

DIN EN 1473:2016-10 (D)

Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas - Auslegung von landseitigen Anlagen; Deutsche Fassung EN 1473:2016

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	9
Einleitung	10
1 Anwendungsbereich.....	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe	15
4 Sicherheit und Umwelt	21
4.1 Allgemeines.....	21
4.2 Umweltverträglichkeit	21
4.2.1 Umweltverträglichkeitsbewertung	21
4.2.2 Anlagenemissionen.....	22
4.2.3 Emissionsüberwachung	22
4.2.4 Philosophie für Abfackeln/Abblasen.....	23
4.2.5 Schallschutz.....	23
4.2.6 Externe Verkehrsinfrastruktur	23
4.2.7 Wasserentsorgung	23
4.3 Allgemeine Sicherheitsanforderungen	23
4.3.1 Sicherheitsphilosophie.....	23
4.3.2 Die Anlage und ihre Umgebung	23
4.4 Gefährdungsbeurteilung.....	26
4.4.1 Allgemeines.....	26
4.4.2 Beurteilung.....	27
4.4.3 Verbesserung der Sicherheit	33
4.5 Sicherheitstechnische Auslegung und Konstruktion.....	33
4.5.1 Einleitung.....	33
4.5.2 Auslegung.....	33
4.5.3 Überprüfungen.....	37
4.6 Sicherheit während des Betriebs	38
4.6.1 Allgemeines.....	38
4.6.2 Vorbereitung des Anlagenbetriebs.....	38
4.6.3 Sicherheit während des Anlagenbetriebs	38
5 Anleger und Hafenanlagen	38
5.1 Allgemeines.....	38
5.2 Lage.....	38
5.3 Technische Auslegung	39
5.4 Sicherheit.....	39
6 Lager- und Auffangsysteme.....	40
6.1 Allgemeines.....	40
6.2 Tankbauarten.....	40
6.3 Tankbehälterbauarten	40
6.4 Auslegungsgrundsätze.....	41
6.4.1 Allgemeine Anforderungen.....	41
6.4.2 Fluiddichtheit	42
6.4.3 Tankanschlüsse.....	43
6.4.4 Wärmedämmung.....	43

6.4.5	Betriebseinwirkungen.....	44
6.5	Allgemeine Auslegungsanforderungen.....	44
6.6	Fundamente.....	45
6.7	Instrumentierung.....	45
6.7.1	Allgemeines.....	45
6.7.2	Flüssigkeitsfüllstand.....	46
6.7.3	Druck.....	46
6.7.4	Temperatur.....	46
6.7.5	Dichte.....	47
6.8	Über- und Unterdrucksicherung.....	47
6.8.1	Allgemeines.....	47
6.8.2	Quelle von Boil-off-Gas im Gasraum des Tanks.....	47
6.8.3	Druckentlastungsventile.....	47
6.8.4	Berstscheibe.....	48
6.8.5	Unterdruck.....	48
6.9	Tankumwallungen und Auffangbereich für Einzel- und Doppel-Containments.....	49
6.9.1	Allgemeines.....	49
6.9.2	Auffangbereich für Einzel-Containments.....	49
6.9.3	Auffangbereich für Doppel-Containments.....	49
6.9.4	Werkstoffe.....	49
6.9.5	Ableitung von Wasser.....	49
6.9.6	Auffangkapazität.....	49
6.10	Sicherheitstechnische Einrichtungen.....	50
6.10.1	Einrichtungen zur Verhinderung von Rollover.....	50
6.10.2	Blitzschutz.....	50
6.10.3	Zuverlässigkeit und Überwachung des Bauwerks.....	50
6.11	Tankrohrleitungen.....	52
6.11.1	Leitungen zur Abkühlung des Tanks.....	52
6.11.2	Leitungen zum Füllen.....	52
6.12	Abstände zwischen Tanks.....	52
6.13	Inbetriebnahme und Außerbetriebnahme.....	52
6.14	Prüfungen.....	52
7	LNG-Pumpen.....	52
7.1	Allgemeines.....	52
7.2	Werkstoffe.....	53
7.3	Besondere Anforderungen.....	53
7.4	Inspektion und Prüfungen.....	53
8	Verdampfung von LNG.....	54
8.1	Allgemeine Anforderungen.....	54
8.1.1	Funktion.....	54
8.1.2	Werkstoffe.....	54
8.1.3	Schutzschicht.....	54
8.1.4	Erdgasleitungen.....	54
8.1.5	Stabilität/Schwingungen.....	55
8.1.6	Sicherheitsabblaseventile.....	55
8.1.7	Betriebsdaten.....	55
8.2	Auslegungsbedingungen.....	55
8.3	Verdampferanforderungen.....	56
9	Rohrleitungen.....	56
9.1	Allgemeines.....	56
9.2	Rohrleitungssysteme.....	56
9.2.1	Anwendungsbereich für Rohrleitungssysteme.....	56
9.2.2	Hauptprozesssysteme.....	56
9.2.3	Prozessnebenleitungen.....	57
9.2.4	Versorgungsleitungen.....	57
9.2.5	Brandschutzsysteme.....	58

9.3	Regeln für die Auslegung	58
9.3.1	Allgemeine Anforderungen.....	58
9.3.2	Durchflusseigenschaften.....	58
9.4	Druckprüfungen	58
9.5	Rohrleitungsteile.....	59
9.5.1	Allgemeines.....	59
9.5.2	Rohre.....	60
9.5.3	Flexible Schläuche.....	62
9.6	Armaturen	62
9.7	Abblasearmaturen	63
9.8	Wärme- und Kälte­dämmung.....	63
9.8.1	Allgemeines.....	63
9.8.2	Rohrleitungs­dämmung.....	64
9.8.3	Brandverhalten.....	64
9.8.4	Gasabsorption	65
9.8.5	Schutz vor Feuchtigkeit	65
9.8.6	Lageveränderungen.....	65
9.8.7	Dickenbestimmung.....	65
9.8.8	Wärmeleitfähigkeit.....	66
9.9	Rohrbrücken/Rohrleitungstrassen.....	68
9.10	Korrosion	68
10	Aufnahme und Abgabe von Erdgas	68
10.1	Gasmessung.....	68
10.1.1	Hintergrund	68
10.1.2	Durchflussmessung	68
10.2	Gasqualität.....	68
10.2.1	Hintergrund	68
10.2.2	Anpassung der Erdgasqualität.....	69
10.3	Odorierung	69
11	Boil-off-Gas-Rückgewinnungs- und -Behandlungsanlagen.....	69
11.1	Allgemeines.....	69
11.2	Boil-off-Gas-Sammelsystem	70
11.3	Gasrückleitungssystem zu dem/den LNG-Tanker(n) oder zum Exportterminal	70
11.4	Boil-off-Gasrückgewinnung	71
11.5	Gasverdichter	71
11.6	Fackel-/Abblasesystem	71
11.6.1	Allgemeines.....	71
11.6.2	Für Importterminals	72
11.6.3	Für Exportterminals.....	73
12	Nebenanlagen und Gebäude	73
12.1	Elektrische Ausrüstung	73
12.1.1	Allgemeine Anforderungen.....	73
12.1.2	Hauptstromversorgung.....	73
12.1.3	Notstromversorgung (EPS, en: Emergency Power Supply).....	74
12.1.4	Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)	74
12.1.5	Beleuchtung	75
12.2	Blitzschutz und Erdung	75
12.2.1	Blitzschutz	75
12.2.2	Erdung.....	75
12.3	Kathodischer Korrosionsschutz	75
12.4	Warnleuchten.....	75
12.5	Seewasserversorgung.....	76
12.5.1	Werkstoffe	76
12.5.2	Wasserpumpen	76
12.6	Einrichtungen zur Abscheidung von Gasverunreinigungen.....	76
12.7	Instrumentenluft	76

12.8	Brenngas	77
12.9	Stickstoffsystem.....	77
12.10	Gebäude.....	78
13	Gefährdungsmanagement	78
13.1	Eigensicherheit	78
13.1.1	Berücksichtigung von Mindestsicherheitsabständen	78
13.1.2	Anordnung der LNG-Anlage	78
13.1.3	Fluchtwege	79
13.1.4	Eingeschlossene Bereiche	79
13.1.5	Direkte Zugänglichkeit von Ventilen und Ausrüstung.....	80
13.1.6	Auswahl der geeigneten elektrischen Bauteile entsprechend der Bereichsklasse.....	80
13.1.7	Sammlung von ausgetretenem LNG und Straßenbelag in explosionsgefährdeten Bereichen.....	80
13.1.8	Rückhaltesysteme in Prozess- und Übergabebereichen	80
13.2	Passiver Schutz	81
13.2.1	Feuerbeständigkeit.....	81
13.2.2	Schutz vor Versprödung.....	81
13.3	Werkschutz	82
13.4	Störungserkennung und -meldung.....	82
13.5	Notabschaltsystem (ESD, en: Emergency Shut Down).....	84
13.6	Brandbekämpfung.....	84
13.6.1	Definition der Brandbekämpfung.....	84
13.6.2	Löschwassersystem	85
13.6.3	Sprinkleranlagen.....	85
13.6.4	Wasservorhänge.....	86
13.6.5	Schaummittelerzeugung	87
13.6.6	Tragbare Schaumausrüstung	87
13.6.7	LNG-Feuerlöschung mit Löschpulver.....	88
13.6.8	Tragbare/fahrbare Feuerlöscher	88
13.6.9	Löschfahrzeug	89
13.7	Weitere Anforderungen	89
13.7.1	Vorkehrungen zur Gefährdungsminimierung in Gebäuden	89
13.7.2	Löschmittelschränke/Schlauchbehälter	89
13.7.3	Instandhaltung der Ausrüstung und Ausbildung für die Brandbekämpfung in Terminals.....	90
14	Steuer- und Überwachungssysteme	90
14.1	Allgemeine Beschreibung.....	90
14.2	Prozessleitsystem	91
14.2.1	Kurzbeschreibung.....	91
14.2.2	Auslegung des Prozessleitsystems	91
14.3	Sicherheitsleitsystem.....	92
14.3.1	Kurzbeschreibung.....	92
14.3.2	Notabschaltung (ESD) und Sicherheitsmaßnahmen.....	92
14.3.3	Systemanforderungen	93
14.4	Zugangskontrollsystem.....	94
14.5	System gegen unbefugtes Eindringen.....	94
14.6	Videoüberwachungssystem (CCTV)	94
14.7	Überwachung und Kontrolle von Hafen und Landungsbrücke	94
14.8	Kommunikationsmittel	94
14.9	Überwachung und Kontrolle der Umwelt	95
15	Montage, Inbetriebnahme und Überholung	95
15.1	Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle.....	95
15.2	Abnahmeprüfungen	95
15.3	Vorbereitung für Inbetriebnahme und Abschaltung.....	95
16	Konservierung und Korrosionsschutz	96
16.1	Anstrich	96
16.2	Kathodischer Korrosionsschutz.....	97

17	Training für Bedientätigkeiten.....	97
18	Schulung vor Inbetriebnahme eines Hafenterminals.....	97
Anhang A (normativ) Grenzwerte für die Wärmestrahlung.....		98
A.1	Wärmestrahlung von LNG-Bränden.....	98
A.2	Wärmestrahlung von einer Fackel oder einem gezündeten Abblasemast.....	99
Anhang B (normativ) Definitionen der Referenzdurchflüsse.....		101
B.1	Allgemeines.....	101
B.2	V_T (Wärmeeintrag).....	101
B.3	V_L (Füllen).....	101
B.4	V_O (Überfüllung).....	101
B.5	V_F (Flash beim Füllen).....	101
B.6	V_R (LNG-Umwälzung mittels Tauchpumpe).....	102
B.7	V_A (Schwankung des atmosphärischen Drucks).....	103
B.8	V_V (Ausfall der Regelarmatur).....	103
B.9	V_I (Wärmeeintrag durch Brandeinwirkung).....	103
B.10	V_D (angesaugte Fluidmenge).....	104
B.11	V_C (Verdichteransaugmenge).....	104
B.12	V_B (Rollover).....	104
Anhang C (informativ) Klassifizierung von Erdbeben.....		105
C.1	Einleitung.....	105
C.2	Einige Grundprinzipien.....	105
C.3	Beispiel einer Sicherheitsbetrachtung nach einem SSE.....	105
C.4	Beispiel einer Klassifizierung für SSE.....	106
Anhang D (normativ) Spezifische Anforderungen an LNG-Pumpen.....		107
D.1	Einleitung.....	107
D.2	Auslegung.....	107
D.3	Inspektion.....	107
D.3.1	Allgemeines.....	107
D.3.2	Inspektion von Druck- oder Rotationsbelasteten Bauteilen.....	108
D.3.3	Röntgenprüfung.....	108
D.3.4	Ultraschallprüfung.....	108
D.3.5	Risserkennung (Farbeindringprüfung).....	108
D.3.6	Sichtprüfung.....	108
D.3.7	Maßkontrolle.....	108
D.3.8	Elektrische Inspektionen.....	108
D.4	Prüfungen.....	108
D.4.1	Prüfbedingungen.....	108
D.4.2	Typprüfungen und Abnahmeprüfungen.....	109
D.4.3	Festigkeits- und Dichtheitsprüfungen.....	109
D.4.4	Leistungsprüfungen.....	109
D.4.5	NPSH-Prüfungen.....	110
D.5	Anzugebende Werte.....	110
D.6	Kennzeichnung.....	111
D.7	Spezifische Anforderungen für Tauchpumpen und zugehörige Kabel.....	111
D.7.1	Topfmontierte Pumpen.....	111
D.7.2	Tauchrohrpumpen (In-Tank-Pumpen).....	111
D.8	Vertikale Pumpen mit externem Motor.....	112
Anhang E (normativ) Spezifische Anforderungen an LNG-Verdampfer.....		113
E.1	Betriebsparameter/deklarierte Leistungsmerkmale.....	113
E.2	Wasserverdampfer mit offenem Kreislauf (ORV).....	113
E.2.1	Spezifische Anforderungen an die Auslegung.....	113
E.2.2	Wasserverteilung.....	113

E.2.3	LNG- und Erdgasleitungen.....	115
E.2.4	LNG-Verteilung.....	115
E.2.5	Reinigung der LNG- und Erdgaskreisläufe.....	115
E.2.6	Regelung und Sicherheit.....	115
E.2.7	Einhausung des Verdampfers.....	115
E.2.8	Wasserkreislauf.....	115
E.2.9	Wasserqualität.....	116
E.3	Wasserverdampfer mit geschlossenem Kreislauf (STV).....	116
E.4	Indirekte Verdampfer (IFV).....	116
E.4.1	Offene Wasserbadverdampfer.....	116
E.4.2	Zwangsumlaufverdampfer.....	116
E.4.3	Kondensator/Verdampfer-Typ.....	117
E.5	Tauchflammenverdampfer (SCV).....	117
E.5.1	Korrosion.....	117
E.5.2	Regelung und Sicherheit.....	117
E.5.3	Wasserbad.....	118
E.5.4	Schwingungen.....	118
E.5.5	Maßnahmen für kalte Perioden.....	118
E.5.6	Legionellen.....	118
E.6	Umgebungsluftverdampfer (AAV, en: Ambient Air Vaporizer).....	119
Anhang F (normativ) Kriterien für die Auslegung von Rohrleitungen.....		120
Anhang G (informativ) Beschreibung verschiedener Arten landseitiger LNG-Anlagen.....		121
G.1	LNG-Verflüssigungsanlage.....	121
G.2	LNG-Anlandeterminals.....	121
G.3	LNG-Peakshaving-Anlagen.....	122
G.4	LNG-Satellitenanlagen.....	122
G.5	LNG-Bunkerstationen.....	122
Anhang H (informativ) Definition der verschiedenen LNG-Tankbauarten.....		123
H.1	Allgemeines.....	123
H.2	Kugeltank.....	123
H.3	Tiefkalter-Betontank.....	123
Anhang I (informativ) Häufigkeitsbereiche.....		126
Anhang J (informativ) Schadensklassen.....		127
Anhang K (informativ) Risikograde.....		128
K.1	Allgemeines.....	128
K.2	Akzeptanzkriterien.....	128
Anhang L (informativ) Typische Verfahrensschritte bei der Verflüssigung.....		130
L.1	Einleitung.....	130
L.2	Erdgasaufbereitung/Abscheidung von Sauer gasbestandteilen.....	130
L.2.1	Allgemeines.....	130
L.2.2	Absorptionsprozesse.....	130
L.2.3	Adsorption mit Molekularsieben.....	132
L.2.4	Entfernung von anderen Schwefelverbindungen als H ₂ S.....	132
L.3	Erdgasbehandlung/Trocknung.....	132
L.3.1	Allgemeines.....	132
L.3.2	Verfahrensprinzip.....	132
L.3.3	Betriebsparameter/Leistungsdaten.....	133
L.3.4	Besonderheiten.....	133
L.4	Erdgasaufbereitung/Entfernung von Quecksilber.....	134
L.5	Erdgasverflüssigungsanlage.....	134
L.5.1	Allgemeines.....	134
L.5.2	Verfahrensprinzip.....	134
L.5.3	Betriebsparameter/Leistungsdaten.....	135
L.5.4	Tiefe Temperaturen.....	136

L.5.5	Besondere Ausrüstungsteile	136
Anhang M (informativ)	Odoriersysteme	139
M.1	Allgemeines zur Odoriermitteln	139
M.2	Anforderungen an Odoriersysteme	139
M.2.1	Allgemeines	139
M.2.2	Lagerung	139
M.2.3	Odoriermittelpumpen und -armaturen	140
M.3	Umgang mit Odoriermitteln	140
M.3.1	Allgemeines	140
M.3.2	Anlieferung	140
M.3.3	Spülen und Lüften	140
M.4	Odorierung	141
M.5	Austritt von Odoriermittel	141
M.6	Sicherheit des Personals	142
	Literaturhinweise	143