfstufigen Skala.

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

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

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

<sup>218</sup> Vgl. Eurostat, 2020d.

<sup>219</sup> Vgl. Eurostat, 2020c.

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

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

### 2.3.1.1 Emden

**Tabelle 12 | Steckbrief Hafen Emden**

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

<sup>220</sup> Vgl. Eurostat, 2020d.

<sup>221</sup> Vgl. Eurostat, 2020e.

<sup>222</sup> Vgl. Eurostat, 2020c.

<sup>223</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>224</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>225</sup> Vgl. Seehafenstadt Emden, 2020.

<sup>226</sup> Vgl. Seaports Niedersachsen, 2020a.

<sup>227</sup> Vgl. OpenStreetMap, 2020a.

<sup>228</sup> Vgl. Niedersachsen Ports, 2020a.

<sup>229</sup> Vgl. Veus Shipping, 2019.

(LNG-)Infrastruktur	
<b>Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze<sup>230</sup></b>	 Nordwestlicher Teil des Emder Außenhafens vor Nesserlander Schleuse Emspier (Außenhafen) (STS)
<b>Schutzgüter in mittelbarer Umgebung</b>	Keine Schutzgüter in mittelbarer Umgebung der Liegeplätze
<b>Bunkerkonzepte<sup>231</sup></b>	TTS; STS
<b>Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagtätigkeiten)</b>	Fahrzeugumschlag während STS-Bebunkierung
<b>Liegeplätze mit Landstromanbindung<sup>232</sup></b>	

<sup>230</sup> Vgl. Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung, 2017.

<sup>231</sup> Vgl. Veus, Shipping, 2019.

<sup>232</sup> Vgl. Norddeutscher Rundfunk, 2019.

### 2.3.1.2 Cuxhaven

Tabelle 13 | Steckbrief Hafen Cuxhaven

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

<sup>233</sup> Vgl. Eurostat, 2020d.

<sup>234</sup> Vgl. Eurostat, 2020e.

<sup>235</sup> Vgl. Eurostat, 2020c.

<sup>236</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>237</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>238</sup> Vgl. Tourismus Cuxhaven, 2020a.

<sup>239</sup> Vgl. Tourismus Cuxhaven, 2020b.

<sup>240</sup> Vgl. Seaports Niedersachsen, 2020b.

<sup>241</sup> Vgl. OpenStreetMap, 2020b.

<sup>242</sup> Vgl. Niedersachsen Ports, 2020b.

<b>(LNG-)Infrastruktur</b>			
<b>Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze<sup>243</sup></b>			
			Bunkerliegeplatz am Fährhafen
	<b>Schutzgüter in mittelbarer Umgebung</b> Keine Schutzgüter in Nähe des Fährhafens Touristische Attraktionen: Historische Anlegestelle „Alte Liebe“, Radarturm, Hamburger Leuchtturm		
	<b>Bunkerkonzepte<sup>244</sup></b> TTS		
	<b>Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagtätigkeiten)</b> Ausstehend		
<b>Liegeplätze mit Landstromanbindung<sup>245</sup></b>			

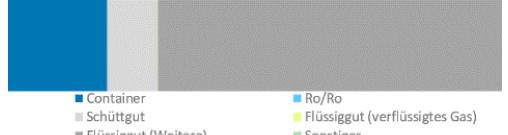
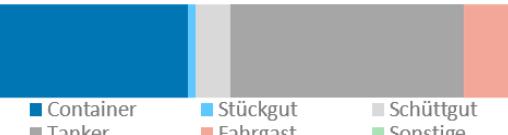
<sup>243</sup> Vgl. Kapitel 2.1.1.1.

<sup>244</sup> Vgl. Kapitel 2.1.1.1.

<sup>245</sup> Vgl. Weser Kurier, 2017.

### 2.3.1.3 Wilhelmshaven

Tabelle 14 | Steckbrief Hafen Wilhelmshaven

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

<sup>246</sup> Vgl. Eurostat, 2020d.

<sup>247</sup> Vgl. Eurostat, 2020e.

<sup>248</sup> Vgl. Eurostat, 2020c.

<sup>249</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>250</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>251</sup> Vgl. Städte Verlag, 2020.

<sup>252</sup> Vgl. Seaports Niedersachsen, 2020c.

<sup>253</sup> Vgl. OpenStreetMap, 2020c.

<sup>254</sup> Vgl. Niedersachsen Ports, 2020c.

<sup>255</sup> Vgl. Gas Infrastructure Europe, 2020.

<b>(LNG-)Infrastruktur</b>		
	<b>Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze<sup>256</sup></b>	Keine Bunkerliegeplätze explizit ausgewiesen
	<b>Schutzgüter in mittelbarer Umgebung</b>	Außenhafen: keine Schutzgüter Binnenhafen: Touristische Attraktion (Deutsches Marinemuseum, Aquarium, Kulturzentrum)
	<b>Bunkerkonzepte<sup>257</sup></b>	Bisher lediglich Testbebunkerungen
	<b>Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagtätigkeiten)</b>	Ausstehend
	<b>Liegeplätze mit Landstromanbindung<sup>258</sup></b>	

<sup>256</sup> Vgl. Kapitel 2.1.1.1.

<sup>257</sup> Vgl. Kapitel 2.1.1.1.

<sup>258</sup> Vgl. Lübecker Nachrichten, 2019.

### 2.3.1.4 Bremen

Tabelle 15 | Steckbrief Hafen Bremen

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

<sup>259</sup> Vgl. Eurostat, 2020d.

<sup>260</sup> Vgl. Eurostat, 2020e.

<sup>261</sup> Vgl. Eurostat, 2020c.

<sup>262</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>263</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>264</sup> Vgl. WFB Bremen, 2020.

<sup>265</sup> Vgl. OpenStreetMap, 2020d.

<sup>266</sup> Vgl. Bremenports, 2020a.

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

(LNG-)Infrastruktur	
<b>Bunkerkonzepte</b>	-
<b>Schutzgüter im Verkehrsbeschränkungsbereich/unmittelbarer Nähe</b>	
<b>Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagtätigkeiten)</b>	Ausstehend
<b>Liegeplätze mit Landstromanbindung</b> <sup>267</sup>	

<sup>267</sup> Vgl. Buten un Binnen, 2019.

### 2.3.1.5 Bremerhaven

**Tabelle 16 | Steckbrief Hafen Bremerhaven**

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

<sup>268</sup> Vgl. Eurostat, 2020d.

<sup>269</sup> Vgl. Eurostat, 2020e.

<sup>270</sup> Vgl. Eurostat, 2020c.

<sup>271</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>272</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>273</sup> Vgl. Weserfähre Bremerhaven, 2020.

<sup>274</sup> Vgl. OpenStreetMap, 2020e.

<sup>275</sup> Vgl. Bremenports, 2020a.

<b>(LNG-)Infrastruktur</b>	
<b>Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze<sup>276</sup></b>	Columbuskaje (STS) (nicht eingeschleust, auf Schleuseninsel) Kühlhauskai (TTS) (eingeschleust)
<b>Schutzgüter in mittelbarer Umgebung</b>	Keine Schutzgüter in Umgebung der ausgewiesenen Bunkerliegeplätze Touristische Attraktionen in Kaiserhafen (Deutsches Auswandererhaus, Klimahaus, U-Boot-Museum, Zoo am Meer, Deutsches Schiffahrt-Museum)
<b>Bunkerkonzepte<sup>277</sup></b>	TTS; STS
<b>Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagtätigkeiten)</b>	Ausstehend
<b>Liegeplätze mit Landstromanbindung<sup>278</sup></b>	

<sup>276</sup> Vgl. Kapitel 2.1.1.2.

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

<sup>278</sup> Vgl. Lübecker Nachrichten, 2019.

### 2.3.1.6 Hamburg

Tabelle 17 | Steckbrief Hafen Hamburg

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

<sup>279</sup> Vgl. Eurostat, 2020d.

<sup>280</sup> Vgl. Eurostat, 2020e.

<sup>281</sup> Vgl. Eurostat, 2020c.

<sup>282</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>283</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>284</sup> Vgl. Hamburg.de, 2020.

<sup>285</sup> Vgl. OpenStreetMap, 2020f.

<sup>286</sup> Vgl. Kapitel 2.5.

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

(LNG-)Infrastruktur	
<b>Bunkerkonzepte<sup>287</sup></b>	TTS; STS
<b>Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagtätigkeiten)</b>	Ausstehend
<b>Liegeplätze mit Landstromanbindung<sup>288</sup></b>	

<sup>287</sup> Vgl. Kapitel 2.5.

<sup>288</sup> Vgl. Hamburg Port Authority, 2020.

### 2.3.1.7 Brunsbüttel

**Tabelle 18 | Steckbrief Hafen Brunsbüttel**

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

<sup>289</sup> Vgl. Eurostat, 2020d.

<sup>290</sup> Vgl. Eurostat, 2020e.

<sup>291</sup> Vgl. Eurostat, 2020c.

<sup>292</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>293</sup> Vgl. OpenStreetMap, 2020g.

<sup>294</sup> Vgl. Marina Guide, 2020.

<sup>295</sup> Vgl. Gas Infrastructure Europe, 2019a.

<sup>296</sup> Vgl. Kapitel 2.1.1.4.

<sup>297</sup> Vgl. Brunsbüttel Ports, 2018.

<sup>298</sup> Vgl. Kapitel 2.1.1.4.

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

<b>(LNG-)Infrastruktur</b>							
	<b>Liegeplätze mit Landstromanbindung</b>						

### 2.3.1.8 Kiel

**Tabelle 19 | Steckbrief Hafen Kiel**

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

<sup>299</sup> Vgl. Eurostat, 2020d.

<sup>300</sup> Vgl. Eurostat, 2020e.

<sup>301</sup> Vgl. Eurostat, 2020c.

<sup>302</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>303</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>304</sup> Vgl. Schlepp- und Fährgesellschaft Kiel mbH, 2020.

<sup>305</sup> Vgl. Port of Kiel, 2020a.

<sup>306</sup> Vgl. OpenStreetMap, 2020h.

<sup>307</sup> Vgl. Gesamtverband Schleswig-Holsteinischer Häfen e.V., 2020.

<sup>308</sup> Vgl. Kapitel 2.1.1.4.

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

(LNG-)Infrastruktur	
<b>Bunkerkonzepte<sup>309</sup></b>	TTS; STS
<b>Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagtätigkeiten)<sup>310</sup></b>	Ausstehend
<b>Liegeplätze mit Landstromanbindung<sup>311</sup></b>	

<sup>309</sup> Vgl. Kapitel 2.1.1.4.

<sup>310</sup> Vgl. Kapitel 2.1.1.4.

<sup>311</sup> Vgl. Port of Kiel, 2020b.

### 2.3.1.9 Rostock

Tabelle 20 | Steckbrief Hafen Rostock

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

<sup>312</sup> Vgl. Eurostat, 2020d.

<sup>313</sup> Vgl. Eurostat, 2020e.

<sup>314</sup> Vgl. Eurostat, 2020c.

<sup>315</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>316</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>317</sup> Vgl. Verkehrsverbund Warnow, 2020.

<sup>318</sup> Vgl. Rostock Port GmbH, 2020.

<sup>319</sup> Vgl. OpenStreetMap, 2020i.

<sup>320</sup> Vgl. Rostock Port GmbH, 2020.

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

<sup>321</sup> Vgl. Kapitel 2.1.1.5.

<sup>322</sup> Vgl. Kapitel 2.1.1.5.

<sup>323</sup> Vgl. Lübecker Nachrichten, 2019.

### 2.3.1.10 Sassnitz

Tabelle 21 | Steckbrief Hafen Sassnitz

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

<sup>324</sup> Vgl. Eurostat, 2020d.

<sup>325</sup> Vgl. Eurostat, 2020e.

<sup>326</sup> Vgl. Eurostat, 2020c.

<sup>327</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>328</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>329</sup> Vgl. Mukran Port, 2020b.

<sup>330</sup> Vgl. OpenStreetMap, 2020j.

<sup>331</sup> Vgl. Mukran Port, 2020a.

<sup>332</sup> Vgl. Kapitel 2.1.1.5.

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

(LNG-)Infrastruktur	
<b>Bunkerkonzepte<sup>333</sup></b>	TTS
<b>Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagtätigkeiten)</b>	Ausstehend
<b>Liegeplätze mit Landstromanbindung</b>	

<sup>333</sup> Vgl. Kapitel 2.1.1.5.

### 2.3.1.11 Mannheim

Tabelle 22 | Steckbrief Hafen Mannheim

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

<sup>334</sup> Vgl. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2020.

<sup>335</sup> Vgl. Hafen Mannheim, 2020.

<sup>336</sup> Vgl. Hafen Mannheim, 2018, S. 26.

<sup>337</sup> Vgl. OpenStreetMap, 2020k.

<sup>338</sup> Vgl. Hafen Mannheim, 2020.

<sup>339</sup> Vgl. Kapitel 2.1.1.6.

<sup>340</sup> Vgl. Hafen Mannheim, 2018, S. 15.

### 2.3.1.12 Amsterdam

Tabelle 23 | Steckbrief Hafen Amsterdam

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

<sup>341</sup> Vgl. Eurostat, 2020d.

<sup>342</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>343</sup> Vgl. Eurostat, 2020c.

<sup>344</sup> Vgl. Eurostat, 2020f.

<sup>345</sup> Vgl. Eurostat, 2020f.

<sup>346</sup> Vgl. GVB Veren B.V., 2020.

<sup>347</sup> Vgl. Port of Amsterdam, 2020c.

<sup>348</sup> Vgl. OpenStreetMap, 2020l.

<sup>349</sup> Vgl. Port of Amsterdam, 2020d.

<b>(LNG-)Infrastruktur</b>	
<b>Ausgewiesene LNG-Bunkerliegeplätze<sup>350</sup></b>	
	Großteil der vorhandenen Liegeplätze auch zur LNG-Bebunkierung ausgewiesen
	Keine Schutzgüter in Umgebung ausgewiesener LNG-Bunkerliegeplätze Sonstige Liegeplätze: Bahntunnel, Recycling Center, Umschlag von Raffinerieprodukten, Düngemitteln
	TTS; STS Besonderheit: „FlexFueler“ LNG-Bunkerbargen ohne eigenen Antrieb
	Ausstehend
<b>Liegeplätze mit Landstromanbindung<sup>353</sup></b>	

<sup>350</sup> Vgl. Port of Amsterdam, 2020b.

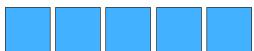
<sup>351</sup> Vgl. Port of Amsterdam, 2020b.

<sup>352</sup> Vgl. Kapitel 2.1.2.1.

<sup>353</sup> Vgl. Port of Amsterdam., 2020d.

### 2.3.1.13 Rotterdam

Tabelle 24 | Steckbrief Hafen Rotterdam

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

<sup>354</sup> Vgl. Eurostat, 2020d.

<sup>355</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>356</sup> Vgl. Eurostat, 2020c.

<sup>357</sup> Vgl. Eurostat, 2020f.

<sup>358</sup> Vgl. Eurostat, 2020f.

<sup>359</sup> Vgl. Port of Rotterdam, 2020b.

<sup>360</sup> Vgl. OpenStreetMap, 2020m.

<sup>361</sup> Vgl. Gas Infrastructure Europe, 2019a.

<sup>362</sup> Vgl. Port of Rotterdam, 2019a.

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

(LNG-)Infrastruktur	
<b>Bunkerkonzepte<sup>363</sup></b>	TTS; STS
<b>Zulässigkeit SIMOPS (Umschlagtätigkeiten)<sup>364</sup></b>	Gegeben
<b>Liegeplätze mit Landstromanbindung<sup>365</sup></b>	

<sup>363</sup> Vgl. Kapitel 2.1.2.2.; Ship Technology, 2018.

<sup>364</sup> Vgl. Kapitel 2.1.2.2.

<sup>365</sup> Vgl. Port of Rotterdam, 2020a.

### 2.3.1.14 Antwerpen

Tabelle 25 | Steckbrief Hafen Antwerpen

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

<sup>366</sup> Vgl. Eurostat, 2020d.

<sup>367</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>368</sup> Vgl. Eurostat, 2020c.

<sup>369</sup> Vgl. Eurostat, 2020g.

<sup>370</sup> Vgl. Eurostat, 2020g.

<sup>371</sup> Vgl. DeWaterbus, 2020.

<sup>372</sup> Vgl. Port of Antwerp, 2020b.

<sup>373</sup> Vgl. OpenStreetMap, 2020n.

<sup>374</sup> Vgl. Port of Antwerp, 2017.

<sup>375</sup> Vgl. Port Technology International, 2020.

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

<sup>376</sup> Vgl. Port of Antwerp, 2020d.

<sup>377</sup> Vgl. Port of Antwerp, 2020d.

<sup>378</sup> Vgl. Kapitel 2.1.3.1.

<sup>379</sup> Vgl. Kapitel 2.1.3.1.

<sup>380</sup> Vgl. Port of Antwerp, 2020a.

### 2.3.1.15 Zeebrugge

Tabelle 26 | Steckbrief Hafen Zeebrugge

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

<sup>381</sup> Vgl. Eurostat, 2020d.

<sup>382</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>383</sup> Vgl. Eurostat, 2020c.

<sup>384</sup> Vgl. Eurostat, 2020g.

<sup>385</sup> Vgl. Eurostat, 2020g.

<sup>386</sup> Vgl. Port of Zeebrugge, 2020d.

<sup>387</sup> Vgl. OpenStreetMap, 2020a.

<sup>388</sup> Vgl. Port of Zeebrugge, 2020a.

<sup>389</sup> Vgl. Gas Infrastructure Europe, 2019b.

<sup>390</sup> Vgl. Port of Zeebrugge, 2019.

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

<sup>391</sup> Vgl. Kapitel 2.1.3.2.

<sup>392</sup> Vgl. Kapitel 2.1.3.2.

<sup>393</sup> Vgl. Port of Zeebrugge, 2020b.

### 2.3.1.16 Göteborg

Tabelle 27 | Steckbrief Hafen Göteborg

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

<sup>394</sup> Vgl. Eurostat, 2020d.

<sup>395</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>396</sup> Vgl. Eurostat, 2020c.

<sup>397</sup> Vgl. Eurostat, 2020h.

<sup>398</sup> Vgl. Eurostat, 2020h.

<sup>399</sup> Vgl. Västtrafik, 2019.

<sup>400</sup> Vgl. Port of Gothenburg, 2020b.

<sup>401</sup> Vgl. OpenStreetMap, 2020p.

<sup>402</sup> Vgl. Port of Gothenburg, 2020a, S. 9.

<sup>403</sup> Vgl. Gas Infrastructure Europe, 2019a.

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

<sup>404</sup> Vgl. Kapitel 2.1.4.1.

<sup>405</sup> Vgl. Port of Gothenburg, 2018a.

<sup>406</sup> Vgl. Port of Gothenburg, 2018a.

<sup>407</sup> Vgl. Port of Gothenburg, 2020a, S. 20.

### 2.3.1.17 Stockholm

Tabelle 28 | Steckbrief Hafen Stockholm

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

<sup>408</sup> Vgl. Eurostat, 2020d.

<sup>409</sup> Vgl. Eurostat, 2020b.

<sup>410</sup> Vgl. Eurostat, 2020c.

<sup>411</sup> Vgl. Eurostat, 2020h.

<sup>412</sup> Vgl. Eurostat, 2020h.

<sup>413</sup> Vgl. Ports of Stockholm, 2020.

<sup>414</sup> Vgl. OpenStreetMap, 2020q.

<sup>415</sup> Vgl. OpenStreetMap, 2020q.

<sup>416</sup> Vgl. Gas Infrastructure Europe, 2019b.

<sup>417</sup> Vgl. Ports of Stockholm, 2014b.

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

<sup>418</sup> Vgl. Ports of Stockholm, 2014b.

<sup>419</sup> Vgl. Kapitel 2.1.4.2.

<sup>420</sup> Vgl. Ports of Stockholm, 2019.

### **2.3.2 Vergleichende Beurteilung der rechtlichen Grundlagen der Referenzhäfen**

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

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

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

### **Gemeinsamkeiten der Regularien der Referenzhäfen**

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

## **Zusammenfassung der Erkenntnisse**

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

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

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

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

**Tabelle 29 | Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene mit Bezug zum Bunkern (von LNG)<sup>421</sup>**

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

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

<sup>422</sup> Die Informationen zum Hafen Brunsbüttel wurden in Kapitel 2.1.1.4 spezifiziert. Die HBO gilt i. V. m. § 24 der HSVO SH.

### 2.3.3 Auswertung der Kategorisierung der Referenzhäfen und ihrer rechtlichen Grundlagen

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

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

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

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

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

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

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

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

**Tabelle 30 | Ergebnismatrix für die Kategorisierung der Referenzhäfen**

Standort	Organisations-form	Güterumschlag			Seeverkehr			Räumliche Komplexität im Hafenbereich		(LNG-) Infrastruktur						
		Umschlags-volumen	Ladungsarten ■ Container ■ Stückgut ■ Flüssig (fert. Gas & Flüssigk. Frachtwaren) ■ Sonstiges	Passagier-aufkommen	Verkehrs-aufkommen	Schiffstypen ■ Container ■ Tanker ■ Stückgut ■ Fahrgäste ■ Schüttgut ■ Sonstige	Hochfrequentiert	Eingeschleust. Bereich	Brücken	LNG-Import-Terminal	Ausgewiesene Bunkerliegeplätze	Bunkermodi TTS STS PTS	SIMOPS Zulässigkeit	Liegeplätze mit Landstrom-anbindung		
Emden	Landlord Port									-		X	X		gegeben	
Cuxhaven	Landlord Port								-		X			ausstehend		
Wilhelmshaven	Landlord Port								-					ausstehend		
Bremen	Landlord Port								-					ausstehend		
Bremerhaven	Landlord Port								-		X	X		ausstehend		
Hamburg	Landlord Port								-					ausstehend		
Brunsbüttel	Private Serv. P.								geplant 2022		X	X		ausstehend		
Kiel	Landlord Port								-		X	X		ausstehend		
Rostock	Landlord Port								geplant 2023		X	X		ausstehend		
Sassnitz	Landlord Port								-		X			ausstehend		
Mannheim	Landlord Port	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Binnenfracht; F.			-		X			ausstehend	
Amsterdam	Landlord Port							Ro/Ro; F.			X	-		gegeben		
Rotterdam	Landlord Port							Ro/Ro			X	2011		gegeben		
Antwerpen	Landlord Port							Container					X	X	gegeben	
Zeebrugge	Landlord Port							Ro/Ro			X	1987		X	gegeben	
Göteborg	Landlord Port							Ro/Ro			X	geplant		X	gegeben	
Stockholm	Landlord Port							Ro/Pax			X	2011		(X)	gegeben	

## 2.4 Evaluierung von Erfahrungswerten und (inter)nationaler guter Praxis

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

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

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

### 2.4.1 Evaluierung beispielhafter Bunkeraktivitäten

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

#### Bremerhaven

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

#### Brunsbüttel

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

#### Cuxhaven

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

## **Emden**

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

## **Rostock**

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

## **Amsterdam**

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

## **Rotterdam**

Die Hafenbehörde in Rotterdam weist grundsätzlich und eingeschränkt mögliche LNG-Bunkerliegeplätze anhand einer Bunkerkarte aus.<sup>425</sup> Im Hafengebiet bestehen vielfältige Möglichkeiten des LNG-Bunkerns im TTS- und STS-Konzept.<sup>426</sup> Darüber hinaus besitzt der Hafen ein LNG-Importterminal mit einer Kapazität von 540 Tsd. m<sup>3</sup>, aufgeteilt auf drei Tanks, an dem LNG per Tanker bspw. aus dem Mittleren Osten, Australien und Asien ankommt und für die weitere Nutzung u. a. als Schiffskraftstoff verteilt werden kann.<sup>427</sup> Der Rotterdamer Hafen kann im Umgang mit LNG zudem eingehende Erfahrungen bei der Durchführung von SIMOPS aufweisen. Im Juli 2019 erfolgten hier die ersten SIMOPS im Rahmen der LNG-Bebunkerung des Containerschiffs ‚Containerships Nord‘ (IMO-Nr: 9813993) bei gleichzeitigem Ladungsumschlag. Die Ermöglichung von SIMOPS während des Bunkerns von LNG gewinnt als Servicedienstleistung zunehmend auch für die Terminalbetreiber an Bedeutung. So sind am Europoort-Terminal des niederländischen Unternehmens Vopak seit Sommer 2020 SIMOPS gestattet.<sup>428</sup> Die Entwicklung des Rotterdamer Hafens als LNG-Hub wird zudem durch den regelmäßigen Anlauf einer der weltweit größten LNG-Bunkerschiffseinheiten, der ‚Gas Agility‘ (IMO-Nr: 9850680) befördert. Das mit

<sup>423</sup> Vgl. Port of Amsterdam, 2020b.

<sup>424</sup> Vgl. GreenPort, 2019.

<sup>425</sup> Vgl. Port of Rotterdam, 2019a.

<sup>426</sup> Vgl. Port of Rotterdam, 2020a.

<sup>427</sup> Vgl. Port of Rotterdam, 2020e.

<sup>428</sup> Vgl. Offshore Energy, 2020a.

einem Ladevolumen von 18,6 Tsd. m<sup>3</sup> ausgestattete Bunkerschiff<sup>429</sup> soll u. a. die im September 2020 in Dienst gestellte ‚CMA CGM Jacques Saade‘ (IMO-Nr: 9839179) sowie ihre nachfolgenden Schwesterschiffe mit LNG versorgen. Die Containerschiffe verfügen ihrerseits jeweils über einen LNG-Tank mit einer Kapazität von 18,6 Tsd. m<sup>3</sup>.<sup>430</sup> Allein durch diese neun Containerschiffe rechnet der Hafenbetrieb Rotterdam mit einer jährlichen LNG-Bunkermenge in Höhe von 300 Tsd. t.<sup>431</sup> Der Einsatz von LNG als Kraftstoff nimmt u. a. aufgrund des starken öffentlichen Diskurses auch in der Kreuzfahrtindustrie eine wachsende Bedeutung ein. Bei der Versorgung hebt sich der Rotterdamer Hafen bspw. durch das Bebunkern des weltweit ersten LNG-angetriebenen Kreuzfahrtschiffes, der ‚AIDAnova‘ (IMO-Nr: 9781865), hervor. Dieses wird teilweise im Rotterdamer Hafen selbst, aber auch in anderen auf seiner Route liegenden Häfen durch LNG aus dem Rotterdamer Importterminal versorgt.<sup>432</sup>

## **Antwerpen**

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

## **Zeebrugge**

Die Hafenbehörde Zeebrugge nennt in der Bunkerordnung für STS-Transfers die zur Verfügung stehenden LNG-Bunkerliegeplätze. Das Bunkern von LNG im TTS-Konzept ist ebenfalls grundsätzlich möglich.<sup>436</sup> Für die Versorgung mit LNG als Schiffskraftstoff ist in Zeebrugge u. a. die ‚GREEN ZEEBRUGGE‘ (IMO-Nr: 9750024) mit einer Kapazität von 5 Tsd. m<sup>3</sup> im Einsatz. Sie bebunkert bspw. die beiden Autotransporter ‚Auto Energy‘ (IMO-Nr: 9736377) und ‚Auto Eco‘ (IMO-Nr: 9736365).<sup>437</sup> Der Hafen von Zeebrugge fungiert zudem durch sein seit 1987 bestehendes LNG-Importterminal mit einer Kapazität von 380 Tsd. m<sup>3</sup>, aufgeteilt auf vier Tanks als LNG-Hub.<sup>438</sup> Der Transport zu Abnehmern im europäischen Hinterland erfolgt schwerpunktmäßig per Tkw, die Beförderung per Bahn wird in einem Pilotprojekt erprobt.<sup>439</sup>

## **Göteborg**

Im Hafen von Göteborg können Schiffe unter Berücksichtigung der LNG-Bunkerregeln der Hafenbehörde sowohl im STS- als auch im TTS-Konzept mit LNG bebunkert werden.<sup>440</sup> Hierbei sind für wasserseitige Bebunkerungen die vorwiegend im Ostseeraum operierende Bunkerschiffe, wie z. B. die ‚Coralius‘ (IMO-Nr: 9769128) oder die über eine LNG-Kapazität von 7,5 Tsd. m<sup>3</sup> verfügende ‚Kairos‘ (IMO-Nr: 9819882)<sup>441</sup>, im Einsatz.<sup>442</sup> Der Göteborger Hafen verfügt über umfängliche Erfahrungen im Umgang mit

<sup>429</sup> Vgl. TOTAL, 2020.

<sup>430</sup> Vgl. CMA CGM, 2020.

<sup>431</sup> Vgl. Täglicher Hafenbericht, 2020b.

<sup>432</sup> Vgl. Kieler Nachrichten, 2019.

<sup>433</sup> Vgl. Port of Antwerp, 2020a.

<sup>434</sup> Vgl. Fluxys, 2020.

<sup>435</sup> Vgl. Offshore Energy, 2020b.

<sup>436</sup> Vgl. Port of Zeebrugge, 2019.

<sup>437</sup> Vgl. GoLNG, 2020.

<sup>438</sup> Vgl. NS Energy, 2019.

<sup>439</sup> Vgl. Täglicher Hafenbericht, 2020c.

<sup>440</sup> Vgl. Port of Gothenburg, 2020c.

<sup>441</sup> Vgl. NAUTICOR, 2019.

<sup>442</sup> Vgl. Gasum, 2020b.

SIMOPS. Die erste LNG-Bebunkerung mit simultanen Umschlagaktivitäten fand im Oktober 2017 im Energy Port statt. Bereits bis April 2018 wurde eine zweistellige Anzahl von LNG-Bunkervorgängen mit SIMOPS durchgeführt. Bei den SIMOPS handelte es sich überwiegend um den Umschlag von Gasöl.<sup>443</sup> Der Göteborger Hafen verfügt zudem über ein LNG-Importterminal mit einer Lagerkapazität von 33 Tsd. m<sup>3</sup>.<sup>444</sup>

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

## **Stockholm**

Die LNG-Bunkeraktivitäten im städtischen Stockholmer Hafengebiet gelten vorwiegend dem RoRo-/Passagierschiff ‚Viking Grace‘ (IMO-Nr: 9606900). Dieses wird regelmäßig am Fährterminal Stadsgården im STS-Konzept durch das Bunkerschiff ‚Seagas‘ (IMO-Nr: 7382691) versorgt. Im April 2020 wurde hierbei der Meilenstein von 2 Tsd. LNG-Bebunkerungen erreicht.<sup>446</sup> Durch die ‚Viking Grace‘ verfügt der Stockholmer Hafen zudem über Erfahrungen mit SIMOPS, da während der Bebung zum Teil RoRo- und Terminal-Verkehre sowie Passagierwechsel stattfinden.<sup>447</sup> Darüber hinaus verfügt der Hafenstandort Stockholm im auswärtigen Hafen von Nynäshamn über ein LNG-Importterminal mit einer Kapazität von bis zu 20 Tsd. m<sup>3</sup>.<sup>448</sup> Dort besteht zudem die Möglichkeit, Schiffe an einer Bunkerstation im TTS-Konzept zu bebunkern, die gleichzeitige Umschlagaktivitäten ermöglicht.<sup>449</sup>

## **Einspeisung von (LNG-basiertem) Landstrom**

Im Rahmen der Charakterisierung der Referenzhäfen wurde u. a. die Verfügbarkeit von Liegeplätzen mit Landstromanbindung bewertet. Diese Anlagen dienen der Emissionsminderung bei der Energieversorgung der Schiffe während der Hafenliegezeiten. Üblicherweise werden Schiffe im Hafen bei abgeschalteter Hauptmaschine durch schiffsinterne Dieselgeneratoren versorgt. Die Vorgaben der IMO zur nachhaltigen Reduzierung der durch die Schiffahrt verursachten Emissionen<sup>450</sup>, deren schädlicher Wirkung die Menschen insbesondere beim Ausstoß in Terminalnähe ausgesetzt sind, können u. a. durch die Errichtung von Landstromanlagen erreicht werden. Hierbei muss der Strom nicht zwangsläufig aus dem Stromnetz entnommen werden, sondern kann alternativ durch die Verbrennung von LNG erzeugt werden. Eine entsprechende Anlage befindet sich mit der Power-Barge ‚Hummel‘ seit 2014 in Hamburg im Einsatz.<sup>451</sup> Die Flexibilität einer Barge verspricht anwendungsseitige Vorteile, denen ein komplexerer Genehmigungsprozess gegenübersteht.<sup>452</sup> Darüber hinaus geht perspektivisch betrachtet die Möglichkeit verloren, komplett regenerativ erzeugten Strom in das Bordnetz einzuspeisen.

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

<sup>443</sup> Vgl. Port of Gothenburg, 2018.

<sup>444</sup> Vgl. Hydrocarbons Technology, 2020.

<sup>445</sup> Vgl. Technocean Consulting, 2021.

<sup>446</sup> Vgl. Offshore Energy, 2020c.

<sup>447</sup> Vgl. Wärtsilä, 2016.

<sup>448</sup> Vgl. Nauticor, 2020.

<sup>449</sup> Vgl. Gasum, 2020a.

<sup>450</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2020.

<sup>451</sup> Vgl. Forschungs-Informations-System, 2019.

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

**Tabelle 31 | Übersicht etablierter Bunkeraktivitäten in europäischen Seehäfen**

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

#### Weitere Bunkeraktivitäten alternativer Schiffskraftstoffe

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

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

<sup>453</sup> Für 2020 geplante ortsfeste Bunkerstation

<sup>454</sup> Vgl. DNV GL, 2021.

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

#### **2.4.2 Durchführung von Expertengesprächen**

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

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

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

<sup>455</sup> Vgl. BW LPG, 2020.

<sup>456</sup> Vgl. BEHALA, 2021.

<sup>457</sup> Vgl. DLR, 2018.

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

**Tabelle 32 | Übersicht Stakeholdergespräche**

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

### 2.4.3 (Praxis-)Workshop mit Experten

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

**Tabelle 33 | Ablauf des Round Table am 24.09.2020**

Programmpunkt		
Begrüßung im Plenum		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ DMZ</li> <li>▪ Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus des Landes SH</li> <li>▪ Ramboll</li> </ul>		
Impulsvorträge		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ DEME Group</li> <li>▪ Kommunale Hafenbehörde der Hansestadt Lübeck</li> </ul>		
Modul 1: Risiko- u. Gefährdungsanalysen	Modul 2: Regelungstexte und Verweise	Modul 3: Prozess der Bunkeranfrage und SIMOPS
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorgehen, Leitfäden, Schwerpunkte und Besonderheiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Status quo, Harmonie und Veränderungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ablauf, Aufwand, Potenziale</li> <li>▪ Fokus auf SIMOPS</li> </ul>
Leitung: Projektteam	Leitung: Projektteam	Leitung: Projektteam
Impulsgeber: DMZ und Hansestadt Bremisches Hafenamt	Impulsgeber: DMZ und Wirtschaftsministerium SH	Impulsgeber: DMZ und WESSELS Reederei
Zusammenfassung und Formulierung nächster Schritte im Plenum		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorstellung Ergebnisse Modul 1</li> <li>▪ Vorstellung Ergebnisse Modul 2 inkl. Durchführung einer Umfrage</li> <li>▪ Vorstellung Ergebnisse Modul 3</li> </ul>		
Auswertung der Veranstaltung und Verabschiedung		

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

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

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

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

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

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

### **Modul 1: Risiko- und Gefährdungsanalysen**

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

**Abbildung 18 | Ergebnisübersicht des Moduls Risiko- und Gefährdungsanalysen**

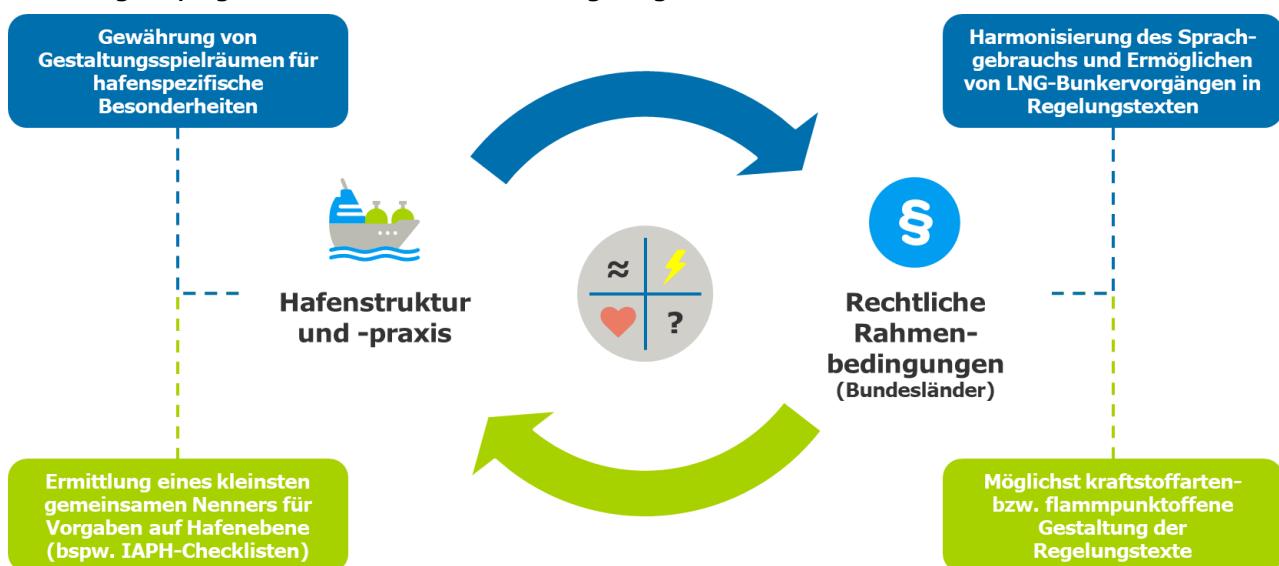


Eine grundsätzliche Einigkeit unter den Teilnehmern konnte hinsichtlich der Verwendung bestehender Praxisleitfäden bei der Erstellung von Risikoanalysen und des Bedarfs einer Handlungsempfehlung für die Auslegung der unterschiedlichen baulichen Ausführungen von LNG-Bunkerschiffen und LNG-betriebenen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

## Modul 2: Regelungstexte und Verweise

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

Abbildung 19 | Ergebnisübersicht des Moduls Regelungstexte und Verweise



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

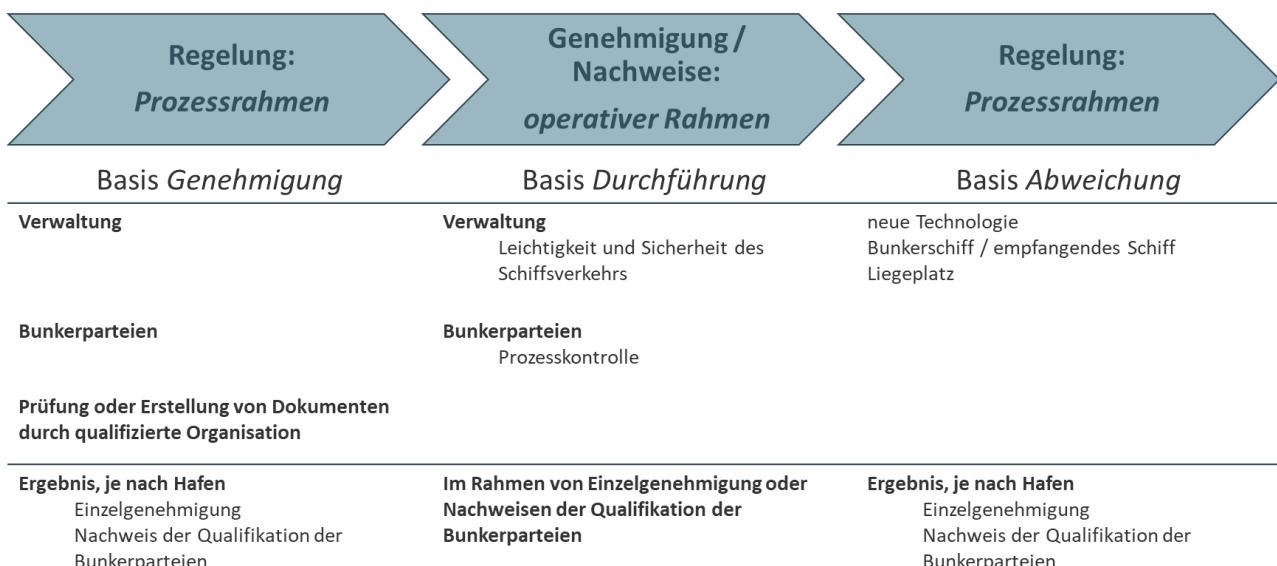
<sup>458</sup> Mit der geänderten Verordnung behandelt die HSVO des Bundeslandes SH ab 19.02.2021 ebenfalls explizit das Bunkern alternativer Schiffsstoffe (vgl. Kapitel 2.1.1.4) und benennt hierfür grundlegende Anforderungen.

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

### **Modul 3: Prozess der Bunkeranfrage und SIMOPS**

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

**Abbildung 20 | Ergebnisübersicht des Moduls Prozess der Bunkeranfrage und SIMOPS**



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

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

## 2.5 Evaluierung erforderlicher Risikoanalysen bei STS-Bebunkerungen

In diesem Kapitel werden die für das seeseitige Bunkern in den deutschen Seehäfen geforderten Risikobetrachtungen ermittelt und ausgewertet. In Ermangelung von Risikoanalysen für weitere alternative Schiffskraftstoffe in den deutschen Seehäfen<sup>459</sup> liegt der Fokus in diesem Kapitel auf den Risikoanalysen für das Bunkern von LNG. Ein besonderer Betrachtungsschwerpunkt sind die Bedingungen für die Durchführung von SIMOPS während des Bunkers. Die Ergebnisse der Auswertung sollen insbesondere mit den im Kapitel 2.4 ermittelten Erfahrungswerten in einen Kontext gesetzt werden. Hierfür sollen u. a. die Kernaussagen der durchgeföhrten Expertengespräche sowie der Workshop-Module des Round Tables herangezogen werden, sodass die Ableitung wichtiger Bestandteile für den im zweiten Teil der Studie zu erstellenden Leitfaden gelingt. Mithilfe der tiefergehenden Untersuchung der einzelnen Risikoanalysen sollen zudem erste Erkenntnisse zur Möglichkeit von SIMOPS im Zuge von STS-Bunkervorgängen abgeleitet werden.

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

### Rostock

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

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

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

<sup>459</sup> Ansätze für vollumfängliche Risikoanalysen bestehen bspw. durch eine HAZID bzgl. des Bunkers von Methanol in Hamburg (vgl. VSM, 2018).

<sup>460</sup> Vgl. Germanischer Lloyd, 2012.

<sup>461</sup> Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

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

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

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

Bei der Berechnung der Risikokonturen kam die Software „PHAST“ zum Einsatz, die zum einen in der Lage ist, die maximalen Ausbreitungen von möglichen zündfähigen Gaswolken zu bestimmen (deterministisch) und zum anderen auch den Einbezug des Gefährdungsrisikos (probabilistisch) abdeckt. Die probabilistisch durchgeföhrten Berechnungen zeigen, dass durch die Variation des Systemdrucks von 1 barg<sup>465</sup> bis 8 barg deutliche Unterschiede bei den Risikokonturen entstehen können. Es wird empfohlen zur Erhöhung der Sicherheit die Mindestmaße der Kontrollzonen generell auf einen Druck von 8 barg auszurichten. Diese liegen für die Sicherheitszone (Personen mit Akzeptanzschwelle <  $5 \times 10^{-6}$ ) unter Berücksichtigung sämtlicher betrachteter Szenarien bei 25 m und für die erweiterte Sicherheitszone (Personen mit Akzeptanzschwelle <  $1 \times 10^{-6}$ ) bei maximal 55 m.<sup>466</sup>

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

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

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

<sup>462</sup> Vgl. ISO, 2013.

<sup>463</sup> Vgl. Flemish Government, 2009.

<sup>464</sup> Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

<sup>465</sup> Einheit zur Messung des Überdrucks

<sup>466</sup> Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

## Emden

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

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

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

## Bremische Häfen

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

## Hamburg

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

<sup>467</sup> Vgl. Hafenbehörde Emden, 2019.

<sup>468</sup> Vgl. SGMF, 2018.

<sup>469</sup> Vgl. Hafenbehörde Emden, 2018.

<sup>470</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>471</sup> Vgl. NTNU, 2014.

<sup>472</sup> Vgl. Hansestadt Bremisches Hafenamt, 2019.

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

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

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

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

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

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

## **Auswertung der in den deutschen Seehäfen vorgenommenen Risikobetrachtungen**

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

<sup>473</sup> Vgl. Ganz, 2018.

<sup>474</sup> Vgl. ISO, 2015.

<sup>475</sup> Vgl. RIVM, 2009.

<sup>476</sup> Vgl. ZKR, 2014.

<sup>477</sup> Vgl. Germanischer Lloyd, 2012.

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

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

**Tabelle 34 | Referenzen vorliegender Risikobewertungen**

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

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

<sup>478</sup> Vgl. ISO, 2015.

<sup>479</sup> Vgl. Pro Danube, 2015a

<sup>480</sup> Vgl. Fluxys, 2012.

<sup>481</sup> Vgl. ISO, 2013.

<sup>482</sup> Vgl. NTNU, 2014.

<sup>483</sup> Vgl. SGMF, 2018.

<sup>484</sup> Vgl. RIVM, 2009.

<sup>485</sup> Vgl. DIN, 2017a.

<sup>486</sup> Vgl., Flemish Government, 2009.

<sup>487</sup> Vgl. OREDA, 2009.

<sup>488</sup> Vgl. ISO, 2013.

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

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

Die Evaluierung der genannten LNG-Risikoanalysen diente neben einem Vergleich der unterschiedlichen Vorgehensweisen auch dazu, Anhaltspunkte für Inhalte abzuleiten, die auch bei Risikoanalysen weiterer alternativer Schiffskraftstoffe berücksichtigt werden müssen. Hierzu ist im Allgemeinen festzustellen, dass den skizzierten Verfahren zur Risikobeurteilung u. a. die kraftstoffartenunabhängig geltende Norm DIN EN 31010:2010 zugrunde liegt.<sup>490</sup> Sie wird auch in der ISO/TS 18683:2015 referenziert und eine allgemeine Konformität mit ihren Inhalten wird empfohlen.<sup>491</sup> Auch die EMSA empfiehlt in ihrer Studie zur Nutzung von Methanol/Ethanol als alternative Schiffskraftstoffe die Nutzung der DIN EN 31010:2010 bei der Risikobeurteilung<sup>492</sup> und unterstreicht somit die unabhängige Anwendbarkeit. Neben der DIN EN 31010:2010 können unter Ausblendung der LNG-spezifischen Anforderungen auch der ISO/TS 18683:2015 und der ISO 20519:2017 eine Vielzahl grundsätzlich übertragbarer Prinzipien entnommen werden, diese umfassen u. a.:

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

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

## **Verknüpfung der Ergebnisse mit den Erkenntnissen des öffentlichen Expertenaustauschs**

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

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

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

<sup>489</sup> Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

<sup>490</sup> Vgl. DIN, 2010.

<sup>491</sup> Vgl. ISO, 2013.

<sup>492</sup> Vgl. EMSA, 2016.

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

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

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

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

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

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

<sup>493</sup> Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

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:

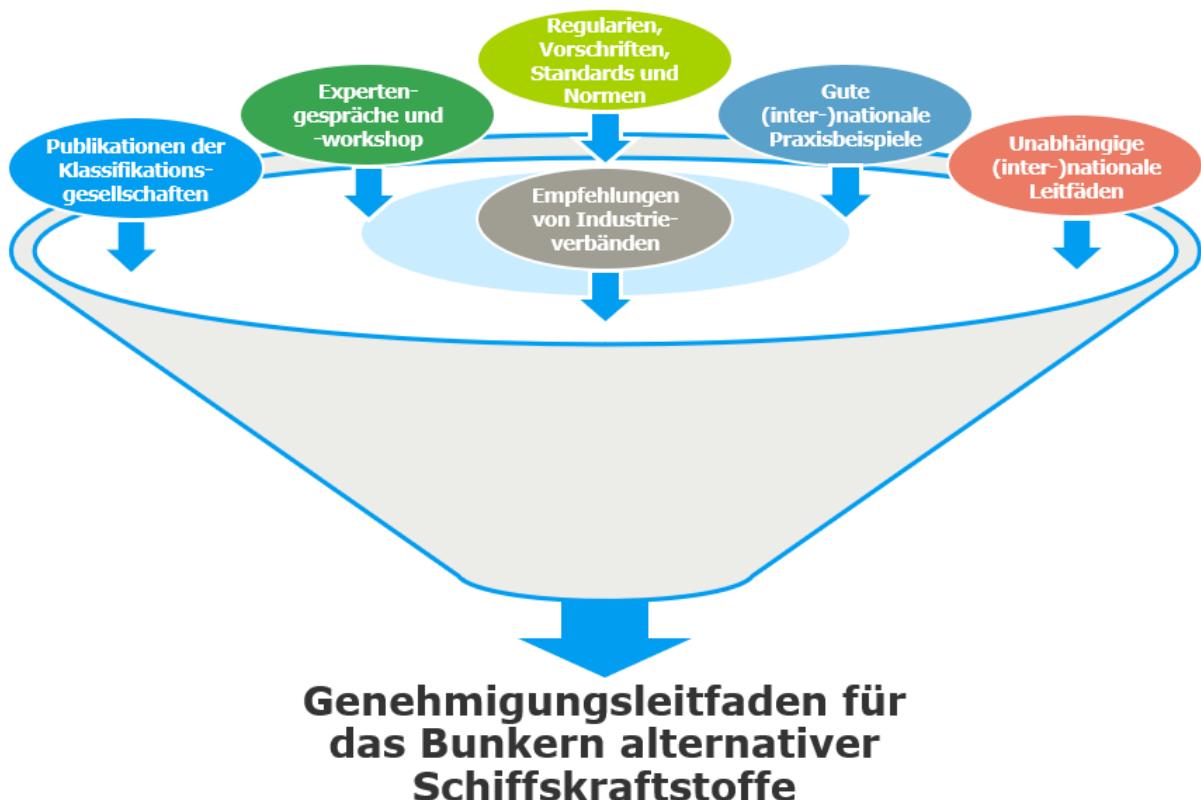
- enthält Vorschläge für Regelungstexte mit Bezug zum Bunkern (Kapitel 3.1),
- skizziert Eckpunkte für die Genehmigung des Bunkers (Kapitel 3.2),
- liefert ein harmonisiertes Vorgehensmodell für Risikoanalysen (Kapitel 3.3) und
- ergänzt dieses um Handlungshilfen für Bunkervorgänge (Kapitel 3.4).

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 Bunkers alternativer Schiffskraftstoffe in den Regelungstexten der Bundesländer und Häfen formuliert. Eine Zusammenfassung zeigt der folgende Informationskasten.

#### **Handlungsempfehlungen 1 | Harmonisierte rechtliche Handhabung des Bunkers**

- 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. Hafenentwicklungsdialog) 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 Bunkers 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.<sup>494</sup> 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 Flammepunkt unter 55°C“ berücksichtigt.<sup>495</sup> 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 Flammepunkt der Schiffskraftstoffe definiert. Die Übergabe von Schiffskraftstoffen mit einem Flammepunkt unter 55°C aus Bunkerschiffen oder Tkw ist nach § 14 (1) der GGBV des Hafens Hamburg untersagt.<sup>496</sup> 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“<sup>497</sup> bzw. „flüssige Treibstoffe zur Eigenversorgung von Schiffen“<sup>498</sup>. Das Bunkern alternativer Schiffskraftstoffe, die unter der Formulierung „tiefgekühlt verflüssigte Gase, Gase unter Druck oder entzündbare Flüssigkeiten mit einem Flammepunkt 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.<sup>499</sup> Andere HBO, bspw. für den Hafen Kiel, regeln lediglich herkömmliche Bebunkerungen.<sup>500</sup>

#### **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“

<sup>494</sup> Vgl. Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung, 2007.

<sup>495</sup> Vgl. Senat der Freien Hansestadt Bremen, 2001.

<sup>496</sup> Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg, 2013.

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

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

<sup>499</sup> Vgl. Brunsbüttel Ports, 2018.

<sup>500</sup> Vgl. Landeshauptstadt Kiel, 2004.

geregelt. Dieses darf entsprechend dem § 28 nur von ortsfesten Anlagen oder von Bunkerschiffen aus erfolgen.<sup>501</sup> 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.<sup>502</sup> Auf Hafenebene wurde dieses Vorgehen z. B. in der HNO der Stadt Sassnitz übernommen.<sup>503</sup>

### **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 Bunkers 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.

<sup>501</sup> Vgl. Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 1983.

<sup>502</sup> Vgl. Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Gesundheit Mecklenburg-Vorpommern, 2006.

<sup>503</sup> Vgl. Stadt Sassnitz, 2015.

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

**Tabelle 35 | Gruppierung der Bezeichnung von Stoffen mit Relevanz zum Bunkern in deutschen Regelungstexten<sup>504</sup>**

Regelungstext	Bezeichnung	Wassergefährdende Stoffe	Flüssige (Kraft-)Stoffe (zur Eigenversorgung von Wasserfahrzeugen bzw. Schiffen)	Entzündbare Flüssigkeiten bzw. Schiffskraftstoffe mit einem Flammepunkt unter 55°C	Tiefgekühlt verflüssigte Gase	Tiefgekühlt verflüssigte Gase, Gase unter Druck oder entzündbare Flüssigkeiten mit einem Flammepunkt unter 55°C	LNG
<b>Bundeslandebene</b>							
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				
<b>Hafenebene</b>							
Hafenbehördliche Verfügungen Emden							Spezielle LNG-Verfügung
HBO Brunsbüttel							§ 5
HBO Kiel			§ 24 (1)				
HNO Rostock			§ 19				
HNO Sassnitz					§ 16 (2)		

<sup>504</sup> 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**

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

<sup>505</sup> Vgl. Port of Amsterdam, 2019.

<sup>506</sup> Vgl. Port of Rotterdam, 2019b.

<sup>507</sup> Vgl. Port of Antwerp, 2018a.

<sup>508</sup> Vgl. Port of Antwerp, 2018b.

<sup>509</sup> Vgl. Port of Zeebrugge, 2018.

<sup>510</sup> Vgl. Port of Zeebrugge, 2019.

<sup>511</sup> Vgl. Port of Gothenburg, 2020d.

<sup>512</sup> Vgl. Port of Gothenburg, 2017.

<sup>513</sup> 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 folgend<sup>514</sup>, 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 HafenO die Verordnung über brennbare Flüssigkeiten und die in ihr definierten Gefahrenklassen (A II: Flammpunkt von 21°C bis 55°C).<sup>515</sup> Die Flammpunktgrenze von 55°C findet sich auch in der BetrSichV.<sup>516</sup>

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

<sup>514</sup> Vgl. IMO, 2017.

<sup>515</sup> Vgl. Senat der freien Hansestadt Bremen, 2001.

<sup>516</sup> 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
<b>Aggregatzustand bei Normalbedingungen</b>	Gas	Gas	Flüssigkeit	Gas		Gas	
<b>Aggregatzustand beim Bunkervorgang / Lagern</b>	Kryogene Flüssigkeit	Flüssigkeit	Flüssigkeit	Flüssigkeit		Kryogene Flüssigkeit	Gas
<b>Dichte bei 15°C und Normaldruck [kg/m3]</b>	450	Propan: 1,87 Butan: 2,51	790	0,72		0,08	
<b>Temperaturbereich [°C], bei der Dichte ≤ Luft</b>	≥ -108	Propan: ≥ 175 Butan: ≥ 315	Generell schwerer	≥ -95		Generell leichter	
<b>Siedepunkt bei 1 bar [°C]</b>	-162	Propan: -42 Butan: -0,5	65	-33		-253	
<b>Flammepunkt (TCC) [°C]</b>	-187 <sup>517</sup>	Propan: -104 <sup>518</sup> Butan: -60 <sup>519</sup>	11 <sup>520</sup>	Entfällt		Entfällt	
<b>Min. Zündenergie [mJ]</b>	0,29	Propan: 0,25 Butan: 0,25	0,20	14		0,016	
<b>Selbstzündtemperatur [°C]</b>	537	Propan: 470 Butan: 287	470	650		560	
<b>Untere und obere Explosionsgrenze [in Vol.-%]</b>	5-15	Propan: 1,7-10,9 Butan: 1,4-9,3	6,7-36	15,4-33,6		4-77	
<b>Toxizität</b>	/	gegeben	gegeben	gegeben		/	
<b>Korrosion</b>	/	gegeben	gegeben	gegeben		/	

<sup>517</sup> ≈ 86 Kelvin

<sup>518</sup> ≈ 169 Kelvin

<sup>519</sup> ≈ 213 Kelvin

<sup>520</sup> ≈ 284 Kelvin

### 3.1.3 Empfehlungen für die harmonisierte rechtliche Handhabung des Bunkers

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 Hafenentwicklungsdialog, 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 Hafenkapitäne beitragen.<sup>521</sup> Aber auch neue Formate sind denkbar. In den Niederlanden wurde auf Basis vergleichbarer Treffen bspw. ein Leitfaden für die Bebunkerung von LNG-angetriebenen Schiffen aus ortsfesten Bunkeranlagen erstellt.<sup>522</sup>

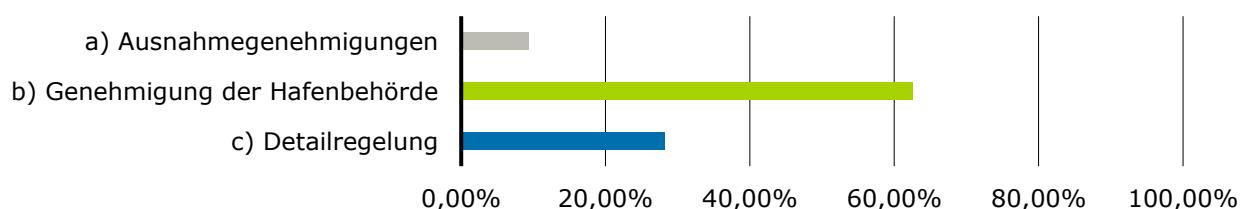
### Empfehlungen für die landesrechtlichen Regelungstexte

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



<sup>521</sup> IHMA, 2021.

<sup>522</sup> 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.<sup>523</sup> Diese Definition wird u. a. vom IMDG-Code<sup>524</sup> und der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008<sup>525</sup> 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.<sup>526</sup> 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 Bunkers 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.

<sup>523</sup> Vgl. IMO, 2017.

<sup>524</sup> Vgl. IMO, 2021b.

<sup>525</sup> Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2008.

<sup>526</sup> 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 Bunkers 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 Grundlagendokumente 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 Bunkering<sup>527</sup> 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.*

<sup>527</sup> 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 Bunkers 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.<sup>528</sup> Entwickelt wurde das Modell in Zusammenarbeit mit Hafenbehörden, Reedereien, Klassifikationsgesellschaften und großen Öl- und Gasunternehmen.<sup>529</sup> An der Entstehung waren Akteure der Hafenstandorte Antwerpen, Amsterdam, Göteborg, Rotterdam, Zeebrugge, der bremischen Häfen und Hamburg beteiligt.<sup>530</sup> In den Häfen von Rotterdam und Antwerpen wird das Modell bereits eingesetzt, weshalb es als gutes Praxistool eingestuft wird.<sup>531</sup> <sup>532</sup> 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.<sup>533</sup>

### 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.<sup>534</sup> 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.<sup>535</sup> Hierdurch kann der Aufwand für die Prüfung eines bereits in einem anderen Hafen registrierten Bunkerlieferanten in einem neuen Hafen potenziell verringert werden.<sup>536</sup>

<sup>528</sup> Vgl. IAPH, 2018c.

<sup>529</sup> Vgl. Lakshmi, 2018.

<sup>530</sup> Vgl. IAPH, 2018a.

<sup>531</sup> Vgl. Offshore Energy, 2018a.

<sup>532</sup> Vgl. Port of Antwerp, 2020a.

<sup>533</sup> Vgl. Port of Rotterdam, 2021c.

<sup>534</sup> Vgl. IAPH, 2018b.

<sup>535</sup> Vgl. Safety4sea, 2019.

<sup>536</sup> 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 Auditor<sup>537</sup> oder zur Designated Person Ashore<sup>538</sup> 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.<sup>539</sup>

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.<sup>540</sup>

## 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

<sup>537</sup> Vgl. Umweltinstitut Offenbach, 2021.

<sup>538</sup> Vgl. Deutsche Flagge, 2021.

<sup>539</sup> Vgl. IAPH, 2018b.

<sup>540</sup> 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 Vorqualifizierungen<sup>541</sup>
- 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)<sup>542</sup>,
- 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.<sup>543</sup>

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 und 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 Bunkers 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 Bunkers, 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

<sup>541</sup> 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).

<sup>542</sup> Ein vergleichbares Verzeichnis wird vom Bundesamt für Seeschiffahrt 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).

<sup>543</sup> 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.<sup>544</sup> 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 - Anforderungen<sup>545</sup> und der DIN ISO 31000:2018-10 - Risikomanagement - Leitlinien<sup>546</sup>, nachweisen, dass die notwendige Prozesssicherheit für die Durchführung des Bunkers sichergestellt ist. Die (Hafen-)Behörde kann die Managementsysteme den Anforderungen der DIN EN ISO 9001:2015<sup>547</sup> gegenüberstellen und bewerten.

## 3. Aktueller Stand der Technik

Der Bunkerlieferant muss nachweisen, dass die technische Durchführung des Bunkers 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.<sup>548</sup>

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 volumfangliche 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 Bunkers 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 Contact<sup>549</sup> auftritt und die Informationen an die weiteren einzubindenden Institutionen (siehe Übersicht in Tabelle 40)

<sup>544</sup> Vgl. ISO, 2013.

<sup>545</sup> Vgl. DIN, 2015b.

<sup>546</sup> Vgl. DIN, 2018a.

<sup>547</sup> Vgl. DIN, 2015c.

<sup>548</sup> Vgl. DIN, 2017a.

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

weiterleitet sowie den Bunkerlieferanten auf mögliche Ergänzungen hinweist.<sup>550</sup> 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 Bunkers, 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 IAPH<sup>551</sup> 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

<sup>550</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>551</sup>

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**

 <b>Bundesland</b>	<b>Genehmigungsbehörden für die Betriebssicherheit und den Immissionsschutz</b>	
	<b>BetrSichV</b>	<b>BImSchG</b>
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**

 <b>Bundesland</b>	 <b>Tkw</b>	 <b>Ortsfeste Bunkeranlage</b>	 <b>Bunkerschiff/-barge</b>	 <b>Bunkervorgang</b>	 <b>Bunkerempfänger</b>
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 
<b>Vorqualifizierung<sup>552</sup></b>		
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"> <li>▪ Feuerwehr - Brandschutz</li> <li>▪ WSA - Leichtigkeit und Sicherheit des Schiffsverkehrs</li> <li>▪ WaSchPo - gemäß Zuständigkeit</li> </ul>	
Behörden nach BetrSichV <sup>553</sup>	Durchführung eines Erlaubnisverfahrens nach § 18 der BetrSichV (die einzureichenden Antragsunterlagen können Kapitel 3.2 der LASI-Veröffentlichung 49 entnommen werden) <sup>554</sup>	
Behörden nach BImSchG <sup>555</sup>	Durchführung eines Genehmigungsverfahrens nach 4. Bundes-Immissionsschutzverordnung für Anlagen mit einem Fassungsvermögen über 3 t	
<b>Genehmigung einzelner Bunkervorgänge</b>		
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	

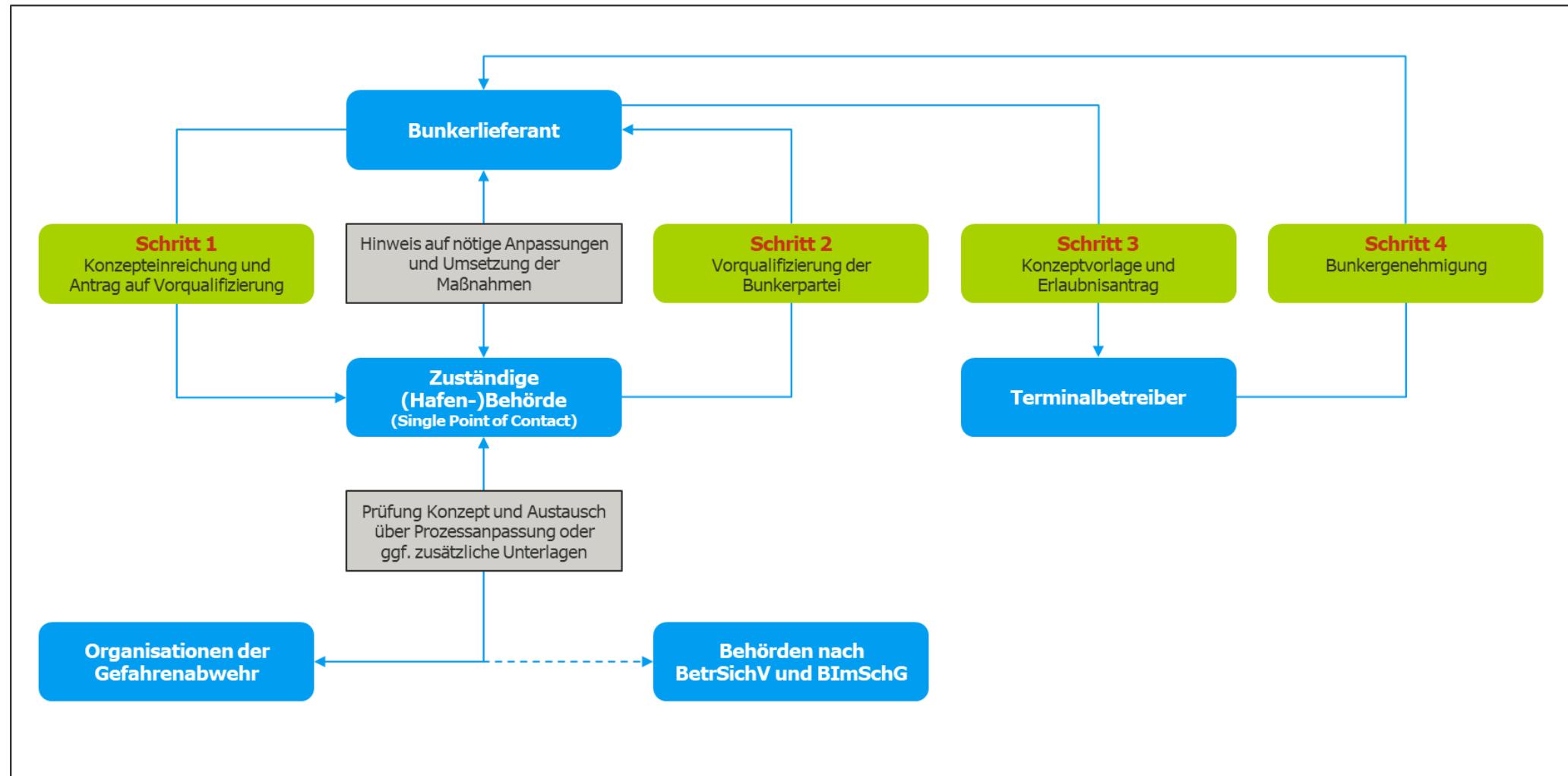
<sup>552</sup> Nicht vorqualifizierte Bunkerparteien müssen diese Schritte bei der Genehmigung einzelner Bunkervorgänge dennoch durchlaufen.

<sup>553</sup> 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)

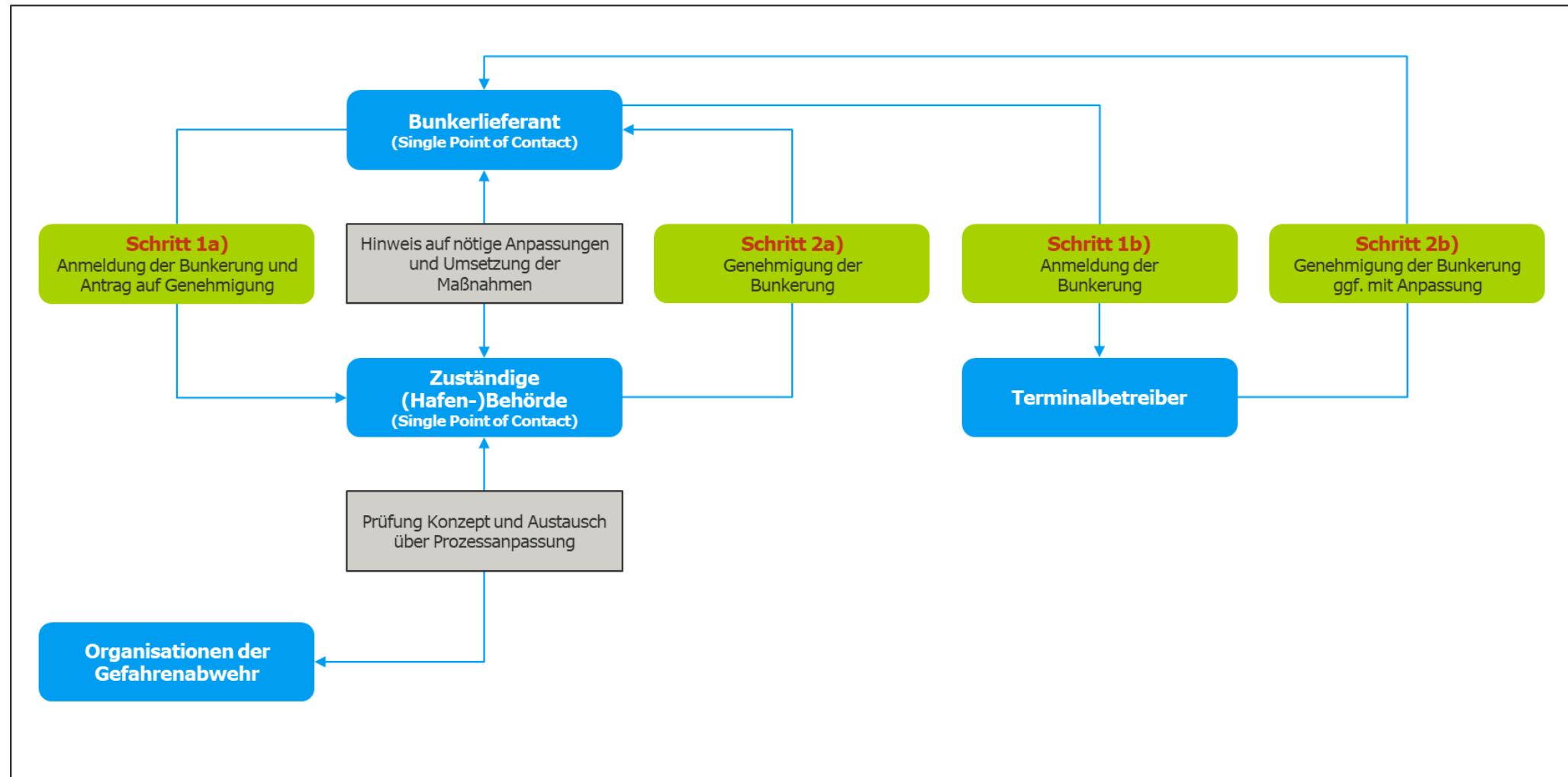
<sup>554</sup> Vgl. LASI, 2017.

<sup>555</sup> 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.<sup>556</sup> 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.

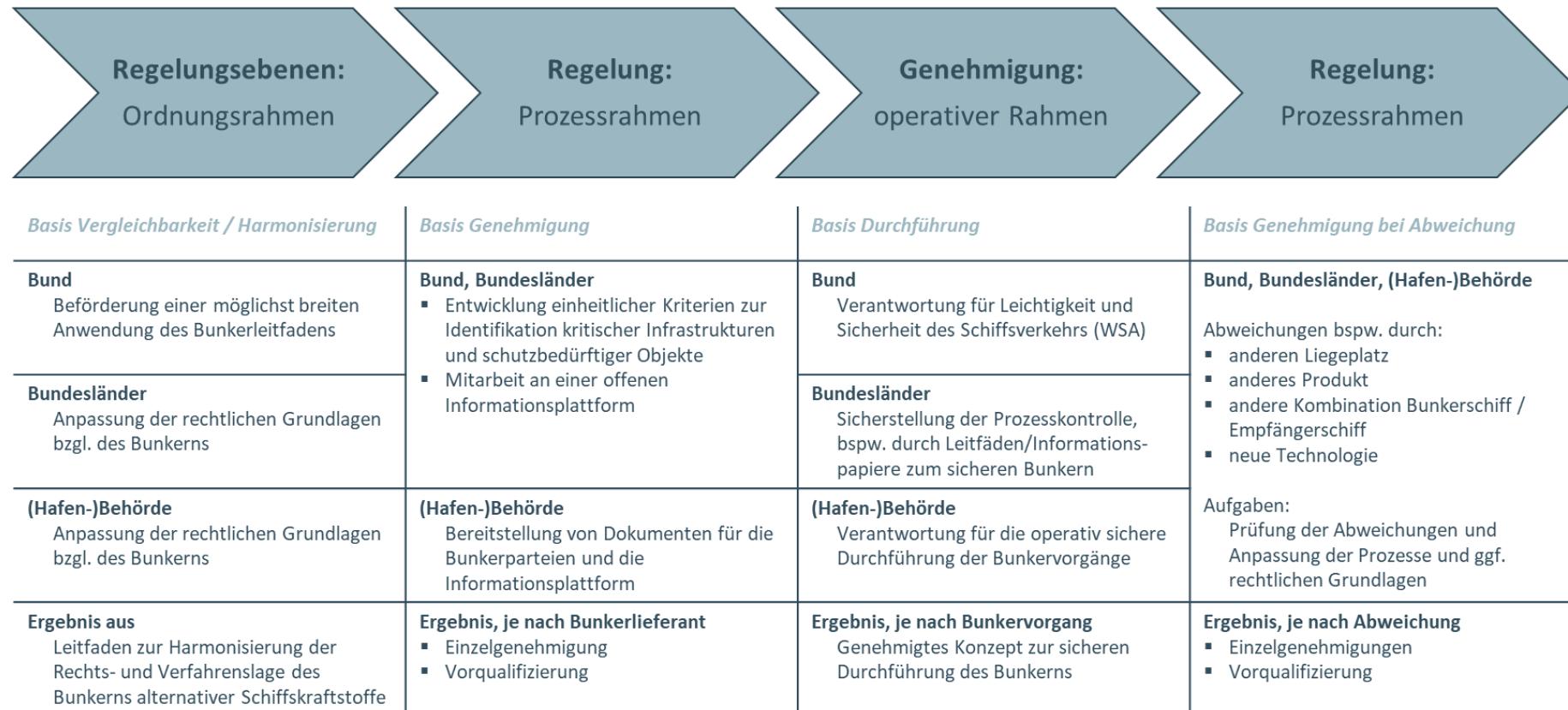
Begleitend hierzu liegt es in der Verantwortung der Hafenstandorte, Dokumente und Informationen bereitzustellen, die auf die lokalen Gegebenheiten und Anforderungen hinweisen (Single Point of Contact). Durch Abweichungen im Prozessrahmen, die bspw. in der Einführung neuer Technologien, der Nutzung eines 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).

<sup>556</sup> Vgl. BBK, 2021.

**Abbildung 25 | Zusammenfassung der Verwaltungsaufgaben**



### 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 Bunkers 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)<sup>557</sup> mit dem Empfängerschiff verbunden. Ein typischer LNG-Tkw kann bspw. ein Fassungsvolumen von etwa 40-50 m<sup>3</sup> in ca. einer Stunde an das Empfängerschiff übergeben.<sup>558</sup> 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 Bebunkerung 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.<sup>559</sup> <sup>560</sup>

#### STS

Bei der STS-Bebunkerung 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.<sup>561</sup> 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. „FlexFueler 001“), zumeist in einem Gebiet mit mehreren Zielhäfen (inkl. Hafen zur Wiederbefüllung) eingesetzt werden, verfügen derzeit über Tankkapazitäten von bis zu 20.000 m<sup>3</sup> (weltweit aktuell größtes Bunkerschiff „Avenir Allegiance“ – IMO-Nr: 9886756)<sup>562</sup> und eine Transferrate von bis zu 1.000 m<sup>3</sup>/h.<sup>563</sup> Bei STS-Bunkervorgängen gelten zwischen dem Bunkerschiff und dem passierenden Schiffsverkehr erhöhte Sicherheitsanforderungen, z. B. durch Mindestabstände und Geschwindigkeitsrestriktionen.

<sup>557</sup> Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

<sup>558</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>559</sup> Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

<sup>560</sup> Vgl. Bremenports, 2015.

<sup>561</sup> Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

<sup>562</sup> Vgl. Avenir LNG, 2021.

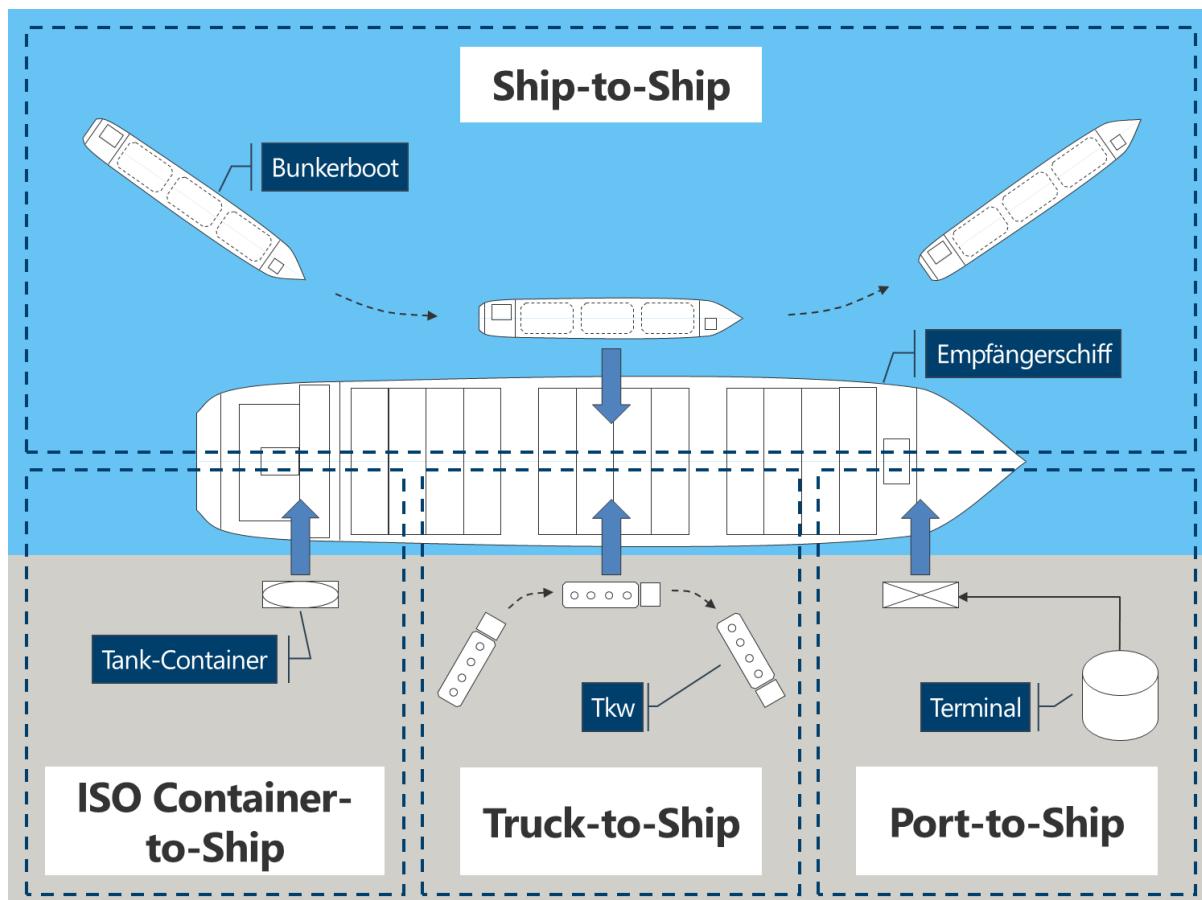
<sup>563</sup> Vgl. Riviera, 2020b.

## 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.<sup>564</sup> Bei der Betrachtung der Eigenschaften von PTS-Bunkervorgängen muss zwischen der Art der Abgabeeinrichtung 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.<sup>565</sup> Zum anderen ist auch die Bebunkerung über entsprechende Jetts aus einem Terminal möglich<sup>566</sup>, 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 Güterumschlag<sup>567</sup>) 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.<sup>568</sup> 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**



<sup>564</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>565</sup> Vgl. Binnenschiffahrt, 2019.

<sup>566</sup> Vgl. Petronet LNG, 2020.

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

<sup>568</sup> Vgl. Bremenports, 2015.

**Tabelle 41 | Bewertung der Bunkerkonzepte beim Bunkern von LNG<sup>569</sup>**

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

<sup>569</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>570</sup> Vgl Linde, 2020

### 3.3.2 Werkzeugkasten für harmonisierte Risikoanalysen

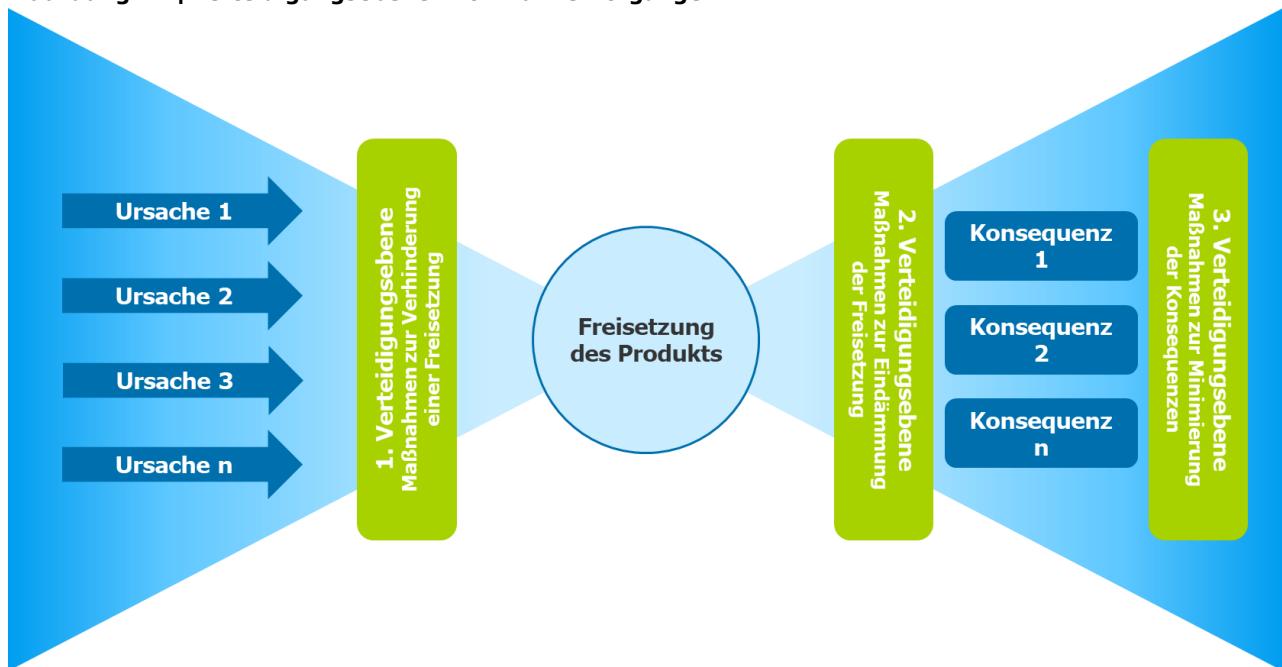
Die Durchführung von Risikoanalysen erfordert ein Verständnis für Risiken, ihre Ursachen, Folgen und Wahrscheinlichkeiten. Sie ist damit essentieller Bestandteil bei der Genehmigung des Bunkerns alternativer Schiffskraftstoffe und der Definition von Rahmenbedingungen. Im Sinne einer standortübergreifend 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 Risikomanagement<sup>571</sup> 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.<sup>572</sup>

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

Abbildung 27 | Verteidigungsebenen von Bunkervorgängen<sup>573</sup>



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.

<sup>571</sup> Vgl. DIN, 2018a.

<sup>572</sup> Vgl. ISO, 2013.

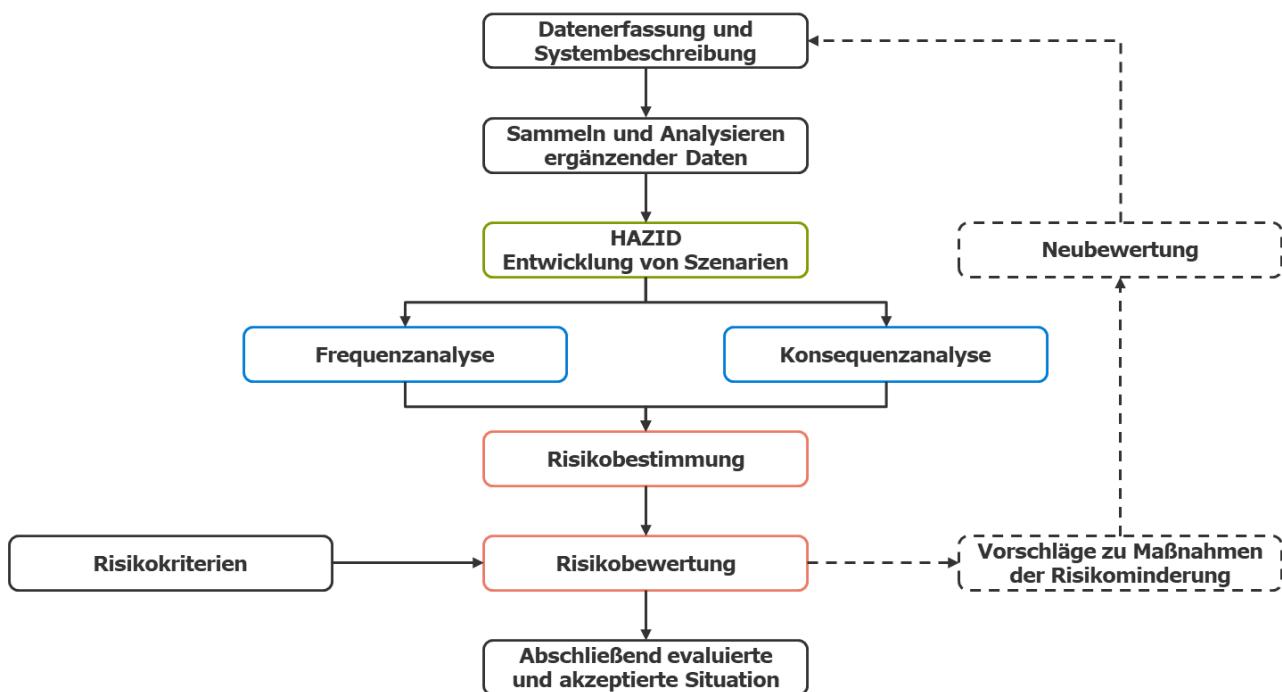
<sup>573</sup> Vgl. DNV GL, 2019a.

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).<sup>574</sup>

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 Risikoanalysen<sup>575</sup>**



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.

<sup>574</sup> Vgl. ISO, 2013.

<sup>575</sup> 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 Bebunkerung, entsprechend den individuellen / ortsspezifischen Anforderungen der zuständigen (Hafen-)Behörde<sup>576</sup>,

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.<sup>577</sup> Es wird empfohlen, die HAZID unter Berücksichtigung der Sicherheitsphilosophie des ALARP-Prinzips durchzuführen, um geeignete Maßnahmen zur Risikominderung zu identifizieren.<sup>578</sup> 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<sup>579, 580</sup>

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.<sup>581</sup>

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).

<sup>576</sup> Vgl. ISO, 2013.

<sup>577</sup> Vgl. Pro Danube, 2015a.

<sup>578</sup> Vgl. ISO, 2013.

<sup>579</sup> 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 Erstickungen hervorrufen.

<sup>580</sup> Vgl. ISO, 2013.

<sup>581</sup> 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.<sup>582</sup>

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 Bunkervorgänge<sup>583</sup>**

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.<sup>584</sup>

<sup>582</sup> Vgl. ISO, 2013.

<sup>583</sup> Vgl. ISO, 2013.

<sup>584</sup> 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.<sup>585</sup>

### 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 Risikomatrix<sup>586</sup>**

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.

<sup>585</sup> Vgl. ISO, 2013.

<sup>586</sup> 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.<sup>587</sup> 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.<sup>588</sup>

**Tabelle 44 | International empfohlene Kontrollzonen für Bunkervorgänge<sup>589 590</sup>**

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. <sup>591</sup>	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.

<sup>587</sup> Vgl. Pro Danube, 2015a.

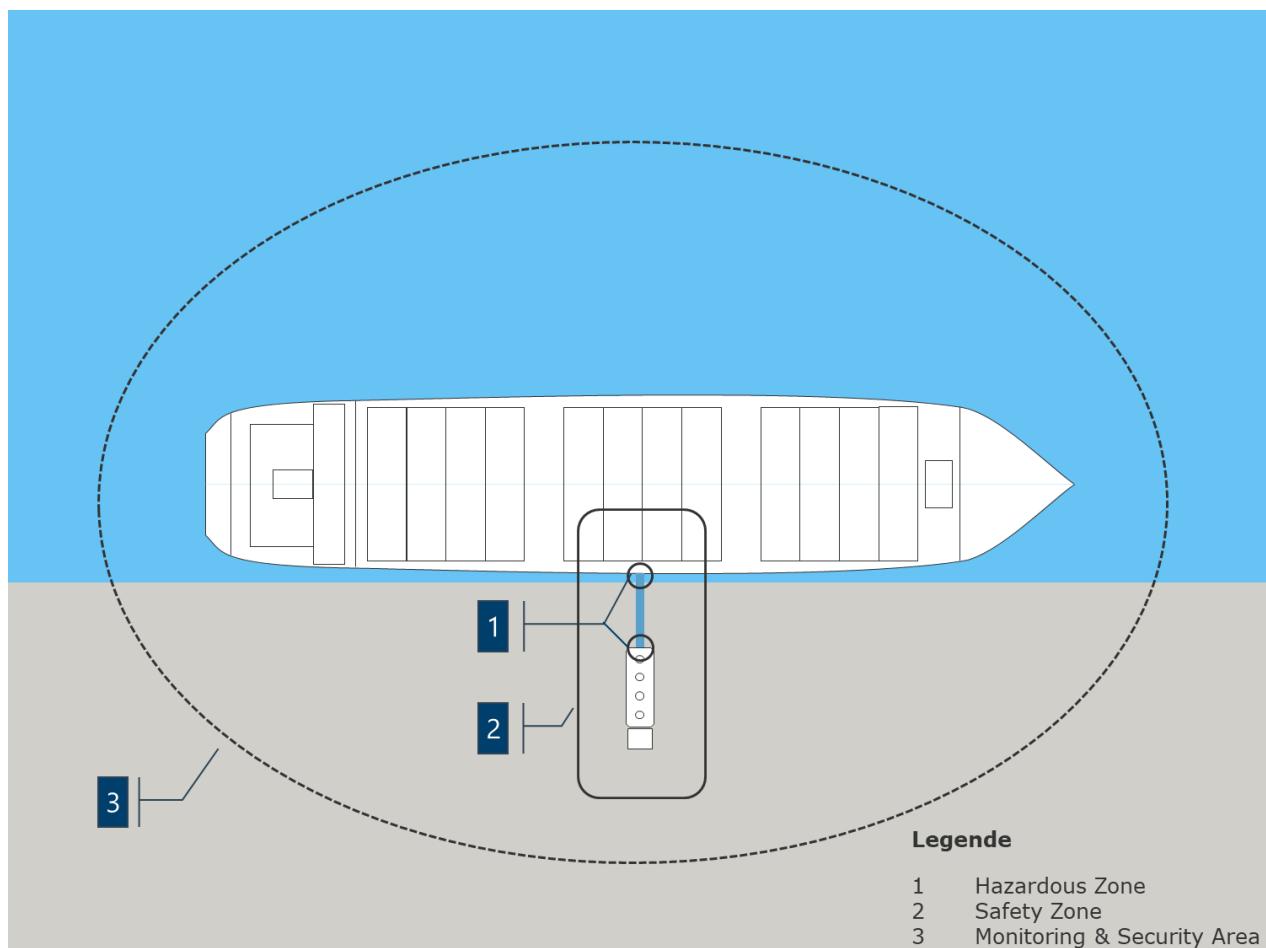
<sup>588</sup> Vgl. ISO, 2013.

<sup>589</sup> Vgl. EMSA, 2018

<sup>590</sup> Vgl. DIN, 2017a.

<sup>591</sup> 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 Frachtauswechsel 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 Bunkers 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 Bunkers 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)<sup>592</sup>

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

<sup>592</sup> 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 Bunkern<sup>593</sup> 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 Bunkers 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 Bunkers 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 Bunkers 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.

<sup>593</sup> 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 Bunkers**

Die zuständige (Hafen-)Behörde muss die Bunkerparteien in Abstimmung mit dem Hafenbetreiber über betriebsbedingte Einschränkungen des Bunkers 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 Informationspaketes 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.<sup>594</sup>

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 Bunkers 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.<sup>595</sup> Diese decken einen Großteil der operativen Rahmenbedingungen ab und stellen sicher, dass die (Hafen-)Behörde über alle Details des Bunkers 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

<sup>594</sup> Vgl. Port of Antwerp, 2020d.

<sup>595</sup> 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 Abgabeeinrichtung (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.<sup>596</sup> 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 Schiffsscrews.<sup>597 598</sup>

### **4. Kompatibilität der eingesetzten Ausrüstung - Compatibility Check**

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

- die Vereinbarung der Menge und Eigenschaften des gelieferten Produkts,
- die Kompatibilität der Emergency Shut Down- (ESD)<sup>600</sup> 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.<sup>601</sup>

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.<sup>602</sup>

### **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.<sup>603</sup> Die Forderung eines LNGBMP findet sich auch in den Regularien der europäischen Referenzhäfen wieder (vgl. Kapitel 2.1) und kann auf weitere

<sup>596</sup> Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

<sup>597</sup> Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

<sup>598</sup> Vgl. IMO, 2021a.

<sup>599</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>600</sup> Der Begriff ist auch unter dem Synonym Notfall-Aus geläufig.

<sup>601</sup> Vgl. ISO, 2013.

<sup>602</sup> Vgl. DIN, 2017a.

<sup>603</sup> 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 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.<sup>604</sup>

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 Hafenbereichen (bspw. durch Schleusen) anbietet, da der Schiffsverkehr beruhigt ist, weniger Kursüberschneidungen auftreten und die Liegeplätze leicht zugänglich sind.<sup>605</sup> <sup>606</sup> Zudem ist auch die landseitige infrastrukturelle Ausgangssituation ausschlaggebend, da ein ausreichender Sicherheitsabstand zu besiedelten Gebieten und kritischer Infrastruktur bestehen muss.<sup>607</sup>

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.<sup>608</sup> 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.<sup>609</sup>

<sup>604</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>605</sup> Vgl. Port of Rotterdam, 2019a.

<sup>606</sup> Vgl. Port of Rotterdam, 2017.

<sup>607</sup> Vgl. Port of Zeebrugge, 2019.

<sup>608</sup> Vgl. RIVM, 2009.

<sup>609</sup> 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.<sup>610</sup> Der Hafen von Antwerpen definiert beim potenziellen Fassungsvermögen von Bunkerschiffen vier verschiedene Kategorien zwischen 800 und 20.000 m<sup>3</sup>. Für jede Kainummer 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.<sup>611</sup>

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Zulassung von Bunkerliegeplätzen standortabhängig erfolgen sollte und eigene Berechnungen erforderlich. 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.

<sup>610</sup> Vgl. Port of Zeebrugge, 2019.

<sup>611</sup> 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 angebundenen 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.<sup>612</sup> <sup>613</sup>

### Kritische Infrastrukturen im Hafenbereich

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 Kraftstofffläche 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 Schiffsgrößen und -typen,
- die Schiffsgeschwindigkeiten und
- die nautischen Besonderheiten (Lotsenwechsel, Wendebecken, Einfahrt etc.)

<sup>612</sup> Vgl. ISO, 2013.

<sup>613</sup> 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.<sup>614</sup> Eine vergleichbare Untersuchung („Navigational Safety Study“) wurde bspw. bereits für den Hamburger Hafen durchgeführt<sup>615</sup> und ist auch Bestandteil der Risikoanalyse für das Bunkern von LNG im Rostocker Hafen.<sup>616</sup> 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.<sup>617</sup> 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.<sup>618</sup> <sup>619</sup> Sie ist jedoch grundsätzlich größer als die Safety Zone einzurichten, da sie seeseitig als Pufferzone für diese angesehen werden kann.

<sup>614</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>615</sup> Vgl. Germanischer Lloyd, 2012, Anhang 3-4.

<sup>616</sup> Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

<sup>617</sup> Vgl. IMO, 2016a (Chapter 2 + 19).

<sup>618</sup> Vgl. DIN, 2017a.

<sup>619</sup> 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  $5 \times 10^{-6}$  Risikokontur als Maßgabe dienen.<sup>620</sup> 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.<sup>621</sup> 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.

<sup>620</sup> Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

<sup>621</sup> Vgl. ISO, 2013.

**Tabelle 45 | Ergebnismatrix für die Bewertung nach Liegeplatz und Bunkerkonzept**

Merkmal 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 $1 \times 10^{-6}$ Risiko-kontur 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 Bunkers herkömmlicher Kraftstoffe auf Reeden einzubeziehen. Bei der Risikobewertung sind besonders Wettereinflüsse, Seegangsverhältnisse und das Festmachen zu berücksichtigen.		

### 3.4.2 Operativer Prozessrahmen von Bunkervorgängen

Von Seiten 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.<sup>622</sup> 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.<sup>623</sup>

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.

<sup>622</sup> Vgl. IAPH, 2020.

<sup>623</sup> 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](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-ing-limited-announces-the-launch-of-the-avenir-allegiance-the-worlds-largest-dual-purpose-ing-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](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](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: Schiffahrts-Verlag »Hansa« GmbH & Co. KG, 01.11.2019 [Zugriff am 17.11.2020]. Verfügbar unter: <https://binnenschiffahrt-online.de/2019/11/featured/11388/pitpoint-eroeffnet-ing-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](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%20g ueltig%20ab%2001.11.2018.pdf](https://www.brunsbuettel-ports.de/tl_files/brunsbuettel_ports/upload_brunsbuettel_ports/download_dateien/Zertifikate/HBO%20g ueltig%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\\_Bunkeroelleferanten.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=11](https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Schifffahrt/Umwelt_und_Schifffahrt/MARPOL/_Module/Akkordeon/Anlage_6/Liste_der_Bunkeroelleferanten.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](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](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](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 BundesImmissionsschutzgesetzes (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](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/betrsvichv\\_2015/BetrSichV.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/betrsvichv_2015/BetrSichV.pdf).

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, 2016. *Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen (Gefahrgutverordnung See - GGVSee)* [online]. Berlin: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 09.02.2016 [Zugriff am: 31.07.2020]. Verfügbar unter: [http://www.gesetze-im-internet.de/ggvsee\\_2015/GGVSee.pdf](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](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/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](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](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](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 BEGLGISCHE 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](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-hochseefähigen-wasserstoff-fähre-mit-brennstoffzelle\\_29145.html#:~:text=DLR-Institute%20im%20Kurzportr%C3%A4t&text=%7C%20Download-,35%20Meter%20lang%20und%20zehn%20Meter%20breit%20wird%20die%20wasserstoffbetriebene,des%20Forschungsprojektes%20HySeas%20III%20erarbeitet..](https://www.dlr.de/content/de/artikel/news/2018/3/20180726_dlr-mit-an-bord-bei-entwicklung-der-weltweit-ersten-hochseefähigen-wasserstoff-fähre-mit-brennstoffzelle_29145.html#:~:text=DLR-Institute%20im%20Kurzportr%C3%A4t&text=%7C%20Download-,35%20Meter%20lang%20und%20zehn%20Meter%20breit%20wird%20die%20wasserstoffbetriebene,des%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://ems极度. eu/newsroom/latest-news/item/2726-study-on-the-use-of-ethyl-and-methyl-alcohol-as-alternative-fuels-in-shipping.html>.

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

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

EUROSTAT, 2020b. *Schiffe in den Haupthäfen nach Schiffstyp und Schiffsgröße (basierend auf gemeldeten eingehenden Verkehr)*. [online] Luxemburg: Eurostat: Statistical Office of The European Union, 2020. [Zugriff am: 12.08.2020]. Verfügbar unter:

<https://ec.europa.eu/eurostat/de/data/database>.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

FORSCHUNGS-INFORMATIONS-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/bshaproduct.psml?showdoccase=1&st=lr&doc.id=jlr-HfVerkOAHrahmen&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/bshaproduct.psml;jsessionid=C928CEE17E0A16481AB457B2CFA50D69.jp18?showdoccase=1&st=null&doc.id=jlr-HfVerkZustAnOAHrahmen&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/bshaproduct.psml?showdoccase=1&st=lr&doc.id=jlr-HfSiVHA2013rahmen&doc.part=X&doc.origin=bs>.

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

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

GAS INFRASTRUCTURE EUROPE, 2019b. *LNG map – existing & planned infrastructure 2019* [online]. Brüssel, GIE, Mai 2019. [Zugriff am 17.08.2020]. Verfügbar unter: [https://www.gie.eu/download/maps/2019/GIE\\_LNG\\_2019\\_A0\\_1189x841\\_FULL\\_Final3.pdf](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](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/lnx-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/>.

GESAMTVBAND 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](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](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](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/lnx/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-Bebunkierung*. Emden: Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung - Hafenbehörde, 2018.

HAFENBEHÖRDE EMDEN, 2019. *Hafenbehördliche Verfügung für Ship to Ship LNG-Bebunkierung 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/Ing-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](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](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-Ing-facility-port-gothenburg/>.

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

IAPH, 2015. *Bunker Checklists* [online]. Tokyo: International Association of Ports and Harbors, 01.2015 [Zugriff am: 30.06.2020]. Verfügbar unter: <https://sustainableworldports.org/clean-marine-fuels/Ing-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/Ing-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/Ing-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/Ing-bunkering/audit-tool/>.

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

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

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

INWL, 2018. *Potenzialanalyse Methanol als emissionsneutraler Energieträger für Schifffahrt und Energiewirtschaft* [online]. Rostock: INWL GmbH, 07/2018 [Zugriff am: 14.10.2020]. Verfügbar unter: [https://www.maritimecluster.de/fileadmin/user\\_upload/Potenzialanalyse\\_Methanol\\_in\\_der\\_Schifffahrt\\_und\\_Energiewirtschaft.pdf](https://www.maritimecluster.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](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>

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](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](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](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](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](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.maritimecluster.de/fileadmin/user\\_upload/Potenzialanalyse\\_Methanol\\_in\\_der\\_Schifffahrt\\_und\\_Energiewirtschaft.pdf](https://www.maritimecluster.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-HafBVWV5IVZ&doc.part=X&doc.price=0.0#focuspoint](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-HafBVWV5IVZ&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&paramfromHL=true&doc.id=jlr-HafVSH2014rahmen>.

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

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

NIEDERSACHSEN PORTS, 2020a. *Kompetenz an der Ems: Deutschlands westlichster Universalhafen – Seehafen Emden* [online]. Emden: Niedersachsen Ports GmbH & Co KG, März 2020 [Zugriff am 17.08.2020]. Verfügbar unter: [https://www.nports.de/media/Haefen/Emden/NPorts\\_Imagebroschuere\\_Seehafen\\_Emden.pdf](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](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](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%BCCre\\_Mai-2020.pdf](https://www.mariko-leer.de/wp-content/uploads/2020/07/WASh2Emden_Ergebnisbrosch%C3%BCCre_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](https://www.nports.de/media/Haefen/NPorts_Hafenbenutzungsvorschrift_2020.pdf).

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

NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT, VERKEHR UND DIGITALISIERUNG, 2009. *Niedersächsisches Hafensicherheitsgesetz (NHafenSG)* [online]. Saarbrücken: juris GmbH, 16.02.2009 [Zugriff am: 28.07.2020]. Verfügbar unter:  
[http://www.voris.niedersachsen.de/jportal/portal/t/k79/page/bsvorisprod.psml?pid=Dokumentanzeige&showdoccase=1&js\\_peid=Trefferliste&documentnumber=1&numberofresults=1&fromdoctodoc=yes&doc.id=jlr-HafenSiGND2009rahmen&doc.part=X&doc.price=0.0#focuspoint](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](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/genehmigungsverfahren/leitfaden\\_durch\\_das\\_bundes\\_immissionsschutzgesetz/leitfaden-durch-das-bundes-immissionsschutzgesetz-8972.html](https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/technischer_umweltschutz/genehmigungsverfahren/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](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=Bransb%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.pronetlng.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.publicatierreeksgevaarlijkestoffen.nl/documents/PGS33/PGS\\_33-2\\_LNG\\_ships\\_ENG\\_web.pdf](https://content.publicatierreeksgevaarlijkestoffen.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.publicatierreeksgevaarlijkestoffen.nl/documents/PGS35/PGS\\_35\\_v0.2\\_april\\_2020.pdf](https://content.publicatierreeksgevaarlijkestoffen.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://publicatierreeksgevaarlijkestoffen.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/decree-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/ln-g-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/decree-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/decree-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](https://www.portofantwerp.com/sites/portofantwerp/files/Port%20Instructions%20HMO%20-%20revision%203%20-%20NOV%202018_0.pdf).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

PORT OF KIEL, 2020a. *Linienverbindungen* [online]. Kiel, Seehafen Kiel GmbH & Co. KG, 2020 [Zugriff am 13.08.2020]. Verfügbar unter: [https://www.portofkiel.com/Linienverbindungen\\_Cargo.html](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](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/Ing-drehscheibe/Ing-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/roro>.

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/Ing-drehscheibe/Ing-terminal>.

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

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

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

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

PORT OF ZEEBRUGGE, 2019. *Regulations for Bunkering*. Brügge: Maatschappij van de Brugse Zeehaven, 01.03.2019.

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

PORT OF ZEEBRUGGE, 2020b. *Port Map*. [online] Zeebrugge, Port of Zeebrugge. [Zugriff am 18.08.2020]. Verfügbar unter: [https://portofzeebrugge.be/sites/default/files/2020-08/Port%20of%20Zeebrugge\\_port%20map%202019.pdf](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 Zeerbrugge. [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](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](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](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. *Ordningslag (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-forfatningssamling/ordningslag-19931617\\_sfs-1993-1617](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfatningssamling/ordningslag-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-forfatningssamling/fartygssakerhetslag-2003364\\_sfs-2003-364](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfatningssamling/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-forfatningssamling/lag-2004487-om-sjofartsskydd\\_sfs-2004-487#:~:text=1%20%C2%A7%20Denna%20lag%20inneh%C3%A5ller,\)%\)%20nr%20725%2F2004..](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfatningssamling/lag-2004487-om-sjofartsskydd_sfs-2004-487#:~:text=1%20%C2%A7%20Denna%20lag%20inneh%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-forfatningssamling/lag-20061209-om-hamnskydd\\_sfs-2006-1209](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfatningssamling/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-forfatningssamling/lag-2016915-om-krav-pa-installationer-for\\_sfs-2016-915](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfatningssamling/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/Ing-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](https://www.rostock-port.de/fileadmin/Media/PDFs/Printmaterial/Faltbooklet_A-Z_DEU_2020.pdf).

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

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

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

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

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

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

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

SEEHAFENSTADT EMDEN, 2020. *Emden – Ausgangspunkt zu vielen 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](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](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-ing-hub](https://www.thb.info/login.html?redirect_url=/rubriken/single-view/news/rotterdam-wird-fuehrend-als-ing-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.tuv-sud.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.aiche.org/sites/default/files/docs/conferences/2012-aiche-ammonia-safety-symposium-qa.pdf>.

UMWELTINSTITUT OFFENBACH, 2021. *EHS-/HSE-Manager - Der Manager für Umwelt, Gesundheit und Sicherheit* [online]. Offenbach: Umweltinstitut Offenbach GmbH, 2021 [Zugriff am 07.01.2021]. Verfügbar unter: [https://www.umweltinstitut.de/Themen/85/Arbeitsschutzmanagement/31/EHS-HSE-Manager\\_-\\_Der\\_Manager\\_f%C3%BCr\\_Umwelt\\_Gesundheit\\_und\\_Sicherheit.html](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](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/linjenatskortar/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 Schiffsbenzinstoff 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](https://www.vsm.de/sites/default/files/dokumente/b799d9bd7cd3dea9b5b50f60ed8884d8/04_methaship_lr_sicherheit_u_infrastruktur.pdf).

WASH2EMDEN PROJEKT KONSORTIUM, 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](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](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](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 Bebunkierung 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.<sup>624</sup>

#### 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 Bebunkierung.

#### 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.

<sup>624</sup> Vgl. ISO, 2013.

## **Flash Fire**

Ein Flash Fire ist ein Rückschlagsbrand der entsteht, wenn beim Bunkern ein durch die Freisetzung von bspw. LNG hervorgerufenes 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.<sup>625</sup>

## **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.<sup>626</sup>

## **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 Bunkers.

## **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.<sup>627</sup>

## **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.<sup>628</sup>

## **Jet Fire**

Ein Jet Fire ist ein Strahlbrand, der bspw. bei einem LNG-Austritt unter Druck entstehen kann. Wird die resultierende Dampfwolke 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.<sup>629</sup>

## **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.

<sup>625</sup> Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

<sup>626</sup> Vgl. TQM, 2020.

<sup>627</sup> Vgl. DNV GL, 2019a.

<sup>628</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>629</sup> 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.<sup>630</sup> 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-)Lache<sup>631</sup> bildenden Gasdampfs entsteht.<sup>632</sup>

## 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 Bunkers und Umschlages (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 Contact<sup>633</sup>

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.

<sup>630</sup> Vgl. EMSA, 2018.

<sup>631</sup> Ein ähnliches Verhalten tritt auch bei anderen tiefgekühlten verflüssigten Gasen auf.

<sup>632</sup> Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

<sup>633</sup> Vgl. EMSA, 2018.

## Anhang 2 - Regelungstexte der Häfen für das Bunkern alternativer Kraftstoffe

**Tabelle 46 | Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für die Zulässigkeit des Bunkers**

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 Bunkers 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>-zulässige Liegeplätze für das Bunkern von LNG (inkl. max. Transfergeschwindigkeit bei LNG-Bebunkerung) sind ausgewiesen</li> <li>-andere Liegeplätze nur nach einer gesonderten Risikobewertung nutzbar</li> </ul> <p><u>Vorbeifahrender Verkehr während Andockung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Abstand mind. 30m</li> <li>-max. Geschwindigkeit: 6 Knoten</li> </ul> <p><u>Schiffsverkehr, bei Fahrt in gleicher Richtung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Abstand mind. 50m</li> <li>-max. Geschwindigkeit: 6 Knoten</li> </ul>		

<b>Standort</b>	<b>Rechtliche Grundlage</b>	<b>TTS-Transfer</b>	<b>STS-Transfer</b>	<b>PTS-Transfer</b>
Göteborg	LNG-Betriebsvorschriften	<ul style="list-style-type: none"> <li>-vergleichbar mit einem Bunkerbetrieb zwischen einem Bunkerschiff und einem Empfängerschiff, so dass die gleichen Vorschriften gelten und die gleiche Checkliste ausgefüllt werden muss</li> <li>-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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bunkerschiff muss über eine Zulassung verfügen</li> <li>-Empfängerschiff muss den IGF-Code erfüllen</li> <li>-Empfängerschiff sollte der Norm ISO 20519:2017 oder einer ähnlichen Norm entsprechen</li> <li>-Anlage muss über ein genehmigtes Sicherheitsmanagementsystem und über Routinen verfügen, die den Bunkerbetrieb an den Liegeplätzen der Anlage mit oder ohne gleichzeitigen Ladungsbetrieb ermöglichen</li> <li>-alle Bunkerarbeiten müssen genehmigt werden</li> <li>-Bunkerschiff soll nach dem IGC-Code gebaut sein</li> <li>-Bunkerschiff nach dem Green-Bunker-Konzept inspirieren</li> <li>-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</li> </ul>	

**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 LNGBMP.
Zeebrugge	Bunkerordnung Port of Zeebrugge	Erlaubt, wenn diese im LNGBMP beschrieben und vom Flaggenstaat und allen am Bunkervorgang beteiligten Parteien anerkannt sind.
Göteborg	LNG Betriebsvorschriften	-Umschlag von Öl auf LNG-betriebene Schiffe ist parallel zum Bunkern von LNG erlaubt -Bunkern von Öl auf einen LNG-Tanker während des LNG-Umschlagvorgangs ist nicht erlaubt -weitere SIMOPS gemäß Bunkercheckliste

**Tabelle 48 | Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für Bunkerchecklisten**

Standort	Rechtliche Grundlage	LNG-Bunkerchecklisten
Brunsbüttel	HBO für die Brunsbütteler Häfen i. V. m. § 24 HSVO	LNG-Bunkerchecklisten werden als Anhang der HBO beigelegt und orientieren sich an der Vorlage der IAPH
Amsterdam, Rotterdam	HafenO Amsterdam/Rotterdam	Die Bunkercheckliste ist von den Beteiligten auszufüllen und 24 Stunden aufzubewahren.
Amsterdam	Bunkerchecklistendekret	Für das Bunkern von LNG, LPG, Methanol, Ethanol, Ammoniak und Wasserstoff werden die entsprechenden IAPH-Checklisten vorgeschrieben.
Rotterdam	Bunkerchecklistendekret	Als LNG-Bunkerchecklisten sind die Vorlagen der IAPH zu verwenden.
Antwerpen	Hafenvorschriften Port of Antwerp	Die LNG-Bunkercheckliste muss vollständig und wahrheitsgemäß ausgefüllt und unterzeichnet sein. Sie ist für 24 Stunden an Bord vorzuhalten und danach 6 Monate aufzubewahren.
Zeebrugge	Bunkerordnung Port of Zeebrugge	Nutzung der IAPH-Checklisten für das Bunkern von LNG
Göteborg	LNG Betriebsvorschriften	Vor dem Bunkern von LNG muss zusammen mit einem Vertreter des Bunkerschiffes eine Bunkercheckliste ausgefüllt werden. Dabei handelt es sich um eine angepasste Bunkercheckliste auf Basis der Vorlage der IAPH.
Stockholm	Hafenvorschriften	Dokumentation und Begleitung der Bunkervorgänge mit separaten LNG-Bunkerchecklisten für TTS- bzw. STS-Transfers.

**Tabelle 49 | Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für Wettergrenzen bei Bunkervorgängen**

Standort	Rechtliche Grundlage	Wettergrenzen bei Bunkervorgängen
Antwerpen	Hafenvorschriften Port of Antwerp	<p>LNG:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-maximale Windstärke 8</li> <li>-Sondergenehmigungen ab Windgeschwindigkeiten über 6 auf der Beaufort-Skala (ortsabhängige Situation entscheidend)</li> <li>-Schiffe müssen so festgemacht werden, dass sie in der Lage sind den Wetterbedingungen (Wind, Wellen, Seegang oder weitere) zu widerstehen</li> <li>-kein Bunkerbetrieb bei anhaltendem Gewitter</li> <li>-kommt es während des Bunkerns in unmittelbarer Nähe zu einem Gewitter mit Blitz einschlägen, so ist dieser unverzüglich einzustellen und alle Systeme zu sichern</li> <li>-vor Wiederaufnahme des Betriebs muss eine Genehmigung des Büros des Hafenmeisters eingeholt werden</li> </ul>
Zeebrugge	Bunkerordnung Port of Zeebrugge	<p><u>LNG STS-Transfer:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-maximale Windstärke: 17m/s für 10 Minuten</li> <li>-Mindestsichtweite: 500 Meter</li> <li>-Gewitter: mindestens 10 km entfernt (Zeitspanne zwischen Donner und Blitz +/- 30 Sekunden)</li> </ul> <p><u>LNG TTS-Transfer:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-maximale Windstärke: 17m/s für 10 Minuten</li> <li>-Mindestsichtweite: 100 Meter</li> <li>-Gewitter: mindestens 10 km entfernt (Zeitspanne zwischen Donner und Blitz +/- 30 Sekunden)</li> </ul>
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 entflammable Güter befördern, ist ein ausreichender Raum vorzusehen
Zeebrugge	Bunkerordnung Port of Zeebrugge	LNG: -Safety Zone für Bebunkerung im TTS-Konzept: 25 Meter -nur autorisierte Personen -Monitoring and Security Area: 200 Meter
Göteborg	LNG-Betriebsvorschriften	-vor allen LNG-Bunkervorgängen muss eine Safety Zone um die Bunkerstation eingerichtet werden -Safety Zone beträgt schiffstyp- und bunkerkonzeptübergreifend 25 m -nur direkt beteiligtes und unverzichtbares Personal

**Tabelle 51 | Inhalte der Regelungstexte auf Hafenebene für Meldepflichten und Kommunikation beim Bunkern**

Standort	Rechtliche Grundlage	Meldepflichten und Kommunikation beim Bunkern
Antwerpen	HafenPolVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Genehmigungsinhaber muss das Büro des Hafenmeisters im Voraus über geplante Bunkervorgang informieren (voraussichtlicher Beginn sowie die tatsächliche Anfangs- und Endzeit des Betriebs)</li> <li>-Informationen sind über den vom Büro des Hafenmeisters vorgeschriebenen Informationskanal oder das Kommunikationssystem zu übermitteln</li> </ul>
Antwerpen	Hafenvorschriften Port of Antwerp	<ul style="list-style-type: none"> <li>-das Festmachen neben einem Seeschiff ist dem Verkehrszentrum Zandvliet vom Bunkerschiff zu melden</li> <li>-grundständige Sprache zur Verständigung ist Englisch</li> <li>-während des gesamten Einsatzes muss ein zuverlässiges Kommunikationsmittel zur Verfügung stehen</li> <li>-bei Ausfall ist der Bunkerbetrieb unverzüglich einzustellen</li> <li>-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</li> </ul>
Zeebrugge	HafenO Port of Zeebrugge	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ankündigung 2 Tage im Voraus</li> <li>-Kommunikation via Port Control (Funk)</li> <li>-gesamte operative Bunkerkommunikation erfolgt über einen anderen Kanal als bei Ladevorgängen</li> <li>-ein tragbares, eigensicheres Funkgerät vom Empfängerschiff zum Bunkerschiff übergeben werden</li> <li>-unmittelbare Übermittlung des Fahrplans vor jeder Verlegung von einem LNG-Bunkerschiff in englischer Sprache über Funk</li> </ul>
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>-für Produkte mit einem Flammpunkt unter 55°C besteht eine allgemeine Meldepflicht</li> </ul>

**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"> <li>-Bunkerlieferanten müssen im Besitz einer Bunkergenehmigung des Hafenmeisters sein, um LNG an Schiffe im Hafen von Antwerpen zu liefern</li> <li>-Antrag muss beim Büro des Hafenmeisters mindestens 30 Arbeitstage vor der ersten Bebunkierung eingehen</li> <li>-der angehende Dienstleister wird vom Hafenmeister zu einem Aufnahmegergespräch eingeladen</li> </ul> <p><u>STS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-für Erteilung einer Bunkergenehmigung verwendet der Hafenbetrieb Antwerpen das vom IAPH entwickelten Audit Tool</li> <li>-Bunkerlieferant muss für die Erteilung einer Bunkergenehmigung ein Aufnahmeformular einreichen</li> <li>-Prüfung auf Grundlage des Audit Tools der IAPH</li> <li>-Antrag muss mindestens 90 Arbeitstage vor der ersten Bebunkierung beim Büro des Hafenmeisters eingehen</li> </ul>
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 Signalflagge "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 anzugeben."

#### **Bremen**

Bremische Hafenordnung vom 24. April 2001 (zuletzt geändert am 25. Oktober 2018):

"§ 53 Bunkern von Treib- und Schmierstoffen

(1) **Entzündbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt von unter 55° C** dürfen nur an dafür zugelassenen landfesten Bunkerstationen gebunkert werden.  
[...]

#### **Hamburg**

Gefahrgut- und Brandschutzverordnung Hafen Hamburg vom 19. März 2013 (zuletzt geändert am 21. Juli 2015):

"§ 14 Bunkern von Schiffsbetriebsstoffen

(1) Beim Bunkern sind nachfolgende Sicherheitsmaßnahmen einzuhalten:

1. Aus Tankschiffen dürfen nur **Schiffsbetriebsstoffe mit einem Flammpunkt über 55 Grad Celsius** übergeben werden,
2. aus Straßentankfahrzeugen dürfen nur **Schiffsbetriebsstoffe mit einem Flammpunkt über 100 Grad Celsius** übergeben werden,
3. die Bebunkerung von Tankschiffen gemäß § 10 Absatz 2 darf nicht während des Ladens oder der Entgasung erfolgen,  
[...]

(2) Die zuständige Behörde kann in besonderen Fällen Ausnahmen von Absatz 1 zulassen, wenn die Sicherheit durch andere geeignete Maßnahmen gewährleistet ist."

#### **Schleswig-Holstein**

Hafenverordnung Schleswig-Holstein vom 25. November 2014 (zuletzt geändert am 25. November 2019):

"§ 25 Laden und Löschen

[...]

(4) **Flüssige Stoffe zur Eigenversorgung von Wasserfahrzeugen** dürfen nur von ortsfesten Anlagen, Bunkerbooten oder Tankkraftwagen abgegeben werden, die mit ausreichenden Einrichtungen zum Schutz vor Gefahren für Personen und die Umwelt ausgestattet sind.

[...]"

UND

Hafensicherheitsverordnung Schleswig-Holstein vom 6. Februar 2015 (zuletzt geändert am 18.02.2021)

„§ 24 Eigenversorgung mit flüssigen Treibstoffen und Gasen

(1) **Flüssige Treibstoffe zur Eigenversorgung von Schiffen** dürfen nur von ortsfesten Anlagen, Bunkerbooten oder von Straßentankfahrzeugen aus abgegeben oder aufgenommen werden.

(2) Für RoRo-, RoPax-, Passagier-, Container-, sowie Trockenmassengutschiffe ist eine wasserseitige sowie landseitige Bebunkerung mit Schiffstreibstoffen mit einem Flammpunkt über 55°C während des Ladens und Löschens zulässig. Tankschiffen ist es erlaubt, während des Entladevorgangs land- oder wasserseitig bebunkert zu werden. Für jegliche Schiffstypen ist für die wasserseitige sowie landseitige Bebunkerung mit Gasen (tiefgekühlt verflüssigt oder unter Druck), sowie Schiffstreibstoffen mit einem Flammpunkt unter 55°C während des Ladens und Löschens die Genehmigung der Hafenbehörde erforderlich. Weiterhin gilt, dass eine Bebunkerung von Schiffen während der Ballastnahme und des Entgasens nicht erlaubt ist.

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

(4) Die Bebunkerung mit tiefgekühlt verflüssigten Gasen, Gasen unter Druck, sowie von entzündbaren Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 55°C ist nur mit Genehmigung der zuständigen Hafenbehörde zulässig.

(5) In den Fällen des Absatzes 4 ist der Hafenbetreiber verpflichtet, für jedes Hafengebiet vorab eine generelle Risikobewertung zur Eignung der jeweiligen Hafengebiete zu erstellen oder von Dritten erstellen zu lassen. Für die Erstellung der Risikobewertung ist eine hinreichende Qualifikation darzulegen. In der Risikobewertung sollen die zuvor benannten Stoffgruppen und Aggregatzustände berücksichtigt werden. Die zuständige Hafenbehörde ist berechtigt, weitere Stellungnahmen zur generellen Risikobewertung einzuholen und anzufordern. Auf Verlangen der zuständigen Hafenbehörde ist die generelle Risikobewertung zu überarbeiten. Alle 5 Jahre ist die Risikobewertung auf die Notwendigkeit einer Überarbeitung zu prüfen. Die zuständige Hafenbehörde kann eine Überarbeitung auch außerhalb dieses Zeitrahmens einfordern, sofern dies erforderlich ist.

(6) Für die Genehmigung eines konkreten Bebunkerungsvorgangs mit tiefgekühlt verflüssigten Gasen, Gasen unter Druck oder entzündbaren Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 55°C müssen die Beteiligten des Bunkervorgangs vorab eine einzelfallspezifische Risikoanalyse erstellen und der Hafenbehörde vorlegen. Auf Verlangen der zuständigen Hafenbehörde ist die Risikoanalyse zu überarbeiten. Für mehrere regelmäßig wiederkehrende, gleiche Bunkervorgänge kann die Hafenbehörde eine zeitlich begrenzte generelle Genehmigung erteilen.

(7) Die Bebunkerung mit Benzin (UN-Nummer 1203, Gefahrgutklasse 3, Flammpunkt -25°C) ist aufgrund der bekannten Handhabe 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 tiefgekühlte verflüssigte Gase ein, allerdings gibt es in Bremen bisher keine landfeste Anlage. Bunkervorgänge durch Tkw oder wasserseitig mit einem Bunkerschiff sind dagegen genehmigungspflichtig. Die zu erfüllenden Voraussetzungen sind in den „vorläufigen Anforderungen an die Betankung von Schiffen mit LNG“ aus 2014 formuliert. Für die Stromkajen in Bremerhaven wurde eine Risikobewertung für die wasserseitige Bebunkerung erstellt, die Grundlage für entsprechende Einzelgenehmigungen ist. Daraus geht eine Festlegung der Hazardous Zone, der Safety Zone und auch der Monitoring and Security Area für einen Bunkervorgang an einem der dortigen Liegeplätze hervor.
Hamburg	Es gibt keine eindeutige Formulierung zur Bebunkerung mit Gasen. Ein Bunkervorgang mit LNG (oder anderen Gasen) wäre derzeit nur mit der Ausnahmegenehmigung nach §14 Abs 2 möglich.
Schleswig-Holstein	Das Bunkern tiefgekühlter verflüssigter Gase, Gasen unter Druck oder entzündbaren Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 55°C ist mit Genehmigung der zuständigen Hafenbehörde zulässig. Vom Hafenbetreiber ist vorab eine generelle Risikobewertung zu erstellen. Die Beteiligten eines entsprechenden Bunkervorgangs müssen eine einzelfallspezifische Risikoanalyse erstellen.

## Anhang 4 - Stoffliche Eigenschaften alternativer Schiffskraftstoffe

### Erdgas

In seinem flüssigen Zustand (LNG) ist Erdgas weder explosiv noch brennbar. LNG weist einen sehr niedrigen Flammpunkt von -187°C auf, ist farb- und geruchslos sowie nichttoxisch. Bei der Freisetzung von LNG wird sich dieses am Boden oder kurz oberhalb der Wasseroberfläche zentrieren und fast zeitgleich in eine intensive Verdampfungsphase übergehen. Die Verdampfungsrate sinkt anschließend bis zu einem relativ konstanten Wert herab. Sobald die Verdampfungsrate und die LNG Austrittsgeschwindigkeit den gleichen Wert besitzen, breitet sich die LNG-Lache nicht weiter aus. Das entstehende Erdgas ist im Gegensatz zu LNG leicht entzündlich und stellt besondere Gefahren für Mensch und Umwelt dar. Zu einer Entzündung von Erdgas kann es kommen, sobald es im richtigen Sättigungsverhältnis mit Sauerstoff vorliegt und durch eine externe Zündquelle entzündet wird. Die hierfür maßgebliche untere Explosionsgrenze liegt bei ca. 5 Vol.-%, die obere Explosionsgrenze bei ca. 15 Vol.-%. Die bei einer Entzündung von Erdgas i. d. R. auftretenden Brandarten sind:

- Pool Fire
- Flash Fire
- Jet Fire

Erdgas besitzt eine erheblich höhere Wärmestrahlungsintensität als herkömmliche (Schiffs-)Kraftstoffe. Dies liegt u. a. in der höheren Verbrennungstemperatur von Erdgas begründet. Die Auswirkungen eines Erdgasbrandes auf Personen oder Anlagen sind daher bei gleicher Entfernung und gleicher Abbrandmenge größer als die von Bränden herkömmlicher Kraftstoffe.<sup>634</sup>

Schließlich ist zu beachten, dass der direkte Kontakt mit LNG zu schwerwiegenden Gefrierverletzungen führen kann. Wenn Stahl mit LNG in Kontakt kommt, wird dieser aufgrund der sofortigen niedrigen Temperatur versprüden und eine Stahlstruktur kann brechen. Kryogener Stahl behält seine Duktilität bei niedrigen Temperaturen und ist daher beständiger gegen den Kontakt mit tiefgekühlten Flüssigkeiten.<sup>635</sup>

### 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.<sup>636</sup>

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.<sup>637</sup>

### Methanol

Unter Normalbedingungen ist Methanol eine giftige, 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

<sup>634</sup> Vgl. Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock, 2015.

<sup>635</sup> Vgl. EMSA, 2018

<sup>636</sup> Vgl. Aral, 2020.

<sup>637</sup> Vgl. Flüssiggas, 2020.

11°C als Kraftstoff mit niedrigem Flammpunkt eingeordnet. Es bildet mit Luft explosive Gemische und verbrennt mit einer nicht leuchtenden Flamme.<sup>638</sup>

Einen großen Vorteil der Nutzung bildet die vergleichbare Massendichte von Methanol (790 kg/m<sup>3</sup>) und Marine Gas Oil (890 kg/m<sup>3</sup>). 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.<sup>639</sup>

## 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.<sup>640</sup>

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.<sup>641</sup>

## Wasserstoff

Wasserstoff ist ein farb- und geruchloses Gas, das weder toxische noch korrosive Eigenschaften aufweist. Seine Dichte beträgt bei atmosphärischen Bedingungen 0,08 kg/m<sup>3</sup>, womit er leichter als Luft ist. Wasserstoff besitzt von allen hier betrachteten Kraftstoffen die höchste massebezogene Energiedichte.<sup>642</sup>

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 Carriers<sup>643</sup>

Wasserstoff ist von allen bekannten Substanzen die brennarste 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.<sup>644</sup>

<sup>638</sup> Vgl. Lloyd's Register, 2014

<sup>639</sup> Vgl. Maritimes Cluster Norddeutschland e. V., 2018.

<sup>640</sup> Vgl. Uhde Corporation of America, 2012

<sup>641</sup> Vgl. Lumitos AG, 2005

<sup>642</sup> Vgl. TÜV Süd, 2020

<sup>643</sup> Vgl. Niedersachsen Ports, 2020d.

<sup>644</sup> 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.<sup>645</sup>

Da nicht für alle Komponenten des Bunkers 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 Bunkers 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.

<sup>645</sup> 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 Risiken<sup>646</sup>**

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 Risiken<sup>647</sup>**

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	$10^{-5}$

<sup>646</sup> Vgl. Maritime Safety Committee, 2018.

<sup>647</sup> Vgl. Maritime Safety Committee, 2018.

### Anhang 7 - Mitglieder des Projektbeirats

Institution / Unternehmen	Beiratsmitglied	Internetpräsenz
Deutsches Maritimes Zentrum e.V.	Bärbel Kunze Katja Leuteritz	<a href="https://www.dmz-maritim.de/">https://www.dmz-maritim.de/</a>
Freie Hansestadt Bremen - Hansestadt Bremisches Hafenamt	Kapt. Insa Kühle	<a href="http://www.hbh.bremen.de">www.hbh.bremen.de</a>
Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus des Landes SH - Referat Häfen, Schifffahrt	Maria Hitziger	<a href="http://www.schleswig-holstein.de">www.schleswig-holstein.de</a>
Wessels Marine GmbH	Christian Hoepfner	<a href="http://www.wessels-marine.com">www.wessels-marine.com</a>
VDR - Verband Deutscher Reeder	Kapt. Matthias Imrecke	<a href="http://www.reederverband.de">www.reederverband.de</a>
ZDS - Zentralverband der deutschen Seehafenbetriebe e.V.	Lutz Könner	<a href="http://www.zds-seehaefen.de">www.zds-seehaefen.de</a>

## Anhang 8 - Teilnehmer der Expertengespräche

Institution / Unternehmen	Internetpräsenz
Autoport Emden GmbH	<a href="http://www.autoport-emden.de">www.autoport-emden.de</a>
Behörde für Justiz und Verbraucherschutz Hamburg	<a href="http://www.hamburg.de/bjv">www.hamburg.de/bjv</a>
Brunsbüttel Ports GmbH	<a href="http://www.brunsbuettel-ports.de">www.brunsbuettel-ports.de</a>
BMVI - Abteilung Wasserstraßen, Schifffahrt	<a href="http://www.bmvi.de">www.bmvi.de</a>
Containerships - CMA CGM GmbH	<a href="http://www.containershipsgroup.com">www.containershipsgroup.com</a>
DEME Group	<a href="http://www.deme-group.com">www.deme-group.com</a>
EVAG Emder Verkehrs und Automotive Gesellschaft mbH	<a href="http://www.evag.com">www.evag.com</a>
Feuerwehr Emden	<a href="http://www.emden.de">www.emden.de</a>
Feuerwehr Hamburg	<a href="http://www.hamburg.de/feuerwehr">www.hamburg.de/feuerwehr</a>
GasCom Equipment GmbH	<a href="http://www.gascom.de">www.gascom.de</a>
GDWS - Unterabteilung Seeschifffahrt	<a href="http://www.gdws.wsv.bund.de">www.gdws.wsv.bund.de</a>
Hansestadt Bremisches Hafenamt	<a href="http://www.hbh.bremen.de">www.hbh.bremen.de</a>

Institution / Unternehmen	Internetpräsenz
Port Authority Emden	<a href="http://www.nports.de/port-authority">www.nports.de/port-authority</a>
Oberhafenamt Hamburg	<a href="http://www.hamburg-port-authority.de">www.hamburg-port-authority.de</a>
Hafen- und Seemannsamt Rostock	<a href="http://www.rathaus.rostock.de/de/service/aemter/hafen_und_seemannsamt">www.rathaus.rostock.de/de/service/aemter/hafen_und_seemannsamt</a>
Hamburg Port Authority AöR	<a href="http://www.hamburg-port-authority.de">www.hamburg-port-authority.de</a>
LKN SH	<a href="http://www.schleswig-holstein.de/DE/Landes-regierung/LKN/lkn_node.html">www.schleswig-holstein.de/DE/Landes-regierung/LKN/lkn_node.html</a>
Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung MV	<a href="http://www.regierung-mv.de/Landesregierung/em/">www.regierung-mv.de/Landesregierung/em/</a>
Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus des Landes SH	<a href="http://www.schleswig-holstein.de">www.schleswig-holstein.de</a>
Gasum Oy (vormals Nauticor GmbH & Co. KG)	<a href="http://www.gasum.com/en/">www.gasum.com/en/</a>
NAUTITEC GmbH & Co. KG	<a href="http://www.nautitec-leer.de">www.nautitec-leer.de</a>
Rostock Port GmbH	<a href="http://www.rostock-port.de">www.rostock-port.de</a>
Shell Deutschland Oil GmbH	<a href="http://www.shell.de">www.shell.de</a>
Staatliche Rhein-Neckar-Hafengesellschaft Mannheim mbH	<a href="http://www.hafen-mannheim.de">www.hafen-mannheim.de</a>

<b>Institution / Unternehmen</b>	<b>Internetpräsenz</b>
Wasserschutzpolizei Hamburg	<a href="http://www.polizei.hamburg/wasserschutzpolizei">www.polizei.hamburg/wasserschutzpolizei</a>
Wessels Reederei GmbH & Co. KG	<a href="http://www.wessels.de">www.wessels.de</a>