

DIN EN 1473:2021-12 (D)

Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas - Auslegung von landseitigen Anlagen; Deutsche Fassung EN 1473:2021

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	8
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich.....	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe und Abkürzungen	14
3.1 Begriffe	14
3.2 Abkürzungen	21
4 Qualitätsmanagementsystem.....	21
5 Standortbewertung.....	22
5.1 Allgemeines und Anlagenbeschreibung.....	22
5.2 Geotechnik.....	22
5.2.1 Bodeneigenschaften	22
5.2.2 Marine geotechnische Eigenschaften für die Auslegung des Anlegers und der seeseitigen Zufahrt	24
5.2.3 Hafenausbaggerung.....	24
5.3 Meteorologisch und meereskundlich	24
5.3.1 Allgemeines.....	24
5.3.2 Daten über Metocean-Auswirkungen.....	24
5.3.3 Auswirkungen der Lufttemperatur und Luftfeuchte	24
5.3.4 Blitzeinfluss.....	24
5.3.5 Daten über Auswirkungen von Wind und Luftdruck.....	25
5.3.6 Daten über Auswirkungen von Niederschlag.....	25
5.3.7 Klimawandel	25
5.4 Umweltaspekte	25
5.4.1 Umweltverträglichkeitsbewertung	25
5.4.2 Anlagenemissionen/Emissionsüberwachung.....	26
5.4.3 Philosophie für Abfackeln/Abblasen.....	26
5.4.4 Schallschutz.....	27
5.4.5 Biologische Umgebung	27
5.5 Infrastruktur.....	27
5.5.1 Externe Verkehrsinfrastruktur	27
5.5.2 Umgebende Infrastruktur	27
5.5.3 Nautisch und umweltbezogen	27
5.5.4 Erdverlegte Versorgungsleitungen.....	27
5.6 Seismik.....	28
5.6.1 Allgemeines.....	28
5.6.2 Tsunamis.....	28
5.7 Hydrologie	28
5.7.1 Auswirkungen von Entwässerung	28
5.7.2 Grundwasserleiter, Erosion und Studien zu den Auswirkungen auf das Grundwasser.....	29
5.8 Gesellschaftlich	29
5.8.1 Öffentliche Gesundheit, Sicherheit und Gefahren.....	29
5.8.2 Siedlungen	29
5.8.3 Weitere Themen	29

6	Risikomanagement.....	30
6.1	Allgemeines.....	30
6.2	Methoden der Gefahren- und Risikobewertung.....	31
6.2.1	Allgemeines.....	31
6.2.2	Risikomatrix	33
6.2.3	HAZID (Studie zur Gefahrenerkennung)	33
6.2.4	Fehlermöglichkeits- und -Einflussanalyse (FMEA)	33
6.2.5	Gefährdungs- und Betriebsfähigkeitsanalyse (HAZOP)	33
6.2.6	Ereignisbaumverfahren (ETM).....	34
6.2.7	Fehlerbaumverfahren (FTM)	34
6.2.8	Bow-Tie-Analyse (BTA).....	34
6.2.9	LOPA (Analyse der Schutzebenen)	35
6.2.10	SIL-Analyse	35
6.2.11	Quantitative Risikobeurteilung (QRA).....	35
6.2.12	Brand- und Explosionsrisikoanalyse (FERA)	36
6.3	Ermittlung der Szenarien	36
6.3.1	Ermittlung externer Risikoquellen und -ursachen	36
6.3.2	Ermittlung von Szenarien mit LNG als Ursache.....	37
6.3.3	Ermittlung anderer interner Gefährdungen und Szenarioursachen.....	37
6.4	Auswirkung und Folgenabschätzung.....	38
6.4.1	Allgemeines.....	38
6.4.2	Gaswolkenverbreitung.....	38
6.4.3	Feuer.....	40
6.4.4	Explosion.....	41
6.4.5	Lachenbildung.....	41
6.4.6	Sicherheitsabstände.....	42
6.5	Abschätzung von Häufigkeiten und Wahrscheinlichkeiten	42
6.6	Erhöhung der Sicherheit.....	42
6.7	Überprüfungen.....	43
6.8	Sicherheit im Betrieb	43
6.8.1	Betriebsabläufe.....	43
6.8.2	Instandhaltungsverfahren	43
6.8.3	Schulungen	44
6.8.4	Notfallantwort.....	45
7	Auslegung	45
7.1	Allgemeines.....	45
7.2	Betonbauwerke.....	45
7.2.1	Allgemeines.....	45
7.2.2	Bereichsentwässerung und Leckagekontrolle	45
7.2.3	Leitplanken	48
7.2.4	Brandschutz.....	48
7.2.5	Dämmung.....	54
7.2.6	Anforderungen an die räumliche Anordnung.....	56
7.2.7	Seismik	58
7.2.8	Geotechnik.....	58
7.2.9	Auslegung von Fundamenten	59
7.2.10	Rohrdurchführungen oder Umschließungen.....	60
7.2.11	Rohrbrücken.....	61
7.2.12	Zäune und Zugang zur Anlage	61
7.3	Elektrik.....	61
7.3.1	ATEX-Klassifizierung	61
7.3.2	IP-Klassifizierung.....	61
7.3.3	Blitzeinschlag	62
7.3.4	Beleuchtung	62
7.3.5	Einteilung von explosionsgefährdeten Bereichen.....	62
7.3.6	Erdung.....	62
7.3.7	Hochspannungsanlagen/Hauptstromversorgung.....	63

7.3.8	Niederspannungsanlagen	63
7.3.9	Notstromversorgung (EPS)	63
7.3.10	Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)	64
7.4	Mechanische Auslegung und Auslegung von Rohrleitungen/Materialauswahl	64
7.4.1	Werkstoffe	64
7.4.2	Korrosion	65
7.4.3	Anstrich und Beschichtung	66
7.4.4	Kathodischer Korrosionsschutz	66
7.4.5	Galvanisierte Tragwerke	66
7.4.6	Rohrleitungssysteme und Armaturen	66
7.4.7	Absperrarmaturen/ESD-Armaturen	68
7.4.8	Rohrleitungsspannung	69
7.4.9	Auslegung von Entleerung und Lüftung	70
7.4.10	Druckstoß	70
7.4.11	Sichere Absperrung	70
7.4.12	Druckentlastungseinrichtungen	71
7.4.13	Versprödung	73
7.4.14	Schweiß- und Fügeverbindungen	73
7.4.15	Prüfungen und Inspektion	73
7.4.16	Inbetriebnahme und Anfahrvorgänge	74
7.4.17	Außerbetriebnahme	75
7.5	Prozessautomatisierung und -steuerungen	76
7.5.1	Prozesssteuerungssystem (PCS) und Sicherheitsleitssystem (SIS)	76
7.5.2	Notabschaltung (ESD)	78
7.5.3	Feldmessgeräte und Armaturen	79
7.5.4	Brand-, Leckage- und Gaserkennungssysteme	80
7.5.5	Erdbebenerkennung	80
7.5.6	Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI, en: Human Machine Interface)	80
7.5.7	Alarmmanagement	81
7.5.8	Telekommunikations- und CCTV-Anforderungen	81
7.5.9	Warnlampen	82
7.6	Verfahrenstechnische Sicherheit	82
7.6.1	Schutz vor Überfüllung	82
7.6.2	Überdrucksicherung	82
7.6.3	Unterdrucksicherung für Lagertanks	83
7.6.4	Leckage	83
7.6.5	Rollover	84
7.6.6	Niedrigtemperaturschutz	84
7.6.7	Flüssigkeitsübertrag	85
7.6.8	Notentspannung	85
7.7	Schiffsübergabesysteme	85
7.7.1	Allgemeines	85
7.7.2	LNG-Schiffsübergabesysteme	85
7.7.3	Auslegung des Anlegers	86
7.7.4	Überwachung und Kontrolle von Hafen und Landungsbrücke	86
7.7.5	Sicherheit des Anlegers und Werkschutz	87
7.7.6	Unbemannte Übergabestation	87
7.8	Lagereinheit	87
7.8.1	Allgemeines	87
7.8.2	Normalbedingungen	88
7.8.3	Anormaler Betrieb	88
7.8.4	Lagerungskonzepte	89
7.8.5	Leistung von Niederdruckbehältern	90
7.8.6	Leistung von Druckbehälter tanks	91
7.8.7	Tanktypen	92
7.9	Rotierende Ausrüstung	93
7.9.1	LNG-Pumpen	93
7.9.2	Seewasserpumpen	94

7.9.3	Verdichter.....	94
7.9.4	Turbinen	94
7.10	Wiederverdampfungs- und Ausspeiseeinheit.....	94
7.10.1	Allgemeines.....	94
7.10.2	Anpassung der Erdgasqualität.....	95
7.10.3	Odoriermittel.....	95
7.11	Beladeeinheit für Anhänger.....	96
7.12	Verflüssigungsanlage.....	96
7.12.1	Allgemeines.....	96
7.12.2	Abscheidung von Gasverunreinigungen.....	96
7.13	Gebäude.....	96
7.13.1	Allgemeines.....	96
7.13.2	Leitwarte.....	97
7.14	LNG- und Erdgasqualitätsmessung.....	97
7.14.1	Allgemeines.....	97
7.14.2	Probennahme	97
7.14.3	Analyse der Zusammensetzung.....	97
7.14.4	Wärmeberechnung und Wobbe-Index.....	97
7.14.5	Dichteberechnung.....	98
7.14.6	Kalibrierung des Analysegeräts	98
7.14.7	Kalibriergas.....	98
7.15	Durchflussmessung für eichpflichtigen Verkehr	98
7.16	Boil-off Gas (BOG) Systeme	98
7.16.1	Allgemeines.....	98
7.16.2	Boil-off Gas Sammelsystem	100
7.16.3	Rückgewinnung von Boil-Off-Gas.....	101
7.17	System für Abfackeln/Abblasen	102
7.17.1	Allgemeines.....	102
7.17.2	Fackel.....	103
7.17.3	Ausbläser	103
7.18	Betriebsmittel	103
7.18.1	Allgemeines.....	103
7.18.2	Instrumentenluft.....	104
7.18.3	Stickstoff.....	104
7.18.4	Brenngas	105
7.18.5	Andere Betriebsmittel	105
Anhang A (normativ) Grenzwerte für die Wärmestrahlung.....		106
A.1	Wärmestrahlung von LNG-Bränden.....	106
A.2	Wärmestrahlung von einer Fackel oder einem gezündeten Ausbläser.....	107
Anhang B (normativ) Definitionen der Referenzdurchflüsse		109
B.1	Allgemeines.....	109
B.2	V_T (Wärmeeintrag)	109
B.3	V_L (Befüllen).....	109
B.4	V_O (Überfüllung)	109
B.5	V_F (Flash beim Befüllen).....	109
B.6	V_R (LNG-Umwälzung mittels Tauchpumpe)	110
B.7	V_A (Veränderung des Atmosphärendrucks)	111
B.8	V_V (Ausfall der Regelarmatur).....	111
B.9	V_I (Wärmeeintrag durch Brandeinwirkung).....	111
B.10	V_D (angesaugte Fluidmenge).....	111
B.11	V_C (Verdichteransaugmenge)	112
B.12	V_B (Rollover)	112
Anhang C (informativ) Seismische Klassifizierung.....		113
C.1	Allgemeines.....	113
C.2	Einige Grundprinzipien.....	113
C.3	Beispiel einer Sicherheitsbetrachtung nach einem SSE	113

C.4	Beispiel einer Klassifizierung für SSE.....	114
Anhang D (normativ) Spezifische Anforderungen an LNG Pumpen		
D.1	Allgemeines.....	115
D.2	Auslegung.....	115
D.3	Inspektion.....	115
D.3.1	Allgemeines.....	115
D.3.2	Inspektion von druck- oder rotationsbelasteten Bauteilen.....	115
D.3.3	Durchstrahlprüfung.....	116
D.3.4	Ultraschallprüfung.....	116
D.3.5	Risserkennung (Farbeindringprüfung)	116
D.3.6	Sichtprüfung.....	116
D.3.7	Maßkontrolle.....	116
D.3.8	Elektrische Inspektionen.....	116
D.4	Prüfungen	116
D.4.1	Prüfbedingung.....	116
D.4.2	Typprüfungen und Abnahmeprüfungen.....	116
D.4.3	Festigkeits- und Dichtheitsprüfungen.....	117
D.4.4	Leistungsprüfungen.....	117
D.4.5	NPSH-Prüfungen.....	118
D.5	Anzugebende Werte	118
D.6	Kennzeichnung.....	119
D.7	Spezifische Anforderungen für Tauchpumpen und zugehörige Kabel	119
D.7.1	Topfmontierte Pumpen.....	119
D.7.2	Tauchrohrpumpen (In-Tank-Pumpen).....	119
D.8	Vertikale Pumpen mit externem Motor	120
Anhang E (normativ) Spezifische Anforderungen an LNG-Verdampfer.....		
E.1	Betriebsparameter	121
E.2	Wasserverdampfer mit offenem Kreislauf (ORV).....	121
E.2.1	Spezifische Anforderungen an die Auslegung.....	121
E.2.2	Wasserverteilung	121
E.2.3	LNG- und Erdgasleitungen	123
E.2.4	LNG-Verteilung.....	123
E.2.5	Reinigung der LNG- und Erdgaskreisläufe	123
E.2.6	Regelung/Sicherheit.....	123
E.2.7	Einhausung des Verdampfers.....	123
E.2.8	Wasserkreislauf.....	123
E.2.9	Wasserqualität	124
E.3	Wasserverdampfer: Geschlossener Typ (STV)	124
E.4	Indirekte Verdampfer (IFV).....	124
E.4.1	Offene Wasserbadverdampfer	124
E.4.2	Zwangsumlaufverdampfer	124
E.4.3	Kondensator/Verdampfer-Typ.....	125
E.5	Tauchflammenverdampfer (SCV)	125
E.5.1	Korrosion	125
E.5.2	Regelung und Sicherheit.....	125
E.5.3	Wasserbad	126
E.5.4	Schwingungen.....	126
E.5.5	Maßnahmen für kalte Perioden.....	126
E.5.6	Legionellen.....	126
E.6	Umgebungsluftverdampfer (AAV, en: Ambient Air Vaporizer)	127
Anhang F (normativ) Kriterien für die Auslegung von Rohrleitungen.....		
Anhang G (informativ) Beschreibung verschiedener Arten landseitiger LNG-Anlagen		
G.1	LNG-Verflüssigungsanlage.....	129
G.2	LNG-Anlandeterminals	129
G.3	LNG-Peakshaving-Anlagen	130
G.4	LNG-Satellitenanlagen	130

G.5	LNG-Bunkerstationen	130
Anhang H (informativ) Beladeeinheit für Anhänger (TLU, en: Trailer Loading Unit)..... 131		
H.1	Zusätzliche spezifische Gefährdungen der TLU	131
H.2	Empfohlene Sicherheitsmaßnahmen	131
H.3	Besondere prozesssicherheitstechnische Anforderungen	132
H.4	LNG-Messung	132
Anhang I (informativ) Häufigkeitsbereiche 133		
Anhang J (informativ) Schadensklassen..... 134		
Anhang K (informativ) Risikograde..... 135		
K.1	Allgemeines.....	135
K.2	Akzeptanzkriterien	135
Anhang L (informativ) Typische Prozessschritte der Verflüssigung 137		
L.1	Einleitung.....	137
L.2	Anforderungen an Erdgas/Extraktion von sauren Gasbestandteilen.....	137
L.2.1	Allgemeines.....	137
L.2.2	Absorptionsprozess.....	137
L.2.3	Molekularsieb-Adsorptionsprozess.....	139
L.2.4	Andere Schwefelprozesse als H ₂ S	139
L.3	Aufbereitung/Entwässerung von Erdgas	139
L.3.1	Allgemeines.....	139
L.3.2	Funktionsprinzip.....	139
L.3.3	Betriebsparameter/deklarierte Leistungsmerkmale.....	140
L.3.4	Besondere Merkmale	140
L.4	Aufbereitung von Erdgas/Quecksilberentfernung.....	141
L.5	Verflüssigungsanlage für Erdgas.....	141
L.5.1	Allgemeines.....	141
L.5.2	Funktionsprinzip.....	141
L.5.3	Betriebsparameter/deklarierte Leistungsmerkmale.....	142
L.5.4	Niedrige Temperaturen	143
L.5.5	Spezifische Ausrüstung	144
Anhang M (informativ) Odoriersysteme 147		
M.1	Allgemeines zu Odoriermitteln	147
M.2	Anforderungen an Odoriersysteme	147
M.2.1	Allgemeines.....	147
M.2.2	Lagerung	147
M.2.3	Odoriermittelpumpen und -armaturen	148
M.3	Umgang mit Odoriermitteln	148
M.3.1	Allgemeines.....	148
M.3.2	Anlieferung.....	148
M.3.3	Spülen und Lüften	148
M.4	Odorierung.....	149
M.5	Austritt von Odoriermittel	149
M.6	Sicherheit des Betriebspersonals	150
Literaturhinweise 151		