



Forschungsprojekt LeanDeR

**LNG duisport RWE - multimodal nutzbare LNG-Infrastruktur
als Leuchtturm-Projekt am Duisburger Hafen**

Leitfaden Normen und regulativer Rahmen

Duisburger Hafen AG

RWE Supply & Trading GmbH

Universität Duisburg-Essen



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

Autoren: Dr. Carsten Matheus*, Marco Mauroschat*, Alexander Garbar**, Jan-Christoph Maas**, Patrick Driesch***, Arnim Spengler****

* RWE Supply & Trading GmbH
Altenessener Str. 27
45141 Essen

** duisport – Duisburger Hafen AG
Alte Ruhrorter Str. 42-52
47119 Duisburg (Germany)

*** Lehrstuhl für Mechatronik,
Universität Duisburg-Essen,
Lotharstraße 1,
47057 Duisburg

**** Institut für Baubetrieb und Baumanagement,
Universität Duisburg-Essen,
Universitätsstraße 15,
45141 Essen



Erscheinungsjahr: 2020

Veröffentlicht auf DuEPublico, dem Repositorium der Universität Duisburg-Essen.

DOI: [10.17185/duepublico/73265](https://doi.org/10.17185/duepublico/73265)



Dieses Werk kann unter einer Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 Lizenz (CC BY-ND 4.0) genutzt werden.

INHALTSVERZEICHNIS

1	PROJEKTBSCHREIBUNG UND AUFGABENSTELLUNG	1
2	ANZUWENDENDE NORMEN UND GESETZE	2
2.1	Genehmigungsverfahren – Allgemein	2
2.2	LNG Gas und Anlagenteile – Allgemein	4
2.3	LNG-Tankanlagen und LNG-Tanks	5
2.4	LNG-Straßenfahrzeuge	5
2.5	LNG-Binnenschiffe	6
2.6	LNG-Bahnverkehr	8
2.7	Sonstige Vorschriften und Anweisungen	10
3	BETRIEBSSICHERHEITSVERORDNUNG	11
4	BESTEHENDE LEITFÄDEN	14
4.1	Mobile / Stationäre LNG Anlage / Tankstelle	14
4.2	LNG für Verkehrsmittel	14
4.2.1	Straßenfahrzeuge	14
4.2.2	Binnenschiffe	15
4.2.3	Schienenfahrzeuge	15
4.2.4	Nicht straßengebundene mobile Maschinen	15
5	INFRASTRUKTUR UND LAYOUT	16
5.1	Allgemein	16
5.2	Größe (Footprint) einer mobilen LNG Tankstelle	16
5.3	Notwendige Infrastruktur zur Aufstellung einer mobilen LNG Tankstelle	16
5.4	Notwendige Infrastruktur zur Aufstellung einer stationären LNG Tankstelle	19
6	SCHNITTSTELLEN UND SCHNITTSTELLENMANAGEMENT	22
7	WAHL EINES OPTIMALEN STANDORTES, HERAUSFORDERUNGEN UND ANSPRÜCHE IM HAFENGEBIET	24
7.1	Allgemein	24
7.2	Situation im Hafen Duisburg	24
8	PLANUNG	27
9	GENEHMIGUNGSSITUATION UND GENEHMIGUNGSPROZESS	31

9.1	Grundsätzliche Rechtsgrundlagen	31
9.2	Übersicht - Genehmigung nach BImSchG, BetrSichV und BauO	33
9.3	Genehmigung nach BImSchG	34
9.4	Genehmigung nach BetrSichV	35
9.5	Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)	35
9.6	Genehmigung nach BauO	37
9.7	Ablauf des Genehmigungsverfahrens	37
9.8	Notwendige Unterlagen	39
9.8.1	Allgemein	39
9.8.2	Unterlagen für mobile und stationäre LNG-Tankstellen nach BImSchG	41
9.9	Zuständigkeiten und Autorisierte Personen	42
9.10	Genehmigung der vorhandenen mobilen LNG-Tankstelle im Hafen Duisburg	44
9.11	Mögliche Szenarien für eine Folgeanlage (AP5)	45
9.11.1	Mobile LNG-Anlage (Standzeit / Nutzungsdauer >12 Monate)	46
9.11.2	Stationäre LNG Anlage	49
9.11.2.1	Stationäre LNG Anlage >3t und <30t	49
9.11.2.2	Stationäre LNG Anlage >30t und <50t	50
9.11.2.3	Stationäre LNG Anlage >50t und <200t	51
9.12	Genehmigungsaspekte für Schnittstellen mit Binnenschiffen und Schienenfahrzeugen	53
9.12.1	Genehmigung Schnittstelle Binnenschiff-Tankstelle	53
9.12.2	Genehmigung Schnittstelle Schienenfahrzeug-Tankstelle	54
10	ERRICHTUNG MOBILE LNG ANLAGE	56
10.1	Allgemein	56
10.2	Sicherheitsrelevante Maßnahmen	56
10.3	Kennzeichnungspflicht	57
10.4	Gutachterliche Stellungnahmen während der Planungsphase	58
10.5	Baurechtliche Belange	58
11	INBETRIEBSETZUNG MOBILE LNG-ANLAGE	60
11.1	Prüfungen vor Inbetriebnahme überwachungsbedürftiger Anlagen	60
11.2	Funktionale Prüfungen und Tests im Rahmen der Inbetriebnahme der Anlage	60
11.3	EU-Konformitätsbescheinigungen und CE-Kennzeichnung	61

12	LEISTUNGSTEST, PROBEBETRIEB UND ABNAHME MOBILE LNG-ANLAGE (EINSCHL. SCHULUNG DES PERSONALS)	62
12.1	Leistungstest	62
12.2	Probebetrieb	62
12.3	Abnahme der Anlage	62
12.4	Betriebsanweisung	62
12.5	Schulung des Betriebspersonals	63
13	BETRIEB MOBILE LNG-ANLAGE	64
13.1	Allgemeines	64
13.2	Wiederkehrende oder Erneute Prüfungen	64
13.3	Allgemeine Betriebliche Maßnahmen	67
13.4	Aktualisierung Betriebsanweisung	68
13.5	Training des Betriebspersonals	68
13.6	Instandhaltung	69
13.7	Kooperation mit Dritten und zuständigen Behörden	69
14	BETRIEB REACHSTACKER	70
14.1	Betankung	70
14.2	Operativer Betrieb	70
14.3	Wartung und Instandhaltung	71
15	BETRIEB TERMINALTRAKTOR	72
15.1	Betankung	72
15.2	Operativer Betrieb	72
15.3	Wartung und Instandhaltung	73
16	UNTERSUCHUNGESERGEBNISSE UDE	74
16.1	Tankvorgang, Zeitdauern und Mengen	74
16.2	Wirkungsgrade und Kraftstoffverbrauch von LNG betriebenen Fahrzeugen	77
16.3	Lastzyklen	78
16.4	Umweltbericht	88
17	NOTWENDIGE ANPASSUNG BESTEHENDER LEITFÄDEN, NORMEN UND RICHTLINIEN – EMPFEHLUNGEN AUS SICHT DES LEANDER-PROJEKTES	89
18	LITERATURVERZEICHNIS	90

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 9-1: Screening Vorprüfung UVP [13]	36
Abbildung 9-2: Ablauf eines Genehmigungsverfahrens mit Öffentlichkeitsbeteiligung (nach §10 BImSchG) [14]	39
Abbildung 13-1: Prüf- und Wartungsplan GasCom für mobile LNG-Tankstelle	66
Abbildung 13-2: Prüfintervalle für bautechnische Belange	67
Abbildung 16-1: Monatliche Anzahl an Tankvorgängen und aufgenommener Gesamtmenge	74
Abbildung 16-2: Relativer Anteil an Tankvorgängen unterschieden nach Wochentagen	75
Abbildung 16-3: Relativer Anteil an Tankvorgängen unterschieden nach Tageszeit	75
Abbildung 16-4: Boxplot-Darstellung der Tankdauern	76
Abbildung 16-5: Boxplot-Darstellung der Tankgeschwindigkeit	76
Abbildung 16-6: Anzahl und Verteilung an Tankvorgängen mit Aufnahmemenge bis x kg	77
Abbildung 16-7: Generierter Zyklus für den LNG-Terminaltraktor	82
Abbildung 16-8: Generierter Zyklus für den Diesel-Terminaltraktor	84
Abbildung 16-9: Generierter Zyklus für den Reachstacker	86

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2-1:	Normen und Vorschriften - Allgemein	2
Tabelle 2-2:	Normen und Vorschriften – LNG Gas und Anlagenteile Allgemein	4
Tabelle 2-3:	Normen und Vorschriften – LNG-Tankanlagen und LNG-Tanks	5
Tabelle 2-4:	Normen und Vorschriften - LNG Straßenfahrzeuge	6
Tabelle 2-5:	Normen und Vorschriften - LNG Binnenschiffe	7
Tabelle 2-6:	Normen und Vorschriften – LNG Schienenfahrzeuge	9
Tabelle 6-1:	Schnittstellen LNG-Tankstelle	22
Tabelle 8-1:	Planungskriterien	27
Tabelle 9-1:	Übersicht Genehmigungen LNG-Tankstelle	34
Tabelle 9-2:	Zuständigkeiten und Autorisierte Personen	43
Tabelle 9-3:	Genehmigungs-Szenario Mobile LNG-Tankstelle >3t und >30t	49
Tabelle 9-4:	Genehmigungs-Szenario Stationäre LNG-Tankstelle >30t und <50t	50
Tabelle 9-5:	Genehmigungs-Szenario Stationäre LNG-Tankstelle >50t und <200t	52
Tabelle 16-1:	Charakteristische Kennwerte der Bewertungskriterien aller Fahrzeuge	80
Tabelle 16-2:	Bewertungskriterien für den Zyklus des LNG-Terminaltraktors und des NRTC	83
Tabelle 16-3:	Bewertungskriterien für den Zyklus des Diesel-Terminaltraktors und des NRTC	85
Tabelle 16-4:	Bewertungskriterien für den Zyklus des Reachstackers und des NRTC	87

Abkürzungsverzeichnis

AP	Arbeitspaket (im Projekt LeanDeR)
CLP	Classification, Labelling, Packaging
CSD	International Convention for Safe Containers - „Internationalen Übereinkommen über sichere Container (CSC)
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EBA	Eisenbahnbundesamt
LASI	Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik
LCNG	Liquefied Compressed Natural Gas
LKW	Lastkraftwagen
LNG	Liquefied Natural Gas
LPG	Liquefied Petroleum Gas
NRW	Nordrhein-Westfalen
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
ZKR	Zentralkommission für die Rheinschifffahrt

Abkürzungen für Normen, Regel, Vorschriften und Gesetze sind in Kapitel 5 beschrieben

Begriffsbestimmung

Binnenschiff-fahrt	Betrieb von Schiffen auf Flüssen oder anderen Wasserverkehrswegen außerhalb von Küsten und hoher See, und ausschließlich des Umschlags von LNG an Terminals in Seehäfen
Bunkern	Übernahme von Brennstoffen für den Schiffsantrieb und die Einlagerung von Ladung für den Eigenbedarf des Schiffes
Fahrzeug	Mobiles Verkehrsmittel für den Verkehr auf Straßen und im weiteren Sinne auch auf Schienen (Landfahrzeuge) und im Wasser (Wasserfahrzeuge, einschließlich Schiffe)
Gasfüllanlage	Nach BetrSichV: Anlagen einschließlich der Lagertanks zum Befüllen von Land-, Wasser- und Luftfahrzeugen mit entzündbaren Gasen zur Verwendung als Treib- oder Brennstoff
LNG Terminal	Umschlagplatz für LNG an Seehäfen
LNG Tankstelle	Umschlagplatz für LNG zur Betankung von Fahrzeugen mit LNG (entzündbare Flüssigkeit) - Schnittstelle zwischen LNG-Tank und Fahrzeug (Betankung) bzw. zwischen Fahrzeug und LNG-Tank (zur Befüllung der Tanks))
Tankstelle	Nach BetrSichV: Anlagen für die Betankung von Land-, Wasser- und Luftfahrzeugen mit entzündbaren Flüssigkeiten (kein LNG)
„Stationäre“ (LNG-Anlage)	Anlage mit ortsfest installierte und baulich mit dem Baugrund verankerte LNG Anlagenkomponenten.
„Mobile“ (LNG-Anlage)	Anlage mit bewegliche Anlagenkomponenten (LNG-Tank mit Pumpe, Kontrollstation, Verdampfer, etc., und soweit vorhanden) die komplett in einem vorgefertigte („containerized“) System (z.B. Fahrzeuggestell, Trailer, Container) integriert sind.

1 PROJEKTBSCHREIBUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Die Duisburger Hafen AG kombiniert als weltweit größter Binnenhafen und zentrale Logistikkdrehscheibe eine vorteilhafte geografische Lage und gute Standortbedingungen mit best-in-class logistischem Know-how. Auf dieser Basis forciert die Duisburger Hafen AG die Optimierung der Transportketten sowohl im regionalen als auch im nationalen und internationalen Umfang. Die Perspektive für den Einsatz des alternativen Kraftstoffs LNG ist aussichtsreich, da die Duisburger Hafen AG durch direkten und indirekten Zugang eine Vielzahl an LNG-Einsatzmöglichkeiten bietet.

LeanDeR ist ein Verbundvorhaben zwischen den Industriepartnern Duisburger Hafen AG und RWE Supply & Trading (RWEST GmbH) sowie einem Partner der Wissenschaft, der Universität Duisburg Essen (UDE).

In dem Verbundvorhaben LeanDeR wird ein ganzheitliches und nachhaltiges LNG-Logistikkonzept über mehrere Planungsstufen entwickelt und im Duisburger Hafen unter Praxisbedingungen im Demonstrationsbetrieb getestet und evaluiert. Das Projekt legt mit seinem multimodalen Konzept den Grundstein für eine nachhaltige Mobilität an dem Leuchtturmstandort Duisburger Hafen.

Der Projektkern ist der Betrieb einer multimodal nutzbaren mobilen LNG-Anlage sowie die forschungsseitig begleitete Umrüstung und Demonstration zweier Hafenumschlagsgeräte. In dem Demonstrationsvorhaben wird ein starker Fokus auf die Forschung und Entwicklung der LNG-Technologie gelegt, was den Wissensstand zum Einsatz von LNG in der Industrie dauerhaft erhöhen soll. In diesem Zusammenhang wird der Testbetrieb von Hafenumschlaggeräten unter realen Bedingungen durchgeführt. Die Geräte werden im Dual-Fuel- (Diesel/LNG) sowie im reinen LNG-Betrieb erforscht, getestet und optimiert. Die gewonnenen Ergebnisse werden zur Entwicklung eines langfristigen Geschäftsmodells für die LNG-Kraftstoff-Nutzung verwertet und verbreitet.

Das Arbeitspaket 4 (AP4), dessen Ergebnisse anteilig im vorliegenden Bericht dargestellt werden, fokussiert sich auf die Erarbeitung von Leitfäden, Handlungsanweisungen, ggf. Normen und den regulatorischen Rahmen für den Einsatz von LNG in dem genannten Kontext. Dieses AP stellt den technischen und normativen Wissenstransfer über die Projektgrenzen hinaus sicher. Ein wesentliches Ergebnis dieses Arbeitspaketes ist dieser Leitfaden zum Betrieb und zur Betankung von Hafengeräten durch eine mobile LNG-Anlage sowie zum LNG-Betrieb von Hafenfahrzeugen.

2 ANZUWENDENDE NORMEN UND GESETZE

Für die Planung, Genehmigung, Errichtung und Inbetriebnahme einer mobilen oder stationären LNG Anlage (hier am Standort Hafen Duisburg, NRW) und die Betankung von Fahrzeugen, Binnenschiffen und Eisenbahnen (als Kraftstoff oder Lagerstoff) gelten die hierin aufgelisteten anerkannten Regeln der Technik, Verordnungen und Gesetze in ihrer letzten bzw. aktuellen Fassung. Zudem gelten die darin zitierten weiteren Normen, Vorschriften und Informationsquellen.

Für den Bau und die Ausrüstung der Anlage und die zugehörige Infrastruktur sind die bauaufsichtlich eingeführten Technischen Baubestimmungen für die Planung, Bemessung und Ausführung von Bauwerken und Verwendung von Bauprodukten (in NRW gemäß „Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen NRW“ (VV TB NRW)) und die anerkannten Regeln der Technik (Eurocodes, DIN EN, etc.) anzuwenden.

Zusätzlich zu den unten aufgelisteten Regelwerken für LNG-spezifische Anlagen gelten allgemein die Unfallverhütungsvorschriften (DGUV) und Berufsgenossenschaftlichen Regeln (BGV, BGR, BGI), etc. für die Sicherheit im Bau und Betrieb gewerblicher bzw. industrieller Anlagen und der Handhabung von Gasen.

Besondere Aspekte der Instandhaltung und der fortlaufenden Prüfung bestehender Anlagen nach deren Inbetriebnahme (Eigen- und Fremdüberwachung) können darüber hinaus durch weitere Normen und Vorschriften geregelt sein, welche hier nicht aufgeführt sind.

2.1 Genehmigungsverfahren – Allgemein

Für das Genehmigungsverfahren von LNG-spezifischen Anlagen und die Nachweise der Betriebssicherheit zur Erlangung der Genehmigung gelten die folgenden anerkannten Regeln der Technik, Verordnungen und Gesetze.

Tabelle 2-1: Normen und Vorschriften - Allgemein

Norm, Standard, Vorschrift, Verordnung, Gesetz	Titel
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)
ASR	Technischen Regeln für Arbeitsstätten (Arbeitsstättenregeln – ASR)
BauPVO	Bauproduktenverordnung (BauPVO)
BauPruefVO	Verordnung über bautechnische Prüfungen (BauPrüfVO)
BImSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG)
4. BImSchV	Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung übergenehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV)
9. BImSchV	Neunte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über das Genehmigungsverfahren - 9. BImSchV)
12. BImSchV (Störfallverordnung)	Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung - 12. BImSchV)

Norm, Standard, Vorschrift, Verordnung, Gesetz	Titel
BetrSichV	Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV)
DGUV Regel 113-001	Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)
GGBefG	Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter (Gefahrgutbeförderungsgesetz - GGBefG)
GefStoffV	Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung- GefStoffV)
GGVSEB	Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt - GGVSEB)
Landesbauordnung (BauO NRW)	Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen (Landesbauordnung 2018 – BauO NRW 2018)
LV 49/2008	LASI-Richtlinie LV 49 - Qualität der gutachterlichen Äußerungen im Rahmen des Erlaubnisverfahrens nach §13 BetrSichV
LV 49/2017	Leitfaden 49 des Länderausschusses für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik - Erläuterungen und Hinweise für die Durchführung der Erlaubnisverfahren nach § 18 der Betriebssicherheitsverordnung
LWG NRW	Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Landeswassergesetz – LWG)
ODV	Ortsbewegliche-Druckgeräte-Verordnung (ODV)
ProdSG	Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz - ProdSG)
11. ProdSV	Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Explosionsschutzprodukteverordnung - 11. ProdSV)
14. ProdSV	Vierzehnte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Druckgeräteverordnung - 14. ProdSV)
TPED	Transportable Pressure Equipment Directive 2010/35/EU (TPED); Richtlinie 2010/35/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über ortsbewegliche Druckgeräte
TRB	Technische Regeln zur Druckbehälterverordnung – Druckbehälter, insbesondere
	TRB 851 - Füllanlagen zum Abfüllen von Druckgasen aus Druckgasbehältern in Druckbehälter Errichten
TRBS und TRGS	Technische Regeln für Betriebssicherheit, Technische Regeln für Gefahrstoffe, insbesondere die folgenden:
	TRBS 1111 - Gefährdungsbeurteilung
	TRBS 1122 - Änderungen von Gasfüllanlagen, Lageranlagen, Füllstellen, Tankstellen und Flugfeldbetankungsanlagen – Ermittlung der Prüfpflicht nach Anhang 2 Abschnitt 3 BetrSichV und der Erlaubnispflicht gemäß § 18 BetrSichV
	TRBS 1123 - Prüfpflichtige Änderungen von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen – Ermittlung der Prüfnötigkeit gemäß § 15 Absatz 1 BetrSichV

Norm, Standard, Vorschrift, Verordnung, Gesetz	Titel
	TRBS 1201 - Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen
	TRBS 1203 – Zur Prüfung befähigte Personen
	TRBS 2131 - Elektrische Gefährdungen
	TRBS 2141 - Gefährdungen durch Dampf und Druck
	TRBS 2152, Teil 1-4 - Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre
	TRGS 201 - Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen
	TRGS – Reihe 400 - Technische Regeln der Reihe 400: Gefährdungsbeurteilung
	TRGS – Reihe 500 - Technische Regeln der Reihe 500: Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, insbesondere
	TRGS 509 - Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter (Bem.: gilt nach dieser TRGS eigentlich nicht für das Lagern von verflüssigten Gasen und für Tankstellen und Füllanlagen wobei hier auch TRGS 3146 und 3151 verwiesen wird)
	TRGS 510 - Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern
	TRGS 555 - Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten
	TRGS – Reihe 700 und 800: Brand- und Explosionsschutz, insbesondere
	TRGS 727 (ehem. TRBS 2153) - Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen
UVPg	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPg)
WHG	Wasserhaushaltsgesetz (des Bundes)
ZustVU	Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz - NRW

2.2 LNG Gas und Anlagenteile – Allgemein

Tabelle 2-2: Normen und Vorschriften – LNG Gas und Anlagenteile Allgemein

Norm, Standard, Vorschrift, Verordnung, Gesetz	Titel
CLP Verordnung	CLP (Classification, Labelling, Packaging) Verordnung / GHS Verordnung (EG) Nr. 1272/2008
DIN EN 13766	Thermoplastische, mehrlagige (nicht vulkanisierte) Schläuche und Schlauchleitungen für die Förderung von Flüssiggas und verflüssigtem Erdgas - Spezifikation
DIN EN ISO 16903	Erdöl- und Erdgasindustrie - Eigenschaften von Flüssigerdgas mit Einfluss auf die Auslegung und die Materialauswahl
DIN EN ISO 28921	Industriearmaturen - Absperrventile für die Anwendung im Tieftemperaturbereich - Teil 1: Auslegung, Fertigung und Produktionsprüfung
DIN EN 60079-14	Explosionsgefährdete Bereiche - Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen

2.3 LNG-Tankanlagen und LNG-Tanks

Für die Planung, Inbetriebnahme-Genehmigung und Betrieb einer mobilen oder stationären LNG-Anlage (Tankstelle/Tankanlage) bzw. von ortsfesten oder ortsbeweglichen LNG-Tanks (auch für den Transport mittels Fahrzeugen) gelten zusätzlich die folgenden anerkannten Regeln der Technik, Verordnungen und Gesetze.

Tabelle 2-3: Normen und Vorschriften – LNG-Tankanlagen und LNG-Tanks

Norm, Standard, Vorschrift, Verordnung, Gesetz	Titel
DIN EN 1473 (Vornorm, 2018)	Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas - Auslegung von landseitigen Anlagen; Deutsche und Englische Fassung prEN 1473:2018
DIN EN 13645	Anlagen und Ausrüstungen für Flüssigerdgas - Auslegung von landseitigen Anlagen mit einer Lagerkapazität zwischen 5 t und 200 t
DIN EN 13458, Teil 1 und 2	Kryo-Behälter - Ortsfeste, vakuum-isolierte Behälter
DIN EN 13530, Teil 1-3	Kryo-Behälter - Große ortsbewegliche, vakuum-isolierte Behälter
DIN EN 14620, Teil 1-5	Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und -165 °C
DIN EN ISO 16924	Erdgastankstellen - Tankstellen für verflüssigtes Erdgas (LNG) zur Betankung von Fahrzeugen
DIN EN ISO 20421, Teil 2	Kryo-Behälter - Große ortsbewegliche vakuumisolierte Behälter - Teil 2: Betriebsanforderungen (ersetzt DIN EN 13530, Teil 3)
TRBS 3145	Ortsbewegliche Druckgasbehälter - Füllen, Bereithalten, innerbetriebliche Beförderung, Entleeren
TRBS 3146	Ortsfeste Druckanlagen für Gase
TRBS 3151	Vermeidung von Brand-, Explosions- und Druckgefährdungen an Tankstellen und Gasfüllanlagen zur Befüllung von Landfahrzeugen (Bemerkung: gilt für Straßen- und Schienenfahrzeuge)
TRGS 509	Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter
VdTÜV-Merkblatt TANK 965-1	Gefährdungsbeurteilung über Aufstellbedingungen und Anfahrerschutz für oberirdische Füllanlagen an öffentlichen Tankstellen
VdTÜV-Merkblatt TANK 965-3	Anfahrerschutz oberirdischer Lagerbehälter an Tankstellen und Füllanlagen zum Befüllen von Landfahrzeugen mit Druckgasen, Teil 3: Anforderungen an nicht öffentlich zugängliche Tankstellen und Füllanlage

2.4 LNG-Straßenfahrzeuge

Für die Verwendung von LNG als Kraftstoff für Straßenfahrzeuge, die Zulassung von LNG-betriebenen Straßenfahrzeugen und den Transport von LNG auf der Straße gelten zusätzlich die folgenden anerkannten Regeln der Technik, Verordnungen und Gesetze.

Tabelle 2-4: Normen und Vorschriften - LNG Straßenfahrzeuge

Norm, Standard, Vorschrift, Verordnung, Gesetz	Titel
ADR 2017 (2019)	Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße
RSEB	Richtlinien zur Durchführung der Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt (GGVSEB) und weiterer gefahrgutrechtlicher Verordnungen (Durchführungsrichtlinien-Gefahrgut)
DIN EN 16723, Teil 2	Erdgas und Biomethan zur Verwendung im Transportwesen und Biomethan zur Einspeisung ins Erdgasnetz - Teil 2: Festlegungen für Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge (ersetzt DIN 51624:2008)
DIN EN 16942	Kraftstoffe – Identifizierung von Fahrzeug-Kompatibilität – Grafischer Ausdruck für Kundeninformation
DIN EN ISO 12617	Straßenfahrzeuge - Betankungsanschluss für Flüssigerdgas (LNG) - 3,1 MPa Anschluss
DIN 51624 (2008)	Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge - Erdgas - Anforderungen und Prüfverfahren

2.5 LNG-Binnenschiffe

Für die Betankung (Bunkern), Be- und Entladung, Betrieb und Ausrüstung von Schiffen, welche mit LNG betrieben werden oder LNG transportieren, gelten zusätzlich die folgenden anerkannten Regeln der Technik, Verordnungen und Gesetze.

Darüber hinaus gelten die jeweiligen Hafenverordnungen.

Die Regelungen für Hochsee- (Offshore) oder Küstenschiffe und LNG Entladung in Küstenhäfen (Shore/Offshore Anwendungen) oder LNG Terminals (soweit hier aufgelistet) sind nur teilweise auf die Binnenschifffahrt anwendbar. Sie sind aber als Richtlinien für die Binnenschifffahrt anzuwenden, soweit zutreffend (Unterschiede Shore/Offshore-Bereich und Binnenschifffahrt) und soweit es keine eigenen Regelungen für Binnenschiffe gibt.

Weitere Regeln, Empfehlungen und Publikationen internationaler Organisationen (IMO, DNV, GL, IMO, NFPA, SITTGO, etc.) gelten für die internationale Seeschifffahrt und die Be- und Entladung von LNG Tankern in LNG Terminals oder den Transfer von LNG zwischen Schiffen. Diese sind wegen augenscheinlich geringer Relevanz für die Binnenschifffahrt hierin nicht aufgelistet.

Tabelle 2-5: Normen und Vorschriften - LNG Binnenschiffe

Norm, Standard, Vorschrift, Verordnung, Gesetz	Titel
Allgemein	
ADN	Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstraßen; (insbesondere auch ADN/M020: Multilateral Agreement ADN/M 020 under section 1.5.1 of the Regulations annexed to the ADN on the use of LNG as fuel)
Allgemeine Hafenverordnung - AHVO (für NRW)	Ordnungsbehördliche Verordnung über den Verkehr und den Güterumschlag in Häfen (Allgemeine Hafenverordnung - AHVO)
SchSG	Schiffssicherheitsgesetz
WaStrG	Bundeswasserstraßengesetz
DIN EN ISO 20519	Schiffe und Meerestechnik - Spezifikation für das Bunkern flüssigerdgasbetriebener Schiffe
ISO/TS 16901 (Vornorm 2015)	Richtlinie zur Ausführung von Risikobewertungen von LNG Installationen an Land inklusive der Schiff/Land Schnittstelle Englischer Titel: Guidance on performing risk assessment in the design of onshore LNG installations including the ship/shore interface
ISO/TS 18683 (Vornorm 2015)	Leitlinien für Systeme und Anlagen zur Flüssigerdgasversorgung als Brennstoff für Schiffe Englischer Titel: Guidelines for systems and installations for supply of LNG as fuel to ships
Shore / Offshore Anwendungen (Hochseeschiffe, Küstenhäfen und LNG Terminal)	
SeeSch-StrO	Seeschiffahrtsstraßen-Ordnung
GGVSee	Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen (Gefahrgutverordnung See - GGVSee)
IGC Code	Internationaler Code über den Bau und Ausrüstung von Schiffen zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut
IGF Code	Internationaler Code über die Sicherheit von Schiffen die Gase oder andere Brennstoffe mit niedrigem Flammpunkt verwenden
IMDG Code	International Maritime Code for Dangerous Goods
DIN EN 1474, Teil 2 und 3	Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas - Auslegung und Prüfung von Schiffsübergabesystemen (Teil 1 ersetzt durch DIN EN ISO 16904)

Norm, Standard, Vorschrift, Verordnung, Gesetz	Titel
DIN EN ISO 28460	Erdöl- und Erdgasindustrien - Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas - Schnittstelle zwischen Schiff und Land und Hafenbetrieb
DIN EN ISO 16904	Erdöl- und Erdgasindustrie - Auslegung und Prüfung von Schiffsverladearmen für Flüssigerdgas für konventionelle landseitige Terminals
IEC 60092 (Teil 502)	Elektrische Anlagen auf Schiffen (Tankschiffe. Besondere Merkmale, BS IEC-60092-502)
Binnenschifffahrt und Binnenhäfen	
BinSch-StrO	Binnenschifffahrtsstraßen-Ordnung
BinSchSt-rEV	Verordnung zur Einführung der Binnenschifffahrtsstraßen-Ordnung
ES-TRIN	Europäischer Standard der technischen Vorschriften für Binnenschiffe (Hrsg.: CESNI)
Rhein-SchPersV	Verordnung über das Schiffspersonal auf dem Rhein (Schiffspersonalverordnung-Rhein – RheinSchPersV) (Hrsg.: Zentralkommission für die Rheinschifffahrt)
Rhein-SchPV	Rheinschifffahrtspolizeiverordnung (Hrsg.: Zentralkommission für die Rheinschifffahrt)
Rhein-SchUO	Rheinschiffsuntersuchungsordnung (Hrsg.: Zentralkommission für die Rheinschifffahrt)
ZKR Prüf-liste	Standard für eine Prüfliste für das Bunkern von Flüssigerdgas, LKW-Schiff (Zentralkommission für die Rheinschifffahrt, 2015)

2.6 LNG-Bahnverkehr

Für die Planung, Inbetriebnahme-Genehmigung, Bauartzulassung und Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen von Schienenfahrzeugen (zur Betankung bzw. Be- und Entladung von LNG) gelten zusätzlich die folgenden Vorschriften für den nationalen und internationalen (grenzüberschreitenden) Bahnverkehr (öffentlicher Bahnverkehr, nicht für Werksbahnen).

Tabelle 2-6: Normen und Vorschriften – LNG Schienenfahrzeuge

NORM, STANDARD, VORSCHRIFT, VERORDNUNG, GESETZ	TITEL
AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG)
EIGV	Verordnung über die Erteilung von Inbetriebnahmegenehmigungen für das Eisenbahnsystem (Eisenbahn-Inbetriebnahmegenehmigungsverordnung - EIGV) (Ersatz für TEIV - Transeuropäische-Eisenbahn-Interoperabilitätsverordnung)
EBO	Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO)
UIC Merkblätter	Union Internationale des Chemins de Fer, diverse Merkblätter
VwV Abnahme § 32	Verwaltungsvorschrift für die Abnahme von Eisenbahnfahrzeugen gemäß § 32 Abs. 1 EBO im Zuständigkeitsbereich des Eisenbahn-Bundesamt (VwV Abnahme § 32)
VwRili § 33	Verwaltungsrichtlinie über Anerkennung und Einsatz von Sachverständigen nach § 33 Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO)
VwRili / VwRili_ÜAnl	Verwaltungsrichtlinie für überwachungsbedürftige Anlagen der Schienenfahrzeuge der Eisenbahnen des Bundes gemäß § 33 Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) vom 15. Mai 1998, (einschließlich Anhängen), insbesondere:
	Anhang 2 zur Verwaltungsrichtlinie für überwachungsbedürftige Anlagen der Schienenfahrzeuge - Druckluft-, Hydraulik- und Flüssiggasanlagen
	Anhang 3 zur Verwaltungsrichtlinie für überwachungsbedürftige Anlagen der Schienenfahrzeuge Behälter- und Rohrleitungsanlagen für brennbare Flüssigkeiten
	Anhang 6 zur Verwaltungsrichtlinie für überwachungsbedürftige Anlagen der Schienenfahrzeuge - Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen
	Anlage 1 - Richtlinie für das Verfahren der Bauartzulassung nach § 33 Abs. 1 Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO)
	Anlage 1.4 zur Verwaltungsrichtlinie für überwachungsbedürftige Anlagen der Schienenfahrzeuge - Erforderliche Unterlagen zur Beurteilung von in Schienenfahrzeuge zu installierenden überwachungsbedürftigen Anlagen und Entscheidung über eine Bauartzulassung - Flüssiggasanlagen
	Anlage 1.5 zur Verwaltungsrichtlinie für überwachungsbedürftige Anlagen der Schienenfahrzeuge - Erforderliche Unterlagen zur Beurteilung von in Schienenfahrzeuge zu installierenden überwachungsbedürftigen Anlagen und Entscheidung über eine Bauartzulassung - Behälter- und Rohrleitungsanlagen für brennbare Flüssigkeiten
	Anlage 4.2 - Kriterien zur Beurteilung von Flüssiggasanlagen auf Schienenfahrzeugen
VV IBG Fahrzeuge	Verwaltungsvorschrift für die Genehmigung zur Inbetriebnahme von Eisenbahnfahrzeugen gemäß §§ 6 ff TEIV im Zuständigkeitsbereich des Eisenbahn-Bundesamtes (VV IBG Fahrzeuge)

Norm, Standard, Vorschrift, Verordnung, Gesetz	Titel
RID	Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (RID) - Anhang C zum Übereinkommen über den internationalen Eisenbahnverkehr (COTIF) und seine Anlage
DIN EN 50122-1 / VDE 0115-3	Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen - Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung - Teil 1: Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag

2.7 Sonstige Vorschriften und Anweisungen

Im Rahmen des Projektes LeanDeR fanden zusätzlich die folgenden Vorschriften und Anweisungen Anwendung.

Tabelle 4-6: Sonstige Vorschriften und Anweisungen

Norm, Standard, Vorschrift, Verordnung, Gesetz	Titel
	Gefahrenstoff- und Betriebsanweisungen, Hafen Duisburg (duisport)
	GasCom Bedienungsanleitung LNG-Tankstelle

3 BETRIEBSSICHERHEITSVERORDNUNG

Die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) gibt die Mindestanforderungen für die Sicherheit und den Schutz der Gesundheit von Personen bei der Verwendung von Arbeitsmitteln vor.

Für Tankstellen (einschl. LNG Tankstellen) werden diese Anforderungen in der Technischen Regel für Betriebssicherheit - TRBS 3151 – ‚Vermeidung von Brand-, Explosions- und Druckgefährdungen an Tankstellen und Gasfüllanlagen zur Befüllung von Landfahrzeugen‘ konkretisiert.

LNG-Tankstellen („Gasfüllanlagen“) sind überwachungsbedürftige Anlagen gemäß §2, Abs. 30-c) Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) („Anlagen zur Abfüllung von verdichteten, verflüssigten oder unter Druck gelösten Gasen“) und unterliegen der Erlaubnispflicht nach der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV).

Diese Erlaubnispflicht resultiert aus §18 Absatz 1 Nummer 3 BetrSichV - „Anlagen einschließlich der Lager- und Vorratsbehälter zum Befüllen von Land-, Wasser- und Luftfahrzeugen mit entzündbaren Gasen zur Verwendung als Treib- oder Brennstoff (Gasfüllanlagen).“

Die Einstufung von LNG unter ‚Entzündbare Gase‘ erfolgt nach der ‚CLP-Verordnung‘ (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008) über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (Einordnung unter Anhang 1, Nummer 2.2 der Verordnung).

Wie im Kapitel 9 erläutert, unterliegen LNG-Tankstellen der Genehmigungspflicht nach Bundes-Immissionsschutz-Gesetz (BImSchG), d. h. die erlaubnisbedürftige Anlage (BetrSichV) ist auch eine genehmigungsbedürftige Anlage (BImSchG). Da dies Konzentrationswirkung bezüglich weiterer Genehmigungen und Erlaubnisse hat, wird in der Regel der Erlaubnisantrag nach BetrSichV im Rahmen des Antrages nach BImSchG gestellt.

Die Erlaubnis zur Inbetriebnahme der Anlage wird erteilt, wenn die vorgesehene Aufstellung, Bauart und Betriebsweise den sicherheitstechnischen Anforderungen der BetrSichV und hinsichtlich des Brand- und Explosionsschutzes auch der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) entsprechen.

Für die im Rahmen des Projektes im Hafen Duisburg in Betrieb befindliche LNG-Tankanlage (Änderung einer genehmigungsbedürftigen Anlage: Ersatz von dieselbetriebenen Fahrzeugen durch LNG betriebene Fahrzeuge) war wegen des vorgesehenen befristeten Betriebes von maximal 12 Monaten gemäß §1, Abs. 1 der 4. BImSchV keine Genehmigung nach § 4 bzw. §15 oder §16 BImSchG erforderlich. Es war jedoch ein eigenständiges Erlaubnisverfahren nach §18 BetrSichV notwendig.

Die Pflicht zur Einreichung notwendiger Unterlagen (Antragsunterlagen) zur Erlangung der Erlaubnis für Errichtung und Betrieb nach BetrSichV ist unabhängig davon, ob für die Anlage eine Genehmigungspflicht nach BImSchG besteht oder nicht. Falls die Genehmigungspflicht nach BImSchG besteht, werden die Unterlagen für den Erlaubnisantrag nach BetrSichV jedoch im Rahmen des Genehmigungsantrages nach BImSchG mit eingereicht. Die zuständige Behörde der unteren oder oberen Bauaufsicht (NRW: siehe Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz (ZustVU)) für den BImSchG-Antrag (NRW: Bezirksregierung oder auch kreisfreie Stadt) koordiniert die Aktivitäten der zuständigen Behörde für den Erlaubnisantrag nach BetrSichV (NRW: Bezirksregierung oder auch kreisfreie Stadt).

Laut amtlicher Bekanntmachung schließt in NRW seit dem 01.01.2019 die Erlaubnis gemäß BetrSichV (als eigenständiges Erlaubnisverfahren) wieder die Baugenehmigung nach § 60 der Landesbauordnung (BauO-NRW) mit ein.

- TRBS 1122 („Änderungen von Gasfüllanlagen, Lageranlagen, Füllstellen, Tankstellen und Flugfeldbetankungsanlagen – Ermittlung der Prüfpflicht nach Anhang 2 Abschnitt 3 BetrSichV und der Erlaubnispflicht gemäß § 18 BetrSichV“) mit Konkretisierungen und Beispiele für prüfpflichtige Änderungen nach §15 BetrSichV oder erlaubnispflichtige Änderungen nach §18 BetrSichV in einer bestehenden LNG Anlage.
- TRBS 1123 („Prüfpflichtige Änderungen von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen – Ermittlung der Prüfnotwendigkeit gemäß § 15 Absatz 1 BetrSichV“) mit Angaben und Beispielen zu prüfpflichtigen Änderungen von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen nach § 15 Absatz 1 BetrSichV.

4 BESTEHENDE LEITFÄDEN

4.1 Mobile / Stationäre LNG Anlage / Tankstelle

Basis für die Recherchen in diesem Dokument ist der folgende Leitfaden

- [2] Genehmigungsleitfaden für LNG / CLNG-Tankstellen
Technische, sicherheitsrelevante und genehmigungsrechtliche Grundlagen,
DVGW / Taskforce LNG, 2017

Der Leitfaden gilt für die Betankung von Straßenfahrzeugen.

Der Leitfaden wurde vom Deutschen Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) als unverbindlicher Leitfaden für die Genehmigung von Tankstellen (entspricht den ‚Gasfüllanlagen‘ gem. Betriebssicherheitsverordnung) für Flüssig-Erdgas (LNG, Liquefied Natural Gas) und aus Flüssig-Erdgas gewonnenem komprimierten Erdgas (LCNG, Liquefied Compressed Natural Gas) veröffentlicht.

Der Leitfaden richtet sich vorrangig an Investoren, Behörden und Überwachungsorganisationen und behandelt grundsätzlich sowohl technische als auch Rechtsgrundlagen für die Errichtung und den Betrieb von LNG-Tankstellen.

Als ergänzende Informationsquelle für die Planung von LNG Tankstellen (und soweit nicht den deutschen Normen widersprechend) kann auch das folgende Dokument dienen (auch wenn es sich hierbei um einen niederländischen Standard handelt):

- [3] Dutch Standard PGS 33-1:2013 - Natural Gas – Liquefied Natural Gas (LNG) Delivery Installations, Version 1.0, Juni 2013

4.2 LNG für Verkehrsmittel

4.2.1 Straßenfahrzeuge

Zur Genehmigung von LNG betriebenen Straßenfahrzeugen gibt es keinen Leitfaden.

Zu beachten sind die Veröffentlichungen der Initiative Erdgasmobilität unter Koordination der Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena). In den Veröffentlichungen werden viele Aspekte der Erdgasmobilität bei Straßenfahrzeugen aufgegriffen. So sind Übersichten über LNG und CNG Tankstellen, sowie Fahrzeugübersichten zu finden. Auch Kostenbetrachtungen und Umweltaspekte sind beschrieben. Die Berichte und Leitfäden der dena betrachten die Erdgasmobilität im Ganzen, aus diesem Grund steht nicht allein LNG im Vordergrund.

- [4] Fortschrittsbericht 2017: Initiative Erdgasmobilität und LNG-Taskforce. Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2017.
- [5] Auf einen Blick: Handlungsempfehlungen für eine Stärkung des Marktes für Erdgasmobilität. Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2016.
- [6] Nachhaltige Mobilität mit Erdgas und Biomethan. Marktentwicklung 2015/2016: Vierter Fortschrittsbericht. Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2016.

4.2.2 Binnenschiffe

Zur Genehmigung von LNG betriebenen Binnenschiffe oder das Bunkern von LNG in Schiffen von LNG Tankstellen oder Straßentankwagen (Schnittstelle Schiff-Tankstelle) gibt es keinen Leitfaden.

Erwähnenswert für die Genehmigung des Bunkerns von LNG von LKW auf Schiffe in Rheinhäfen ist der folgende Standard mit Prüfliste herausgegeben durch die Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR):

- [7] Standard für eine Prüfliste für das Bunkern von Flüssigerdgas - LKW-Schiff, Zentralkommission für die Rheinschifffahrt, Edition 1.0, 2015

Dieser Standard enthält einen ‚Leitfaden‘ für die sichere Ausführung der Arbeiten beim Bunkern von LNG.

4.2.3 Schienenfahrzeuge

Zur Genehmigung von LNG betriebenen Eisenbahnen oder das Betanken oder Be-/Entladen von LNG (Schnittstelle Eisenbahn-Tankstelle) gibt es keinen Leitfaden.

Erwähnt werden soll hier nur eine Studie zur Nutzung von Wasserstoff (H₂) zum Antrieb von Schienenfahrzeugen, welche die rechtlichen Rahmenbedingungen und das Zulassungsverfahren des Mediums Wasserstoff für den Antrieb von Schienenfahrzeugen bzw. Triebwagen im öffentlichen Schienenverkehr beschreibt. Ähnliche Rahmenbedingungen könnten sich daraus auch für den Einsatz von LNG als Kraftstoff im Schienenverkehr ableiten lassen.

- [8] Ergebnisbericht – Studie Wasserstoff-Infrastruktur für die Schiene, Koordiniert durch Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, Erscheinungsjahr 2016

4.2.4 Nicht straßengebundene mobile Maschinen

Zur Genehmigung von LNG betriebenen nicht straßengebundene mobile Maschinen gibt es keinen Leitfaden. Folgende Studien sollen jedoch Erwähnung finden:

- [9] Abgasverhalten von Fahrzeugen im realen Betrieb mit alternativen Kraftstoffen – Bestimmung mit einem portablen Emissionsmesssystem (PEMS). Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ), 2019.
- [10] Erarbeitung eines Konzepts zur Minderung der Umweltbelastung aus NRMM (non road mobile machinery) unter Berücksichtigung aktueller Emissionsfaktoren und Emissionsverminderoptionsmöglichkeiten für den Bestand. Umweltbundesamt, 2019.

Die TFZ (2019) Studie hat vor allen Emissionsmessungen zum Inhalt. Es können viele Rückschlüsse auf bestehende Normen- und Richtlinien gezogen werden. Der Bericht des Umweltbundesamts (2019) zeigt Unterschiede auf zwischen nicht straßengebundene mobile Maschinen und Maschinen im Straßenverkehr.

5 INFRASTRUKTUR UND LAYOUT

5.1 Allgemein

Die wesentlichen Anforderungen an die Infrastruktur und die baulichen Anlagen ergeben sich aus der multi-modalen Nutzung der LNG Tankstelle am gewählten Standort zur Belieferung mittels Straßentankwagen und zur Betankung von Straßenfahrzeugen, Schienenfahrzeugen und Binnenschiffen.

Die Größe der LNG Tankstelle ist sehr variabel und richtet sich neben der Größe des LNG Tanks und der zugehörigen Anlagen zur Betankung und Befüllung (bzw. evtl. zusätzlicher baulicher Einrichtungen für Betriebspersonal) hauptsächlich nach der örtlichen Anbindung der Verkehrswege (Straße, Schiene, Wasser) und der optimalen Verkehrsführung innerhalb der LNG Tankstellenanlage.

Darüber hinaus ist die Größe und das Layout der Anlage auch durch die Einteilung in explosionsgefährdete Bereiche, Abstandsflächen, Sicherheitsabstände und Zufahrtsflächen für die Feuerwehr nach den anzuwendenden Normen und bauordnungsrechtlichen Belangen beeinflusst.

Die notwendige Ausrüstung und Anlagenteile sowie Abstandsflächen für LNG Tankstellen können DIN EN ISO 16924 entnommen werden. Abstandsflächen sind (neben der Landesbauordnung) auch den Regeln nach TRBS/TRGS zu entnehmen.

Einrichtungen für den Immissionsschutz (z.B. Lärmschutz) sollten i.d.R. nicht notwendig sein, solange sich die Verkehrsbelastung durch den Betrieb der LNG Tankstelle nicht wesentlich erhöht.

5.2 Größe (Footprint) einer mobilen LNG Tankstelle

Die kleinste Aufstellungsfläche (einschließlich 5 m Sicherheitsabstände) einer kleinen mobilen LNG Tankstelle zur Betankung von Straßenfahrzeugen (wie am Hafen Duisburg eingerichtet) beträgt mindestens ca. 15 x 20 m² (ohne Zufahrtswege).

Weitere Größenangaben lassen sich ohne genauere Kenntnis des multi-modalen Betriebskonzepts (mögliches paralleles Betanken und Beladen, Zufahrt der Fahrzeuge) und der Auslegungsgröße des LNG-Tanks und der weiteren Anlagenteile zum jetzigen Zeitpunkt nicht machen.

5.3 Notwendige Infrastruktur zur Aufstellung einer mobilen LNG Tankstelle

Die wesentlichen Kriterien zur Festlegung der notwendigen Infrastruktur, Systemkomponenten und der baulichen Anlagen (und deren Dimensionierung) einer mobilen und multimodal genutzten LNG Tankstelle sind allgemein:

- 1) Zugang und Abstand zu bestehender Verkehrsinfrastruktur (Straße, Schiene, Wasserstraße oder Hafenbecken).

- 2) Platzbedarf für LNG Tankstelle je nach Größe der Anlage (Tankvolumen, Abmessungen und Kurvenradien der Tanklastwagen, Abmessungen der Schienenfahrzeuge und Schiffe, sicherer Abstand zwischen Verkehrsmitteln während Belade- bzw. Betankungsvorgängen, etc.).
- 3) Abstellfläche für einen mobilen LNG Tank oder ein mobiles Tankwagen-Fahrgestell (LKW-Anhänger) mit einem darauf montierten mobilen LNG Tank mit Zulassung gemäß gefahrgutrechtlichen Straßenverkehrsvorschriften (ADR). Das Fahrgestell zum Transport eines mobilen Tanks hat typischerweise eine Länge von ca. 9-15 m basierend auf der Länge eines 20-foot oder 40-foot Standard-Containers).

mobiler LNG Tank entweder als

- a) komplette mobile Betankungsanlage mit integrierter Ausrüstung für Betankung von Fahrzeugen (Pump- und Zapfeinrichtungen) und Kontroll- und Steuerungseinrichtungen, oder als
 - b) Lagertank bzw. Container (auf/in Lagergestell befestigt/integriert) in Verbindung mit separaten Zapf- und Pumpeinrichtungen und evtl. separaten Kontroll- und Steuerungseinrichtungen.
- 4) Optionaler, separater Füllanschluss für LNG Lagertank (falls Tank nicht abtransportiert wird) zur Befüllung mittels Tankfahrzeugen (Befüllung vorerst nur mittels Straßenfahrzeugen).
 - 5) Separate Zapf- und Pumpeinrichtungen getrennt für Straßenfahrzeuge, Schiene und Schifflagestelle (je nach Betriebs- und Mobilitätskonzept).
 - 6) Isolierte LNG Rohrleitungen (unterirdisch in Gräben oder Kanälen oder überirdisch) mit Armaturen (Druckbegrenzungseinrichtungen, Ventile) zur Be- oder Entladung des LNG Tanks bzw. als Verbindung zu separaten Zapf- und Pumpeinrichtungen für Straßenfahrzeuge, Schiene und Schifflagestelle (je nach Konzept für den mobilen LNG Tank).
 - 7) Je nach Auslegung bzw. Nutzungskonzept der Anlage bei Bedarf auch: Verdampfer zur Druckerhöhung oder Gaserzeugung, Wärmetauscher und Pumpen zur Druckerhöhung.
 - 8) Auffangsysteme an Gefährdungsstellen für Leckagen (i.d.R. nicht erforderlich bei Einhaltung der sonstigen technischen Vorschriften für LNG Tankstellen, siehe auch DIN EN ISO 16924).
 - 9) Kontrollraum bzw. -einrichtungen, entweder integriert mit mobilem LNG Tank auf Fahrgestell oder in separater Einhausung (mit oder ohne Zugang von Personen).
 - 10) Weitere bauliche Anlagen für die Tankstelle soweit nach Betriebskonzept erforderlich, einschließlich Fundamente und Einhausungen.
 - 11) Anlage befestigter Verkehrsflächen (in Asphalt, Beton oder regendurchlässigem Material) als Zugang zu den Anlagenteilen, Straßenanschluss, Wendeplatz und Abstellflächen für Tankwagen und andere Fahrzeuge (falls erforderlich) oder sonstige befestigte Betriebsflächen.
 - 12) Gleisanschluss zur Betankung von Schienenfahrzeugen (Annahme: Eisenbahn ohne Elektrifizierung/Oberleitung).

- 13) Anlegestelle für Binnenschiffe.
- 14) Anschluss an Entwässerung für Schmutzwasser aus Sozialeinrichtungen (falls nach Betriebskonzept vorhanden) und ggfs. vom befestigten Tankplatz; Entwässerung von auf befestigten Flächen (Straßenentwässerung) oder Dächern anfallendes Niederschlagswasser (i.d.R. in getrennten Systemen oder Einleitung in kommunales Mischsystem).
- 15) Vorreinigung von ölbelastetem Schmutzwasser aus Verkehrs- Betriebs- oder Wartungsflächen (Ölabscheider) (falls erforderlich).
- 16) Leckage- bzw. Löschwasser-Rückhaltesysteme (Klappen, Auffangbecken, etc.) soweit aus brandschutztechnischer Sicht erforderlich (Verhinderung des Abflusses in Kanalisation oder andere schützenswerte Bereiche, z.B. Gefahrgutlagerung).
- 17) Anschluss an Löschwasser bzw. Trinkwasserversorgung je nach Brandschutz- und Betriebskonzept.
- 18) Anschluss an Stromversorgung (für Bau- und Betrieb).
- 19) Außenbeleuchtung der Tankstelle und der Verkehrswege.
- 20) Erdungs- und Blitzschutzeinrichtungen.
- 21) Notstromversorgung für Brand- und Gasmeldeeinrichtungen.
- 22) Einrichtungen zur Notabschaltungen (Not-Aus).
- 23) Instrumentierung und Anlagen zur Überwachung der Tankstelle (Leckage-Kontrolle, Drucksensoren, Temperatursensoren, Brand- und Gasmeldeeinrichtungen, Alarmeinrichtungen, evtl. Überwachungskamera, etc.).
- 24) Anschluss an lokale/interne und/oder öffentliche Kommunikationsnetze (Telefon, etc.) soweit erforderlich.
- 25) Explosionsschutzkonzept und Brandschutzkonzept zur Festlegung von baulichen Brandschutz- und Explosionsschutzmaßnahmen und Schutzzonen (Einfluss auf Layout und Abstandflächen).
- 26) Brandbekämpfung: Mobile Feuerlöscher und weitere stationäre Feuerlöschanlagen soweit nach Gefährdungsbeurteilung und Brandschutzkonzept erforderlich.
- 27) Betriebs- und Personalkonzept (ständiger oder nur temporärer Aufenthalt von Personal auf dem Gelände der Tankstelle); eigene Sozialeinrichtung und/oder Betriebswarte bei Betrieb der Anlage durch ständiges Personal.
- 28) Baulicher Schutz der Anlage bzw. Anlagenteile (Anfahrtschutz nach Gefahrenanalyse).
- 29) Einzäunung des Tankstellengeländes (mit Toren, mit oder ohne Kameraüberwachung).

- 30) Schrankenanlage oder Einrichtungen zur Zugangskontrolle zum Empfang und Kontrolle einfahrender oder ausfahrender Straßenfahrzeuge sowie Personenzugangskontrolle (falls eigens erforderlich für die Tankstelle innerhalb des Hafen- bzw. Werksgeländes).
- 31) Abfallentsorgung für Haushaltsabfälle (falls erforderlich, aus Sozialeinrichtungen, Warten, etc.).
- 32) Beschilderung und Aushänge innerhalb der Anlage mit Hinweisschilder gemäß Gefahrgut-Vorschriften und Brandschutzkonzept.

5.4 Notwendige Infrastruktur zur Aufstellung einer stationären LNG Tankstelle

Die wesentlichen Kriterien zur Festlegung der notwendigen Infrastruktur und der baulichen Anlagen (und deren Dimensionierung) einer stationären Anlage sind bei gleicher Größe und Betriebskonzept im Grunde ähnlich wie die einer mobilen Anlage mit dem wesentlichen Unterschied der Art und Aufstellung des LNG Tanks.

- 1) Zugang und Abstand zu bestehender Verkehrsinfrastruktur (Straße, Schiene, Wasserstraße oder Hafenbecken).
- 2) Platzbedarf für LNG Tankstelle je nach Größe der Anlage (Tankvolumen, Abmessungen und Kurvenradien der Tanklastwagen, Abmessungen der Schienenfahrzeuge und Schiffe, sicherer Abstand zwischen Verkehrsmittel während Belade- bzw. Betankungsvorgängen, etc.).
- 3) Stationärer (überirdischer) und fest verankerter LNG Tank.
- 4) Füllanschluss für LNG Tank zur Befüllung mittels Tankfahrzeuge (vorerst nur mittels Straßenfahrzeugen, aber weitergehend auch mittels Binnenschiff oder mit Eisenbahn-Tankwagen).
- 5) Zapf- und Pumpeinrichtungen getrennt für Straßenfahrzeuge, Schiene und Schifffanlagestelle (je nach Betriebs- und Mobilitätskonzept).
- 6) Isolierte LNG Rohrleitungen (unterirdisch in Gräben oder Kanälen oder überirdisch) mit Armaturen (Druckbegrenzungseinrichtungen, Ventile) zur Be- oder Entladung des LNG Tanks bzw. als Verbindung zu separaten Zapf- und Pumpeinrichtungen für Straßenfahrzeuge, Schiene und Schifffanlagestelle (je nach Konzept für den mobilen LNG Tank).
- 7) Je nach Auslegung bzw. Nutzungskonzept der Anlage bei Bedarf auch: Verdampfer zur Druckerhöhung oder Gaserzeugung, Wärmetauscher und Pumpen zur Druckerhöhung.
- 8) Auffangsysteme an Gefährdungsstellen für Leckagen (i.d.R. nicht erforderlich bei Einhaltung der sonstigen technischen Vorschriften für LNG Tankstellen, siehe auch DIN EN ISO 16924).
- 9) Kontrollraum bzw. -einrichtungen in separater Einhausung (mit oder ohne Zugang von Personen).
- 10) Weiter bauliche Anlagen für die Tankstelle soweit nach Betriebskonzept erforderlich, einschließlich Fundamente und Einhausungen.

- 11) Anlage befestigter Verkehrsflächen (in Asphalt, Beton oder regendurchlässigem Material) als Zugang zu den Anlagenteilen, Straßenanschluss, Wendeplatz und Abstellflächen für Tankwagen und andere Fahrzeuge (falls erforderlich) oder sonstige befestigte Betriebsflächen.
- 12) Gleisanschluss zur Betankung von Schienenfahrzeugen (Annahme: Eisenbahn ohne Elektrifizierung/Oberleitung).
- 13) Anlegestelle für Binnenschiffe.
- 14) Anschluss an Entwässerung für Schmutzwasser aus Sozialeinrichtungen (falls nach Betriebskonzept vorhanden) und dem befestigten Tankplatz und der Entwässerung von auf befestigte Flächen (Straßenentwässerung) oder Dächern anfallendes Niederschlagswasser.
- 15) Vorreinigung von ölbelastetem Schmutzwasser aus Verkehrs- Betriebs- oder Wartungsflächen (Ölabscheider) (falls erforderlich).
- 16) Leckage- bzw. Löschwasser-Rückhaltesysteme (Klappen, Auffangbecken, etc.) soweit aus brandschutztechnischer Sicht erforderlich (Verhinderung des Abflusses in Kanalisation oder andere schützenswerte Bereiche, z.B. Gefahrgutlagerung).
- 17) Anschluss an Löschwasser bzw. Trinkwasserversorgung je nach Brandschutz- und Betriebskonzept.
- 18) Anschluss an Stromversorgung (für Bau- und Betrieb).
- 19) Außenbeleuchtung der Tankstelle und der Verkehrswege.
- 20) Erdungs- und Blitzschutzeinrichtungen.
- 21) Notstromversorgung für Brand- und Gasmeldeeinrichtungen.
- 22) Einrichtungen zur Notabschaltungen (Not-Aus).
- 23) Instrumentierung und Anlagen zur Überwachung der Tankstelle (Leckage-Kontrolle, Drucksensoren, Temperatursensoren, Brand- und Gasmeldeeinrichtungen, Alarmeinrichtungen, evtl. Überwachungskamera, etc.)
- 24) Anschluss an lokale/interne und/oder öffentliche Kommunikationsnetze (Telefon, etc.) soweit erforderlich.
- 25) Explosionsschutzkonzept und Brandschutzkonzept zur Festlegung von baulichen Brandschutz- und Explosionsschutzmaßnahmen und Schutzzonen (Einfluss auf Layout und Abstandflächen).
- 26) Brandbekämpfung: Mobile Feuerlöscher und weitere stationäre Feuerlöschanlagen soweit nach Gefährdungsbeurteilung und Brandschutzkonzept erforderlich.

- 27) Betriebs- und Personalkonzept (ständiger oder nur temporärer Aufenthalt von Personal auf dem Gelände der Tankstelle); eigene Sozialeinrichtung und/oder Betriebswarte bei Betrieb der Anlage durch ständiges Personal.
- 28) Baulicher Schutz der Anlage bzw. Anlagenteile (Anfahrtschutz nach Gefahrenanalyse)
- 29) Einzäunung des Tankstellengeländes (mit Toren, mit oder ohne Kameraüberwachung).
- 30) Schrankenanlage oder Einrichtungen zur Zugangskontrolle zum Empfang und Kontrolle einfahrender oder ausfahrender Straßenfahrzeuge sowie Personenzugangskontrolle (falls eigens erforderlich für die Tankstelle innerhalb des Hafen- bzw. Werksgeländes).
- 31) Abfallentsorgung für Haushaltsabfälle (falls erforderlich, aus Sozialeinrichtungen, Warten, etc.).
- 32) Beschilderung und Aushänge innerhalb der Anlage mit Hinweisschilder gemäß Gefahrgut-Vorschriften und Brandschutzkonzept.

6 SCHNITTSTELLEN UND SCHNITTSTELLENMANAGEMENT

Im Wesentlichen gibt es die folgenden betrieblichen Schnittstellen für eine multimodale LNG Tankstelle:

- Schnittstelle Tanklastwagen (LKW) – Tankstelle (zur Befüllung des Tanks) (Regelfall, die möglichen weiteren Schnittstellen Binnenschiff bzw. Eisenbahntankwagen und Tankstelle sind derzeit nicht relevant für kleinere LNG Tankstellen)
- Schnittstelle Tankstelle (zur Betankung) – Straßenfahrzeug
- Schnittstelle Tankstelle (zur Betankung) – Schienenfahrzeug (Lokomotive, Triebwagen)
- Schnittstelle Tankstelle (zur Betankung/Bunkerung) – Binnenschiff

Die Einrichtung und das regulatorische Management dieser Schnittstellen werden jeweils durch spezielle Normen, Vorschriften erfasst, welche abhängig vom Verkehrsmittel zur Befüllung oder Betankung sind (siehe Übersicht der Normen und Vorschriften in Abschnitt 5).

Während des Betriebs werden die Schnittstellen vom (im Umgang mit LNG geschulten) Bedienpersonal des jeweiligen Verkehrsmittels betrieben bzw. gemanagt, wobei es für jede Schnittstelle spezielle Sicherheitskonzepte und Betriebsanweisungen gibt.

Für die LNG Tankstelle und ihre Infrastruktur und baulichen Anlagen sind die Schnittstellen in der folgenden Tabelle definiert.

Sonstige Schnittstellen können sich aus der Anbindung der LNG-Tankstelle an eine bestehende Tankstelle (LNG oder andere Kraftstoffe) und der gemeinsamen Nutzung von Betriebs- und Sozialeinrichtungen und brandschutztechnischen Einrichtungen ergeben.

Tabelle 6-1: Schnittstellen LNG-Tankstelle

Schnittstelle	Beschreibung
Straße	Anbindung ans öffentliche bzw. werkseigene Straßennetz
Schiene	Anbindung ans öffentliche bzw. werkseigene Schienennetz
Schifffahrt	Anbindung an Wasserweg bzw. Schifffahrtsstraße oder Hafenbecken
Entwässerung	Anschluss ans örtliche Kanalnetz (mit oder ohne Vorreinigung) für - Schmutzwasser und - Niederschlagswasser
Elektrische Versorgung	Anschluss an Stromversorgung (Niederspannung 220/230 V bzw. 400 V Dreiphasenwechselspannung für Betrieb der Anlagenteile)

Schnittstelle	Beschreibung
Kommunikationsnetze	Teilweise optional, Anschluss an - lokale/interne Kommunikationsnetze - Alarm- und Brandmeldeeinrichtungen - öffentliche Kommunikationsnetze (Telefon, etc.)
Trinkwasserversorgung	Optional - Für Betriebs- und Sozialeinrichtungen
Löschwasserversorgung	Optional – Falls nach Brandschutzkonzept erforderlich

7 WAHL EINES OPTIMALEN STANDORTES, HERAUSFORDERUNGEN UND ANSPRÜCHE IM HAFENGEBIET

7.1 Allgemein

Die Auswahl eines geeigneten Standortes für eine LNG-Tankstelle (mobil oder stationär) und der erforderliche Platzbedarf richtet sich primär nach den folgenden Gesichtspunkten:

- Betriebskonzept mit erwartetem LNG Bedarf und Abgabemenge;
- Zu betankende Verkehrsmittel (Straße, Schiene, Schiff) und Belieferungsart der LNG-Tankstelle (i.d.R. und in absehbarer Zeit nur über Straße);
- Anbindung an / Erreichbarkeit / Zufahrt von Straße, Schienennetz, Wasserstraßen;
- Lage mit möglicher geringer Beeinträchtigung des übrigen Verkehrs (z.B. Einschränkungen im Binnenschiffsverkehr während der Betankungsvorgangs);
- Genehmigungsfähiger Standort (z.B. außerhalb von Bereichen zur Lagerung oder Handhabung von anderen Gefahrstoffen; Abstand zu schützenswerten (Naturschutz, Wasserschutz, Lärmschutz, etc.) oder kritischen Einrichtungen oder freizuhaltenden Abstandsflächen, etc.);
- Platzverhältnisse (Platzbedarf) (nicht so entscheidend bei kleineren Anlagen);
- Versorgung mit Strom, Wasser und Anbindung an Entwässerung.

Die Wahl des optimalen Standorts unterscheidet sich (bei gleichem Betriebskonzept, LNG Bedarf und Art der zu betankenden Verkehrsmittel) nicht wesentlich zwischen mobiler oder stationärer LNG Anlage. Eine mobile Anlage ist jedoch flexibler in der Aufstellung und des Layouts und kann bei Nutzungsänderungen am Standort schneller mobilisiert bzw. demobilisiert werden.

7.2 Situation im Hafen Duisburg

Der Duisburger Hafen mit einer mehr als 300-jährigen Geschichte ist historisch gewachsen und erstreckt sich heute nicht auf einem abgeschlossenen Gebiet, sondern ist auf mehreren Flächen über das Stadtgebiet (und auch darüber hinaus) verteilt. Neben den traditionellen Hafenflächen in Duisburg-Ruhrort im Norden sind in den letzten Jahrzehnten weitere unter dem Namen logport vermarktete Flächen hinzugekommen. Logport I in Duisburg-Rheinhausen zum Beispiel entstand auf einem ehemaligen Stahlwerksgelände und beherbergt heute auf 265 ha 3 Containerterminals und rund 50 angesiedelte Logistikunternehmen. In weiteren Stadtteilen entstanden die Flächen logport II und logport III. logport IV und V sind außerhalb Duisburgs und logport VI wird im Duisburger Norden (Duisburg-Walsum) entwickelt. Eine Übersicht der Hafenflächen in Duisburg ist in der folgenden Abbildung zu finden. Die zum Hafen gehörenden Flächen sind dort gelb markiert.

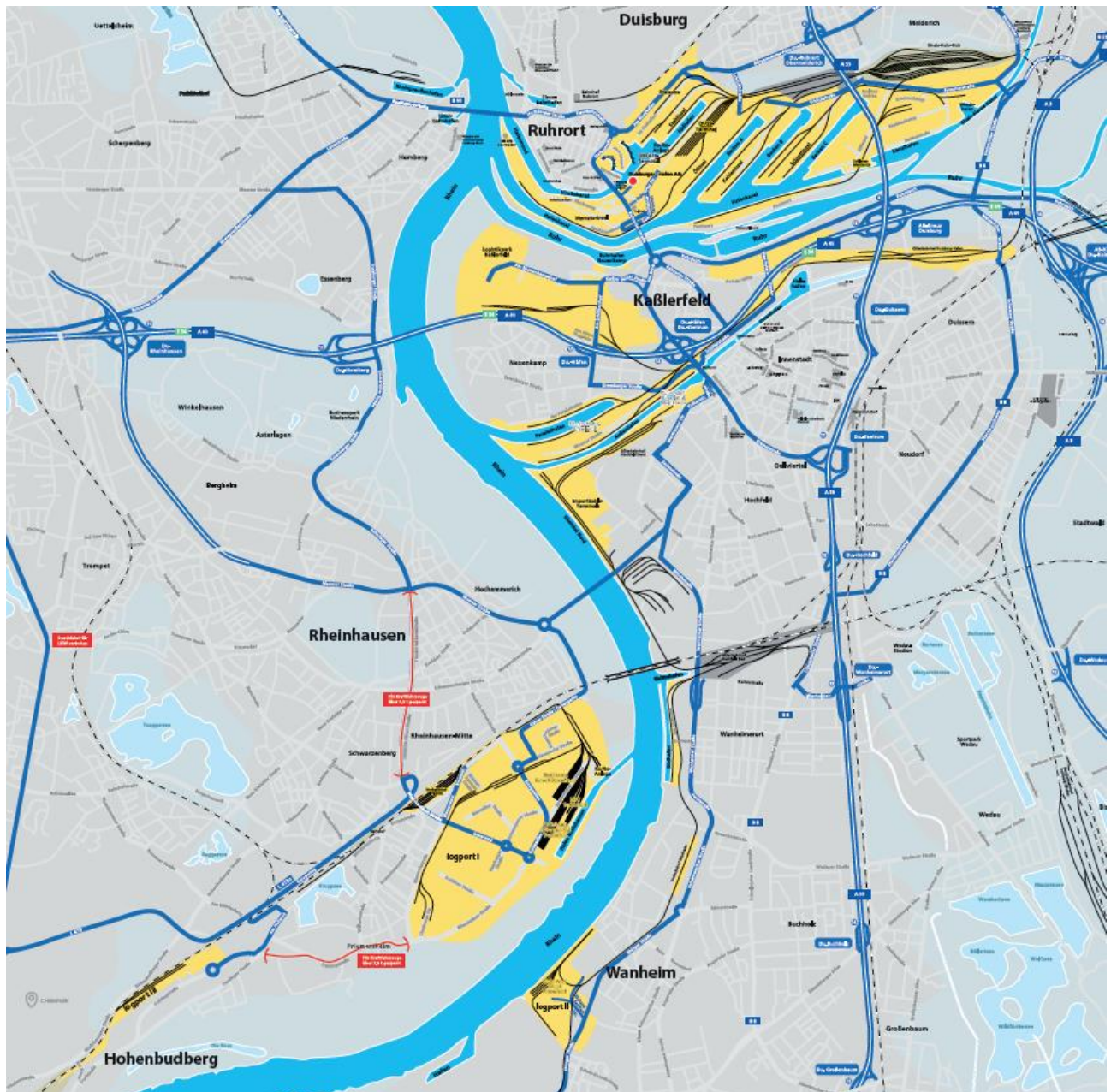


Abbildung 9-1: Plan der Hafenflächen in Duisburg

Analog zu den Hafenflächen sind auch die insgesamt 8 Containerumschlagterminals über das gesamte Stadtgebiet verteilt. Die auf den Terminals eingesetzten Fahrzeuge (Terminaltraktoren und Reachstacker) können normalerweise das Terminal nicht verlassen, um eine Tankstelle außerhalb des Terminalgeländes anzufahren. Eine dafür notwendige Straßenzulassung besitzen diese Fahrzeuge im Normalfall nicht. Zudem wäre eine weite und zeitaufwendige Anfahrt zu einer Tankmöglichkeit außerhalb des Terminals auch für die operativen Abläufe im Terminal ungünstig. Die Fahrzeuge könnten in dieser Zeit nicht operativ eingesetzt werden und die Produktivität des Umschlagterminals würde dadurch sinken. Aus diesen Gründen ist eine Betankung direkt auf dem Gelände des Terminals erforderlich.

Bei einer Schaffung einer LNG-Tankmöglichkeit direkt auf dem Terminal könnte man, um ausreichend hohe Absatzmengen zu erreichen, zusätzlich zu dem Terminalfahrzeugen auch LKW betanken. Die Betankung wäre

jedoch nur für die LKW realisierbar, die auch für einen zu tätigen Umschlag das Terminal befahren. Zusätzliche externe LKW auf dem Terminalgelände würden den Ablauf erheblich beeinträchtigen (Staugefahr). Zudem wäre ein Befahren der gesicherten Terminalfläche durch Externe auch aus Gründen der Sicherheit nicht möglich.

Eine Tankstelle, die sowohl von Terminal- als auch von Straßenseite zugänglich wäre (falls die notwendige Sicherung der Terminalfläche weiterhin gewährleistet werden könnte), könnte eine Möglichkeit sein, den Konflikt aufzulösen. In den bestehenden Terminals im Duisburger Hafen ist eine solche Lösung jedoch baulich nicht, oder nur mit sehr hohem Aufwand, realisierbar. Bei einer Planung eines neuen Umschlagterminals könnte jedoch evtl. eine Betankung von Terminal- und Straßenseite berücksichtigt werden. Bauliche Details wären dafür noch zu klären.

Für den Duisburger Hafen mit den verteilten Terminalstandorten könnte in Zukunft eine Betankung über eine mobile Einheit in einer Art Rundlauf von einem zentralen Standort ausgehend sinnvoll sein. Am zentralen Standort könnte dann auch eine LKW-Betankung realisiert werden. Bei einer solchen Lösung ist es entscheidend, dass die Betankung über die mobile Einheit rechtzeitig und zuverlässig stattfindet, damit die Abläufe im Terminal nicht durch einen möglichen Ausfall von Terminalfahrzeugen negativ beeinflusst werden.

8 PLANUNG

Für die Planung und Auslegung einer mobilen oder stationären LNG Tankstelle sind für einen gewählten und geeigneten Standort die folgenden Auslegungskriterien und Spezifikationen zu definieren und zu berücksichtigen.

Tabelle 8-1: Planungskriterien

Anlagenteil / Kriterium	Anforderungen / Beschreibung
Standort / Allgemein	
Bestehende Einrichtungen	Vorgeschichte des Standorts, ober- und unterirdische Versorgungsleitungen, umliegende Einrichtungen (Bestandsanalyse)
Verkehrsanschlüsse / Verkehrsmanagement	Art und Zustand der Anschlüsse an Straßen-, Schienen- und Binnenschiffsverkehrsverkehr; Abstand zwischen Fahrzeugen/Verkehrsmitteln bei Betrieb mit LNG
Umwelteinflüsse	Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Wind, Erdbebengefährdung, Wasserstände und Strömungen
Bodenverhältnisse	Bodenverhältnisse gemäß Bodengutachten zur Bemessung von Fundamenten und anderen baulichen Maßnahmen, einschließlich Auslegung von Erdungssystemen
Wasserverhältnisse	Schutz von oder vor Grundwasser und Oberflächenwasser, Hochwasserschutz (Überfluten der Anlage zu verhindern)
Gefährdungsbeurteilung	Gefährdungsbeurteilung zur Festlegung der Prüfungen und Prüfintervallen für LNG Anlagenteile und Arbeitsmittel
Explosionsrisiko	Beurteilung des Explosionsrisikos gemäß Gefährdungsanalyse und Explosionsschutzregeln; Ermittlung von Sicherheitsabständen (nach TRBS/TRGS); Einteilung in explosionsgefährdete Bereiche / Explosionsschutzonen (EX-Zonen) und Ermittlung von Schutzmaßnahmen vor Explosionsgefahren; Explosionsschutzkonzept und die Zoneneinteilung gemäß Explosionsschutzdokument nach §6 GefStoffV
Brandrisiko	Ermittlung von Brandlasten und Abstand zu Brandlasten mittels Brandschutzgutachten; Bestimmung von Abstandsflächen oder Festlegung für Brandschutzwände; Planung von Rettungs- und Fluchtwegen, Brandschutzkonzept (für Sonderbauten) gemäß BauO und BauPrüfVO
Sonstiges	Abfall- und Umweltrechtliche Belange (z.B. Altlasten); Kampfmittelräumung; Arbeitsrechtliche Anforderungen an den Betrieb und die Ausstattung der Arbeitsstätten je nach Betriebskonzept
Materialien, Bauteile und Verbindungen	Bemessungskriterien zur Auswahl von Materialien, Bauteilen und Verbindungen für Einsatz mit LNG
Nutzungsdauer	Nutzungsdauer der Anlage (gemäß Genehmigung) und Lebensdauer für technische und bauliche Einrichtungen
LNG Tankstelle (siehe insbesondere DIN EN ISO 16924)	
Lieferung LNG	Mittels Tanklastwagen (integriert auf Fahrgestell oder als Containerlösung)

Anlagenteil / Kriterium	Anforderungen / Beschreibung
Art des LNG Tanks	Mobilitätskonzept, Vertikale oder Horizontale Lagerung des Tanks, Maximaler zulässiger Überdruck, Art und Anzahl (Redundanz) integrierter Sicherheitseinrichtungen
Zahl und Größe der LNG Tanks	Größe gemäß Bedarf, aber begrenzt durch logistische oder verkehrstechnische Einschränkungen
Druckaufbauverdampfer	Auslegungskriterien zur Konditionierung von Druck und Temperatur im LNG Lagertank entsprechend Anforderungen der zu betankenden Fahrzeuge
Pumpenanlage (Kreisel-pumpen für LNG)	Auslegungskriterien für Net Positive Suction Head (NPSH), Durchflussrate, Druckhöhe entsprechend Aufstellhöhe und Standort des Tanks und Anforderungen der zu betankenden Fahrzeuge
Wärmeübertrager	Erwärmung LNG auf den gewünschten oder eingestellten Sättigungsdruck entsprechend Anforderungen der zu betankenden Fahrzeuge
LNG-Tanksäulen (Dis-penser) (mit Zapf-schlauch und Zapfpis-tole)	Art und Bauweise je nach Kundenerfordernis und Art der zu betankenden Fahrzeuge, einschließlich Durchflussmesseinrichtung und Abrechnungssys-tem und Notfalltrennsystem (Absperrventile)
Bypass-Einrichtungen	Erforderliche Bypass-Leitungen für Wärmeübertrager, Vorkühlung der Vor-kühlen der Leitungssysteme
LNG-Hochdruck-Luftver-dampfer	Optional für LCNG Tankstellen, Auslegungskriterien zur Füllung von CNG-Treibstofftanks
Druckluftanlage	Auslegungskriterien (Kapazität, etc.) der Druckluftanlage (falls erforderlich zur Reinigung von Rohren und Schläuchen); Konzept zum Betrieb und Einhausung der Druckluftanlage
Rohrleitungen	Auslegungskriterien für Rohrleitungen und Dämmung (Temperatur, Druck, Umwelteinflüsse)
Kupplungen	Bauart und Funktion der Kupplungen für Befüllung des Lagertanks, Befüllung des Kraftstofftanks der Verkehrsmittel, Sicherheitstrennkupplungen (Nottrenn-bzw. Schnelltrennkupplungen).
Tankschläuche	Auslegungskriterien für Tankschläuche
Elektrische Ausrüstung und Leitungen	Anforderungen an den Explosionsschutz gemäß Gefährdungsbeurteilung und Explosionsschutzkonzept; Auslegung für das Erdungssystem und den Blitz-schutz
Messeinrichtungen	Art und Funktion der (eichfähigen) Messeinrichtungen (Verbrauchsmessung)
Kontrolleinrichtungen, Betriebswarte	Aufbau und Funktion des (vollautomatischen Prozessleitsystem; Betriebs-warte oder lokale Kontrollstation zur sicheren und automatischen Kontrolle der Anlage und ihrer Komponenten; Konzept zur Integration mit mobilem Tank (kleine mobile Tankstelle) oder separate Einhausung (größere statio-näre Tankstelle);
Sicherheitseinrichtungen, Kontrolle und Instrumen-tierung	Lage, Anzahl und Funktion von Sicherheitsausrüstungen gemäß Gefähr-dungsanalyse nach BetrSichV (Schutz bzw. Vermeidung von entzündungsge-fährdender Gasfreisetzung, Explosion und Bränden) - Instrumentierung/Sensoren (Flüssigkeitsniveau, Druck, Temperatur, Durchfluss) - Regelarmaturen für Mindestvolumenstrom

Anlagenteil / Kriterium	Anforderungen / Beschreibung
	- Drucksicherheits-(Entlastungs-)Ventile an Behältern und Rohrleitungen mit Auslass an sicherer Stelle - Sicherheitsgerichtete fernbetätigte Absperrarmaturen (Isolierung) - Not-Aus Systeme, Not-Aus-Taster an Füllanlagen und Tanksäulen - Gaswarneinrichtungen zur Erkennung von Gasfreisetzungen / Leckagen - (Tief-)Temperatursensoren zur Erkennung von LNG Leckagen - Einrichtungen zum Potenzialausgleich - Einrichtungen zur Erkennung von Bränden (einschließlich Rauchmelder in Kontrollraum) - Kommunikationseinrichtungen - Signal- und Alarmübertragung - Beleuchtung - Beschilderung und Kennzeichnungen - Kameraüberwachung
Feuerlöscheinrichtungen	Art und Umfang von mobilen und stationären Feuerlöscheinrichtungen
Belüftung	Aufstellung (im Freien oder Einhausung) und Belüftungskonzept für die Anlagenteile sowie Betriebseinrichtungen für den Aufenthalt von Personen
Entwässerung	Entwässerungskonzept für Schmutzwasser und Niederschlagswasser und Schutz vor LNG Leckagen
Beleuchtung	Konzept und Anforderung an Beleuchtung (Beleuchtungsstärke in Außenanlagen und Betriebseinrichtungen)
Notstromversorgung	Konzept und Anforderung an Notstromversorgung für Brand- und Gasdetektion bzw. -Warneinrichtungen (falls erforderlich)
Auffangeinrichtungen für LNG	Auffangeinrichtungen für LNG Leckage (falls erforderlich gemäß Gefährdungsbeurteilung, Betriebssicherheit und Verkehrsmittel)
Anfahrerschutz	Anforderungen an den Anfahrerschutz für Anlagenkomponenten und Personen
Inbetriebnahme	
Prüfung und Inbetriebnahme	Umfang und Zuständigkeiten der erforderlichen Prüfungen und Tests aller Anlagenteile zur Abnahme und Inbetriebnahme der gesamten Anlage aus Sicht der Betriebssicherheit und der baurechtlichen Anforderungen
Betrieb	
Betriebs- und Notfallpläne	Anforderungen an Betriebs- und Notfallpläne
Betriebsanweisungen	Anforderungen an den Umfang und Inhalt von Betriebsanweisungen für LNG Tankstelle und Fahrzeuge / Verkehrsmittel
Betriebspersonal	Anforderungen an qualifiziertes und geschultes Bedienungspersonal für die Befüllung der Anlage und die Betankung der Fahrzeuge und die Überwachung des sicheren Betriebes
Schutzausrüstung	Einsatzbereite Schutzausrüstung und Schutzkleidung für Bedienungspersonal für die sichere Handhabung von Arbeitsmitteln für die Handhabung von LNG
Wiederkehrende und besondere Prüfungen	Festlegung der Art, Umfang, Zuständigkeiten und Frequenz wiederkehrender und besonderer Prüfungen gemäß BetrSichV und TRBS/TRGS

Anlagenteil / Kriterium	Anforderungen / Beschreibung
Schnittstelle Tanklastwagen – Tankstelle (Befüllung)	
Sicherer Straßenverkehr	Anforderung an Sicherheitsabstände (zwischen Straßenfahrzeugen, zu Anlagenteilen der LNG Tankstelle und anderen Verkehrsmitteln) Sicherheitsmaßnahmen während dem Rangieren und Befüllung des LNG Tanks
Gefahrgutrechtliche Anforderungen	Gefahrgutrechtliche Anforderungen und Zulassungen gemäß ADR für landseitigen Transport von LNG
Schnittstelle Tankstelle – Straßenfahrzeug (Betankung)	
Sicherer Straßenverkehr	Wie oben
Gefahrgutrechtliche Anforderungen	Wie oben
Schnittstelle Tankstelle – Schienenfahrzeug (Betankung) (Derzeit Zulassung nur als „Freigabe zur Betriebserprobung“ nach VwRili_ÜAnl, Anhang 2)	
Sicherer Schienenverkehr	(spezielle bahnspezifischen Anforderungen an Sicherheitsabstände beim Rangieren und Betanken der Schienenfahrzeuge mit LNG derzeit nicht bekannt) Es gelten die allgemeinen Sicherheitsabstände zwischen Eisenbahnfahrzeug bzw. Schiene und Objekten bzw. Personen gemäß Eisenbahnvorschriften. Ein besonderer Entgleisungsschutz im Bereich der LNG Anlagenteile kann erforderlich sein (je nach Abstand zu den Gleisen und der zulässigen Geschwindigkeit der Züge)
Gefahrgutrechtliche Anforderungen	Gefahrgutrechtliche Anforderungen und Zulassungen gemäß RID für Transport von LNG
Sonstiges	(spezielle bahnspezifischen Anforderungen zur Planung und Betrieb von LNG betriebenen Schienenfahrzeugen derzeit nicht bekannt)
Schnittstelle Tankstelle – Binnenschiff (Bunkern / Betankung) (siehe insbesondere DIN EN ISO 28460, DIN EN ISO 20519, IGF Code, ES-TRIN, etc.)	
Sicherer Schiffsverkehr	Anforderung an Sicherheitsabstände und -Maßnahmen während dem Manövrieren und Ankern des Schiffes (Einrichtung einer Verkehrssicherheitszone); sicherer Ankerplatz
Sicheres Bunkern	Erstellung Sicherheitsanweisung und Sicherheitsplan; Vorhandensein einer sicheren Bedienungsstelle auf dem Schiff während der Bunkervorgänge (siehe ES-TRIN)
Trennung Beladevorgang	Anforderungen an die normale Trennung des Ladearms und die Trennung im Notfall (Nottrennkupplung)
Hafenkai	Zulässige Belastung Hafenkai
Sicherer Zugang	Anforderungen für Betreten und Verlassen des Schiffes während des Betankens, einschließlich Notfallzugang und Fluchtwege
Kommunikationsmittel	Art und Funktion der Kommunikationsmittel für Betankung zwischen Schiffen und Landseite
Prüf- und Checklisten	Inhalt und Zuständigkeiten für die Erstellung von Prüf- und Checklisten für das Bunkern von LNG (siehe z.B. ZRK Prüfliste)
Gefahrgutrechtliche Anforderungen	Gefahrgutrechtliche Anforderungen und Zulassungen gemäß ADN für schiffseitigen Transport von LNG

9 GENEHMIGUNGSSITUATION UND GENEHMIGUNGSPROZESS

Im Folgenden werden die genehmigungsrechtlichen Aspekte zur Erlangung einer Genehmigung für die Errichtung und den Betrieb von mobilen und auch stationären LNG-Tankstellen erörtert.

Die Aussagen umfassen dabei den Genehmigungsablauf nach [2] ‚Genehmigungsleitfaden für LNG / CLNG-Tankstellen‘, die gesammelten Erfahrungen bei der Genehmigung der derzeit aufgestellten temporären mobilen LNG-Tankstelle (Betriebszeit max. 12 Monate) im Duisburger Hafen sowie einen Ausblick auf Genehmigungsaspekte einer möglichen stationären / mobilen Folgeanlage zur Betankung von Binnenschiffen und Schienenfahrzeugen.

9.1 Grundsätzliche Rechtsgrundlagen

LNG Tankstellen sind überwachungsbedürftige Anlagen nach Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) in Verbindung mit Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) deren Errichtung und Betrieb sowie die Änderungen der Bauart oder Betriebsweise, welche die Sicherheit der Anlage beeinflussen, der Erlaubnis der zuständigen Behörde bedarf.

Die zuständige Behörde kann in jedem Bundesland verschieden sein. In NRW ist dies in der Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz (ZustVU) geregelt. Prinzipiell ist sowohl für die Genehmigung nach BImSchG als auch nach BetrSichV die jeweilige Bezirksregierung zuständig. Die Antragstellung kann aber auch über die kreisfreien Städte erfolgen (sowie bei der Genehmigung der mobilen LNG-Tankstelle im Hafen Duisburg durch die Stadt Duisburg erfolgt).

Die Genehmigung und Erlaubnis von (landseitigen) LNG Tankstellen unterliegt grundsätzlich folgenden Verordnungen und Gesetzen, welche prinzipiell auch für die Betankung von Schiffen und Schienenfahrzeugen gelten:

- Produktsicherheitsgesetz (ProdSG), einschließlich
 - Explosionsschutzprodukteverordnung - 11. ProdSV
 - Druckgeräteverordnung - 14. ProdSV
- Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG), einschließlich
 - Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV)
 - Störfallverordnung (12. BImSchV)
- Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz (UVPG)
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)

- Landesbauordnung des jeweiligen Bundeslandes (BauO, SBauVO)
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG) (Hochwassergefährdung)

Die im Detail anzuwendenden Paragraphen und Vorschriften und der Umfang des Genehmigungsverfahrens sind abhängig von der Größe der Anlage (LNG Lagermenge) und Dauer der Nutzung (temporär bis 12 Monate oder permanent).

Für die Genehmigung und Betriebserlaubnis von LNG Schiffen (einschließlich des Befahrens von Wasserstraßen) und Schienenfahrzeugen gelten zusätzlich die folgenden Verordnungen und Gesetzen:

- Für Schiffe:
 - Wasserstraßengesetz (WaStrG)
 - Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen (Gefahrgutverordnung See - GGVSee)
 - Rheinschiffahrtspolizeiverordnung (RheinSchPV)
 - Binnenschiffahrtsstraßen-Ordnung (BinSchStrO)
- Für Schienenfahrzeuge.
 - Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG)
 - Verordnung über die Erteilung von Inbetriebnahmegenehmigungen für das Eisenbahnsystem (Eisenbahn-Inbetriebnahmegenehmigungsverordnung - EIGV)
 - Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO)
 - Verwaltungsrichtlinie für überwachungsbedürftige Anlagen der Schienenfahrzeuge der Eisenbahnen des Bundes gemäß § 33 Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) (VwRili)

Aus diesen Verordnungen und Gesetzen ergeben sich unterschiedliche Pflichten für Hersteller und Betreiber.

Die Herstellerpflichten sind:

- Einhaltung von Normen und Richtlinien, insbesondere hinsichtlich der geltenden Sicherheitsanforderungen;
- Informationspflicht für Verwender der Produkte hinsichtlich Risiken und Gefährdungen;
- Erstellung von Betriebsanweisungen (Vorgaben des Herstellers zur Verwendung der Arbeitsmittel);

- Kennzeichnung der Produkte und Arbeitsmittel
- EU-Konformitätsbewertung durch Benannte Stellen, auch Notifizierte Stellen (engl. Notified Bodies) gemäß EU-Richtlinie 2001/95/EG über die allgemeine Produktsicherheit für den Europäischen Binnenmarkt, mit CE-Kennzeichnung.

Zu den Betreiberpflichten gehören u. A.:

- Durchführung des Genehmigungsverfahrens (und Erlaubnisverfahren) für Errichtung und Betrieb der Anlage;
- Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV (unter Berücksichtigung der Informationen der Hersteller);
- Technische Nachweise zur Genehmigung der Anlage (soweit nicht für Arbeitsmittel und Geräte vom Hersteller selbst erstellt);
- Erstinbetriebnahme;
- Gewährleistung eines gefahrlosen Betriebes;
- Durchführung notwendiger wiederkehrender Prüfungen;
- Instandhaltung;
- Unterweisung des Betriebspersonals der LNG Tankstelle;
- Kontrolle dieser Pflichten durch eine zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) oder durch eine zur Prüfung befähigte Person (Zuständigkeit je nach Art der Prüfung und des Prüfgegenstands) gemäß BetrSichV.

9.2 Übersicht - Genehmigung nach BImSchG, BetrSichV und BauO

Je nach Größe der Anlage (Fassungsvermögen des gesamten in der zu genehmigenden LNG-Anlage befindlichen LNG, d.h. für Lagerung und Betankung) und der Dauer ihres Betriebs wird das Genehmigungsverfahren nach BImSchG bzw. eigenständig nach BetrSichV durchgeführt.

Gemäß der Konzentrationswirkung nach §13 BImSchG schließt dieses Verfahren auch die anderen genehmigungsrechtlichen Verfahren nach Landesbauordnung und Wasserhaushaltsgesetz, o. Ä. mit ein, jedoch mit dem Ausschluss wasserrechtlicher Erlaubnisse und Bewilligungen zur Benutzung, Einleitung in oder Entnahme aus Gewässern. In diesem Fall koordiniert die genehmigende Behörde nach BImSchG intern auch alle anderen behördlichen Genehmigungsverfahren.

Eine Genehmigung für LNG-Anlagen nach §1 der 4. BImSchV ist nur erforderlich, wenn sie mehr als zwölf Monate an demselben Ort betrieben werden.

Als maximale Lagergröße wird 200 Tonnen LNG nach DIN EN 13645 als obere praktische Grenze für LNG-Tankstellen an Binnenhäfen in diesem Bericht angenommen.

Eine Übersicht über die Genehmigungsverfahren in Abhängigkeit der Größe und des Betriebskonzepts der LNG-Tankstelle gibt die folgende Tabelle (ohne Berücksichtigung der Schnittstellen Schiff-Tankstelle und Eisenbahn-Tankstelle).

Tabelle 9-1: Übersicht Genehmigungen LNG-Tankstelle

Genehmigung	Permanenter Betrieb > 12 Monate				Temporär < 12 Monate Betrieb
	< 3t LNG	3-30t LNG	30-50t LNG	50-200t LNG	< 200t LNG
4. BImSchV	-	X ¹⁾	X ²⁾	X ²⁾	-
12. BImSchV	-	-	-	X ³⁾	-
UVPg	-	X ⁴⁾	X ⁵⁾	X ⁵⁾	-
BetrSichV	X ⁶⁾	X	X	X	X
BauO	X	X	X	X	X
WHG / LWG	X ⁷⁾	X ⁷⁾	X ⁷⁾	X ⁷⁾	X ⁷⁾
ArbStättV ⁸⁾	-	⁸⁾	⁸⁾	⁸⁾	⁸⁾

Bemerkungen:

1) Vereinfachtes Genehmigungsverfahren nach BImSchG.

2) Normales („Förmliches“) Genehmigungsverfahren nach BImSchG.

3) Nur Vorschriften für Betriebsbereiche und Meldeverfahren („Grundpflichten“) nach 12. BImSchV einzuhalten.

4) Standortbezogene Vorprüfung des Einzelfalls nach §7 UVPg.

5) Allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls nach §7 UVPg.

6) Eigenständiges Verfahren (immer erforderlich).

7) Nur wasserrechtliche Zulassung (Teil der Betriebsgenehmigung oder Baugenehmigung), Erlaubnis oder Bewilligung (planmäßige Entnahme oder Einleitung) bedarf einer besonderen Genehmigung.

8) Falls vor Ort Arbeitsstätten für Betriebspersonal vorgesehen sind (nur bei größeren Anlagen).

9.3 Genehmigung nach BImSchG

Für kleinere LNG Anlagen mit einem Fassungsvermögen von weniger als 30 t LNG ist ein Vereinfachtes Genehmigungsverfahren nach §19 BImSchG ausreichend (ohne Öffentlichkeitsbeteiligung), solange der angemessene Sicherheitsabstand zu benachbarten Schutzobjekten (Wohngebiete, öffentlich genutzte Gebäude, Freizeitgebiete, wichtige Verkehrswege und Naturschutzgebiete) gewährleistet wird. In allen anderen Fällen ist ein normales Genehmigungsverfahren nach §10 BImSchG (mit Öffentlichkeitsbeteiligung) durchzuführen.

Der angemessene Sicherheitsabstand nach BImSchG ist anhand störfallspezifischer Faktoren rechnerisch zu ermitteln.

Für größere Anlagen mit einem Fassungsvermögen von mehr als 50 t LNG (Betriebsbereiche der „unteren Klasse“) ist auch eine Genehmigung nach 12. BImSchV (Störfallverordnung) erforderlich. Dies beschränkt sich aber auf die Grundpflichten des Betreibers (Maßnahmen zur Verhinderung und Begrenzung von Störfällen, sowie Anzeigen- und Meldepflichten).

Der Hauptunterschied zwischen dem Genehmigungsverfahren (§10 BImSchG) und dem vereinfachten Verfahren (§19 BImSchG) ist die Durchführung einer umfassenden Öffentlichkeitsbeteiligung im Genehmigungsverfahren. Dabei ermöglicht das deutsche Rechtssystem der Öffentlichkeit, sich bei umweltrelevanten Vorhaben zu beteiligen. Diese Öffentlichkeitsbeteiligung als Kernstück des Genehmigungsverfahrens nach §10 erfolgt nach strikt festgelegten und förmlichen Regeln. Zur Verbesserung der Mitwirkung durch den Bürger am Verfahren untergliedert dieses sich in weitere Teilschritte. Diese bestehen aus der Bekanntmachung des Vorhabens, den Einwendungen der Bürger und einem Erörterungstermin, bei dem der Bürger seine Einwendungen zur vertiefenden Diskussion vorbringen kann. In einem vereinfachten Verfahren ist eine solche Öffentlichkeitsbeteiligung nicht vorgesehen [11], was die gesetzlich vorgesehene Frist für die Entscheidung der Behörde zur Genehmigung der Anlage von 7 auf 3 Monate verkürzt.

In Abhängigkeit von der Art des Verfahrens ergeben sich auch gesetzlich vorgegebene maximale Fristen für die Verfahren, welche beim Genehmigungsverfahren sieben Monate beträgt, beim vereinfachten Verfahren drei Monate. Bei schwierigen Projekten und / oder dem Antragsteller zuzurechnenden Gründen kann die Frist um jeweils drei Monate verlängert werden (siehe §10 Absatz (6a) BImSchG).

9.4 Genehmigung nach BetrSichV

Für LNG-Tankstellen schließt die Genehmigung nach BImSchG auch die Erlaubnis nach BetrSichV (für den Betreiber) mit ein.

Für sehr kleine LNG Anlagen mit einem Fassungsvermögen von weniger als 3 t LNG ist ein eigenständiges Genehmigungsverfahren (Erlaubnis-Verfahren) nach BetrSichV zu durchlaufen.

Näheres zur Erlaubnis nach der BetrSichV wurde bereits in Abschnitt 6 beschrieben.

9.5 Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)

Je nach Fassungsvermögen der LNG-Anlage ist im Rahmen der Genehmigung nach BImSchG eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) entweder als Standortbezogene Vorprüfung des Einzelfalls bzw. Allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls nach §7 UVPG durchzuführen (zur Feststellung der UVP-Pflicht) (siehe folgende Abbildung).

Bei der Allgemeinen Vorprüfung des Einzelfalls prüft die Behörde überschlägig hinsichtlich der Merkmale des Vorhabens und den möglichen Einfluss auf schützenswerte Standorte, ob das Vorhaben nachteilige Umweltauswirkungen haben kann, die eine UVP erforderlich machen. Bei der einfacheren standortbezogenen Vorprüfung zur Feststellung der UVP-Pflicht prüft die Behörde überschlägig in zwei Stufen, ob das Vorhaben a) besondere örtliche Schutzgebiete oder schützenswerte Objekte (z.B. Denkmäler) beeinträchtigen kann und b) nur falls ja, ob das Vorhaben erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen haben kann, die die besondere Empfindlichkeit oder die Schutzziele des Gebietes betreffen und eine UVP Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich machen. Über das Ergebnis der Vorprüfung unterrichtet die zuständige Behörde die Öffentlichkeit.

Basierend auf der Vorprüfung kann die Behörde, selbst wenn in Abhängigkeit vom LNG Fassungsvermögen nur Vorprüfungen notwendig sind, eine Umweltverträglichkeitsprüfung verlangen. Dies ist möglich, wenn vom Vorhaben (selbst bei niedrigen Fassungsvermögen) erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen auf umliegende Schutzgüter zu erwarten sind. Die dann notwendige UVP erfolgt unter Beteiligung der Öffentlichkeit.

Entsprechend kann dann nicht mehr das Vereinfachte Verfahren gemäß § 19 BImSchG (ohne Öffentlichkeitsbeteiligung) zur Anwendung kommen, so dass ebenfalls kleine LNG-Anlagen im förmlichen Genehmigungsverfahren nach §10 BImSchG zu genehmigen sein können.

I.d.R. wird für eine LNG-Anlage in nicht geschützten Gebieten (z.B. Industrie- oder Hafenanlagen) und ausreichender Distanz zu Schutzgütern keine UVP erforderlich werden.

Aktuell (Recklinghausen, Ende Mai 2019) wurde für einen Antrag für den Neubau einer LNG Tankstelle mit 29,9 t Fassungsvermögen entschieden, dass keine UVP notwendig ist und somit das einfache Genehmigungsverfahren ohne Öffentlichkeitsbeteiligung nach § 19 des BImSchG zur Anwendung kommt. Die LNG Tankstelle befindet sich in einem Gewerbegebiet in unmittelbarer Nähe einer vorhandenen Tankstelle [12].

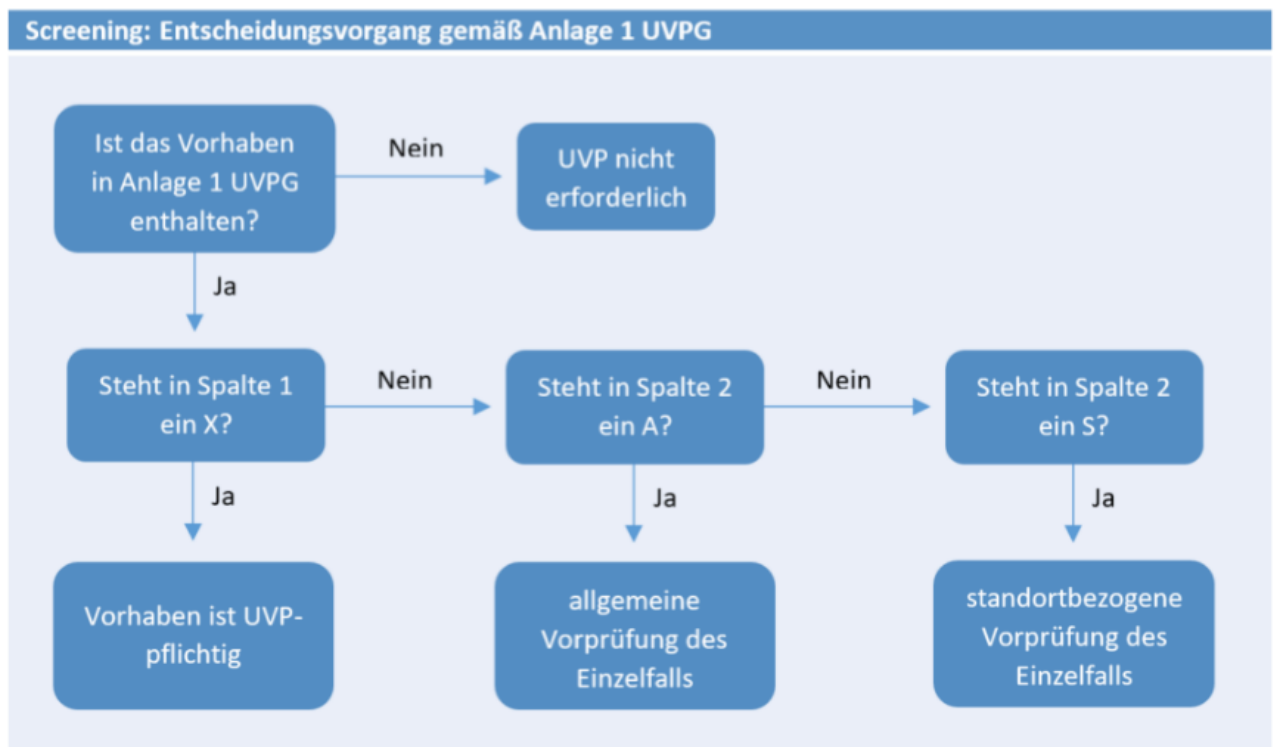


Abbildung 9-1: Screening Vorprüfung UVP [13]

9.6 Genehmigung nach BauO

Nach der jeweiligen Landesbauordnung sind LNG-Anlagen als Sonderbauten definiert. In §50 BauO NRW sind „...*bauliche Anlagen, deren Nutzung durch Umgang oder Lagerung von Stoffen mit Explosions- oder erhöhter Brandgefahr verbunden ist...*“ als ‚Große Sonderbauten‘ einzuordnen. Für diese Vorhaben, die im vollen Baugenehmigungsverfahren nach §65 BauO bauaufsichtlich hinsichtlich ihrer Zulässigkeit nach BauO geprüft werden, bestehen besondere Anforderungen, wie z.B. die Vorlage eines Brandschutzkonzepts. Ansonsten gilt das einfache Baugenehmigungsverfahren nach §64 BauO. In diesem Verfahren prüft die Bauaufsichtsbehörde lediglich die Vereinbarkeit des Vorhabens mit den wesentlichen baulichen Anforderungen der BauO.

Laut [13] gibt es auch gemischte Baugenehmigungen bei Vorhaben, die eine Mischung aus Sonderbauten und gewöhnlichen Bauten (z.B. Betriebsgebäude) beinhalten. In diesem Fall wird nur der Teil, der ein Sonderbau darstellt (LNG-Tankstelle ans sich) auch als solcher im vollen Baugenehmigungsverfahren nach BauO von der Bauaufsichtsbehörde geprüft, bei den anderen Teilen des Bauvorhabens gilt das einfache Baugenehmigungsverfahren.

Nach § 61 BauO NRW schließt die Genehmigung nach ProdSG und BImSchG die Baugenehmigung mit ein (siehe Konzentrationswirkung nach BImSchG).

Mit dem Bauantrag (nach vollem und einfachen Baugenehmigungsverfahren) sind die üblichen Unterlagen (Bauvorlagen) für den Bauantrag gemäß BauPrüfVO NRW (siehe unten) einzureichen. Mit der Bauvorlage für Sonderbauten nach BauO (LNG-Tankstelle) ist zudem ein Brandschutzkonzept als Teil des Bauantrags einzureichen.

Für bauliche Anlagen von Sonderbauten sind mit dem Bauantrag die bautechnischen Nachweise zur Prüfung einzureichen. Diese beinhalten Nachweise zum Schallschutz, Wärmeschutz und Brandschutz und zur Standsicherheit. Manche Unterlagen können im Einvernehmen mit der Baubehörde auch später eingereicht werden. Für gewöhnliche Bauten im vereinfachten Genehmigungsverfahren können die bautechnischen Nachweise mit Bescheinigungen der Prüfung der Unterlagen durch staatlich anerkannte Sachverständige auch erst spätestens mit der Anzeige des Baubeginns bei der unteren Bauaufsichtsbehörde eingereicht werden.

In der Praxis (siehe z.B. Stadt Köln) können auch für Sonderbauten die Nachweise für den Schall- und Wärmeschutz sowie den Standsicherheitsnachweis auch erst mit der Anzeige des Baubeginns eingereicht werden.

Hinsichtlich der Baugenehmigung und der Prüfung der Bauvorlagen sollte vorab mit der jeweiligen genehmigenden Behörde geklärt werden, für welche Teile einer LNG-Anlage, zu welchem Zeitpunkt und in welchem Umfang die Bauvorlagen zur Genehmigung einzureichen sind und welche Anforderung an die Prüfung und Überwachung des Bauvorhabens gelten.

9.7 Ablauf des Genehmigungsverfahrens

Das Genehmigungsverfahren wird in §10 BImSchG (und der 9. BImSchV) beschrieben. Es lässt sich in die folgenden Schritte gliedern:

- 1) Erstellung der Planungsunterlagen,

- 2) Vorgespräch mit zuständigen Behörden (zur Information über das Vorhaben und über LNG allgemein und zur Vorab-Klärung von Genehmigungsfragen und den Umfang der erforderlichen Unterlagen),
- 3) Optional: Vorbescheid nach §9 BImSchG (Vorbescheid über einzelne Genehmigungsvoraussetzungen sowie über den Standort der Anlage),
- 4) Antragstellung (siehe unten),
- 5) Antragsprüfung (Vor- und hauptsächliche Prüfung),
- 6) Genehmigung (mit oder ohne Auflagen).

Neben dem Vorabgespräch mit der genehmigenden Behörde ist ein Vorabgespräch mit der zuständigen Feuerwehr (Brandschutzverantwortlichen des Standorts) empfehlenswert, um das Sicherheitskonzept der Anlage zu erstellen.

Der Ablauf eines förmlichen Genehmigungsverfahrens (nach §10 BImSchG) ist im folgenden Schema vereinfacht dargestellt.



Abbildung 9-2: Ablauf eines Genehmigungsverfahrens mit Öffentlichkeitsbeteiligung (nach §10 BImSchG) [14]

9.8 Notwendige Unterlagen

9.8.1 Allgemein

Für die Genehmigung nach BImSchG oder auch BetrSichV sind die folgenden Unterlagen (siehe 9. BImSchV) zu erarbeiten und der zuständigen Behörde zur Genehmigung vorzulegen. Umfassende Angaben zum Umfang und Inhalt der Unterlagen zur Erlangung der Erlaubnis nach BetrSichV können dem LASI-Leitfaden LV 49 ‚Erläuterungen und Hinweise für die Durchführung der Erlaubnisverfahren nach § 18 der Betriebssicherheitsverordnung‘ entnommen werden [1].

Nach der 9. BImSchV sind die folgenden Antragsunterlagen für das Genehmigungsverfahren nach BImSchG bzw. 4. BImSchV einzureichen.

- Antragsinhalt - Beschreibung des Vorhabens und der Anlage (Standort, Größe, Funktion, Betriebskonzept, etc.).
- Angaben zum Betrieb der Anlage (Anlagenteile, Verfahrensschritte, Nebeneinrichtungen, Bedarf an Grund und Boden, Angaben der verwendeten Stoffe, Energiebedarf, Freisetzung von Stoffen im Störfall, Emissionen, mögliche Alternativen).
- Angaben zu den Schutzmaßnahmen (Schutz vor Umwelteinwirkungen, Schutz der Nachbarschaft, Maßnahmen zum Arbeitsschutz, Maßnahmen zur Überwachung von Emissionen, Abfallmanagement).
- Soweit erforderlich: Prognose der zu erwarteten Immissionen falls schädliche Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden können.
- Soweit erforderlich: Ausgangszustand des Standortes (Vorbelastungen).
- Soweit erforderlich: UVP-Bericht (§4e der 9. BImSchV) mit voraussichtlichen Auswirkungen des Vorhabens auf umliegende Schutzgüter

Im Rahmen der BetrSichV und GefStoffV sind umfangreiche und detailliertere Unterlagen erforderlich [1]. Aus den Unterlagen muss hervorgehen, dass Aufstellung, Bauart und Betriebsweise den Anforderungen hinsichtlich des Brand- und Explosionsschutzes auch der Gefahrstoffverordnung entsprechen und dass die vorgesehenen sicherheitstechnischen Maßnahmen geeignet sind, diese Anforderungen zu erfüllen. Aus den Unterlagen muss weiterhin hervorgehen, dass auch die möglichen Gefährdungen, die sich aus der Arbeitsumgebung und durch Wechselwirkungen mit anderen Arbeitsmitteln, insbesondere anderen überwachungsbedürftigen Anlagen, die in einem räumlichen oder betriebstechnischen Zusammenhang mit der beantragten Anlage verwendet werden, betrachtet wurden und die Anforderungen und die vorgesehenen Schutzmaßnahmen geeignet sind die Sicherheit zu gewährleisten.

Zusätzliche Unterlagen (Bauvorlagen) sind zur Erlangung der Baugenehmigung erforderlich (siehe BauPrüfVO NRW), wie z.B. Baubeschreibung (einschließlich Erschließung der Anlage, Entwässerungskonzept), Lageplan, Bauzeichnungen (Grundrisse, Ansichten, Schnitte), Kostenermittlung (geschätzte Herstellungskosten), Nachweise der Standsicherheit, des Wärmeschutzes (im Falle eines Gebäudes) und des Schallschutzes, sowie ein Brandschutzkonzept für Sonderbauten mit dem Inhalt nach §9 der BauPrüfVO. Der Umfang und Zeitpunkt der einzureichenden Unterlagen hängt von der Art der Genehmigung (oder auch deren Freistellung) und dem Teil des Bauvorhabens (Sonderbauten) ab.

Ein Brandschutzkonzept für Sonderbauten muss in der Regel von staatlich anerkannten Sachverständigen für die Prüfung des Brandschutzes bzw. von öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen für den baulichen Brandschutz aufgestellt werden.

Zur Genehmigung von Sonderbauten sind die bautechnischen Nachweise zur Standsicherheit, Wärme- und Schallschutz bzw. Brandschutz als geprüfte Unterlagen einzureichen. Inwieweit diese wie bei normalen Bauvorhaben (keine Sonderbauten) auch erst kurz vor Baubeginn eingereicht werden können, ist mit der Bauaufsicht bzw. genehmigende Behörde zu klären (dies geht für Sonderbauten nicht aus der BauO hervor).

Für mobile oder kleinere stationäre LNG-Tankstellen ohne Betriebsstätten und Sozialeinrichtungen kann sich der Umfang der Bauvorlagen stark reduzieren, da bautechnische Nachweise für Gebäude entfallen.

9.8.2 Unterlagen für mobile und stationäre LNG-Tankstellen nach BImSchG

Aus den Anforderungen aus BImSchG, BetrSichV und BauO ergibt sich die folgende allgemeine Liste der Genehmigungsunterlagen für eine LNG-Tankstelle bis 50 t Fassungsvermögen, für die keine UVP-Prüfung erforderlich ist:

- 1) Antrag zur Genehmigung und Erlaubnis der Anlage mit Angabe Art des Antrags (Neubau oder Änderungsantrag), Antragsteller, Standort, Nutzungsdauer, etc.
- 2) Beschreibung der Anlage, der vorgesehenen Betriebsweise und der Aufstellung
 - a) Beschreibung Standort, Umgebung und Nutzung am Standort,
 - b) Detaillierte Bau- und Anlagenbeschreibung mit vorgesehener Betriebsweise, Auslegung, Aufstellung und Funktion aller Anlagenteile,
 - c) Beschreibung der Betriebsstoffe und Materialien,
 - d) Herstellerangaben, EU-Konformitätsbescheinigungen, CE-Kennzeichnung (soweit im Einzelnen bereits vorhanden, spätestens vor Inbetriebnahme vorzulegen),
 - e) Beschreibung von Emissionen und Immissionen (Lärm, Erschütterungen, Luft, Boden, Gewässer, Kanalisation, etc.) und Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verminderung der Emissionen und Immissionen,
 - f) Funktion, Auslegung und Betriebsparameter und Aufstellungsorte aller Druckanlagen,
 - g) Beschreibung der Sicherheitseinrichtungen,
 - h) Beschreibung der Sicherheitsmaßnahmen gemäß Gefährdungsbeurteilung,
 - i) Nachweis der Sicherheits- und Schutzabstände,
 - j) Beschreibung des Arbeitsschutzes,
 - k) Beschreibung der baulichen Anlagen und der Infrastruktur,
- 3) Technische Unterlagen (Datenblätter, etc. des Herstellers) der Anlagenteile und der wesentlichen Sicherheitstechnischen Einrichtungen, soweit für Genehmigung relevant und vorhanden (technische Prüfung erst im Rahmen der Inbetriebnahme).

- 4) Explosionsschutzdokument (Sicherheitskonzept) mit Gefährdungsbeurteilung und Zoneneinteilung (erstellt durch Sachverständigen).
- 5) Brandschutzkonzept mit Beschreibung der Detektions- und Alarmeinrichtungen, aktiver und passiver (baulicher) Brandschutz, Brandbekämpfungsmaßnahmen und stationäre und mobile Feuerlöscheinrichtungen, Flucht- und Rettungswege,
- 6) Notfall- und Rettungsplan (eigenständiges Dokument oder Teil des Explosions- oder Brandschutzkonzeptes),
- 7) Berechnungen für Gasausbreitung, Sicherheitsabstände (Lachenverdampfung), Druckentlastungsflächen, etc. für Sicherheitskonzept.
- 8) Lage- und Aufstellungspläne:
 - a) Lageplan auf Grundlage der amtlichen Flurkarte im Maßstab 1:1000,
 - b) Aufstellplan im Maßstab 1:100 mit Lage der Anlagenkomponenten, der Schutz- und Sicherheitsabstände und der Flucht- und Rettungswege.
- 9) Bauvorlagen (soweit bauliche Anlage, z.B. Gebäude vorhanden)
 - a) Bauzeichnungen (Grundriss, Schnitte, Ansichten),
 - b) Bautechnische Nachweise (Standicherheit, Lärm- und Wärmeschutz, Brandschutz) soweit erforderlich (evtl. erst vor Baubeginn),
 - c) Prüfbericht bzw. Bescheinigung eines anerkannten Sachverständigen über die bautechnischen Unterlagen (evtl. erst vor Baubeginn).
- 10) Den Unterlagen zum Explosionsschutz und der Druckanlagen ist ein Prüfbericht einer zugelassenen Überwachungsstelle (ZÜS) gemäß BetrSichV beizufügen, in dem bestätigt wird, dass die Anlage bei Einhaltung der in den Unterlagen genannten Maßnahmen sicher betrieben werden kann.
- 11) Gegebenenfalls ist nach § 29a BImSchG auf Anforderung der Behörde eine Prüfung des Sicherheitskonzepts bzw. der sicherheitstechnischen Unterlagen vorzunehmen und ein entsprechender Bericht vorzulegen. Die Einzelheiten und Anforderungen legen die zuständige Behörde fest.

9.9 Zuständigkeiten und Autorisierte Personen

Die zuständigen Stellen und autorisierten Personen oder Organisationen für die Genehmigung einer LNG-Tankstelle (ohne Genehmigungen der Fahrzeuge) sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 9-2: Zuständigkeiten und Autorisierte Personen

Genehmigungsvorgang	Zuständigkeit / Autorisierung (Wer macht was?)
Zuständige Behörde für Genehmigung zur Inbetriebnahme	NRW: Bezirksregierung (oder vertreten durch kreisfreie Städte)
Prüfbericht gemäß BetrSichV	Zugelassene Überwachungsstellen (ZÜS) gemäß Anhang 2, Abschnitt 1 BetrSichV und § 37 ProdSG
Prüfung vor Inbetriebnahme (einschließlich Technischer Unterlagen)	Explosionsschutz: Zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS); Druckgeräte: ZÜS oder ‚befähigte Person‘ (siehe TRBS 1203) soweit nach BetrSichV zulässig
Explosionsschutzkonzept	Gefährdungsbeurteilung und Prüfung durch ‚Fachkundige Person‘ (nach GefStoffV)
Brandschutzkonzept	Aufstellung durch staatlich anerkannten Sachverständigen (Brandschutzkonzept für Sonderbauten)
Sicherheitskonzept (BlmSchG / BetrSichV / GefStoffV)	Erstellung bzw. Prüfung durch einen Störfallbeauftragten nach BlmSchG §58a oder eine Zugelassene Überwachungsstelle oder einen staatlich anerkannten Sachverständigen (siehe §29a BlmSchG)
Bauvorlagen	Bauvorlageberechtigter nach § 67 und 70 BauO NRW: eingetragener Architekt und als bauvorlageberechtigt eingetragenes Mitglied einer Ingenieurkammer
Prüfung Bautechnischer Nachweise für sonstige bauliche Anlagen allgemein	Untere Bauaufsicht der Städte oder Kreise (Einfaches Baugenehmigungsverfahren), aber Prüfung erfolgt durch Bescheinigung von staatlich anerkannten Sachverständigen für die jeweilige Art des Nachweises
Prüfung Bautechnischer Nachweise für Sonderbauten	Prüfung durch die Untere Bauaufsicht der Städte oder Kreise (volles Baugenehmigungsverfahren) mit Hilfe von bestellten Prüfstatikern oder Prüfämtern
EU-Konformitätsbescheinigungen, CE-Kennzeichnung gemäß ProdSG	In der Verantwortung des Herstellers, Konformitätsbewertung und CE-Zertifizierung durch Notifizierte (Benannte) Stelle gemäß ProdSG (z.B. TÜV, DEKRA, etc.)
Wiederkehrende Prüfungen	Prüfungen nach BetrSichV / GefStoffV: ZÜS oder ‚befähigte Person‘ je nach Art der Prüfung; Bautechnische Prüfungen: staatlich anerkannte Prüfsachverständige; Brandverhütungsschau: behördlich bestellte Brandschutztechniker;

9.10 Genehmigung der vorhandenen mobilen LNG-Tankstelle im Hafen Duisburg

Für die im Hafen aufgestellte mobile LNG-Tankstelle wurden die notwendigen behördlichen Genehmigungen beantragt und erteilt. Das Vorgehen wurde vorab zwischen dem Antragsteller - Hafen Duisburg - und der Behörde - Amt für Baurecht und betrieblichen Umweltschutz, Stadtverwaltung Duisburg - abgestimmt, die entsprechenden Unterlagen vom Hafen Duisburg eingereicht. Die seitens der Behörde geforderten Erläuterungen, zusätzlichen Unterlagen / Informationen und Änderungen wurden nachgereicht und berücksichtigt und sodann seitens der Behörde der ‚Bescheid‘ erteilt.

Es erfolgte eine Anzeige [14] bei der Behörde gemäß § 15 Abs. 1 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) zur (nicht-wesentlichen!) Änderung der Lage, der Beschaffenheit oder des Betriebs einer genehmigungsbedürftigen Anlage (hier ein Abfallstoffspeicher für nicht-gefährliche Abfälle mit einer Eigenbedarfs-Dieseltankstelle zur Betankung von Hafenfahrzeugen) im Sinne des § 4 BImSchG. Die Anzeige beinhaltet eine mobile LNG-Tankstelle, und die Umrüstung von 2 Fahrzeugen (Reachstacker und Terminalzugmaschine auf Dual-Fuel Betrieb (LNG/Diesel) bzw. reinen LNG Betrieb für eine Dauer von bis zu 12 Monaten.

Für die temporäre LNG-Tankstelle (Fassungsvermögen 6 Tonnen LNG entsprechen 20'-Foot Standard Container) am Hafen Duisburg wurde 2019 die Genehmigung durch die Stadt Duisburg (Regierungsbezirk Düsseldorf) nach BImSchG auf Grundlage der folgenden Unterlagen erteilt:

- 1) Anschreiben an Behörde (1 Seite)
- 2) Anzeige bzw. Antrag nach § 15 BImSchG - Änderung genehmigungsbedürftiger Anlagen (amtlicher Vor-
druck, 4 Seiten)
- 3) Anlagen- und Betriebsbeschreibung (auch gleichzeitig Baubeschreibung) (9 Seiten)
- 4) Lageplan 1:1000
- 5) Prüfbericht zur Prüfung vor Inbetriebnahme der Arbeitsmittel nach §14 BetrSichV einer mobilen Gastank-
stelle zur Aufstellung im Freien der Firma GasCom (bescheinigt durch befähigte Person des Herstellers,
basierend auf früherer Erstprüfung der Anlage durch den TÜV, 2016-2017) (insgesamt ca. 17 Seiten) mit
 - a) Bedienungsanleitung,
 - b) Tabelle mit Prüf- und Wartungsplan (Intervalle wiederkehrender Prüfungen),
 - c) Kurze technische Beschreibung und Bilder der Arbeitsmittel (Tank auf Anhänger und Fahrzeug).
- 6) Explosionsschutzdokument (nach §6 GefStoffV) für Betrieb einer mobilen LNG Tankstelle (bescheinigt
durch befähigte Person des Herstellers) mit Gefährdungsbeurteilung, Beschreibung der EX-Zonen und
der Schutzmaßnahmen (10 Seiten).
- 7) Prüfbericht der ZÜS (hier DEKRA) – Stellungnahme zur Aufstellung von LNG-Füllanlagen in Anlehnung
an einen Prüfbericht zur Erlaubnis nach §18 (1), 3 BetrSichV (12 Seiten ohne Anlagen)

Der Bericht nimmt auf eine Vielzahl von weiteren technischen Dokumenten und Berichten des Herstellers bzw. anderer Beteiligter Bezug (z.B.: Prüfbericht für LNG-Tank, Gefährdungsanalyse, Alarm und Notfallplan, Bedienungsanleitungen, etc.), welche nicht Teil der Anzeige bei der genehmigenden Behörde waren.

8) Auszug Bedienungsanleitung LNG-Tank (30 Seiten)

9) Datenblätter der LNG betriebenen Fahrzeuge (Reachstacker und Terminalzugmaschine)

Es ist anzumerken, dass durch die Duisburger Hafen AG kein eigenes Brandschutzkonzept für die mobile LNG-Tankstelle vorgelegt werden musste. Es liegt jedoch für das Betriebsgelände (Umschlagplatz für Abfälle, einschließlich Gefahrgut, mit entfernt gelegenen Büro- und Sozialgebäude), auf dem die mobile LNG-Tankstelle errichtet wurde, ein Brandschutzkonzept aus dem Jahr 2015/2016 vor, welches von einem staatlich anerkannten Sachverständigen für Brandschutz gemäß BauO erstellt bzw. freigegeben wurde. Dieses Gutachten beinhaltet auch die Diesel-Eigenbedarfstankstelle auf dem Betriebsgelände und dürfte somit (bis auf den Explosionsschutz und die Sicherheitsmaßnahmen nach der Gefährdungsbeurteilung für das Befüllen mit LNG nach BetrSichV bzw. GefStoffV) die brandschutztechnischen Belange der mobilen LNG-Tankstelle umfassen.

Der Zulassungsbescheid des Amtes berücksichtigt nicht, dass wegen der temporären Aufstellung von maximal 12 Monaten die Zulassung nicht nach BImSchG, sondern nur als eigenständige Zulassung (Erlaubnis) nach BetrSichV hätte erfolgen können.

Zudem sah das Amt die Änderung (zusätzliche Betankung von Fahrzeugen mit LNG) als nicht-wesentliche Änderung gegenüber dem bestehenden Betrieb mit einer Diesel-Tankstelle an. Dementsprechend wurde die Anzeige unter §15 BImSchG und nicht §16 BImSchG eingereicht.

9.11 Mögliche Szenarien für eine Folgeanlage (AP5)

Unabhängig von den Ergebnissen des Arbeitspaketes 5 – ‚Upscaling der LNG Tankanlage‘ sind die hier aufgeführten Genehmigungsszenarien für eine zukünftige LNG Anlage vorstellbar. Diese Auswahl der Szenarien berücksichtigt bereits Schwellenwerte nach BImSchG und UVPG, welche ausgeschlossen werden können und damit einige Verfahren nach 4. BImSchV, UVPG und Störfallverordnung nicht anwendbar sind. Für eine Anwendung an Binnenhäfen und als LNG-Tankstelle (d.h. kein LNG Lagerterminal) werden nur Anlagen mit einem Fassungsvermögen von mehr als 3 t und weniger als 200 t berücksichtigt.

„Mobile Anlage“ in diesem Bericht bzw. diesen Abschnitt des Berichts bedeutet, dass der LNG-Tank auf einem LKW-Trailer geliefert wird und dieser Trailer an einem oder mehreren festen Aufstellorten im Hafenbereich aufgestellt werden kann, um die Verkehrsmittel an festen Haltepunkten zu betanken. „Mobil“ soll hier also nicht heißen, dass die Anlage jederzeit an beliebigen Standorten im Hafenbereich abgestellt werden kann (diese wäre dann ein LNG-Betankungsfahrzeug).

Im Gegensatz dazu ist eine „stationäre Anlage“ an einer Stelle im Hafenbereich ortsfest (auf einem Fundament) verankert, unabhängig davon wie der LNG Tank bzw. die Anlagenkomponenten vorgefertigt sind und angeliefert bzw. abtransportiert werden.

In diesem Abschnitt wird die Genehmigungssituation bzw. der besondere Kontext des bestehenden Abfall-Umschlagplatz, auf dem sich die bisher genehmigte mobile LNG Anlage steht, nicht näher berücksichtigt, um

die Beschreibung der folgenden Szenarien zu vereinfachen und unabhängig vom endgültigen lokalen Standort im Bereich des Hafens Duisburg darzustellen.

Entsprechend ergeben sich folgende mögliche Szenarien für das Betanken von Fahrzeugen und das Lagern von LNG.

- 1) **Mobile Anlagen** (LNG-Tank auf Fahrgestell/Trailer) mit einer zu erwartenden Betriebszeit von länger als 12 Monaten und einem Fassungsvermögen von 6 t (wie die bestehende Anlage) oder ca. 12 t (doppelte Größe, entsprechend 40'-Foot Standard Container), in jedem Fall im Bereich zwischen > 3 t und < 30 t.
- 2) **Stationäre Anlagen** mit einem LNG Fassungsvermögen von
 - a) > 3 t und < 30 t
 - b) > 30 t und < 50 t
 - c) > 50 t und < 200 t

Eine mobile LNG-Tankstelle im Hafen zur Betankung im multi-modalen Betrieb hätte gegenüber einer stationären Anlage den potentiellen Vorteil einer eingeschränkten Mobilität durch Aufstellung auf mehreren vorgegebenen Standorten bei vereinfachter Mobilisierung und Demobilisierung der Anlage.

Bezüglich der Genehmigung einer LNG-Tankstelle am selben Ort wie die bisherige mobile LNG-Tankstelle werden sich die Sicherheitsabstände und die Gefährdungslage benachbarter Betriebsbereiche nicht (wesentlich) ändern. Dies sollte die Gefährdungsbeurteilung und Genehmigung der Anlage am gleichen Standort (etwas) vereinfachen. Auch kann auf die bisherigen Genehmigungsunterlagen aufgebaut werden.

Die verlängerte Nutzungszeit der Tankstelle wird aber eine Änderung „wesentlicher“ Art nach BImSchG sein da es sich dann um einen permanenten Betrieb (>12 Monate) der LNG Anlage handelt, mit auf Dauer kumulierten erhöhten Risiken.

Zudem wird auch eine erweiterte Betankung von LNG Fahrzeugen mit Ausdehnung auf Schienenfahrzeuge (vorerst eher unwahrscheinlicher Anwendungsfall) oder Binnenschiffe (naheliegender Anwendungsfall) eine wesentliche Änderung der Beschaffenheit oder des Betriebs der genehmigungsbedürftigen LNG-Anlage darstellen und umfangreichere Gefährdungsbeurteilungen erfordern (erhöhte Risiken bei multimodalem Parallelbetrieb). Es ist anzumerken, dass in Bezug auf die im Projekt betrachteten potenziellen Standorte für eine stationären LNG Anlage (Terminal Logport I und Logport III) grundsätzlich nur Logport I die Infrastrukturvoraussetzungen (Anschluss an Schifffahrts- und Gleisinfrastruktur) für einen multimodalen Parallelbetrieb erfüllt.

9.11.1 Mobile LNG-Anlage (Standzeit / Nutzungsdauer >12 Monate)

Aufgrund der verlängerten Standzeit der Anlage ist in jedem Fall eine Genehmigung nach BImSchG erforderlich. Für eine geringe LNG Menge < 30 t kann diese Anlage im „vereinfachten“ Verfahren nach BImSchG genehmigt werden.

Die Erfahrungen und bereits erstellten Genehmigungsunterlagen aus der ersten Genehmigung durch die Stadt Duisburg für die temporäre mobile Anlage können als Richtschnur für die Genehmigung einer neuen permanenten mobilen LNG-Tankstelle an gleicher, benachbarter oder ähnlicher Lage (und sicheren Abständen zu schützenswerten Objekten) dienen. Diese Vorlagen ersetzen aber nicht die Ausarbeitung neuer eigenständiger Unterlagen und einer projekt-spezifischen Gefährdungsbeurteilung oder Beurteilung der Beeinträchtigung der Umwelt. Die Erfahrung mit den lokalen Behörden sollte auch von Vorteil für das Genehmigungsverfahren sein.

Die verlängerte Standzeit einer mobilen Anlage wäre eine Änderung des Betriebs einer genehmigungs-bedürftigen Anlage nach §15 BImSchG, welche bei der zuständigen Behörde anzuzeigen ist und wofür aussagekräftige Zeichnungen, Erläuterungen und sonstigen Unterlagen vorzulegen sind, auf deren Grundlage die Behörde prüft, ob die Änderung einer Genehmigung nach §16 BImSchG bedarf (‘Wesentliche Änderung genehmigungsbedürftiger Anlagen’). Weitere Änderungen der „Lage“ und des „Betriebes“ können sich aus einem größeren Fassungsvermögen des LNG Tanks, einem anderen oder größeren Aufstellbereich der Anlage oder aus der multimodalen Betankung von Fahrzeugen ergeben.

Wesentliche Änderung nach §16 BImSchG sind Änderungen in der Lage, der Beschaffenheit oder des Betriebes einer Anlage deren Auswirkungen auf die Umwelt und die Betriebssicherheit erheblich sein können. Was eine erhebliche Änderung ist, wird nicht in BImSchG erläutert. Aufgrund der Sachlage ist aber anzunehmen, dass eine Inbetriebnahme einer permanenten mobilen LNG Tankstelle (unter der Option der Betankung von mehreren und verschiedenen Fahrzeugen) eine wesentliche Änderung des Betriebskonzepts der bestehenden mobilen LNG Anlage darstellt.

Die obigen Abwägungen sind aber nur theoretischer Natur, da es sich bei der Genehmigung der Anlage aufgrund der verlängerten (permanenten) Standzeit eigentlich um die erste Genehmigung nach BImSchG (und keine ‚Änderung‘ nach BImSchG) am Standort Hafen Duisburg handelt und die Genehmigung zur Inbetriebnahme der LNG Tankstelle eigentlich auf Grundlage eines förmlichen Antrags gemäß §10 BImSchG erfolgen müsste. Dies unterscheidet sich aber im Grunde wenig von einer Änderungs-Genehmigung nach §16 BImSchG (abgesehen von der um einen Monat verkürzten Frist für die Entscheidung der Behörde).

Für ein Fassungsvermögen von weniger als 30 t LNG kann das „vereinfachte“ Genehmigungsverfahren nach §19 BImSchG ohne Einbeziehung der Öffentlichkeit erfolgen. In diesem Fall beträgt die Entscheidungsfrist der Behörde nur 3 Monate.

Nach §9 BImSchG bestünde die Möglichkeit, einen Vorbescheid über einzelne Genehmigungs-voraussetzungen sowie über den Standort der LNG Anlage zu beantragen, sofern die Auswirkungen der geplanten Anlage ausreichend beurteilt werden können und ein berechtigtes Interesse an der Erteilung eines Vorbescheides besteht. Auf Grundlage der Erfahrung mit der bisherigen Genehmigung einer mobilen LNG-Tankstelle und wenn auch direkte Vorgespräche mit der genehmigenden Behörde vor Einreichung des Antrages geführt werden, erscheint solch ein Vorbescheid hier nicht zur Erlangung erhöhter Rechtsicherheit (für die Betankung von Straßenfahrzeugen) unbedingt erforderlich zu sein.

Sollte sich jedoch aus der standortbezogenen Vorprüfung der Behörde gemäß UVPG ergeben, dass eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) durchgeführt werden muss, wird aus dem vereinfachten Verfahren ein förmliches öffentliches Genehmigungsverfahren nach §10 BImSchG, welches eine auf 7 Monate verlängerte Frist für die Genehmigung durch die Behörde zur Folge hat.

Da die mobile LNG Anlage innerhalb eines Hafengebiets industriellen Charakters aufgestellt werden soll und der Betrieb der bisherigen mobilen LNG Tankstelle (Fassungsvermögen mit 6 t oberhalb der Schwelle für eine

UVP-Vorprüfung) keine UVP erforderte, und in Anlehnung an Entscheidungen anderer Behörden in NRW (Recklinghausen, 2019), wird hier unterstellt, dass bei Aufstellung der LNG-Tankstelle an geeigneten genehmigungsfähigen Standorten mit ausreichendem Abstand zu schützenswerten Gebieten oder Objekten keine UVP erforderlich sein wird. Andere Standorte in Randlagen oder in der Nähe von schützenswerten Einrichtungen werden eine andere Einschätzung zur UVP-Pflicht erforderlich machen.

Eine Genehmigung nach der Störfall-Verordnung bzw. 12. BImSchV ist für eine kleine mobile Anlage < 50 t Fassungsvermögen nicht erforderlich. Es handelt sich dann auch nicht um eine Störfallrelevante Änderung genehmigungsbedürftiger Anlagen nach §16a BImSchG.

Für den Fall der mobilen LNG Anlage sind die wesentlichen Aspekte und Schritte für die Genehmigung einer permanenten mobilen LNG-Tankstelle in der folgenden Tabelle zusammengefasst (zur Betankung von Straßenfahrzeugen).

Sollte sich die Anzahl und Art der zu betankenden Fahrzeugen wesentlich ändern (wie z.B. für LNG Bunkerung von Binnenschiffen), so ergeben sich zusätzliche Anforderungen für die Erlangung der Betriebsgenehmigung für die LNG Tankstelle unter Mitwirkung weiterer Behörden. Diese sind weiter unten skizziert.

Tabelle 9-3: Genehmigungs-Szenario Mobile LNG-Tankstelle >3t und >30t

Genehmigungsaspekte	Erläuterung	Bemerkungen
Antrag zur Genehmigung	Antrag auf Genehmigung zum Bau und Inbetriebnahme nach §10 BImSchG einzureichen (oder am gleichen Standort auch als wesentliche Änderung nach §16 BImSchG)	BImSchG: Konzentrierende Wirkung der Genehmigung durch eine zuständige Behörde Antrag nach §10 oder §16 erscheinen materiell gleich für den Genehmigungsverfahrensprozess
Art des Genehmigungsverfahrens	Vereinfachtes Verfahren nach §19 BImSchG	Genehmigungsverfahren ohne Beteiligung der Öffentlichkeit
Vorgespräche mit Behörden und Dritten	Vorgespräche mit allen möglichen zuständigen lokalen Stellen empfohlen	Mit genehmigender Behörde, Feuerwehr, Hafenpolizei
Vorbescheid nach BImSchG	Ausreichende Rechtssicherheit am Standort der bisherigen mobilen LNG-Anlage anzunehmen	Bei Betankung von Straßenfahrzeugen
Erlaubnis nach BetrSichV	Erforderlich	Erforderlich aufgrund veränderter Gefährdungsbeurteilung (permanenter Betrieb, multimodale Betankung, größerer Tank)
Störfallverordnung	-	Unterhalb des Schwellenwerts
Umweltverträglichkeitsprüfung	Voraussichtlich nicht erforderlich	Abhängig vom genehmigungsfähigen Standort (solange Mindestabstände zu schützenswerten Gebieten oder Objekten eingehalten werden; im Vorgespräch mit der Behörde zu klären)
Baugenehmigung nach Landesbauordnung	In Genehmigung nach BImSchG enthalten	Genehmigung als Sonderbau nach BauO NRW
Frist für Genehmigung durch Behörde	3 Monate	Nach §19 BImSchG
Vorzulegende Unterlagen	- Förmlicher Antrag mit Beschreibung des Vorhabens - Komplett Vorlage für BetrSichV und GefStoffV (siehe LASI [1]), inkl. Explosionsschutzdokument - Komplette Bauvorlage für Sonderbauten nach BauPrüfVO, inkl. Brandschutzkonzept	Bestehende Unterlagen zur Genehmigung der bestehenden LNG Tankstelle können als Grundlage bzw. Richtschnur benützt werden (aber nicht als Ersatz für eigenständige projekt-spezifische Unterlagen)

9.11.2 Stationäre LNG Anlage

9.11.2.1 Stationäre LNG Anlage >3t und <30t

Die Schritte und Aspekte des Genehmigungsverfahrens sind die gleichen wie für eine mobile LNG-Tankstelle der gleichen Größe (siehe vorgehende Tabelle)

Lediglich der Planungsaufwand (fest verlegte Rohrleitungen), der Umfang der bautechnischen Nachweise (Fundamente, Einhausungen, Rohrleitungen, Infrastruktur) und der Prüfumfang der technischen Unterlagen und der Anlagenteile wird höher sein als bei einer komplett integrierten mobilen „Container“-Lösung.

9.11.2.2 Stationäre LNG Anlage >30t und <50t

Für den Fall einer größeren stationären LNG Anlage sind die wesentlichen Aspekte und Schritte für die Genehmigung in der folgenden Tabelle zusammengefasst (zur Betankung von Straßenfahrzeugen).

Tabelle 9-4: Genehmigung-Szenario Stationäre LNG-Tankstelle >30t und <50t

Genehmigungsaspekte	Erläuterung	Bemerkungen
Antrag zur Genehmigung	Antrag auf Genehmigung zum Bau und Inbetriebnahme nach §10 BImSchG einzureichen (oder am gleichen Standort auch als wesentliche Änderung nach §16 BImSchG)	BImSchG: Konzentrierende Wirkung der Genehmigung durch eine zuständige Behörde Antrag nach §10 oder §16 erscheinen materiell gleich für den Genehmigungsverfahrensprozess
Art des Genehmigungsverfahrens	Vereinfachtes Verfahren nach §19 BImSchG	Genehmigungsverfahren ohne Beteiligung der Öffentlichkeit
Vorgespräche mit Behörden und Dritten	Vorgespräche mit allen möglichen zuständigen lokalen Stellen empfohlen	Mit genehmigender Behörde, Feuerwehr, Hafenpolizei
Vorbescheid nach BImSchG	Ausreichende Rechtssicherheit am Standort der bisherigen mobilen LNG-Anlage anzunehmen	Bei Betankung von Straßenfahrzeugen
Erlaubnis nach BetrSichV	Erforderlich	Erforderlich aufgrund veränderter Gefährdungsbeurteilung (permanenter Betrieb, multimodale Betankung, größerer Tank)
Störfallverordnung	-	Unterhalb des Schwellenwerts
Umweltverträglichkeitsprüfung	Voraussichtlich nicht erforderlich	Abhängig vom genehmigungsfähigen Standort (solange Mindestabstände zu schützenswerten Gebieten oder Objekten eingehalten werden; im Vorgespräch mit der Behörde zu klären)
Baugenehmigung nach Landesbauordnung	In Genehmigung nach BImSchG enthalten	Genehmigung als Sonderbau nach BauO NRW
Frist für Genehmigung durch Behörde	3 Monate	Nach §19 BImSchG
Vorzulegende Unterlagen	- Förmlicher Antrag mit Beschreibung des Vorhabens - Komplett Vorlage für BetrSichV und GefStoffV (siehe LASI [1]), inkl. Explosionsschutzdokument - Komplette Bauvorlage für Sonderbauten nach BauPrüfVO, inkl. Brandschutzkonzept	Bestehende Unterlagen zur Genehmigung der bestehenden LNG Tankstelle können als Grundlage bzw. Richtschnur benutzt werden (aber nicht als Ersatz für eigenständige projekt-spezifische Unterlagen)

9.11.2.3 Stationäre LNG Anlage >50t und <200t

Für den Fall einer stationären LNG Anlage > 50t Fassungsvermögen sind die wesentlichen Aspekte und Schritte für die Genehmigung in der folgenden Tabelle zusammengefasst (zur Betankung von Straßenfahrzeugen).

Neu hinzu kommen Anforderungen aus der Störfallverordnung (§3 bis §8a der 12. BImSchV). Am gleichen Standort wie die bereits genehmigte mobile LNG Tankstelle handelt es sich bei einer LNG Anlage dieser Größe um eine störfallrelevante Errichtung und ein Betrieb oder eine störfallrelevante Änderung einer bestehenden Anlage der „unteren Klasse“ nach 12. BImSchV (siehe §16a BImSchG).

Im engeren Sinne ist die Anlage jedoch nur eine störfallrelevante Änderung, wenn die Sicherheitsabstände zu benachbarten Schutzobjekten unterschritten werden. Dies kann durch geeignete Wahl eines Standortes vermieden werden. Schützenswerte Objekte sind nach BImSchG nur zum Wohnen dienende Gebiete, öffentlich genutzte Gebäude und Gebiete, Freizeitgebiete, wichtige Verkehrswege und unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvolle oder besonders empfindliche Gebiete.

Nach 12. BImSchV sind die störfallrelevanten Unterlagen (siehe Tabelle) erst vor der eigentlichen Inbetriebnahme vorzulegen. Nach §16b BImSchG bedarf aber eine störfallrelevante Änderung einer Anlage einer „Genehmigung“. Es wird deshalb empfohlen bereits mit dem Genehmigungsantrag nach BImSchG auch die erforderlichen störfallrelevanten Unterlagen bereits zu Beginn des Genehmigungsverfahrens einzureichen bzw. deren Einreichung anzuzeigen.

Tabelle 9-5: Genehmigungs-Szenario Stationäre LNG-Tankstelle >50t und <200t

Genehmigungsaspekte	Erläuterung	Bemerkungen
Antrag zur Genehmigung	Wie für LNG-Tankstelle <50t (siehe oben)	
Art des Genehmigungsverfahrens	Wie für LNG-Tankstelle <50t (siehe oben)	
Vorgespräche mit Behörden und Dritten	Wie für LNG-Tankstelle <50t (siehe oben)	
Vorbescheid nach BImSchG	Wie für LNG-Tankstelle <50t (siehe oben)	
Erlaubnis nach BetrSichV	Wie für LNG-Tankstelle <50t (siehe oben)	
Störfallverordnung	Anzeige- und Meldepflicht sowie besondere Betreiberpflichten zur Vermeidung oder Verhinderung von Unfällen (Explosionen, Brand) und deren Auswirkungen auf die Umgebung	Betriebsbereiche der unteren Klasse mit Einhaltung der Vorschriften für Betriebsbereiche und Meldeverfahren nach §139 bis §12 der 12. BImSchV Der Betreiber hat die Öffentlichkeit 1 Monat vor Inbetriebnahme zu informieren (Meldepflicht)
Umweltverträglichkeitsprüfung (Prüfung einer UVP-Pflicht)	Wie für LNG-Tankstelle <50t (siehe oben)	
Nur optional: Durchführung einer UVP	Wie für LNG-Tankstelle <50t (siehe oben)	
Baugenehmigung nach Landesbauordnung	Wie für LNG-Tankstelle <50t (siehe oben)	
Frist für Genehmigung durch Behörde	Wie für LNG-Tankstelle <50t (siehe oben)	
Vorzulegende Unterlagen	Wie für LNG-Tankstelle <50t (siehe oben) und zusätzlich: - Anzeige an Behörde nach §7 12. BImSchV (1 Monate vor Inbetriebnahme) - Schriftliches Sicherheitskonzept nach 12. BImSchV zur Verhinderung von Störfällen (vor Inbetriebnahme) - mit Berechnungen zu Sicherheitsabständen anhand störfall-spezifischer Faktoren	Bestehende Unterlagen zur Genehmigung der bestehenden mobilen LNG Tankstelle können zwar als Grundlage bzw. Richtschnur benützt werden (aber nicht als Ersatz für eigenständige projekt-spezifische Unterlagen), doch aufgrund der Größe der Anlage können noch weitere Untersuchungen und vorzulegende Unterlagen erforderlich werden (z. Bsp. für UVP)

9.12 Genehmigungsaspekte für Schnittstellen mit Binnenschiffen und Schienenfahrzeugen

Das Genehmigungsverfahren für den Transport von LNG mit Schiff oder Bahn wird in diesem Bericht nicht näher beschrieben. Es wird hierin ausgegangen, dass die entsprechenden Genehmigungsverfahren entweder bereits durchgeführt wurden (Straßenverkehr) oder separat zur Genehmigung der Tankstellen bei den zuständigen Behörden laufen oder in Zukunft laufen werden.

Es ist anzunehmen, dass eine multimodale Betankung von Schiffen und Eisenbahnfahrzeugen (zusätzlich zur Betankung und Befüllung durch Straßenfahrzeuge) eine genehmigungsrelevante Änderung nach BImSchG darstellt.

Für die Schnittstellen zwischen Wasser- und Schienenfahrzeuge sind die folgenden Aspekte zur Inbetriebnahme einer multimodalen Tankstelle (mobil oder stationär) zur berücksichtigen.

Ziel sollte es sein, dass nach einer Anfangs- bzw. Erprobungsphase das Betanken und Fahren mit LNG Fahrzeugen keiner besonderen Genehmigung einzelner Vorgänge oder Fahrten mehr bedarf.

9.12.1 Genehmigung Schnittstelle Binnenschiff-Tankstelle

Der Betrieb für LNG Schiffe auf deutschen Wasserstraßen und in Hafenbereichen bedarf derzeit noch einer Sondergenehmigung durch die zuständigen Behörden, da einheitliche Genehmigungsprozesse noch nicht etabliert sind.

Die besonderen sicherheitstechnischen und betrieblichen Regeln für die Ausstattung und den Betrieb von LNG-Binnenschiffen sind in den Normen nach Abschnitt 5.5 enthalten.

Zu Betankung von LNG Schiffen im Hafen von Duisburg sind darüber hinaus die folgenden Genehmigungsschritte denkbar:

- 1) Zertifizierung bzw. Genehmigung von zugelassenen LNG-Binnenschiffen nach den einschlägigen Normen und Vorschriften nach ADN, DIN, EN, ISO, ES-TRIN und ZKR.
- 2) Erlaubnisverfahrens nach BetrSichV und Genehmigungsverfahren nach BImSchG wird durchgeführt und erweitert um Aspekte der Schnittstelle LNG Schiff und LNG Anlage.
- 3) Beteiligung bzw. Information der Hafenpolizei bzw. zuständige Hafenbehörden (spezifische Prüfung des Vorhabens) und gegebenenfalls auch der ZKR (prinzipielle Prüfung des Vorhabens) im Rahmen des Erlaubnisverfahrens nach BetrSichV und des Genehmigungsverfahrens nach BImSchG.
- 4) Berücksichtigung der ZKR-Vorschriften, insbesondere der ZKR Prüfliste für das Bunkern von Schiffen mit LNG im Genehmigungsverfahren und in der Aufstellung von Betriebsanweisungen.
- 5) Genereller Genehmigungsbescheid für das Bunkern der zertifizierten LNG Schiffe am genehmigten Standort im Duisburger Hafen durch die Hafenpolizei und Hafenbehörde; Genehmigung mit Auflagen an den

Betreiber zur vorzeitigen Anzeige jeder einzelnen Ein- und Ausfahrt der Schiffe in den oder aus dem Hafen und Vorgabe einzuhaltender Sicherheitsabstände.

- 6) Einrichtung von Sperrzeiten und Sicherheitszonen für andere Schiffe bei der angezeigten Fahrt von LNG Schiffen in oder aus dem Hafen, bzw. dauernde Sicherheitsabstände zum genehmigten Anlagestelle zur LNG Bunkerung.
- 7) Regelmäßige wiederkehrende Überwachung der Bunkerung und des LNG Schiffsbetriebs durch die Hafenaufsicht in kurzen und längeren Intervallen auch unter Berücksichtigung der vorgeschriebenen wiederkehrenden Prüfungen für die Schiffe selbst.
- 8) Jede Änderung bezüglich der Schiffe wird einer Überprüfung der bestehenden Genehmigungen und Betriebsanweisungen (einschließlich erneuter Unterweisung des Personals) erfordern.

9.12.2 Genehmigung Schnittstelle Schienenfahrzeug-Tankstelle

Aufgrund fehlender spezieller oder genereller Zulassungen für LNG betriebene Schienenfahrzeuge und der Tatsache, dass solche Fahrzeuge derzeit in Deutschland nicht betrieben oder erprobt sind, ist zu erwarten, dass eine prinzipielle Genehmigung für den Betrieb von LNG betriebenen Zügen durch das Eisenbahn Bundesamt (EBA) noch einige Zeit in Anspruch nehmen wird.

Nach einer generellen Betriebsgenehmigung durch die zuständigen Eisenbahnbehörden ist es vorstellbar, dass die Genehmigung für die Schnittstelle LNG Zug und LNG Anlage dann ähnlich ablaufen wird wie die für Binnenschiffe:

- 1) Zertifizierung bzw. Genehmigung von zugelassenen LNG-Schienenfahrzeugen nach den einschlägigen Normen und Vorschriften nach EBO, RID, UIC, etc.
- 2) Erlaubnisverfahrens nach BetrSichV und Genehmigungsverfahren nach BImSchG wird durchgeführt und erweitert um Aspekte der Schnittstelle LNG Schiff und LNG Anlage.
- 3) Beteiligung bzw. Information der Deutschen Bahn, anderer (privater) Bahnunternehmer welche den Duisburger Hafen anfahren und des EBA im Rahmen des Erlaubnisverfahrens nach BetrSichV und des Genehmigungsverfahrens nach BImSchG.
- 4) Berücksichtigung aller Anforderungen aus einer Betriebserlaubnis des EBA im Genehmigungsverfahren und in der Aufstellung von Betriebsanweisungen.
- 5) Genereller Genehmigungsbescheid für das Betanken von LNG Schienenfahrzeugen am genehmigten Standort im Duisburger Hafen durch die Deutsche Bahn, der Hafenaufsicht und des EBA, gegebenenfalls mit Auflagen an den Betreiber zur vorzeitigen Anzeige jeder einzelnen Ein- und Ausfahrt der Züge in den oder aus dem Hafen und Vorgabe einzuhaltender Sicherheitsabstände anderer Fahrzeuge.
- 6) Einrichtung von Sperrzeiten und Sicherheitszonen für andere Fahrzeuge bei der angezeigten Fahrt von LNG Zügen in oder aus dem Hafen oder während der Betankung am genehmigten Standort der LNG Anlage.

- 7) Regelmäßige wiederkehrende Überwachung der Betankung der LNG Züge in kurzen und langen Intervallen auch unter Berücksichtigung der vorgeschriebenen wiederkehrenden Prüfungen für die LNG Schienenfahrzeuge selbst.
- 8) Jede Änderung bezüglich der LNG Schienenfahrzeuge wird einer Überprüfung der bestehenden Genehmigungen und Betriebsanweisungen (einschließlich erneuter Unterweisung des Personals) erfordern.

10 ERRICHTUNG MOBILE LNG ANLAGE

10.1 Allgemein

Die Errichtung einer mobilen (oder auch kleineren stationären) LNG Anlage gliedert sich in die folgenden Schritte nach erfolgter Erteilung der Genehmigung:

- Detailplanung / Ausführungsplanung unter Berücksichtigung der Genehmigungsauflagen;
- Einreichung der Bescheinigung der Sachverständigen gemäß BauO (soweit zutreffend)
- Spezifizierung der Anlagenkomponenten;
- Beschaffung der Materialien, Bauprodukte und Anlagenkomponenten einschließlich EU-Konformitätsbescheinigungen bzw. CE-Kennzeichnung, Materialprüfzeugnisse, Zulassungsbescheide und technische Dokumentation (Betriebsanweisung, etc.);
- Freimachung des Baufeldes und Baustelleneinrichtung;
- Sicherung bestehender Bauten und Einrichtungen;
- Bau der Anlage (Infrastruktur mit Anschluss an Schnittstellen) und Aufstellung bzw. Errichtung der Anlagenkomponenten;
- Wiederherstellung der Oberflächen / Verkehrsflächen;
- Inbetriebnahme der Anlagenkomponenten und der Gesamtanlage mit Funktionstests und genehmigungsrechtlichen Prüfungen;
- Abnahme der baulichen Anlagen nach baurechtlichen Erfordernissen für Sonderbauten (falls erforderlich gemäß Baugenehmigung).

Zur Konkretisierung der Planungsgrundsätze in Abschnitt 11 sind die folgenden Anforderungen an die Planung und den Bau von LNG-Anlagen (Tankstellen) zu berücksichtigen.

10.2 Sicherheitsrelevante Maßnahmen

Bei der Errichtung (bzw. schon in der Planung) einer LNG Tankstelle sind sicherheitsrelevante Maßnahmen zu berücksichtigen, die zur Beherrschung / Eindämmung möglicher Störfälle dienen. Die Gefährdung ergibt sich hauptsächlich durch unkontrolliertes Austreten von LNG oder Gas, Brand oder Druckwirkung.

Mögliche Szenarien sind dabei:

- Gasfreisetzung über Ausbläser:
Austritt von Gas beim Ansprechen des Sicherheitsventils des LNG-Lagertankes. Mittels Ausbreitungsrechnung kann die Größe und Lage der Wolke eines zündfähigen Gasgemisches berechnet werden. Darauf basierend werden notwendige Abstände und Ex-Schutz-Zonen festgelegt.
- Lachenverdampfung:
Austritt von flüssigem LNG führt zu einer Lachenbildung und anschließender Verdampfung. Ein zündfähiges Gasgemisch kann sich bilden, im Ergebnis von Ausbreitungsrechnungen können notwendige Sicherheitsabstände festgelegt werden.
- Lachenbrand:
Ein Lachenbrand entsteht nach Zündung der Gaswolke nach Lachenverdampfung. Dauer und Wärmestrahlung des Brandes führen zur Festlegung von Schutzabständen.
- Explosion bei einer Lachenverdampfung:
Dieser Fall ist bei kleinen mobilen/stationären Tankstellen sehr unwahrscheinlich, da eine Explosion nur bei einer ‚Eindämmung‘ (Verhinderung der Ausbreitung der Gaswolke) einer zündfähigen Gaswolke erfolgt. Aus der Explosion resultierende Überdrücke können berechnet werden und entsprechende Maßnahmen (Abstände, Maßnahmen) konzipiert werden.

Beim Bau einer LNG Tankstelle sind Schutz- und Sicherheitsabstände zu Anlagenteilen innerhalb der Tankstelle und zu anderen baulichen Anlagen bzw. Gefahrenquellen nach den einschlägigen Regelungen der TRBS / TRGS zu berücksichtigen. Die DIN EN ISO 16924 kann als weitere Erkenntnisquelle verwendet werden.

Darüber hinaus sind beim Bau einer LNG Tankstelle weitere sicherheitsrelevante Grundlagen zu berücksichtigen:

- Abstand zu Kanälen und Schächten oder tieferliegenden Öffnungen zur Begrenzung der Ausbreitung der Brand- und Explosionsgefahr.
- Geeignete Aufstellung der Anlagenteile zur gefahrlosen Ableitung der Gase.
- Einhaltung von Flucht- und Rettungswegen.
- Ausreichende Abstände für Maßnahmen zur Kühlung.
- Schutz von Druckbehälter und Ausrüstung gegen Fahrzeuganprall und andere mechanischen Einwirkungen, um Beschädigungen mit gefährlichen Auswirkungen auf Beschäftigte oder Dritte zu minimieren.

10.3 Kennzeichnungspflicht

Für Anlagenteile und Arbeitsmittel einer LNG Tankstelle müssen im Rahmen der zu ergreifenden Schutzmaßnahmen nach BetrSichV, nach der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) ausreichende, verständliche und gut wahrnehmbare Sicherheitskennzeichnungen und Gefahrenhinweise gemäß TRGS Regeln und europäischer CLP-Verordnung angebracht werden (gilt sowohl in Räumen als auch im Freien).

Alle gelagerten Gefahrstoffe sollen identifizierbar sind. Anlagen sind dazu mit einer Kennzeichnung zu versehen, die ausreichende Informationen über die Einstufung enthält und aus der die Gefährdungen bei der Handhabung und die zu beachtenden Schutzmaßnahmen hervorgehen oder abgeleitet werden können.

10.4 Gutachterliche Stellungnahmen während der Planungsphase

Für die Planung einer mobilen (oder auch kleinen stationären) LNG-Tankstelle mit einem üblichen Lagervolumen von weniger als 50 Tonnen LNG sind folgende gutachterliche Stellungnahmen durch anerkannte Sachverständige (anerkannt im Bundesland des Standorts und der jeweiligen Zulassungsbehörde für die baulichen Anlagen und jeweiligen Verkehrsmittel) bzw. zugelassene Überwachungsstellen (ZÜS) zu erstellen:

- Standortbegutachtung und Erstellung eines Prüfberichts einer ZÜS gemäß § 18 BetrSichV;
- Sicherheitskonzept bzw. sicherheitstechnischen Unterlagen und deren Prüfung gemäß § 29a BImSchG
- Brandschutzkonzept für den aktiven und passiven Feuerschutz
- Gefährdungsbeurteilung und Explosionsschutzkonzept nach ArbSchG, BetrSichV und insbesondere GefStoffV

einschließlich Stellungnahmen zu den folgenden Aspekten:

- Rettungs-, Flucht-, und Evakuierungspläne,
- Alarm und Gefahrenabwehr,
- Leckagevorsorge- und Maßnahmenplan,
- Umweltmanagementplan,
- Lärmmanagementplan.

10.5 Baurechtliche Belange

Prüfungen von Technischen Anlagen und deren Unterlagen durch anerkannte Sachverständige ergeben sich aus dem Baurecht für LNG Tankstellen als ‚Sonderbauten‘ (siehe BauO und PrüfVO NRW). Dies betrifft insbesondere die elektrischen Anlagen und die Brandschutztechnischen Einrichtungen.

Für bauliche Anlagen (z. Bps. Betriebsstätten) sind – soweit nicht bereits im Rahmen des Bauantrags erfolgt - spätestens mit der Anzeige des Baubeginns bei der unteren Bauaufsichtsbehörde die erforderlichen bautechnischen Nachweise mit den erforderlichen Bescheinigungen eines staatlich anerkannten Sachverständigen einzureichen. Diese beinhalten Nachweise zum Schallschutz, Wärmeschutz und Brandschutz und zur Standsicherheit. Inwieweit diese verspätete Vorlage der Unterlagen auch für Sonderbauten gilt, ist mit der Bauaufsicht bzw. genehmigende Behörde zu klären.

Nach BauO ist die Bauausführung stichprobenartig von einem staatlich anerkannten Sachverständigen zu prüfen.

11 INBETRIEBSETZUNG MOBILE LNG-ANLAGE

11.1 Prüfungen vor Inbetriebnahme überwachungsbedürftiger Anlagen

Gemäß ProdSG und § 15 BetrSichV in Verbindung mit Anhang 2 der BetrSichV sind folgende Prüfungen vor erstmaliger Inbetriebnahme der LNG-Tankstelle durch eine zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) oder eine zur Prüfung befähigte Person durchzuführen (siehe auch TRBS 1201):

- Prüfung der technischen Unterlagen und Vorhandensein der EG-Konformitätserklärungen.
- Prüfung der Sicherheit der Anlage unter Berücksichtigung der Aufstellbedingungen im Einklang mit der BetrSichV.
- Gefährdungsbeurteilungen zur Verwendung von Arbeitsmitteln gemäß BetrSichV und GefStoffV unter Berücksichtigung des Explosionsschutz vor Aufnahme von Tätigkeiten an LNG Anlagen soweit nicht bereits in der Planung erfolgt.
- Technische Prüfungen auf Grundlage von BetrSichV, Anhang 2, Abschnitt 3 (Explosionsgefährdungen) und 4 (Druckanlagen) und der Gefährdungsbeurteilung nach BetrSichV und TRBS 1111.
- Technische Prüfungen der Druckanlage und der Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen durch eine ZÜS gemäß TRBS/TRGS-Regelungen (siehe TRBS 1201, 2152, 3145, 3146, 3151) und auf Grundlage der Gefährdungsbeurteilung nach BetrSichV und TRBS 1111.

Die Festlegung der Prüffristen (gemäß TRBS / TRGS Regelungen) unter Einhaltung der Höchstfristen gemäß BetrSichV hat für die wiederkehrenden Prüfungen für die Druckanlagen innerhalb von maximal sechs Monaten nach Inbetriebnahme und für die Anlagen(teile) in explosionsgefährdeten Bereichen vor der Inbetriebnahme zu erfolgen.

11.2 Funktionale Prüfungen und Tests im Rahmen der Inbetriebnahme der Anlage

Zur Inbetriebnahme und auch Abnahme der Anlage sind folgende Tests und Prüfungen durchzuführen (siehe DIN EN ISO 16924):

- Druckprüfungen aller Druckbehälter und Druckleitungen
- Dichtigkeitsprüfungen aller LNG-Komponenten
- Reinigung aller Rohrleitungen durch Druckluft oder Stickstoff oder Inert-Gas
- Elektrische Funktionsprüfungen

- Funktionaler Test aller Sicherheitseinrichtungen einschließlich aller Druckbegrenzungseinrichtungen (Ventile), Überfüllschutz, Not-Aus Systeme, Notfalltrennsystem (Kupplungen), Detektoren und Sensoren, etc.
- Funktionaler Test der Brandschutzeinrichtungen (Melde- und Alarmeinrichtungen, Pumpen, stationären Löschanlagen (falls erforderlich)).

11.3 EU-Konformitätsbescheinigungen und CE-Kennzeichnung

Für alle Druckgeräte und Komponenten (Geräte und Schutzeinrichtungen) in Explosionsschutzzonen gemäß der entsprechenden EU Richtlinie 2014/68/EU (Druckgeräte, bzw. Druckgeräteverordnung - 14. ProdSV) und EU Richtlinie 2014/34/EU (bzw. Explosionsschutzprodukteverordnung - 11. ProdSV) sind die entsprechenden EU-Konformitätserklärung (Erklärung zur Erfüllung der wesentlichen Sicherheitsanforderungen eines Produkts) auszustellen und die CE-Kennzeichnung an den Geräten anzubringen.

Ähnliches gilt für die Bauprodukte zum Bau der Anlage, ihrer Infrastruktur und der technischen Ausrüstung, deren Konformität mit den technischen Baubestimmungen gemäß Bauproduktenverordnung (BauPVO) zu erklären und zu kennzeichnen ist.

12 LEISTUNGSTEST, PROBEBETRIEB UND ABNAHME MOBILE LNG-ANLAGE (EINSCHL. SCHULUNG DES PERSONALS)

12.1 Leistungstest

Leistungstest, welche über die Prüfungen zur Inbetriebnahme hinausgehen, sind nicht normiert und sind nach Angaben des Auftraggebers vertraglich zu vereinbaren und durchzuführen.

Die Leistungstest können als Grundlage für die Überprüfung vertraglicher Garantien des Herstellers der LNG-Tankstelle bzw. wesentlicher Anlagenteile dienen.

12.2 Probebetrieb

Anforderungen an einen Probebetrieb sind nicht normiert und sind nach Angaben des Auftraggebers vertraglich zu vereinbaren und durchzuführen.

Im Rahmen der Inbetriebnahme wird eine erste Befüllung des LNG-Tanks zu Testzwecken vorgenommen.

12.3 Abnahme der Anlage

Die ‚Abnahme‘ der Anlage ist Teil der Inbetriebnahme (siehe Abschnitt 14) und durch ein Protokoll gemeinsam durch Auftraggeber und Hersteller zu dokumentieren. Mit der Abnahme beginnt die Gewährleistungsfrist(en) der Anlagenteile der Tankstelle.

Die Abnahme teilt sich in eine technische Abnahme (funktionelle und sicherheitstechnische Prüfung aller Anlagenkomponenten der LNG-Anlage) und eine bauliche Abnahme der bautechnischen Anlagen und der Infrastruktur (soweit erforderlich nach den Erfordernissen der BauO bzw. PrüfVO für Sonderbauten).

12.4 Betriebsanweisung

Bevor Beschäftigte Arbeitsmittel erstmalig verwenden, hat der Arbeitgeber ihnen eine schriftliche Betriebsanweisung für die Verwendung des Arbeitsmittels in verständlicher Form in deutscher Sprache zugänglich zur Verfügung zu stellen (siehe §14, GefStoffV).

Die Betriebsanweisung ist bei sicherheitsrelevanten Änderungen der Arbeitsbedingungen zu aktualisieren und bei der regelmäßig wiederkehrenden Unterweisung des Betriebspersonals in Bezug zu nehmen.

Betriebsanweisungen müssen für die Gesamtanlage und die einzelnen Anlagenteile folgende Aspekte abdecken:

- Betriebsparameter (Füllgrade, Temperaturen, Drücke, etc.)
- Inbetriebnahme und Außerbetriebnahme der Anlage,

- Bedienung der Anlagenteile und Ausrüstung der LNG Tankstelle,
- Gefahrenpotenziale und Schutzmaßnahmen,
- Maßnahmen bei Störungen, Schadensfällen und Unfällen und Beseitigung von Störungen,
- Maßnahmen im Brandfall oder nach Explosionen,
- Regelmäßige Prüfungen und Kontrollen der Anlagenteile,
- Prüfintervalle für alle Anlagenteile,
- Instandhaltungsmaßnahmen,
- Kontaktinformation zu Herstellern und für Notfälle (evtl. durch separaten Notfall- und Rettungsplan).

12.5 Schulung des Betriebspersonals

Der Arbeitgeber hat die Beschäftigten vor der ersten Verwendung von Arbeitsmitteln tätigkeitsbezogen (und danach in regelmäßigen Abständen, mindestens jedoch einmal jährlich) anhand angemessener und verständlicher Informationen (Betriebsanweisungen) basierend auf der letzten aktuellen Gefährdungsbeurteilung zu unterweisen.

Die Schulung des Betriebspersonals umfasst die folgenden Aspekte:

- Gefährdungen durch die Arbeitsumgebung,
- Erforderliche Schutzmaßnahmen und Verhaltensregelungen,
- Maßnahmen bei Betriebsstörungen, Unfällen und zur Ersten Hilfe bei Notfällen.

Weiterer Bestandteil der ersten und wiederkehrenden Unterweisungen sind auch die allgemeinen Regeln der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes am Arbeitsplatz gemäß den einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften. Dies betrifft sowohl das Personal während der Bauphase und Inbetriebsetzung als auch das Bedienungspersonal.

Der Betreiber der Tankstelle hat sich zu vergewissern, dass nur geschultes Personal die Tankstelle bedient bzw. befüllt. Gleiches gilt auch für das verantwortliche Personal der LNG-Fahrzeuge. Der Betreiber hat auch Dritte (z.B. Personal der Verkehrsmittel) von den Gefährdungen durch die Anlage zu informieren.

Betriebsanweisungen für die Schnittstellen Fahrzeug/Tankstelle sind auch mit den Fahrzeugen mitzuführen oder auch vor Ort zur Verfügung zu stellen.

Teil der Unterweisung im Umgang mit Gefahrstoffen ist laut §14 GefStoffV auch eine allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung der Beschäftigten.

13 BETRIEB MOBILE LNG-ANLAGE

13.1 Allgemeines

Grundlagen und Leitlinien für die Prüfung von Tankstellen können dem DEKRA Praxis-Leitfaden für Tankstellen [15] entnommen werden, welcher zwar für Tankstellen von wassergefährdenden Mineralöl-Brennstoffen entwickelt wurde, gemäß der gemeinsamen Grundlage der TRBS 3151/TRGS 751 für Mineralöltankstellen und Gasfüllanlagen aber auch als Richtlinie für die betriebliche Prüfung von LNG Tankstellen dienen kann (ohne Berücksichtigung der mineralöl-relevanten Aspekte).

Als Beispiel für eine (sehr kurze, nur einseitige) Bedienungsanleitung für eine mobile LNG Tankstelle sei hier die ‚Bedienungsanleitung LNG Tankstelle‘ der Firma GasCom genannt [16].

Des Weiteren gelten für die mobile LNG-Tankstelle am Hafen Duisburg die ‚Gefahrenstoff- und Betriebsanweisungen‘ [17] (Excel-Datei). Diese Anweisungen gem. §14 GefStoffV beschreiben knapp für die LNG-Anlage und die mit LNG betriebenen Fahrzeuge die wesentlichen Gefahren und entsprechenden Schutzmaßnahmen.

13.2 Wiederkehrende oder Erneute Prüfungen

Während des Betriebs der Anlage sind folgende Prüfungen zur Betriebssicherheit vorzunehmen und zu dokumentieren:

- Prüfung aller Arbeitsmittel vor der erstmaligen Verwendung nach §14 BetrSichV (falls nicht bereits in der Planung und für den Bau der Anlage geschehen)
- Wiederkehrende Prüfung der Funktion und Wirksamkeit technischer Schutzmaßnahmen gemäß GefStoffV mindestens jedes dritte Jahr.
- Regelmäßige Überprüfung der Gefährdungsbeurteilung nach §3 BetrSichV gemäß dem Stand der Technik zur Anpassung von Schutzmaßnahmen (siehe TRBS 1111) und zur Festlegung von Prüfumfängen und Prüfintervallen.
- Instandhaltungsmaßnahmen damit die Arbeitsmittel der Anlage während der gesamten Verwendungsdauer den für sie geltenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen entsprechen und in einem sicheren Zustand erhalten werden.
- Wiederholungsprüfung für Arbeitsmittel nach §14 und Anhang 3, Abschnitt 2 BetrSichV (sichere Installation und Aufstellung sowie Dichtheit und sichere Funktion):
 - für ortsveränderliche Flüssiggasanlage mindestens alle 2 Jahre,
 - für ortsfeste Flüssiggasanlage mindestens alle 4 Jahre,
 - Flüssiggasanlagen in oder an Fahrzeugen mindestens alle 2 Jahre,

- Fahrzeuge mit Flüssiggas-Verbrennungsmotoren, die nicht Regelungsgegenstand der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung sind mindestens jährlich.
- Wiederkehrende Prüfung der überwachungsbedürftigen Anlagen nach §3, §16 und Anhang 2 (Abschnitt 3 und 4) der BetrSichV
 - Explosionsschutz - Geräte, Schutzsysteme, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen: alle 3 Jahre,
 - Explosionsschutz - Anlagenteile in explosionsgefährdeten Bereichen: alle 6 Jahre,
 - Druckgeräte: Je nach Prüffart alle 2 bis 10 (max. 15) Jahre.
- Für die wiederkehrende Prüfung von ortsfesten bzw. ortsbeweglichen Druckanlagen und -behältern sind TRBS 1201 und 3145, 3146 und 3152 zu beachten. Diese Prüfungen beinhalten Dichtigkeitskontrollen, Korrosionsprüfungen, Kontrolle der Sicherheitseinrichtungen, Kontrolle der Füllverbindungen.
- Nach einem Austausch von Druckregeleinrichtungen, Gasströmungswächter oder Schlauchbruchsicherungen, Rohr- oder Schlauchleitungen, Verbrauchseinrichtungen sind diese einer erneuten Prüfung gemäß BetrSichV zu unterziehen (TRBS 1201).
- Erneute Prüfung von Anlagenteilen nach Instandhaltungsarbeiten und bei prüfpflichtigen Änderungen (Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen) gemäß § 15 und Anhang 2, Abschnitt 3 und 3 BetrSichV.

Das Ergebnis aller Kontrollen und Prüfungen ist vom Auftraggeber aufzuzeichnen (mit Prüfgegenstand, Art der Prüfung, Prüfumfang, Ergebnis der Prüfung und Name und Unterschrift der zur Prüfung befähigten Person) und aufzubewahren (bei Flüssiggasanlagen über die gesamte Verwendungsdauer der Arbeitsmittel) und der Anlagendokumentation beizulegen.

Als Beispiel für eine Prüf- und Wartungsplan für eine mobile Tankstelle ist hier der Prüf- und Wartungsplan der mobilen LNG-Tankstelle der Firma GasCom im Hafen Duisburg wiedergegeben. Darin sind als kürzeste Intervalle unterjährige Prüfintervalle für den LNG-Füll- und Rückführungsschlauch und die Funktion der Sicherheitseinrichtungen aufgeführt, sowie eine jährliche Prüfung der Gaswarnanlage.

Prüf- und Wartungsplan der mobilen LNG-Tankstelle

Bezeichnung	Maßnahme	Fristen
Wiederkehrende Prüfungen durchgeführt durch Fa. GasCom	Anlagensicherheit	2 Jahre
	CSC	2,5 Jahre
	Explosionsschutz	3 Jahre
	Gaswarnanlage	jährlich
	Feuerlöscher	2 Jahre
	Eichung	Jährlich
	Aufstellungsprüfung	nach Aufstellung
	Zulassung ADR T9-Bescheinigung	2 Jahre
	Prüfung Gefahrgutrecht ADR	2 Jahre
	Hauptuntersuchung Fahrgestell	2 Jahre
	Sicherheitsprüfung	2 Jahre
	LNG-Füll- und Gasrückführungsschlauch	6- Monate
	Funktionskontrolle Sicherheitseinrichtungen	6-Monate

Abbildung 13-1: Prüf- und Wartungsplan GasCom für mobile LNG-Tankstelle

Zusätzlich zu den Prüfungen nach BetrSichV sind wiederkehrende Prüfungen für die technischen Anlagen von Gebäuden und anderen baulichen Anlagen gemäß PrüfVO NRW vorzunehmen. Die langen Prüffristen betragen 3 bzw. 6 Jahre je nach Art der technischen Anlage, können jedoch von der Bauaufsicht verkürzt werden.

Weitergehende (strengere) Prüfvorschriften der Hersteller bzw. nach den geltenden Normen und Vorschriften mit wesentlich kürzeren Prüfintervallen (siehe auch BetrSichV) bleiben von den Bestimmungen der PrüfVO unberührt.

Im Rahmen der Brandschau bzw. Brandverhütungsschau (alle 6 Jahre in NRW gemäß Gesetz über den Brandschutz, die Hilfeleistung und den Katastrophenschutz (BHKG) und dem Betrieb sicherheitsrelevanter technischer Anlagen) gibt es weitere technische Anforderungen für wiederkehrende Prüfungen, wie z.B. für Feuerlöscher (= Druckgeräte). Eine Übersicht der Prüfung von bautechnischen Anlagen gibt die folgende Abbildung aus [18].

Einrichtung	Vorschrift	Prüffrist	Qualifikation
Feuerlöscher	▪ BGV A1, § 39 (3)	2	SK
	▪ BGR 133, Nr. 6	2	SK
	▪ DIN 14406-4	2	SK
automatische Schiebetüren in Rettungswegen	▪ AutSchR, ▪ ASR A1.7 Nr. 10 ▪ BGR 232, Nr. 6	1	SK
Einrichtungen zum selbsttätigen Schließen von Feuerschutzabschlüssen	▪ Richtlinien des DIBT ▪ für Feststellanlagen ▪ ASR A1.7, Nr. 10.2 (3) ▪ Bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis ▪ Herstellerangaben	1	FK / SK
kraftbetätigte Tore	▪ ASR A1.7 Nr. 10 ▪ BGR 232, Nr. 6	1	SK
elektrische Verriegelungen von Türen in Rettungswegen	▪ EltVTR, Nr. 6 ▪ Betriebsanleitung der Hersteller	1	SK
Schutzvorhänge zwischen Bühne und Versammlungsraum	▪ BGV C1, §§ 33, 34 ▪ BGG/GUV-G 912	1 4	SK SV
Blitzschutzanlagen	▪ DIN 62305-3 ▪ VdS 2010	1-5	SK
Rauchabzüge in Treppenträumen	▪ VdS 2221 ▪ Herstellerangaben	1	FK

SV: Sachverständige Person / SK: Sachkundige Person / FK: Fachkundige Person / Prüffrist: in Jahren

Abbildung 13-2: Prüfintervalle für bautechnische Belange

Im Wesentlichen sind für mobile und kleinere LNG-Tankstellen (ohne Betriebsgebäude) die Regelungen nach BetrSichV maßgebend.

13.3 Allgemeine Betriebliche Maßnahmen

Die Regelungen für den Betrieb der Gasanlagen und die zugehörigen Schutzmaßnahmen sind in den einschlägigen TRBS/TRGS Vorschriften enthalten, auf die hier verwiesen wird.

Die Anlage ist durch qualifiziertes, geschultes und autorisiertes (siehe § 12 BetrSichV) Personal so zu bedienen, dass Beschäftigte und andere Personen nicht gefährdet werden.

Beim Betrieb der Anlage sind Gefahrenbereiche gemäß TRBS/TRGS zu beachten und Sicherheits- und Schutzabstände einzuhalten.

Das Bedienpersonal muss entsprechende Schutzausrüstung bei der Handhabung von LNG führenden Systemen tragen (LNG-Schutzhandschuhe, Helm mit Augenschutz, komplett körperdeckende Kleidung).

Die Anlage einschließlich ihrer Ausrüstungsteile und aller Rohrleitungen sind so zu betreiben, zu kontrollieren und instand zu halten, dass sie bei den aufgrund der vorgesehenen Betriebsweise zu erwartenden mechanischen, chemischen und thermischen Beanspruchungen technisch dicht sind.

Das Füllen der Druckanlagen für Gase darf nur dann erfolgen, wenn sichergestellt ist, dass ein Überfüllen sicher verhindert wird, z. B. durch eine Überfüllsicherung.

Innerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen dürfen keine Fahrzeuge in nicht explosionsgeschützter Ausführung verkehren. Davon darf nur abgewichen werden, wenn sichergestellt ist, dass im Bereich der Fahrzeuge keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorhanden ist (Arbeitsfreigabe erforderlich).

Es ist sicherzustellen, dass während Befüll- oder Betankungsvorgängen sich im Gefahrenbereich (welcher in der Betriebsanweisung anzugeben ist) keine unbefugten Personen, Objekte oder Zünd- und Wärmequellen befinden. Der Gefahrenbereich oder die Sicherheitszone sind dementsprechend (temporär oder dauerhaft) zu kennzeichnen oder zu sichern.

An Füllanlagen zum Füllen entzündbarer Gase aus Fahrzeugbehältern muss eine Einrichtung zum Erden der Fahrzeugbehälter vorhanden sein, ausgenommen Eisenbahnkesselwagen, bei denen sichergestellt ist, dass sie über das Gleis ausreichend geerdet sind.

Der Betreiber hat dafür zu sorgen, dass Ausgänge und Angriffswege für die Brandbekämpfung freigehalten werden und dass keine unsachgemäßen Gegenstände innerhalb der explosionsgefährdeten Bereiche und der Schutzabstände keine Brandlasten befinden.

Feuerlöscher (gemäß Arbeitsstättenverordnung und TRBS) für die Bekämpfung von Entstehungs- und Umgebungsbränden müssen leicht erreichbar bereitgehalten werden. Wenn entzündbare Gase freigesetzt werden und brennen, ist das Ziel die Unterbrechung der Gaszufuhr und – falls möglich und soweit durch entsprechende Feuerlöschleinrichtungen gegeben – die Kühlung der Umgebung. Wenn ausströmendes Gas brennt und die Gaszufuhr nicht unterbrochen werden kann, dann soll in der Regel das brennende Gas nicht gelöscht werden, um die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre als Folge der Freisetzung des unverbrannten Gases zu vermeiden.

Bei Binnenschiffen ist beim Bunkern eine angemessene Beaufsichtigung des Bunkervorgangs und laufend eine effektive Wache und eine ständige Kommunikation zum Informationsaustausch zwischen Schiff und landseitiger LNG-Tankstelle zu gewährleisten.

Für weitere betriebliche Anforderungen wird auf § 15.07 „Sorgfaltspflicht beim Bunkern von Flüssigerdgas (LNG)“ der Rheinschiffahrtspolizeiverordnung (RheinSchPV) verwiesen.

13.4 Aktualisierung Betriebsanweisung

Die vorhandenen Betriebsanweisungen sind bei Änderung der Normen und Vorschriften, der Arbeitsmittel, der Gefährdungsbeurteilung oder im Falle sicherheitsrelevanter Änderungen der Arbeitsbedingungen vom Betreiber oder den Herstellern zu aktualisieren.

13.5 Training des Betriebspersonals

Die Anlage darf nur von beauftragten Beschäftigten bedient und gewartet werden, welche entsprechend unterwiesen wurden (§ 12 BetrSichV, § 14 GefStoffV und TRGS 555 („Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“)).

Das Personal ist in regelmäßigen Abständen und insbesondere bei Änderung von Gefährdungslagen, Vorschriften (Arbeitsschutz, Betriebssicherheit, Gefahrguttransport) oder Technischen Regeln (für die LNG Anlage selbst aber auch für die Verkehrsmittel bzw. deren Schnittstellen zu den Anlagenteilen) zu unterweisen,

um die Anlage auf dem jeweils aktuellen Stand der Sicherheitsanforderungen an LNG Anlagen betreiben zu können.

Weitere regelmäßige Schulungen und Unterweisungen sind (auch unabhängig von einer Änderung der Gefährdungsbeurteilung) zudem bezüglich des allgemeinen Arbeitsschutzes und Gesundheitsschutzes am Arbeitsplatz vorzunehmen.

13.6 Instandhaltung

Die LNG Anlagen der Tankstelle und der Fahrzeuge sind ordnungsgemäß zu prüfen und aufgrund regelmäßiger Maßnahmen zur Wartung und Inspektion instand zu halten.

Für Tätigkeiten von Beschäftigten bei der Instandhaltung von Anlagen ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Dabei sind die notwendigen Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der BetrSichV und GefStoffV zu berücksichtigen.

Umfang und Häufigkeit für die Instandhaltung richten sich im Einzelnen nach der Art der Verbindungen und Konstruktionen, Betriebsweise, Beanspruchung sowie Zustand und Eigenschaften der Arbeitsmittel und Werkstoffe. Sie soll die technische Dichtheit der Arbeitsmittel auf Dauer gewährleisten.

Umfang und Häufigkeit für die Instandhaltung sollten entweder bereits im Explosionsschutzdokument aufgenommen werden oder dort Bezug genommenen. Alternativ kann dies in weiteren Unterlagen festgelegt werden, z.B. in einer zugehörigen Betriebsanweisung oder einem Instandhaltungsplan.

13.7 Kooperation mit Dritten und zuständigen Behörden

Der Betreiber der Anlage hat je nach Bedarf, auf Grundlage behördlicher Anweisungen oder bestehender Vorschriften mit Dritten (Behörden, Prüfstellen) und anderen Betreibern, welche im Bereich der LNG Tankstelle operieren (z.B. der multimodalen Verkehrsmitteln) in Belangen der Arbeits- und Anlagensicherheit, dem Verkehrsmanagement und der Koordination der LNG Lade- und Tankvorgängen zu kooperieren und alle notwendigen Information auszutauschen.

Insbesondere ist folgende Kooperation zur oder nach der Inbetriebnahme erforderlich:

- Sondergenehmigung für Bunkern der LNG-Binnenschiffe durch Hafenpolizei.
- Lokale Feuerwehrstation zur Abstimmung notwendiger Übungen, Notfall- und Einsatzplanungen und Informationsaustausch bei Gefährdungsänderungen.
- Sonstige Kontakte mit Behörden und Prüfstellen im Rahmen der Überwachung der Anlage und wiederkehrender Prüfungen und Erlaubnissen bei baulichen Änderungen.

Koordination mit und zwischen den multimodalen Verkehrsmitteln zur Befüllung der LNG-Tanks und der (parallelen) Betankungen von Fahrzeugen und zur Einsatzplanung von Bedienungspersonal (falls erforderlich).

14 BETRIEB REACHSTACKER

14.1 Betankung

Zu Beginn des Forschungsprojektes erfolgte die Betankung wöchentlich durch einen Tankwagen. Die Betankung wurde dabei immer durch einen entsprechenden Fachmann der Fa. GasCom durchgeführt. Dabei wurden keine Probleme oder allgemeine Herausforderungen identifiziert. Erst als im Juli 2019 die stationäre mobile Tankstelle in Betrieb genommen wurde, war ein dauerhafter operativer Betrieb möglich. Durch die damit verbundene regelmäßige Betankung durch die geschulten Terminalmitarbeiter, konnten entsprechende Schwierigkeiten bei der Betankung identifiziert werden.

Eine wesentliche Schwierigkeit, die bereits früh nach der Inbetriebnahme identifiziert wurde und zu Verzögerungen im Tankbetrieb geführt hat, war ein zu kurzer Tankschlauch an der Tankstelle. Dies führte dazu, dass für die Betankung des Reachstackers erhöhte Rangierarbeit notwendig war.

Darüber hinaus konnten bei der Betankung Probleme am umgerüsteten Reachstacker identifiziert werden, die insb. aus der mangelnden Erfahrung bei der Umrüstung des Reachstackers resultieren, die es bei einer weiteren Möglichkeit zu berücksichtigen gilt. Folgende Probleme wurden auf Seiten des Reachstackers identifiziert:

- Probleme an der Tankzange am Tank. Dabei war insb. das sperrige Chassis, was im Rahmen der Umrüstung des Reachstackers verbaut wurde, ausschlaggebend für dieses Problem.
- Positionierung des LNG-Tanks wurde ungünstig gewählt. Bei der Umrüstung wurde die Position lediglich hinsichtlich des Punktes „Sicherheit“ beurteilt. Eine möglichst barrierefreie Zugänglichkeit beim Betankungsvorgang wurde dabei nicht betrachtet. Dies führte dazu, dass die Betankung des Reachstackers wesentlich mehr Zeit in Anspruch genommen hat, als anfänglich vermutet wurde.
- Der relativ hohe Kraftstoffverbrauch (sowohl Diesel als auch LNG) des Reachstackers und die daraus resultierende häufig späte Nachbetankung führte häufig zu einer Erhitzung des restlichen LNGs im Tank was wiederum zu Schwierigkeiten bei der Betankung geführt hat.

14.2 Operativer Betrieb

Aus Fahrersicht konnten keine merklichen Unterschiede zwischen dem Betrieb des Reachstackers im Dual-Fuel-Betrieb und im Diesel-Betrieb ausgemacht werden. Positiv wurde dagegen die im Gegensatz zu den übrigen Reachstackern am logport III höhere Motorleistung hervorgehoben. Zu Beginn des Betriebs des Reachstackers haben die Mitarbeiter bedingt durch häufigen Ausfall des Fahrzeugs (z.B. Motorschaden) ein ungutes Gefühl beim Fahrbetrieb. Besonders die Tatsache, dass der LNG-Tank direkt hinter der Fahrerkabine montiert ist, sorgte dafür, dass die Mitarbeiter „die mögliche Gefahr immer hinter sich wägen“. Dieses hat sich jedoch mit laufender Projektzeit merklich gelegt, so dass mehrfach bestätigt wurde, dass das Fahrzeug mittlerweile ohne größere Probleme verwendet wird. Negativ wurde teilweise die im Vergleich zu den übrigen Reachstackern größeren Abmaße des umgerüsteten Reachstackers erwähnt. Die Fahrer würden sich ein Fahrzeug mit geringeren Abmaßen und Dual-Fuel-Betrieb wünschen. Andererseits begrüßten einige der Befragten die Größe des umgerüsteten Reachstackers, da diese zwar die Rangierarbeiten erschwert, aber die Hubvorgänge aus der zweiten Reihe erleichtert.

14.3 Wartung und Instandhaltung

Im Rahmen des Testbetriebs wurde beim Reachstacker eine auffällige hohe Anzahl an Reparaturen festgestellt. Leider ließ sich nicht klären, ob diese Reparaturen auf den LNG-Einsatz oder das Alter des Reachstackers zurückzuführen sind.

Darüber hinaus kam es insbesondere in der Anfangsphase des Dual-Fuel Betriebs zu Schwierigkeiten im Dual-Fuel Problem. Ein besonders kritisches Thema war die Verbrennungstemperatur. Aufgrund eines größeren Schadens am Motor (Zylinderkopfdichtung verbrannt), wurde vermutet, dass die Verbrennungstemperatur durch den LNG-Einsatz zu hoch ist bzw. gewesen ist. Allerdings konnte auch nicht ausgeschlossen werden, dass der Schaden auf das Alter des Geräts zurück zu führen ist. Um den weiteren Testbetrieb aufrecht zu erhalten, wurden diese Schäden auf Kosten der Duisburger Hafen AG entsprechend behoben.

Positiv hervorzuheben ist, dass es trotz des LNG-Einsatzes zu keinen Veränderungen bei den Wartungsintervallen gegenüber dem Dieselmotorbetrieb gekommen ist. Gleichzeitig konnte aber auch keine positive Auswirkung auf den Rußpartikelfilter festgestellt werden.

15 BETRIEB TERMINALTRAKTOR

15.1 Betankung

Die Betankung des Terminaltraktors fand zunächst, analog zum Reachstacker, über einen wöchentlich bestellten Tankwagen statt. Durch diese wöchentliche Betankung konnte der Terminaltraktor nicht durchgängig eingesetzt werden und die Einsatzzeiten mussten genauer geplant werden. Zunächst wurde der Traktor bereits kurz nach der Betankung voll eingesetzt und der komplette Tankinhalt innerhalb der ersten ein bis zwei Tage verbraucht. Dadurch kam es zu einer längeren Standzeit mit fast leerem Tank bis zur nächsten wöchentlichen Betankung. Bei niedrigem Tankfüllstand erwärmt sich das verbliebene LNG jedoch schnell, wird gasförmig und der Druck im Tank steigt. Der erwärmte Tank bereitet bei der anschließenden Betankung das Problem, dass dieser zunächst unter hohem Aufwand durch ein Umpumpen heruntergekühlt werden musste. Der Betankungsvorgang verlängerte sich dadurch erheblich.

Ein weiteres Problem bei den ersten Betankungen war die zum Teil falsche Temperatur des getankten LNG. Insbesondere bei sehr kaltem LNG war der Druck im Tank des Terminaltraktors zu gering, so dass der Motor nicht starten konnte. Durch die korrekte Einstellung der LNG-Temperatur konnte dieses teilweise auftretende Problem behoben werden.

Die beschriebenen Schwierigkeiten konnten durch die Bereitstellung einer auf dem Terminal verbleibenden LNG-Tankeinheit abgestellt werden, da nun ein kontinuierlicher Betrieb und ein rasches Nachtankung gewährleistet werden konnten.

Bei der Vor-Ort-Tankeinheit gab es jedoch zunächst ebenfalls eine Phase, in der die Einstellungen optimiert werden mussten um eine reibungslose Betankung zu ermöglichen. Der Druck der Betankung musste zunächst vom Betanker reguliert werden, was sich als wenig praktikabel herausstellte, da dies vom Betanker nicht selbstständig zu beurteilen war. Nach einem Umbau der Betankungsanlage konnte der Druck automatisch reguliert werden, was sich für den Praxisbetrieb mit vielen unterschiedlichen Personen bei der Betankung als sinnvoll herausstellte. Insgesamt ist der Betankungsvorgang für LNG ein wenig aufwendiger als der für Diesel, insbesondere in der Phase als noch nicht alle Personen Übung im Umgang mit der Anlage sammeln konnten. Die Daten der Tankanlagen zeigen, dass häufig mehrere Betankungsvorgänge gestartet wurden bevor eine komplette Füllung des Tanks erreicht werden konnte.

Bezüglich der Erreichbarkeit des LNG-Tankstutzens am Terminaltraktor gibt es keinerlei Probleme, da sich dieser auf einer normalen Arbeitshöhe befindet und vom Boden aus ohne Probleme erreichen lässt. Auch der Anschluss des Betankungsstutzens an den Tank konnte ohne Schwierigkeiten durchgeführt werden. Die zu tragende Schutzausrüstung während des Betankungsvorgangs durch den Betanker stellt keine wesentliche Beeinträchtigung bezogen auf eine mögliche Bewegungseinschränkung dar.

15.2 Operativer Betrieb

Um zu beurteilen, ob der LNG-Terminaltraktor eine Alternative zum Diesel-Terminaltraktor darstellt, wurde die Praxiserfahrung aus Fahrersicht durch eine Befragung der Fahrer am logport III bewertet. Dabei haben die Fahrer besonders die höhere Motorisierung des LNG-Fahrzeugs hervorgehoben. Weiterhin seien im Betrieb teilweise bei Beschleunigungsvorgängen „kleine Leistungs-Löcher“ aufgetreten, welche auf Fehlzündungen im Motor zurückgeführt werden. Ansonsten können aus Fahrersicht keine merklichen Unterschiede zwischen beiden Antriebstechnologien ausgemacht werden. Teilweise attestieren die Fahrer dem LNG-Terminaltraktor,

dass er im Betrieb deutlich leiser ist als das Diesel-Fahrzeug. Etwaige Sorgen der Fahrer zu Beginn des Einsatzes des LNG-Fahrzeuges, wie z.B. Angst hinsichtlich einer möglichen Explosionsgefahr, haben sich mit steigender Nutzungsdauer gelegt. Zusammenfassend existieren aus Fahrersicht keine merklichen Probleme im Betrieb mit dem LNG-Terminaltraktor, so dass das Fahrzeug gerne als Alternative zum Diesel-Terminaltraktor verwendet wird. Daher wurden keine Verbesserungsvorschläge geäußert und ein Betrieb des LNG-Terminaltraktors über die Projektlaufzeit hinaus wurde präferiert.

15.3 Wartung und Instandhaltung

Ähnlich wie die bereits seit längerem eingesetzten Diesel-Terminaltraktoren wurden die LNG-Geräte mit einer „Full-Service“-Vereinbarung vom Hersteller geleast. Alle Wartungs- und Instandhaltungsaufgaben sind dadurch für den Terminalbetreiber inbegriffen und lediglich Ausfallzeiten können zusätzliche Kosten verursachen. Die Erfahrung mit dem LNG-Gerät zeigt jedoch, dass kein höherer Wartungs- und Instandhaltungsaufwand über die Laufzeit in Projekt angefallen ist. Einzelne zusätzliche Aufwände, wie z.B. in Folge der oben beschriebenen Betankung mit zu kaltem LNG, können keinem grundsätzlich höherem Aufwand bei der Wartung und Instandhaltung zugeschrieben werden. Sie sind eher auf Bedien- oder Einstellungsfehler im Anlauf der Testphase zurückzuführen.

Bezüglich der Reaktionsfähigkeit bei Störungen muss im Vergleich zum Diesel-Terminaltraktor jedoch mit einem längeren Vorlauf gerechnet werden. Da sich die verbaute Technik zum Teil erheblich von der eines Diesel-Terminaltraktors unterscheidet, müssen Spezialisten aus evtl. weiter entfernten Servicestandorten hinzugezogen werden. Im konkreten Fall wurden alle Störungen im Bereich des LNG-Antriebs von Servicepersonal aus den Niederlanden behandelt. Auf Grund der weiteren Verbreitung der Dieseltechnik kann der Service für konventionelle Terminaltraktoren auch von regionalen Servicestellen übernommen werden.

16 UNTERSUCHUNGESERGEBNISSE UDE

16.1 Tankvorgang, Zeitdauern und Mengen

Die mobile Tankstelle wurde während der Projektlaufzeit ab Juli 2019 auf dem logport III des Duisburger Hafens betrieben. Als Datengrundlage kann sowohl auf Messdaten der Tankstelle, wie z.B. der Zeitpunkt des Beginns einer Betankung und die dabei aufgenommene Menge, als auch auf erhobene Informationen des Betreibers der Tankstelle zurückgegriffen werden. Insgesamt wurden im Zeitraum von Mitte Juli 2019 bis Anfang März 2020 203 Tankvorgänge durchgeführt, in denen eine Gesamtmenge von etwa 15,9 Tonnen LNG aufgenommen wurde. Dabei wird als Tankvorgang eine Betankung mit einer Mindestaufnahmemenge von einem Kilogramm definiert. In Abbildung 16-1 ist die monatliche Verteilung von Tankvorgängen und Betankungsmengen dargestellt.

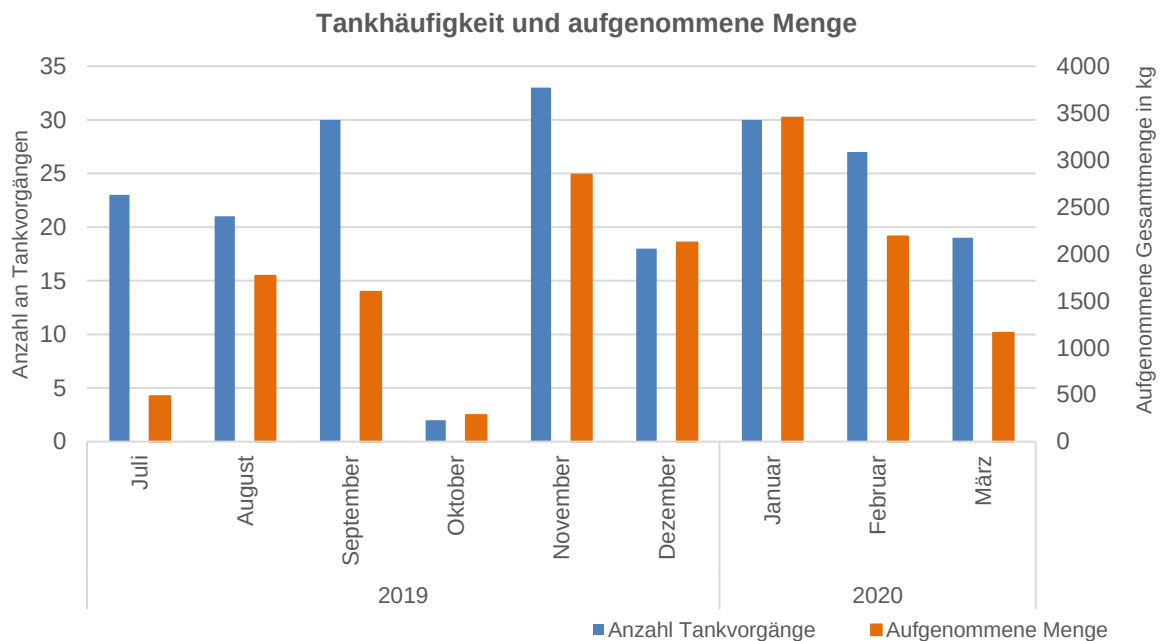


Abbildung 16-1: Monatliche Anzahl an Tankvorgängen und aufgenommener Gesamtmenge

Es fällt auf, dass im Oktober eine im Gegensatz zur übrigen Verteilung geringe Anzahl an Tankvorgängen vollzogen worden ist. Dies liegt in der Tatsache begründet, dass die Tankstelle im Oktober 2019 bei dem Betreiber der Tankstelle gewartet werden musste. Folglich war die Tankstelle in diesen Monaten nicht dauerhaft verfügbar, so dass der alltägliche Tankbetrieb beeinträchtigt worden ist. Anhand eines Vergleichs der durchschnittlich pro Tankvorgang aufgenommenen LNG-Menge zeigt sich jedoch, dass im Oktober mit etwa 142 kg pro Tankvorgang ausschließlich Vollbetankungen vollzogen wurden¹. Dem gegenüber wurden die Fahrzeuge im Juli häufig mit einer geringen Menge (im Durchschnitt 21 kg pro Tankvorgang) betankt. Im Hinblick auf die Lieferung der Tankstelle in ebendiesem Monat lässt sich die Vermutung zu, dass vermehrt Fahrer aus persönlichem Interesse Betankungen vollzogen haben, obwohl dies aus technischer Sicht noch nicht notwendig gewesen wäre.

¹ Vgl. Tankvolumen des Terminaltraktors nach Herstellerangaben 319 Liter LNG. Unter Berücksichtigung einer Dichte von LNG von etwa 450 kg/m³ nach [29] ergibt sich eine Speicherkapazität von etwa 143,55 kg.

In den folgenden Abbildungen (vgl. Abbildung 16-2 und Abbildung 16-3) werden die Auswertungen der Startpunkte der Tankvorgänge präsentiert. Es wird sowohl nach dem Wochentag, an dem getankt worden ist, als auch nach der Uhrzeit in Stunden unterschieden.

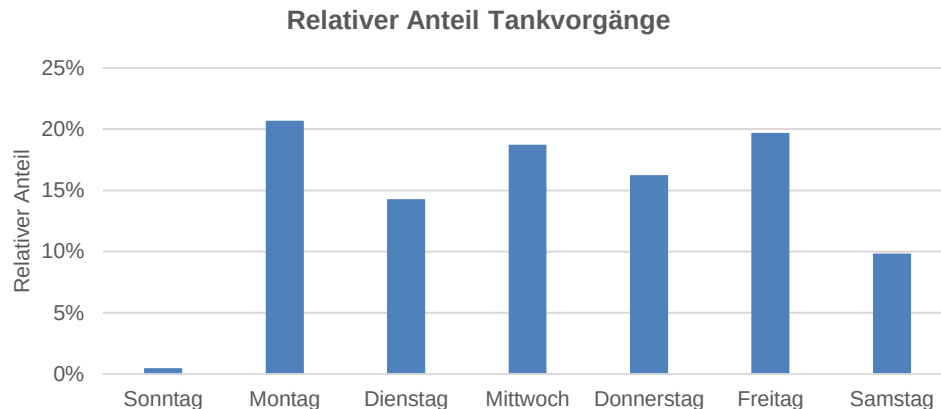


Abbildung 16-2: Relativer Anteil an Tankvorgängen unterschieden nach Wochentagen

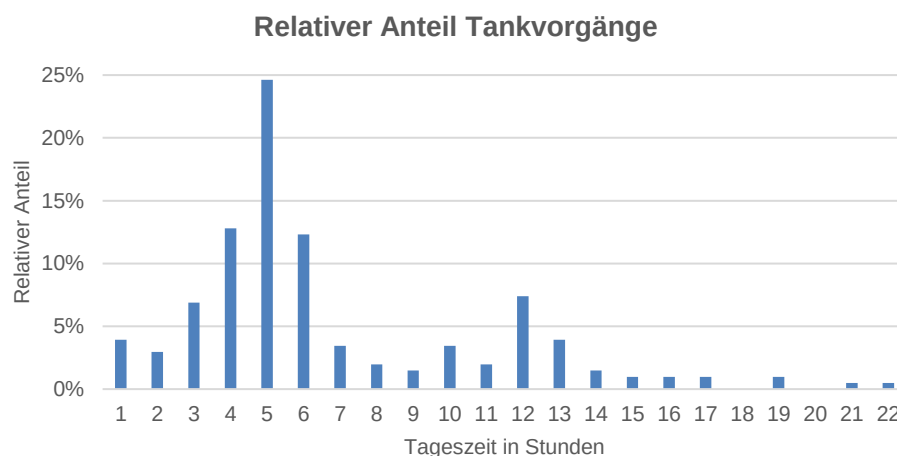


Abbildung 16-3: Relativer Anteil an Tankvorgängen unterschieden nach Tageszeit

Der Großteil der Betankungsvorgänge fand an Werktagen statt. Dabei werden die meisten Betankungen montags und freitags durchgeführt. An einem Sonntag wurde ausschließlich eine Betankung vollzogen. Die meisten Tankvorgänge (etwa 74%) erfolgen während der Nachtschicht im Zeitraum zwischen 22 Uhr und 6 Uhr. Allein im Zeitintervall zwischen 4 Uhr und 6 Uhr werden 50% der Tankvorgänge abgehalten. Die nachfolgenden Boxplots (vgl. Abbildung 16-4 und Abbildung 16-5) visualisieren die Verteilungen der Tankdauern und der Tankgeschwindigkeit. Im Durchschnitt verweilen die Fahrzeuge demnach zwischen etwa 300 Sekunden und 500 Sekunden (25%- bzw. 75%-Quartil), wobei der Mittelwert bei etwa 395 Sekunden und der Median bei 351 Sekunden liegt. Während der Tankvorgänge werden zwischen 844 kg und 1450 kg LNG pro Stunde aufgenommen (25%- bzw. 75%-Quartil). Im Mittel wird eine Menge zwischen 1072 kg (Mittelwert) und 1126 kg (Mittelwert) in einer Stunde aufgetankt.

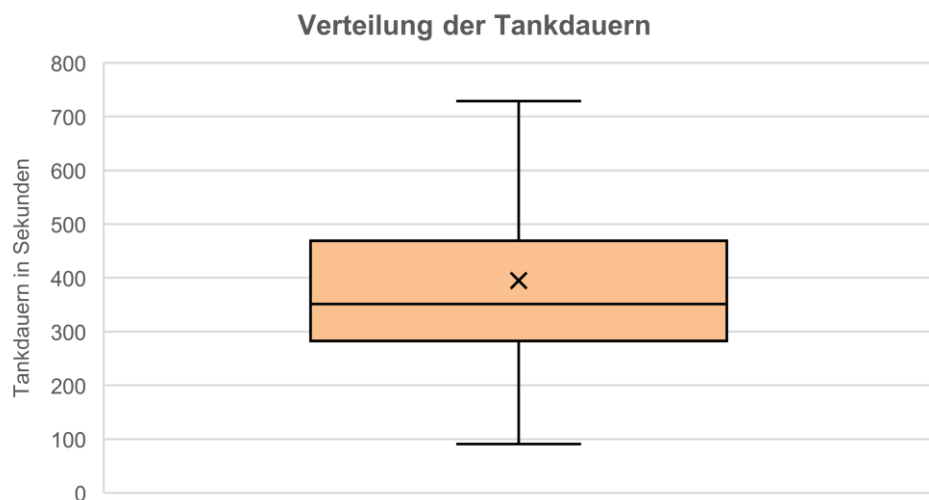


Abbildung 16-4: Boxplot-Darstellung der Tankdauern

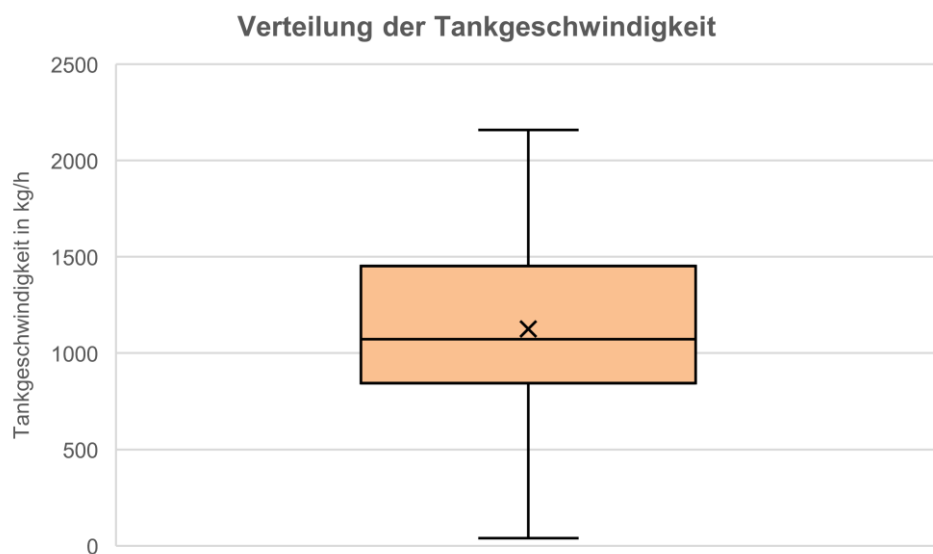


Abbildung 16-5: Boxplot-Darstellung der Tankgeschwindigkeit

Abbildung 16-6 visualisiert die Verteilung der Anzahl an Tankvorgängen unterteilt nach der jeweilig aufgenommenen Menge an LNG, wobei in 11 kumulierte Einstufung unterschieden wird. In etwa 53% der Betankungen wurde eine Menge bis 100 Kilogramm LNG aufgenommen. Da diese Menge das maximale Fassungsvermögen beider Fahrzeugtypen unterschreitet, folgt daraus, dass häufig Teilfüllungen stattgefunden haben, obwohl der Tank noch nicht vollständig entleert war. Dies kann, wie zuvor erwähnt, z.B. auf das persönliche Interesse der Fahrer an der neuen Betankungsinfrastruktur und –technik zurückgeführt werden. Andererseits kann dies ein Indiz dafür sein, dass Teilbetankungen durchgeführt werden mussten, um das LNG im Tank nach zu kühlen. Während etwa 36% der Tankvorgänge wurde eine Menge zwischen 100 kg und 150 kg LNG aufgetankt. Im Hinblick auf den zuvor aufgeführten Tankumfang des Terminaltraktors von etwa 144 kg kann dabei von einer Vollbetankung dieses Fahrzeugtyps ausgegangen werden. Die höheren Aufnahmemengen zwischen 150 kg und bis zu 250 kg (etwa 11%) stellen Vollbetankungen des Diesel-LNG-Dual-Fuel Reachstackers dar, dessen Tank eine Menge nach Herstellerangaben zwischen 157,5 und 202,5 Kilogramm aufnehmen kann.

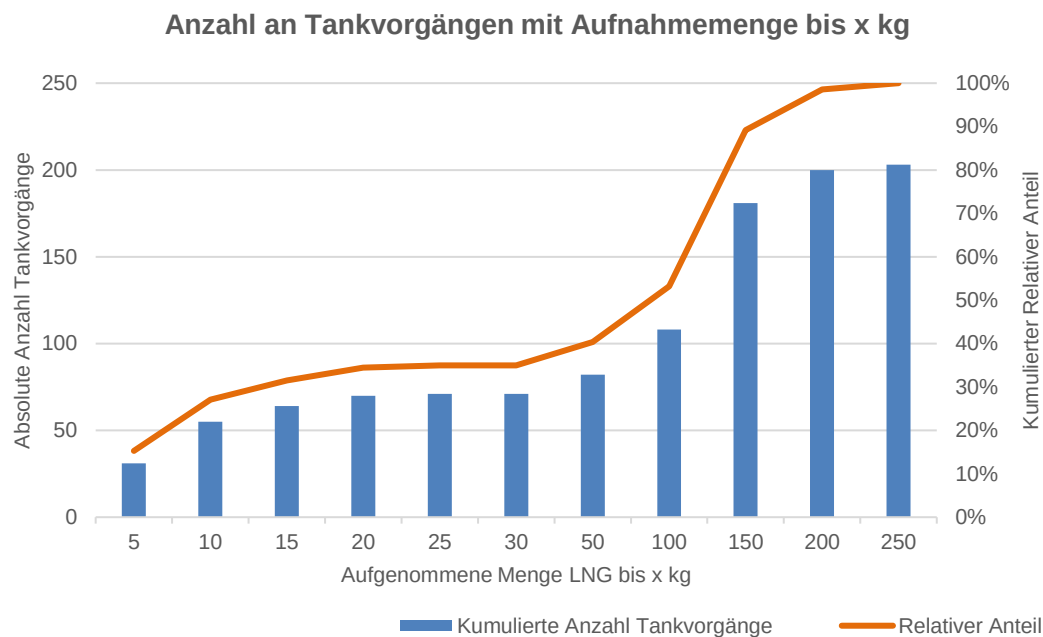


Abbildung 16-6: Anzahl und Verteilung an Tankvorgängen mit Aufnahmemenge bis x kg

Um einen Eindruck über den Tankvorgang aus Sicht der Mitarbeiter am logport III zu erhalten, wurden die subjektiven Wahrnehmungen der Fahrer aufgenommen und ausgewertet. Demnach beurteilen die Fahrer die Schwierigkeit eines Tankvorgangs als problemlos. Dabei zeigte sich, dass die Fahrer zu Beginn der Nutzung der LNG-Fahrzeuge eine skeptische und zurückhaltende bzw. ängstliche Haltung zum Kraftstoff LNG und dessen Betankung besaßen. Diese Haltung habe sich während der Projektlaufzeit bedingt durch die steigende Erfahrung im Umgang mit den Fahrzeugen und der Tankstelle stark gemindert. Besonders hervorgehoben wurde die Wichtigkeit der Einweisung durch Fachpersonal und das Einhalten der geltenden Sicherheitsbestimmungen, der vorzunehmenden Vorkehrungen und der vorgegebenen Arbeitsschritte. Der Zeitaufwand zur Durchführung der eigentlichen Betankung wurde als nicht merklich zeitaufwändiger eingestuft. Lediglich die Vorbereitung der Betankung wurde aus den zuvor genannten Gründen als etwas zeitintensiver beschrieben. Grundsätzlich gibt es aus Sicht der Fahrer keine Probleme im Umgang mit der Tankstelle, so dass auch keinerlei Verbesserungsvorschläge dahingehend geäußert wurden.

16.2 Wirkungsgrade und Kraftstoffverbrauch von LNG betriebenen Fahrzeugen

Bei LNG betriebenen Fahrzeugen werden oft angepasste Otto- oder Dieselmotoren eingesetzt. Hierbei weisen Ottomotoren Vorteile auf, da Sie mit dem Zündverhalten von Methan, welches der Hauptbestandteil von LNG ist, besser zurechtkommen. Der Wirkungsgrad von Methan ist, aufgrund der Energiedichte, ca. 20% (bezogen auf Kilowattstunde pro Kilogramm) höher als der der anderen Kraftstoffe Diesel oder Benzin. Es ist zwischen monovalenten, bivalenten Antrieben und Dual-Fuel-Systeme zu unterscheiden.

Monovalente Antriebe sind auf ein Kraftstofftyp optimiert und kommen mit alternativen Kraftstoffen schlecht bis gar nicht zurecht, Beispiele sind reine Benzin oder Dieselmotoren. Bivalente Antriebe können zumindest mit zwei verschiedenen Kraftstofftypen zurechtkommen. Ein Beispiel sind Motoren, die sowohl mit reinem Benzin als auch mit reinen LNG, ohne Beimischung von anderen Kraftstoffen, betrieben werden können. Hier ist ein jederzeitiges Umschalten zwischen den Kraftstofftypen möglich. Demgegenüber benötigen Dual-Fuel-

Systeme immer Beimischungen eines weiteren Kraftstoffs, hier werden beide Kraftstoffe gemeinsam verbrannt. Nur monovalente Antriebe können das volle Potenzial eines Treibstoffs ausnutzen. [19] Well to Wheel beschreibt die Wirkungskette von der Gewinnung und Erzeugung des Kraftstoffs, über den Transport, den Treibstoff bis zur Umwandlung in kinetische (Antriebs-) Energie. Demgegenüber wird bei der Well to Tank Betrachtung die Umwandlung in kinetische Energie ausgelassen. Die Betrachtungsweise Tank to Wheel betrachtet die Wirkungskette vom Fahrzeugtank zum Rad. Die Wirkungskette ist wesentlich bei der Wirkungsgradbetrachtung. Im Umweltbericht des LeanDeR Projekts liegt die Well to Tank Betrachtung zu Grunde.

Der Wirkungsgrad beim rein auf LNG Betrieb betriebenen Gerät ist positiv zu bewerten. Zudem war ein auf Dual-Fuel betriebener Reachstacker teil der Untersuchung. Weitere Information sind im Umweltbericht des LeanDeR-Projekts zu finden. [20]

16.3 Lastzyklen

Die Emissionsprüfung von Motoren, die in nicht straßengebundenen mobilen Maschinen eingesetzt werden, erfolgt seit der EU-Richtlinie 2004/26/EG sowohl durch stationäre Prüfzyklen nach der ISO 8178 als auch durch einen dynamischen Prüfzyklus, den Non-Road-Transient-Cycle (NRTC). [21] Dieser dynamische Prüfzyklus wurde im Jahre 2002 fertiggestellt und enthält typische Nutzungsmuster von sieben dieselbetriebenen mobilen Maschinen verschiedener Kategorien. [22] Da die Emissionen der Motoren ausgehend von diesem Zyklus bestimmt werden, sollte dieser Zyklus den Alltagsbetrieb der Motoren der Hafenumschlaggeräte ausreichend genau wiedergeben. Ebenfalls wird dieser Zyklus im Zuge von *In-Service-Monitoring*, also der Untersuchung der ausgestoßenen Emissionen eines Verbrennungsmotors im Alltagsbetrieb, zur Definition einer Mindestprüfdauer vorgegeben. Dabei muss der Motor im Testfahrzeug mindestens die fünf- bis siebenfache mechanische Arbeit, die zur Bewältigung des NRTC notwendig ist, leisten. [23] Dementsprechend sollte der NRTC die alltägliche Verwendung der Motoren ausreichend genau widerspiegeln, damit realistische Messdauern eingehalten werden und die Motorarbeitspunkte, die im laufenden Betrieb angefahren werden, untersucht werden. Um zu überprüfen, ob der NRTC die Alltagsverwendung der im Zuge dieses Projektes getesteten Fahrzeuge ausreichend genau abbildet, wurde im Zuge des Forschungsprojektes eine Möglichkeit untersucht, um spezifische repräsentative Lastzyklen für die Hafenumschlaggeräte auf Grundlage der realen Felddaten zu generieren. [24] Als in der Wissenschaft etablierte Methoden wurden sowohl eine Zyklusgenerierung auf Basis von Microtrips als auch eine stochastische Methode auf Grundlage von Markov-Ketten erprobt.

Ein Microtrip wird als Datenreihe von einem Motorleerlauf bis zum darauffolgenden Motorleerlauf festgelegt, wobei zwischen beiden Leerlaufpunkten ein Intervall mit Motorlast oberhalb des Leerlaufes auftreten muss. Dabei wird ein Motorleerlauf unabhängig vom Motormoment bei Auftreten der Leerlaufdrehzahl definiert. Anschließend erfolgt die Zyklusgenerierung aus der zufälligen Kombination der aus der Datenbasis extrahierten Microtrips zu einem Gesamtzyklus mit einer definierten Zieldauer. Die stochastische Methode auf Grundlage von Markov-Ketten verwendet eine Übergangswahrscheinlichkeitsmatrix, die aus der Datenbasis bestimmt wird. In dieser werden die Wahrscheinlichkeiten eines Überganges von einem Motorarbeitspunkt in einen folgenden berücksichtigt. Diese Wahrscheinlichkeitsmatrix kann darauffolgend in Kombination mit einer Monte-Carlo-Simulation zur Erstellung einer Abfolge von Motorarbeitspunkten genutzt werden.

Es wurden die normierte Motordrehzahl und das normierte Motormoment aus der erhobenen Datenbasis berechnet. Um die Güte der Zyklen zu bewerten, wurden Kriterien, die einerseits die Motordynamik und andererseits die Verteilung von Drehzahl-Drehmoment-Arbeitspunkten beinhalten, definiert und zu einem gesamtheitlichen Kennwert kombiniert. Als Kennwerte wurden unter anderem

- Relativer Anteil im Motorleerlauf

- Relativer Anteil mit Drehzahländerungen
- Relativer Anteil mit konstanter Drehzahl
- Durchschnittliche positive Drehzahländerung
- Durchschnittliche negative Drehzahländerung
- Durchschnittliche Motordrehzahl
- Durchschnittliches Motormoment
- Standardabweichung der Motordrehzahl
- Standardabweichung des Motormoments

verwendet. [25] Als Zielwerte dieser Kennwerte wurde eine Analyse der aufgenommenen Datenbasis der Fahrzeuge durchgeführt, wodurch sich die in Tabelle 16-1 aufgezeigten Zielgrößen ergaben.

Tabelle 16-1: Charakteristische Kennwerte der Bewertungskriterien aller Fahrzeuge

Bewertungskriterium	LNG-Terminaltraktor	Diesel-Terminaltraktor	Reachstacker
Relativer Anteil im Motor-leerlauf	36,4%	36,9%	30,2%
Relativer Anteil mit Dreh-zahländerungen	44,7%	45,8%	55,7%
Relativer Anteil mit konstanter Drehzahl	18,9%	17,3%	14,1%
Durchschnittliche posi-tive Drehzahländerung	$6,5 \frac{\%}{s}$	$6,2 \frac{\%}{s}$	$6,95 \frac{\%}{s}$
Durchschnittliche nega-tive Drehzahländerung	$-5,2 \frac{\%}{s}$	$-5,3 \frac{\%}{s}$	$-7,22 \frac{\%}{s}$
Durchschnittliche Motor-drehzahl	26,6%	29,7%	39,2%
Durchschnittliches Mo-tormoment	19%	19,6%	37,2%
Standardabweichung der Motordrehzahl	24,9%	26,2%	36,7%
Standardabweichung des Motormoments	17,7%	21,6%	28,8%

Ein sogenannter Performance Value wurde durch die Summe der relativen Abweichungen zwischen den Zielwerten jedes Fahrzeuges und des jeweiligen Bewertungskriteriums für den entwickelten Zyklus bestimmt.

$$PV = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\theta_{T,i} - \theta_{Zi}}{\theta_{Zi}} \right| * w_i$$

Dabei stellt θ_{Ti} den Vektor der Bewertungskriterien des entwickelten Zyklus und θ_{Zi} den Vektor der Bewertungskriterien der gesamten Datenbasis dar. w beschreibt eine Gewichtung der Bewertungskriterien, dessen Einträge im Zuge der Untersuchung auf eins gesetzt wurden, so dass jedem Kriterium die gleiche Wichtigkeit zukommt.

Weiterhin wurde die sogenannte Sum Square Difference angewandt. Dazu wurde die Gesamtverteilung der aufgetretenen Motorarbeitspunkte in der Datenbasis analysiert und mit der Verteilung des entwickelten Zyklus

abgeglichen. Die Sum Square Difference umfasst die Summe der quadrierten Abweichungen der Auftrittshäufigkeit aller Kombinationen von Motorarbeitspunkten. Dabei wurde für die normierte Motordrehzahl ein Intervall von [0,120] und für das normierte Motormoment ein Intervall von [0,100] festgelegt.

$$SSD = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (p_{i,j} - q_{i,j})^2$$

Die Bewertungskriterien, der PV und die SSD, werden anschließend zu einem gemeinsamen Kennwert zusammengefasst. Dazu werden die Bewertungskriterien auf ihren vorliegenden Wertebereich normiert und addiert.

Beide Methoden zur Entwicklung von Zyklen wurden sowohl für beide Terminaltraktoren als auch für den Reachstacker angewandt und der nach dem Kennwert bestbewertete Zyklus der jeweiligen Fahrzeuge als repräsentativer Zyklus der Fahrzeuge definiert. Für alle Fahrzeuge konnte mit der stochastischen Methode auf Grundlage von Markov-Ketten das beste Ergebnis erzielt werden. Bedingt durch die Tatsache, dass diese Methode eine Entwicklung von synthetischen Abfolgen von Motorarbeitspunkten unterstützt, gewährt sie gegenüber der Microtrip-Methode, in der ausschließlich real zurückgelegte Abfolgen von Motorarbeitspunkten hintereinander gereiht werden, eine höhere Flexibilität. Nachfolgend sind die bestbewerteten Zyklen der Fahrzeuge, deren Kennwerte sowie die Kennwerte des NRTC aufgetragen. Bezüglich der Zeitdauer der zu entwickelnden Zyklen wurde in Anlehnung an die Dauer des NRTC eine Zeitdauer von 1.238 Sekunden inklusive 2% Toleranz vorgegeben.

Für den LNG-Terminaltraktor wurde folgender repräsentativer Zyklus mit einer Dauer von 1.228 Sekunden entwickelt (vgl. Abbildung 16-7). Dabei konnten deutliche Diskrepanzen zwischen dem NRTC und dem Zyklus des LNG-Terminaltraktors ausgemacht werden (vgl. Tabelle 16-2). Der NRTC weist eine höhere Dynamik auf, so dass die vorgegebenen Motorarbeitspunkte nicht den Alltagsbetrieb des LNG-Terminaltraktors wiedergeben.

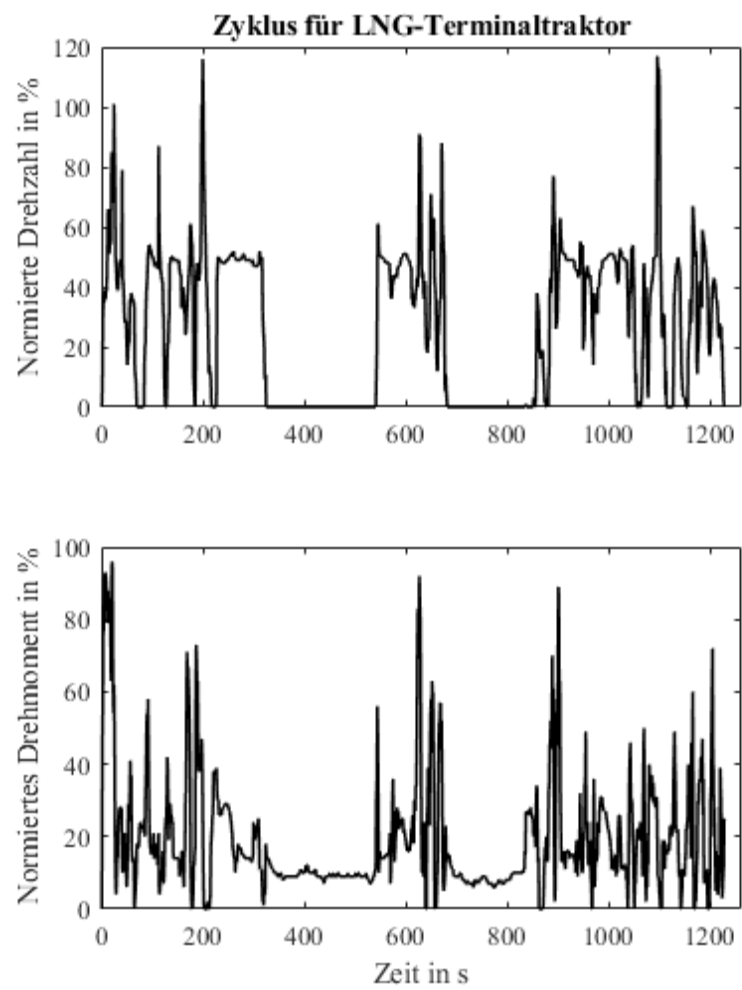


Abbildung 16-7: Generierter Zyklus für den LNG-Terminaltraktor

Tabelle 16-2: Bewertungskriterien für den Zyklus des LNG-Terminaltraktors und des NRTC

Bewertungskriterium	Zielwert	Zyklus LNG-Terminaltraktor	NRTC
Relativer Anteil im Motorleerlauf	36,4%	36,3%	4,5%
Relativer Anteil mit Drehzahländerungen	44,7%	44,4%	69,1%
Relativer Anteil mit konstanter Drehzahl	18,9%	19,3%	26,4%
Durchschnittliche positive Drehzahländerung	$6,5 \frac{\%}{s}$	$6,31 \frac{\%}{s}$	$7,81 \frac{\%}{s}$
Durchschnittliche negative Drehzahländerung	$-5,2 \frac{\%}{s}$	$-5,2 \frac{\%}{s}$	$-8,43 \frac{\%}{s}$
Durchschnittliche Motordrehzahl	26,6%	26,48%	67,7%
Durchschnittliches Motormoment	19%	19,03%	39,3%
Standardabweichung der Motordrehzahl	24,9%	24,52%	30,1%
Standardabweichung des Motormoments	17,7%	16,25%	26,15%
PV	-	0,173	5,916
SSD	-	0,003	0,0243

Für den Diesel-Terminaltraktor wurde der nachfolgend dargestellte Referenzzyklus mit einer Dauer von 1.238 Sekunden generiert (vgl. Abbildung 16-8 bzw. Tabelle 16-3).

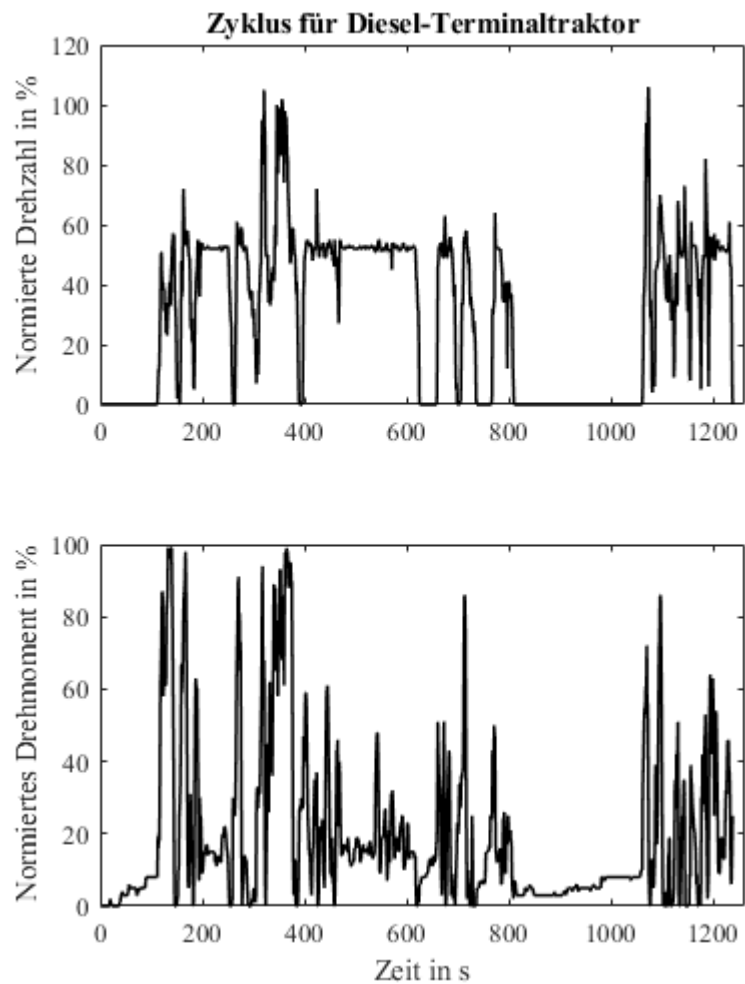


Abbildung 16-8: Generierter Zyklus für den Diesel-Terminaltraktor

Tabelle 16-3: Bewertungskriterien für den Zyklus des Diesel-Terminaltraktors und des NRTC

Bewertungskriterium	Zielwert	Zyklus Diesel-Terminaltraktor	NRTC
Relativer Anteil im Motorleerlauf	36,9%	36,3%	4,5%
Relativer Anteil mit Drehzahländerungen	45,8%	46,8%	69,1%
Relativer Anteil mit konstanter Drehzahl	17,3%	16,9%	26,4%
Durchschnittliche positive Drehzahländerung	$6,2 \frac{\%}{s}$	$6 \frac{\%}{s}$	$7,81 \frac{\%}{s}$
Durchschnittliche negative Drehzahländerung	$-5,3 \frac{\%}{s}$	$-5,3 \frac{\%}{s}$	$-8,43 \frac{\%}{s}$
Durchschnittliche Motordrehzahl	29,7%	30,12%	67,7%
Durchschnittliches Motormoment	19,6%	19,6%	39,3%
Standardabweichung der Motordrehzahl	26,2%	26,3%	30,1%
Standardabweichung des Motormoments	21,6%	22,6%	26,15%
PV	-	0,168	5,386
SSD	-	0,0021	0,0234

Für den Reachstacker weist der für die zugrundeliegende Datenbasis repräsentativste Zyklus eine Dauer von 1.212 Sekunden auf. Der Zyklus und die zugehörigen Bewertungskriterien sind nachfolgend in Abbildung 16-9 bzw. Tabelle 16-4 aufgezeigt.

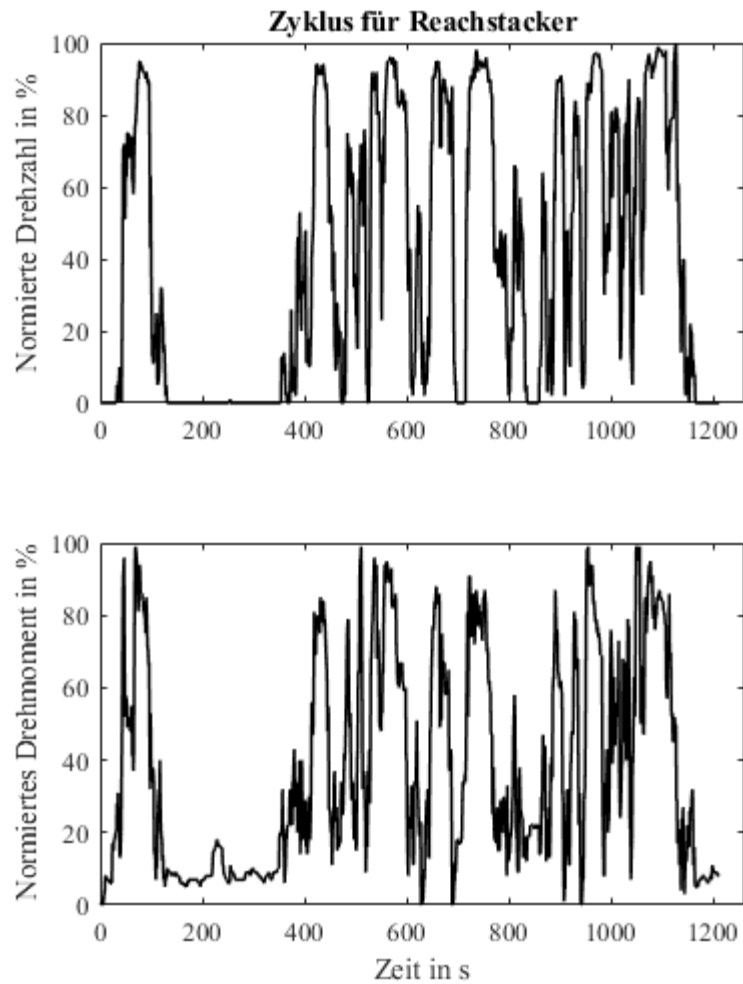


Abbildung 16-9: Generierter Zyklus für den Reachstacker

Tabelle 16-4: Bewertungskriterien für den Zyklus des Reachstackers und des NRTC

Bewertungskriterium	Zielwert	Zyklus Reachstacker	NRTC
Relativer Anteil im Motorleerlauf	30,2%	30%	4,5%
Relativer Anteil mit Drehzahländerungen	55,7%	55,6%	69,1%
Relativer Anteil mit konstanter Drehzahl	14,1%	14,4%	26,4%
Durchschnittliche positive Drehzahländerung	6,95 $\frac{\%}{s}$	6,91 $\frac{\%}{s}$	7,81 $\frac{\%}{s}$
Durchschnittliche negative Drehzahländerung	-7,22 $\frac{\%}{s}$	-7,26 $\frac{\%}{s}$	-8,43 $\frac{\%}{s}$
Durchschnittliche Motordrehzahl	39,2%	39,4%	67,7%
Durchschnittliches Motormoment	37,2%	37,6%	39,3%
Standardabweichung der Motordrehzahl	36,7%	37,26%	30,1%
Standardabweichung des Motormoments	28,8%	29,4%	26,15%
PV	-	0,0852	3,3042
SSD	-	0,0012	0,0152

Anhand der Diskrepanz zwischen den Zielwerten der repräsentativen Zyklen und des NRTC folgt, dass der NRTC deutlich zu dynamisch ist und daher das alltägliche Nutzungsprofil der Terminaltraktoren nicht repräsentativ abbilden kann. Besonders die häufig auftretenden Stillstandsphasen, in denen die Fahrzeuge auf einen Folgeauftrag wartet, werden überhaupt nicht repräsentiert. Aus einer Analyse der notwendigen mechanischen Motoarbeit für den NRTC bzw. die generierten Zyklen der jeweiligen Terminaltraktoren folgt, dass der LNG-Terminaltraktor im NRTC etwa 23,9 kWh aufbringen muss. Im entwickelten Zyklus werden dagegen lediglich 7,8 kWh mechanische Arbeit benötigt. Beim Diesel-Terminaltraktor werden im NRTC 17,7 kWh mechanische Arbeit aufgewandt. Im entwickelten Zyklus fallen dagegen 6,9 kWh an. Für den Reachstacker erfordert die Durchführung des NRTC etwa 35,82 kWh. Der entwickelte Zyklus des Reachstackers bedarf etwa 31,04 kWh mechanischer Arbeit. Dementsprechend folgt, dass besonders unter dem Augenmerk, dass der NRTC für ein In-Service-Monitoring der Emissionen als Vergleichsmaßstab besteht und dessen mechanische Arbeit fünf- bis siebenfach durchlaufen werden muss, dass die Entwicklung von anwendungsspezifischen Zyklen notwendig ist. Die mechanische Arbeit des NRTC wird durch die Terminaltraktoren ausschließlich durch hohen Zeitaufwand geleistet, welcher wiederum bei realen Emissionsmessungen z.B. aufgrund von Neukalibrierun-

gen der Sensoren nicht geleistet werden kann. Dementsprechend ist eine spezifische Generierung von repräsentativen Zyklen für den jeweiligen Anwendungsfall der nicht straßengebundenen mobilen Maschinen sinnvoll.

16.4 Umweltbericht

Im Rahmen des Projektes wurden die Umweltauswirkungen der eingesetzten nicht straßengebundenen Maschinen untersucht. Die Ergebnisse sind in einen gesonderten Umweltbericht nachzulesen. Der Umweltbericht steht im Gegensatz zu Untersuchungen anderer Projekte, die im Wesentlichen den Straßengüter-, Agrar- und Schiffsbereich im Fokus hatten. Untersuchungsgegenstand und Datengrundlage waren die im Lean-DeR - Projekt eingesetzten, nicht straßengebundene Maschinen. Diese waren ein im Mono-Fuel-Betrieb - LNG- betriebener Terminaltraktor und ein auf einen Diesel/LNG Dual-Fuel-Betrieb umgerüsteter Reachstacker. Diese wurden mit zusätzlicher Sensorik, Datenlogger mit Zugriff auf den CAN-Bus des Fahrzeugs und Abgasanalysegerät ausgestattet.

Grundsätzlich entsprechen die Umweltauswirkungen der untersuchten nicht straßengebundenen Maschinen den Erwartungen in Hinblick auf Schwefeldioxid und Feinstaubausstoß. Es wurden Unterschiede zwischen dem rein mit LNG betriebenen Fahrzeug (Terminaltraktoren) und dem im Dual-Fuel Betrieb betriebenen Fahrzeug (Reachstacker) festgestellt. Der LNG-Terminaltraktor kann die klimaschädlichen Emissionen, als auch die lokalen Schadstoffe bezogen auf die mechanische Motorarbeit merklich reduzieren, demgegenüber steht ein leichter Mehrverbrauch. Bei einem mit reinem LNG betriebenen Fahrzeug entspricht dieses den Erwartungen und bestätigt andere Forschungsergebnisse. Da beim Reachstacker nur ein Dual-Fuel- oder ein Dieselmotorbetrieb möglich ist, kann keine Aussage darüber getroffen werden, wie sich die Emissionen bei einem reinem LNG Betrieb verhalten würden. Die Messergebnisse zeigen, dass bei ansteigender durchschnittlicher Substitutionsrate von Diesel mit LNG, die spezifischen CO₂- und NO_x-Emissionen sinken. Dahingegen steigt der spezifische CO- und CH₄-Emissionsausstoß bei zunehmender durchschnittlicher Substitutionsrate. Besonders kritisch ist, dass bei ansteigender durchschnittlicher Substitutionsrate der Methanschlupf zunimmt. Da unverbranntes Methan eine höhere Klimaschädlichkeit als CO₂ besitzt, kann der zuvor erwähnte positive Effekt der Reduzierung des CO₂-Ausstoßes egalisiert werden. Die SO₂-Emissionen sind in allen Betriebsstufen vernachlässigbar gering. Es wird davon ausgegangen, dass eine unvollständige Verbrennung der Grund des ansteigenden Methanschlupfes mit zunehmendem Anteil von Erdgas am Kraftstoffgemisch ist. Aufgrund des Einflusses des Methanschlupfes kann der umgerüstete Reachstacker im Dual-Fuel-Betrieb die Erwartungen bzgl. der positiven Klimabilanz an LNG nicht erfüllen!

Bei weiteren Untersuchungen sollte die Systemgrenze weitergezogen werden und die Förderung / Erzeugung des LNG, mit Realmessungen, miteinbeziehen. Unter Umweltgesichtspunkten ist vor allen der Bereich des Bio-LNGs und Hybridtechnologien interessant.

Unter den genannten Einschränkungen haben die Untersuchungen gezeigt, dass die Umweltauswirkungen reiner LNG Motoren bei der Tank to Wheel Betrachtung positiv zu bewerten sind. Weitere Informationen können dem Umweltbericht entnommen werden.

17 NOTWENDIGE ANPASSUNG BESTEHENDER LEITFÄDEN, NORMEN UND RICHTLINIEN – EMPFEHLUNGEN AUS SICHT DES LEANDER-PROJEKTES

Aus Sicht des LeanDeR Projekts ergibt sich folgender Anpassungsbedarf bestehender Leitfäden und Regularien.

- Berücksichtigung multimodaler Betriebsweise von LNG-Anlagen (Tankstellen, Gasfüllstellen bzw. Be- und Entladestellen) für die parallele Anbindung von LNG-betriebenen Straßenfahrzeugen, Schienenfahrzeugen und Binnenschiffe (gleichzeitige Betankung bzw. Ladevorgänge, Erhöhtes Risiko durch parallele Handhabung von LNG).
- Erarbeitung eines Leitfadens (in Zusammenarbeit mit dem Eisenbahnbundesamt EBA) für LNG Transport und Betankung von LNG Schienenfahrzeugen mit Schwerpunkt auf zusätzliche bzw. besondere Regelungen den Bahnverkehr betreffend und zur Konkretisierung der Regelungen der BetrSichV für den Bahnverkehr zur Erzielung einheitlicher Genehmigungsprozesse.
- Erarbeitung eines Leitfadens für LNG Transport und Bunkerung von LNG Binnenschiffen durch mobile oder stationäre LNG Anlagen, sodass aus dem gegenwärtigen Betrieb unter ‚Sondergenehmigung‘ ein regulärer geregelter Betrieb wird, welcher unter einheitlichen Anforderungen auf allen Rheinhäfen (in Zusammenarbeit mit ZKR) und anderen Binnenhäfen genehmigungsfähig ist.
- Anpassung, Abgrenzung, Konzentration und Vereinheitlichung der Regeln für LNG Binnenschiffe und LNG-Anlagen in Binnenhäfen (im Gegensatz zum Hochseeverkehr) auf Grundlage der Vielzahl von Regeln und Vorschriften verschiedenster Organisationen und Normenausschüssen für LNG Seeschiffe und LNG Terminals in Seehäfen.
- Im Projekt hat sich gezeigt, dass zunehmend die umliegende Infrastruktur, insbesondere Bauwerke, Einfluss auf die mobilen Maschinen nehmen. Sie befinden sich im Datenaustausch, beeinflussen sich gegenseitig, stellen Energie und Energieträger bereit bzw. tauschen diese aus. Im LNG-Bezug wird dieses besonders deutlich bei BioLNG und der Well to Wheel - Betrachtung. Hier sollten weitere Untersuchungen und Forschung durchgeführt werden, insb. bei der bauwerksseitigen Wasserstoffherstellung und der bedarfsweisen Umwandlung.

18 LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI), *Erläuterungen und Hinweise für die Durchführung der Erlaubnisverfahren nach § 18 Betriebssicherheitsverordnung*, LV 49, Oktober 2017.
- [2] DVGW / Taskforce LNG, „Genehmigungsleitfaden für LNG / CLNG-Tankstellen, Technische, sicherheitsrelevante und genehmigungsrechtliche Grundlagen,“ 2017.
- [3] Dutch Standard PGS 33-1:2013, „Natural Gas - Liquefied Natural Gas (LNG) Delivery Installations, Version 1.0, Juni 2013.
- [4] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), „Fortschrittsbericht 2017: Initiative Erdgasmobilität und LNG-Taskforce,“ 2017.
- [5] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), „Auf einen Blick: Handlungsempfehlungen für eine Stärkung des Marktes für Erdgasmobilität,“ 2016.
- [6] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), „Nachhaltige Mobilität mit Erdgas und Biomethan. Marktentwicklung 2015/2016: Vierter Fortschrittsbericht,“ 2016.
- [7] Zentralkommission für die Rheinschifffahrt, *Standard für die Prüfliste für das Bunkern von Flüssigerdgas - LKW-Schiff*, Edition 1.0, 2015.
- [8] Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, „Ergebnisbericht - Studie Wasserstoff-Infrastruktur für die Schiene,“ Erscheinungsjahr 2016.
- [9] Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ), „Abgasverhalten von Fahrzeugen im realen Betrieb mit alternativen Kraftstoffen – Bestimmung mit einem portablen Emissionsmesssystem (PEMS),“ 2019.
- [10] Umweltbundesamt, „Erarbeitung eines Konzepts zur Minderung der Umweltbelastung aus NRMM (non road mobile machinery) unter Berücksichtigung aktueller Emissionsfaktoren und Emissionsverminderungsoptionen für den Bestand,“ 2019.
- [11] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, *Genehmigungs- und Anzeigeverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz*.
- [12] Kreis Recklinghausen, *Öffentliche Bekanntmachung des Kreises Recklinghausen Nr. 724/2019 vom 31.05.2019, Bekanntmachung gemäß § 5 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)*.
- [13] U. P. d. Bundes. [Online].
- [14] Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen, *BauO NRW 2018 - Handlungsempfehlung auf der Grundlage der Dienstbesprechungen mit den Bauaufsichtsbehörden im Oktober/November 2018*, 2019.
- [15] Bezirksregierung Detmold, *Information, Genehmigungsverfahren nach Bundes-Immissionsschutzgesetz*.
- [16] DEKRA, Prüfungen an Tankstellen gem. BetrSichV, AwSV und 20./21. BimSchV - Praxisleitfaden Tankstellen (DLF-TS-001), 06/2019, Version 1.
- [17] GasCom, *Bedienungsanleitung LNG Tankstelle*.
- [18] Duisburger Hafen AG, *Gefahrenstoff- und Betriebsanweisungen*.
- [19] Institut der Feuerwehr NRW, *Vorbeugender Brandschutz - PrüfVO NRW und Brandschau (FSHG)*, 2010.
- [20] Richard van Basshuysen, *Erdgas und erneuerbares Methan für den Fahrzeugantrieb*, Wiesbaden: Springer, 2015.
- [21] LeanDeR Projekt, „Umweltbericht,“ 2020.
- [22] Europäisches Parlament und Rat, *Richtlinie 2004/26/EG des Europäischen Parlaments und des Rates in Amtsblatt der EU L146/1, S. 1-112*.
- [23] Evangelos Giakoumis, „Driving and Engine Cycles,“ <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-49034-2>, Version 2017.
- [24] EU-Kommission, *Verordnung (EU) 2017/655 der Kommission in Amtsblatt der U L 102, S. 334-363*.

- [25] Patrick Driesch, Torben Weißkopf, Dieter Schramm, *Entwicklung repräsentativer Prüfzyklen für mobile Maschinen auf Grundlage realer Felddaten*, IFToMM D-A-CH Konferenz, Lienz 2020.
- [26] Yuhui Peng et al., *Derivation of a Representative Engine Duty Cycle from On-Road Heavy-Duty Vehicle Driving Data*, Journal of Transportation Technologies, 2017.
- [27] R. Wurster, W. Weindorf, W. Zittel, P. Schmidt, C. Heidt, U. Lambrecht, A. Lischke, Dr. S. Müller, LNG als Alternativkraftstoff für den Antrieb von Schiffen und schweren Nutzfahrzeugen, München: BMVI, 2014.
- [28] Ulrich Spicher, *Ottomotor mit Direkteinspritzung und Direkteinblasung*, Wiesbaden: Springer, 2017.
- [29] Shell, *Shell LNG-Studie: Verflüssigtes Erdgas - Neue Energie für Schiff und LKW? Fakten, Trends und Perspektive*, 2019.

DuEPublico

Duisburg-Essen Publications online

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

ub | universitäts
bibliothek

Dieser Text wird über DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt. Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

DOI: 10.17185/duepublico/73265

URN: urn:nbn:de:hbz:464-20201104-161520-5



Dieses Werk kann unter einer Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 Lizenz (CC BY-ND 4.0) genutzt werden.