



Uniper Global Commodities SE

Energiedrehscheibe WHV

FSRU Phase 1



Uniper Global Commodities SE

Beschreibung der Seewassersysteme

Auftraggeber / Endkunde / End Customer:

Uniper Global Commodities SE

**Auftragnehmer / Kontraktor / Contractor:**

Uniper Technologies GmbH (UTG)

**Ingenieurdienstleister / Engineering Subcontractor:****Projekt No. / Project Nr.:****Endkunde / End customer Document ID:**

EDW-UTG-ATH-SPC-0024

Phase:

Execution

**DCC Bereich/Schlüssel:
DCC Area/Key:**

ADB080

EPC-Kontraktor / EPC-contractor Document ID:

EDW-UTG-ATH-SPC-0024

**Dok.-typ:
Doc.-Type:**

Erläuterungs- und Auslegungsbericht

**Zweck:
Purpose:**

Information

Ingenieurdienstleister / Eng. subcontractor Document ID:**Vertraulichkeit:
Confidentiality:**

Internal

**Disziplin:
Discipline:**

ATH

Weitere Hinweise und Bemerkungen / Further notes and remarks:

Rev.	Änderung / Beschreibung - Change / Description	Status / Status	Datum / Date
01	Finale Version	Released	15.09.2022

Erstellt von / Created by	Geprüft von / Reviewed by	Geprüft von / Reviewed by	Geprüft von / Reviewed by	Freigegeben von / Approved by
Name / Signatur: Name / Signature: Lukas Kivilip 	Name / Signatur: Name / Signature: Thomas Schönhoff 	Name / Signatur: Name / Signature: Ansgar Brauer 	Name / Signatur: Name / Signature: 	Name / Signatur: Name / Signature:
Funktion / Abteilung: Function / Department: UTG	Funktion / Abteilung: Function / Department: UTG	Funktion / Abteilung: Function / Department: Permitting Manager	Funktion / Abteilung: Function / Department: Deputy Project Manager	Funktion / Abteilung: Function / Department: General Project Manager

Beschreibung der Seewassersysteme

Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	1/24



Uniper Global Commodities SE

Energiedrehscheibe WHV

FSRU Phase 1



Uniper Global Commodities SE

Revisionsprotokoll / Revision record

Rev. No.	Grund der Revision / Reason for Revision	Datum / Date
0A	Zur internen Prüfung	15.08.2022
00	Entwurf nach interner Durchsicht und Kommentierung	22.08.2022
01	Finale Version	15.09.2022

Copyright © 2022 – Uniper Global Commodities SE - All rights reserved

Beschreibung der Seewassersysteme

Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	2/24

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Abkürzungsverzeichnis	5
3	Anhänge	5
4	Seewassersysteme	6
4.1	Einlässe	6
4.2	Elektrochlorierung (durch Elektrolyse von Seewasser erzeugtes Aktivchlor).....	8
5	Seewasser für die Regasifizierungsanlage	10
5.1	Betriebsweisen.....	10
5.2	Systembeschreibung – offener/ kombinierter Kreislauf.....	11
5.3	Systembeschreibung – geschlossener Kreislauf	12
6	Seewasser für die Kühlsysteme und zur Frischwassererzeugung	12
6.1	Kühlsysteme	13
6.2	Frischwassererzeugung	14
7	Seewasser für das Ballastwassersystem.....	15
7.1	Tanksystem für Ballastwasser.....	16
7.2	Abgabe von Ballastwasser (Deballasting)	16
7.3	Aufnahme von Ballastwasser (Ballasting)	17
8	Seewasser für das Löschwassersystem	17
8.1	Bereitstellung von Löschwasser (nur in Notfällen).....	17
8.2	Wasservorhänge und Ankerspülung	18
9	Zusammenfassung der Einleitungsmengen aus der FSRU	20
9.1	Maximale Einleitungsmengen in Abhängigkeit vom Betriebsmodus	20
9.2	Maximale Einleitungsmengen – „Worst Case“	23

Beschreibung der Seewassersysteme

Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	3/24

1 Einleitung

Für das geplante Importterminal für Flüssigerdgas (LNG) bei Wilhelmshaven, dessen Hautbestandteil eine schwimmende Speicher- und Verdampfungseinheit, im Folgenden FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) genannt, ist, wird Seewasser als Medium für verschiedene Prozesse benötigt. Der Hauptprozess, und somit der größte Umschlag von Seewasser besteht in der Regasifizierung von Flüssigerdgas (LNG) durch die FSRU.

Das benötigte Seewasser wird der Jade entnommen, durch die entsprechenden Kühl- und Prozesssysteme an Bord der FSRU geleitet und schließlich in die Jade zurückgeführt. Durch die Verwendung an Bord der FSRU treten Temperaturerhöhungen und/oder -absenkungen des Seewassers auf. Zur Vermeidung von organischem Bewuchs durch z.B. Muscheln auf die betroffenen, mit Seewasser in Berührung kommenden Komponenten, muss das entnommene Seewasser mit durch Elektrolyse von Seewasser erzeugtem aktivem Chlor (active chlorine generated from seawater by electrolysis) versetzt werden, um den Betrieb der FSRU sicher zu stellen.

Der Zweck dieses Berichts ist die Beschreibung der Seewassersysteme an Bord der FSRU als Grundlage zur Beantragung einer entsprechenden Einleiterlaubnis gemäß §§ 8 und 57 WHG. Hier werden fünf verschiedene Teilsysteme im bestimmungsgemäßen Betrieb unterschieden.

- Regasifizierungsanlage (Kap. 5)
- Kühlsysteme (Kap. 6.1).
- Frischwassererzeugung (Kap. 6.2)
- Ballastwassersystem (Kap. 7)
- Löschwassersystem (wird in geringem Maße auch im bestimmungsgemäßen Betrieb verwendet) (Kap. 8)

Die Funktionsweise sowie die möglichen Betriebszustände der genannten Systeme sind in Verfahrensfließbildern dargestellt. Zudem werden die Volumenströme sowie die Temperaturverhältnisse und Biozidkonzentrationen des zurückgeführten Seewassers für die verschiedenen Betriebsmodi quantifiziert.

Ein Lageplan der FSRU zur grafischen Darstellung der Positionen aller Seewassereinlässe und -auslässe sowie der zugehörigen UTM32-Koordinaten befindet sich in Anhang [1]. Darüber hinaus liegt eine tabellarische Aufführung der Ein- und Auslässe vor in Anhang [2]. Sie fasst die

Beschreibung der Seewassersysteme					
Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	4/24

Geometrie, Positionen und Durchflüsse sowie die auftretenden Temperaturänderungen des Seewassers zusammen.

Hinweis: Die Entsorgung häuslicher Abwässer (wie z.B. Fäkalien, Schmutz- und Brauchwasser) sowie anderer gewässergefährdender Flüssigkeiten aus der FSRU, wie z.B. Bilgewasser oder Schlamm aus Brennstoffrückständen (Sludge), wird in diesem Papier nicht behandelt. Diese Schmutzwässer werden in geeigneten Auffangeinrichtungen an Bord der FSRU gesammelt, seeseitig durch eine Barge entgegengenommen und einer ordnungsgemäßen Behandlung und Entsorgung an Land zugeführt.

2 Abkürzungsverzeichnis

FSRU	Schwimmende Speicher- und Verdampfungseinheit (Floating Storage and Regasification Unit)
FW	Frischwasser
LNG	Verflüssigtes Erdgas (Liquefied Natural Gas)
MMSCFD	Million standard cubic feet per day (englisch-amerikanisches Einheitensystem – Erdgas bei i.d.R. 60 °F bzw. 15 °C)
NaClO	Natriumhypochlorit
Nm ³ /h	Normkubikmeter pro Stunde (Erdgas bei i.d.R. 0 °C)
SW	Seewasser

3 Anhänge

Anhang	Dokument
[1]	EDW-UTG-ESP-PLY-0001_Lageplan SW-Einlässe und Auslässe
[2]	EDW-UTG-ESP-LIS-0001_Liste SW-Einlässe und Auslässe
[3]	EDW-UTG-ESP-SFL-0002_Fließschema SW für Regasifizierungssystem
[4]	EDW-UTG-ESP-SFL-0003_Fließschema SW für Kühlsysteme und FW-Erzeugung
[5]	EDW-UTG-ESP-SFL-0004_Fließschema SW für Ballastwassersystem
[6]	EDW-UTG-ESP-SFL-0005_Fließschema SW für Löschwassersystem

Beschreibung der Seewassersysteme

Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	5/24

4 Seewassersysteme

4.1 Einlässe

Das zur Regasifizierung von LNG sowie für alle weiteren Prozesse benötigte Seewasser (im Folgenden auch mit SW abgekürzt) wird über folgende seitlichen Öffnungen im Bereich des Motorenraums der FSRU aus der Jade entnommen, in den sich dahinter befindlichen Einlassbecken im Inneren der FSRU gesammelt und schließlich über ein Saugrohr auf der Rückseite der Sammelbecken den Schiffsprozessen zugeführt:

Nr.	Bezeichnung Seewasser-Einlässe	Abmessungen Einlassbecken (Breite x Höhe)	Durchmesser Saugrohr
I-1	Obere Öffnung im Schiffsrumpf für Seewasser-Einlass in den Motorenraum (Backbord)	6.400 mm x 3.900 mm	1.600 mm
I-2	Untere Öffnung im Schiffsrumpf für Seewasser-Einlass in den Motorenraum (Steuerbord)	6.400 mm x 3.200 mm	1.600 mm

Insgesamt werden jährlich bis zu 177.780.775 m³ Seewasser aus der Jade entnommen (sog. „Worst Case“, s. Abschnitt 9.2).

Die Öffnungen sind mit Einlassgittern versehen, um den Eintrag von großen Gegenständen zu verhindern. Damit die Stabilität des Schiffsrumpfs nicht durch die Aussparungen beeinträchtigt wird, sind die Einlassgitter jeweils zwischen den tragenden Elementen, den Spanten, angeordnet. Die Einlassgitter sind mittels Schraub- und Schweißverbindungen an den Spanten befestigt.

Abbildung 1 zeigt eine Schnittansicht durch den Schiffskörper mit den Einlässen I-1 und I-2. In Abbildung 2 ist eine beispielhafte Anordnung der Öffnungen im Schiffsrumpf dargestellt.

Beschreibung der Seewassersysteme

Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	6/24

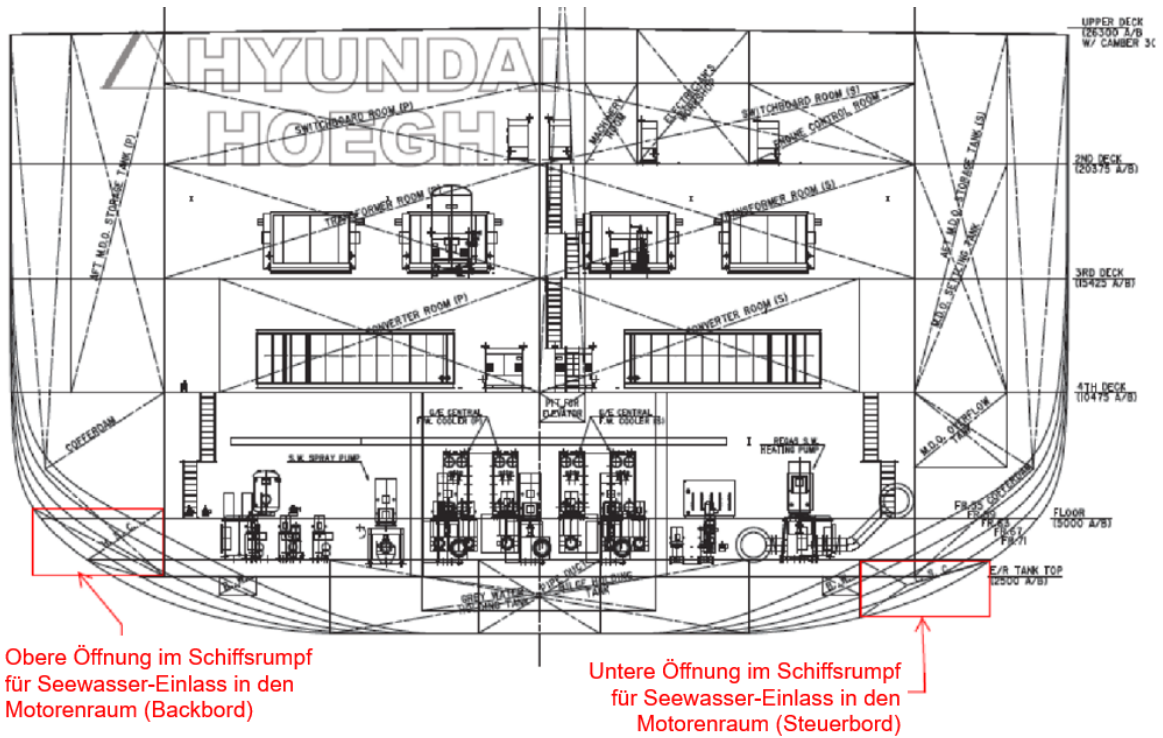


Abbildung 1: Anordnung der Einlassbecken im Schiffsrumpf



Abbildung 2: Öffnungen im Schiffsrumpf (beispielhaft)

Eine zeichnerische sowie tabellarische Übersicht über die Seewasserein- und -auslässe der FSRU „Höegh Esperanza“ zeigen die Anhänge 1 bzw. 2.

Beschreibung der Seewassersysteme

Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	7/24

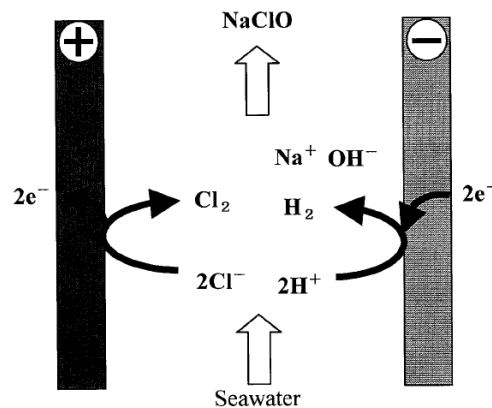
4.2 Elektrochlorierung (durch Elektrolyse von Seewasser erzeugtes Aktivchlor)

Zur Verhinderung von organischem Bewuchs des verzweigten Seewassersystems (z.B. durch Muscheln und Seepocken, sog. „Biofouling“) wird das Seewasser mit durch Elektrolyse von Seewasser erzeugtem aktivem Chlor (active chlorine generated from seawater by electrolysis) behandelt. Eine Elektrochlorierung, welche im Fachjargon auch als „Marine Growth Protection System (MGPS)“ bezeichnet wird, ist bei FSRUs üblich und Stand der Technik (sog. „Antifouling“-Methode).

Dabei wird ein geringer Teilvolumenstrom (bis zu 16,5 m³/h) des durch die Einlässe I-1 und I-2 eintretenden Seewassers aus der Sammelleitung einer auf der FSRU verbauten Elektrolyseanlage zugeführt.

In der Elektrolyseanlage wird das im Seewasser enthaltene Natriumchlorid (NaCl) bzw. „Salz“ unter Zuführung von elektrischer Energie zu aktivem Chlor (Cl₂) in Form von Natriumhypochlorit (NaClO) umgewandelt.

In Sekundärreaktionen werden als Reaktionsnebenprodukte Hydrate und Carbonate gebildet.



Für den Betrieb der Elektrolyseanlage, auch Elektrolyseur genannt, und die Abgabe des Hypochlorits ist eine kontinuierliche Abgabe des Biozids in die Sammelbecken der Einlässe I-1 und I-2 vorgesehen. Dazu werden in den Sammelbecken entsprechende NaClO-Konzentrationen voreingestellt. Da sämtliche Seewasser (SW)-Nutzungen bzw. -Systeme an Bord der FSRU aus diesem zentralen „Pool“ in Form der Sammelbecken gespeist werden, sind folglich alle SW-Ströme auf der FSRU mit diesem Biozid versetzt.

Auf der FSRU „Höegh Esperanza“ wurde seinerzeit das moderne Elektrochlorierungssystem „Chloropac®“ des Herstellers Evoqua Water Technologies LLC aus dem UK installiert. Das

Beschreibung der Seewassersysteme					
Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	8/24

verbaute System besteht aus drei Chloropac-Elektrolyseuren des Typs „SB5K“ (Abbildung 3) sowie zwei Pumpen zur Versorgung der Elektrolyseure mit Seewasser. Für dieses System werden vom Hersteller u.a. folgende technische Daten angegeben:

- Elektrolyseure: 3 x ca. 35 kW, ausgelegt für die Elektrochlorierung von max. 30.000 m³/h Seewasser
- Pumpenleistung: 5,5 kW je Pumpe (Hinweis: Redundante Auslegung, d.h. nur eine der beiden installierten Pumpen muss laufen, da beide für 100% ausgelegt sind).
- Maximale Kapazität: 5 kg Natriumhypochlorit pro Stunde pro Elektrolyseur

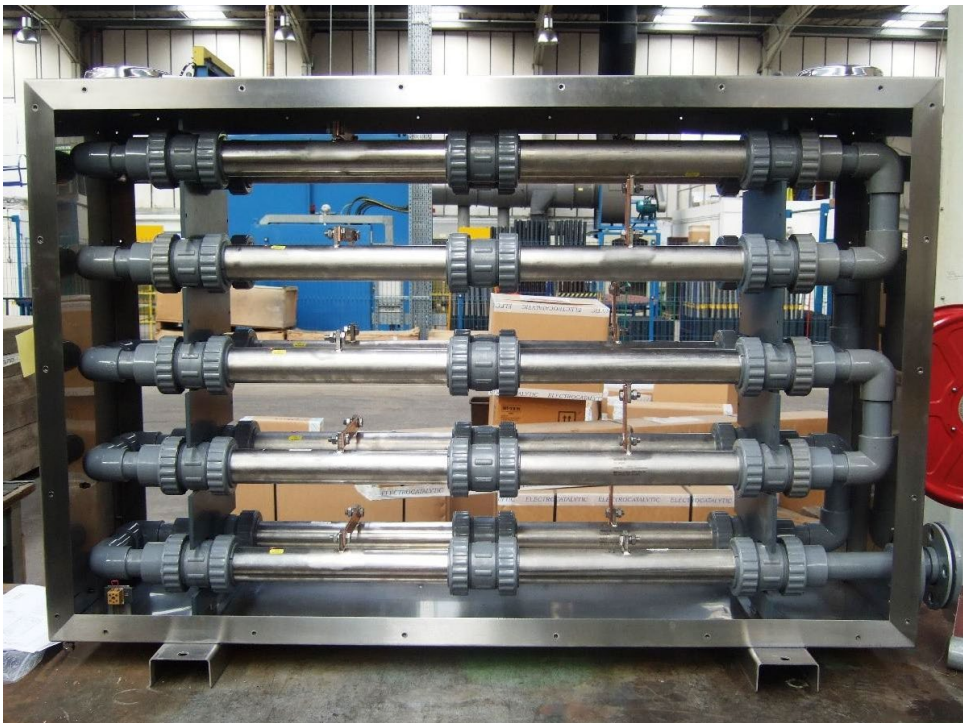


Abbildung 3: Chloropac-Elektrolyseur des Typs „Chloropac® SB5K“ im Werk mit entfernten Abdeckungen (Quelle: Evoqua)

Die Elektrochlorierung wird so betrieben, dass sich in den Sammelbecken der Einlässe I-1 und I-2 eine Konzentration aktiven Chlors von ca. 0,5 mg Cl₂/l einstellt. Auf dem Weg durch das Schiff verringert sich die Konzentration durch Zerfall sowie Reaktion mit Mikroorganismen. Die Restkonzentration aktiven Chlors an den Seewasserauslässen in die Jade beträgt maximal 0,2 mg Cl₂/l in Einklang mit DIN EN 20257-2.

Während des FSRU-Betriebs werden die Biozidkonzentrationen bzw. (Grenz-)Werte überwacht, indem regelmäßig manuelle Proben zur Bestimmung des Cl₂-Gehalts genommen werden.

Beschreibung der Seewassersysteme					
Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	9/24

5 Seewasser für die Regasifizierungsanlage

Auf der FSRU wird verflüssigtes Erdgas (LNG) regasifiziert und im gasförmigen Zustand in das Erdgasnetz ausgesendet. Die für die Verdampfung des LNG erforderliche Wärme wird vorzugsweise über Seewasser gewonnen, welches aus der Jade entnommen wird. Das Verfahrensfliessbild für dieses Seewassersystem ist dem Anhangsdokument *EDW-UTG-ESP-SFL-0002--Fließschema Seewasser für Regasifizierungssystem* [3] zu entnehmen.

5.1 Betriebsweisen

Die LNG-Verdampfer der Regasifizierungsanlage werden mittels eines Propan-Kreislaufs betrieben. Dabei wird die für den Betrieb benötigte Wärme vorzugsweise aus dem Seewasser gewonnen und über Wärmetauscher dem Propan-Kreislauf zugeführt. Ist die Seewassertemperatur nicht ausreichend hoch für die Regasifizierung, wird die entsprechend zusätzlich benötigte Wärme durch erdgasbetriebene Dampferzeuger an Bord der FSRU bereitgestellt. Dabei gibt es prinzipiell drei Betriebsweisen:

- Offener Kreislauf („open loop“):
Bei ausreichender Seewassertemperatur (größer ca. +13°C) wird die erforderliche Wärmemenge ausschließlich aus dem Seewasser entnommen.
- Kombinierter Kreislauf („combined loop“):
Bei Seewasser im Temperaturbereich zwischen ca. +5°C bis +13°C wird ein Teil der erforderlichen Wärmemenge aus dem Seewasser entnommen, die restliche Wärme wird über die Dampferzeuger bereitgestellt.
- Geschlossener Kreislauf („closed loop“):
Bei sehr niedrigen Seewassertemperaturen (kleiner ca. +5°C) wird die erforderliche Wärmemenge ausschließlich durch die Dampferzeuger bereitgestellt. Die Wärme wird an einen geschlossenen Seewasserkreis abgegeben und schließlich über den Propan-Kreislauf zur Verdampfung von LNG verwendet. Für den Verdampfungsprozess wird kein Seewasser aus der Jade entnommen oder in die Jade eingeleitet.

Der manchmal im Zusammenhang mit FSRU-Betriebsweisen erwähnte sog. „idle mode“ (Leerlauf) bedeutet, dass die FSRU nicht im Erdgas-Aussendebetrieb (Send-Out-Betrieb), sondern lediglich im Eigen- bzw. Selbstversorgungsbetrieb (sog. „hotel load“ für z.B. Frischwasseraufbereitung und Kühlsysteme) arbeitet, z.B. in Zeiten, in denen kein LNG-

Beschreibung der Seewassersysteme

Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	10/24

Tankschiff ankommt und/oder Wartungsperioden. Ggf. wird Boil-Off-Gas-Management¹ betrieben, mit oder ohne MSO-Kompressor (MSO = Minimum Send Out). Dieser „Betriebsmodus“ wird hier nicht betrachtet, da dabei im bestimmungsgemäßen Betrieb mit rund 2.600 m³/h keine signifikante Mengen an Seewasser und sowieso nicht aus dem Regasifizierungs-Prozess in die Jade abgegeben werden.

5.2 Systembeschreibung – offener/ kombinierter Kreislauf

Im offenen und kombinierten Kreislauf wird das zur Verdampfung von LNG benötigte Seewasser über die beiden in Kap. 4 beschriebenen Einlässe I-1 und I-2 aus der Jade entnommen. Bei maximalem Erdgas-Durchsatz (750 MMSCFD / 840.000 Nm³/h) werden dazu insgesamt 19.500 m³/h Seewasser aus der Jade entnommen. Diese Menge wird normalerweise gleichermaßen über die beiden Einlässe I-1 und I-2 bereitgestellt. Im Falle von Wartungsarbeiten an einem der Einlässe kann die gesamte Menge durch den jeweils anderen Einlass bereitgestellt werden.

Von den Einlässen gelangt das Seewasser in eine Sammelleitung, die das Seewasser über Rohrleitungen zu sechs parallel geschalteten Regas Seewasserpumpen verteilt. Bei den Pumpen handelt es sich um Kreiselpumpen mit einer Nenndrehzahl von 1.200 min⁻¹ und Nenndurchfluss von jeweils 3.250 m³/h bei einer Förderhöhe von 65 m. Die Regas-Seewasserpumpen sind im Vorderen Pumpenraum aufgestellt. Auf der Druckseite der Regas-Seewasserpumpen wird das Seewasser wieder in einer Sammelleitung zusammengeführt. Anschließend durchläuft es drei parallel geschaltete rückspülbare Filter mit einer Kapazität von jeweils 6.500 m³/h. Jeder dieser drei Filter wird täglich für jeweils ca. 1 Stunde gespült. Während des Spülvorgangs eines Filters wird ein Volumenstrom von bis zu 241 m³/h Seewasser durch den Auslass O-2: „Auslass SW Filter“ in die Jade abgegeben. Da die Spülung der Filter zeitlich versetzt und somit getrennt voneinander erfolgt, werden somit 3 x täglich jeweils 241 m³/h nacheinander über diese Einleitungsstelle in die Jade eingeleitet.

Das Seewasser wird schließlich den drei Regasifizierungsmodulen zugeführt. Pro Modul werden bei maximalem Erdgas-Durchsatz (250 MMSCFD) 6.500 m³/h Seewasser benötigt. Hier wird Wärme aus dem Seewasser an den Propan-Kreislauf übertragen. Pro Regas-Modul sind drei Seewasser/Propan-Wärmetauscher installiert. Der Großteil des Seewassers wird einem der

¹ Boil-Off-Gas oder kurz BOG entsteht durch unvermeidliche geringe Wärmeverluste des in den LNG-Tanks der FSRU gelagerten tiefkalten (ca. -162 °C) und verflüssigten Erdgases. Ein kleiner Teil erwärmt sich unweigerlich und erreicht seinen Siedepunkt. Aus der siedenden Flüssigkeit entsteht dann eine kleine Menge Gas durch (ungewollte aber unvermeidbare) Verdampfung, das so genannte Boil-off-Gas (BOG).

Beschreibung der Seewassersysteme

Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	11/24

beiden Propan-Verdampfer zugeführt. Zudem wird ein Teil des Seewassers dem Propan-Vorwärmer zugeführt.

Nach der Wärmeabgabe in den Regasifizierungs-Modulen wird das Seewasser mit einer Menge von bis zu 19.500 m³/h (s. Abschnitt 9.1) über eine Sammelleitung in die Jade zurückgeführt. Dies erfolgt über den Auslass O-1: „Regas SW Auslass“ mit einem Durchmesser von 1.350 mm. Das ins Meer abgegebene Seewasser weist eine um maximal 7°C reduzierte Temperatur im Vergleich zur Entnahme auf.

5.3 Systembeschreibung – geschlossener Kreislauf

Im geschlossenen Kreislauf wird für den Regasifizierungsprozess kein Seewasser aus der Jade entnommen bzw. in die Jade eingeleitet. Der Seewasserkreislauf ist in diesem Betriebsmodus geschlossen (Auslässe O-1 „Regas SW Auslass“ und O-2 „Auslass SW Filter“ geschlossen) und das Seewasser wird mithilfe von Dampf erwärmt. Während des Betriebs im geschlossenen Kreislauf wird das Seewasser nicht ausgetauscht. Bei einem Wechsel vom geschlossenen in den offenen/kombinierten Kreislauf werden die Auslässe O-1 und O-2 wieder in Betrieb genommen. Zu keinem Zeitpunkt wird die Rest-Konzentration von 0,2 mg Cl₂/l an den Auslässen überschritten.

Hinter den Seewasserpumpen und -filtern durchläuft das Seewasser dazu die vier parallel geschalteten Dampf/SW Wärmetauscher. Der Dampf wird dabei von zwei Kesseln mit einer Kapazität von jeweils 90 Tonnen Dampf pro Stunde erzeugt. Anschließend wird das erwärmte Seewasser analog zum offenen Kreislauf durch die Regasifizierungsmodule geführt. Stromab der Regas-Module wird das Seewasser schließlich über eine Sammelleitung zur Saugseite der Seewasserpumpen zurückgeführt.

6 Seewasser für die Kühlsysteme und zur Frischwassererzeugung

Neben dem Einsatz als Wärmeträgermedium wird das angesaugte Seewasser auf der FSRU zudem zur Kühlung sowie zur Frischwassererzeugung verwendet. Das schematische Verfahrensfließbild für diese Systeme zeigt das Anhangsdokument *EDW-UTG-ESP-ENV-0003--Fließschema Seewasser für Kühlsysteme und Frischwassererzeugung* [4]. Das dafür benötigte Seewasser wird über die in Kap. 4 beschriebenen Einlässe aus der Jade entnommen.

Beschreibung der Seewassersysteme					
Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	12/24

6.1 Kühlsysteme

Die FSRU weist vier voneinander getrennte Kühlsysteme auf:

- Kühlsystem für die Hauptgeneratoren (Backbord)
- Kühlsystem für die Hauptgeneratoren (Steuerbord)
- Kühlsystem für die Hilfsmaschinen
- Kühlsystem für Dampfkondensation („Steam Dumping“)

Die Abwärme der Maschinen wird dabei zunächst in einen geschlossenen Frischwasserkreis abgeführt. Das erwärmte Frischwasser („Vorlauf Frischwasser“ im Verfahrensfließbild des Anhang [4]) wiederum wird in den Frischwasserkühlern gegen Seewasser gekühlt. Anschließend wird das Frischwasser wieder zu den zu kühlenden Maschinen geleitet („Rücklauf Frischwasser“).

In jedem Kühlsystem wird das Seewasser zunächst durch eine von zwei parallel angeordneten Seewasserpumpen geführt. Hinter den Seewasserpumpen werden die parallelen Stränge in eine gemeinsame Sammelleitung zusammengeführt. Anschließend durchläuft das Seewasser die Frischwasserkühler. Pumpen und Frischwasserkühler sind im Motorenraum aufgestellt.

Die folgende Tabelle zeigt die Dimensionierung der Pumpen in den verschiedenen Kühlsystemen:

Teilsystem	Dimensionierung der Pumpen
Kühlsystem für die Hauptgeneratoren (Backbord)	2 x 610 m ³ /h (2 x 100%)
Kühlsystem für die Hauptgeneratoren (Steuerbord)	2 x 610 m ³ /h (2 x 100%)
Kühlsystem für die Hilfsmaschinen	2 x 1.910 m ³ /h (2 x 100%)
Kühlsystem für Dampfkondensation („Steam Dumping“)	2 x 3.350 m ³ /h (2 x 100%)

Im Kühlwassersystem für die Hauptgeneratoren wird das Seewasser um bis zu +15 °C erwärmt; im Kühlsystem für die Hilfsmaschinen beträgt die Erwärmung bis zu +5 °C. Im offenen und kombinierten Kreislauf wird das erwärmte Seewasser nicht direkt in die See bzw. Jade eingeleitet, sondern wird zwecks Wärmerückgewinnung dem Regasifizierungssystem zugeführt, wo die Wärme zur Verdampfung von LNG genutzt wird. Nur im geschlossenen Kreislauf wird das erwärmte Seewasser mit einer Menge von bis zu 3.130 m³/h (s. Abschnitt 9.1) über die folgenden Auslässe in die Jade eingeleitet:

Beschreibung der Seewassersysteme

Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	13/24

- O-3: Auslass Kühlwasser für Hauptgeneratoren (Backbord)
- O-4: Auslass Kühlwasser für Hauptgeneratoren (Steuerbord)
- O-5: Auslass Kühlwasser für Hilfsmaschinen

Insgesamt werden zum Betrieb der o.g. Kühlsysteme bis zu 3.130 m³/h benötigt. Weitere Informationen zu den Auslässen können dem Anhangsdokument *EDW-UTG-ESP-LIS-0001--Liste Seewassereinlässe und -auslässe* [2] entnommen werden.

Das Kühlsystem für Dampfkondensation dient zur Abführung von Wärme durch Kondensation von überschüssigem Dampf. Dies ist beispielsweise erforderlich, wenn überschüssiges Boil-Off-Gas in den Dampfkesseln verbrannt werden muss, um eine Überschreitung des zulässigen Drucks in den LNG Cargo Tanks zu verhindern. Im geschlossenen Kreislauf wird das Kühlsystem kontinuierlich mit einem Volumenstrom von 3.350 m³/h Seewasser durchlaufen, der auch der Einleitungsmenge entspricht. Im bestimmungsgemäßen Betrieb ist keine Kondensation von Dampf erforderlich, sodass keine Temperaturerhöhung des Seewassers auftritt. Bei einer Kondensation von Dampf (nur im Notfallbetrieb) erwärmt sich das Seewasser um bis zu +17 °C. Das Seewasser wird durch den Auslass O-6: „Auslass Kühlwasser für Dampfkondensation (Steam Dumping)“ in die Jade eingeleitet.

6.2 Frischwassererzeugung

Die FSRU ist zur Erzeugung von Frischwasser mit zwei Frischwassergeneratoren ausgerüstet. Dazu wird Seewasser benötigt, welches aus den in Kap. 4 beschriebenen Einlässen bereitgestellt wird.

Die beiden Frischwassergeneratoren sind in zwei parallelen Strängen angeordnet. Dabei strömt das Seewasser jeweils zunächst durch eine Seewasserpumpe anschließend zum Frischwassererzeuger. Bei der Frischwassererzeugung erfüllt das Seewasser typischerweise zwei Funktionen. Zum einen wird ein Teil des Seewassers in den Frischwassererzeuger abgegeben und durch Destillation in Frischwasser überführt (Meerwasserentsalzungsanlage). Das erzeugte Frischwasser wird anschließend zu den Frischwassertanks geleitet und dort für verschiedene Verbraucher (z.B. Kühlsysteme, Sanitäranlagen) vorgehalten. Die zweite Funktion des Seewassers besteht in der Kühlung des erzeugten Frischwassers.

Bei der Destillation zu Frischwasser findet nur eine partielle Verdampfung des Seewassers statt, sodass im Frischwassergenerator ein Zweiphasengemisch aus Wasserdampf und flüssigem Wasser vorliegt. Die mit Salz angereicherte Flüssigphase sammelt sich im Sumpf des Frischwassererzeugers, wird aus diesem abgeführt und zusammen mit dem restlichen

Beschreibung der Seewassersysteme

Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	14/24

Seewasser, welches nicht in den Frischwassererzeuger abgegeben wurde, in die Jade eingeleitet. Insgesamt fällt pro Frischwassererzeuger eine Einleitungsmenge von bis zu 88 m³/h an.

Zur Rückführung in die Jade dienen die folgenden Auslässe:

- O-7: Auslass Frischwassererzeuger Nr. 1 (Backbord)
- O-8: Auslass Frischwassererzeuger Nr. 2 (Steuerbord)

Das in die Jade eingeleitete Wasser weist eine Temperaturänderung von bis zu +8 °C, sowie einen um ca. 1,4% erhöhten Salzgehalt im Vergleich zur Entnahme auf. Abgesehen vom leicht erhöhten Salzgehalt weist erfährt das Seewasser keine Änderung der chemischen Zusammensetzung im Vergleich zur Entnahme. Es ist immer nur einer der beiden Frischwassererzeuger in Betrieb, sodass auch immer nur einer der beiden Auslässe O-7 / O-8 geöffnet ist.

7 Seewasser für das Ballastwassersystem

Durch den Umschlag von LNG und die Aussendung von Erdgas ändert sich der Beladungszustand der FSRU kontinuierlich. Der Beladungszustand wiederum wirkt sich auf die Schwimmelage der FSRU aus, angegeben durch die Parameter Tiefgang, Trim (Neigung nach vorne und hinten um Querachse) und List (Neigung nach links und rechts um Längsachse). Um diese Parameter in einem sicheren Bereich zu halten, werden die Veränderungen des Beladungszustands mit Ballastwasser kompensiert: Bei der Übertragung von LNG auf die FSRU und damit einer Zunahme der Beladung wird Ballastwasser von der FSRU abgeführt; umgekehrt wird bei der Aussendung von Erdgas Ballastwasser aufgenommen. Als Ballastwasser wird Seewasser verwendet, welches über die in Kap. 4 beschriebenen Einlässe bereitgestellt wird. Entsprechende Ballastwassersysteme sind auf jedem Handelsschiff installiert und die Einsatzfähigkeit des Systems ist essentiell für die Sicherheit an Bord.

In den folgenden Abschnitten erfolgt zunächst eine Beschreibung des Ballastwasser Tanksystems. Im Anschluss werden die einzelnen Betriebszustände im Detail erläutert. Ein Fließschema des Ballastwassersystems ist dem Anhangsdokument *EDW-UTG-ESP-SFL-0004--Fließschema Seewasser für Ballastwassersystem* [5] zu entnehmen.

Beschreibung der Seewassersysteme					
Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	15/24

7.1 Tanksystem für Ballastwasser

Zur Lagerung von Ballastwasser ist die FSRU mit etwa 10 Ballastwassertanks mit einem Gesamtvolumen von 53.500 m³ ausgerüstet. Die Ballastwassertanks sind über die gesamte Schiffslänge verteilt; der Großteil von ihnen (8 Stück) befindet sich in den Zwischenräumen zwischen den LNG Tanks und der Bordwand des Schiffs. Neben jedem LNG Tank ist backbord- und steuerbordseitig jeweils ein Ballastwassertank vorgesehen, deren Anordnung in Abbildung 4 gezeigt ist. Zwischen den unteren Enden der Ballastwassertanks verläuft der Rohrtunnel, über den die Tanks befüllt bzw. entleert werden. Zusätzliche Ballastwassertanks befinden sich im Bereich des Bugs sowie im Motorenraum.

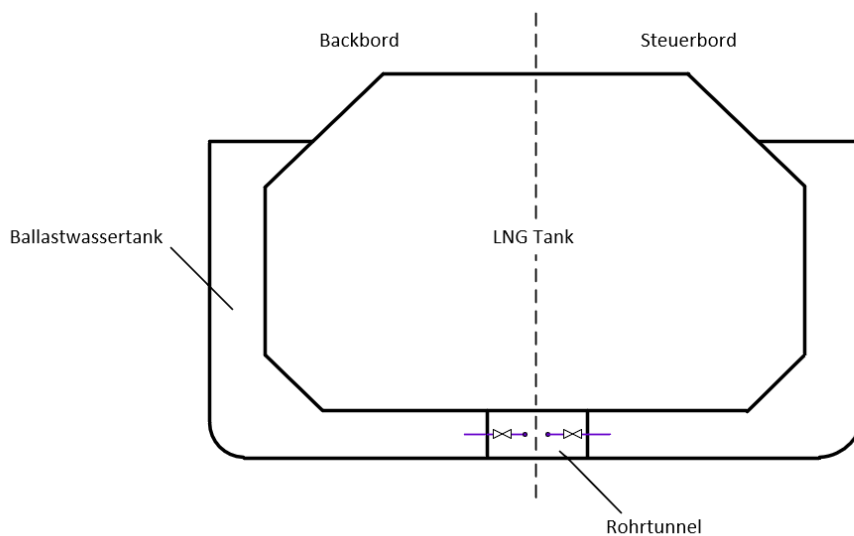


Abbildung 4: Anordnung Ballastwassertanks

7.2 Abgabe von Ballastwasser (Deballasting)

Die FSRU wird regelmäßig mit LNG von einem LNG-Tankschiff beladen. Der Erhöhung der Beladung durch die Aufnahme von LNG wird mit der Abgabe von Ballastwasser aus den Ballastwassertanks ausgeglichen.

Das Ballastwasser wird über die Anschlussleitungen aus den Ballastwassertanks in eine Sammelleitung abgeführt. Zur Abgabe von Ballastwasser dienen drei Ballastpumpen mit einer Kapazität von 3 x 2.600 m³/h (3 x 50%), die im Motorenraum aufgestellt sind.

Hinter den Pumpen wird das Wasser in eine gemeinsame Sammelleitung eingespeist. Die Rückführung des Ballastwassers in die Jade erfolgt schließlich über den Auslass O-9: „Auslass Ballastwasser“. Aus dem Auslass werden maximal 5.200 m³/h Seewasser in die Jade eingeleitet.

Beschreibung der Seewassersysteme					
Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	16/24

Das rückgeführte Seewasser weist keine Temperaturänderung im Vergleich zur Entnahme auf und hält auch die im Abschnitt 4.2 angegebenen Biozidgrenzwerte ein.

7.3 Aufnahme von Ballastwasser (Ballasting)

Durch die Regasifizierung von LNG und Aussendung von Erdgas nimmt die Beladung der FSRU ab, was durch die Aufnahme von Ballastwasser kompensiert wird.

Zur Aufnahme von Ballastwasser wird Seewasser aus den in Kap. 4 beschriebenen Einlässen zur Saugseite der Ballastpumpen geführt. Mithilfe der Ballastpumpen werden die Ballastwassertanks mit einem Volumenstrom von bis zu 5.200 m³/h Seewasser befüllt.

8 Seewasser für das Löschwassersystem

Zur Brandbekämpfung in Notfällen ist die FSRU mit verschiedenen auf Seewasser basierenden Löschmodulen ausgestattet. Das benötigte Seewasser wird den in Kap. 4 beschriebenen Einlässen entnommen. Die wesentlichen Elemente des Löschwassersystems sind im Anhangsdokument *EDW-UTG-ESP-SFL-0005--Fließschema Seewasser für Löschwassersystem* [6] dargestellt.

8.1 Bereitstellung von Löschwasser (nur in Notfällen)

Zur Versorgung der Löschwasserhydranten, die an zahlreichen Positionen auf dem gesamten Schiff verteilt sind, ist ein Löschwassersystem vorgesehen. Zur Speisung der Löschwassersystems dienen die Löschwasserpumpe (160 m³/h, Förderhöhe 115 m) sowie die beiden Bilge- und Löschwasserpumpen. Die Bilge- und Löschwasserpumpen können jeweils in zwei möglichen Zuständen betrieben werden: Mit 160 m³/h Durchfluss und 115 m Förderhöhe oder alternativ mit 240 m³/h Durchfluss und 30 m Förderhöhe. Die Löschwasserpumpen sowie die Bilge- und Löschwasserpumpen sind als Kreiselpumpen mit konstanter Drehzahl ausgeführt und werden im Motorenraum aufgestellt.

Darüber hinaus kann Löschwasser über die Notfeuerlöschpumpe (72 m³/h, Förderhöhe 100 m) bereitgestellt werden. Ausschließlich zur Versorgung dieser Pumpe dient ein zusätzlicher Einlass im Schiffsrumpf mit den folgenden Eigenschaften:

Nr.	Bezeichnung	Abmessungen Einlassbecken (Breite x Höhe)	Durchmesser Saugrohr
I-3	Einlass Notfeuerlöschpumpe	600 mm x 3.200 mm	150 mm

Beschreibung der Seewassersysteme

Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	17/24

Neben den Löschwasserhydranten ist die FSRU mit einem Sprühwassersystem ausgestattet. Die Austrittsdüsen des Sprühwassersystems befinden sich an zahlreichen Stellen auf dem gesamten Schiff. Zur Versorgung des Sprühwassersystems dienen zwei Sprühwasserpumpen (2 x 1.550 m³/h, Förderhöhe 90 m).

Das Löschwassersystem wird in einem Intervall von 2 Wochen getestet, um die Funktionalität des Systems sicherzustellen. Die Tests dauern jeweils bis zu ca. 1 Stunde. Zusätzlich wird Seewasser aus dem Löschwassersystem wöchentlich für ca. 2 Stunden zur Reinigung des Decks verwendet. Zur Quantifizierung der Mengen siehe Kap. 9.2.

Dem Löschwasser werden keine Schaummittel oder andere Zusatzstoffe zugeführt.

8.2 Wasservorhänge und Ankerspülung

Zur Versorgung der FSRU mit Löschwasser ist ein Löschwassersystem vorgesehen (siehe Abschnitt 8.1). Neben der Bereitstellung von Löschwasser im Brandfall wird über das Löschwassersystem im bestimmungsgemäßen FSRU-Betrieb Seewasser zur Erzeugung von Wasservorhängen entnommen. Wasservorhänge dienen im FSRU Betrieb während der LNG Beladung zum Schutz der Schiffswände vor Kontakt mit LNG. Aufgrund der niedrigen Temperaturen des LNG (etwa -160 °C) könnte ein Kontakt mit der Schiffswand beispielsweise aufgrund einer Leckage zu einer Versprödung des Materials und damit zu einem Festigkeitsverlust und damit verbundenem Versagen des Materials führen. Aus diesem Grund werden an verschiedenen Stellen Wasservorhänge erzeugt, die die Schiffswand vor LNG abschirmen – Abbildung 5 zeigt ein Beispiel für einen solchen Wasservorhang.



Abbildung 5: Wasservorhang zum Schutz der Schiffswand vor Kontakt mit LNG

Beschreibung der Seewassersysteme					
Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	18/24

Für die FSRU sind zwei Wasservorhänge vorgesehen, die im bestimmungsgemäßen FSRU-Betrieb eingesetzt werden können:

- O-10: Wasservorhang (Backbord)
- O-11: Wasservorhang (Steuerbord)

Diese Wasservorhänge werden immer dann aktiviert, wenn ein LNG-Transfer zwischen FSRU und LNG-Tankschiff stattfindet. Aufgrund der vorgesehenen Anordnung von FSRU und LNG-Tankschiff wird dazu lediglich der auf der Steuerbordseite befindliche Wasservorhang (O-11) benötigt. Die Wasservorhänge sind ca. 20 m breit. Für den Betrieb der Wasservorhänge wird dem Löschwassersystem von den Bilge- und Löschwasserpumpen Seewasser zugeführt. Die Pumpen liefern einen konstanten Volumenstrom, unabhängig vom Bedarf der Wasservorhänge. Um einen Druckanstieg im Löschwassersystem zu vermeiden, wird überschüssig gefördertes Seewasser daher zur Entspannung des Systems über die Ankerkettenöffnungen am Bug des Schiffs abgeführt. Dieser Vorgang wird auch als Ankerspülung bezeichnet und erfolgt über die Auslässe

- O-12: Ankerspülung (Backbord)
- O-13: Ankerspülung (Steuerbord)

Abbildung 6 zeigt ein Beispiel für eine Einleitung von Seewasser über die steuerbordseitige Ankerspülung. Das rückgeführte Seewasser weist keine Temperaturänderung im Vergleich zur Entnahme auf und hält auch die im Abschnitt 4.2 angegebenen Biozidgrenzwerte ein.



Abbildung 6: Ankerspülung (Beispiel)

Beschreibung der Seewassersysteme					
Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	19/24

Für den Betrieb eines Wasservorhangs werden dem Löschwassersystem 240 m³/h Seewasser zugeführt. Der Großteil des Seewassers wird über den Wasservorhang in die Jade eingeleitet; der Rest wird über die Ankerspülungen abgegeben.

9 Zusammenfassung der Einleitungsmengen aus der FSRU

9.1 Maximale Einleitungsmengen in Abhängigkeit vom Betriebsmodus

Die in den verschiedenen Betriebsmodi der FSRU eingeleiteten Seewassermengen sind im folgenden Kapitel zusammengefasst.

Im **offenen und kombinierten Kreislauf** (open and combined loop) werden die folgenden maximalen Seewassermengen von der FSRU in die Jade abgegeben (sekündlich in m³/s, stündlich in m³/h, täglich in m³/d und jährlich in m³/a):

Nr.	Bezeichnung	Maximale Einleitungsmenge			
		m ³ /s	m ³ /h	m ³ /d	m ³ /a*
O-1	Regas SW Auslass	5,42	19.500	468.000	170.820.000
O-2	Auslass SW Filter	0,07	241	723	263.895
O-7 / O-8	Auslass Frischwassererzeuger Nr. 1 oder Nr. 2	0,02	88	2.112	770.880
Gesamt		5,51	19.829	470.835	171.854.775

*) m³/a-Werte auf 365 Tage bzw. 12 Monate im Jahr bezogen. Nach den jetzigen Annahmen basierend auf den historischen Wassertemperaturverläufen in der Jade wird grob davon ausgegangen, dass von April bis November, also 8 Monate im Jahr, im „open und combined loop“ gefahren werden kann.

Im **geschlossenen Kreislauf (closed loop)** werden folgende Seewassermengen von der FSRU in die Jade abgegeben (sekündlich in m³/s, stündlich in m³/h, täglich in m³/d und jährlich in m³/a):

Nr.	Bezeichnung	Maximale Einleitungsmenge			
		m ³ /s	m ³ /h	m ³ /d	m ³ /a*
O-3	Auslass Kühlwasser für Hauptgeneratoren (Backbord)	0,17	610	14.640	5.343.600
O-4	Auslass Kühlwasser für Hauptgeneratoren (Steuerbord)	0,17	610	14.640	5.343.600
O-5	Auslass Kühlwasser für Hilfsmaschinen	0,53	1.910	45.840	16.731.600
O-6	Auslass Kühlwasser für Dampfkondensation (Steam Dumping)	0,93	3.350	80.400	29.346.000
O-7 / O-8	Auslass Frischwassererzeuger Nr. 1 oder Nr. 2	0,02	88	2.112	770.880
Gesamt		1,82	6.568	157.632	57.535.680

*) m³/a-Werte auf 365 Tage bzw. 12 Monate im Jahr bezogen. Nach den jetzigen Annahmen basierend auf den historischen Wassertemperaturverläufen in der Jade wird grob davon ausgegangen, dass von Dezember bis März, also 4 Monate im Jahr, im „closed loop“ gefahren werden muss.

Neben den oben genannten Mengen im offenen/ kombinierten/ geschlossenen Kreislauf sind **während einer LNG-Übertragung von einem LNG-Tankschiff auf die FSRU zusätzlich** die folgenden Einleitungsmengen durch die FSRU zu berücksichtigen:

Nr.	Bezeichnung	Maximale Einleitungsmenge			
		m ³ /s	m ³ /h	m ³ /d	m ³ /a*
O-9	Auslass Ballastwasser	1,44	5.200	53.500***	5.350.000
O-11	Wasservorhang (Steuerbord)**	0,053	192	4.608	460.800
O-12/ O-13	Ankerspülung (Backbord oder Steuerbord)**	0,013	48	1.152	115.200
Gesamt		1,51	5.440	59.260	5.926.000

*) m³/a-Werte auf 100 Tage bzw. Schiffsanläufe von 100 LNG-Tankschiffen pro Jahr bezogen.

Beschreibung der Seewassersysteme

Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	21/24

**) Zum Betrieb des Wasservorhangs wird ein konstanter Volumenstrom von bis zu 240 m³/h über die Pumpen des Löschwassersystems bereitgestellt (siehe auch Kap. 8.2). Für den Wasservorhang wird allerdings typischerweise nicht die gesamte Menge benötigt. Um einen Druckanstieg im System zu vermeiden, wird daher das überschüssige Seewasser über eine der beiden Ankerspülungen am Bug der FSRU abgegeben. Die o.g. Aufteilung (192 m³/h für Wasservorhang und 48 m³/h für Ankerspülung) basiert auf einer erfahrungsbasierten Abschätzung und ist nicht messtechnisch quantifizierbar.

***) Die maximale tägliche Einleitmenge von Ballastwasser wird begrenzt durch die Kapazität der Ballastwassertanks (53.500 m³).

Im sog. „idle mode“ (Leerlauf) werden im bestimmungsmäßigen Betrieb lediglich die folgenden Seewassermengen von der FSRU in die Jade abgegeben (sekündlich in m³/s, stündlich in m³/h, täglich in m³/d und jährlich in m³/a):

Nr.	Bezeichnung	Maximale Einleitmenge			
		m ³ /s	m ³ /h	m ³ /d	m ³ /a*
O-3 / O-4	Auslass Kühlwasser für Hauptgeneratoren (Backbord oder Steuerbord)	0,17	610	14.640	5.343.600
O-5	Auslass Kühlwasser für Hilfsmaschinen	0,53	1.910	45.840	16.731.600
O-7 / O-8	Auslass Frischwassererzeuger Nr. 1 oder Nr. 2	0,02	88	2.112	770.880
Gesamt		0,72	2.608	62.592	22.846.080

*) m³/a-Werte auf 365 Tage bzw. 12 Monate im Jahr bezogen. Ein Betrieb der FSRU im „idle mode“ (Leerlauf) über ein ganzes Jahr hinweg ist selbstverständlich nicht geplant.

Beschreibung der Seewassersysteme

Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	22/24

9.2 Maximale Einleitungsmengen – „Worst Case“

Die maximale Seewasser-Einleitung der FSRU findet bei einem **Betrieb im offenen/ kombinierten Kreislauf bei gleichzeitiger LNG-Übertragung von einem LNG-Tankschiff auf die FSRU** statt.

Die von der FSRU eingeleiteten Seewassermengen für diesen Fall sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt (sekündlich in m³/s, stündlich in m³/h, täglich in m³/d und jährlich in m³/a). Zur Bestimmung der jährlichen Einleitmenge wurde angenommen, dass die FSRU dauerhaft, d.h. 365 Tage im Jahr, im offenen bzw. kombinierten Kreislauf betrieben wird. Tatsächlich wechselt die FSRU bei geringen Seewassertemperaturen <5 °C jedoch in den geschlossenen Kreislauf, bei dem deutlich geringere Seewasser-Mengen eingeleitet werden (s. Abschnitt 9.1). Die tatsächliche jährliche Einleitmenge [m³/a] wird also wesentlich geringer sein, als in der folgenden Tabelle dargestellte:

Ursache der Einleitung aus der FSRU	Maximale Einleitungsmenge			
	m ³ /s	m ³ /h	m ³ /d	m ³ /a
Betrieb der FSRU im offenen/ kombinierten Kreislauf	5,51	19.829	470.835	171.854.775*
Zusätzlich bei LNG-Übertragung von einem LNG-Tankschiff auf die FSRU	1,51	5.440	59.260	5.926.000**
Gesamt – „Worst Case“ Einleitung der FSRU	7,02	25.269	530.095	177.780.775

*) m³/a-Wert für die Worst Case-Betrachtung „open und combined loop“-Betrieb der FSRU sehr konservativ auf 365 Tage bzw. 12 Monate im Jahr bezogen.

**) m³/a-Werte auf 100 Tage bzw. Schiffsanläufe von 100 LNG-Tankschiffen pro Jahr bezogen. Hinweis: Einleitungsmengen (z.B. Kühlwasser) aus dem LNG-Tankschiff selbst sind in den dargestellten Werten nicht enthalten. Die Studien von DHI Wasy und AquaEcology in den Anlagen 2 bis 4 des Antrags nehmen für die Simulations- und Berechnungsmodelle konservativ höhere maximale Einleitmengen an, um mit den Ergebnisse auf der sicheren Seite zu liegen. So werden für die FSRU z.B. leicht abgerundete gerundete Werte (z.B. 25.200 m³/h statt 25.269 m³/h für den „Worst Case“), dafür aber zusätzlich auch noch die Einleitmengen aus den an der FSRU anliegenden LNG-Tankschiffen (+ 2.500 m³/h, siehe unten) bei den Umweltauswirkungen berücksichtigt.

Zusätzlich zu den o.g. Einleitungen der FSRU ist während einer LNG-Übertragung zu erwarten, dass auch das anliegende LNG-Tankschiff erwärmtes Kühlwasser in die Jade einleitet. Die vom LNG-Tankschiff abgegebene Kühlwassermenge beträgt typischerweise bis zu ca. 0,69 m³/s, 2.500 m³/h, 60.000 m³/d und 6.000.000 m³/a. Diese Mengen sind in der o.g. Tabelle nicht enthalten, da das LNG-Tankschiff nicht zur genehmigungspflichtigen Anlage gehört und entsprechend maritimen Standards unterliegt.

Beschreibung der Seewassersysteme					
Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	23/24

Das Löschwassersystem der FSRU (siehe Kap. 8.2) wird in einem Intervall von 2 Wochen getestet, um die Funktionalität des Systems sicherzustellen. Die Tests dauern jeweils bis zu ca. 1 Stunde. Zusätzlich wird Seewasser aus dem Löschwassersystem wöchentlich für ca. 2 Stunden zur Reinigung des Decks verwendet. Insgesamt wird das Löschwassersystem also bis zu 10 Stunden pro Monat bzw. 120 Stunden pro Jahr betrieben. Basierend auf der (sehr konservativen) Annahme, dass zu diesen Zeiten jeweils die größte Pumpe des Systems (Sprühwasserpumpe) mit voller Kapazität (1.550 m³/h) aktiv ist, ergeben sich die folgenden maximalen Seewasser-Durchsätze: 0,43 m³/s bzw. 1.550 m³/h bzw. 1.550 m³/d bzw. 186.000 m³/a.

Die Mengen sind aus den folgenden Gründen nicht in der o.g. Tabelle der „Worst Case“ Einleitungen berücksichtigt:

- Die tatsächlich durchgesetzten Seewassermengen werden mit aller Wahrscheinlichkeit deutlich geringer sein als die o.g. Werte, z.B. durch kürzere Zeiten für die Tests (< 1h) bzw. für die Deckreinigung (< 2h), durch gleichzeitige Durchführung des Testbetriebs und der Deckreinigung sowie durch Verwenden einer kleineren Pumpe.
- Das für die Tests durchgesetzte Seewasser wird nicht direkt in die Jade eingeleitet, sondern über die Hydranten-Anschlüsse auf den Decks der FSRU abgelassen. Über die Decks gelangt es zu die Speigatten (Öffnungen im unteren Teil der Reling), und wird über diese in die Jade eingeleitet. Der Durchfluss (in m³/s und m³/h) durch die Speigatten in die Jade ist nicht exakt quantifizierbar.
- Ein Teil des aus dem Löschwassersystem abgegebenen Seewassers verdampft an Deck und wird nicht in die Jade eingeleitet.
- Der Testbetrieb des Löschwassersystems bzw. die Deckreinigung erfolgt nicht während einer LNG-Übertragung von einem LNG-Tankschiff auf die FSRU, sowohl aus organisatorischen Gründen (das Betriebspersonal ist mit der Durchführung der LNG-Übertragung beschäftigt) und auch weil das Löschwassersystem zur Erzeugung des Wasservorhangs im Einsatz sein muss. Auf die in der Tabelle dargestellten gesamten sekundlichen (m³/s), stündlichen (m³/h) und täglichen (m³/d) „Worst Case“ Einleitungen hat der Testbetrieb des Löschwassersystems bzw. die Deckreinigung daher keinen Einfluss, da die während der LNG-Übertragung anfallenden Seewasser-Einleitungen deutlich größer sind. Der Einfluss auf die gesamten jährlichen (m³/a) „Worst Case“ Einleitungen ist selbst unter der sehr konservativen Annahme von 186.000 m³/h nur marginal (ca. 0,1%)

Beschreibung der Seewassersysteme

Dok.-ID / Doc.-ID:	Rev.:	Datum / Date:	Status:	Vertraulichkeit / Confidentiality:	Seite / Page:
EDW-UTG-ATH-SPC-0024	01	01.09.2022	Released	Internal	24/24