

DIN EN ISO 20257-2



ICS 75.200

**Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas –
Auslegung von schwimmenden Flüssigerdgas-Anlagen –
Teil 2: Spezifische Anmerkungen zu FSRU (ISO 20257-2:2021);
Deutsche Fassung EN ISO 20257-2:2021**

Installation and equipment for liquefied natural gas –
Design of floating LNG installations –
Part 2: Specific FSRU issues (ISO 20257-2:2021);
German version EN ISO 20257-2:2021

Installations et équipements de gaz naturel liquéfié –
Conception des installations flottantes de GNL –
Partie 2: Questions spécifiques aux FSRU (ISO 20257-2:2021);
Version allemande EN ISO 20257-2:2021

Diese Norm wurde in das DVGW-Regelwerk aufgenommen.

Gesamtumfang 55 Seiten

DIN-Normenausschuss Gastechnik (NAGas)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Dieses Dokument (EN ISO 20257-2:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 67 „Materials, equipment and offshore structures for petroleum, petrochemical and natural gas industries“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 282 „Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 032-02-10 AA „Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas“ im DIN-Normenausschuss Gastechnik (NAGas).

Soweit in diesem Dokument Belange des Arbeitsschutzes berührt werden, wird darauf hingewiesen, dass diesbezügliche nationale Vorschriften Vorrang vor den in dieser Norm festgelegten Anforderungen haben. Wenn strengere örtliche oder nationale Anforderungen bestehen, ersetzen diese die in dieser Europäischen Norm genannten Mindestanforderungen.

Die in diesem Dokument zitierten Europäischen Normen sind als DIN-EN-Normen mit gleicher Zählernummer veröffentlicht.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

IEC 61508 (all parts)	siehe	DIN EN 61508 (alle Teile)
IEC 61511 (all parts)	siehe	DIN EN 61511 (alle Teile)
ISO 6976	siehe	DIN EN ISO 6976
ISO 9906	siehe	DIN EN ISO 9906
ISO 12213-1	siehe	DIN EN ISO 12213-1
ISO 12213-2	siehe	DIN EN ISO 12213-2
ISO 13709	siehe	DIN EN ISO 13709
ISO 13734	siehe	DIN EN ISO 13734
ISO 14113	siehe	DIN EN ISO 14113
ISO 16903	siehe	DIN EN ISO 16903
ISO 16904	siehe	DIN EN ISO 16904
ISO 20257-1	siehe	DIN EN ISO 20257-1

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Dieses Dokument wurde vom DIN Deutsches Institut für Normung e. V. im Einvernehmen mit dem DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. aufgestellt.

Diese Norm ist Bestandteil des DVGW-Regelwerks „Gas“.

Dieses Dokument ist eine Erstausgabe.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 61508 (alle Teile), *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme*

DIN EN 61511 (alle Teile), *Funktionale Sicherheit — PLT-Sicherheitseinrichtungen für die Prozessindustrie*

DIN EN ISO 6976, *Erdgas — Berechnung von Brenn- und Heizwert, Dichte, relativer Dichte und Wobbeindex aus der Zusammensetzung*

DIN EN ISO 9906, *Kreiselpumpen — Hydraulische Abnahmeprüfungen — Klassen 1, 2 und 3*

DIN EN ISO 12213-1, *Erdgas — Berechnung von Realgasfaktoren — Teil 1: Einführung und Leitfaden*

DIN EN ISO 12213-2, *Erdgas — Berechnung von Realgasfaktoren — Teil 2: Berechnungen basierend auf einer molaren Gasanalyse als Eingangsgröße*

DIN EN ISO 13709, *Kreiselpumpen für den Einsatz in der Erdöl-, petrochemischen und Erdgasindustrie*

DIN EN ISO 13734, *Erdgas — Organische Verbindungen zur Verwendung als Odoriermittel — Anforderungen und Prüfverfahren*

DIN EN ISO 14113, *Gasschweißgeräte — Gummi- und Kunststoffschläuche und Schlauchleitungen für Industriegase bis zu einem Druck von 450 bar (45 MPa)*

DIN EN ISO 16903, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Eigenschaften von Flüssigerdgas mit Einfluss auf die Auslegung und die Materialauswahl*

DIN EN ISO 16904, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Auslegung und Prüfung von Schiffsverladearmen für Flüssigerdgas für konventionelle landseitige Terminals*

DIN EN ISO 20257-1, *Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas — Auslegung von schwimmenden Flüssigerdgas-Anlagen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas —
Auslegung von schwimmenden Flüssigerdgas-Anlagen —
Teil 2: Spezifische Anmerkungen zu FSRU (ISO 20257-2:2021)

Installation and equipment for liquefied natural gas —
Design of floating LNG installations —
Part 2: Specific FSRU issues (ISO 20257-2:2021)

Installations et équipements de gaz naturel liquéfié —
Conception des installations flottantes de GNL —
Partie 2: Questions spécifiques aux FSRU
(ISO 20257-2:2021)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 28. Mai 2021 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 CEN-CENELEC-Management-Zentrum 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, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Vorwort	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe und Abkürzungen	8
3.1 Begriffe	8
3.2 Abkürzungen	8
4 Gestaltungsgrundlagen	9
4.1 Allgemeine Beschreibung der FSRU	9
4.2 Hauptkriterien für die Auslegung von Prozessanlagen	12
4.3 Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Instandhaltbarkeit der schwimmenden LNG-Anlage	12
4.4 Spezifische Anforderungen an FSRU, die als LNG-Tanker betrieben werden	12
4.5 Spezifische Untersuchungen für FSRU	13
4.5.1 Allgemeines	13
4.5.2 Untersuchung der Umweltauswirkung der Meerwasserentnahme und -ableitung	13
4.5.3 Untersuchung der Rezirkulation	13
4.5.4 Kolkschutz-Untersuchung	14
5 Spezifische Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltaspekte	14
5.1 Allgemeines	14
5.2 Umweltbezogene Erwägungen in Bezug auf Aspekte der Wassererwärmung und - abkühlung	14
5.3 Sicherheitserwägungen	14
5.3.1 Allgemeine Anforderungen	14
5.3.2 Auslegungsbeschränkungen	15
5.3.3 Auslegungsbeschränkungen im Hinblick auf die Umgebung	15
5.3.4 Auslegungsbeschränkungen im Hinblick auf die Anordnung der Anlage	16
5.3.5 Maßnahmen zur Risikovermeidung	18
6 Vertäuen und Halten der Position	24
7 Rumpfauslegung	24
8 LNG-Speicherung	25
8.1 Spezifische Anforderungen an das Ladetank-Druckmanagement	25
8.2 Spezifische Anforderungen an das Überdruckmanagement von LNG-Tankern	25
8.3 Rollover-Risiko	25
9 Übergabesysteme	26
9.1 Allgemeines	26
9.2 Erdgas-Ausspeisung: Anforderungen an die NG-Übergabe	26
9.2.1 Funktionsanforderungen	26
9.2.2 Auslegung des Übergabesystems	26
9.2.3 Nottrennung	27
9.2.4 Betriebsbereich	28
9.3 LNG-Probennahme	29
10 BOG-Behandlung und -Rückgewinnung	29
10.1 Allgemeines	29

10.2	Auslegungsdruck-Flexibilität des LNG-Tanks.....	30
10.3	Spezifische Anforderungen an Rückverflüssiger.....	30
10.4	Spezifische Anforderungen an Gaskompressoren	31
10.4.1	Allgemeines	31
10.4.2	Spezifische Funktionsanforderungen an LD-Kompressoren	31
10.4.3	Spezifische Funktionsanforderungen an HD-Kompressoren	31
10.4.4	Spezifische Funktionsanforderungen an HP- oder MSO-Kompressoren	31
11	Anforderungen an die Wiederverdampfungsausrüstung	32
11.1	LNG-Pumpen.....	32
11.1.1	Allgemeines	32
11.1.2	Funktionsanforderungen	32
11.1.3	Materialauswahl	32
11.1.4	LNG-Pumpe im Tank.....	32
11.1.5	HP-LNG-Pumpe.....	33
11.2	LNG-Verdampfungssystem.....	33
11.2.1	Funktionsanforderungen	33
11.2.2	Art der Verdampfung.....	33
11.2.3	Materialauswahl	34
11.2.4	Schutzbeschichtung.....	35
11.2.5	Mariner Bewuchs.....	35
11.2.6	Stabilität/Schwingungen	35
11.2.7	Sicherheitsabblaseventile	35
11.3	Kompensationsheizer	36
11.4	Abblasen der Wiederverdampfungssysteme	36
12	Gasausspeisung.....	36
12.1	Hochleistungsfähiges Druckabsicherungssystem.....	36
12.1.1	Steuerung des Ausspeisedrucks	36
12.1.2	Typische Beschreibung eines HIPPS	37
12.1.3	Auslegungsanforderungen für HIPPS	38
12.2	Ausspeisegas-Messungen	39
12.2.1	Anwendungsfälle für Ausspeisegas-Messungen	39
12.2.2	Arten von Messeinrichtungen.....	39
12.2.3	Messgenauigkeit.....	39
12.2.4	Äußere Einflüsse.....	40
12.2.5	Gaschromatograph – Gasanalysator.....	40
12.2.6	Philosophie der Sparsamkeit.....	40
12.2.7	Z-Konfiguration.....	40
12.3	Odorierungssysteme	40
13	Versorgungseinrichtungen	41
13.1	Allgemeines	41
13.2	Kühl- und Heizmedium	41
13.2.1	Kühlmedium.....	41
13.2.2	Heizmedium	41
13.2.3	Stickstoffsystem	42
13.2.4	Brennigas.....	42
14	Systeme zur Prozess- und Sicherheitssteuerung.....	42
14.1	Allgemeine Anforderungen	42
14.2	Schnittstellen zwischen FSRU und Anschluss für Gaslieferung.....	42
14.3	Onshore-/Offshore-Kommunikation	42
15	Sicherheitsmanagement	42
16	Inbetriebnahme	43
17	Inspektion und Instandhaltung.....	43

17.1	Allgemeine Anforderungen.....	43
17.2	Ladetank	43
17.3	LNG-Pumpe im Tank.....	43
17.4	Wiederverdampfungsausrüstung.....	44
17.4.1	HP-LNG-Pumpe	44
17.4.2	LNG-Verdampfer	44
17.5	Rückverflüssiger	44
17.6	Umschlag-/Krananlage.....	44
18	Erhaltung und Korrosionsschutz.....	44
19	Umbau bestehender Anlagen zu schwimmenden LNG-Anlagen.....	45
Anhang A (informativ) Beschreibung des Wiederverdampfungssystems		46
A.1	Allgemeines	46
A.2	Verdampfer mit offenem Kreislauf (Direktkontakt).....	46
A.3	Verdampfer mit offenem Kreislauf (Zwischenmedium)	48
A.4	Verdampfer mit geschlossenem Kreislauf	49
A.5	Kombinierte Verdampfer	50
A.6	Umgebungsluftverdampfer.....	50
Literaturhinweise.....		51

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 20257-2:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 67 „Materials, equipment and offshore structures for petroleum, petrochemical and natural gas industries“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 282 „Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2021, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2021 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 20257-2:2021 wurde von CEN als EN ISO 20257-2:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 67, *Materials, equipment and offshore structures for petroleum, petrochemical and natural gas industries*, Unterkomitee SC 9, *Liquefied natural gas installations and equipment*, in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee CEN/TC 282, *Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 20257 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument enthält spezifische Anforderungen und Anleitungen in Bezug auf die Auslegung und den Betrieb von schwimmenden Einheiten für die Speicherung und Wiederverdampfung (FSRU, en: floating storage regasification unit) von Flüssigerdgas (LNG, en: liquefied natural gas), wie in ISO 20257-1 beschrieben.

Dieses Dokument ist auf Offshore-Anlagen, Anlagen in Küstennähe oder angedockte FSRU anwendbar und gilt sowohl für neu gebaute als auch für umgebaute FSRU.

Dieses Dokument enthält Anforderungen an den Pier, wenn eine FSRU an einen Pier vertäut ist.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

ISO 20257-1:2020, *Installation and equipment for liquefied natural gas — Design of floating LNG installations — Part 1: General requirements*

AGA 9, *Measurement of Gas by Multipath Ultrasonic Meters*

AGA 10, *Speed of Sound in Natural Gas and Other Related Hydrocarbon Gases*

EN 1776, *Gasinfrastruktur — Gasmesssysteme — Funktionale Anforderungen*

EN 12186, *Gasinfrastruktur — Gas-Druckregelanlagen für Transport und Verteilung — Funktionale Anforderungen*

ISO 13734, *Natural gas — Organic components used as odorants — Requirements and test methods*

EN 14382, *Gas-Sicherheitsabsperreinrichtungen für Eingangsdrücke bis 10 MPa (100 bar)*

IEC 61508 (alle Teile), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 61511 (alle Teile), *Functional safety — Safety instrumented systems for the process industry sector*

ISO 5168, *Measurement of fluid flow — Procedures for the evaluation of uncertainties*

ISO 6976, *Natural gas — Calculation of calorific values, density, relative density and Wobbe indices from composition*

ISO 8943, *Refrigerated light hydrocarbon fluids — Sampling of liquefied natural gas — Continuous and intermittent methods*

ISO 12213-1, *Natural gas — Calculation of compression factor — Part 1: Introduction and guidelines*

ISO 12213-2, *Natural gas — Calculation of compression factor — Part 2: Calculation using molar-composition analysis*

ISO 13709, *Centrifugal pumps for petroleum, petrochemical and natural gas industries*

ISO 16903, *Petroleum and natural gas industries — Characteristics of LNG, influencing the design, and material selection*

ISO 17089-1, *Measurement of fluid flow in closed conduits — Ultrasonic meters for gas — Part 1: Meters for custody transfer and allocation measurement*

IGC Code, *International Code of the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk*, International Maritime Organization (IMO)

OIML R 137-1, *Gas meters — Part 1: Metrological and technical requirements*

OIML R 137-2, *Gas meters — Part 2: Metrological controls and performance tests*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 20257-1:2020 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Plattform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1.1

steuerliche Messung

Messung zur Bestimmung der Menge und des finanziellen Wertes der Transaktion von Kohlenwasserstoffprodukt

3.1.2

eichpflichtiger Verkehr

physische Übertragung des Kohlenwasserstoffprodukts, die zum Wechsel des Eigentumsrechts und/oder zum Wechsel der Verantwortung führt

3.2 Abkürzungen

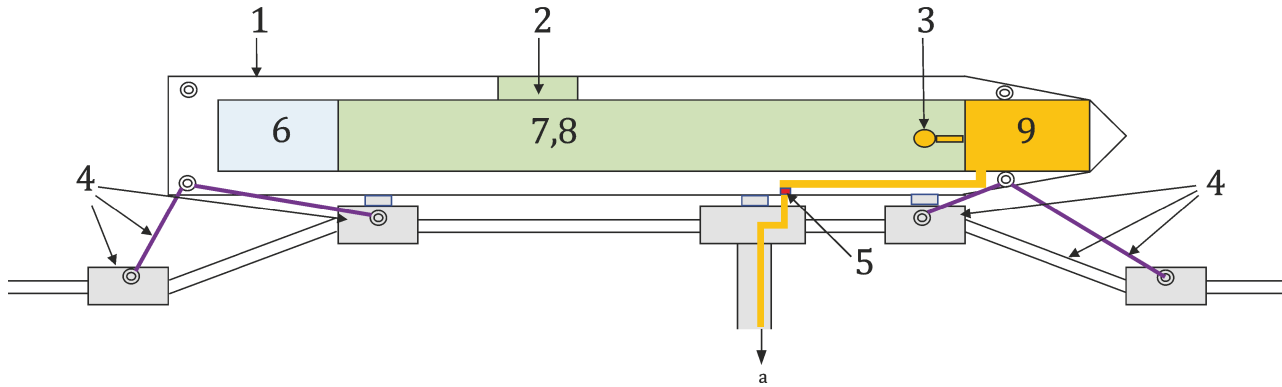
ALARP	so niedrig wie vernünftigerweise praktikabel (en: as low as reasonably practicable)
BOG	Boil-Off-Gas (en: boil-off gas)
CLV	Verdampfer mit geschlossenem Kreislauf (en: closed loop vaporizer)
EDS	Nottrennsystem (en: emergency disconnection system)
ERC	Nottrennkupplung (en: emergency release coupling)
ESD	Notabschaltung (en: emergency shut down)
FSRU	schwimmende Speicher- und Wiederverdampfungseinheit (en: floating storage and regasification unit)
GCU	Gasverbrennungseinheit (en: gas combustion unit)
HAZOP	(Studie zu) Gefahren und Betriebsfähigkeit (en: hazard and operability (study))

HD	Hochleistung (en: high duty)
HIPPS	hochleistungsfähiges Druckabsicherungssystem (en: high integrity pressure protection system)
HP	Hochdruck (en: high pressure)
HVAC	Heizung, Lüftung und Klimatisierung (en: heating, ventilation and air conditioning)
HW	Warmwasser (en: hot water)
IFV	Zwischenverdampfer (en: intermediate fluid vaporizer)
IR	Infrarot
LD	Niederleistung (en: low duty)
LNG	Flüssigerdgas (en: liquefied natural gas)
LP	Niederdruck (en: low pressure)
MAC	manuell aktivierte Alarmmeldung (en: manual alarm call)
MOP	maximaler Betriebsdruck (en: maximum operating pressure)
MSO	Minimalausspeisung (en: minimum send out)
NG	Erdgas (en: natural gas)
NPSH	positive Netto-Saughöhe (en: net positive suction head)
OEM	Hersteller von Originalteilen (en: original equipment manufacturer)
OESD	Entladung Notabschaltung (en: Offloading Emergency Shut Down)
OLV	Verdampfer mit offenem Kreislauf (Direktkontakt-Verdampfer, en: open loop (direct contact) vaporizer)
ORV	offener Rack-Verdampfer (en: open rack vaporizer)
QRA	quantitative Risikoanalyse (en: quantitative risk analysis)
RAM	Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit (en: reliability, availability, maintainability)
SCV	Tauchflammenverdampfer (en: submerged combustion vaporizer)
SIL	Sicherheitsintegritätslevel (en: safety integrity level)
SIS	Sicherheitssystem (en: safety instrumented system)
UV	ultraviolett

4 Gestaltungsgrundlagen

4.1 Allgemeine Beschreibung der FSRU

Bild 1 veranschaulicht eine typische Anordnung von FSRU-Einrichtungen und zeigt eine FSRU, die an einem einzelnen Pier festgemacht ist. Die Anordnung kann bei der Verwendung anderer Auslegungen für das Vertäuen abweichen.



Legende

- | | |
|---|--|
| 1 Rumpf (siehe Abschnitt 7) | 7 Ladetanksystem (siehe Abschnitt 8) |
| 2 LNG-Transfer (siehe ISO 20257-1:2020, Abschnitt 10) | 8 Ladungsumschlagsystem – BOG-Handhabungssystem (siehe Abschnitt 10) |
| 3 Abblasemast der Wiederverdampfungseinheit | 9 Wiederverdampfungssystem (siehe Abschnitt 11) |
| 4 Vertäuung (siehe Abschnitt 4) | a Gasauspeisung (siehe Abschnitt 12). |
| 5 HP-Verteilerblock und ESD-Ventil der FSRU (siehe Abschnitt 9) | |
| 6 Mannschaftsräume | |

Bild 1 — Beispiel für FSRU-Anordnung (festgemacht an einem Pier)

Zur sicheren Beladung, Lagerung und Wiederverdampfung von LNG und zur Entladung von NG über HP-Verteilerblöcke an die Küste ist eine FSRU üblicherweise ausgestattet mit integrierten Systemen für

- a) Ladungsumschlag;
- b) Ladetanks und
- c) Wiederverdampfung.

Zugehörige Systeme und Ausrüstung für Ladung, wie z.B. BOG-Managementsysteme, Ladetank-Sprinklersysteme, Inertgassysteme, Stickstoffsyste, Abblasesysteme und Hilfssysteme, werden entsprechend den geltenden Anforderungen (Projekt, Klasse, ...) bereitgestellt.

Bild 2 veranschaulicht die Begriffe, die üblicherweise in Beschreibungen des Wiederverdampfungssystems verwendet werden.

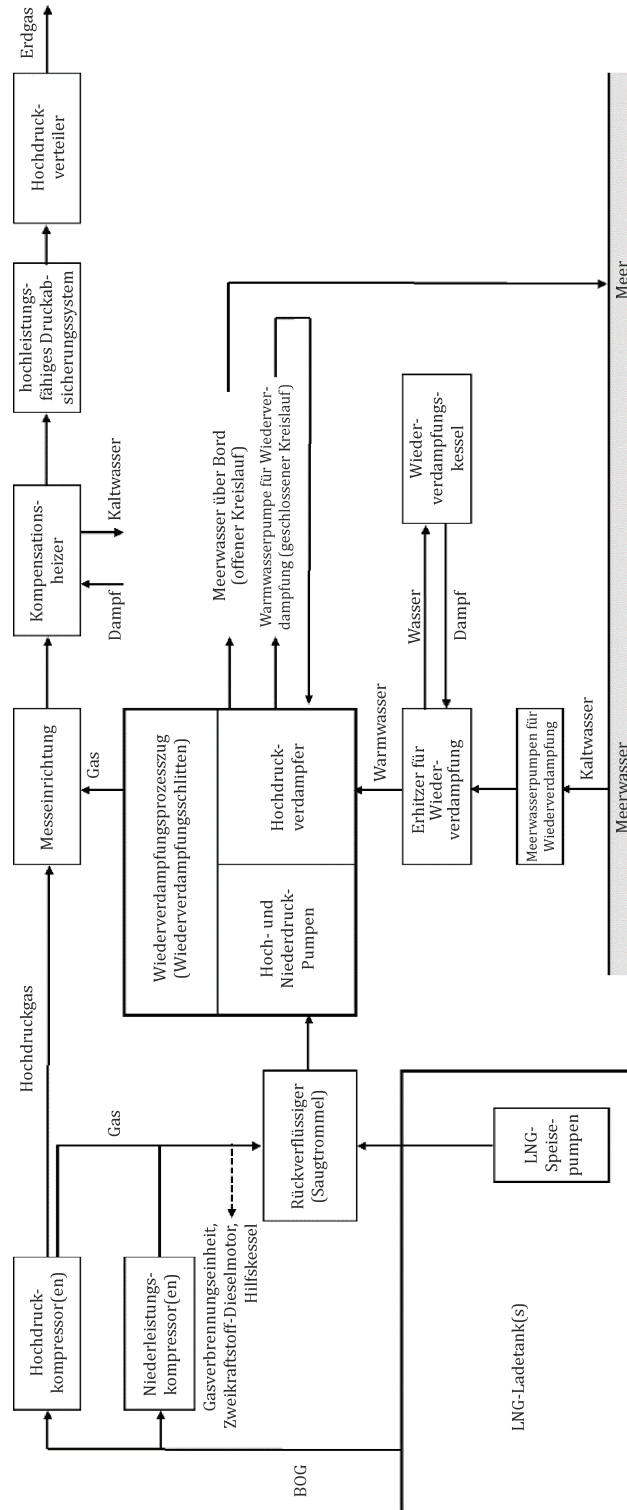


Bild 2 — Beschreibung des Wiederverdampfungssystems

4.2 Hauptkriterien für die Auslegung von Prozessanlagen

Die Prozessanlagen der FSRU müssen unter der Berücksichtigung der folgenden Bedingungen ausgelegt sein:

- a) NG-Ausspeisekapazität: Mindest-, Nenn-, Spitzen- und Nullkapazität;
- b) Anforderungen bezüglich Redundanz, Haltezeit und Herunterregelung der Prozessanlagen;
- c) Art der Wiederverdampfung (z. B. offener Kreislauf, kombinierter oder geschlossener Kreislauf);
- d) Wiederverdampfungsbetrieb (z. B. meteorologisch-ozeanographische und standortbezogene Bedingungen während des Wiederverdampfungsbetriebs);
- e) maximaler Betriebs- und auslegungsgemäßer Ausspeisedruck am HP-Verteilerblock;
- f) Mindest- und Höchsttemperatur der Ausspeisung am HP-Verteilerblock;
- g) auslegungsgemäßer Bereich der Meerwassertemperatur und Durchflussrate für die Wiederverdampfung;
- h) LNG-Laderate bei der Wiederverdampfung (unter Berücksichtigung der Minimalausspeisekapazität);
- i) Qualität und chemische Zusammensetzung des LNG;
- j) Odorierung, falls erforderlich;
- k) Bedingungen des abgeleiteten Meerwassers (d. h. Nutzung von Meerwasser für den Wiederverdampfungsprozess);
- l) BOG-Management (z. B. erforderliche Abblase- und Abfackelphilosophie);
- m) Anforderungen für Parallelbetrieb von FSRU und LNG-Tanker.

4.3 Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Instandhaltbarkeit der schwimmenden LNG-Anlage

Um die Verfügbarkeit der Gaslieferung von der FSRU anhand eines bestimmten, vorgegebenen Bedarfsprofils zu bestimmen, sollte eine RAM-Analyse durchgeführt werden. Für verschiedene Bedarfsszenarien sollten Verfügbarkeitskurven erstellt werden.

Zur Definition der Verfügbarkeit müssen beim Betrieb der Wiederverdampfungsanlagen meteorologisch-ozeanographische Bedingungen berücksichtigt werden.

Die Auslegung sollte N+1 Konfigurationen für alle Schlüsselausrüstungen berücksichtigen, um eine Hochverfügbarkeit der Gaslieferung sicherzustellen. Basierend auf Betriebserfahrung würden der HD-Kompressor und die HP-Kompressoren üblicherweise nicht der N+1-Philosophie unterliegen.

4.4 Spezifische Anforderungen an FSRU, die als LNG-Tanker betrieben werden

Wenn eine FSRU als LNG-Tanker betrieben wird (zeitweilig oder nach längerer Verweildauer am Standort), müssen Vorkehrungen getroffen werden, um:

- a) die Wiederverdampfungsanlagen herunterzufahren und zu isolieren und
- b) potentielle Übergabesysteme zu befestigen.

Nach längerer Verweildauer am Standort können vor Aufnahme des Betriebs als LNG-Tanker aufgrund von Anforderungen des Flaggenstaats und/oder der Klasse zusätzliche Anforderungen wie eine Überarbeitung des Trockendockplans erforderlich sein.

4.5 Spezifische Untersuchungen für FSRU

4.5.1 Allgemeines

Die in ISO 20257-1:2020, Abschnitt 4, angegebenen relevanten Untersuchungen müssen durchgeführt werden. Zusätzlich müssen die in 4.5.2 bis 4.5.4 beschriebenen prozess- und umweltbezogenen Aspekte behandelt werden.

4.5.2 Untersuchung der Umweltauswirkung der Meerwasserentnahme und -ableitung

Spezifische Untersuchungen zur Umweltauswirkung der Meerwasserentnahme und -ableitung müssen nach 5.2 durchgeführt werden. Örtliche Anforderungen können Auswirkungen auf die gewählte Art der Wiederverdampfung haben.

4.5.3 Untersuchung der Rezirkulation

Während des Wiederverdampfungsprozesses entnimmt eine FSRU Meerwasser, nutzt dessen Wärme für die Wiederverdampfung des LNG und leitet das Meerwasser mit einer geringeren Temperatur ab. Die Rezirkulation des Abwassers zum Entnahmepunkt kann zu einer geringeren Entnahmetemperatur führen und die Effizienz der Einheit herabsetzen.

Das Ziel einer Rezirkulationsstudie besteht darin, das Risiko bezüglich der Rezirkulation des Kaltwasserabflusses auf Grundlage der Abflusseigenschaften während des FSRU-Betriebs und die Umgebungseigenschaften des aufnehmenden Oberflächengewässers zu beurteilen. Eine Rezirkulationsstudie kann außerdem dem FSRU-Eigentümer und -Konstrukteur bei der Optimierung der Auslegung bezüglich der Anordnung der Entnahme- und Ableitungspunkte helfen.

Zur Beurteilung des Rezirkulationsrisikos muss das Verhalten der Kaltwasserfahne in einem Mittelfeld-, Fernfeld- und Nahfeldmodell analysiert werden. Ein 3D-Fernfeldmodell kann verwendet werden, um die großräumigen Zirkulationsmuster und deren Einfluss auf das Rezirkulationsrisiko zu analysieren und die Randbedingungen für ein 3D-Nahfeldmodell zu generieren. In einem detaillierten Nahfeldmodell werden verschiedene Szenarien im Hinblick auf ihr Rezirkulationspotential beurteilt.

Die folgenden Szenarien sind zu berücksichtigen:

- a) Beim Fernfeldmodell: Bewertung des Übergangsphasenverhaltens des Fernfelds unter veränderlichen hydrodynamischen Bedingungen.
- b) Beim Nahfeldmodell:
 - 1) Empfindlichkeitsanalyse zur Bewertung der Nahfeldleistung und Veränderungen der Umgebungswassereigenschaften und Strömungsbedingungen;
 - 2) Analyse des Rezirkulationsrisikos bei unterschiedlichen Wasserstandsbedingungen und Tiefgängen der FSRU, bei Hochwasser;
 - 3) Analyse des Rezirkulationsrisikos mit alternativen Auslasskonfigurationen, bei unterschiedlichen Wasserständen und Tiefgängen der FSRU, sowohl bei Ebbe als auch bei Flut;
 - 4) ähnliche Bedingungen wie in 2) und 3), unter Einbeziehung eines neben der FSRU festgemachten LNG-Tankers, falls dies ein realistisches Szenario ist.