

# 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
<b>Anhang F (normativ) Kriterien für die Auslegung von Rohrleitungen.....</b>		<b>120</b>
<b>Anhang G (informativ) Beschreibung verschiedener Arten landseitiger LNG-Anlagen.....</b>		<b>121</b>
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
<b>Anhang H (informativ) Definition der verschiedenen LNG-Tankbauarten.....</b>		<b>123</b>
H.1	Allgemeines.....	123
H.2	Kugeltank.....	123
H.3	Tiefkalter-Betontank.....	123
<b>Anhang I (informativ) Häufigkeitsbereiche.....</b>		<b>126</b>
<b>Anhang J (informativ) Schadensklassen.....</b>		<b>127</b>
<b>Anhang K (informativ) Risikograde.....</b>		<b>128</b>
K.1	Allgemeines.....	128
K.2	Akzeptanzkriterien.....	128
<b>Anhang L (informativ) Typische Verfahrensschritte bei der Verflüssigung.....</b>		<b>130</b>
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 <sub>2</sub> 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

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