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 Sauergasbestandteilen ... 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_2S ... 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**