

DIN EN 1474-1

ICS 75.200

Ersatz für
DIN EN 1474:1997-11**Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas –
Auslegung und Prüfung von Schiffsübergabesystemen –
Teil 1: Auslegung und Prüfung von Verladearmen;
Deutsche Fassung EN 1474-1:2008**

Installation and equipment for liquefied natural gas –
Design and testing of marine transfer systems –
Part 1: Design and testing of transfer arms;
German version EN 1474-1:2008

Installations et équipements relatifs au gaz naturel liquéfié –
Conception et essais des systèmes de transfert marins –
Partie 1: Conception et essais des bras de chargement/déchargement;
Version allemande EN 1474-1:2008

Gesamtumfang 77 Seiten

Normenausschuss Gastechnik (NAGas) im DIN

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab 2009-03-01.

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 1474-1:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 282 „Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas“ erstellt, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird. Der Normenausschuss Gastechnik (NAGas) war als Spiegelausschuss für das DIN Deutsches Institut für Normung e.V. an der Erstellung dieses Normentwurfs beteiligt.

Dieses Dokument enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Nach der Verabschiedung wird diese Norm in das DVGW-Regelwerk „Gas“ einbezogen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1474:1997-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Norm als vorliegenden ersten Teil vollständig überarbeitet und erweitert;
- b) Abschnitt 9 „Qualitätssicherung und Kontrolle“ sowie Abschnitt 10 „Erforderliche Dokumentation“ neu aufgenommen;
- c) die Reihe um zwei weitere Normen, d. h. EN 1474-2 und EN 1474-3, ergänzt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 1474: 1997-11

Deutsche Fassung

**Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas —
Auslegung und Prüfung von Schiffsübergabesystemen —
Teil 1: Auslegung und Prüfung von Verladearmen**

Installation and equipment for liquefied natural gas —
Design and testing of marine transfer systems —
Part 1: Design and testing of transfer arms

Installations et équipements relatifs au gaz naturel liquéfié —
Conception et essais des systèmes de transfert marins —
Partie 1: Conception et essais des bras de
chargement/déchargement

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 1. November 2008 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	7
4 Auslegung der Ladearme	16
4.1 Definition der Länge und der Anordnung der Ladearme, Beschreibung der Arme	16
4.1.1 Allgemeines	16
4.1.2 Gleichgewicht	16
4.1.3 Maße und Mindestabstände der Arme	16
4.2 Konstruktionsgrundlage	17
4.2.1 Durchmesser der Produktrohre und Produktdaten	17
4.2.2 Werkstoffe und Klassen	17
4.3 Drehgelenke	21
4.3.1 Allgemeines	21
4.3.2 Produktdichtung	21
4.3.3 Lagerung	22
4.3.4 Äußere Dichtungsanordnung	22
4.3.5 Auslegung	22
4.4 Traglager	22
4.4.1 Zyklische Bewegungen	22
4.4.2 Montage der Traglager	23
4.4.3 Schutz der Traglager	23
4.4.4 Probenahmestellen für Schmiermittel	23
4.5 Zubehör	23
4.5.1 Verstellbare Abstützung	23
4.5.2 Stickstoffeinblaseleitung	24
4.5.3 Verriegelungseinrichtung in Ruhestellung	24
4.5.4 Leitern und Arbeitsbühnen	24
4.5.5 Leitung für Flüssigstickstoff	24
4.5.6 Thermische Isolation	24
4.6 Rohrleitungen und Armaturen	25
4.7 Schweißen	25
4.7.1 Eignung	25
4.7.2 Schweißelektroden	25
4.8 Korrosionsschutz, Feuersicherheit und Schutz vor Versprödung	25
4.8.1 Korrosionsschutz	25
4.8.2 Schutz vor Versprödung	26
4.9 Wartung	26
5 Sicherheitssysteme	26
5.1 Allgemeines	26
5.2 Zweistufiges Alarm- und Abschaltssystem	27
5.2.1 Erste Stufe	27
5.2.2 Zweite Stufe	27
5.3 Überwachungs- und Alarmsysteme	27
5.3.1 Positions-Alarmsystem der Arme	27
5.3.2 Kontinuierliches Positionsüberwachungssystem (CPMS)	27
5.3.3 Alarm für Druck und Hydraulikstand	28
5.4 Definition der Alarmbereiche	28
5.5 Sicherheitseinrichtungen	28
5.5.1 Allgemeines	28
5.5.2 Sicherheitseinrichtungen bei Notfalltrennsystemen (ERS)	28
5.5.3 Anforderungen zur Feuersicherheit	29

5.5.4	Elektrische Sicherheitsanforderungen	29
5.5.5	Ausfall der Stromversorgung.....	30
5.5.6	Schutz gegen Kriechströme	30
5.5.7	Masseverbindung	30
6	Verbindung mit dem Schiff.....	30
6.1	Allgemeines	30
6.2	QCDC-Körper	31
6.3	QCDC-System	31
7	Hydraulisches und elektrisches Steuerungssystem	32
7.1	Allgemeines	32
7.2	Bedienung der Arme	33
7.3	Hydraulische Bauteile	33
7.4	Elektrische Bauteile	34
7.5	Prüfung der Steuersysteme	34
7.6	Fernbedienung.....	35
7.7	Ausrüstung der Anlegerbrücke im Freien	35
8	Inspektion und Prüfungen	35
8.1	Allgemeines	35
8.2	Baumusterprüfung	36
8.2.1	Drehgelenke	36
8.2.2	ERS	38
8.2.3	QCDC	39
8.3	Herstellung	41
8.3.1	Werkstoffe	41
8.3.2	Zerstörungsfreie Prüfung	41
8.3.3	Prüfung des Isolationsflansches (Kriechstromschutz).....	42
8.4	Werksprüfungen	42
8.4.1	Drehgelenk	42
8.4.2	Prüfung des Traglagers	42
8.4.3	ERS	43
8.4.4	QCDC	43
8.4.5	Prüfung des Isolationsflansches (Kriechstromschutz).....	44
8.4.6	Prüfung des Hydraulikkreislaufs	44
8.4.7	Ladearm-Baugruppenprüfung	44
8.4.8	Abnahmeprüfung am Aufstellungsort.....	45
9	Qualitätssicherung und Kontrolle	46
9.1	Qualitätssystem.....	46
9.2	Qualitätsplan.....	46
10	Erforderliche Dokumentation	47
10.1	Dokumentation zur Ausschreibung.....	47
10.2	Vertragsdokumentation	47
Anhang A (informativ) Werkstoffe		48
Anhang B (informativ) Kontinuierliches Positionsüberwachungssystem (CPMS)		49
Anhang C (informativ) Vorschläge für Alarmeinstellungen und ESD/ERS-Betätigung		50
Anhang D (normativ) Tabellen D.1 bis D.17 und Bilder D.1 bis D.4.....		51
Anhang E (informativ) Bilder E.1 bis E.3		72
Literaturhinweise.....		75

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1474-1:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 282 „Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2009, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2009 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 1474:1997.

Diese Europäische Norm besteht aus drei Teilen:

- EN 1474-1, *Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas — Auslegung und Prüfung von Schiffsübergabesystemen — Teil 1: Auslegung und Prüfung von Verladearmen*
- EN 1474-2, *Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas — Auslegung und Prüfung von Schiffsübergabesystemen — Teil 2: Auslegung und Prüfung von Übergabeschläuchen*
- EN 1474-3, *Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas — Auslegung und Prüfung von Schiffsübergabesystemen — Teil 3: Offshore-Übergabesysteme*

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Auslegung, die minimalen Sicherheitsanforderungen und die Kontroll- und Prüfverfahren für Verladearme für Flüssigerdgas (LNG, en: liquefied natural gas) fest, die zum Gebrauch auf konventionellen landgebundenen (LNG) Verladestationen dienen¹⁾. Diese Norm enthält auch die Mindestanforderungen für sicheren Umschlag von Flüssigerdgas zwischen Schiff und Landanlage.

Obgleich die Anforderungen für Fernbedienungssysteme aufgeführt sind, gibt das Dokument nicht alle Einzelheiten für die Auslegung und Herstellung von genormten Teilen und Armaturen für Ladearme an.

Der Inhalt des Dokuments gilt zusätzlich zu örtlichen oder nationalen Normen und Vorschriften. Er ergänzt die Anforderungen von EN 1532 und EN 1473.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 287-1, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle*

EN 571-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen*

EN 875, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Kerbschlagbiegeversuch — Probenlage, Kerbrichtung und Beurteilung*

EN 910, *Zerstörende Prüfung von Schweißnähten an metallischen Werkstoffen — Biegeprüfungen*

EN 1092-1, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet — Teil 1: Stahlflansche*

EN 1092-4, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet — Teil 4: Flansche aus Aluminiumlegierungen*

EN 1160, *Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas — Allgemeine Eigenschaften von Flüssigerdgas*

EN 1435, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung von Schmelzschweißverbindungen*

EN 1473, *Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas — Auslegung von landseitigen Anlagen*

EN 1514-1, *Flansche und ihre Verbindungen — Maße für Dichtungen für Flansche mit PN-Bezeichnung — Teil 1: Flachdichtungen aus nichtmetallischem Werkstoff mit oder ohne Einlagen*

EN 1532, *Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas — Schnittstelle zwischen Schiff und Land*

1) KONVENTIONELLE LANDGEBUNDENE FLÜSSIGERDGA-VERLADESTATION – Definition: Eine Übergabeeinrichtung zur Be- und Entladung von LNG-Frachtern, die in einem Hafen oder einem geschützten Küstenbereich liegt. Sie muss aus einer festen Konstruktion oder Kai bestehen, die in der Lage ist, die Belastungen beim Anlegen durch einen voll beladenen LNG-Frachter einer vorgegebenen Spezifikation auszuhalten und das Schiff sicher längsseits fest zu machen. Die Konstruktion muss mit dem Land durch ein Gerüst, Tunnel oder eine andere Einrichtung verbunden sein, zur Aufnahme der Übergabe- und der Hilfsleitungen und sie muss den sicheren Zugang und das Verlassen für Personal ermöglichen, das Wartungs- und Bedienungsaufgaben erfüllt. Siehe auch Definitionen in EN 1474-2 und EN 1474-3.

EN 1759-1, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach Class bezeichnet — Teil 1: Stahlflansche, NPS 1/2 bis 24*

EN 1991-1-4, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen, Windlasten*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 12266-1, *Industriearmaturen — Prüfung von Armaturen — Teil 1: Druckprüfungen, Prüfverfahren und Annahmekriterien; Verbindliche Anforderungen*

EN 12266-2, *Industriearmaturen — Prüfung von Armaturen — Teil 2: Prüfungen, Prüfverfahren und Annahmekriterien; Ergänzende Anforderungen*

EN 12308, *Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas — Eignungsprüfung von Flachdichtungen für Flanschverbindungen in Flüssigerdgas-Rohrleitungen*

EN 12560-1, *Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 1: Flachdichtungen aus nichtmetallischem Werkstoff mit oder ohne Einlagen*

EN 12560-2, *Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 2: Spiraldichtungen für Stahlflansche*

EN 12560-3, *Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 3: Nichtmetallische Weichstoffdichtungen mit PTFE-Mantel*

EN 12560-4, *Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 4: Dichtungen aus Metall mit gewelltem, flachem oder gekerbtem Profil für Stahlflansche*

EN 12560-5, *Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 5: RTJ-Dichtungen aus Metall für Stahlflansche*

EN 12560-6, *Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 6: Kammprofilabdichtungen für Stahlflansche*

EN 12567, *Industriearmaturen — Absperrarmaturen für Flüssigerdgas — Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und deren Prüfungen*

EN 13463-1, *Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen — Teil 1: Grundlagen und Anforderungen*

EN 13463-2, *Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen — Teil 2: Schutz durch schwadenhemmende Kapselung 'fr'*

EN 13463-5, *Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen — Teil 5: Schutz durch Konstruktive Sicherheit „c“*

EN 13463-8, *Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen — Teil 8: Schutz durch Flüssigkeitskapselung 'k'*

EN 60034-5, *Drehende elektrische Maschinen — Teil 5: Schutzarten aufgrund der Gesamtkonstruktion von drehenden elektrischen Maschinen (IP-Code) — Einteilung (IEC 60034-5:2000)*

EN 60079-0, *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche — Teil 0: Allgemeine Anforderungen (IEC 60079-0:2004, modifiziert)*

EN 60079-1, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 1: Geräteschutz durch druckfeste Kapselung „d“ (IEC 60079-1:2007)*

- EN 60079-2, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 2: Geräteschutz durch Überdruckkapselung* „p“ (IEC 60079-2:2007)
- EN 60079-5, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 5: Geräteschutz durch Sandkapselung* „q“ (IEC 60079-5:2007)
- EN 60079-6, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 6: Geräteschutz durch Ölkapselung* „o“ (IEC 60079-6:2007)
- EN 60079-7, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 7: Geräteschutz durch erhöhte Sicherheit* „e“ (IEC 60079-7:2006)
- EN 60079-10, *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche — Teil 10: Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche* (IEC 60079-10:2002)
- EN 60079-11, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 11: Geräteschutz durch Eigensicherheit* „i“ (IEC 60079-11:2006)
- EN 60079-18, *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche — Teil 18: Konstruktion, Prüfung und Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel mit der Schutzart Vergusskapselung* „m“ (IEC 60079-18:2004)
- EN 60079-25, *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche — Teil 25: Eigensichere Systeme* (IEC 60079-25:2003)
- EN 60529, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)* (IEC 60529:1989)
- EN 61508 (alle Teile), *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme*
- EN 61511 (alle Teile), *Funktionale Sicherheit — Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie*
- EN 62305-3, *Blitzschutz — Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen* (IEC 62305-3:2006, modifiziert)
- EN ISO 1460, *Metallische Überzüge — Feuerverzinken auf Eisenwerkstoffen — Gravimetrisches Verfahren zur Bestimmung der flächenbezogenen Masse* (ISO 1460:1992)
- EN ISO 1461, *Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgetragene Zinküberzüge (Stückverzinken) — Anforderungen und Prüfungen* (ISO 1461:1999)
- EN ISO 9000, *Qualitätsmanagementsysteme — Grundlagen und Begriffe* (ISO 9000:2005)
- EN ISO 9001, *Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen* (ISO 9001:2000)
- EN ISO 10497, *Prüfung von Armaturen — Anforderungen an die Typprüfung auf Feuersicherheit* (ISO 10497:2004)
- EN ISO 12944, *Beschichtungssysteme — Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Adapter

siehe „Übergangsstück“ in 3.68

3.2

Scheitel-Drehgelenk

gelenkige, Flüssigkeit leitende Verbindung, zwischen dem <inneren> und dem <äußeren Arm>

ANMERKUNG Sie ermöglicht das <Schwenken> des <äußeren Armes> relativ zum <inneren Arm>.

3.3

Innerer Arm

Flüssigkeit leitendes Rohr und konstruktive Elemente, die sich zwischen dem <Scheitel-Drehgelenk> und dem <Grunddrehgelenk> befinden

3.4

Äußerer Arm

Flüssigkeit leitendes Rohr zwischen <Scheitel-Drehgelenk> und der <Dreifach-Drehgelenk-Einheit>

3.5

Stellung

verschiedene Arten der Benutzung und/oder Einstellung des Ladearmes (d. h. in Bewegung, geparkt, abgeschlossen, Spülung, hydrostatische Prüfung, Instandhaltung).

ANMERKUNG Der Ladearm kann mehrere Positionen für jede Stellung einnehmen

3.6

Grundständer

siehe „Ständer“ in 3.58

3.7

Muldenbildung

bleibende Druckstelle in den Laufflächen des <Drehgelenkes>, verursacht durch übermäßige Belastung der <Drehgelenk>kugeln

3.8

Überhanglänge

Abstand von der Flanschdichtfläche der Rohranschlüsse des <LNG-Tankers> (einschließlich von Zwischenstücken) zum ersten Festpunkt der Verladeleitungen auf dem <LNG-Tanker>

3.9

Ladungskontrollraum

Kontrollraum, der an Bord des <LNG-Tankers> liegt und von dem aus die Ladevorgänge des <LNG-Tankers> gesteuert werden

ANMERKUNG Siehe EN 1532.

3.10

Sammelleitung für die Ladung

Rohrsystem, das an Bord eines <LNG-Tankers> montiert ist, an das die Außenbordflansche der äußeren <Ladearme> angeschlossen werden

3.11

Kavitation

Bildung und Zerfall von Gasblasen in einer Flüssigkeit, wenn der Druck auf oder unter den Dampfdruck fällt; der Zerfall setzt Energie frei, manchmal mit hörbarem Geräusch und mit Vibration.

ANMERKUNG Solche niedrigen Drücke treten in Bereichen hoher Geschwindigkeit auf, wie am Innenradius von Rohrkrümmern oder an Stellen mit Veränderungen des Durchmessers.

ANMERKUNG „ERC“ in 3.23.

3.12

Mittellinie der Ladearmreihe

Linie mit gleichem Abstand zu den beiden äußeren <Ladearmen>, die gleichzeitig in Betrieb sind

3.13

Mittellinie der Schiffsanschlussleitungen

Linie mit gleichem Abstand zu den beiden äußeren Schiffsanschlussleitungen (Düsen) der Gruppe der Anschlussleitungen

3.14

Zusammenstoß

Berührung bei auslegungsgemäß vorgesehenen Betriebsbedingungen, oder als Ergebnis einer Notfalltrennung, zwischen jeglichem Teil eines <Ladearmes> und:

- einem benachbarten Ladearm während beide <Ladearme> in Funktion sind oder wenn ein <Ladearm> in Funktion ist und der andere Ladearm geparkt ist (z. B. die Gegengewichte);
- einem benachbarten Teil desselben <Ladearmes> (z. B. der Dreifach-Drehgelenk-Einheit und dem äußeren Arm);
- Ausrüstungsteilen der Anlegerbrücke (z. B. dem <Gegengewicht> und Rohrleitungen oder Ventilen)

3.15

Säulentrennung

Entwicklung eines bedeutenden Dampfhohlraumes in einem Flüssigkeitsstrom

3.16

Berührungswinkel

α

Winkel zwischen der Ebene der <Drehgelenk>kugeln und dem Mittelpunkt auf der Schnittebene der Kugellaufbahn

3.17

CPMS

(en: constant position monitoring system)

Kontinuierliches Positionsüberwachungssystem

ANMERKUNG Siehe Anhang B.

3.18

Gegengewicht

Gegengewichte werden benutzt, um die <inneren> und <äußeren Arme> im Gleichgewicht zu halten

ANMERKUNG Einige Ladearme haben ein einzelnes Gegengewicht und andere haben mehrere <Gegengewichte>.

3.19

Kupplung

per Hand oder hydraulisch betriebene Einrichtung zur Verbindung des <Ladearmes> mit den <Schiffs>anschlussleitungen ohne Schraubenbolzen

ANMERKUNG Diese Einrichtung wird auch als <QCDC>, d. h. Schnellanschluss- und -trennkupplung (en: Quick Connect/Disconnect Coupler), bezeichnet.

3.20

Drift

Bewegung des LNG-Tankers in Längs- und/oder Querrichtung unter dem Einfluss von Umgebungskräften

ANMERKUNG 1 Siehe auch „Längsdrift“ in 3.72 und „Abdrift“ in 3.74.

ANMERKUNG 2 Längs- und Abdrift (die häufig von einer „kombinierten Drift“ herrühren) sind nicht dasselbe.

3.21

Auslegungsdruck

Druck, für den der <Ladearm> konstruiert ist

3.22

Auslegungstemperatur

Temperaturbereich für den der <Ladearm> konstruiert ist

3.23

Notfalltrennkupplung

ERC

(en: emergency release coupling)

Einrichtung, die eine schnelle Trennung der <Ladearme> ermöglicht, wenn eine solche Handlung nur als Notmaßnahme erforderlich ist. Kann auch als „PERC“ bezeichnet werden.

3.24

Notfalltrennsystem

ERS

(en: emergency release system)

System mit einer wirksamen Möglichkeit zum schnellen Trennen der <Ladearme> und sicherem Trennen der übrigen Verbindungen zwischen Schiff und Land

3.25

Not-Aus

ESD

(en: emergency shut down)

Verfahren, das den Fluss von <Flüssigerdgas> und Dampf zwischen <LNG-Frachter> und Land sicher und wirksam stoppt

3.26

Bereich, Betriebs-

Volumen, den ein (mehrere) Übergabeflansch(e) eines (einer Gruppe von) Ladearmes(en) zum Betrieb benötigt

3.27

Freibord

Abstand in vertikaler Richtung zwischen dem Schiffsdeck und der Wasserlinie im Bereich der Rohranschlüsse

3.28

Freilauf

Fähigkeit eines hydraulisch betätigten <Ladearmes>, der an einen <LNG-Tanker> angeschlossen ist, den horizontalen und vertikalen Bewegungen der Anschlussleitungen des <LNG-Tankers> frei und ohne hydraulische Beschränkung zu folgen (Strömungsänderungen, <Abdrift> und <Längsdrift>bewegungen)

3.29

Heben und Senken

vertikale Bewegung des Schiffes durch Wellengang

ANMERKUNG Siehe Bild D.2.

3.30

Eingeschlossener Winkel

Winkel zwischen dem inneren und dem äußeren <Arm>

ANMERKUNG Die größten und kleinsten <eingeschlossenen Winkel> sollten dem Lieferant überlassen bleiben. Der <eingeschlossene Winkel> der <Ladearme> in der Parkstellung muss so sein, dass die <Arme> mit der <Dreifach-Drehgelenk-Einheit> hinter der Kante des Liegeplatzes liegen

3.31

Innerer Arm

Produkt leitendes Rohr und konstruktive Elemente, die sich zwischen dem <Scheitel-Drehgelenk> und dem <Grunddrehgelenk> befinden

3.32

Isolierflansch

elektrisch isolierendes System, das am unteren Ende des <äußeren Armes> eingebaut ist

ANMERKUNG Es dient dazu zu verhindern, dass Kriechströme einen Funken am Flansch des <LNG-Tankers> erzeugen, wenn der Ladearm angeschlossen oder getrennt wird.

3.33

Stützstempel

dauernd vorhandene, einstellbare, lasttragende Einrichtung am <Dreifach-Drehgelenk>, um einen Teil des Flüssigkeitsgewichtes im <Ladearm> auf das Schiffsdeck, anstelle auf die Anschlussleitungen des <LNG-Tankers>, zu übertragen

3.34

Brückenkontrollzentrum

Kontrollraum auf oder nahe der Anlegerbrücke, aus dem hauptsächlich die Ladearme überwacht werden

ANMERKUNG Manchmal auch als Brückenkontrollraum oder „örtlicher Kontrollraum“ bezeichnet.

3.35

Rücklage

Stellung des <Ladearmes> in angeschlossenem Zustand, wenn der <innere Arm> hinter dem <Steigrohr> steht

3.36

Flüssigerdgas

LNG

(en: liquefied natural gas)

Flüssigerdgas wie in EN 1160 definiert

3.37

LNGC

LNG-Tanker

(en: liquefied natural gas carrier) Flüssigerdgas-Tanker

ANMERKUNG Tankschiff, das zum Transport von <LNG> bestimmt ist.

3.38

LN₂

Flüssigstickstoff

3.39

Schwenken

Drehbewegungen der <inneren> und <äußeren Ladearme> in der vertikalen Ebene

3.40

MHU

(en: main hydraulic unit)

hydraulische Haupteinheit

3.41

Hauptkontrollraum

Kontrollraum auf dem Terminal, von dem aus zentral überwacht und gesteuert wird

3.42

Sammelleitung

siehe „Sammelleitung für die Ladung“ in 3.10

3.43

Rohranschluss-Abstand

horizontaler Abstand zwischen den Mittellinien nebeneinander liegender <Ladungsrohranschlüsse>

3.44

MOV

(en: motor operated valve)

Ventil mit Motorantrieb ()

3.45

N₂

Stickstoffgas

3.46

NG

(en: natural gas)

Erdgas

3.47

Versatz

vorgesehener horizontaler Abstand zwischen zwei Baugruppen des <Ladearmes>

ANMERKUNG Z. B. der Scheitelversatz zwischen <innerem> und <äußerem Arm>; der hintere Versatz liegt zwischen <Steigrohr> und <innerem Arm>.

3.48

Eigentümer (oder benannter Agent)

Unternehmen oder Gruppe von Unternehmen, für deren Nutzung die Lagearme errichtet werden und das/die ist für die sichere Auslegung und Errichtung der Anlage verantwortlich ist/sind

3.49

äußerer Arm

Flüssigkeit leitendes Rohr und jegliche tragende Teile zwischen <Scheitel-Drehgelenk> und der <Dreifach-Drehgelenk-Einheit>

3.50

Storchenschnabel

System zur Übertragung von Ausgleichsbelastungen vom <inneren> bzw. <äußeren Arm> auf das (die) <Gegengewicht(e)>

ANMERKUNG Das System enthält eine Gesamtheit von Verknüpfungen und verstifteten Verbindungen oder ein Kabel- und Seilscheiben-System („Storchenschnabel-Seile und -Seilrollen“).

3.51

Pendant

siehe „Fernbedienung“ in 3.57

3.52

Stampfen

Drehbewegung des LNG-Tankers um die horizontale Querachse

ANMERKUNG Siehe Bild D.2.

3.53

Anschlussflansch

Flansch des <Ladearmes> zum Anschluss entweder an den Rohranschluss des <LNG-Tankers> oder <Adapters>

3.54

Produkt

Fluide, die mit Hilfe der <Ladearme> übergeben werden

ANMERKUNG Fluide sind <LNG>, <NG> oder <LN2>.

3.55

Reduzierung

kurzes Rohrstück mit Flanschen von unterschiedlichem Durchmesser um den Rohranschlussflansch an den Flansch des Ladearmes anzupassen

3.56

QRA

Quantitative Risikoanalyse

Technik, die die Annehmbarkeit eines Risikos bewertet durch Vergleich mit vorgegebenen Benchmarks, wobei die Wahrscheinlichkeit des Auftretens und die Folgen der größten Gefahren betrachtet werden

3.57

Kabel-Fernbedienung

Einrichtung, um die genaue Steuerung der <Ladearme> von einem entfernten Ort zu erleichtern (z. B. Bereich der <Rohranschlüsse> des <LNG-Tankers>)

ANMERKUNG Das System kann ein <Schleppkabel> eines Funksystems verwenden. Dieses System wird auch Fernbedienung in dieser Norm genannt.

3.58

Steigrohr

vertikale Einheit, die an der Anlegebrücke befestigt ist und die die gelenkige Einheit des <Ladearmes> unterstützt

ANMERKUNG Bisweilen auch als Grundsteigrohr oder Pfosten bezeichnet.

3.59

Steigrohreinheit

Flüssigkeit führendes System von Winkelstück(en) und dem vertikalen <Steigrohrgelenk>, das oben auf dem <Steigrohr> montiert ist

3.60

Steigrohrgelenk

Drehgelenk in der <Steigrohreinheit>, das dem <inneren Arm> eine Drehung um das Grundsteigrohr ermöglicht

ANMERKUNG Siehe auch 3.67.

3.61

Rollen

Drehung des <LNG-Tankers> um seine horizontale Längsachse

3.62

Seilscheiben

Scheiben, die am <Steigrohr> und am Scheiteldrehgelenk montiert sind

3.63

Schiff/Land-Übergabeeinrichtungen

Schiff/Land-Verbindungseinrichtungen zur Übernahme oder zur Abgabe von LNG

ANMERKUNG Installiert auf der Verladeplattform einer Anlegerbrücke oder einer anderen Einrichtung, die für diesen Zweck vorgesehen ist.

3.64

SIL
Sicherheits-Integritätslevel
(en: safety integrity level)
Statistische Darstellungen der Vollständigkeit der Sicherheitsinstrumente des Systems, wenn eine Prozessanforderung auftritt

ANMERKUNG Siehe Abschnitt 5.

3.65

gleichzeitige Bedienung
Nutzung von zwei oder mehr <Ladearmen>

3.66

Schwenken
horizontale Drehbewegung des <Ladearmes> um das <Steigrohr>

3.67

Schwenkgelenk
Gelenk auf der <Steigrohreinheit>, das horizontale Drehung der <Ladearmeinheit> ermöglicht

ANMERKUNG Siehe auch 3.60.

3.68

Übergangsstück
Reduzierung oder Erweiterung, die am festen Rohranschluss des LNG-Tankers befestigt ist, zum Zweck der Anpassung der Flasche des LNG-Tankers und des Ladearms

ANMERKUNG Sie werden manchmal auch als Adapter bezeichnet.

3.69

Peillinie
Linie, die von <LNG-Tankern> beim Anlegen benutzt wird, um die Mittellinie der Ladearme mit den Rohranschlüssen des Schiffes in Deckung zu bringen

ANMERKUNG Es können eine oder mehrere Peillinien zur Verfügung stehen

3.70

Belastungsanalyse
detaillierte Berechnung der Belastung der Bauteile des <Ladearmes> und der Rohranschlüsse für verschiedene Stellungen und Zustände, um die Eignung des <Armes> für die vorgesehene Verwendung zu prüfen

3.71

Lager der Bauteile
Lager in den Ladung führenden Bauteilen, die die Ladungsrohre unterstützen und die in Kombination den Ladearmen ermöglichen, den Bewegungen des <LNG-Tankers> frei zu folgen

3.72

Längsdrift
Bewegung des <LNG-Tankers> in Längsrichtung

ANMERKUNG Siehe Bild D.2.

3.73

Druckstoß
Schnelle Druckänderung als Folge einer Änderung der Fließrate in einer Rohrleitung und/oder einem Rohrsystem (einschließlich der <Ladearme>)

3.74

Abdrift

Querbewegung des <LNG-Tankers>

ANMERKUNG Siehe Bild D.2

3.75

Drehgelenk

bewegliche Verbindung, die im <Ladearm> eingebaut ist und die dem Arm ermöglicht, den Bewegungen des <LNG-Tankers> frei zu folgen

3.76

Terminal

LNG-Anlage mit Be- und Entladeeinrichtungen

3.77

Umschlag

Be- oder Entladevorgang

3.78

Ladearm

gelenkige Rohrleitung, einschließlich der auf der Anlegebrücke befestigten <Steigleitung> sowie ihrer tragenden Struktur und allen Zubehörs. Kann auch als Belade- oder Entladearm bezeichnet werden

3.79

Dreifach-Drehgelenk

TSA

(en: triple swivel assembly)

Gruppe der drei <Drehgelenke> und Rohrbogen am Ende des <äußeren Armes>

3.80

Drehzapfen-Einheit

flüssigkeitsbeaufschlagtes System aus Rohrbogen und horizontalem <Zapfen-Drehgelenk> oben am <Steigrohr>

3.81

Zapfen-Drehgelenk

drehbare Verbindung der <Drehzapfen-Einheit>, die dem <inneren Arm> eine horizontale Drehung erlaubt

3.82

UPS

unterbrechungsfreie Stromversorgung

(en: interrupted power supply)

Backup des Stromversorgungssystems, das kritische Kontroll- und Sicherheitssysteme mit Strom versorgt, sodass die Anlage unter sicheren Bedingungen betrieben werden kann

3.83

Windgeschwindigkeit

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe über niedrigstem Niedrigwasser, die als Auslegungs-Windgeschwindigkeit verwendet wird, angegeben als drei Sekunden lange Windböe in Meter je Sekunde

3.84

Gieren

Drehung des <LNG-Tankers> um seine vertikale Achse

ANMERKUNG Siehe Bild D.2

4 Auslegung der Ladearme

4.1 Definition der Länge und der Anordnung der Ladearme, Beschreibung der Arme

4.1.1 Allgemeines

Die allgemeine Anordnung der Ladearme ist in Bild E.2 angegeben.

Die Länge und Anordnung der Ladearme muss die Verbindung der Rohrleitungen an Land mit den Schiffsanschlussleitungen ermöglichen. Die Verbindung muss die freie Bewegung innerhalb des Betriebsbereiches des gesamten Armes ermöglichen.

Die Ladearme bestehen normalerweise aus (siehe Definitionen in Abschnitt 3):

- Dreifach-Drehgelenk (TSA) mit einem Notfalltrennsystem (ERS) und sofern angegeben mit einer Schnellanschluss- und -trennkupplung (QCDC);
- äußerem Arm;
- Scheiteldrehgelenk-Einheit zwischen dem inneren und dem äußeren Arm;
- innerem Arm;
- Doppeldrehgelenk-Einheit zwischen dem inneren Arm und dem Steigrohr;
- Steigrohr.

Die Produkt-Rohrleitung, die mit Tieftemperatur in Berührung kommt, muss sich auf der Rohrbrücke frei dehnen und zusammenziehen können. Die Rohrbrücke selbst darf den niedrigen Temperaturen nicht ausgesetzt sein.

Alle Rohrleitungslager müssen entsprechend ausgelegt sein, dass Spannungen in der Rohrleitung und auf der Rohrbrücke in zulässigen Grenzen bleiben bei allen Zuständen und Stellungen.

4.1.2 Gleichgewicht

Das ganze Dreifach-Drehgelenk und der äußere Arm müssen im leeren Zustand und ohne Eisansatz im Gleichgewicht sein. Dies muss am Scheitel-Drehgelenk erreicht werden.

Die ganze gelenkige Einheit muss im leeren Zustand und ohne Eisansatz im Gleichgewicht sein. Dies muss am Drehzapfen-Drehgelenk erreicht werden.

Die Auslegung der Ladearme muss zusätzlich zum Normalbetrieb die Schnelltrennung im Notfall berücksichtigen und dies im leeren oder gefüllten Zustand. Es sollte keinen Zusammenstoß der Ladearme mit dem Schiff oder der Anlegebrücke geben.

4.1.3 Maße und Mindestabstände der Arme

Maße der Arme:

Die Maße für die Ladearme sind im Anhang in verschiedenen Tabellen und Bildern dargestellt. Der Lieferant muss sicherstellen, dass der Ladearm alle angegebenen Anforderungen einhält;

Studie für die Abstände:

Die Auslegung muss die folgenden Mindestabstände berücksichtigen:

- 0,15 m Mindestabstand zwischen jeder Stelle eines Ladearmes im Betrieb und eines Ladearmes in Parkstellung;
- 0,3 m Mindestabstand zwischen jeder Stelle eines Ladearmes im Betrieb und jeder benachbarten Struktur, Rohrleitung, Ausrüstung;

- 0,3 m Mindestabstand zwischen jeder Stelle von nebeneinander arbeitenden Ladearmen, außer bei Gegengewichten (Anmerkung: Die Mindestabstände von den Mittellinien von Rohranschlüssen betragen auf einigen Schiffen weniger als 0,3 m zwischen benachbarten ERS und QCDC);
- 0,15 m Mindestabstand zwischen Gegengewichten von arbeitenden Ladearmen.

Die angegebenen empfohlenen Mindestabstände sind Betriebsanforderungen, d. h. nach jeglichen Abweichungen und Produktions- und Aufbautoleranzen. Bild E.3 zeigt den Ort der Prüfpunkte für den Minimalabstand.

Eine Studie des Lieferanten muss alle Prüfpunkte für die Mindestabstände bezeichnen, basierend auf einer Zeichnung der Auslegung der Anlegerbrücke in Grundriss und Seitenansicht. Hierbei sollten zukünftige Erweiterungen berücksichtigt werden.

In der Ruhestellung darf kein Teil des Ladearmes über die Front der Anlegerbrücke hinaus ragen.

4.2 Konstruktionsgrundlage

4.2.1 Durchmesser der Produktrohre und Produktdaten

Das LNG-Produktrohr sollte für eine maximale Produktgeschwindigkeit von 12 m/s ausgelegt sein, außer wenn vom Eigentümer anders gefordert. Höhere Geschwindigkeiten können örtlich in verengten Durchgängen beispielsweise im ERS zulässig sein, sofern Kavitation und Vibrationen zulässig sind.

Die Kurven für den Druckverlust für LNG und Dampfrückfluss innerhalb der Ladearme sollten mit dem Eigentümer vereinbart werden.

4.2.2 Werkstoffe und Klassen

4.2.2.1 Allgemeines

Werkstoffe und Klassen müssen mit Anhang A (informativ) übereinstimmen. Andere Güteklassen und Normen, die in EN 1160 angegeben sind, dürfen angewandt werden, wenn sie gleiche oder bessere chemische, physikalische und mechanische Eigenschaften aufweisen. Alternativ können gleichwertige nationale Werkstoffspezifikationen mit der Genehmigung des Eigentümers verwendet werden.

Die verwendeten Werkstoffe sollten für die Anwendung bei Meeresumgebung und für die Verhinderung von galvanischen Effekten ausgesucht werden.

Der Kohlenstoffanteil von Kohlenstoffstählen, die für Bauteile verwendet werden, muss unter 0,23 % liegen.

Andere Werkstoffe dürfen für produktführende Bauteile verwendet werden, wenn nachgewiesen werden kann, dass sie alle Kriterien für Sicherheits- und Betriebsanforderungen erfüllen.

Nichtrostender Stahl 316 oder 316L sollte für (äußere) nichtrostende Bauteile in chlorhaltiger Umgebung verwendet werden. Dennoch kann 304L in speziellen Umgebungen zulässig sein.

Wenn die Ladearme in niedriger Umgebungstemperatur installiert sind, muss die Klasse der Bauteile entsprechend sein. Dasselbe gilt für Teile zwischen der Produktleitung und den Bauteilen, die tiefen Temperaturen ausgesetzt sind.

Eine vollständige Analyse der Spannungen und Verformungen in dem Ladearm und den Rohranschlüssen des LNG-Tankers muss für alle zulässigen Zustände des Ladearmes durchgeführt werden.

Die folgenden Bewegungen der Rohranschlüsse des Schiffes, die einer Lebensdauer von 30 Jahren entsprechen, müssen als Mindesteingangswert verwendet werden:

- Heben und Senken des LNG-Tankers = 1×10^6 Bewegungen/Jahr
(Gesamtverlagerungen des Rohranschlusses 75 000 m)
- Längsdrift des LNG-Tankers = 1×10^6 Bewegungen/Jahr
(Gesamtverlagerungen des Rohranschlusses 100 000 m)
- Abdrift des LNG-Tankers = 1×10^6 Bewegungen/Jahr
(Gesamtverlagerungen des Rohranschlusses 5 000 m)

Die berechneten Spannungen müssen kleiner oder gleich den zulässigen Zugspannungen sein. Die zulässige Zugspannung errechnet sich durch Multiplikation der zulässigen Grundbeanspruchung mit dem vorgesehenen Faktor K .

4.2.2.2 Beanspruchungsanalyse

4.2.2.2.1 Der Lieferant muss einen Beanspruchungsbericht für die Ladungskombinationen wie in Tabelle D.15 dargestellt in allen zulässigen Zuständen des Ladearms innerhalb der Reichweite aufstellen. Die Rohranschlüsse müssen darin enthalten sein, sofern dies in 4.2.2.2.11 gefordert wird.

Sofern bei anderen Kombinationen als den in Tabelle D.15 angegebenen (z. B. Ausschluss einer Belastung) gezeigt werden kann, dass sie zu einer größeren möglichen Belastung führen, dann muss die Auslegung auch für diese Bedingung geeignet sein.

Sofern anwendbar, muss der Beanspruchungsbericht auch Belastungen enthalten, die von Hebezeugen zur Installation/Wartung herrühren.

4.2.2.2.2 Die zulässige Grund-Auslegungsbelastung S_d muss für Druck haltende und nicht Druck haltende Bauteile die niedrigere sein von entweder:

- resultierende Kräfte/1,5;

oder

- größte Zugkraft/3 für austenitische Stähle und größte Zugkraft/2,4 für ferritische Stähle.

Die resultierende Kraft und die größte Zugkraft müssen die festgelegten Werte aus den in Abschnitt 2 aufgeführten EN-Normen sein. Alternativ können diese Werte mit Zustimmung des Eigentümers aus gleichwertigen nationalen Werkstoff-Spezifikationen herangezogen werden.

4.2.2.2.3 Die Methode zur Analyse von Druck haltenden Bauteilen muss in Übereinstimmung mit dieser Europäischen Norm sein und muss für tragende Teile, z. B. Holme und Kanalabschnitte, mit anwendbaren nationalen Vorschriften oder Vorschriften, die mit dem Eigentümer vereinbart sind, übereinstimmen. Die Grund-Auslegungsbelastung in 4.2.2.2.2 und der Faktor K in Tabelle D.15 sind zu verwenden.

4.2.2.2.4 Sofern nicht anders angegeben, muss die Druckbelastung PL (en: Design Pressure Load) in Tabelle D.15 auf den Angaben für den Ladearmflansch beruhen (der Lieferant darf einen anderen Grenzwert für den konstruktiven Ladearmdruck angeben, sofern dieser nachgewiesen wird).

4.2.2.2.5 Flüssigkeitsbelastungen (FL ; en: Fluid Load) für Ladearme müssen beruhen auf der Dichte von LNG.

4.2.2.2.6 Sofern in Tabelle D.9 nicht anders angegeben, muss das Eigengewicht und die Windbelastung ($DL + WL$; en: Dead Load, Wind Load) eine Eisbildung (spezifisches Gewicht = 0,80) wie folgt beinhalten:

- a) kaltes Klima – 6 mm an allen Bauteilen;
- b) für LNG – 25 mm auf Produkt führenden Bauteilen.

ANMERKUNG Diese Bedingungen sind nicht kumulativ.

4.2.2.2.7 Thermische Belastungen sind Belastungen, die von Differenzen der Werkstofftemperaturen verursacht werden. Die Temperaturdifferenzen, die bei der Auslegung verwendet werden, müssen auf den festgelegten Auslegungstemperaturen und auf den Umgebungs- und Sonnenstrahlungstemperaturen beruhen. Diese Temperaturen müssen in der extremsten Kombination benutzt werden.

Ein Abkühlverfahren muss im Betriebsablauf vorgesehen werden. Dieses Verfahren muss die Temperaturunterschiede zwischen Flüssigkeit und tragenden Bauteilen vorgeben und maximale Produkt-Durchflussraten für den Abkühlvorgang und die Mindestdauer für die Abkühlung empfehlen, um überhöhte Belastungen und Spannungen zu verhindern.

4.2.2.2.8 Windbelastungen (WL) sind für die schlimmsten Richtungen zu berechnen. Der Lieferant muss Windbelastungen wie folgt berechnen:

a) Geschwindigkeitsdruck

Der Geschwindigkeitsdruck wird wie folgt berechnet:

$$q_z = 0,613 \times K_Z \times K_{ZT} \times V^2 I$$

Dabei ist

q_z der Geschwindigkeitsdruck in einer Höhe z über Niedrigwasser (N/m²);

K_Z der Geschwindigkeitsdruck-Koeffizient gültig für die Höhe z (m);

K_{ZT} der topographischer Faktor (benutzt wird 1,0);

V die Basis-3-Sekunden-Windbö-Geschwindigkeit (m/s);

I der Einflussfaktor (benutzt wird 1,0).

K_Z wird wie folgt ermittelt:

$$K_Z = 2,01 \times (Z/Z_g)^{2/\alpha}, \text{ für } 4,6 \text{ m} \leq Z \leq Z_g;$$

$$K_Z = 2,01 \times (4,6/Z_g)^{2/\alpha}, \text{ für } Z < 4,6 \text{ m.}$$

Dabei ist

Z die Höhe über Niedrigwasser (m);

Z_g der Höhengradient (m);

α de Koeffizient aus dem Potenzgesetz.

Tabelle 1 — Belastungsfälle

Belastungsfall	α	Z_g m
C	9,5	274
D	11,5	213

Der Belastungsfall C beinhaltet offenes Gelände mit vereinzelt Störungen mit einer Höhe von generell weniger als 10 m.

Der Belastungsfall D beinhaltet flaches ungestörtes Gelände das einem Wind ausgesetzt ist, der über offenes Wasser weht, über eine Entfernung von mindestens 1,6 km. Der Belastungsfall D erstreckt sich 4 000 m landeinwärts von der Küstenlinie oder 10mal die Höhe des Ladearmes, je nachdem was größer ist.

ANMERKUNG Der Belastungsfall D sollte generell für Ladearme verwendet werden, außer wenn Belastungsfall C gerechtfertigt werden kann.

b) Windkräfte

Die Windkraft wird wie folgt berechnet:

$$F = qz \times G \times C_f \times A_f$$

Dabei ist

- F die Auslegungs-Windkraft (N);
- G der Böenfaktor (0,85 wird verwendet);
- C_f der Kraftkoeffizient;
- A_f die Projektionsfläche senkrecht zum Wind (m²).

Der Böenfaktor G , berücksichtigt die Belastungseinflüsse in Windrichtung aufgrund von Einflüssen durch Windturbulenz auf den Ladearm. Er berücksichtigt auch Belastungseinflüsse in Windrichtung aufgrund von dynamischer Verstärkung für flexible Bauteile. Er enthält nicht Belastungen durch Seitenwind, Wirbelbildung, Instabilität oder dynamische Torsionseffekte. Wenn ein höherer Faktorwert aufgrund von dynamischer Empfindlichkeit gegen Wind gerechtfertigt ist, so sollte er nach EN 1991-1-4 bestimmt werden.

Der Kraftkoeffizient C_f berücksichtigt Effekte in Windrichtung aufgrund von Form oder Widerstand des Ladearmes. Ladearme sind Einzelanfertigungen und es gibt keine verfügbaren Daten über Tests im Windkanal um genaue Kraftkoeffizienten festzulegen. Dennoch werden auf der Basis von Empfehlungen aus der EN 1991-1-4 für runde zylindrische Formen und für flache oder winklig geformte Teile die folgenden Koeffizienten empfohlen.

Tabelle 2 — Kraft-Koeffizienten

Querschnitt	Oberflächentyp	C_f
rund $D\sqrt{qz} > 5,3$	gemäßigt glatt	0,7
	rau	1,0
rund $D\sqrt{qz} \leq 5,3$	alle	1,2
flach oder winklig	alle	1,7
D = Durchmesser (m) qz in N/m ²		

Alternativ darf der Lieferant Windkräfte aus Windkanalversuchen an einem repräsentativen Modell unter Einbeziehung von benachbarten Ladearmen ermitteln.

4.2.2.2.9 Die konstruktive Spannungsbestimmung muss wie folgt erfolgen:

- Bestimmung der konstruktiven Belastungen für die verschiedenen Lastfälle;
- Berechnung der Spannungen unter Verwendung von elastischem Materialverhalten und der gleichwertigen (Tresca, VonMises oder Principal) Spannung;
- Bestimmung der zulässigen konstruktiven Spannung, $S = (K \times S_d)$ unter Verwendung des angegebenen Faktors K ;
- die gleichwertige Spannung darf die zulässige konstruktive Spannung S nicht überschreiten;
- örtliche Ungleichförmigkeiten und/oder örtliche Temperaturspannungen dürfen die resultierende Spannung um nicht mehr als das Doppelte überschreiten;
- Bauteile unter vorherrschender Druckspannung müssen einen Sicherheitsfaktor von 2 gegen Instabilität nachweisen;
- die größte Verformung von Bauteilen muss so begrenzt sein, dass die Funktion der Ausrüstung und die angegebenen Freiraumanforderungen unter allen Belastungsbedingungen garantiert werden; und
- dass das dynamische Verhalten wo erforderlich geprüft wird.

4.2.2.2.10 Vollständige Kabel-Seil-Einheiten, mit ihren Verankerungen, müssen einen Sicherheitsfaktor von mindestens 5 gegenüber der berechneten Bruchbelastung haben.

4.2.2.2.11 Der Lieferant sollte sicherstellen, dass die Belastungen, die an die Rohranschlüsse übertragen werden, unter allen Umständen auf das Maximum der vom Eigentümer angegebenen Werte begrenzt bleibt, ohne jedoch die in den „Empfehlungen für die Rohranschlüsse von Tankern für verflüssigte Gase“ der OCIMF/SIGTTO angegebenen Werte zu überschreiten.

Die Spannungen in den Rohranschlüssen müssen auf Basis der in Tabelle D.15 angegebenen Fällen 4, 5 und 6 unter Verwendung der betreffenden Faktoren K analysiert werden.

4.2.2.2.12 Wenn Belastungen durch Erdbeben in Tabelle D.9 angegeben sind, müssen diese in der Ebene parallel und senkrecht zur Front der Anlegerbrücke angenommen werden.

Die seismische Auslegung muss nach EN 1473 erfolgen, aber mit den Armen in Ruhestellung. Eine Analyse in angeschlossenem Zustand darf vom Eigentümer angefordert werden.

4.2.2.2.13 Faktoren zur Erhöhung der Spannungen müssen für Winkelflansche, Rohrbögen usw. angewendet werden. Korrekturfaktoren für geflanschte Enden müssen auf Winkelbogen von 90° oder weniger begrenzt werden. Der Einfluss von Drehgelenken muss soweit sinnvoll berücksichtigt werden.

4.3 Drehgelenke

4.3.1 Allgemeines

Das mit Produkt beaufschlagte Drehgelenk besteht aus einer Produktdichtung, einem Lagersystem und einer äußeren Dichtung.

4.3.2 Produktdichtung

Die Einrichtung muss aus zwei Dichtungen bestehen, einer primären und einer sekundären, um beim Versagen der primären Dichtung eine Leckage nach außen oder ins Lager zu verhindern.

- Eine Sondenöffnung muss im Ringraum zwischen primärer und sekundärer Dichtung angebracht sein.
- Die Drehgelenke müssen zeitweilige Vakuumbedingungen überstehen.

4.3.3 Lagerung

Die Lagerung muss mit einer Zirkulation von Stickstoffgas trocken gehalten werden um innere Eisbildung zu verhindern.

4.3.4 Äußere Dichtungsanordnung

Diese Anordnung muss das Eindringen von Wasser und Feststoffen in die Lagerung verhindern.

4.3.5 Auslegung

Drehgelenke müssen für eine Mindestanforderung ausgelegt werden:

- a) Sicherheitsbeiwert von $4,0 \times P_{CA \text{ Drehgelenk}}$ gegen Gehäusebruch;
- b) Sicherheitsbeiwert von $2,0 \times P_{CA \text{ Drehgelenk}}$ gegen Leckage, mit einer maximal zulässigen Leckagerate nach 8.2.1.4.2;
- c) Sicherheitsbeiwert von $1,5 \times P_{CA \text{ Drehgelenk}}$ gegen Druckstellen, mit einer zulässigen Muldenbildung nach 8.2.1.3.

Der Sicherheitsbeiwert ist das Verhältnis der tatsächlichen maximalen, äquivalenten Axialbelastung zur berechneten, maximalen, äquivalenten Axialbelastung.

Die äquivalente Axialbelastung $P_{CA \text{ Drehgelenk}}$ wird berechnet mit der folgenden Gleichung:

$$P_{CADrehgelenk} = F_A + 5 \frac{M_T}{d} + 2,3 F_R \cdot \tan \alpha$$

Dabei ist

F_A die gesamte Axiallast aus axialem Flüssigkeitsdruck und externer Axiallast (N);

M_T das extern aufgebrachte Biegemoment (Nm);

d der Durchmesser der Lagerlauffläche (m);

F_R die extern aufgebrachte Axiallast (N);

α der Berührungswinkel (der Winkel zwischen der Ebene der Kugeln und dem Mittelpunkt auf der Schnittebene der Kugellaufbahn).

4.4 Traglager

4.4.1 Zyklische Bewegungen

Für die zyklischen Bewegungen müssen die Traglager für einen Sicherheitsbeiwert gegen Versagen von mindestens 4 ausgelegt/ausgewählt werden.

Für das statische Belastungsprofil müssen die folgenden Kriterien erfüllt werden:

- a) bei $4 \times P_{CA \text{ Lagerung}}$ darf kein Versagen der tragenden Teile erfolgen;
- b) bei $1,5 \times P_{CA \text{ Lagerung}}$ darf die Breite jeglicher bleibenden Druckstellen maximal 8 % des Durchmessers von Kugel/Wälzelement betragen.