

10.1 Allgemeine Angaben zur Abwasserwirtschaft

10.1 Allgemeine Angaben zur Abwasserwirtschaft

Im LNG-Terminal entsteht während des Normalbetriebes des LNG-Terminals kein Abwasser. Allerdings ist anzumerken, dass in dem seltenen Betriebsfall der LNG-Verdampfung mit Tauchflammenverdampfern (SCV) und der Nutzung von Heizgas, ein Abwasser anfällt, das neutralisiert und dann in die Entwässerung abgeleitet wird. Dieser Betriebsfall ist alle 4 bis 5 Jahre für max. 5 Wochen vorgesehen, wenn die Heizwasserversorgung für die LNG-Zwischenmedium-Verdampfer (IFV) einen Betriebsstillstand hat.

Im LNG-Terminal fällt regelmäßig Abwasser aus den sanitären Anlagen der verschiedenen Gebäude (Kontrollraum- und Verwaltungsgebäude 32/33, Werkstatt- und Lagergebäude 34, Pförtnergebäude 36 und TKW-Abfertigungsgebäude 43) an. Dieses wird in Freispiegelrohrleitungen von den Gebäuden bis zu einem Schmutzwasserpumpwerk (Pos. Nr. P-205) geleitet und von dort mit einer Druckrohrleitung zu der Kläranlage der Abwasserentsorgung Brunsbüttel GmbH gepumpt.

Für die Ermittlung des Schmutzwasseranfall nach DWA Arbeitsblatt A118 wird von einer durchschnittlichen Personalstärke im LNG-Terminal von 50 Personen ausgegangen. Dabei ergibt sich eine Tagesabfluss bei Trockenwetter von 6 m³ am Tag.

Zusätzlich fällt im LNG-Terminal Niederschlagswasser an, dass von den befestigten Flächen über oberflächennahe offene Kanäle zu einer Regenwasserbehandlungsanlage geleitet wird und über ein Regenwasserrückhaltebecken gedrosselt zum Vorfluter 0202 abgeleitet wird. Niederschlagswasser, das auf die Grünflächen fällt, kann versickern. Da es sich aber um sehr undurchlässige Bodenschichten handelt, ist die Versicherungsleistung sehr gering, daher sind diese Gebiete im LNG-Terminal mit Muldenüberläufen in das Entwässerungssystem versehen.

Das Niederschlagswasser, dass auf dem Fahrweg des Landungssteges und auf den Anlegern anfällt, wird aufgefangen und in das Entwässerungssystem an Land gepumpt.

Sanitärabwasser aus dem Schiffsanlegerüberwachungsgebäude 08 auf dem Landungssteg wird in einer Abwassersammelgrube eingeleitet, welche in regelmäßigen Abständen mittels Saug-/Spülfahrzeug entleert und zur Kläranlage Brunsbüttel abgefahren wird.

Innerhalb des LNG-Terminals wird an 2 Stellen Dieselmotorkraftstoff gelagert. Diese Bereiche (Notstromversorgung 30 und Löschwasserpumpe auf dem Landungssteg 10) werden entsprechend der Anlagenverordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ausgerüstet. Gegebenenfalls auf der Fläche anfallende Dieselmotorkraftstoff wird zurückgehalten und mittels Saug-/Spülfahrzeug entleert und fachgerecht entsorgt.

Ein Löschwasservorrat wird in dem Regenrückhaltebecken, unterhalb des für die Regenwasserrückhaltung vorgesehene Volumen, vorgehalten. Die Löschwasserpumpen sind in einem Pumpengebäude 31 neben dem Becken installiert und werden direkt aus dem Becken versorgt. Im Fall, das Löschwasser eingesetzt wird, wird das gebrauchte Löschwasser über das Entwässerungskanalssystem zum Regenwasserrückhaltebecken zurück fliesen, dort aufgefangen und gesammelt. In einem solchen Fall wird der Abfluss zum Vorfluter gesperrt und das aufgefangene Löschwasser kann auf Qualität untersucht werden und je nach Verunreinigung fachgerecht entsorgt werden.

Anlage 10.1: Erläuterungsbericht Entwässerungskonzept

Anlagen:

- 10_01_01_E_Bericht_Entwaesserung GG-OC01-100-CIV-REP-00358_10.pdf



German LNG
Terminal

10.1.1



- Projekt:** German LNG Terminal Brunsbüttel
- Bauherrschaft:** German LNG Terminal GmbH
Elbehafen
25541 Brunsbüttel
- Lage:** Fährstraße K 75
Brunsbüttel
- Entwurfsverfasser:** Kocks Consult GmbH
im Auftrag von PLANT Engineering GmbH
bzw. Tractebel Engineering S.A.
- Leistung:** Erläuterungsbericht Entwässerungskonzept
*(Surface and underground drainage Report /
Sewage Management Report)*

Document Number: GG-OC01-100-CIV-REP-00358_10

Inhaltsverzeichnis

1.	Veranlassung und Zielsetzung	4
2.	Datengrundlage	5
3.	Vorhabengebiet	6
4.	Entwässerungsgebiet	10
5.	Geplante Geländeoberfläche	12
6.	Geplante Grundstücksentwässerung	12
6.1	Abwasserbeseitigung	12
6.2	AwSV-Flächen und Abscheideranlagen	14
6.3	Niederschlagsentwässerung	14
6.3.1	Niederschlagswasserbeseitigung	14
6.3.2	Rückhaltebecken	17
6.3.3	Niederschlagswasserbehandlung	18
6.3.4	Überflutung außerhalb von Gebäuden	19
7.	Löschwasservorrat	21
8.	Offshore-Entwässerungskonzept (wasserseitiger Landungssteg)	22
9.	Temporäre Baustelleneinrichtungsfläche	23
10.	Grundwassermanagement während den Bauarbeiten	24

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Flächenübersicht landseitiges Entwässerungsgebiet	11
Tab. 2:	Flächenübersicht wasserseitiges Entwässerungsgebiet	22

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Übersicht des Vorhabenplans	7
Abb. 2:	Einzugsgebiet des Vorfluters 0202	8
Abb. 3:	Übersicht Entwässerungsgebiet	10

Anhangsverzeichnis

Anhang 1:	Niederschlagsstatistik gem. KOSTRA-DWD 2010R für Brunsbüttel
Anhang 2:	Dimensionierung Rückhaltebecken
Anhang 3:	Ermittlung Schmutzwasseranfall
Anhang 4:	Bewertung nach DWA-A 102-2 / Niederschlagswasserbehandlung

Planverzeichnis

Plan Nr.	Bezeichnung
GG-OC01-100-CIV-DWG-00348	Lageplan Entwässerungskonzept (Unterlage 10.2)
GG-OC01-100-CIV-DWG-00420	Funktions-skizze RRB/ RKB (Unterlage 10.3)

Abkürzungsverzeichnis

A_E	ha	Einzugsgebietsfläche
$A_{E,k}$	ha	kanalisierte Einzugsgebietsfläche
A_u	ha	„undurchlässige“ Fläche
D	min	Dauerstufe
h_N	mm	Niederschlagshöhe
f_A	-	Abminderungsfaktor gem. DWA A 117
f_z	-	Zuschlagsfaktor gem. DWA A 117
k_b	mm	betriebliche Rauheit
n	1/a	Häufigkeit (Überschreitungshäufigkeit)
Q_{Dr}	l/s	Drosselabfluss
q_{Dr}	l/(s·ha)	Drosselabflussspende
$q_{Dr,R}$	l/(s·ha)	Regenanteil der Drosselabflussspende
Q_{krit}	l/s	kritischer Mischwasserabfluss
Q_t	l/s	Trockenwetterspitzenabfluss
Q_{t24}	l/s	Mittlerer täglicher Trockenwetterabfluss
$r_{D,n}$	l/(s·ha)	Regenspende der Dauerstufe D und der Häufigkeit n (Bemessungsregenspende)
t_f	min	rechnerische Fließzeit im Kanalnetz bei Vollfüllung
T	a	Wiederkehrzeit
V	m ³	Volumen des Rückhalteraums
V_s	m ³ /ha	spezifisches Volumen des Rückhalteraums
ψ_m	-	mittlerer Abflussbeiwert
EZG		Einzugsgebiet
DN		Nennweite = innerer Durchmesser eines Rohres
EW		Einwohnerwert
RRB		Regenrückhaltebecken
DWA		Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
EU-WRRL		EU-Wasserrahmenrichtlinie
AwSV		Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
KOSTRA- DWD		Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und - auswertung des Deutschen Wetterdienstes
mNHN		Meter über Normalhöhennull

1. Veranlassung und Zielsetzung

Die German LNG Terminal GmbH (GLNG) beabsichtigt die Errichtung und den Betrieb eines kombinierten LNG-Import- und Distributionsterminals (LNG-Terminal) in Brunsbüttel.

Gegenstand des hier vorgelegten Entwässerungskonzeptes ist sowohl die geplante landseitige Grundstücksentwässerung (onshore) außerhalb von Gebäuden und technischer Anlagen als auch die Entwässerung des Landungssteiges in der Elbe (offshore) anfallenden Niederschlags- und Schmutzwassers. Da die Entwässerung der Suprastruktur in das Entwässerungssystem der Infrastruktur einfließt, sind beide Systeme verbunden

2. Datengrundlage

Zur Projektbearbeitung standen die folgenden Daten zur Verfügung:

1. Topgraphische Vermessung des Projektgebietes, Tractebel, Dezember 2018
2. Digitales Liegenschaftskataster, Stadt Brunsbüttel, 11. März 2019
3. Abstimmung der Einleitungsbedingungen für Schmutzwasser und Übersichtslageplan der Kläranlage Brunsbüttel, SCHLESWAG Abwasser GmbH, 6. Dezember 2018
4. Abwassersatzung der Stadt Brunsbüttel, Fassung vom 25.11.2009
5. Abstimmung der Einleitungsbedingungen für Niederschlagswasser mit dem Kreis Dithmarschen (Fachdienst Wasser, Boden und Abfall) sowie dem Deich- und Hauptzielverband Dithmarschen (DHSV), 18. Dezember und 9. Januar 2019
6. Übersichtslageplan – LNG-Terminal in Brunsbüttel, Tractebel, Oktober 2021 (Unterlage 1.3)
7. Vorhabenplan - Infrastruktur / Suprastruktur, German LNG Terminal GmbH, November 2021 (Unterlage 1.4 und 1.5)
8. Vorgabe geplante Geländehöhen für Anlagen- und Verkehrsflächen, Tractebel, September 2019
9. KOSTRA-Atlas des Deutschen Wetterdienstes für den Standort Brunsbüttel
10. Bekanntmachung des Ministeriums für Natur, Umwelt und Landesentwicklung vom 25. November 1992, Fassung vom 15.04.2002 „Technische Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation“
11. Geotechnisches Baugrundgutachten: Bodenuntersuchung für Brunsbüttel LNG Terminal, Fugro Germany Land GmbH, 25. Februar 2020 (Unterlage 14.1)
12. Brandschutzkonzept für das LNG Terminal Brunsbüttel der German LNG Terminal GmbH, Allgemeiner Teil, INBUREX Consulting, 12.03.2021 (Unterlage 23.1)

3. Vorhabengebiet

Das Vorhabengebiet liegt ganz im Osten des Stadtgebiets Brunsbüttel südlich des Nord-Ostsee-Kanals zwischen dem Vorfluter 0202 an der Fährstraße (K 75), der Otto- Hahn-Straße, der Sonderabfallverbrennungsanlage Remondis SAVA und den Kohlelagerflächen an der Elbe (siehe Abb. 1:). Die Flächen sind im Flächennutzungsplan als Industriegebiet ausgewiesen und werden im Moment überwiegend landwirtschaftlich als Weideland (Marschflächen) genutzt. Im Gebiet befindet sich derzeit noch die 5M-Testanlage der Firma SENVION zur Erzeugung von Windenergie, welche jedoch im Vorfeld zurückgebaut wird.

Der Geltungsbereich des Vorhabenplans ist gemäß Abb. 1: etwa 51,23 ha groß inklusive der Hafenbetriebsfläche (ca. 13,81 ha) und der temporären Baustelleneinrichtungsfläche (ca. 4,27 ha). Das Vorhabengebiet liegt innerhalb der Fließgewässerlandschaft Marschen. Das Hauptgewässer im Einflussbereich des Vorhabens ist die Tideelbe.

Das Vorhaben befindet sich gemäß EU-WRRL im Einzugsbereich des tidegeprägten Oberwasserkörpers „Übergangsgewässer“ (OWK DESH_T1.5000.01). Dieses stellt den Übergang vom Fließgewässer zum Küstengewässer dar und ist durch einen bestimmten Salzeinfluss gekennzeichnet. Das Übergangsgewässer der Elbe (nordseegeprägtes Elbeästuar) ist ein anthropogen erheblich veränderter Wasserkörper.

Im Norden befindet sich der in Ost-West-Richtung verlaufende Vorfluter 0202 des Sielverbandes Brunsbütteler-Eddelaker-Koog, welcher das Oberflächenwasser des Projektgebietes aufnimmt. Der Vorfluter wird über das Schöpfwerk Brunsbüttel-Süd (Gesamtförderleistung ca. 8,0 m³/s) in die Elbe entwässert. Über die Pumpensteuerung des Schöpfwerkes wird der Wasserstand im Vorfluter tideunabhängig geregelt. Der Vorfluter 0202 ist somit kein natürliches Fließgewässer. Der mittlere Wasserstand im Vorfluter liegt nach Auskunft des Deich- und Hauptsielverbandes Dithmarschen (DHSV) pumpenabhängig bei -1,0 mNHN (siehe Datengrundlage Nr. 5). Der Vorfluter ist ausreichend groß dimensioniert und die Abflussmenge aus dem Gesamteinzugsgebiet wird vom Schöpfwerk bestimmt. Abb. 2: zeigt das Einzugsgebiet des künstlichen Vorfluters 0202 (Quelle: [SW Brunsbüttel-Süd \(dhsv-dithmarschen.de\)](http://www.dhsv-dithmarschen.de), Abbildung mit zusätzlichen Eintragungen)

Entwässerungskonzept

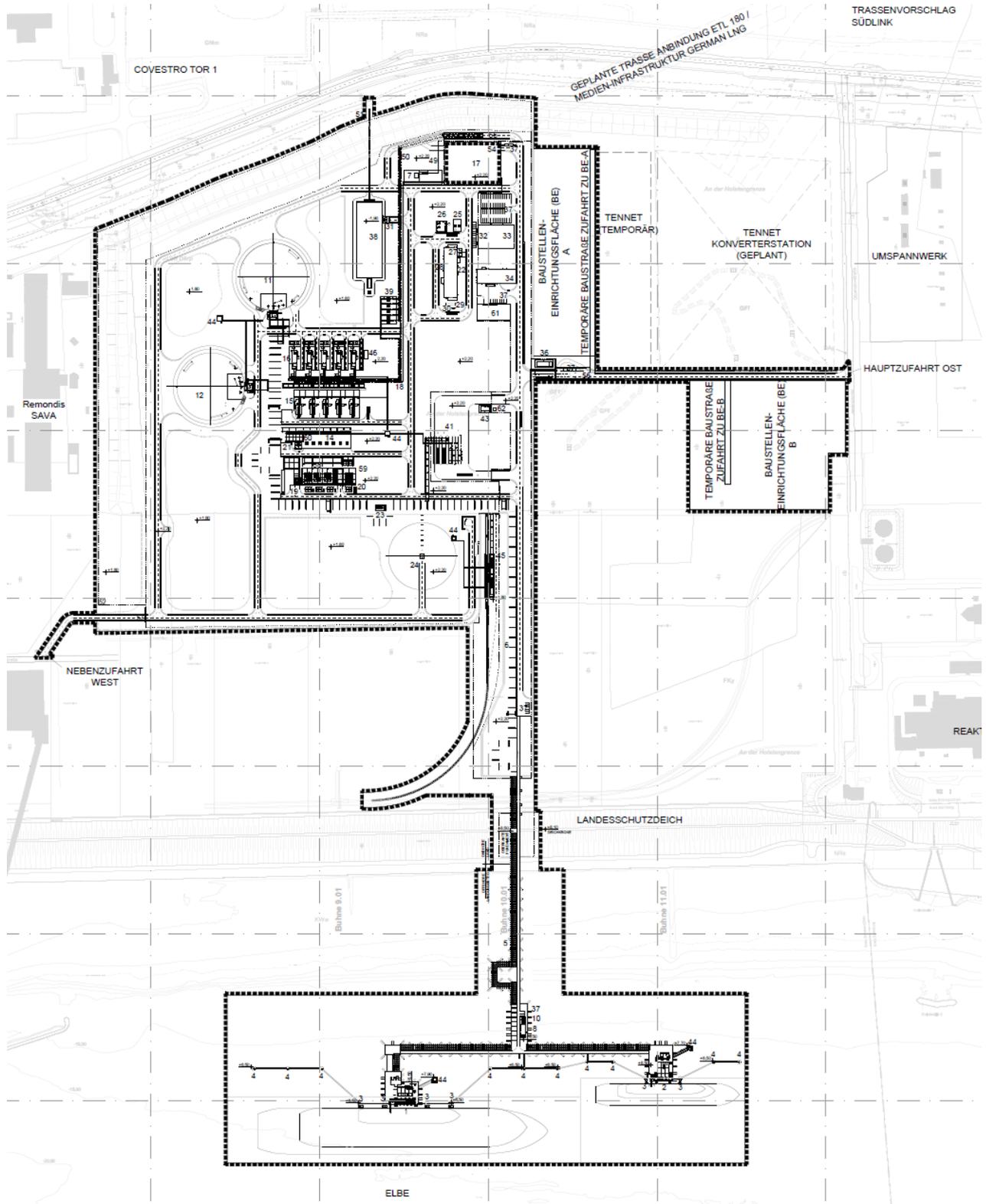


Abb. 1: Übersicht des Vorhabenplans

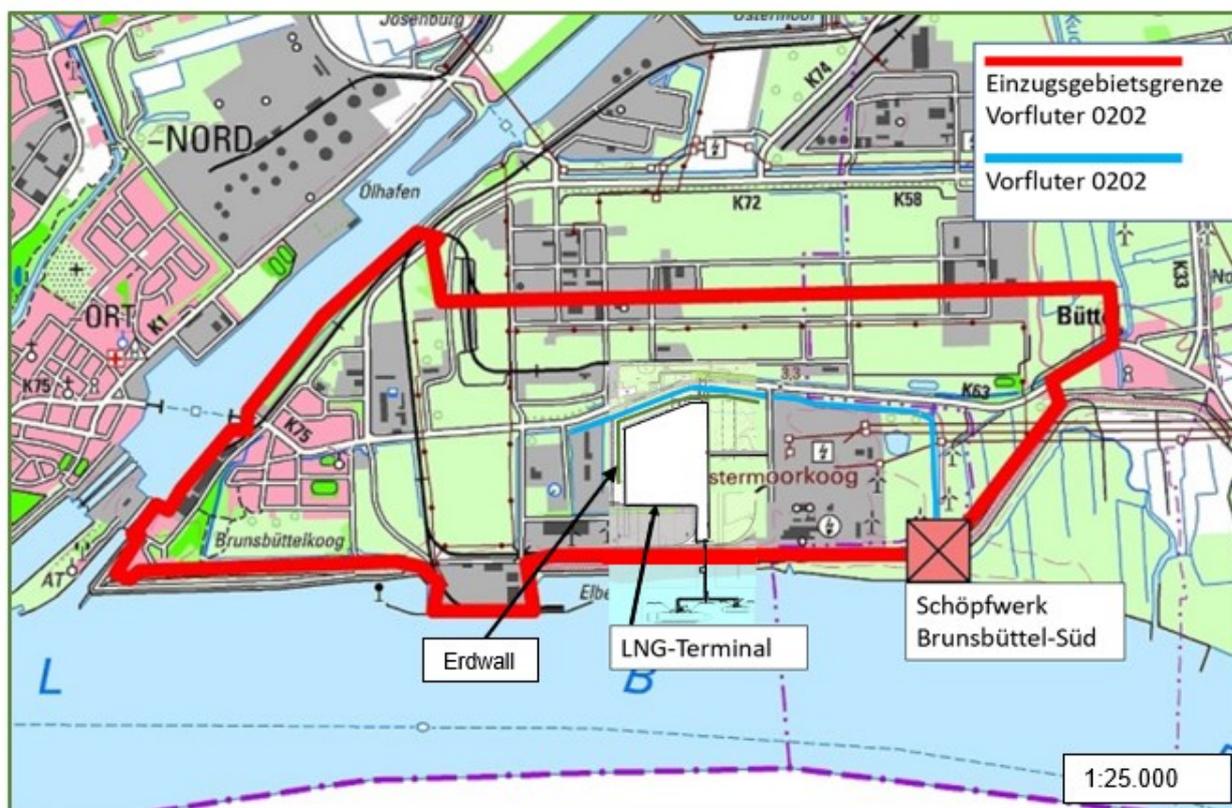


Abb. 2: Einzugsgebiet des Vorfluters 0202

Wie in Abb. 1: und Abb. 3: zu sehen ist, verläuft zwischen dem Vorfluter und dem Projektgebiet im Norden und Westen ein Erdwall (Deichkrone auf ca. +5,2 bis +5,5 mNHN). Dieser Wall bildet eine Barriere für das anfallende Oberflächenwasser, daher ist am Wallfuß (auf der dem LNG-Terminal zugewandten Seite) innerhalb des Projektgebietes ein Graben angelegt, der das Oberflächenwasser der eingedeichten Marschflächen unter dem Wall (5 Rohrdurchlässe je DN 200) hindurch in den Vorfluter 0202 führt. Diese Bestandsentwässerung muss auch zukünftig unbedingt beibehalten werden. Mit Beginn der Bauarbeiten wird diese Bestandsentwässerung regelmäßig gewartet.

Im Süden des Vorhabengebietes verläuft zur Elbe hin der Elb-Hauptdeich (Landschutzdeich mit einer Deichkrone auf ca. +8,1 mNHN)

Westlich des Vorhabengebietes befindet sich in der Ostertweute die kommunale Kläranlage Brunsbüttel (Ausbaugröße 18.500 EW).

Das Gebiet liegt im Ist-Zustand auf einem Geländeniveau von ca. +1,5 bis +2,5 mNHN. Gemäß den vorliegenden Informationen ist im ungünstigsten Fall von einem relativ flurnahen (oberflächennahen) Grundwasserstand auszugehen, der jedoch niederschlagsabhängigen und jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt.

Für das Projektgebiet liegt ein aktuelles Bodengutachten vor (siehe Datengrundlage Nr. 11). Anhand dessen kann hier in etwa von folgendem Bodenaufbau ausgegangen werden:

- Oberflächennah Schichten von Sand, Auffüllungen von Sand, Schluff und Kohle, ca. 1 m mächtig
- Wechsellage aus Mittel- und Feinsanden, teilweise auch Klei- und Torfboden, bis ca. 3 m mächtig
- tonige, feinsandige Kleiböden in steif- bis weichplastischer Konsistenz bis ca. -17 bis -18 mNHN
- Wechsellage aus Mittel- und Feinsanden bis mindestens ca. -30 mNHN

Entwässerungskonzept

4. Entwässerungsgebiet

In Abb. 3: ist das landseitige Entwässerungsgebiet sowie der Landungssteg und die temporären Baustelleneinrichtungsfelder dargestellt.

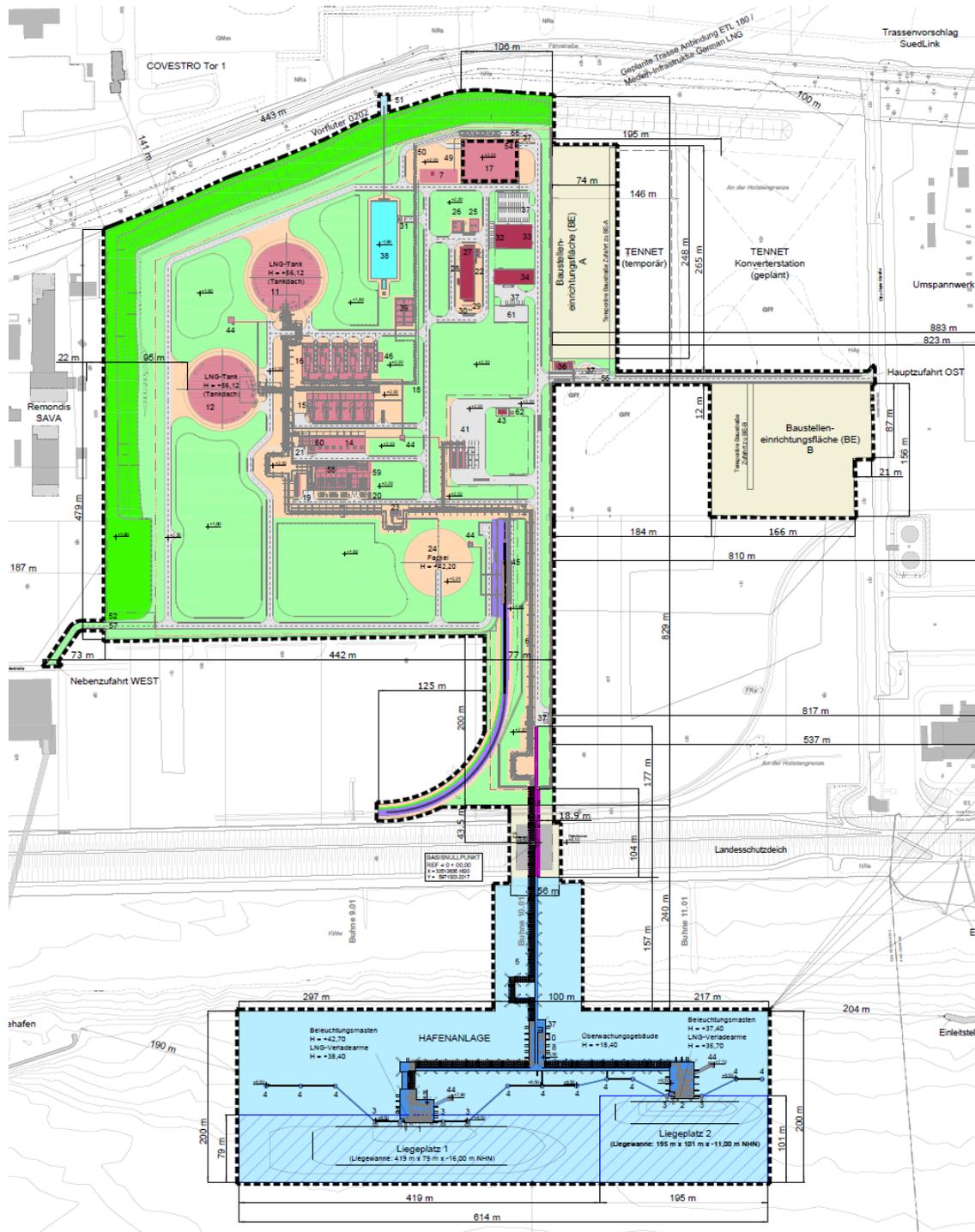


Abb. 3: Übersicht Entwässerungsgebiet

In Tab. 1: sind die einzelnen Einzugsflächen A_E des landseitigen Entwässerungsgebiets auf Basis des aktuellen Anlagenlayouts und der Oberflächenbeschaffenheit (siehe Datengrundlage Nr. 6 und Nr. 7) zusammengestellt. Zudem wurden dort für die einzelnen Dach-, Anlagen- und Verkehrsflächen sowie die teildurchlässigen Schotterflächen anhand der mittleren Abflussbeiwerte nach DIN 1986-100 die abflusswirksamen Flächen A_U zwecks Ermittlung des erforderlichen Rückhaltevolumens bestimmt.

Tab. 1: Flächenübersicht landseitiges Entwässerungsgebiet

Beschreibung der Teilfläche	Art der Befestigung	Einzugsgebiet A_E	Mittlerer Abflussbeiwert $\psi_{m,i}$	Abflusswirksame Fläche A_U
Straßen, Wege und sonst. asphaltierte Flächen	Asphalt	47.117 m ²	0,90	42.405 m ²
Flächen für Anlagentechnik	Asphalt / fugenloser Beton	26.078 m ²	0,90	23.470 m ²
Gebäude (Dachflächen)	Flachdach	3.436 m ²	0,90	3.092 m ²
Deichquerung mit Rampe	Asphalt / fugenloser Beton	1.736 m ²	0,90	1.562 m ²
Teildurchlässige Flächen (Schotter)	fester Schotterbelag	50.626 m ²	0,60	30.376 m ²
Eisenbahnbetriebsanlagen	fester Schotterbelag	4.600 m ²	0,60	2.760 m ²
Gesamtfläche landseitiges Entwässerungsgebiet (EW-Gebiet)		133.593 m²	0,78	103.666 m²
		13,36 ha		10,37 ha
Flächenbedarf für Entwässerungsanlagen (RRB)		2.916 m ²	0,00	0 m ²
Grünflächen (flaches Gelände: Versickerung, Verdunstung, Direktabfluss)		147.136 m ²	0,00	0 m ²
Flächen für naturschutzrechtliche Maßnahmen (flaches Gelände: Versickerung, Verdunstung, Direktabfluss)		37.522 m ²	0,00	0 m ²
Gesamtfläche landseitiges EW-Gebiet (ohne temporäre Baustelleneinrichtungsfläche, offshore-Hafenbetriebsfläche u. Zufahrt Terminal)		321.167 m²	0,32	103.666 m²
		32,12 ha		10,37 ha

Gemäß Tab. 1: beträgt die Größe des (teil-)befestigten landseitigen Entwässerungsgebietes für das Anlagengelände (ohne Grünflächen und möglicher Freiflächen für naturschutzrechtliche Maßnahmen) insgesamt $A_E = 13,36$ ha und die abflusswirksame Fläche $A_U = 10,37$ ha. Das innerhalb der Grün-/Freiflächen anfallende Niederschlagswasser wurde bei der Ermittlung der abflusswirksamen Flächen nicht berücksichtigt, da es wie im Ist-Zustand entweder vor Ort natürlich versickert, verdunstet oder oberflächennah über den vorhandenen Graben am südlichen Wallfuß (siehe Abschnitt 3) in den Vorfluter 0202 abfließt.

Die Gesamtgröße des landseitigen Entwässerungsgebietes einschließlich der Grün-/Freiflächen beträgt nach Tab. 1: $A_E = 32,12$ ha.

5. Geplante Geländeoberfläche

Nach Auskunft von Tractebel (siehe Datengrundlage Nr. 8) beträgt die geplante Geländehöhe sämtlicher Anlagen- und Verkehrsflächen + 2,20 mNHN bzw. OK Fußboden der Gebäude und anlagentechnische Installation + 2,50 mNHN. Bei der Erstellung des Entwässerungskonzeptes wird somit innerhalb des gesamten Entwässerungsgebietes von einer einheitlichen Planungshöhe von + 2,20 mNHN ausgegangen.

6. Geplante Grundstücksentwässerung

6.1 Abwasserbeseitigung

Das Projektgebiet ist bislang entwässerungstechnisch noch nicht erschlossen. In Abstimmung mit der Abwasserentsorgung Brunsbüttel GmbH bzw. der SCHLESWAG Abwasser GmbH ist eine Übernahme des im Projektgebiet anfallenden häuslichen Schmutzwassers (Abwasser im Sinne von DIN 1986-3) von im Mittel 50 bis maximal 75 Beschäftigten auf der kommunalen Kläranlage Brunsbüttel möglich, sofern die Einleitbedingungen gemäß Abwassersatzung der Stadt Brunsbüttel eingehalten werden (siehe Datengrundlage Nr. 3 und 4). Eine entsprechende Vereinbarung zwischen der Abwasserentsorgung Brunsbüttel GmbH und GLNG ist inzwischen getroffen worden und tritt mit dem technischen Anschluss in Kraft.

Aufgrund der topographischen Verhältnisse ist aus technischer Sicht der Anschluss an die Kläranlage hier nur mittels Druckrohrleitung möglich. Für die Gebietserschließung bzw. Leitungsführung außerhalb des Projektgebietes (rund 430 m) wurden gesonderte Grunddienstbarkeiten mit Geh-, Fahr und Leitungsrecht für die SW-Druckrohrleitung abgestimmt.

Für die Leitungsführung innerhalb des Projektgebietes ergibt sich eine Kombination aus Freispiegel- und Druckrohrleitungen mit einem zentralen Schmutzwasserpumpwerk Nr. 62 (P-205). Die Länge des neuen Schmutzwasser-Freispiegelkanals beträgt rund 450 m. Die Länge der Druckrohrleitung innerhalb des Projektgebietes liegt bei etwa 750 m. Aufgrund der relativ gering anfallenden Schmutzwassermenge sind hier zur Einhaltung der erforderlichen Mindestgeschwindigkeit in der Druckrohrleitung einerseits sowie des betrieblichen Mindestdurchmessers andererseits besondere Entwässerungsverfahren mit Druckluftspülung oder Unterdruck (Vakuum) geeignet.

Der Schmutzwasserkanal dient zur Entsorgung des insbesondere in den Gebäuden Nr. 36 (Pfortnergebäude Hauptzufahrt), 32/33 (Kontroll- und Verwaltungsgebäude), 34 (Werkstatt- und Lagergebäude) und 43 (LKW-Abfertigungsgebäude) anfallenden häuslichen Schmutzwassers (aus den angeschlossenen Sanitäranlagen) im Freispiegelabfluss bis zum geplanten Schmutzwasserpumpwerk Nr. 62 (P-205). Das im Gebäude Nr. 8 (Überwachungsgebäude Schiffsanleger) anfallende häusliche Schmutzwasser wird in einen Schmutzwasserbehälter eingeleitet, welcher in regelmäßigen Abständen mittel Saug-Spülfahrzeug entleert und zur Kläranlage Brunsbüttel abgefahren wird.

Betriebliches Abwasser und Abwasser aus Abscheideranlagen fällt auf dem Anlagengelände grundsätzlich nicht an. Ggf. anfallendes Lösch- und Brauchwasser wird nicht in den Schmutzwasserkanal zur Kläranlage eingeleitet, sondern über das Niederschlagsentwässerungssystem in das Regenrückhaltebecken geleitet, wo es gesammelt und wiederverwendet oder nach mechanischer Vorbehandlung in den Vorfluter abgeleitet wird (sofern zulässig). Sollte keine Erlaubnis zur Ableitung des verunreinigten Löschwassers in den Vorfluter gegeben werden, wird das gesammelte Löschwasser - je nach Verunreinigung - entweder über eine mobile Filteranlage in den Vorfluter abgeleitet oder - falls diese mechanische Reinigung nicht ausreicht - wird das verunreinigte Löschwasser abgepumpt und mit Tankkraftwagen zu einer Spezialanlage zur Reinigung oder Entsorgung abgefahren. Insgesamt wird somit ausschließlich das häusliche Schmutzwasser zur Kläranlage geführt und somit die Einleitbedingungen gemäß Abwassersatzung eingehalten.

Der potenzielle häusliche Schmutzwasserabfluss zur Kläranlage (leitungsgebunden über die Druckrohrleitung und durch Entleerung der Abwassersammelgrube) wurde gemäß DWA Arbeitsblatt A 118 anhand üblicher häuslicher Schmutzwasserspenden ($120 \text{ l/E} \cdot \text{d}$) auf der Basis von 50 Beschäftigten abgeschätzt. Demnach ergibt sich hier der mittlere Trockenwetterabfluss aus dem Anlagengelände zu knapp $Q_{t24} = 0,1 \text{ l/s}$. Der Trockenwetterspitzenabfluss wird zu etwa $Q_t = 0,2 \text{ l/s}$ überschlagen. Da hier das häusliche Schmutzwasser über das Jahr gleichmäßig anfällt, beträgt der durchschnittliche häusliche Schmutzwasseranfall auf der Kläranlage Brunsbüttel für im Mittel 50 Beschäftigte ca. $6 \text{ m}^3/\text{d}$ bzw. $2.200 \text{ m}^3/\text{a}$. Die detaillierte Schmutzwasserermittlung gemäß DWA Arbeitsblatt A 118 ist der Anhang 3 zu entnehmen.

Die Trasse des Schmutzwasserkanals und der Druckrohrleitung sind dem beigefügten Lageplan Entwässerungskonzept (Unterlage 10.2) zu entnehmen.

6.2 AwSV-Flächen und Abscheideranlagen

Im Bereich der Dieserversorgungsstation Nr. 30 wird ein Dieseltank mit einem Nettovolumen von 5 m³ zwecks Notstromversorgung aufgestellt. Dieser Tank ist doppelwandig ausgestattet. Die dazugehörigen Ab- und Befüllfläche zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (Diesel: Wassergefährdungsklasse WGK 2 - wassergefährdend) unterliegt der Anlagenverordnung AwSV (Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen). Die Ab- und Befüllfläche wird im erforderlichen Umfang überdacht (Überdachung der AwSV-Fläche mindestens um das 0,6-fache der lichten Überdachungshöhe hinausragend), so dass dort kein Niederschlagswasseranfallen kann. Ggf. auf der AwSV-Fläche anfallende Leichtflüssigkeiten werden in einen Leichtflüssigkeitsabscheider geführt bzw. auf der Fläche in erforderlichem Umfang zurückgehalten und dann mittels Saug-Spülfahrzeug entleert und fachgerecht entsorgt.

6.3 Niederschlagsentwässerung

6.3.1 Niederschlagswasserbeseitigung

Grundvoraussetzung für eine technische Versickerung ist eine hinreichende Durchlässigkeit des Bodens. Als Grenzdurchlässigkeitsbeiwert für die Wasseraufnahme ist gemäß DWA Arbeitsblatt A 138 von $k_f \geq 1 \cdot 10^{-6}$ m/s auszugehen, damit eine ausreichende Sickerleistung erzielt wird. Aufgrund der im Projektgebiet anstehenden Böden (siehe Abschnitt 3) sowie des hohen Grundwasserstandes sind nach derzeitigem Kenntnisstand jedoch technische Versickerungsmaßnahmen zur gesicherten Beseitigung des auf den befestigten Flächen anfallenden Niederschlagswassers als kritisch zu bewerten (geringes Versickerungspotenzial). Deshalb wird hier eine Ableitung des Niederschlagswassers über oberirdische Entwässerungsmulden sowie oberflächennahe Regenwasserkanäle mit gedrosselter Einleitung in den Vorfluter 0202 vorgesehen.

Gemäß Auskunft des Deich- und Hauptsielverbandes Dithmarschen (DHSV) unter Beteiligung des zuständigen Kreises Dithmarschen (siehe Datengrundlage Nr. 5) dürfen in den Vorfluter 0202 insgesamt maximal 900 l/(s*km²) Regenwasser in den Vorfluter

0202 eingeleitet werden. Demnach wird eine Rückhaltung des Oberflächenwassers in einem RRB vor der Einleitung in den Vorfluter 0202 erforderlich. Die gedrosselte Einleitung sollte mindestens oberhalb - 0,8 mNHN erfolgen.

Zur Abschätzung des örtlich erforderlichen Gewässerschutzes bzw. den Erfordernissen einer Niederschlagswasserbehandlung wird das Bewertungsverfahren nach DWA-Arbeitsblatt A 102 / BWK-A 3 angewendet. Im Ergebnis wird hier deswegen eine entsprechend dimensionierte zentrale Behandlungsanlage (hier Filteranlage) vorgesehen (siehe dazu im Detail auch Abschnitt 6.3.3).

Das im Projektgebiet auf den Dach-, Anlagen- und Verkehrsflächen sowie den teildurchlässigen Flächen anfallende Niederschlagswasser gemäß Tab. 1: wird über ein zentrales Rückhaltebecken mit vorgeschalteter Filteranlage im nördlichen Projektgebiet in den Vorfluter 0202 entwässert. Dazu ist eine neue Einleitungsstelle im Vorfluter erforderlich. Die Einleitung erfolgt durch eine Rohrleitung DN 1500, die mit Gefälle vom Ablauf des Regenrückhaltebeckens unterhalb des Erdwalles bis zum Vorfluter geführt wird und dort mit einem Schutzgitter endet.

Gleichzeitig wird in dieses Becken der erforderliche Löschwasservorrat integriert (siehe Abschnitt 7). Durch das Rückhaltebecken (Speichervolumen ca. 3.375 m³ exklusive des Volumens für den Löschwasservorrat, siehe Abschnitt 6.3.2) ist sichergestellt, dass aus Projektgebiet für den Bemessungslastfall nicht mehr Niederschlagswasser als die seitens des DHSV vorgegebenen 900 l/(s*km²) in den Vorfluter eingeleitet werden. Das Rückhaltebecken ist aufgrund des flurnahen Grundwasserstandes als auftriebssicheres und dichtes Stahlbetonbecken herzustellen und wird in die umgebende Grünfläche integriert. Erforderliche Zuwegungen können in teildurchlässiger Bauweise, z.B. als überfahrbare Schotterrasenflächen, ausgeführt werden.

Die Niederschlags-Grundstücksentwässerung des Anlagengeländes erfolgt hier über ein neues Entwässerungssystem bestehend aus oberflächennahen Regenwasserkanälen und straßenparallelen Entwässerungsmulden. Der Hauptteil der abflusswirksamen Flächen (siehe Tab. 1:) entwässert über Straßen- und Muldenabläufe,

Entwässerungsrinnen und Regenfallrohre in die geplanten Regenwasserkanäle zum zentralen Rückhaltebecken. Durch die Anordnung der oberflächennahen Regenwasserkanäle mit sehr geringem Sohlgefälle kann das Entwässerungsgebiet komplett im Freispiegelabfluss entwässert werden.

Das in den landseitigen LNG-Auffangbecken (Nr. 44) anfallende Niederschlagswasser wird jeweils mittels Pumpe und Druckrohrleitung in das umgebende Regenwasserkanalisationsnetz entleert. Wenn LNG in das Auffangbecken gelangt, stoppt ein Mechanismus die Pumpenentleerung in das Kanalnetz automatisch.

Der Fackelgasabscheidebehälter (Nr. 23) muss anlagentechnisch in einer überdachten Grube aufgestellt werden, wo eine Regenwasserpumpe temporär installiert werden kann, die eventuell anfallendes Niederschlagswasser in das umgebende Regenwasserkanalisationsnetz pumpt.

Die Entwässerung entlang der Eisenbahnschienen erfolgt innerhalb des LNG-Terminals über eine Versickerungsmulde und wird bei nicht ausreichender Versickerungsleistung über einen Muldeneinlaufschacht (Notüberlauf) ins Entwässerungssystem eingeleitet. Um einen Notüberlauf der Versickerungsmulde in die Bestandsentwässerung außerhalb des LNG-Terminals zu verhindern, wird in den Muldenabschnitt in Nähe des Gleisanschlusses an das Bestandsgleis, das nicht versickerte Niederschlagswasser am Tiefpunkt gesammelt und in das Entwässerungssystem des LNG-Terminals zurückgepumpt.

Die Entwässerung im Bereich der Umfahrungsstraßen, dort wo sich keine Gebäude, Prozess- und Anlagenflächen befinden, erfolgt über die Bankette breitflächig in eine straßenparallele Entwässerungsmulde ohne Längsgefälle (Breite etwa 2,5 m, Tiefe bis 0,5 m). Das dort anfallende Niederschlagswasser gelangt - sofern es nicht vor Ort in den Untergrund versickert (geringer Anteil) und/oder verdunstet - mittels Druckabfluss über Muldeneinlaufschächte und den oberflächennahen Regenwasserkanal in das Rückhaltebecken.

Die Gesamtlänge der oberflächennahen Regenwasserkanäle (Ausführung als Beton-Rechteckgerinne mit Abmessungen von bis zu 2 m Breite und 1,2 m Tiefe, abgesichert mit Betonschutzeinrichtungen, Geländerinstallation oder Gitterrost- bzw. Betonplattenabdeckung) innerhalb des Projektgebietes beträgt rund 3,1 km (ohne Grund- und Anschlussleitungen). Die Regenwasserkanäle werden an strategischen Stellen (zum Beispiel an Straßenunterführungen) mit Sandfängen ausgestattet und regelmäßig gereinigt. Zudem werden rund 2,5 km Entwässerungsmulden erforderlich.

Das vorgesehene Entwässerungskonzept auf dem landseitigen Anlagengelände (onshore) und des Landungssteiges (offshore / jetty) ist im beiliegenden Lageplan Entwässerungskonzept (Unterlage 10.2) dargestellt.

6.3.2 Rückhaltebecken

Um den auf dem Anlagengelände und dem wasserseitigen Entwässerungsgebiet (Landungssteg, siehe Abschnitt 8) anfallenden Niederschlagswasserabfluss vor der Einleitung in den Vorfluter 0202 auf das zulässige Maß zurückzuhalten (siehe Abschnitt 6.3), wird ein entsprechend dimensioniertes Rückhaltebecken (RRB) erforderlich. Der maximale Drosselabfluss für das RRB ergibt sich hier entsprechend der Vorgabe des Deich- und Hauptsielverbandes Dithmarschen zu rund 95 l/s entsprechend $900 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$. Der maximale Drosselabfluss für das RRB ergibt sich aus der Multiplikation der Drosselabflussspende von $900 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$ und der an das RRB angeschlossenen abflusswirksamen Fläche $A_U = 10,37$ (siehe Tab. 1:) + $\sim 0,53$ (siehe Tab. 3:) = 10,89 ha. Anhand der Abflusskennlinie für ein aktives Drosselorgan wurde der mittlere Abfluss hier zu etwa $Q_{D,m} = 89 \text{ l/s}$ abgeschätzt, der zur Dimensionierung des Rückhaltebeckens herangezogen wurde (siehe Anhang 2).

Für die Dimensionierung und den Nachweis der hydraulischen Wirksamkeit des Rückhaltebeckens wurde hier das einfache Verfahren nach DWA-Arbeitsblatt A 117 mit einem statistischen Regen bestimmter Dauer und Häufigkeit angewendet. Die verwendeten ortsspezifischen Niederschlagsdaten basieren auf Messungen des Deutschen-Wetter-Dienstes und sind dem KOSTRA-DWD Atlas 2010R „Starkniederschlagshöhen für Deutschland“ für den Bereich Brunsbüttel (Rasterfeld Spalte 28, Zeile 17, siehe Anhang 1) entnommen. Als Klimaanpassungsfaktor für Starkniederschläge wurde hier gemäß KOSTRA-DWD zusätzlich ein Toleranzbetrag von 10 % für $T \leq 5 \text{ a}$ angesetzt.

Für die Dimensionierung des erforderlichen Rückhaltevolumens wurde in Abstimmung mit dem Kreis Dithmarschen, Fachdienst Wasser, Boden und Abfall (siehe Datengrundlage Nr. 5) eine zulässige Überschreitungshäufigkeit von $n_{\ddot{u}} = 0,2 [1/a]$ entsprechend einer Bemessungswiederkehrzeit von $T = 5 \text{ a}$ angesetzt.

Demnach resultiert hier ein erforderliches Rückhaltevolumen von insgesamt $V_{\text{eff}} = 3.294 \text{ m}^3$. Die detaillierten Berechnungsergebnisse für die Dimensionierung des Rückhaltebeckens sind Anhang 2 zu entnehmen.

Das Rückhaltebecken wird als offenes Massivbecken in auftriebssicherer Stahlbetonbauweise hergestellt und in die Grünfläche des nördlichen Anlagengeländes integriert. Die in Fließrichtung geneigte Beckensohle variiert zwischen - 1,85 und - 1,95 mNHN und liegt somit im Bereich des maximal möglichen Grundwasserspiegels. In Höhe

von +/- 0,00 mNHN wird im Becken zwecks Löschwasserbevorratung (siehe Abschnitt 7) ein Dauerstau erzeugt. Im Ablaufbauwerk werden ein Drosselschieber mit einem aktiven Drosselorgan sowie die Notüberlaufschwelle angeordnet. Die 20 m breite Notüberlaufschwelle wird als scharfkantige Wehrkrone ausgebildet und reguliert den Wasserstand im Becken auf das Stauziel von + 1,25 mNHN (max. Überfallhöhe $h_{Bu} \approx 0,21$ m für $T = 30$ a, max. Wasserspiegel $\approx + 1,46$ mNHN). Somit ergibt sich für die Niederschlagswasserrückhaltung oberhalb des Dauerstaus auf +/- 0,00 mNHN eine nutzbare Beckentiefe von 1,25 m. Das Rechteckbecken weist im Grundriss lichte Abmessungen von $B/L = 30,00/90,00$ m auf. Somit steht insgesamt ein nutzbares Speichervolumen von ≈ 3.375 m³ ($> V_{erf} = 3.294$ m³) zur Verfügung. Der gedrosselte Beckenablauf sowie der ungedrosselte Notüberlauf werden in einem Ablaufbauwerk zusammengeführt und von dort in einem Kanal zur Einleitungsstelle in den Vorfluter 0202 weitergeführt.

Im Ablaufbauwerk wird vor dem Einleitungskanal zum Vorfluter ein Absperrschieber angeordnet. Dadurch kann bei einem auftretenden Störfallszenario, wie z.B. einem Brand oder einem Betriebsunfall auf dem Anlagengelände, das Rückhaltebecken vollständig verschlossen und das anfallende Löschwasser zurückgehalten werden, so dass kein verunreinigtes Wasser in den Vorfluter gelangen kann. Anschließend können das Löschwasser oder eventuell anfallende Schadstoffe / Leichtflüssigkeiten aus dem geschlossenen Becken fachgerecht entsorgt werden. Die Lage des Rückhaltebeckens ist im beiliegenden Lageplan Entwässerungskonzept (Unterlage 10.2) dargestellt. Die Abmessungen des Regenrückhaltebeckens sind als Funktionsskizze in Unterlage 10.3 gezeigt.

6.3.3 Niederschlagswasserbehandlung

Um das auf dem Anlagengelände anfallende Niederschlagswasser vor der Einleitung in den Vorfluter 0202 zu behandeln, wird eine entsprechend dimensionierte Niederschlagswasserbehandlungsanlage erforderlich.

Gemäß Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sind die Oberflächengewässer als Bestandteil des Naturhaushaltes so zu bewirtschaften, dass sie dem Wohl der Allgemeinheit und im Einklang mit ihm dem Nutzen Einzelner dienen. Da die Gewässer unterschiedlich belastbar sind und auch die Nutzungen unterschiedlich empfindlich auf Belastungen reagieren, ist es wichtig, dass bei Entwässerungsplanungen die Gewässernutzung und der Gewässertyp gesondert berücksichtigt werden. Zur Abschätzung des örtlich

erforderlichen Gewässerschutzes wird hier das Bewertungsverfahren nach DWA-Arbeitsblatt A 102 / BWK-A 3 "Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer" angewendet. Im Teil 2 des Arbeitsblattes "Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen" werden u.a. Zielgrößen für niederschlagsbedingte Siedlungsabflüsse und Planungsgrundsätze zum Umgang mit Niederschlagswasser aus Sicht des Emissionsprinzips (Anforderungen an den Stoffrückhalt bezogen auf den Referenzparameter AFS63) definiert. Ziel des Bewertungsverfahrens gemäß DWA-A 102-2 ist es, eine erforderliche Behandlungsmaßnahme zu finden, um verunreinigtes Niederschlagswasser vor der Einleitung in ein Oberflächengewässer so weit zu reinigen, dass die Belastbarkeit des Oberflächengewässers nicht überschritten wird.

Die Prüfung nach dem Bewertungsschema gemäß DWA-A 102-2 ergibt, dass das auf dem LNG-Terminal anfallende Niederschlagswasser vor der Einleitung in den Vorfluter 0202 behandelt werden muss. Dazu wird hier dem Rückhaltebecken eine entsprechend dimensionierte Filteranlage (zum jetzigen Planungszustand wurde beispielhaft eine 4-straßige Filteranlage System FILTAPEX®-DUO der Fa. Pecher Technik GmbH betrachtet) vorgeschaltet. Der erforderliche Wirkungsgrad der Stoffrückhaltung durch die Behandlungsanlage (AFS63-Rückhalt) beträgt hier erf. $\eta_{\text{ges}} = 47,7\%$. Dieser wird durch die vorgesehene Filteranlage mit vorh. $\eta_{\text{ges}} = 71,6\%$ deutlich eingehalten.

Der detaillierte Nachweis gemäß DWA-A 102-2 sowie die Dimensionierung und Systembeschreibung der vorgesehenen Niederschlagswasserbehandlung in Form einer Filteranlage (technischer Regenwasserfilter) ist dem Anhang 4 zu entnehmen.

Die Örtlichkeit der Niederschlagswasserbehandlungsanlage ist dem beiliegenden Lageplan Entwässerungskonzept (Unterlage 10.2) zu entnehmen. Eine Funktionsskizze und die prinzipielle Anordnung dieser Filteranlage ist zusammen mit dem Regenrückhaltebecken in Unterlage 10.3 sowie Anhang 4.5 dargestellt.

6.3.4 Überflutung außerhalb von Gebäuden

Gemäß DIN 1986-100 und TRAS 310 ist die Sicherheit gegen Überflutung ausgelöst durch Niederschläge (Sturzfluten) bzw. der Nachweis einer kontrollierten schadlosen Überflutung in Anlehnung an DIN EN 752 bzw. DWA Arbeitsblatt A 118 zu überprüfen. Daraus resultiert, dass eine vollständige Vermeidung von Überflutungen in einem Entwässerungssystem nicht zwingend erforderlich ist, sofern eine schadlose Ableitung

oder Zwischenspeicherung des Wassers an der Oberfläche sichergestellt werden kann und keine Gefahr von Umwelt, Sachgütern (kritische Infrastruktur wie technische Anlagen und Gebäude) und Betriebseinschränkungen auftreten. Ein möglicher temporärer Einstau von Oberflächenwasser auf dem Anlagengelände ist durch geeignete Maßnahmen zu begrenzen und die Wasserabführung sicherzustellen.

Aufgrund der geplanten Oberflächen- und Anlagengestaltung in Dammlage (+ 2,20 mNHN, Fundamenthöhen + 2,50 mNHN) oberhalb des umgebenden Geländes (Grünflächen, + 1,80 mNHN) ist hier jedoch davon auszugehen, dass bei Starkregenereignissen bzw. Niederschlägen geringer Häufigkeit (oberhalb der Bemessungshäufigkeit gemäß DIN 1986-100, auch unter Berücksichtigung zukünftiger Klimaanpassungen) anfallendes Oberflächenwasser zeitverzögert über die Oberfläche in die vorhandenen Entwässerungseinrichtungen (Straßenabläufe, Mulden, Rinnen etc.) abfließen kann. Kritische Anlagenbereiche und Gebäude sind grundsätzlich gegen die Gefahrenquelle Überflutung durch entsprechende Maßnahmen wie z.B. wasserdichte Konstruktionen, Aufkantung, Gestaltung der Oberflächenneigung etc. zu schützen. Konkrete Überflutungsberechnungen für das geplante Anlagengelände infolge von Starkniederschlägen werden in der Ausführungsplanung durchgeführt.

Schwere Hochwasserereignisse gehören als Einwirkungen von außen zum Wirkfaktor Unfälle und Katastrophen. Die Hochwassergefahr wird durch das Vorhaben insgesamt nicht erhöht. Bauarbeiten am Landesschutzdeich dürfen nur außerhalb der Hochwasserperiode durchgeführt werden. Detaillierte Aussagen zur Überflutungsgefahr des Anlagengeländes infolge von Küstenhochwasser sind in dem Erläuterungsbericht Unterlage 1.1 aufgeführt.

- Die Bemessung der LNG-Lagertanks berücksichtigt HW 200 für Auftrieb, Stabilität und Lagesicherheit. Keine Auswirkung im Fall einer Überflutung.
- Anlagen und Rohrleitungen werden auf Fundamenten erstellt, die mindestens bis 0,30 m oberhalb der Geländeoberkante reichen. Gebäudeeingänge sind ebenfalls mit Eingangsstufen erhöht.
- Für die Prozessanlagen ergeben sich bei den Überflutungshöhen keine Einwirkungen, die zu einem spezifischen Risiko führen. Produktführende Rohrleitungen sind überwiegend verschweißt und erhalten soweit erforderlich Auftriebssicherungen. Die Unterkante aller Rohrleitungen, einschließlich Isolierung ist höher als + 2,50 mNHN.

- Für die Gebäude ergeben sich bei den Überflutungshöhen keine Einwirkungen, die zu einem spezifischen Risiko führen. Die Gebäude werden auf einer Oberkante Bodenplatte von + 2,50 mNHN geplant und vor Eindringen von Hochwasser geschützt. Sicherheitsrelevanten Einrichtungen werden individuell geschützt.

7. Löschwasservorrat

Um den auf dem Anlagengelände erforderlichen Löschwasservorrat von rund 2.400 m³ unabhängig von der Außenwelt vorzuhalten, soll gemäß dem Brandschutzkonzept (siehe Datengrundlage Nr. 12) das geplante Regenrückhaltebecken (siehe Abschnitt 6.3.2 und 6.3.3) genutzt werden.

Der erforderliche Löschwasservorrat wird im Regenrückhaltebecken unterhalb des Rückhaltevolumens (unterhalb des Dauerstaus auf +/- 0,00 mNHN) vorgesehen. Dafür wird das Becken im Mittel um 1,9 m vertieft. Entsprechend DIN 14210 sind 0,6 m Tiefe für eine mögliche Verschlammung als Auffangraum vorzusehen und weiterhin 0,4 m für eine Eisschicht, Verdunstung oder Totwasser freizuhalten. Es verbleiben somit 0,9 m anrechenbar für den Löschwasservorrat, hier also insgesamt 2.430m³ (> 2.400 m³ erforderlich).

Die Füllung bzw. Nachfüllung des Löschwasservorrates erfolgt mit dem auf dem Anlagengelände anfallenden Niederschlagswasser. Dieses wird in der vorgeschalteten Filteranlage vorbehandelt (Zurückhaltung von sedimentierbaren Stoffe sowie Schwimmstoffen). Damit wird hier die Forderung nach einem vorgeschalteten Sandfang gemäß DIN 14210 erfüllt. In Trockenperioden wird das Becken je nach Bedarf mit Trinkwasser aus dem Wasserversorgungsnetz des Anlagengeländes nachgespeist.

Der Löschwasservorrat ist über zwei Kanäle mit dem seitlich angeordneten Pumpenhaus verbunden. In dem Pumpenhaus sind vertieften Pumpenbecken, in denen die zwei Löschwasserpumpen und die Saugleitungen der zwei Druckhaltepumpen angeordnet sind. Mit den Druckhaltepumpen wird das mit Wasser gefüllte Löschwassersystem im LNG-Terminal auf Betriebsdruck gehalten und sobald eine Entnahme stattfindet, werden die Löschwasserpumpen automatisch gestartet.

8. Offshore-Entwässerungskonzept (wasserseitiger Landungssteg)

In Tab. 3: sind die einzelnen Einzugsflächen A_E des wasserseitigen Entwässerungsgebietes (offshore: Landungssteg) einschließlich der jeweiligen abflusswirksamen Flächen zusammengestellt.

Beschreibung der Teilfläche	Einleitungsstelle	Einzugsgebiet A_E	Mittlerer Abflussbeiwert $\psi_{m,i}$	Abflusswirksame Fläche A_u	Spitzenabflussbeiwert $\psi_{s,i}$	Abflusswirksame Fläche A_u
Anleger 1 mit LNG-Auffangbecker T-101	Gedrosselter Abfluss in landseitiges EW-Netz	1.266 m ²	0,90	1.139 m ²	1,00	1.266 m ²
Anleger 2 mit LNG-Auffangbecken T-102	Gedrosselter Abfluss in landseitiges EW-Netz	1.160 m ²	0,90	1.044 m ²	1,00	1.160 m ²
Anlegerbrücke Fahrweg einschl. Deichquerung mit Auffangbecken T-103	Gedrosselter Abfluss in landseitiges EW-Netz	2.176 m ²	0,90	1.958 m ²	1,00	2.176 m ²
Gebäude Nr. 8 und Plattform mit Auffangbecken T-103	Gedrosselter Abfluss in landseitiges EW-Netz	1.258 m ²	0,90	1.132 m ²	1,00	1.258 m ²
Gesamtfläche für gedrosselte Einleitung in landseitiges EW-Netz		5.860 m²	0,90	5.274 m²	1,00	5.860 m²
		0,59 ha		0,53 ha		0,59 ha

Tab. 2: Flächenübersicht wasserseitiges Entwässerungsgebiet

Das Niederschlagswasser von den beiden Stegplattformen (Anleger 1 und 2, insgesamt ca. 0,24 ha gem. Tab. 3:) wird jeweils in ein LNG-Auffangbecken (T-101 bzw. T-102) geführt und von dort mittels Pumpe in die Entwässerung der Anlegerbrücke gepumpt und dann schließlich in das landseitige Entwässerungssystem geführt. Im Falle eines LNG-Austritts wird die Pumpe im Auffangbecken automatisch abgeschaltet, damit das LNG im Auffangbecken gesammelt wird und nicht in das Entwässerungssystem gepumpt wird.

Das auf der Anlegerbrücke und dem Gebäude Nr. 8 (Überwachungsgebäude Schiffsanleger) anfallende Niederschlagswasser (ca. 0,34 ha gem. Tab. 3:) wird in ein Auffangbecken (T-103) neben dem Gebäude geführt und von dort mittels Pumpe und Druckrohrleitung gedrosselt in das landseitige Entwässerungsnetz eingeleitet.

Eventuell austretendes Hydrauliköl aus den Hydraulikaggregaten im Bereich der Schiffsverladearme und der Schiffsgangway auf den Anlegern wird in einem definierten Raum durch Aufkantung aufgefangen. Das ausgetretene Hydrauliköl wird mit geeigneten Maßnahmen aufgenommen (z.B. aufgesaugt etc.). Die verwendeten Hydrauliköle (einschließlich der in den Ladearmgelenken und Schnelltrennkupplungen verwendeten) sind als biologisch abbaubar spezifiziert.

Das im Gebäude Nr. 8 (Überwachungsgebäude Schiffsanleger) anfallende häusliche Schmutzwasser wird in eine Abwassersammelgrube eingeleitet, welche in regelmäßigen

Abständen mittel Saug-Spülfahrzeug entleert und zur Kläranlage Brunsbüttel abgefahren wird (siehe auch Abschnitt 6.1).

Im Bereich der dieselbetriebenen Feuerlöschwasserpumpe Nr. 10 in der Nähe des Überwachungsgebäudes für den Schiffsanleger wird ein Dieseltank mit einem Nettovolumen von 5 m³ aufgestellt. Dieser Tank ist doppelwandig ausgestattet. Die dazugehörigen Ab- und Befüllfläche unterliegt der Anlagenverordnung AwSV (Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen). Die Ab- und Befüllfläche wird im erforderlichen Umfang überdacht, so dass dort kein Niederschlagswasseranfallen kann. Ggf. auf der AwSV-Fläche anfallende Leichtflüssigkeiten werden in einen Leichtflüssigkeitsabscheider geführt, der regelmäßig entsorgt wird.

9. Temporäre Baustelleneinrichtungsfläche

Östlich des Projektgebietes und westlich der Otto-Hahn-Straße befinden sich die 2 Baustelleneinrichtungsflächen von etwa AE= 4,3 ha Größe, die während der Bauzeit genutzt werden. Der dort vorhandene Feldweg wird zu einer Baustellenzufahrtstraße ausgebaut und nach Beendigung der Bauarbeiten als Hauptzufahrt „Ost“ für den LNG-Terminal verwendet.

Die Baustelleneinrichtungsfläche A wird mit Drainage-Leitungen versehen und über Mulden, die um die gesamte Baustelleneinrichtungsfläche angeordnet sind, zu der LNG-Terminal Baustelle und dem dort vorhandenen temporären Regenrückhaltebecken der Bauzeit geleitet. Sobald das geplante Regenrückhaltebecken fertiggestellt ist, wird dieses auch schon für die Entwässerung während der Bauzeit genutzt. Die Mulden haben durch natürlichen Bewuchs eine Regenklärwirkung.

Die Baustelleneinrichtungsfläche B wird ebenfalls mit Drainage-Leitungen versehen und das Niederschlagswasser wird über Mulden zu einem Regenrückhaltebecken geleitet. Von dort erfolgt eine gedrosselte Ableitung in den Vorfluter über das vorhandene System entlang der Otto-Hahn-Straße.

Die detaillierte Beschreibung des vorgesehenen Entwässerungskonzeptes für die Baustelleneinrichtungsfläche ist in Unterlage 1.1 (Kapitel 5.8.6) beschrieben.

Nach Beendigung der Bauarbeiten werden die Baustelleneinrichtungsflächen zurückgebaut in einen vergleichbaren Zustand gebracht (wie vor dem Beginn der Bauarbeiten) mit Ausnahme des Regenrückhaltebeckens der

Baustelleneinrichtungsfläche B, das auch, während des Betriebes des LNG-Terminals, weiterhin verwendet werden soll.

Die Hauptzufahrt Ost zum LNG-Terminal entwässert teilweise in den LNG-Terminal Bereich und teilweise in das Regenrückhaltebecken an der Otto-Hahn-Straße.

10. Grundwassermanagement während den Bauarbeiten

Da während des Bauablaufes auch Ausschachtungen durchgeführt werden, ist ein Grundwassermanagement hierfür erforderlich. Eine Beschreibung hierzu ist in Unterlage 1.1 (Kapitel 7.2.7) eingefügt. Grundwasserabsenkungen sind nur temporär begrenzt vorgesehen und alle Aktivitäten werden bei den zuständigen Behörden beantragt.

Sinngemäß ist auch ein Bodenmanagement vorgesehen, was für die temporäre Lagerung von Bodenaushub und andere Materialien, die unter Umständen das Grundwasser schädigen könnten, Gültigkeit hat.

Anhang 1: Niederschlagsstatistik gem. KOSTRA-DWD 2010R für Brunsbüttel

KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 28, Zeile 17
 Ortsname : Brunsbüttel (SH)
 Bemerkung :
 Zeitspanne : Januar - Dezember

Dauerstufe	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	4,7	6,3	7,2	8,3	9,9	11,4	12,3	13,5	15,0
10 min	7,5	9,6	10,9	12,4	14,5	16,7	17,9	19,5	21,6
15 min	9,3	11,9	13,4	15,2	17,8	20,4	21,9	23,7	26,3
20 min	10,6	13,5	15,2	17,4	20,3	23,2	24,9	27,1	30,0
30 min	12,3	15,8	17,8	20,4	23,9	27,5	29,5	32,1	35,6
45 min	13,7	18,0	20,4	23,6	27,8	32,0	34,5	37,6	41,9
60 min	14,6	19,4	22,3	25,8	30,7	35,5	38,3	41,9	46,7
90 min	16,2	21,4	24,5	28,3	33,5	38,7	41,8	45,6	50,8
2 h	17,5	23,0	26,2	30,3	35,7	41,2	44,5	48,5	54,0
3 h	19,5	25,4	28,8	33,2	39,1	45,0	48,5	52,9	58,8
4 h	21,0	27,2	30,9	35,5	41,7	48,0	51,6	56,2	62,5
6 h	23,3	30,1	34,0	38,9	45,7	52,4	56,3	61,3	68,0
9 h	25,9	33,2	37,4	42,8	50,0	57,3	61,5	66,9	74,1
12 h	27,9	35,6	40,1	45,7	53,4	61,0	65,5	71,1	78,8
18 h	31,1	39,3	44,1	50,2	58,5	66,7	71,5	77,6	85,9
24 h	33,5	42,2	47,3	53,7	62,4	71,1	76,2	82,6	91,3
48 h	43,1	53,3	59,3	66,9	77,1	87,4	93,4	100,9	111,2
72 h	49,9	61,1	67,6	75,8	87,0	98,1	104,6	112,8	124,0

Legende

T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
 D Dauerstufe in [min, h]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
 hN Niederschlagshöhe in [mm]

Für die Berechnung wurden folgende Klassenwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	9,30	14,60	33,50	49,90
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	26,30	46,70	91,30	124,00

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

- bei 1 a ≤ T ≤ 5 a ein Toleranzbetrag von ±10 %,
- bei 5 a < T ≤ 50 a ein Toleranzbetrag von ±15 %,
- bei 50 a < T ≤ 100 a ein Toleranzbetrag von ±20 %

Berücksichtigung finden.

KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 28, Zeile 17
 Ortsname : Brunsbüttel (SH)
 Bemerkung :
 Zeitspanne : Januar - Dezember

Dauerstufe	Niederschlagsspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	157,5	209,1	239,2	277,2	328,7	380,3	410,4	448,4	499,9
10 min	124,8	160,2	180,9	207,0	242,4	277,8	298,6	324,7	360,1
15 min	103,3	131,8	148,4	169,3	197,8	226,2	242,8	263,8	292,2
20 min	88,2	112,5	126,7	144,7	169,0	193,3	207,6	225,5	249,8
30 min	68,2	87,7	99,1	113,5	133,1	152,6	164,0	178,4	197,9
45 min	50,9	66,5	75,7	87,3	103,0	118,6	127,8	139,4	155,1
60 min	40,6	54,0	61,8	71,7	85,1	98,6	106,4	116,3	129,7
90 min	30,1	39,7	45,3	52,5	62,1	71,7	77,4	84,5	94,1
2 h	24,3	31,9	36,4	42,0	49,6	57,3	61,7	67,4	75,0
3 h	18,0	23,5	26,7	30,7	36,2	41,7	44,9	49,0	54,4
4 h	14,6	18,9	21,4	24,6	29,0	33,3	35,8	39,0	43,4
6 h	10,8	13,9	15,7	18,0	21,1	24,3	26,1	28,4	31,5
9 h	8,0	10,2	11,6	13,2	15,4	17,7	19,0	20,6	22,9
12 h	6,5	8,2	9,3	10,6	12,4	14,1	15,2	16,5	18,2
18 h	4,8	6,1	6,8	7,8	9,0	10,3	11,0	12,0	13,3
24 h	3,9	4,9	5,5	6,2	7,2	8,2	8,8	9,6	10,6
48 h	2,5	3,1	3,4	3,9	4,5	5,1	5,4	5,8	6,4
72 h	1,9	2,4	2,6	2,9	3,4	3,8	4,0	4,4	4,8

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]

Für die Berechnung wurden folgende Klassenwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	9,30	14,60	33,50	49,90
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	26,30	46,70	91,30	124,00

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

- bei 1 a ≤ T ≤ 5 a ein Toleranzbetrag von ±10 %
- bei 5 a < T ≤ 50 a ein Toleranzbetrag von ±15 %
- bei 50 a < T ≤ 100 a ein Toleranzbetrag von ±20 %

Berücksichtigung finden.

Anhang 2: Dimensionierung Rückhaltebecken

Projekt: 254-86275: German LNG Terminal Brunsbüttel
Hydraulischer Nachweis für Regenrückhaltung von Oberflächen-/Niederschlagswasser
Dimensionierung Rückhaltevolumen für Niederschlagswasser gemäß DWA-A 117

Variante: Rückhaltebecken, T = 5 a

maßgebende Dauerstufe D_m:

Niederschlagsauswertung gemäß KOSTRA-Atlas (Rasterfeld Spalte 28, Zeile 17 - Brunsbüttel)

Einzugsgebiet A _E :	13,95	[ha]
abflußwirksame Fläche A _u :	10,89	[ha]
Q _{D,RRB,min} :	0,0	[l/s]
Q _{D,RRB,max} :	98,0	[l/s]
mittlerer Drosselabfluss Q_m :	89,0	[l/s]
Trockenwetterabfluß Q _{t24} :	0,0	[l/s]
Zuschlagsfaktor f _z :	1,10	[-]
Abminderungsfaktor f _A :	0,99	[-]
Fließzeit t _f :	10,00	[min]
Überschreitungshäufigkeit n :	0,20	[1/a]

landseitiges und offshore Entwässerungsgebiet

Max. Einleitung entsprechend
 Drosselabflussspende 900 l/(s*km²)
 Aktive Drossel

Hohes Risikomaß

Bemessungshäufigkeit T = 5 a

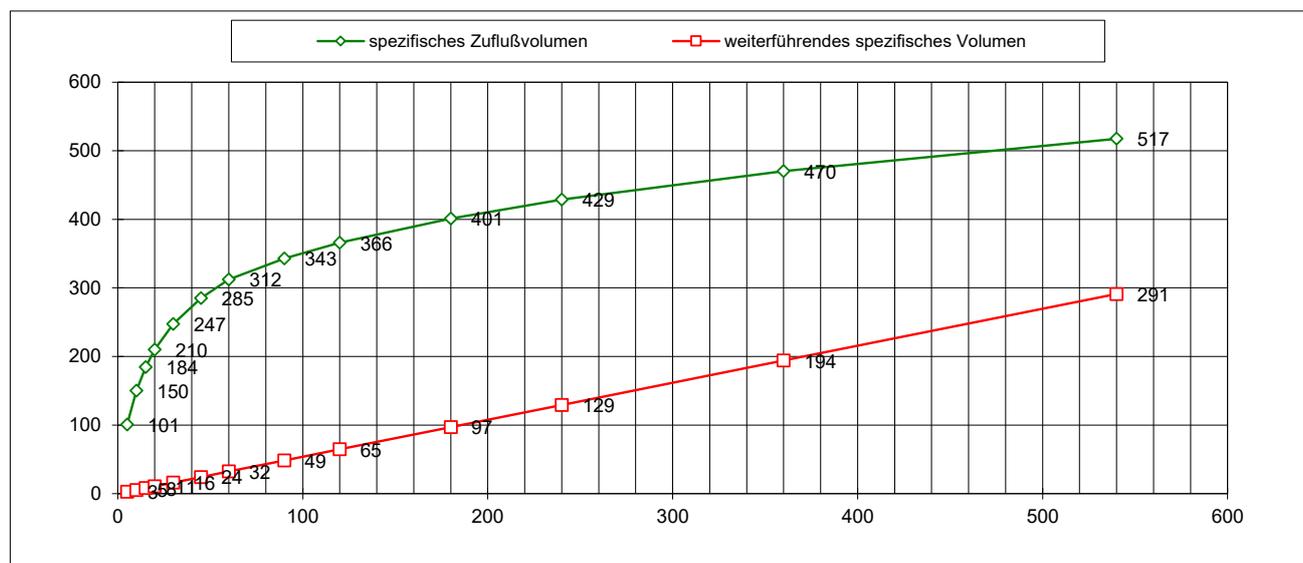
$$V = v_{s,u} * A_u = (r_{m,n} - q_{r,u}) * D_m * f_z * f_A * 0,06 * A_u$$

$$V_{Erf.} = 3.294 \text{ m}^3$$

$$302 \text{ m}^3/\text{haAu}$$

Toleranzbetrag gem. KOSTRA (Klimaanpassungsfaktor) 1,10

Dauerstufe		Nieder- schlagshöhe	Niederschlags- spende zzgl. 10 % Toleranzbetrag	Drossel- abfluss	spezif. Speicher- volumen	erforderl. Volumen	Bemerkung
D _m		h _N	r _{m,n}	q _{r,u}	v _{s,u}	V	
[min]	[h]	[mm]	[l/(s ha)]	[l/(s ha)]	[m³/ha]	[m³]	[-]
5	0,08	9,1	304,9	8,17	97	1.060,6	
10	0,17	13,7	227,7	8,17	144	1.569,3	
15	0,25	16,8	186,2	8,17	175	1.909,2	
20	0,33	19,1	159,2	8,17	198	2.158,8	
30	0,50	22,5	124,9	8,17	230	2.502,2	
45	0,75	25,9	96,0	8,17	259	2.826,2	
60	1,00	28,4	78,9	8,17	278	3.032,3	
90	1,50	31,2	57,8	8,17	293	3.189,7	
120	2,00	33,3	46,2	8,17	299	3.262,2	
180	3,00	36,5	33,8	8,17	302	3.293,9	
240	4,00	39,0	27,1	8,17	297	3.240,8	
360	6,00	42,8	19,8	8,17	275	2.992,9	
540	9,00	47,0	14,5	8,17	225	2.451,3	



Anhang 3: Ermittlung Schmutzwasseranfall

KOCKS CONSULT GMBH

254-86275: German LNG Terminal Brunsbüttel

Max. Schmutzwasseranfall im Planungszustand gemäß DWA Arbeitsblatt A 118

Teileinzugsgebiet		LNG Terminal
Einwohnerwerte (EW), hier Beschäftigte	[-]	50
Einzugsgebiet A_E	[ha]	32,12
Abflusswirksame Fläche A_U	[ha]	10,37
Einwohnerdichte	[EW/ha]	2
häusliches Schmutzwasser Q_{h24}	SW-Spende $[l/(E*d)]$	120
	häusliches SW $Q_{h24} [l/s]$	0,07
A) häuslicher Schmutzwasserspitzenabfluss max. Q_h	Faktor für Spitzenstunde $f [h/d]$	10
	A) max. $Q_h [l/s]$	0,17
B) häuslicher Schmutzwasserspitzenabfluss max. Q_h	spez. Spitzenabfluss $[l/(s*1000 E)]$	4,0
	B) max. $Q_h [l/s]$	0,20
betriebliches Schmutzwasser Q_g	$q_{g24} [l/(s*ha)]$	0,0
	$Q_{g24} [l/s]$	0,0
	Faktor für Spitzenstunde $f [h/d]$	10
Betrieblicher Schmutzwasserspitzenabfluss max. Q_g	max. $Q_{g24} [l/s]$	0,0
Fremdwasser Q_f gem. A118	q_f bei Trockenwetter $[l/(s*ha)]$	0,0
	$q_{r,T}$ bei Regenwetter $[l/(s*ha)]$	0,0
	$\Sigma Q_f [l/s]$	0,0
Trockenwetterabfluss im 24h-Mittel	$Q_{t24} [l/s]$ Regenwetter	0,07
	$Q_{t24} [l/s]$ Trockenwetter	0,07
Trockenwetterspitzenabfluss	A) max $Q_t [l/s]$	0,17
	B) max $Q_t [l/s]$	0,20

mittlerer Stundenabfluss bei Trockenwetter

m^3/h 0,3

Tagesabfluss bei Trockenwetter

m^3/d 6,0

Jahresabfluss bei Trockenwetter

m^3/a 2.190,0

Anhang 4: Bewertung nach DWA-A 102-2 / Niederschlagswasserbehandlung

- Anhang 4.1: Überprüfung und Festlegung von Maßnahmen zur Regenwasserbehandlung gemäß DWA-Arbeitsblatt 102-2
- Anhang 4.2: Systembeschreibung FILTAPEX®·DUO der Fa. Pecher Technik GmbH
- Anhang 4.3: Dimensionierung FILTAPEX®·DUO (Fa. Pecher Technik GmbH)
- Anhang 4.4: Technische Zeichnung FILTAPEX®·DUO (Fa. Pecher Technik GmbH)
- Anhang 4.5: Anordnung eines technischen Regenwasserfilters, beispielhaft eine 4-straßige Filteranlage, System FILTAPEX®·DUO der Fa. Pecher Technik GmbH

254-86275: German LNG Terminal Brunsbüttel

Überprüfung und Festlegung von Maßnahmen zur Regenwasserbehandlung
gemäß DWA-Arbeitsblatt 102-2

Eingabe Bewertung

Angeschloss. Fläche	Beschreibung	Ab.a.i m ²	Flächengruppe (Anhang A)	Belastungskategorie gem. Tabelle 4	b _{R,A} ,AFS ₆₃ kg / (ha x a)
1	Hauptzufahrt Ost und Weg	8.527	V3	Kategorie III	760
2	Zufahrt Verwaltungsgebäude/Werkstatt	5.283	V2	Kategorie II	530
3	Zufahrt Landungssteg	2.460	V2	Kategorie II	530
4	Anlagenbereich Verkehrswege	30.847	V2	Kategorie II	530
5	Eisenbahnbetriebsanlagen	4.600	BG1	Kategorie I	280
6	Dächer (Flachdächer)	4.726	SD1	Kategorie II	530
7	befestigte Flächen Anlagentechnik	24.788	V2	Kategorie II	530
8	Schotterflächen Anlagentechnik	50.626	V2 / ohne Nutzung	Kategorie II	530
9	Deichquerung	1.736	V2	Kategorie II	530
10	Entwässerungsgebiet Offshore	5.860	V2	Kategorie II	530
Befestigte Gesamtfläche		139.453			

Regenwasserbehandlung erforderlich ?	JA
---	-----------

254-86275: German LNG Terminal Brunsbüttel

Überprüfung und Festlegung von Maßnahmen zur Regenwasserbehandlung gemäß DWA-Arbeitsblatt 102-2

Berechnungsergebnisse

Zulässiger Wert
Zulässiger Stoffaustrag

b_{R,e,zul,AFS63}
BR_{e,zul,AFS63}

280 kg/(ha*a)
3904,7 kg/a

Vorgabe DWA-A 102

Fläche	Ab _{a,i} [ha]	b _{R,a,AFS63} [kg/(ha x a)]	BR _{a,AFS63} [kg/a]
1	0,8527	760	648,1
2	0,5283	530	280,0
3	0,2460	530	130,4
4	3,0847	530	1634,9
5	0,4600	280	128,8
6	0,4726	530	250,5
7	2,4788	530	1313,8
8	5,0626	530	2683,2
9	0,1736	530	92,0
10	0,5860	530	310,6

ΣBR_{a,AFS63} 7472,1

$$b_{R,a,AFS63} = B_{R,a,AFS63} / \sum A_{b,a,i} = B_{R,a,AFS63} / A_{b,a} \quad \text{in kg/(ha-a)}$$

BR _{a,AFS63}	7472,13 kg/a	Summe des vorh. Gesamtstoffabtrages
ΣAb _a	13,95 ha	Summe befestigte angeschlossene Fläche
b _{R,a,AFS63}	535,8 kg/(ha*a)	vorh. flächenspezifischer Stoffaustrag
B _{R,r,AFS63}	3567,4 kg/a	erforderliche Stoffrückhaltung

minimaler benötigter Wirkungsgrad der Behandlungsanlage n_{ges}

47,7%

Fläche	Dezentrale Behandlungsanlage	Typ	Wirkungsgrad n _{ges}
1			
2			
3			

Fläche	Zentrale Behandlungsanlage	Typ	Wirkungsgrad n _{ges}
Gesamt	Regenwasserbehandlung System FILTAPEX®-DUO (Fa. Pecher Technik), 4-straßige Filteranlage		71,6%

Vorhandener Stoffaustrag mit Behandlung b_{R,a,AFS63}

152,2

Anzustreben:

b_{R,a,AFS63}<280

Behandlung ausreichend:

JA

EFFIZIENTE REGENWASSERBEHANDLUNG MIT DEM SYSTEM FILTAPEX®



Systembeschreibung des Systems FiltaPex® · duo

1 Vorbemerkungen

Das System FiltaPex® der Pecher Technik GmbH ist ein System zur Behandlung von Niederschlagsabflüssen von Flächen ab mehreren 100 m² bis zu mehreren Hektar. Je nach Verschmutzung des abfließenden Niederschlages sowie den Anforderungen an die Regenwasserbehandlung können dabei unterschiedliche Reinigungsleistungen gefordert werden. Das System FiltaPex® kann dabei je nach Anforderung und Anwendungsfall flexibel konfiguriert werden, so dass damit besonders wirtschaftliche Lösungen möglich sind. Zusätzlich ist das System FiltaPex® jederzeit für steigende Anforderungen nachrüstbar, so dass die Zukunftssicherheit einer Investitionsentscheidung gegeben ist.

Von der Pecher Technik GmbH werden aktuell verschiedene Grundsysteme angeboten, die hinsichtlich ihres Stoffrückhaltes sowie ihrer Anschlussgröße unterschieden werden können:

- FiltaPex® · mini (mit Filter),
- FiltaPex® · standard (mit Filter),
- FiltaPex® · duo (mit Filter),
- FiltaPex® · maxi (mit Filter),
- FiltaPex® · modular (mit optionalem Filter).

Neben diesen Grundsystemen können von der Pecher Technik GmbH auch

- Sondersysteme (FiltaPex® · individuell)

konzipiert werden, die auf die spezifischen Anforderungen im Einzelfall angepasst sind. Denkbar ist z. B. die Modifikation des Filters auf spezielle Anforderungen zum Stoffrückhalt oder die Umsetzung einer individuellen Bauwerkskonstruktion zur Anpassung an spezifische Randbedingungen.

Nachfolgend wird die Funktionsweise sowie die technischen Daten des Systems FiltaPex® · duo (mit Filter) beschrieben.

2 Funktionsweise des Systems FiltaPex® · duo

Das System FiltaPex® (Pecher Technik GmbH) basiert grundsätzlich auf den Wirkmechanismen Sedimentation und Filtration in einem dafür hydraulisch und strömungstechnisch optimierten Schachtsystem. Im System FiltaPex® · duo sind diese beiden Wirkmechanismen in einem Rechteckbauwerk realisiert. Die prinzipielle Konstruktion, Funktionsweise und Bemessung entspricht dabei dem Standardsystem FiltaPex® · standard (Einschachtsystem), für eine optimierte Sedimentation ist der Filterstufe jedoch ein Schrägklärer vorgeschaltet. Dadurch wird eine verbesserte Sedimentation von partikulären Wasserinhaltsstoffen vor der Filterstufe erreicht, was zu einer längeren Filterstandzeit und entsprechend längeren Wartungsintervallen führt. Durch die der Schrägklärereinheit nachgeschaltete Filterstufe wird eine optimale Durchströmung der Schrägklärereinheit erzwungen und damit ihre Wirkung maximiert.

Der Aufbau des Systems FiltaPex® · duo und seine wesentlichen Funktionselemente ist in Bild 1 dargestellt.

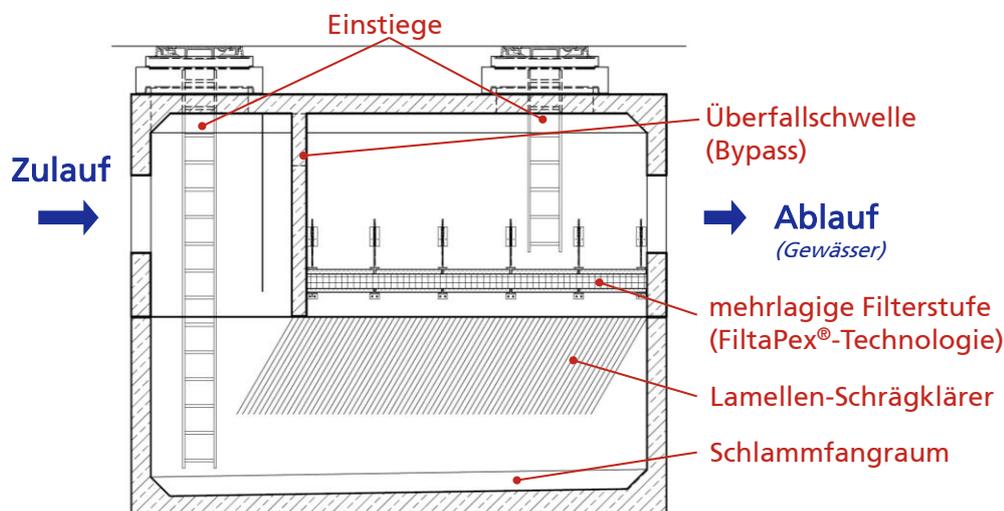


Bild 1 FiltaPex® · duo mit den wesentlichen Funktionselementen

Bei Regel-Betrieb gelangt das zufließende Niederschlagswasser über den Anlagenzulauf in die Zulaufkammer des Systems. Die Strömung wird dort nach unten in den Sedimentationsraum umgelenkt. Gleichzeitig werden durch die Aufweitung des Strömungsquer-

schnittes die Strömungsgeschwindigkeiten reduziert und damit die Sedimentation begünstigt.

Danach gelangt die Strömung in eine Schrägklärereinheit, die unterhalb der Filterstufe angeordnet ist. Feinste sedimentierbare Schmutzpartikel werden hier abgeschieden und können über die geeigneten Sedimentationsflächen nach unten in den Schlammfangraum abrutschen.

Die sedimentierten Stoffe können aus dem Schlammfangraum im Rahmen der Wartungen über die Einstiegsöffnung der Zulaufkammer abgesaugt werden.

Anschließend durchströmt das zufließende Niederschlagswasser die Filterstufe von unten nach oben. Der Filter ist im Standard dreilagig aufgebaut und zwischen zwei Gitterrostelementen fixiert. Die beiden aus mineralischem Schüttgut bestehenden unteren Lagen haben vorrangig die Aufgabe weitere Feststoffe zurückzuhalten, die nicht bereits zuvor sedimentativ abgeschieden wurden. Die oberste Lage des Filters besteht aus Geovlies-Packs, die mit einem adsorbierenden Substrat gefüllt sind. Diese Filterlage dient neben dem Rückhalt von Feinstpartikeln auch der Bindung gelöster Schwermetalle und anderer Spurenstoffe.

Nach Passage der Filterstufe kann das gereinigte Niederschlagswasser über den Systemablauf z. B. in ein Gewässer eingeleitet werden. Leichtflüssigkeiten werden durch die Trennwand zwischen Zulaufkammer und Filterkammer weitgehend vor dem Filter zurückgehalten. Für fein suspendierte Leichtflüssigkeiten stellt die Filterstufe eine weitere Barriere dar.

Durch den Rückhalt der Feststoffe in der Filterstufe wächst mit zunehmender Betriebsdauer der hydraulische Widerstand des Filters an. Der Filter wird dabei so dimensioniert, dass innerhalb der planmäßigen Filterstandzeit (Zielgröße i.d.R. ≥ 1 Jahr) der zu behandelnde Niederschlagsabfluss (Q_{krit}) zu jeder Zeit vollständig durch den Filter geleitet wird. Bemessungsrelevant dafür sind die verfügbare Filterfläche sowie die realisierbare Einstauhöhe in der Zulaufkammer.

Bei größeren Niederschlagszuflüssen steigt der Wasserstand in der Zulaufkammer aufgrund des hydraulischen Filterwiderstands so weit an, dass schließlich die Trennwand zwischen Zulaufkammer und Ablaufkammer überströmt wird. Der höhere Zustrom wird über die Filterfläche in den Ablauf geleitet.

Dieser Bypass-Betrieb betrifft aber nur die nicht zu behandelnden Niederschlagsabflüsse oberhalb des Bemessungsabflusses für die Filterstufe (Q_{krit}). Schwimmstoffe und Leichtflüssigkeiten werden auch bei dieser Betriebsweise weiterhin in der Zulaufkammer zurückgehalten.

Vor Erreichen der planmäßigen Filterstandzeit sind der Filterdurchsatz und damit die Reinigungsleistung des Filters noch wesentlich höher als der angesetzte Bemessungsabfluss (Q_{krit}). D. h. es wird i. M. wesentlich mehr Niederschlagswasser, als z. B. bei einem klassischen Regenklärbecken, vor der Einleitung in das Gewässer behandelt.

In der Standarddimensionierung des Systems wird über die Betriebsdauer des Filters eine Abnahme des k_f -Wertes von etwa $1 \cdot 10^{-2}$ m/s auf $1 \cdot 10^{-3}$ m/s zu Grunde gelegt. Erfolgt die Bemessung des Filters z. B. auf eine zu behandelnde Regenspende von 15 l/(s·ha), so hat der Filter im Neuzustand also eine um den Faktor 10 höhere Durchgangsleistung von bis zu 150 l/(s·ha).

Für eine zusätzliche Strömungsoptimierung kann in der Zulaufkammer unterhalb der Sohle des Zulaufes optional eine zusätzliche Gitterrostebene als Beruhigungselement eingebaut werden. Die Wirkung eines solchen Elementes wurde im Rahmen von CFD-Berechnungen nachgewiesen. Damit soll vor allem die Sedimentation in der Zulaufkammer noch weiter verbessert werden. Gleichzeitig wird damit verhindert, dass grobe Stoffe in die Schrägklärereinheit und unter den Filter gelangen (Rechenfunktion). Die Gitterrostebene kann darüber hinaus nützlich für die Wartung des Systems sowie die Inspektion des Zulaufkanals sein.

3 Ausführung und Technische Kenngrößen

Das System FiltaPex® · duo wird als Rechteckbauwerk aus Betonfertigteilen in zwei unterschiedlichen Bauwerksgrößen und jeweils zwei Varianten mit unterschiedlicher Sedimentationsfläche in der integrierten Schrägklärereinheit angeboten. Je nach Oberflächenverschmutzung, behandlungspflichtigem Niederschlagsabfluss sowie geplanten Filterstandzeiten lassen sich an einer Anlage Anschlussflächen bis rd. 40.000 m² realisieren. Durch die rechteckige Bauweise können mehrere Anlagen auch relativ einfach parallel zu größeren Behandlungseinheiten kombiniert werden.

Die relevanten technischen Kenngrößen des Systems FiltaPex® · duo für die beiden Ausführungsvarianten sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1 Technische Kenngrößen des Systems FiltaPex® · duo

Kenngröße	Einheit	Wert			
		4620	5775	7700	9625
Typbezeichnung		4620	5775	7700	9625
Bauwerksgrundfläche (außen)	mm	2.600 x 4.100		2.600 x 5.500	
Bauwerkshöhe (außen)	mm	4.360	4.610	4.360	4.610
Material	-	Beton C45/55			
Sedimentationsfläche in der Schrägklärereinheit	m ²	rd. 46,20	rd. 57,75	rd. 77,00	rd. 96,25
Filterfläche	m ²	4,62		7,70	
Richtwert für Anschlussfläche ^{*)}	m ²	bis rd. 25.000		bis rd. 40.000	
Oberflächenbeschickung der Schrägklärereinheit bei o.g. Anschlussfläche und $r_{krit} = 15 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$	m/h	2,91	2,34	2,81	2,23
Bemessungszufluss für eine maximale Oberflächenbeschickung der Schrägklärereinheit von $q_A = 2 \text{ m/h}$	l/s	25,66	32,05	42,77	55,56
Nominaler Filterdurchfluss am Ende der Standzeit des optionalen Filters ^{*)}	m/s	in Abhängigkeit der Anlagenbemessung üblicherweise $r_{krit} = 15 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$			
Zielgröße für Wartungsintervall ^{*)} (Filteraustausch, Schlammabsaugung)	Monate	≥12			

^{*)} Die im System verfügbare Filterfläche, die im Zulaufbereich realisierbare Einstauhöhe, die Größe des angeschlossenen Einzugsgebietes, die Verschmutzung des Niederschlagsabflusses sowie der behandlungspflichtige Niederschlagsabfluss bestimmen die Filterstandzeit. Die in der Tabelle angegebenen Werte sind Richtwerte für übliche Verhältnisse. Im Rahmen einer detaillierten Anlagenbemessung können sich abweichende Ergebnisse in Abhängigkeit des geplanten Betriebes ergeben.

Erkrath, 28. Januar 2020

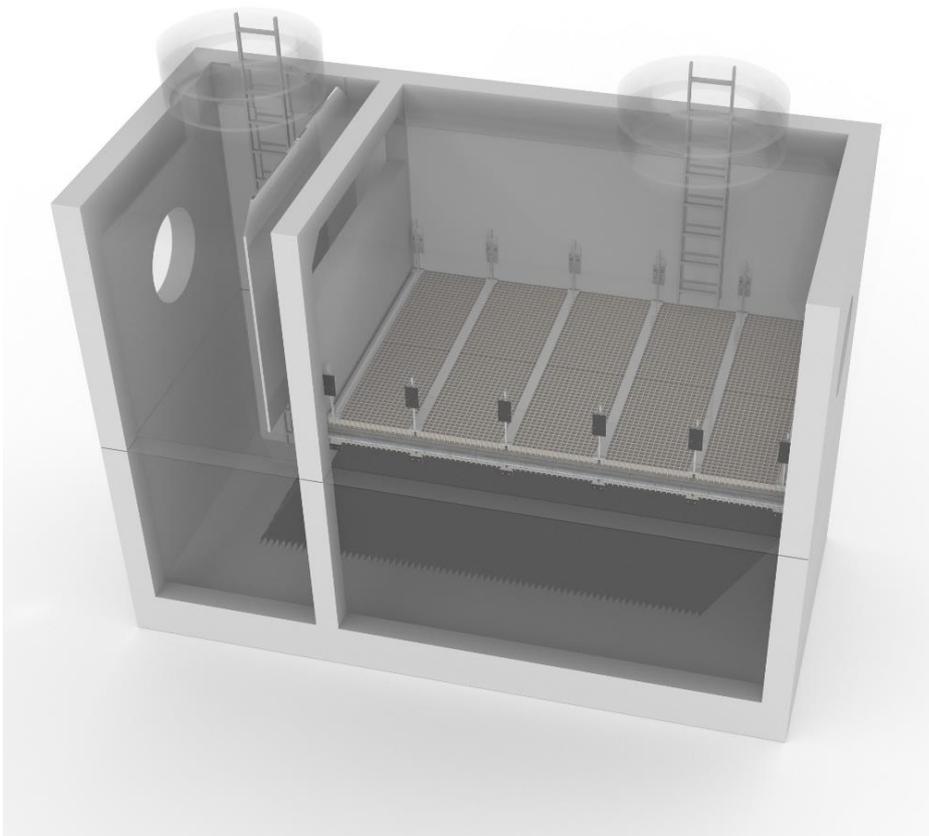
PECHER TECHNIK GMBH

Dr. Klaus Hans Pecher

DIMENSIONIERUNG

eines FiltaPex[®]-Systems

für German LNG Terminal GmbH



Pecher Technik GmbH
Klinkerweg 5 · 40699 Erkrath · www.pecher-technik.com

1 Projektdaten

Planer: German LNG Terminal GmbH
Elbehafen
25541 Brunsbüttel

Anfragedatum: 17.03.2022
Anlagenstandort: LNG Terminal Brunsbüttel

angeschlossene Flächen:

• Kategorie I gemäß DWA-A 102	$A_{b,a,I}$	=	4.600 m ²
• Kategorie II gemäß DWA-A 102	$A_{b,a,II}$	=	126.326 m ²
• Kategorie III gemäß DWA-A 102	$A_{b,a,III}$	=	8.527 m ²
	$A_{b,a}$	=	139.453 m ²

- mittl. Verschmutzungsfaktor der angeschlossenen Flächen in Vergleich zu Kategorie IIb/III (NRW)

$$f_s^{1)} = 0,70 -$$

1) Reduzierung der partikulären Feinfracht zum Filter um 30 % wegen Flächennutzung und Lamellenklärer

- kritischer Regenwasserzufluss: $Q_{krit} = 209,2$ l/s
- Bemessungszufluss für die Filterstufe: $Q_{bem} = 209,2$ l/s
- maximaler Zufluss zur Anlage: $Q_{max}^{2)} = 2091,8$ l/s

2) Abschätzung zum rechnerischen Nachweis der Überfallhöhe

Geplanter Anlagentyp: 4 x FiltaPex · duo 7700

• Filterfläche:	A_{Filter}	=	30,80 m ²
• Filterhöhe:	h_{Filter}	=	0,15 m
• Lamellenfläche	$A_{Lamellen}$	=	308,00 m ²
• planmäßige Einstauhöhe	$h_{Schwelle}$	=	1,30 mNHN
• Höhe Oberkante Tauchwand	$h_{Tauchw.}$	=	1,84 mNHN
• Sohlhöhe Ablaufleitung	h_{Ablauf}	=	0,30 mNHN
• Länge der Überfallschwelle	L_s	=	8,80 m
• Abstand Tauchwand - Überfallschwelle	$s_{Tauchw.}$	=	0,30 m
• Querschnitt Ablaufleitungen (4 Stück)	DN	=	800 mm
• Sohlgefälle Ablaufleitung	I_s	=	5,0 ‰
• betr. Rauheit der Ablaufleitung	k_B	=	0,25 mm

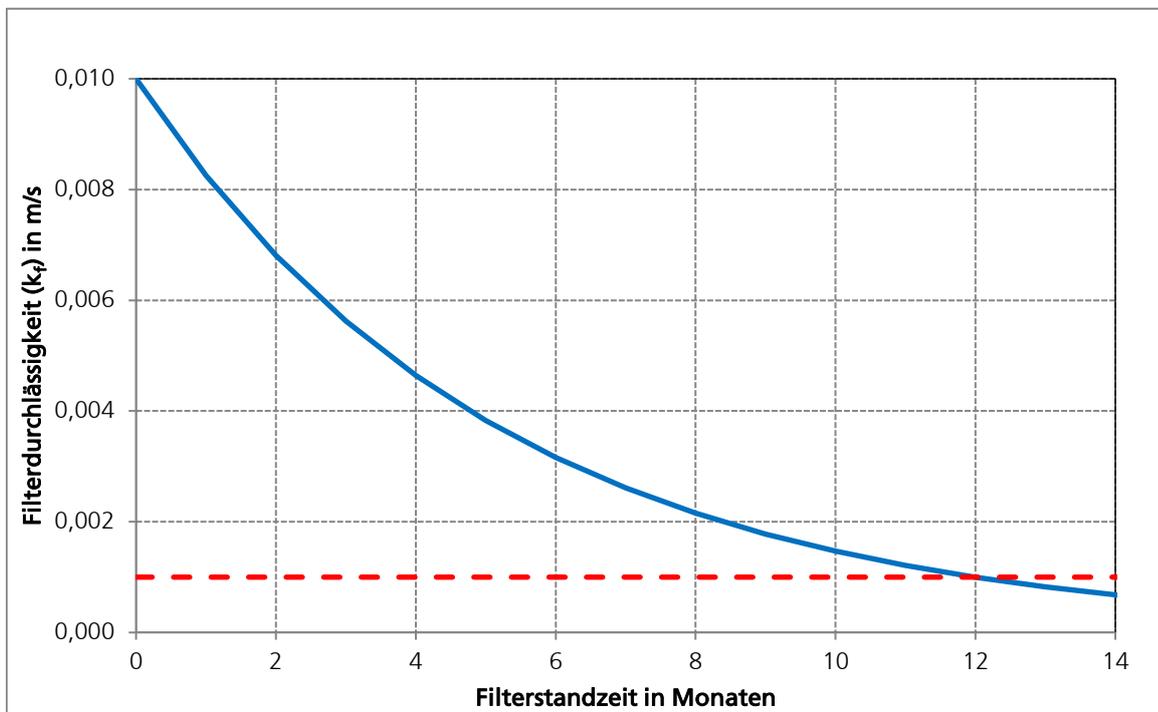
2 Allgemeine Grundparameter der FiltaPex® Bemessung

- Einzugsgebietsfläche: $A_{b,a,Std.} = 10.000 \text{ m}^2$
- kritischer Regenwasserzufluss (NRW): $Q_{krit,Std} = 15 \text{ l/s}$
- Filterfläche: $A_{Std} = 2,5 \text{ m}^2$
- Filterhöhe: $h_{Std} = 0,15 \text{ m}$
- Filterdurchlässigkeit zum Zeitpunkt 0: $k_{f,Std,0} = 1,00E-02 \text{ m/s}$
- Filterdurchlässigkeit nach 12 Monaten: $k_{f,Std,12} = 1,00E-03 \text{ m/s}$
- Filterdurchlässigkeit als Funktion der Zeit:

$$k_{f,Std}(t) = k_{f,Std,0} \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

mit

$$\lambda = \frac{\ln(k_{f,Std,0}/k_{f,Std,12})}{12} \quad \lambda = 0,19188 \text{ Monate}^{-1}$$



3 Bemessung des projektierten Filtersystems

3.1 Hydraulische Nachweise für Q_{max}

- Überfallhöhe bei Q_{max} über Schwelle:

$$h_{\bar{u}} = \left(\frac{3}{2} \cdot \frac{(Q_{max} - Q_{bem}) / 1000}{\mu \cdot L_s \cdot \sqrt{2g}} \right)^{2/3}$$

mit

$$\mu = 0,62 \qquad h_{\bar{u}} = 0,24 \text{ m}$$

- Fließgeschwindigkeit zwischen Tauchwand und Trennwand

$$v = \frac{(Q_{max} - Q_{bem}) / 1000}{A}$$

mit wirksamer Strömungsfläche $A = 2,64 \text{ m}^2$

$$v = 0,71 \text{ m/s} \quad \text{ok} \quad (\leq 1,5 \text{ m/s})$$

- erforderliche Tauchwandhöhe über Überfallschwelle unter Berücksichtigung von Geschwindigkeitshöhe, hydraulischen Verlusten und Sicherheiten

$$h_{\text{erf}} = 1,63 \text{ mNHN} \quad \text{ok}$$

3.2 Filterberechnung

- Filterdurchlässigkeit als Funktion der Zeit:

$$k_f(t) = k_{f,Std,0} \cdot e^{-\lambda \cdot f_F \cdot f_A \cdot t}$$

mit

$$f_F = \frac{A_{b,a} \cdot f_S}{A_{b,a,Std}} \quad f_F = 9,76 -$$

zur Berücksichtigung der abweichenden Frachtbelastung
und

$$f_A = \frac{A_{Std}}{A_{Filter}} \quad f_A = 0,08 -$$

zur Berücksichtigung der abweichenden Filterfläche

- Verfügbare Einstauhöhe des Filters:

$$\Delta h_{eff} = h_{Schwelle} - h_{Rückstau,RRB} \quad \Delta h_{eff} = 0,65 \text{ m}$$

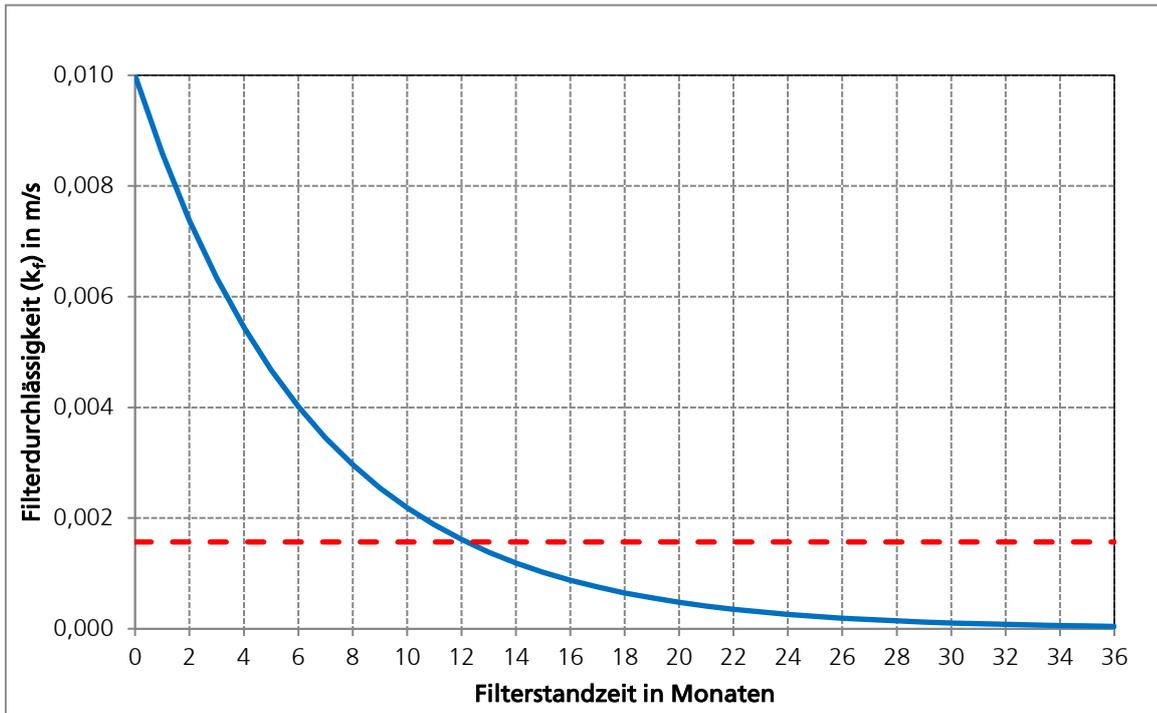
unter Berücksichtigung des Rückstaus durch einen mittl. RRB-Einstau von 0,625 mNN
und einem Abfluss von Q_{krit} zum RRB $h_{Rückstau} = 0,65 \text{ mNHN}$

- erforderliche Filterdurchlässigkeit am Ende der Filterstandzeit:

$$k_{f,erf} = \frac{Q_{bem} \cdot h_{Filter}}{\Delta h_{eff} \cdot A_{Filter} \cdot 1000} \quad k_{f,erf} = 1,57E-03 \text{ m/s}$$

- Erwartungswert der Filterstandzeit

$$t = - \frac{\ln \left(\frac{Q_{bem} \cdot h_{Filter}}{\Delta h_{eff} \cdot A_{Filter} \cdot k_{f,Std,0} \cdot 1000} \right)}{\lambda \cdot f_F \cdot f_A} \quad t = 12,19 \text{ Monate}$$



Aufgrund der noch nicht vorhandenen Langzeiterfahrungen am Standort wird die Filterstandzeit zunächst auf einen Zeitraum von rd. 12 Monaten prognostiziert.

3.3 Nachweis der Oberflächenbeschickung des Lamellenschrägklärers

- Oberflächenbeschickung für Q_{krit}

$$q_A = \frac{3,6 \cdot Q_{krit}}{A_{Lamellen}}$$

mit kritischem Regenabfluss
mit Lamellenfläche

$$Q_{krit} = 209,18 \text{ l/s}$$

$$A_{Lamellen} = 308,00 \text{ m}^2$$

$$q_A = 2,44 \text{ m/h}$$

4 Nachweis des AFS63-Rückhaltes

4.1 Interpolation der Stoffrückhaltes gemäß Versuchsanordnung DIBt bzw. NRW

Teilprüfung	q_A in l/(s·m²)	Rückhalt in Prozent	Frachtaustrag in Prozent der Gesamtfracht
TP 1 mit 2,5 l/(s·ha)	1,132	94,45	2,78
TP 2 mit 6 l/(s·ha)	2,717	89,78	3,41
TP 3 mit 25 l/(s·ha)	11,319	64,47	5,92
Spülstoß mit 100 l/(s·ha)	45,277		2,38
gewichtete Summe			13,29
Frachtrückhalt DIBt bzw. NRW			86,71

4.2 Erwarteter Durchgangswert gemäß DWA-M 153

eigene Abschätzung aufgrund Regression von Labor- und In-Situ-Untersuchungen

$$D = 0,38 -$$

4.3 Erwarteter AFS63-Rückhalt gemäß DWA-A 102

Berechnung aufgrund 51%-Anteil AFS63 am Prüfmedium Millisil W4 der Versuche gemäß DIBt bzw. NRW

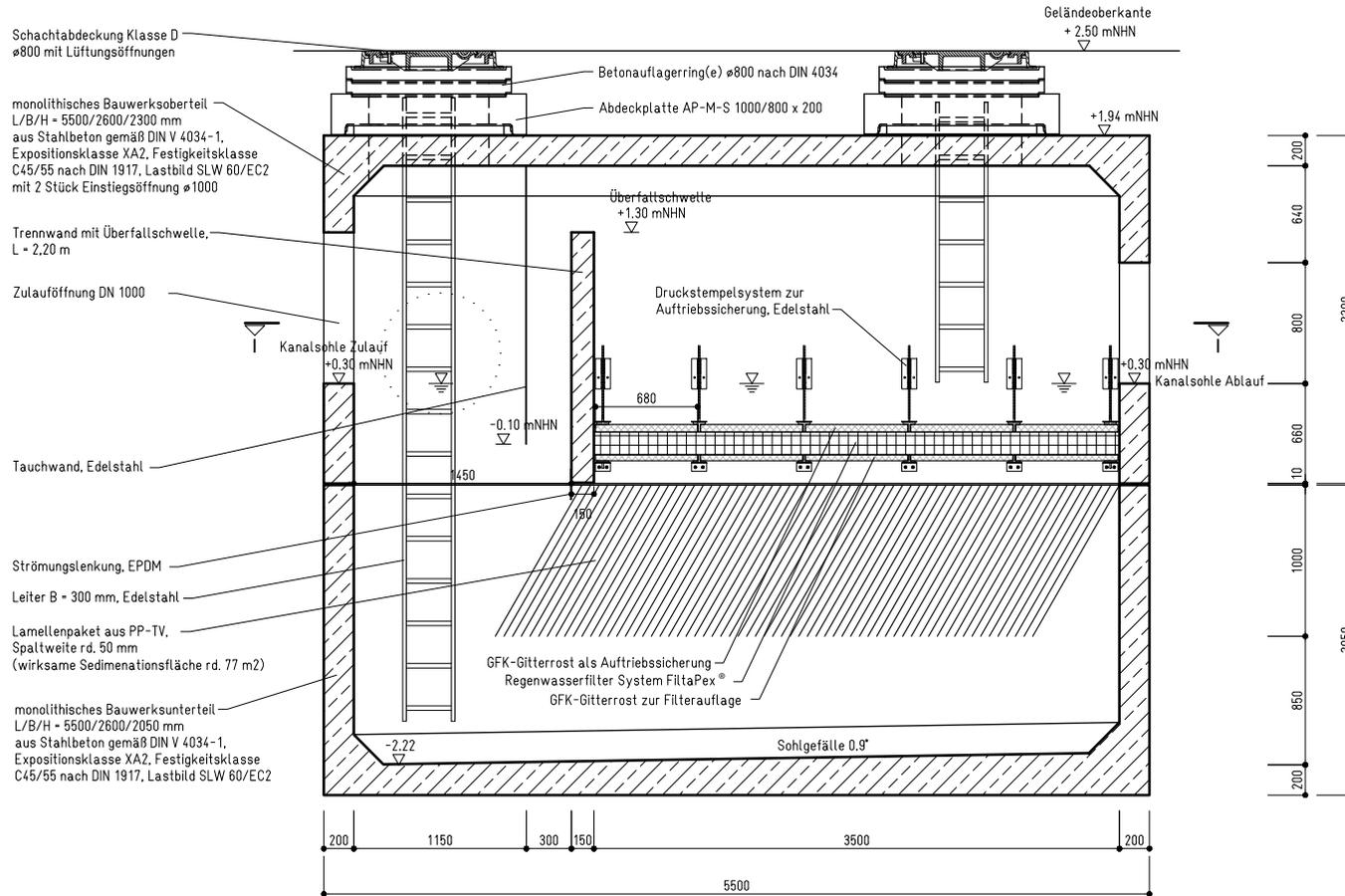
$$\eta_{\text{AFS63}} = 0,716 - \\ 71,6 \%$$

Erkrath, 14. April 2022

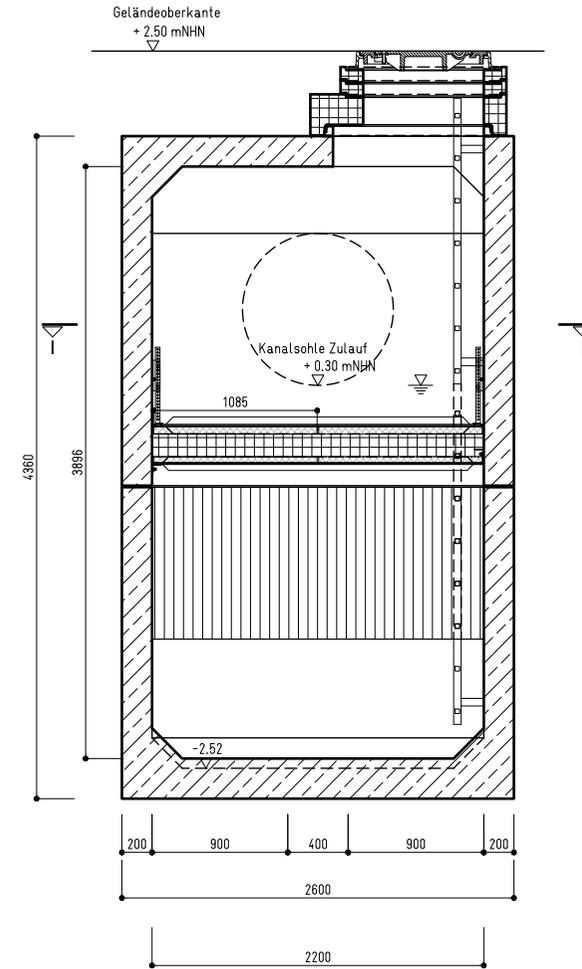
KHP

PECHER TECHNIK GmbH

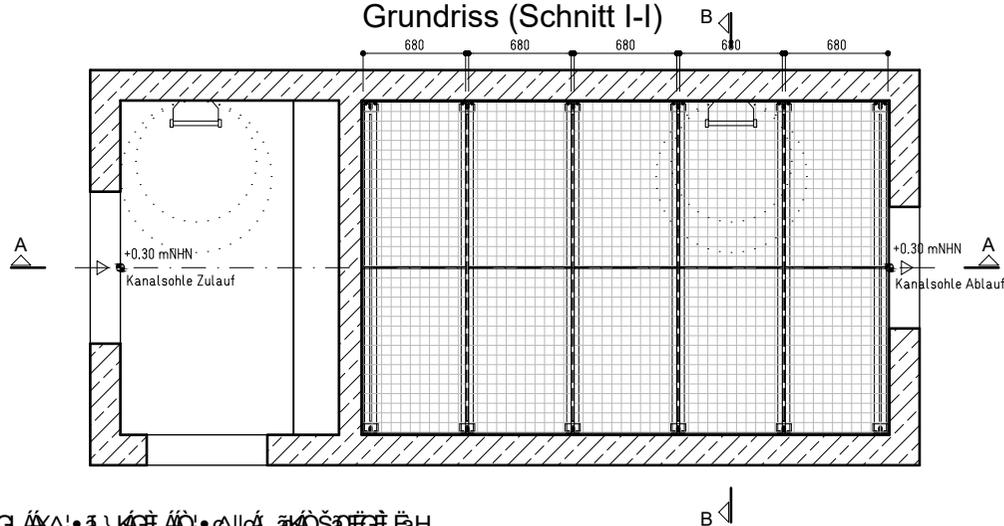
Schnitt A-A



Schnitt B-B



Grundriss (Schnitt I-I)

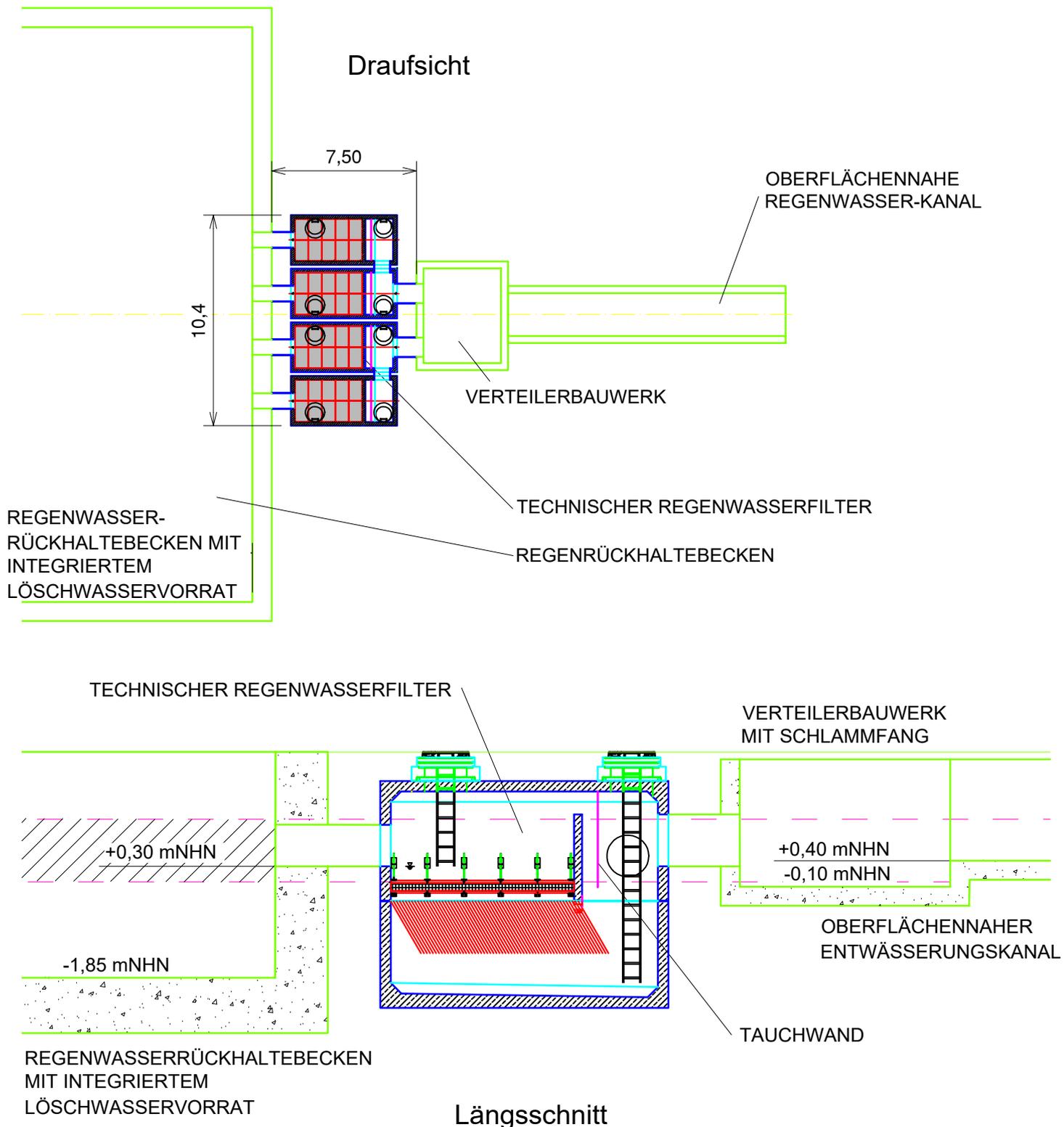


CE | æ ^ Ä Æ

 TECHNIK GmbH	
FiltaPex® · duo 7700 Bauwerkskonzept German LNG Terminal	Regelzeichnung
Erkrath, den 20.04.2022	Maßstab: 1:25
	Plan-Nr.: 49/162

ANLAGE 4 – 5 TECHNISCHER REGENWASSERFILTER

ANORDNUNG EINES TECHNISCHEN REGENWASSEREFILTERS – BEISPIELHAFT EINE 4-FLUTIGE ANORDNUNG DER FIRMA PECHER IN DAS ENTWÄSSERUNGSSYSTEM DES LNG-TERMINALS



Anmerkung: Der Platzbedarf und Anordnung der technischen Filteranlage ist herstellerabhängig. Für die Dimensionierung wurde ein System der Fa. Pecher gewählt. In der Ausführungsphase könnte ein System eines anderen Herstellers mit vergleichbar guter Effizienz eingesetzt werden, das eventuell eine andere Anordnung und Abmessung hat (die Unterlage 10.3 zeigt ein Regenklärbecken ohne technischen Filter, das einen technischen Filter eingebaut bekommen könnte oder durch eine technische Filteranlage in der Ausführungsphase ersetzt wird).

10.2 Entwässerungsplan

Anlagen:

- 10_02_01_neu_Entwaesserungskonzept_GG-OC01-200-CIV-DWG-00348.pdf
- 10_02_02_Vorbemess_Niederschl_Kanalsysts_P600-200000009-001_R1_neu.pdf



German LNG Terminal GmbH
Brunsbüttel, Germany

10.2.2

Vorbemessung: Niederschlagsentwässerung und Entwässerungskanalssystem LNG-Terminal Brunsbüttel

Projektnummer: P600

Dokumentnummer: P600-200000009-001

Dokumenttyp: Bericht

01	06.11.2021	Ersterstellung	W. Schlott	R. Albert	G. Mariën
Rev.	Datum	Status	Ersteller	Prüfer	Genehmiger



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
1 Einleitung	5
2 Nomenklatur und Abkürzungen	6
3 Referenzen	7
3.1 Normen und Standards	7
3.2 Projektspezifische Dokumente	7
4 Entwässerungssystem des LNG-Terminals	8
4.1 Niederschlagswasser	8
4.2 Niederschlagsmengen (Regenspende)	8
5 Niederschlagsentwässerung	9
5.1 Landungssteg.....	9
5.2 LNG-Lagerung an Land.....	11
5.2.1 Bereich: Gebäude	13
5.2.2 Bereich Anlagentechnik.....	15
6 Ausführungsinformationen für die Entwässerung	19
7 Sonderfall: Betrieb der Tauchflammenverdampfer (SCV)	23



Abbildungsverzeichnis

Abb. 5-1: Prinzipskizze: Entwässerung Landungssteg	9
Abb. 5-2: Bereiche des landseitigen LNG-Terminals	11
Abb. 5-3: Entwässerungsmengen im Gebäudebereich.....	13
Abb. 5-4: Entwässerungsmengen im Anlagenbereich	16
Abb. 6-1: Skizze: Rohrdurchlasses der Entwässerungskanäle unter einer Straße	19
Abb. 6-2: Skizze: Dränage-Anbindung an die Entwässerungskanäle	19
Abb. 6-4: Entwässerungskanalsystem des landseitigen Bereiches des LNG-Terminals.....	21



Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1: Abkürzungsverzeichnis	6
Tab. 5-1: Flächen auf dem Landungssteg und Niederschlagsmengen	10
Tab. 5-2: Auffangbecken und Pumpenleistung	10
Tab. 5-3: Auffangbeckengröße und Starkregenspende (ohne Auspumpen)	10
Tab. 5-4: Gebäudebereich: Regenspende Fall I (Auslegungsfall)	14
Tab. 5-5: Entwässerungsmengen an Sammelpunkten Gebäudebereich	15
Tab. 5-4: Flächen im Anlagenbereich des LNG-Terminals und Niederschlagsmengen	17
Tab. 5-7: Entwässerungsmengen an Sammelpunkten im Anlagenbereich	18

1 Einleitung

Die German LNG Terminal GmbH plant am Standort Brunsbüttel die Errichtung und den Betrieb eines Terminals zur Aufnahme und Lagerung von Flüssigerdgas (Liquified Natural Gas) (LNG-Terminal). Das Gesamtvorhaben umfasst neben den eigentlichen LNG-Tanks zur Aufnahme und Lagerung von LNG u.a. auch eine wasserseitige Umschlagseinrichtung für seegehende LNG-Tanker, mehrere LNG-Pumpen zur Ausspeisung von LNG, sowie verbindende Rohrleitungen, Sicherheitseinrichtungen und Nebenanlagen.

Dieses Dokument soll als Ergänzung zu dem Entwässerungskonzept und der Bemessung eine vorläufige Abschätzung der zu erwartenden Wassermengen liefern, sowie Vorgaben für die detaillierte Objektplanung enthalten



2 Nomenklatur und Abkürzungen

Tab. 2-1: Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Deutscher Begriff
EKW	Eisenbahnkesselwage
IFV	Indirekte LNG-Verdampfer (engl.: intermediate fluid vaporizer)
LNG	Verflüssigtes Erdgas
SCV	Tauchflammenverdampfer (engl.: submerged combustion vaporizer)
TKW	Tankkraftwagen



3 Referenzen

3.1 Normen und Standards

- [R1] TRAS 310: Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Niederschläge und Hochwasser
- [R2] KOSTRA DWD 2010R, Deutscher Wetterdienst

3.2 Projektspezifische Dokumente

- [R3] Unterlage 1.3, Übersichtslageplan - LNG-Terminal in Brunsbüttel, Tractebel S.A.
- [R4] Unterlage 1.4, Vorhabenplan – Infrastruktur, GLNG
- [R5] Unterlage 2.1.1, Lageplan Landungssteg, Tractebel S.A.
- [R6] Unterlage 2.1.2, Lageplan - LNG-Lagerung an Land, Tractebel S.A.
- [R7] Unterlage 10.2, Übersichtsplan – Entwässerungskonzept, Tractebel S.A.
- [R8] Unterlage 10.3 Übersichtsplan – Regenklär- und -rückhaltebecken
- [R9] Unterlage 10.4, Übersichtsplan - Entwässerungssystem Einleitung Vorfluter 0202, GLNG

4 Entwässerungssystem des LNG-Terminals

4.1 Niederschlagswasser

Das LNG-Terminal ([R3] und [R4]) ist für die Niederschlagsentwässerung in 2 Hauptbereiche aufgeteilt. Die Entwässerung des Landungssteges [R5] und die Entwässerung des Bereiches LNG-Lagerung an Land [R6]. Die Niederschlagsentwässerung für die während der Bauzeit genutzten Baustelleneinrichtungsflächen wird separat betrachtet.

Das Niederschlagswasser, das auf den Landungssteg anfällt, wird dort gesammelt und in den landseitigen Bereich des LNG-Terminals gepumpt.

Im landseitigen Bereich des LNG-Terminals wird das Niederschlagswasser in oberflächennahen Kanälen gesammelt [R7] und zu einem Regenbeckenklärbecken mit nachgeschaltetem Rückhaltebecken abgeleitet [R8], von dort erfolgt die Ableitung mengenkontrolliert in den Vorfluter 0202 [R9].

4.2 Niederschlagsmengen (Regenspende)

Die Auslegung des Entwässerungssystems erfolgt mit Niederschlagswerten entsprechend [R2] plus Zuschlag von 10% (bzw. 15%) entsprechend der Anforderung nach [R1] für den Standort Brunsbüttel mit:

- 2-jähriger Wiederkehrperiode für 10 Minuten Regenspende = $160,2 \text{ l/(s*ha)} \times 110\% = 176,2 \text{ l/(s*ha)}$, Fall I

sowie mit einer Überprüfung für ein Starkregenereignis mit:

- 5-jähriger Wiederkehrperiode für 10 Minuten Regenspende = $207 \text{ l/(s*ha)} \times 110\% = 227 \text{ l/(s*ha)}$, Fall II-a
- 5-jähriger Wiederkehrperiode für 5 Minuten Regenspende = $277,2 \text{ l/(s*ha)} \times 110\% = 304,9 \text{ l/(s*ha)}$, (Gebäude) Fall II-b

Die Überprüfung der Überflutungsgefahr wird basierend auf folgendem Ereignis durchgeführt:

- 30-jähriger Wiederkehrperiode für 5 Minuten Regenspende = $410,4 \text{ l/(s*ha)} \times 115\% = 471,9 \text{ l/(s*ha)}$ Fall III

Die verschiedenen Flächen im LNG-Terminal werden je nach Oberfläche mit abflusswirksamen Faktoren beaufschlagt:

- Gebäude und befestigte Flächen: 0,9,
- Schotterflächen 0,6,
- Grünflächen 0

5 Niederschlagsentwässerung

5.1 Landungssteg

Die Sammlung und Ableitung des Niederschlagswassers erfolgt auf den Flächen des Landungssteiges durch die Installation von Aufkantungen und Gefälleausführungen, sowie die Installation von Sammelleitungen und Rinnen, die das aufgefangene Niederschlagswasser zu Sammelbecken (T-101 bis T-103) sind Pumpen installiert, die das Niederschlagswasser in das landseitige Entwässerungssystem pumpen.

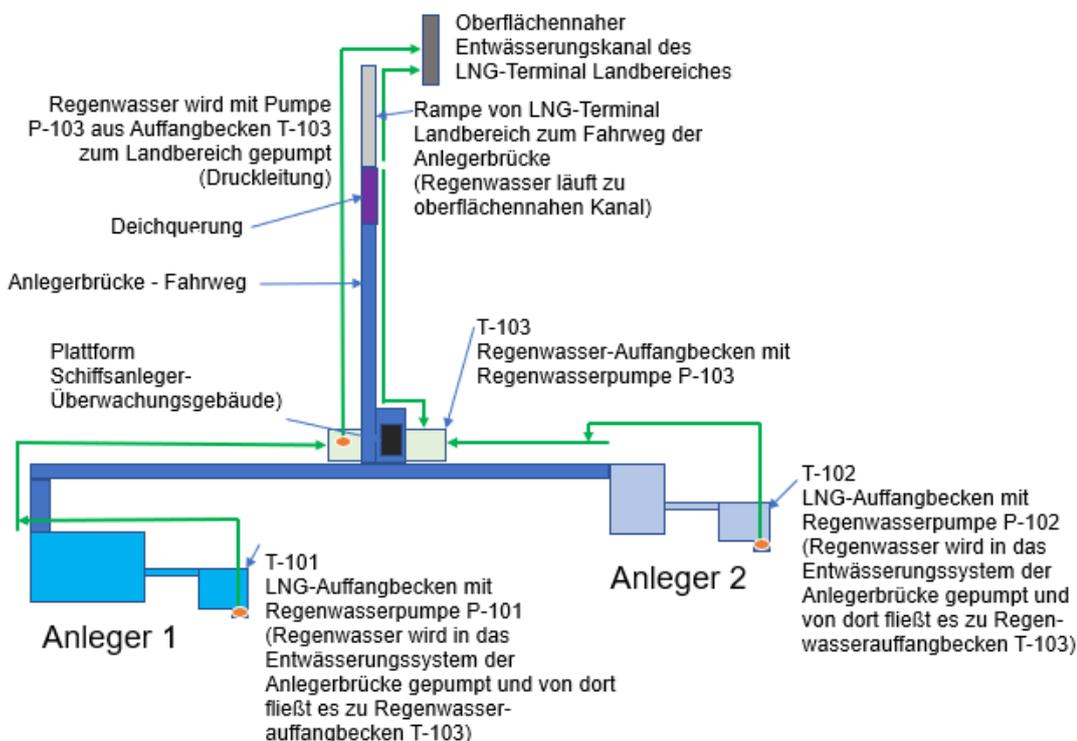


Abb. 5-1: Prinzipskizze: Entwässerung Landungssteg

Tab. 5-1: Flächen auf dem Landungssteg und Niederschlagsmengen

	Fläche [m ²]	Faktor [-]	Abflusswirksame Fläche [m ²]	Regenspende I [l/s]	Hinweise
Anleger 1	1266	0,9	1140	20,1	1)
Anleger 2	1160	0,9	1044	18,4	2)
Anlegerbrücke	2176	0,9	1958	34,5	3)
Plattform Überwachungsgebäude	1072	0,9	965	17,0	4)
Rampe	238	0,9	215	3,8	5)
Hinweise: 1) fließt in LNG-Auffangbecken T-101 und wird mit P-101 in Entwässerung Anlegerbrücke gepumpt 2) fließt in LNG-Auffangbecken T-102 und wird mit P-102 in Entwässerung Anlegerbrücke gepumpt 3) fließt in Regenwasserauffangbecken T-103 und wird mit P-103 in das landseitige Entwässerungssystem gepumpt 4) fließt in Regenwasserauffangbecken T-103 und wird mit P-103 in das landseitige Entwässerungssystem gepumpt 5) fließt direkt in das landseitige Entwässerungssystem					

Die Niederschlagsmengen werden in den Auffangbecken gesammelt und von dort mit Regenwasserpumpen ausgepumpt.

Tab. 5-2: Auffangbecken und Pumpenleistung

	Vorhandenes Volumen [m ³]	Geplante Pumpenleistung [m ³ /h]
T-101 / P-101	18,8	40
T-102 / P-102	18,8	40
T-103 / P-103	80	100

In einer Überprüfung werden die Wassermengen ermittelt, die während eines Starkregens mit einer Wiederkehrperiode von 5 Jahren über 10 Minuten bzw. 30 Jahren über 5 Minuten anfallen und mit der Speicherkapazität der Auffangbecken verglichen.

Tab. 5-3: Auffangbeckengröße und Starkregenspende (ohne Auspumpen)

	Auffangbecken-größe [m ³]	Fall I T = 2 a, D = 10 min [m ³]	Fall II T = 5 a, D = 10 min [m ³]	Fall III T = 30 a, D = 5 min [m ³]
T-101	18,8	12,1	15,6	16,1
T-102	18,8	11,0	14,3	14,8
T-103	80,0	20,7	26,7	27,7

Die Druckleitung der Pumpe P-103 wird bis zum ersten Kanal des landseitigen Entwässerungssystem geführt. Von der Rampe, die von dem LNG-Terminal zu der Deichquerung und Landungssteg führt, fließt das Niederschlagswasser ebenfalls in den Entwässerungskanal. Die Wassermenge, die vom Landungssteg, Deichquerung und Rampe in das landseitige Entwässerungssystem eingeleitet wird beträgt 31,6 l/s und setzt sich aus der Fördermenge der Pumpe P-103 und dem Niederschlagswasser, das auf die Rampe fällt.

5.2 LNG-Lagerung an Land

Der landseitige Bereich des LNG-Terminals enthält die LNG-Lagertanks mit der zu gehörigen Anlagentechnik, die als befestigte Flächen ausgeführt sind, sowie die erforderlichen Gebäude für den Betrieb und Verwaltung, sowie die Straßen, um zu den einzelnen Anlagenbereichen zu gelangen.

Als prinzipielle Anlagengeländehöhe wurde +2,20 m NHN gewählt. Die einzelnen Anlagenbereiche werden in der detaillierten Planung mit Gefälle ausgeführt, dass eine einwandfreie Entwässerung und Abfluss möglich sind.

Straßen sind mit einem Quergefälle von 2,5% zum Entwässerungskanal geplant, mit der Vorgabe die +2,20 m NHN als niedrigste Straßenhöhe anzusetzen.

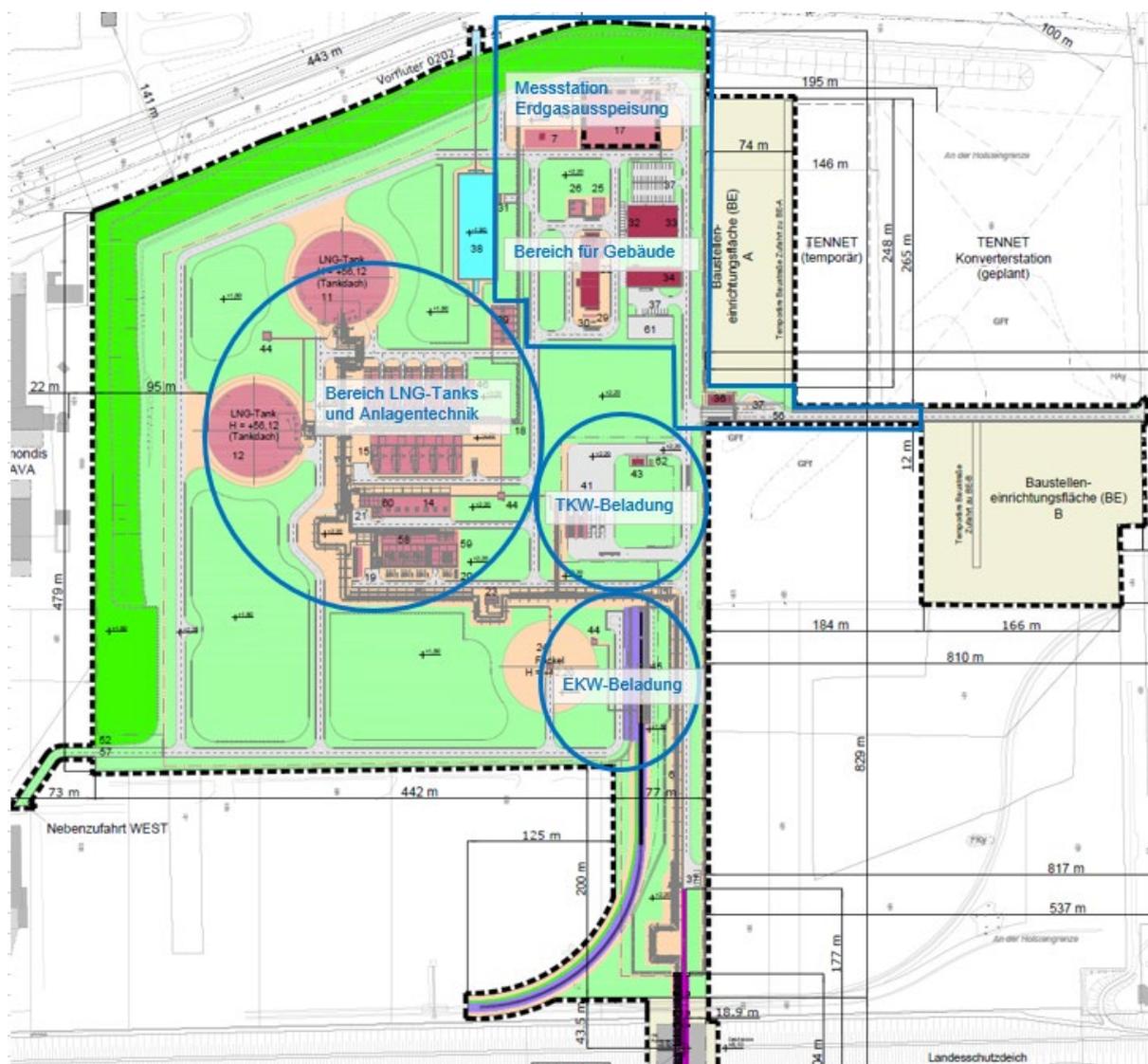


Abb. 5-2: Bereiche des landseitigen LNG-Terminals

In der Abb. 5-2 ist eine Übersicht des LNG-Terminals gezeigt, mit Kennzeichnung der unterschiedlichen Bereiche:

- Gebäude
- LNG-Lagerung mit Anlagentechnik, TKW- und EKW-Beladung

5.2.1 Bereich: Gebäude

Die Flächen in den Bereich für Gebäude sind in Abbildung 4 mit den Auslegungsregenmengen und Entwässerungskanal-Lage versehen worden. Schotterflächen (hier als Fläche A, B, C gekennzeichnet) werden über ein, während der Bauphase der Aufhöhungen installiertes, Drainage-System an die Entwässerungskanäle angeschlossen.



Abb. 5-3: Entwässerungsmengen im Gebäudebereich

Tab. 5-4: Gebäudebereich: Regenspende Fall I (Auslegungsfall)

Zone		Breite [m]	Länge [m]	Fläche [m ²]	Faktor [-]	abflusswirksame Fläche [m ²]	Regenspende ¹ [l/s]
Gebäude							
32/33	Verwaltung und Kontrollraum	43	28	1204	0,9	1084	19,1
34	Werkstatt und Lager	47	16	752	0,9	677	11,9
22/27/28	E-Schaltanlage MSR-Technik	16	68	1088	0,9	979	17,3
7	Analysenhaus	3	4	12	0,9	11	0,2
31	Löschwasserpumpenhaus	8	8	64	0,9	58	1,0
36	Pförtnerhaus	21	10	210	0,9	189	3,3
	Gesamt					2997	
Anlagentechnik							
17	GUD-Messstation	67	52	3484	0,9	3136	55,3
7	Messstation an Dritte	45	18	810	0,9	729	12,8
25	Stickstoffversorgung	12	15	180	0,9	162	2,9
26	Instrumentenluft-Versorgung	13	13	169	0,9	152	2,7
29/30	Notstrom-Erzeugung	15	10	150	0,9	135	2,4
	Gesamt					4314	
Straßen²							
1		130	8	1040	0,9	936	16,5
2	Inkl. Geh/Radweg	165	10	1650	0,9	1485	26,2
3		160	8	1280	0,9	1152	20,3
4		155	8	1240	0,9	1116	19,7
5		94	8	752	0,9	677	11,9
6		170	8	1360	0,9	1224	21,6
7		30	8	240	0,9	216	3,8
8	Inkl. Parkstreifen	40	12	480	0,9	432	7,6
9		25	8	200	0,9	180	3,2
10		70	8	560	0,9	504	8,9
11		195	8	1560	0,9	1404	24,7
12	Zufahrtstraße OST (teilweise)	110	11	1210	0,9	1089	19,2
	Gesamt					10415	
Sonstige befestigte Flächen							
	Parkplatz 1 an 32/33	35	35	1225	0,9	1103	19,4
	Parkplatz 2 an 32/33	8	30	240	0,9	216	3,8
	Einfahrt und Parkplatz an 34	35	25	875	0,9	788	13,9
	Freilager 61	40	20	800	0,9	720	12,7

¹ Auslegungsfall: T = 2a, D = 10 min

² Befestigte Fläche plus 2m für Bankette

Zone		Breite [m]	Länge [m]	Fläche [m ²]	Faktor [-]	abflusswirksame Fläche [m ²]	Regenspende ¹ [l/s]
	Einfahrt zu GUD und Parkplatz	20	10	200	0,9	180	3,2
	Einfahrtsbereich	90	15	1350	0,9	1215	21,4
	Gesamt					4221	
Schotterflächen (mit Drainage-System) abzüglich Fläche Anlagentechnik							
A	um Messstation 7 und 17			3456	0,6	2074	36,5
B	um 25 und 26			391	0,6	235	4,1
C	um 22/27/28			1422	0,6	853	15,0
	Gesamt					3161	

Die Entwässerungsmengen werden in oberflächennahen Entwässerungskanäle in Richtung des Rückhaltebeckens geleitet. Die gesammelten Mengenströme sind in Abb. 5-3 als Sammelpunkt 1 bis 9 gezeigt. Ab Punkt 9 wird der Entwässerungsstrom mit dem Durchfluss aus dem Bereich der Anlagentechnik zusammengeführt.

Tab. 5-5: Entwässerungsmengen an Sammelpunkten Gebäudebereich

Sammelleitungspunkte	Auslegung I T = 2a, D = 10 min	Überprüfung II T=5a, D = 10 min (Gebäude 5 min)	Überprüfung III T=30a, D = 10 min (Gebäude 5 min)
	[l/s]	[l/s]	[l/s]
1	57,0	75,1	152,7
2	93,9	134,9	251,5
3	38,5	49,8	103,1
4	153,0	197,8	409,9
5	21,1	27,2	56,5
6	41,2	60,8	110,4
7	199,2	277,7	629,7
8	243,3	337,0	651,7
9	442,5	614,7	1281,4

5.2.2 Bereich Anlagentechnik

Der Bereich der Anlagentechnik ist in Abbildung 5 gezeigt.

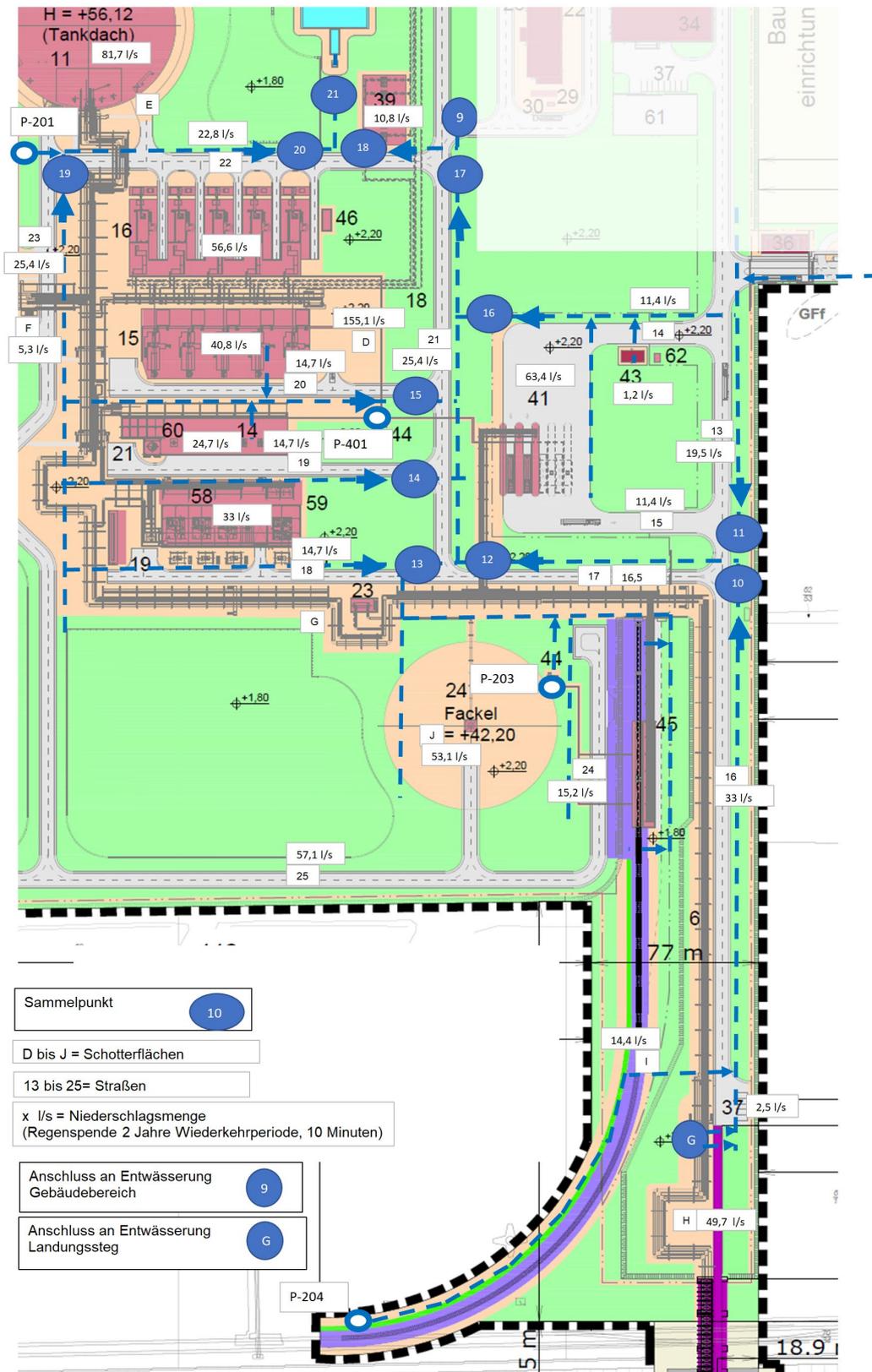


Abb. 5-4: Entwässerungsmengen im Anlagenbereich

Tab. 5-6: Flächen im Anlagenbereich des LNG-Terminals und Niederschlagsmengen

Zone		Breite [m]	Länge [m]	Fläche [m ²]	Faktor [-]	abflusswirksame Fläche [m ²]	Regenspende ³ [l/s]
Gebäude							
43	TKW-Beladung	11	7	77	0,9	69	1,2
20	Verdichtergebäude	65	32	2080	0,9	1872	33,0
	Gesamt					1941	
Anlagentechnik							
41	TKW Beladung	40	100	4000	0,9	3600	63,4
45	EKW-Beladung	15	50	750	0,9	675	11,9
16	LNG-Verdampfer SCV	83	43	3569	0,9	3212	56,6
15	LNG-Verdampfer IFV	78	33	2574	0,9	2317	40,8
14/60	LN-HD-Pumpen	78	20	1560	0,9	1404	24,7
39	Heizwasserpumpen	20	34	680	0,9	612	10,8
11	LNG-Tank	Ø	81	5150	0,9	4635	81,7
12	LNG-Tank	Ø	81	5150	0,9	4635	81,7
	Gesamt					21090	
Straßen⁴							
13		145	8,5	1232,5	0,9	1109	19,5
14	Zufahrt TKW	60	12	720	0,9	648	11,4
15	Ausfahrt TKW	60	12	720	0,9	648	11,4
16		260	8	2080	0,9	1872	33,0
17		130	8	1040	0,9	936	16,5
18		155	6	930	0,9	837	14,7
19		155	6	930	0,9	837	14,7
20		155	6	930	0,9	837	14,7
21		200	8	1600	0,9	1440	25,4
22		180	8	1440	0,9	1296	22,8
23		200	8	1600	0,9	1440	25,4
24		120	8	960	0,9	864	15,2
25 ⁵		450	8	3600	0,9	3240	57,1
	Gesamt					16004	
Befestigte Flächen							
	Parkplatz an Rampe	8	20	160	0,9	144	2,5
	Gesamt					144	
Schotterflächen (mit Drainage-System) abzüglich Fläche Anlagentechnik							
D	Anlagenbereich			14948	0,6	8969	158,0
E	LNG-Tank			500	0,6	300	5,3

³ Auslegungsfall: T = 2a, D = 10 min

⁴ Befestigte Fläche plus 2m für Bankette

⁵ entwässert in Grünfläche

Zone		Breite [m]	Länge [m]	Fläche [m ²]	Faktor [-]	abflusswirksame Fläche [m ²]	Regenspende ³ I [l/s]
F	LNG-Tank			500	0,6	300	5,3
G	Rohrtrasse Ost-West			5650	0,6	3390	59,7
H	Rohrtrasse von Rampe nach G			4700	0,6	2820	49,7
I	Gleisbereich			1360	0,6	816	14,4
J	Fackelbereich			5024	0,6	3014	53,1
	Gesamt					19609	

Die Entwässerungsmengen werden in oberflächennahen Entwässerungskanälen in Richtung des Rückhaltebeckens geleitet. Die gesammelten Mengenströme sind in Abb. 5-4 als Sammelpunkt 10 bis 21 gezeigt. Die Entwässerung aus dem Gebäudebereich (Punkt 9) ist dem System an Punkt 14 zugeführt. Die Entwässerung vom Landungssteg ist an Punkt G berücksichtigt.

Tab. 5-7: Entwässerungsmengen an Sammelpunkten im Anlagenbereich

Sammelleitungspunkte	Auslegung I T = 2a, D = 10 min	Überprüfung II T=5a, D = 10 min (Gebäude 5 min)	Überprüfung III T=30a, D = 10 min (Gebäude 5 min)
	[l/s]	[l/s]	[l/s]
Punkt 11	43,6	148,2	229,4
Punkt 16	63,4	215,6	333,8
Punkt 13	47,7	162,3	251,2
Punkt 14	14,7	50,1	77,6
Punkt 15	273,0	273,0	422,6
Punkt 19	141,3	480,3	743,4
Punkt 20	273,4	929,5	1438,7
Punkt 10	132,3	449,6	695,9
Punkt 12	239,7	814,7	1261,0
Punkt 17	485,2	1649,2	2552,7
Punkt 18	934,5	3176,8	4917,0
Punkt 21	1208,0	4106,2	6355,7

6 Ausführungsinformationen für die Entwässerung

Die geplante Ausführung der Entwässerung besteht aus oberflächennahen offenen Kanälen, die das Niederschlagswasser von den befestigten Flächen zu einem Regenklär- und -rückhaltebecken ableiten.

Um Straßen zu queren, wird in dem betreffenden Bereich eine Rohrdurchlass der zu querenden Straße erstellt, die, je nach Örtlichkeit mit einem Sandfang ausgestattet sein kann und entsprechend den Auslegungsmengen bemessen wird.

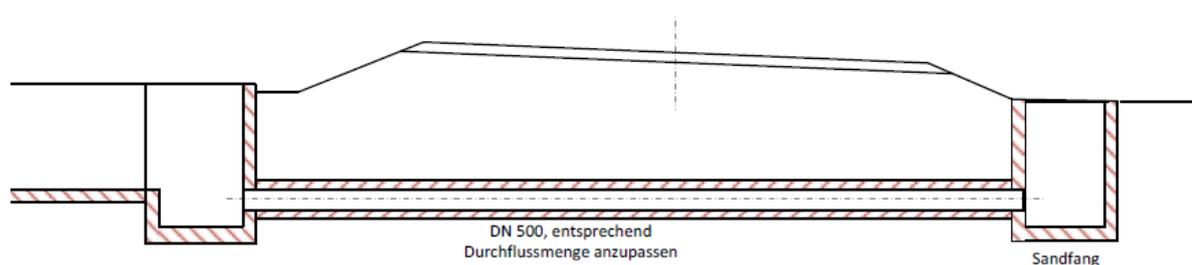


Abb. 6-1: Skizze: Rohrdurchlasses der Entwässerungskanäle unter einer Straße

Die Bereiche mit Schotterabdeckung, die im Anlagenbereich und um Gebäude geplant sind, werden, mit dem in der Bauphase während den Aufhöhungsmaßnahmen installierten Drainage-System, an die Kanäle angeschlossen. Abstand der Drainage-Rohre DN100 ist 10 m, Sammlerleitung als Verbinder der einzelnen Rohre ist DN 200 zu einem Einlaufschacht.

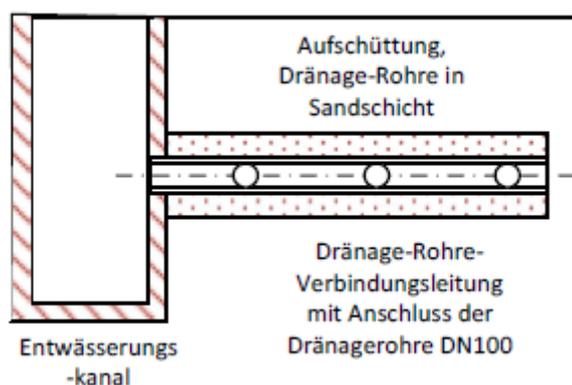


Abb. 6-2: Skizze: Drainage-Anbindung an die Entwässerungskanäle



Die Grünflächen im LNG-Terminal sind teilweise auf +2,20 m NHN und teilweise auf +1,80 m NHN geplant. Das Niederschlagswasser, das in diesen Bereichen anfällt, ist vorgesehen zu versickern, sowie möglich, oder zu verdunsten. Sollte dies nicht möglich sein, so sind die Entwässerungsmulden mit einem Mulden-Einlaufschacht als Notüberlauf in die Entwässerungskanäle ausgerüstet.

Die Gleisentwässerung wird in einer Entwässerungsmulde entlang der Gleisstrecke durchgeführt. Auch diese Mulde erhält einen Muldeneinlaufschacht mit einem Überlauf in das Entwässerungskanalsystem. Der Bereich der Entwässerungsmulde in Nähe des Gleisanschlusses an das vorhandene Gleis, von dem das Regenwasser aufgrund der Höhenunterschiede nicht zurück in den LNG-Terminal fließen kann, erhält einen Pumpenschacht mit zusätzlicher Regenwasserpumpe, die ein Überlaufen des Schachtes verhindert und das Regenwasser füllstandgeregt in das Entwässerungskanalsystem pumpt. Diese Lösung verhindert, dass Niederschlagswasser aus dem LNG-Terminal Bereich in das Entwässerungssystem der nachbarlichen Anlagen fließt.

Das Entwässerungskanalsystem wird aus Stahlbeton z.B. als Rechteckrinne hergestellt und wird mit Abdeckungen (Betonplatten oder Gitterroste) bzw. Geländer oder Fahrbahnleitplanken gesichert.

Die Größenordnung der Kanäle, wie Breite, Tiefe und Gefälle, ist in Abb. 6-4 gezeigt.

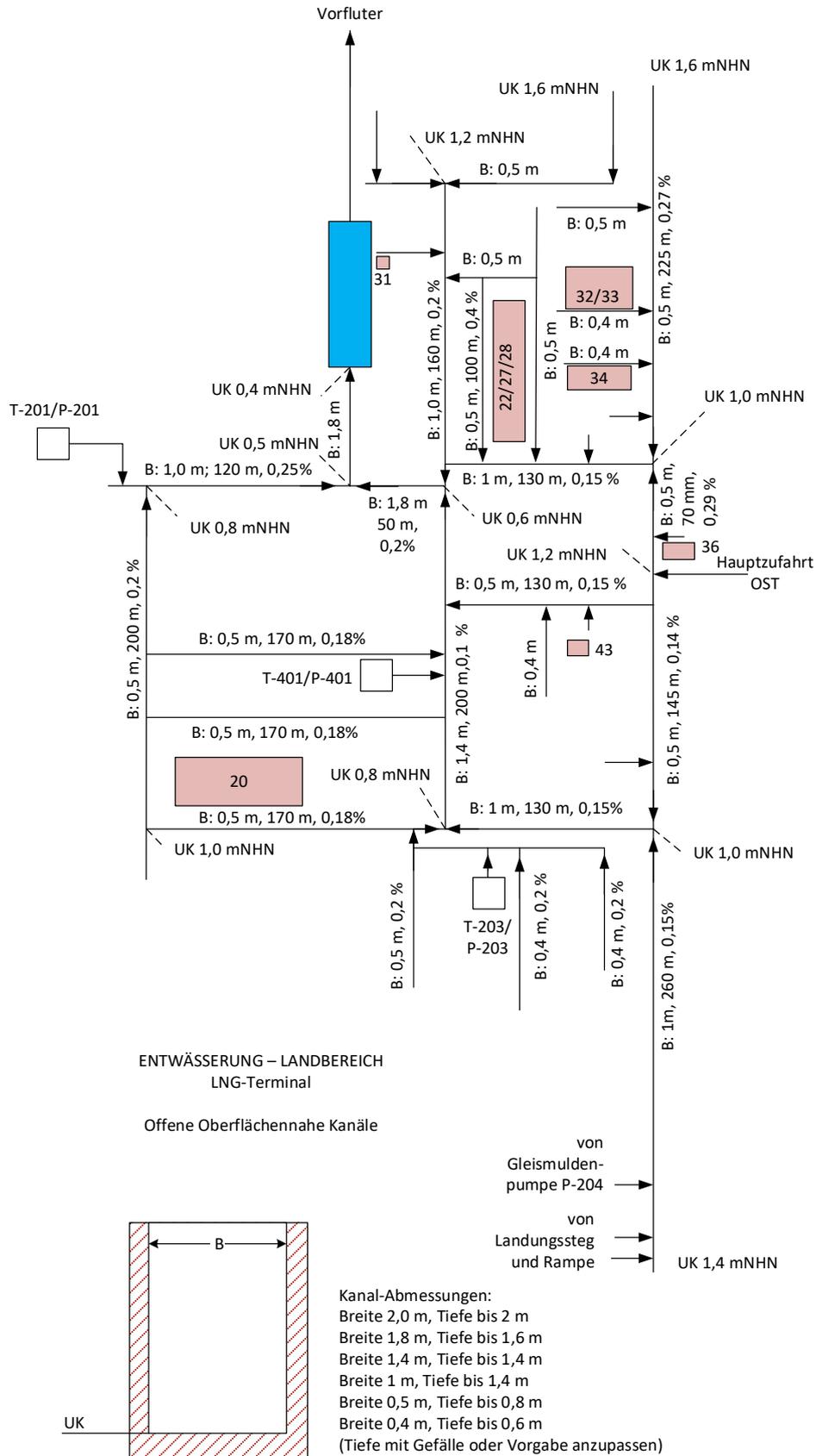


Abb. 6-3: Entwässerungskanalssystem des landseitigen Bereiches des LNG-Terminals



Die Füllstände in den Kanälen reichen bis zu 35% während des 10-minütigen Niederschlag mit 2-jähriger Wiederkehrperiode.

Bei einer Regenspende mit 10-minütigen Niederschlag und 5-jähriger Wiederkehrperiode steigen die Füllstände bis zu 60%.

Selbst bei einem Starkregen von 5 Minuten und 30-jähriger Wiederkehrperiode würde das Kanalsystem nicht überlaufen.

Alle Kanäle werden mit Gefälle zum Regenklärbecken geplant. Dabei werden Werte von 0,1 % bis 0,29 % erreicht.

In der Ausführungsplanung sind die Kanalabmessungen und Gefälle zu optimieren.

7 Sonderfall: Betrieb der Tauchflammenverdampfer (SCV)

Alle 5 Jahre wird die Heizwasserversorgung, die im normalen Betrieb die Verdampfungsenergie für das LNG bereitstellt, durch einen betrieblichen Stillstand des Versorgungs-betriebes für ca. 4 Wochen unterbrochen. Während dieser Zeit, wird das LNG über die installierten Tauchflammenverdampfer verdampft, damit das Erdgas weiterhin in die Versorgungsleitungen geleitet werden kann.

Die Tauchflammenverdampfer erhalten die notwendige Energie durch Verbrennung von Erdgas und Wärmeübertragung in einem Wasserbad. Bei der Verbrennung von Erdgas entsteht Wasser, dass durch das Kohlendioxid der Verbrennung sauer reagiert und vor der Ableitung neutralisiert werden muss.

Bei der maximalen Erdgasauspeisemenge fallen ca. 24 m³/h Wasser an, die über die Entwässerung abgeleitet werden.

10.3 Beschreibung der abwasserrelevanten Vorgänge

Anlagen:

- 10_03_Beschreibung Abwasserreleva Vorgaenge.pdf

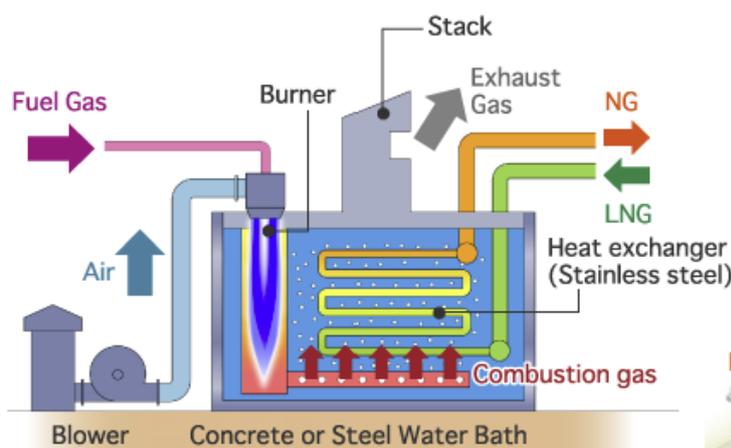
10.3 Beschreibung der Abwasserrelevanten Vorgänge

Wie in dem Abschnitt 10.1 erläutert, entsteht im LNG-Terminal, während des Normalbetriebes, kein Abwasser.

Allerdings ist anzumerken, dass in dem seltenen Betriebsfall der LNG-Verdampfung mit Tauchflammenverdampfern (SCV) und der Nutzung von Heizgas, ein Abwasser anfällt, das neutralisiert und dann in die Entwässerung abgeleitet wird. Dieser Betriebsfall ist alle 5 Jahre für ca. 4 Wochen vorgesehen, wenn die Heizwasserversorgung für die LNG-Zwischenmedium-Verdampfer (IFV) einen Betriebsstillstand hat.

Es handelt sich um die Betriebseinheit BE 441-A, BE 441-B, BE 441-C, BE 441-D, BE 441-E „LNG-Tauchflammenverdampfer“.

In dem LNG-Tauchflammenverdampfer wird in einem Wasserbecken das LNG durch eine Rohrbündel geleitet und durch die Wärme des Wasserbades zu Erdgas (NG) verdampft. Um ausreichend Wärme im Wasserbad zu erhalten, um die LNG-Verdampfung durchzuführen, wird Erdgas verbrannt (ein Teilstrom des verdampften LNG wird dafür verwendet) und das Verbrennungsabgas durch das Wasserbad geleitet. Das Abgas wird aus dem System über einen Kamin in Atmosphäre abgeleitet.



Prinzipische Skizze eines Tauchflammenverdampfers (Beispiel: Sumitomo Precision Products; [LNG vaporizer | Sumitomo Precision Products Co., Ltd. \(spp.co.jp\)](http://www.spp.co.jp))

Das Abgas ist überwiegend CO₂ und tritt als Emission (Quelle 14 A – E, 5 LNG-Tauchflammenverdampfer installiert, 4 Tauchflammenverdampfer in Betrieb, um max. Erdgas Ausspeisung zu gewährleisten).

Bei der Verbrennung entsteht ebenfalls Wasser, das aus dem System überläuft. Dieses Wasser hat eine Menge CO₂ gelöst und ist eine schwach saure Kohlensäure.

Die stöchiometrischen Überlaufmengen sind bei der max. Erdgasausspeisemenge 26,2 m³/h und bei max. CO₂-Sättigung (ca. 700 mg/l bei 50°C) enthält dieses Abwasser 18,3 kg CO₂.

Ein gewisser Teil des entstehenden Wasser wird mit dem Abgas ausgetragen.

Das Überlaufwasser wird in einem Betonbecken aufgefangen und mit Natronlauge (20%ig) neutralisiert, bevor es in das Entwässerungssystem für Niederschlagswasser des LNG-Terminals abgeleitet wird.

Es werden hierfür 167 kg/h 20%ige Natronlauge verwendet. Das Neutralisationsprodukt Natriumcarbonat Na_2CO_3 (44 kg/h) wird als wässrige Lösung (Konzentration kleiner wie 1%) als Abwasser über das Regenwasserrückhaltebecken in den Vorfluter 0202 abgeleitet, wobei es durch Niederschlagwasser oder den Löschwasservorrat weiter verdünnt wird.

10.4 Angaben zu gehandhabten Stoffen

10.4 Angaben zu gehandhabten Stoffen

Betriebseinheit 441 A - E LNG-Tauchflammenverdampfer:

Folgende Stoffe werden gehandhabt:

Anfallendes Abwasser:

Kohlendioxid in Wasser gelöst (26,2 m³/h, gesättigt)

Neutralisation mit:

Natronlauge 20%ig (167 kg/h, Vorrat 1 m³)

Abwasser zur Entsorgung:

Natriumcarbonat in Wasser gelöst (26,5 m³/h, Konzentration 1%)

10.5 Maßnahmen zur Vermeidung von Abwasser

10.5 Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung von Abwasser

Betriebseinheit 441 A - E LNG-Tauchflammenverdampfer:

Die Betriebseinheit 44 LNG-Tauchflammenverdampfer ist eine Back-up Installation, um bei einer Unterbrechung der Heizwasserversorgung, die Erdgasausspeisung aus dem LNG-Terminal in das Erdgasnetzwerk weiterführen zu können.

Das Heizwassersystem ist mit einer hohen Verfügbarkeit geplant, so dass ungeplante Versorgungsunterbrechungen nur selten vorkommen können. Der geplante Betriebsstillstand in dem Heizwasser-Versorgungsbetrieb (alle 4 bis 5 Jahre für max. 5 Wochen) kann nicht vermieden werden.

Die LNG-Tauchwasserverdampfer werden mit Brennern mit hohem Wirkungsgrad ausgerüstet, um die zu verbrennende Erdgasmenge zu reduzieren und daher auch nur geringe Wassermengen erzeugen.

10.6 Maßnahmen zur Überwachung der Abwasserströme

10.6 Maßnahmen zur Überwachung der Abwasserströme

Betriebseinheit 441 A-E LNG-Tauchflammenverdampfer:

Die Neutralisation erfolgt pH-geregelt und ist mit Alarmen ausgestattet, eine Abweichung wird in dem Kontrollsystem angezeigt. Das Überlaufbecken, in dem die Neutralisation pH-geregelt erfolgt, ist ausreichend groß bemessen, das Abwasser zurückzuhalten, bis die Regelung korrigiert wurde.

Im weiteren Auslauf des Abwassers befindet sich das Regenrückhaltebecken, in dem der Löschwasservorrat vorgehalten wird. Bei dem gering belasteten Abwasser und selbst bei vollständigem Versagen der pH-Regelung, findet eine ausreichende Verdünnung statt, so dass keine negativen Einflüsse auf den Vorfluter 0202 erwartet werden.

10.7 Angaben zum Abwasser am Ort des Abwasseranfalls und vor der Vermischung

nicht zutreffend

10.8 Abwassertechnisches Fließbild

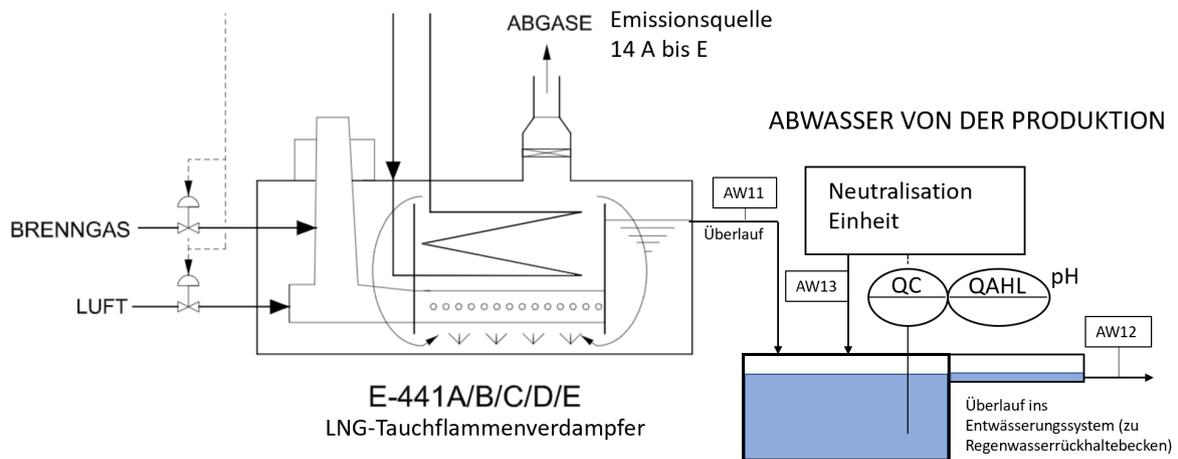
Anlagen:

- 10_08_Abw_techni_Fliessbild_1.pdf

10.8 Abwassertechnisches Fließbild

Betriebseinheit BE 441-A, BE 441-BB, BE 441-C, BE 441-D, BE 441-E

„LNG-Tauchflammenverdampfer“:



Betriebsfall bei max. Erdgasauspeisung:

AW11 = Überlauf von LNG-Tauchflammenverdampfer,
26,2 m³/h, 18,3 kg CO₂/h gelöst in Wasser (gesättigt, bei 50°C)

AW12 = Überlauf in Entwässerungssystem nach Neutralisation,
26,2 m³/h, 44 kg Na₂CO₃/h gelöst in Wasser (Konzentration < 1%)

AW13 = Neutralisationsmittel Natronlauge NaOH, 33 kg/h

10.9 Abwasseranfall und Charakteristik des Rohabwassers
--

BE Nr.	Bezeichnung der Betriebseinheit	Stoffstrom Nr. lt. Fließbild	Abwasserart	Höchstmenge		Parameter	Höchstkonzentration n [mg/l]	Höchstfracht t [kg/h]	Ableitung
				[m³/h]	[m³/d]				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Seewasser						
441A	Feuerung SCV A	AW 11 in Fließbild 10.8	Rohabwasser SCV / Abwasser	26,5	636	CO2 gesättigt			
441B	Feuerung SCV B	AW 11 in Fließbild 10.8	Rohabwasser SCV / Abwasser	26,5	636	CO2 gesättigt			
441C	Feuerung SCV C	AW 11 in Fließbild 10.8	Rohabwasser SCV / Abwasser	26,5	636	CO2 gesättigt			
441D	Feuerung SCV A	AW 11 in Fließbild 10.8	Rohabwasser SCV / Abwasser	26,5	636	CO2 gesättigt			
441E	Feuerung SCV E	AW 11 in Fließbild 10.8	Rohabwasser SCV / Abwasser	26,5	636	CO2 gesättigt			

10.10 Abwasserbehandlung

BE. Nr.	Bezeichnung der Abwasserbehandlung	Stoffstrom Nr. lt. Fließbild	Abwasserzuflu ß [m³/h]	Parameter	Zulauf		Ablauf		Ableitung / Einleitung
					Höchstkonzentratio n [mg/l]	Höchstfrach t [kg/h]	Höchstkonzentratio n [mg/l]	Höchstfrach t [kg/h]	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

10.11 Auswirkungen auf Gewässer bei Direkteinleitung

Auswirkungen bei Direkteinleitung von Abwasser über das Regenrückhaltebecken in den Vorfluter 0202 sind nicht zu erwarten.

10.12 Niederschlagsentwässerung

- Einleitung in die kommunale Regenwasserkanalisation (Indirekteinleiter)

Vorbehandlung

- Ja
 Nein

- Direkteinleitung in das Grundwasser über

Sickergraben, Sickerwasser

Drainage

Sickerschacht

sonstige (benennen)

Vorbehandlung

- Ja
 Nein

- Direkteinleitung in ein oberirdisches Gewässer

Vorbehandlung

- Ja
 Nein

Findet eine Regenwassernutzung statt?

- Ja
 Nein

10.13 Sonstiges

Anlagen:

- 10_13_01_EB_Baustelleneinrichtungsflaech Erschliess.pdf
- 10_13_02_UELP_Hauptzufahrt_Bst_flaeche_B.pdf
- 10_13_03_UELP_Hauptzufahrt_Bst_flaeche_A.pdf
- 10_13_04_UEP_Nebenzufahrt.pdf
- 10_13_05_KLP_Hauptzufahrt_Bst_flaeche.pdf
- 10_13_06_KLP_Hauptzufahrt_Bst_flaeche_A.pdf
- 10_13_07_UEP_Querschnitt_Haupt_Nebenzufahrt.pdf
- 10_13_08__RQ_Strassen.pdf
- 10_13_08_01_UELP_Strassen_LNG-Terminal.pdf
- 10_13_09_00_Nebau Gleisanschluss LNG-Terminal Bruns Regelquerschn.pdf
- 10_13_09_01_neu_Muldenberech_Gleis_nBf.pdf
- 10_13_10_Infor Baugruben Grundwasseranag P600-200009.pdf
- 10_13_11_neu_Grundwasserentnahme_nBf.pdf

Vorhaben:

German LNG-Terminal in Brunsbüttel



Unterlage 10.13.1

Erläuterungsbericht zur Baustelleneinrichtung und Erschließung

Vorhabenträger: German LNG Terminal GmbH Elbehafen 25541 Brunsbüttel	
Vertreter des Vorhabenträgers: German LNG Terminal GmbH Elbehafen 25541 Brunsbüttel	Planverfasser: Merkel Ingenieur Consult Johann-Mohr-Weg 2 22763 Hamburg
Datum 26.11.2021 Unterschrift	Datum 26.11.2021 Unterschrift
Genehmigungsvermerk:	

INHALTSVERZEICHNIS	
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	3
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	5
1. Veranlassung und Aufgabenstellung	6
2. Örtliche Verhältnisse	6
2.1. Baugrundverhältnisse	7
2.2. Vorhandene Verkehrsanlagen	8
3. Verkehrsanlage	8
3.1 Bauablauf der Verkehrsanlage	8
4. Baustelleneinrichtungsflächen	9
5. Entwässerungskonzepte	9
5.1. Grundlagen der Entwässerungskonzepte	9
5.2. Hauptzufahrt	9
5.3. Baustelleneinrichtungsfläche A	10
5.4. Baustelleneinrichtungsfläche B	10
5.5. Flächen nördlich der Baustellenzufahrt	10
5.6. Regenwasserbehandlung	11
5.6.1 Hauptzufahrt	11
5.6.2 Baustelleneinrichtungsfläche A	13
5.6.3 Baustelleneinrichtungsfläche B	14
5.6.3.1 Bemessungsnachweis von Absetzbecken und Tauchwand	16
6. Sonstiges	17
QUELLENVERZEICHNIS	17
ANLAGEN	17

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

A _M	Fläche der Mulde um die Baustelleneinrichtungsfläche
A _{a,b}	angeschlossene befestigte Fläche
A _B	Grundfläche der Behandlungsanlage
A _D	Durchschnittliche Querschnittsfläche der Mulde
AFS63	Abfiltrierbare Feste Stoffe < 63µm
A _{M,TP}	Querschnittsfläche am Tiefpunkt der Mulde
A _{max,B}	maximal anschließbare Fläche der Behandlungsanlage
A _{min}	Fläche unterhalb der Tauchwand
A _{ARKB}	Sohlenfläche des Regenklärbeckens
A _T	Fläche unterhalb der Tauchwand
A _{T,min}	Mindestens benötigte Fläche unterhalb der Tauchwand
B _{Abs.}	Breite des Absetzbeckens
BE-Fläche	Baustelleneinrichtungsfläche
B _{Mb}	Breite der breiten Mulde
B _{Ms}	Breite der schmalen Mulde
cm	Zentimeter
DHSV	Deich- und Hauptsielverband Dithmarschen
DN	Nennweite
GOK	Geländeoberkante
h	Stunde
ha	Hektar
h _{T,UK}	Höhe zwischen der Tauchwandunterkante und der Sohle des Regenklärbeckens.
h _{T,UK}	Höhe zwischen der Tauchwand Unterkante und der Sohle des Regenklärbeckens
K75	Kreisstraße 75
l	Liter
L	Gewählte Länge der Tauchwand
L _{Abs.}	Länge des Absetzbeckens
L _{Mb}	Länge der breiten Mulde
L _{Ms}	Länge der schmalen Mulde
LNG	liquefied natural gas
L _{T,min}	Mindestlänge der Tauchwand
m	Meter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
mNN	Meter über ...
q _A	Berechnete Oberflächenbeschickung
q _{A,max}	Maximale Oberflächenbeschickung
q _{A,max}	Maximale Oberflächenbeschickung
Q _{max}	Maximale Abfluss
REMONDIS SAVA	REMONDIS Sondermüllverbrennungsanlage
RStO 12	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012
s	Sekunde

VM	Volumen der Mulden um die Baustelleneinrichtungsfläche
$V_{M,RKB}$	Volumen der Mulde im Zulauf des Regenklärbeckens.
V_{Mb}	Volumen der breiten Mulde
V_{Ms}	Volumen der schmalen Mulde
V_{RHR}	Volumen des Rückhalteriums
$V_{RHR,A}$	Rückhalterium der Baustelleneinrichtungsfläche A
$V_{RHR,Abs}$	Rückhalterium des Absetzbeckens
$V_{RHR,B}$	Rückhalterium der Behandlungsanlage
$V_{RHR,B}$	Rückhalterium der Baustelleneinrichtungsfläche B
$V_{RHR,HF}$	Rückhalterium der Hauptzufahrt
V_{RKB}	Volumen des Regenklärbeckens
v_T	Berechnete horizontale Fließgeschwindigkeit unter der Tauchwand
$v_{T,max}$	Maximale horizontale Fließgeschwindigkeit unter der Tauchwand
WSP	Wasserspiegel
$WSP_{1,70m}$	Wasserspiegelbreite bei 1,70m
$WSP_{2,10m}$	Wasserspiegelbreite bei 2,10m

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Merkel Ingenieur Consult wurde durch die German LNG Terminal GmbH mit der Planung zum Ausbau des Feldweges auf dem Flurstück 70/31 in Brunsbüttel zu der Hauptzufahrt des LNG-Terminals, der der temporären Baustelleneinrichtungsflächen A und B (BE-Fläche) auf den angrenzenden Flächen sowie der Planung der Nebenzufahrt als Fluchtweg beauftragt worden. Neben dem Straßenbau beinhaltet die Planung auch die Entwässerung der genannten Flächen.

Die westlich der Otto-Hahn-Straße vorgesehenen temporäre BE-Flächen sind als Schotterfläche für die Ausführung des LNG-Terminals angedacht.

Nach Abschluss der Bauaktivitäten und der Inbetriebnahme des Terminals ist die Verkehrsanlage als Hauptzufahrt mit einem gemeinsamen Geh- und Radweg herzustellen. Die als Baustelleneinrichtung beanspruchte Fläche inkl. der Entwässerungsanlagen sind zurückzubauen und zu renaturieren.

2. Örtliche Verhältnisse

Die zu überplanenden Flächen im Industriegebiet Brunsbüttel an der Elbe befinden sich zwischen der REMONDIS Sondermüllverbrennungsanlage (SAVA) und dem süd-östlich gelegenen Kernkraftwerk Brunsbüttel. Die komplette Projektflächen samt der äußeren Erschließung ist südlich der Fährstraße gelegen (siehe Abb. 1).

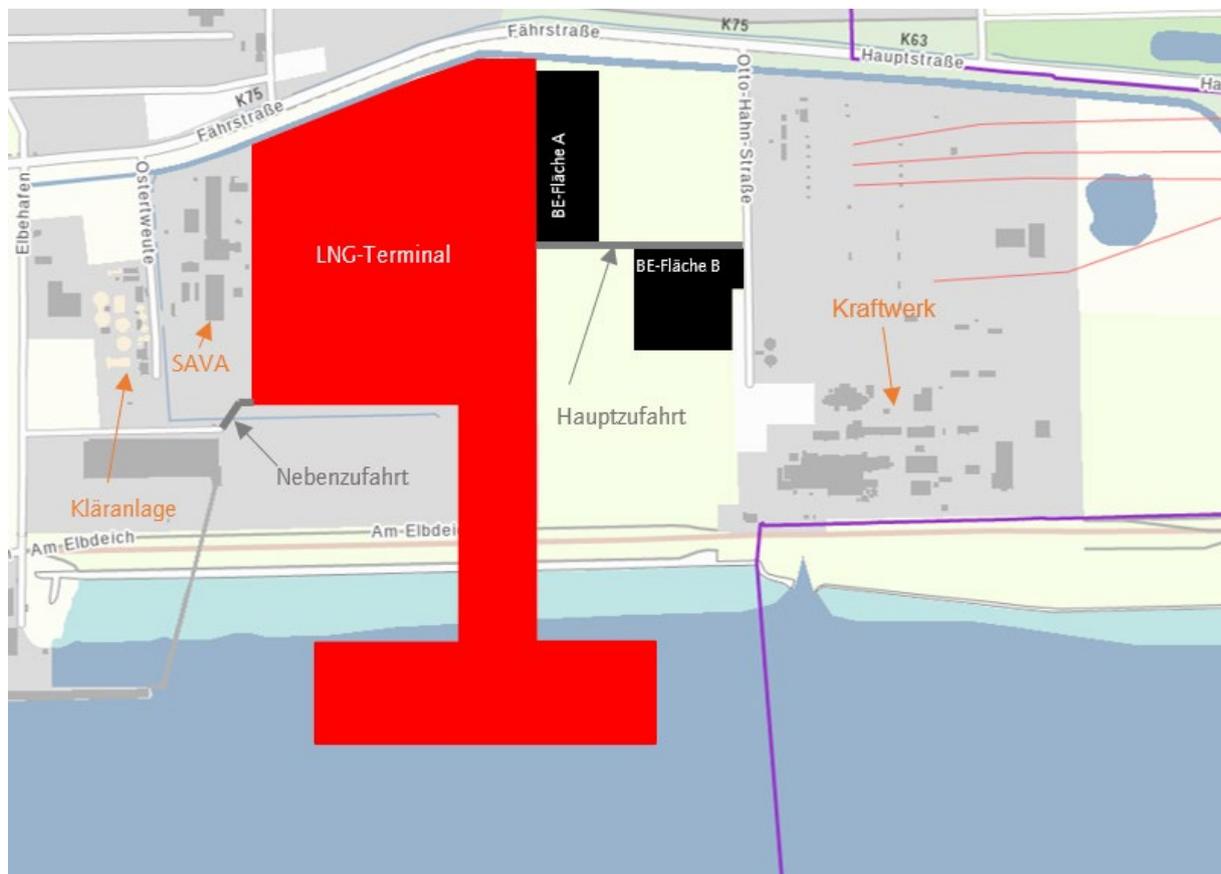


Abbildung 1 Übersichtsplan (DigitalerAtlasNord Schleswig-Holstein)

2.1. Baugrundverhältnisse

Die Fugro Germany Land GmbH hat im Auftrag der German LNG Terminal GmbH die geotechnische Erkundung und auf Grundlage der Feld- und Labordaten einen geotechnischen Bericht erstellt. Unter Auffüllungen steht bis in einer Tiefe von ca. 17 m unter der Geländeoberkante (GOK) sehr weicher bis steif-bindiger Boden mit hohem Wassergehalt an.

Der Grundwasserstand kann jahreszeitenabhängig bis zur GOK festgestellt werden. Niederschlagsbedingt kann es zu Flächenüberflutungen kommen (siehe Abb. 2). Der unter dem Oberboden bzw. der Auffüllung anstehende bindige Boden ist sehr schwach durchlässig und für eine Niederschlagswasserversickerung nicht geeignet.



Abbildung 2 Trasse des geplanten Fluchtwegs

2.2. Vorhandene Verkehrsanlagen

Die geplante BE-Fläche ist über die 6,50 m breite Otto-Hahn-Straße mit einer Brücke an die Fährstraße (K75) angebunden. Die Otto-Hahn-Straße weist beidseitigen Baumbestand auf. Die Brücke überquert den hier ca. 15 m breiten Vorfluter 0202.

Der zu überplanende Feldweg des Flurstücks 70/31 ist im vorhandenen Zustand unbefestigt (siehe Abbildung 3).



Abbildung 3 Vorhandener Feldweg

3. Verkehrsanlage

Der vorhandene Feldweg dient während der Bauausführung zur Erschließung der BE-Flächen und des Terminal-Geländes. Für die Zufahrt zu beiden BE-Flächen ist die 6,50 m breite asphaltierte Hauptzufahrt an die Otto-Hahn-Straße anzuschließen. Nach etwa 130 m wird die BE-Fläche B und nach weiteren etwa 180 m die BE-Fläche A über eine aufgeschüttete Überfahrt erschlossen.

Der Straßenaufbau der Baustellenzufahrt sowie des Fluchtweges wurde auf Basis der RStO 12 und einer Belastungsklasse 1,8 dimensioniert. Die Umsetzung erfolgt in Asphalt (Tafel 1, Zeile 3).

4 cm	Asphaltdecke
12 cm	Asphalttragschicht
15 cm	Schottertragschicht
34 cm	Schicht aus frostunempfindlichem Material
65 cm	Gesamtaufbau

3.1 Bauablauf der Verkehrsanlage

1. Vorarbeiten ausführen inklusive Verkehrssicherung, Räumung des Baufeldes und Rodungsarbeiten.
2. Rückbau des Feldweges inklusive sämtlicher Anlagen wie Zäune und Beschilderung.
3. Herstellung der Entwässerung der Hauptzufahrt und der BE-Flächen inklusive der Durchlässe für die Zufahrt der BE-Fläche B.
4. Herstellung der Hauptzufahrt nach baulichem Bedarf
5. Anschluss an die BE-Fläche herstellen.
6. Herstellung der BE-Flächen inkl. Entwässerung

4. Baustelleneinrichtungsflächen

Die Baustelleneinrichtungsflächen werden über die Otto-Hahn-Straße und die in Abschnitt 3 beschriebene Verkehrsanlage erschlossen. Sie sind als Schotterfläche auf einer Drän- und Ausgleichsschicht aus Sand geplant. Als Trennlage zwischen Schotter und Sand wird ein Geogitter vorgesehen. Die Dränschicht aus Sand wird mit Geotextil vollständig (oben, unten und seitlich) eingefasst.

Die BE-Fläche A wird mit einem Dachprofil mit leichtem Gefälle zu den umlaufenden Mulden entwässert. Die Mulden selbst sind mit einem Gefälle zum Tiefpunkt auf der westlichen Seite herzustellen. Von dem Tiefpunkt aus wird das Wasser über den festen Querschnitt von 0,15m gedrosselt in die Entwässerung des LNG-Terminals eingeleitet.

Die BE-Fläche B wird ebenfalls über umlaufende Mulden mit leichtem Gefälle in Richtung Absetzbecken entwässert. Eine Tauchwand am Ende des Erdbeckens hält anfallende Leichtflüssigkeiten von der Einleitung in die Vorflut 0202 zurück.

50 cm	Schotter Geogitter Geovlies
30 cm	Sickerpackung (Steinfreier Sand) / Füllboden Geovlies
80 cm	Gesamtaufbau

5. Entwässerungskonzepte

5.1. Grundlagen der Entwässerungskonzepte

Die Randbedingungen der Entwässerungskonzepte sind das Arbeitsblatt DWA-A 102 Teil 2, sowie die vom Deich- und Hauptsielverband Dithmarschen (DHSV) gestellte Einleitbeschränkung von 10 l/(s*ha).

5.2. Hauptzufahrt

Die Hauptzufahrt wird vom Hochpunkt (ca. Stat. 0+241) bis zum Beginn der straßenbegleitenden Mulde bei Station 0+190 über eine ACO DRAIN Multiline V300 Flachrinne entwässert und in die entsprechende Mulde angeschlossen. Im Auslauf der Anschlussleitung ist die Mulde zu pflastern, um Erosionen zu vermeiden.

Während der Beanspruchung der südlichen Fläche ist die Mulde in Teilbereichen mit einem DN 300 Stahlbeton Rohr zu verrohren. Nach Fertigstellung der Baumaßnahmen sind die Mulden östlich und westlich der Überfahrt zu einer Mulde zu verbinden.

Die straßenbegleitende Mulde dient im weiteren Verlauf der Hauptzufahrt in Richtung Otto-Hahn-Straße der Entwässerung der Straße. Am östlichen Ende der Mulde ist eine sohlgleiche Leitung mit Gitterrost als Muldenauslauf angeschlossen. Hierüber wird das Wasser in die DWA A-102 konforme Substratfilteranlage ViaPlus 3800 (Schachtbauwerk R1 und R2) der Firma Mall GmbH geleitet, aufbereitet und über den nachgeschalteten Drosselschacht AquaLimit tube (R3) mit einer Schlauchdrossel gedrosselt in die Vorflut eingeleitet.

Der Anlage ist gem. DWA-A 102 Teil 2 (Fußnote, S. 36) ein Wirkungsgrad bezogen auf AFS63 von ca. 80% anzurechnen. Die angeschlossenen befestigten Flächen sind der Kategorie 3 anzuordnen. Gemäß Punkt 5.6.1 ist hierfür ein Wirkungsgrad von mind. 63,16% notwendig.

Die Flächen vom Hochpunkt bis zum Terminal werden über eine ACO DRAIN RD 200V Rinne des Typs 0.0 in Richtung Terminal entwässert. Dort wird das Wasser in das Entwässerungssystem des LNG-Terminals zur weiteren Behandlung geleitet.

Flächenermittlung

Böschung und Bankett	ca. 0,0895 ha
Mulde	ca. 0,0230 ha
Straße	ca. 0,2897 ha
Geh- und Radweg	ca. 0,0917 ha
Parkstände	ca. 0,0029 ha
Fahrbahninsel	ca. 0,0057 ha
Nebenfläche für die RW-Behandlung	ca. 0,0081 ha
Gesamtfläche	ca. 0,5106 ha

5.3. Baustelleneinrichtungsfläche A

Die BE-Fläche A wird über die Dränleitungen in die umlaufende Mulde, welche über eine DN 150 PP Leitung gedrosselt in das Entwässerungssystem des LNG-Terminals einleitet, entwässert. Die Regenwasseraufbereitung erfolgt auf dem Terminal.

Flächenermittlung

Berne und Böschung	ca. 0,1174 ha
Graben (Mulden)	ca. 0,2059 ha
Baustelleneinrichtung	ca. 1,5302 ha
Gesamtfläche	ca. 1,8535 ha

Maßgebender Abfluss - Drosselung

$$Q_{\max} = 10 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 1,8535 \text{ ha} = 18,535 \text{ l/s}$$

Es dürfen maximal ca. 18,5 l/s eingeleitet werden.

5.4. Baustelleneinrichtungsfläche B

Die BE-Fläche A wird über die Dränleitungen in die umlaufende Mulde entwässert. In Anlehnung an die Richtlinie DWA-A 102 wurde das Absetzbecken bemessen. Hierfür die maximale Oberflächenbeschickung von 2 m/h angesetzt. Die genaue Bemessung folgt unter Punkt 5.6.3.1. Um die Einleitbegrenzung des Hauptsiel- und Deichverbandes Dithmarschen einhalten zu können, ist dem Absetzbecken ein AquaLimit Drosselschacht mit Wirbelventil nachgeschaltet.

Flächenermittlung

Berne und Böschung	ca. 0,0391 ha
Graben	ca. 0,2421 ha
Baustelleneinrichtung	ca. 2,4175 ha
Gesamtfläche	ca. 2,6987 ha

Maßgebender Abfluss - Drosselung

$$Q_{\max} = 10 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 2,6987 \text{ ha} = 26,987 \text{ l/s}$$

Es dürfen maximal ca. 26,9 l/s eingeleitet werden.

5.5. Flächen nördlich der Baustellenzufahrt

Wo das Absetzbecken geplant ist befindet sich im Bestand ein Graben, welcher zum Entwässern der nördlich liegenden Felder dient. Dieser soll bei der Herstellung der Baustelleneinrichtungsfläche verschüttet werden. Um die Entwässerung der besagten Flächen aufrecht erhalten zu können, ist ein Anschluss der Flächen an den Vorfluter herzustellen.

5.6. Regenwasserbehandlung

5.6.1 Hauptzufahrt

Wie unter Punkt 5.2 beschrieben ist die Entwässerung der Hauptzufahrt in zwei Bereiche unterteilt. In diesem Abschnitt wird näher auf die zur Otto-Hahn-Straße entwässernden Flächen eingegangen. Die Behandlung der restlichen Flächen ist nicht Bestandteil dieser Planung.

Randbedingungen

- Angeschlossene befestigte Fläche $A_{a,b} = 0,2698 \text{ ha}$
- Maximal anschließbare Fläche der Regenwasserbehandlung mit ViaPlus 3800 $A_{\text{max.B}} = 0,3800 \text{ ha}$

Flächenkategorisierung nach DWA-A 102 und Schmutzfrachtermittlung

$$\text{Jahresfracht} = 0,2698 \text{ ha} * 760 \text{ kg}/(\text{ha}*a) = 205,048 \text{ kg/a}$$

$$\text{Erforderl. Wirkungsgrad der Behandlungsanlage} = (1 - 280 \text{ kg/a} / 205,048 \text{ kg/a}) * 100 = 63,16 \%$$

Bemessung der Behandlungsanlage

$$A_{a,b} < A_{\text{max.B}}$$

0,2698 ha < 0,3800 ha

$$\text{Wirkungsgrad} > \text{Erforderl. Wirkungsgrad}$$

80 % > 63,16 %

Die Substratfiltrationsanlage ist ausreichend bemessen.

Nachweis von Rückhalteraum

Rückhalteraum der Mulde

$$\begin{aligned} V_M &= A_M & * & \text{Länge} \\ V_M &= ((WSP+ \text{Sohle Rückhalteraum})/2) * \text{Höhe Rückhalteraum} & * & \text{Länge} \\ V_M &= ((1,08 \text{ m} + 0,18)/2) * 0,30 \text{ m} & * & 176 \text{ m} \\ V_M &= 0,18 \text{ m}^2 & * & 176 \text{ m} \\ V_M &= 31,68 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Rückhalteraum ViaPlus 3800 je Behälter

$$\begin{aligned} V_{RHR,B} &= A_B & * & \text{Höhe Rückhalteraum} \\ V_{RHR,B} &= (1,5\text{m})^2 * \pi & * & (1,515 - (2,685-2,28)) \text{ m} \\ V_{RHR,B} &= 7,84 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Gesamter Rückhalteraum

$$\begin{aligned} V_{RHR, HF} &= V_M & + & V_{RHR,B} \\ V_{RHR, HF} &= 31,68 \text{ m}^3 & + & 7,84 \text{ m}^3 & * & 2 \\ V_{RHR, HF} &= 47,36 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Notwendiger Rückhalteraum gem. DWA 117: 43 m³

$$47 \text{ m}^3 > 43 \text{ m}^3$$

Somit ist nachgewiesen, dass ausreichend Rückhalteraum berücksichtigt wurde.

Gesamter Rückhalteraum

$$\begin{aligned} V_{RHR, A} &= V_{Ms} + V_{Mb} \\ V_{RHR, A} &= 159,36 \text{ m}^3 + 54,56 \text{ m}^3 \\ V_{RHR, A} &= 213,92 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Notwendiger Rückhalteraum gem. DWA 117: 165 m³

$$213 \text{ m}^3 > 165 \text{ m}^3$$

Somit ist nachgewiesen, dass ausreichend Rückhaltevolumen berücksichtigt wurde.

5.6.3 Baustelleneinrichtungsfläche B

Randbedingungen

• Angeschlossene befestigte Fläche	$A_{a,b}$	=	2,6987 ha
• Muldenbreite schmal	B_{Ms}	=	2,90 m
• Länge schmale Mulde	L_{Ms}	=	543 m
• Muldenbreite breit	B_{Mb}	=	9,60 m
• Länge breite Mulde	L_{Ms}	=	70 m
• Wasserspiegelbreite Absatzbecken auf 2,10m	$WSP_{2,10m}$	=	7,28 m
• Wasserspiegelbreite Absatzbecken auf 1,70m	$WSP_{1,70m}$	=	5,00 m
• Länge Absatzbecken	$L_{Abs.}$	=	10,00 m

Nachweis von Rückhalteraum

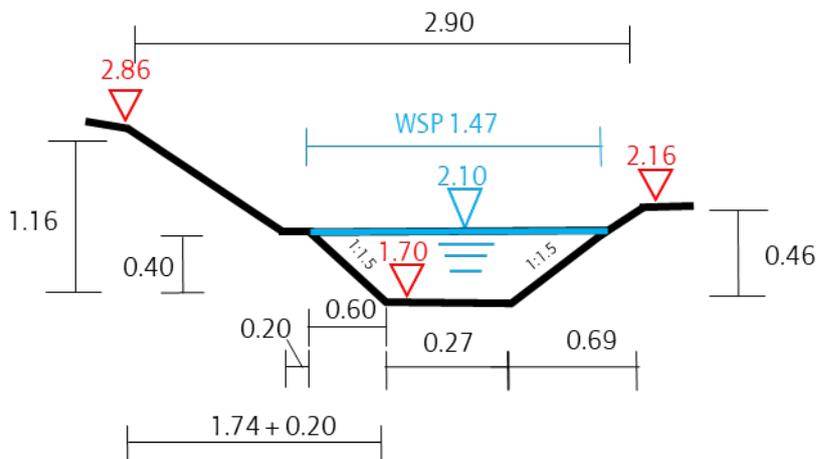


Abbildung 5 Systematische Darstellung für den Rückhalteraum am Tiefpunkt der Mulde um die BE-Fläche B

Muldenquerschnittsfläche am Tiefpunkt

$$\begin{aligned} A_{M,TP} &= ((WSP + \text{Sohle Rückhalteraum})/2) * \text{Höhe Rückhalteraum} \\ A_{M,TP} &= ((1,47 \text{ m} + 0,27)/2) * 0,40 \text{ m} \\ A_{M,TP} &= 0,34 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Durchschnittliche Querschnittsfläche der Mulde

$$\begin{aligned} A_{M,D} &= 0,34 \text{ m}^2 / 2 \\ A_{M,D} &= 0,17 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Rückhalteraum der schmalen Mulde

$V_{RHR,Ms} = A_{Ms}$		* Länge
$V_{RHR,Ms} = 0,17 \text{ m}^2$		* 543 m
$V_{RHR,Ms} = 92,31 \text{ m}^3$		

Rückhalteraum der breiten Mulde

$V_{RHR,Mb} = A_{Mb}$		* Länge
$V_{RHR,Mb} = ((WSP + \text{Sohle Rückhalteraum})/2) * \text{Höhe Rückhalteraum}$		* Länge
$V_{RHR,Mb} = ((8,17 \text{ m} + 6,97)/2) * 0,40 \text{ m}$		* 62 m
$V_{RHR,Mb} = 3,02 \text{ m}^2$		* 62 m
$V_{RHR,Mb} = 211,40 \text{ m}^3$		

Rückhalteraum des Absetzbeckens

$V_{RHR,Abs} = A_{Mb}$		* Länge
$V_{RHR,Abs} = ((WSP_{2,10m} + WSP_{1,70m})/2) * \text{Höhe Rückhalteraum}$		* Länge
$V_{RHR,Abs} = ((7,28 \text{ m} + 5,00)/2) * 0,40 \text{ m}$		* 10 m
$V_{RHR,Abs} = 2,45 \text{ m}^2$		* 10 m
$V_{RHR,Abs} = 24,50 \text{ m}^3$		

Gesamter Rückhalteraum

$V_{RHR, A} = V_{RHR,Ms} + V_{RHR,Mb} + V_{RHR,Abs}$	
$V_{RHR, A} = 92,31 \text{ m}^3 + 211,40 \text{ m}^3 + 24,50 \text{ m}^3$	
$V_{RHR, A} = 328,21 \text{ m}^3$	

Notwendiger Rückhalteraum gem. DWA 117: 246 m³

$$328 \text{ m}^3 > 246 \text{ m}^3$$

Somit ist nachgewiesen, dass ausreichend Rückhaltevolumen berücksichtigt wurde.

5.6.3.1 Bemessungsnachweis von Absetzbecken und Tauchwand

Randbedingungen

• Maximale Oberflächenbeschickung (gem. DWA-A 102)	$q_{A,max}$	=	2 m ³ /m ² *h
• Maximale horizontale Fließgeschwindigkeit unter der Tauchwand	$v_{T,max}$	=	0,05 m/s
• Maximaler Abfluss	$Q_{max,krit}$	=	26,9 l/s
• Höhe zwischen der Tauchwand Unterkante und der Sohle des Regenklärbeckens	$h_{T,UK}$	=	0,40 m
• Sedimentationswirksame Oberfläche	$A_{Sed.Abs}$	=	50 m ²

Absetzbecken

$$\begin{aligned}
 q_A &= Q_{max} / A_{RKB} \\
 &= (3,6 * 26,9 \text{ l/s}) / 50 \text{ m}^2 \\
 &= 1,94 \text{ m/h}
 \end{aligned}$$

$$\mathbf{1,94 \text{ m/h} < q_{A,max} = 2 \text{ m}^3/(\text{m}^2*\text{h})}$$

Das Absetzbecken ist ausreichend dimensioniert.

Tauchwand

$$\begin{aligned}
 A_{T,min} &= Q_{max} / v_{T,max} \\
 &= 0,0269 \text{ m}^3/\text{s} / 0,05 \text{ m/s} \\
 &= 0,54 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{T,min} &= A_{T,min} / h_{T,UK} \\
 &= 0,54 \text{ m}^2 / 0,40 \text{ m} \\
 &= 1,35 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$L = 2,00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 A_T &= L * h_{T,UK} \\
 &= 2,00 \text{ m} * 0,40 \text{ m} \\
 &= 0,80 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v_T &= Q_{max} / A_T \\
 &= 0,0269 \text{ m}^3/\text{s} / 0,80 \text{ m}^2 \\
 &= 0,0336 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

$$\mathbf{0,0336 \text{ m/s} < v_{T,max} = 0,05 \text{ m/s}}$$

Die Tauchwand ist ausreichend bemessen.

6. Sonstiges

Die Trinkwasserleitung für die Versorgung des geplanten Terminals ist mit einer Leitung DN 150 von der Otto-Hahn-Straße über die Verkehrsanlage des Flurstücks 70/31 bis an das Grundstück des Terminals vorgesehen. Mit dem Wasserverband Süderdithmarschen als Versorger sind im weiteren Planungsverlauf der genaue Übergabepunkt und die Dimensionierung für einen Trinkwasseranschluss zu klären. Die Trinkwasserleitung wird lediglich nachrichtlich dargestellt.

Die Kabeltrasse des Lichtwellenleiters ist wie die Trinkwasserleitung in dem Geh- und Radweg nachrichtlich dargestellt.

Die Schmutzwasserleitung DN 160 ist in der Nebenzufahrt nachrichtlich dargestellt. Eine detaillierte Planung ist in den weiteren Planungsschritten auszuarbeiten.

QUELLENVERZEICHNIS

- DigitalerAtlasNord von Schleswig-Holstein
<https://danord.gdi-sh.de/viewer/resources/apps/Anonym/index.html?lang=de>
- Geotechnisches Gutachten der Fugro Germany Land GmbH vom 29.08.2019

ANLAGEN

- KOSTRA-DWD 2010R Niederschlagsdaten
- Örtliche Regendaten
- Abflusswirksame Flächen nach Arbeitsblatt DWA-A 138
- Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Örtliche Regendaten zur Bemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Datenherkunft / Niederschlagsstation	
Spalten-Nr. KOSTRA-DWD	29
Zeilen-Nr. KOSTRA-DWD	17
KOSTRA-Datenbasis	1951-2010
KOSTRA-Zeitspanne	Januar - Dezember

Regendauer D in [min]	Regenspende $r_{D(T)}$ [l/(s ha)] für Wiederkehrzeiten		
	T in [a]		
	2	5	10
5	210,0	276,7	330,0
10	160,0	208,3	243,3
15	132,2	170,0	198,9
20	112,5	145,8	170,0
30	87,8	114,4	133,9
45	66,7	88,1	104,1
60	54,2	72,5	86,1
90	39,8	52,8	62,6
120	31,9	42,1	49,9
180	23,4	30,6	36,2
240	18,8	24,5	28,9
360	13,8	17,9	21,0
540	10,1	13,0	15,2
720	8,1	10,4	12,2
1080	6,0	7,6	8,8
1440	4,8	6,1	7,1
2880	3,0	3,8	4,4
4320	2,3	2,9	3,3

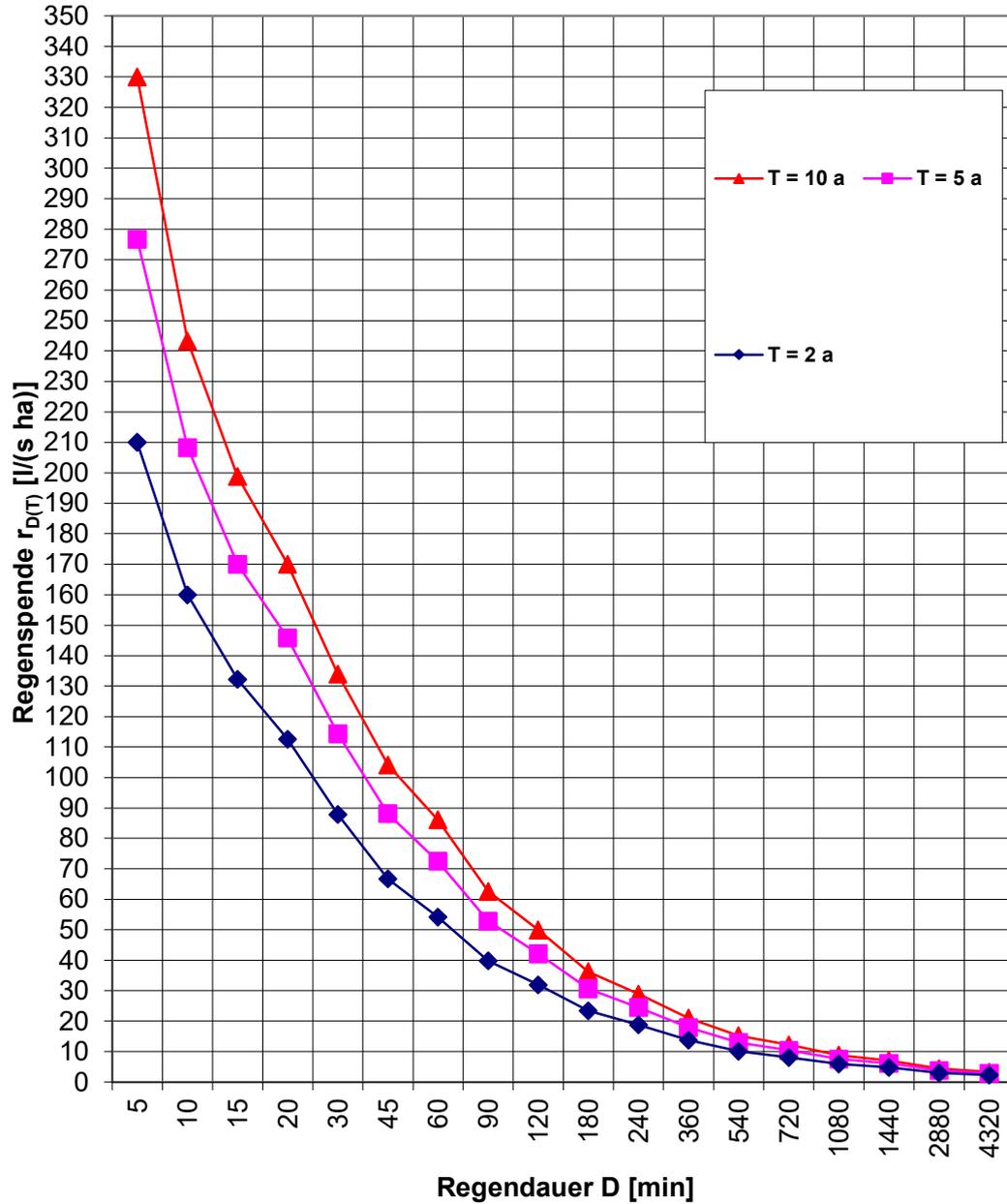
Bemerkungen:

Daten mit Klassenfaktor gemäß DWD-Vorgabe oder individuell

Örtliche Regendaten zur Bemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Datenherkunft / Niederschlagsstation	
Spalten-Nr. KOSTRA-DWD	29
Zeilen-Nr. KOSTRA-DWD	17
KOSTRA-Datenbasis	1951-2010
KOSTRA-Zeitspanne	Januar - Dezember

Regenspendenlinien



Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

LNG Terminal
Bauort: Brunsbüttel
Bauherr: German LNG Terminal

Auftraggeber:

German LNG Terminal
Elbehafen
25541 Brunsbüttel
Deutschland

Rückhalteraum:

Baustelleneinrichtungsfläche A

Eingabedaten:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) * (D - D_{RÜB}) * f_Z * f_A * 0,06 \quad \text{mit } q_{Dr,R,u} = (Q_{Dr} + Q_{Dr,RÜB} - Q_{T,d,aM}) / A_u$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	18.535
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,58
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	10.750
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m^3	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{Dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,d,aM}$	l/s	
Drosselabfluss	Q_{Dr}	l/s	18,5
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	$q_{Dr,R,u}$	l/(s*ha)	17,2
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	Z	m	
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	
Zuschlagsfaktor	f_Z	-	1,15
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	45
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	66,7
erforderliches spez. Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m^3/ha	154
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m^3	165
vorhandenes Speichervolumen	V	m^3	
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	
Entleerungszeit	t_E	h	

Bemerkungen:

Örtliche Regendaten zur Bemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Datenherkunft / Niederschlagsstation	
Spalten-Nr. KOSTRA-DWD	29
Zeilen-Nr. KOSTRA-DWD	17
KOSTRA-Datenbasis	1951-2010
KOSTRA-Zeitspanne	Januar - Dezember

Regendauer D in [min]	Regenspende $r_{D(T)}$ [l/(s ha)] für Wiederkehrzeiten		
	T in [a]		
	1	2	5
5	156,7	210,0	276,7
10	125,0	160,0	208,3
15	103,3	132,2	170,0
20	88,3	112,5	145,8
30	68,3	87,8	114,4
45	50,7	66,7	88,1
60	40,6	54,2	72,5
90	30,0	39,8	52,8
120	24,2	31,9	42,1
180	17,9	23,4	30,6
240	14,4	18,8	24,5
360	10,7	13,8	17,9
540	7,9	10,1	13,0
720	6,4	8,1	10,4
1080	4,7	6,0	7,6
1440	3,8	4,8	6,1
2880	2,4	3,0	3,8
4320	1,9	2,3	2,9

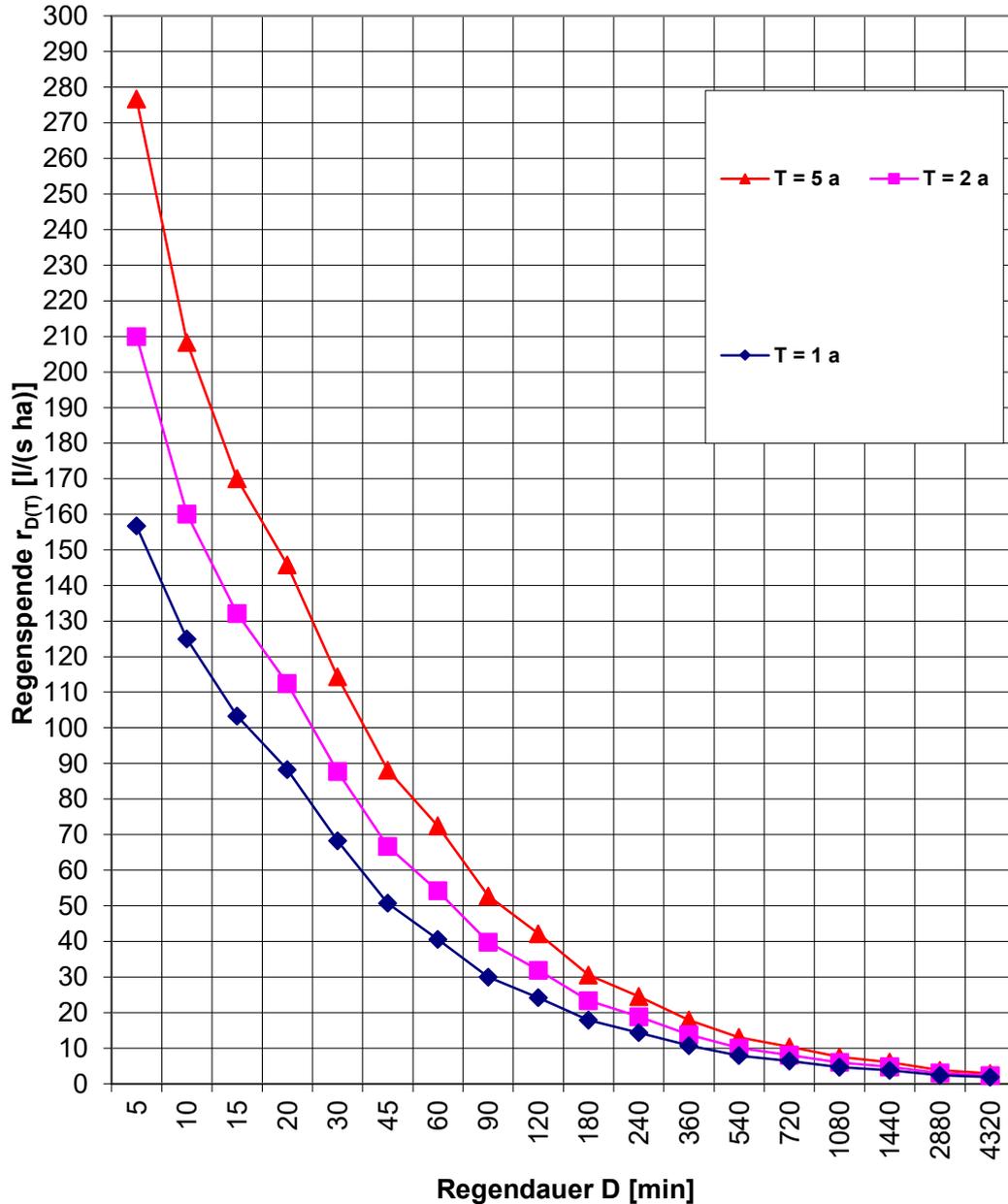
Bemerkungen:

Daten mit Klassenfaktor gemäß DWD-Vorgabe oder individuell

Örtliche Regendaten zur Bemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Datenherkunft / Niederschlagsstation	
Spalten-Nr. KOSTRA-DWD	29
Zeilen-Nr. KOSTRA-DWD	17
KOSTRA-Datenbasis	1951-2010
KOSTRA-Zeitspanne	Januar - Dezember

Regenspendenlinien



Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag: 0,6	24.175	0,60	14.505
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5	2.812	0,50	1.406
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	26.987
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	15.911
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,59

Bemerkungen:

Örtliche Regendaten zur Bemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Datenherkunft / Niederschlagsstation	
Spalten-Nr. KOSTRA-DWD	29
Zeilen-Nr. KOSTRA-DWD	17
KOSTRA-Datenbasis	1951-2010
KOSTRA-Zeitspanne	Januar - Dezember

Regendauer D in [min]	Regenspende $r_{D(T)}$ [l/(s ha)] für Wiederkehrzeiten		
	T in [a]		
	2	5	10
5	210,0	276,7	330,0
10	160,0	208,3	243,3
15	132,2	170,0	198,9
20	112,5	145,8	170,0
30	87,8	114,4	133,9
45	66,7	88,1	104,1
60	54,2	72,5	86,1
90	39,8	52,8	62,6
120	31,9	42,1	49,9
180	23,4	30,6	36,2
240	18,8	24,5	28,9
360	13,8	17,9	21,0
540	10,1	13,0	15,2
720	8,1	10,4	12,2
1080	6,0	7,6	8,8
1440	4,8	6,1	7,1
2880	3,0	3,8	4,4
4320	2,3	2,9	3,3

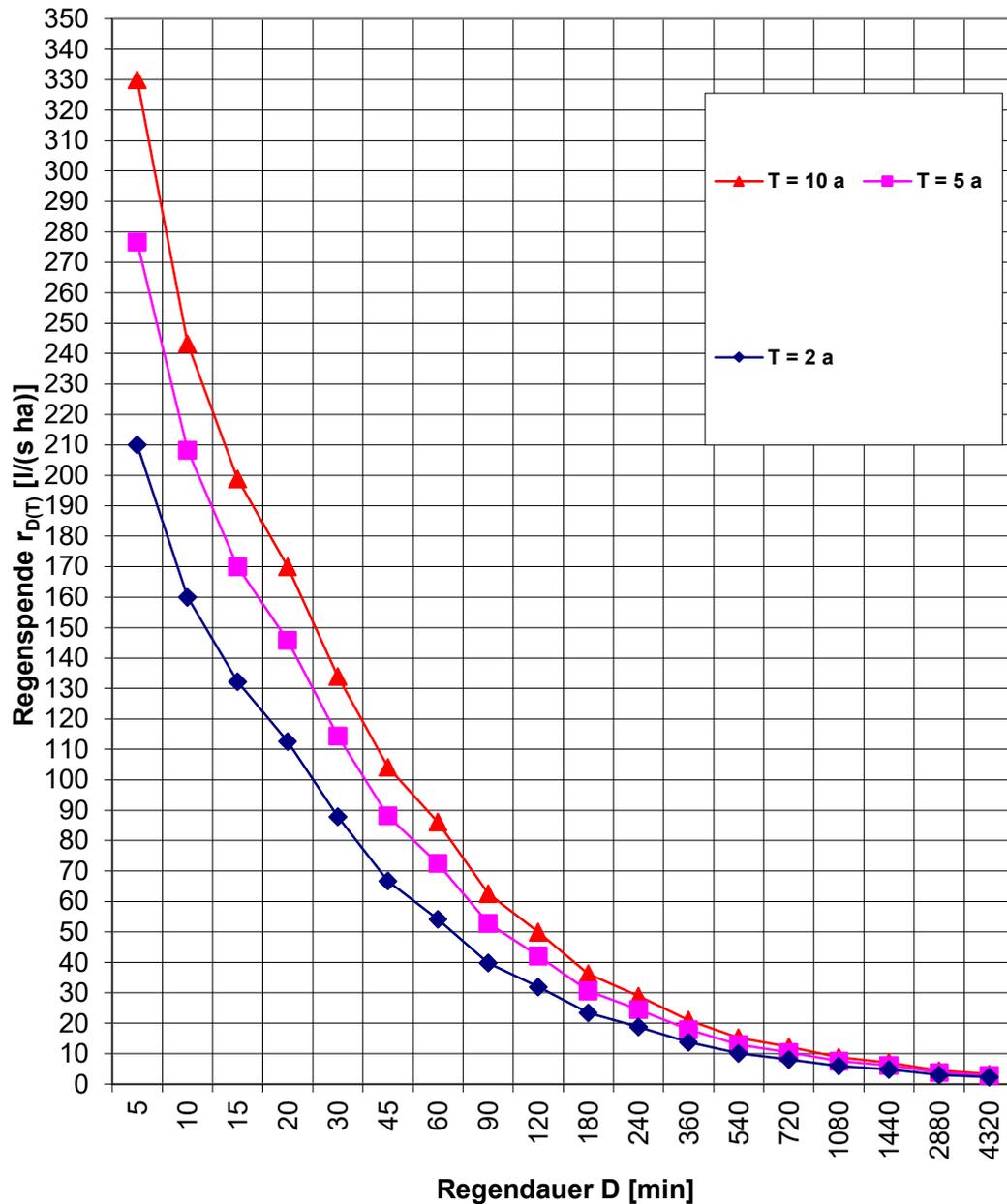
Bemerkungen:

Daten mit Klassenfaktor gemäß DWD-Vorgabe oder individuell

Örtliche Regendaten zur Bemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Datenherkunft / Niederschlagsstation	
Spalten-Nr. KOSTRA-DWD	29
Zeilen-Nr. KOSTRA-DWD	17
KOSTRA-Datenbasis	1951-2010
KOSTRA-Zeitspanne	Januar - Dezember

Regenspendenlinien



**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9	2.689	0,90	2.420
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag: 0,6			
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	2.689
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	2.420
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,90

Bemerkungen:

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

LNG Terminal
Bauort: Brunsbüttel
Bauherr: German LNG Terminal

Auftraggeber:

German LNG Terminal
Elbehafen
25541 Brunsbüttel
Deutschland

Rückhalteraum:

Hauptzufahrt

Eingabedaten:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) * (D - D_{RÜB}) * f_Z * f_A * 0,06 \quad \text{mit } q_{Dr,R,u} = (Q_{Dr} + Q_{Dr,RÜB} - Q_{T,d,aM}) / A_u$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	2.698
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,90
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	2.428
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m^3	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{Dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,d,aM}$	l/s	
Drosselabfluss	Q_{Dr}	l/s	2,70
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	$q_{Dr,R,u}$	l/(s*ha)	11,1
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	Z	m	
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,5
Zuschlagsfaktor	f_Z	-	1,15
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	60
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	54,2
erforderliches spez. Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m^3/ha	178
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m^3	43
vorhandenes Speichervolumen	V	m^3	
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	
Entleerungszeit	t_E	h	

Bemerkungen:

Legende Bestand

- Flurstücksgrenze
- Festpunkt
- Einfeld
- Rohrsechse
- Baum 0,10 / 1,0
- Kontrollschacht

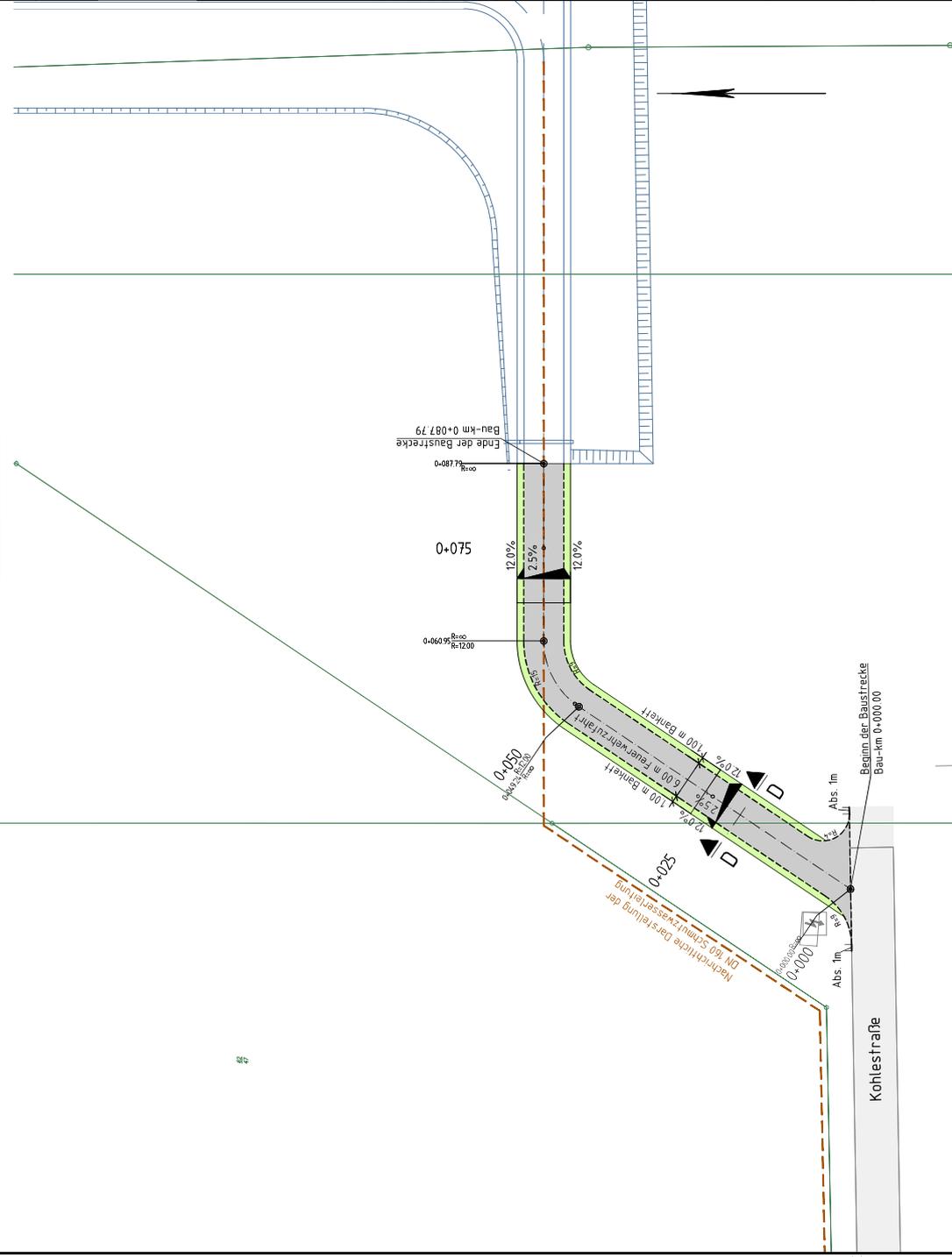
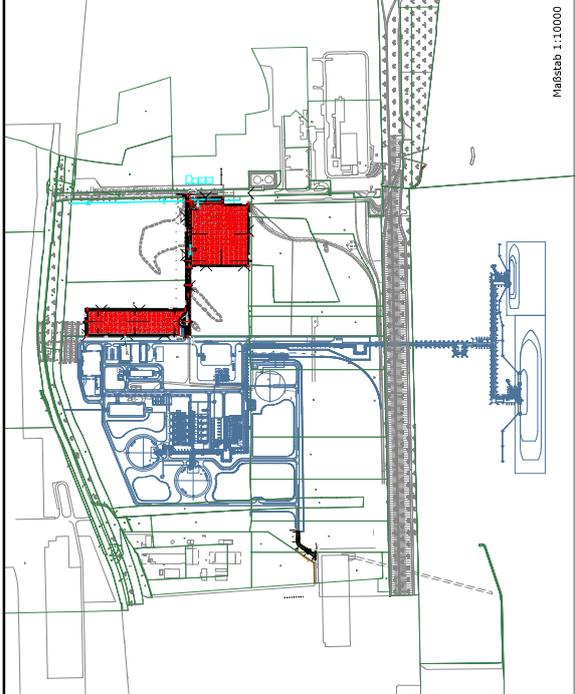
Hecker/Buschwerk
 Asphalt
 Gruntfläche
 Bestandsstraße
 Regenwasserhaltung
 Regenwasser Achse
 Regenwasser-Schacht

Legende Planung

- Hochbord mit Absenker
- Tiefbord
- Begrenzungslinie
- Fremdplanung
- Querneigungsteil

Fahrbahn, Asphalt
 Bankett

Niederabschneidpunkt
 mit Angabe von Gefälle (-) und Steigung (+) in Prozent Länge der Ein- (e) bzw. Aus- (a) Strecke und Halbmesser, Station und Höhe TS-Punkt
 Schutzwasserhaltung



Genehmigungsvermerk:

Index	0	Antragsfassung	Änderungen bzw. Ergänzungen	26.11.2021	Planungsstand
-------	---	----------------	-----------------------------	------------	---------------

Vorhabenträgerin:
German LNG Terminal
 German LNG Terminal GmbH
 Eilbek
 22547 Brunsbüttel

Vertreter der Vorhabenträgerin:
GOC Engineering GmbH
 Johann-Möh-Weg 83
 53173 Bonn

Planverfasser:
merkel
 INGENIEURCONSULT
 Johann-Möh-Weg 2
 22765 Hamburg

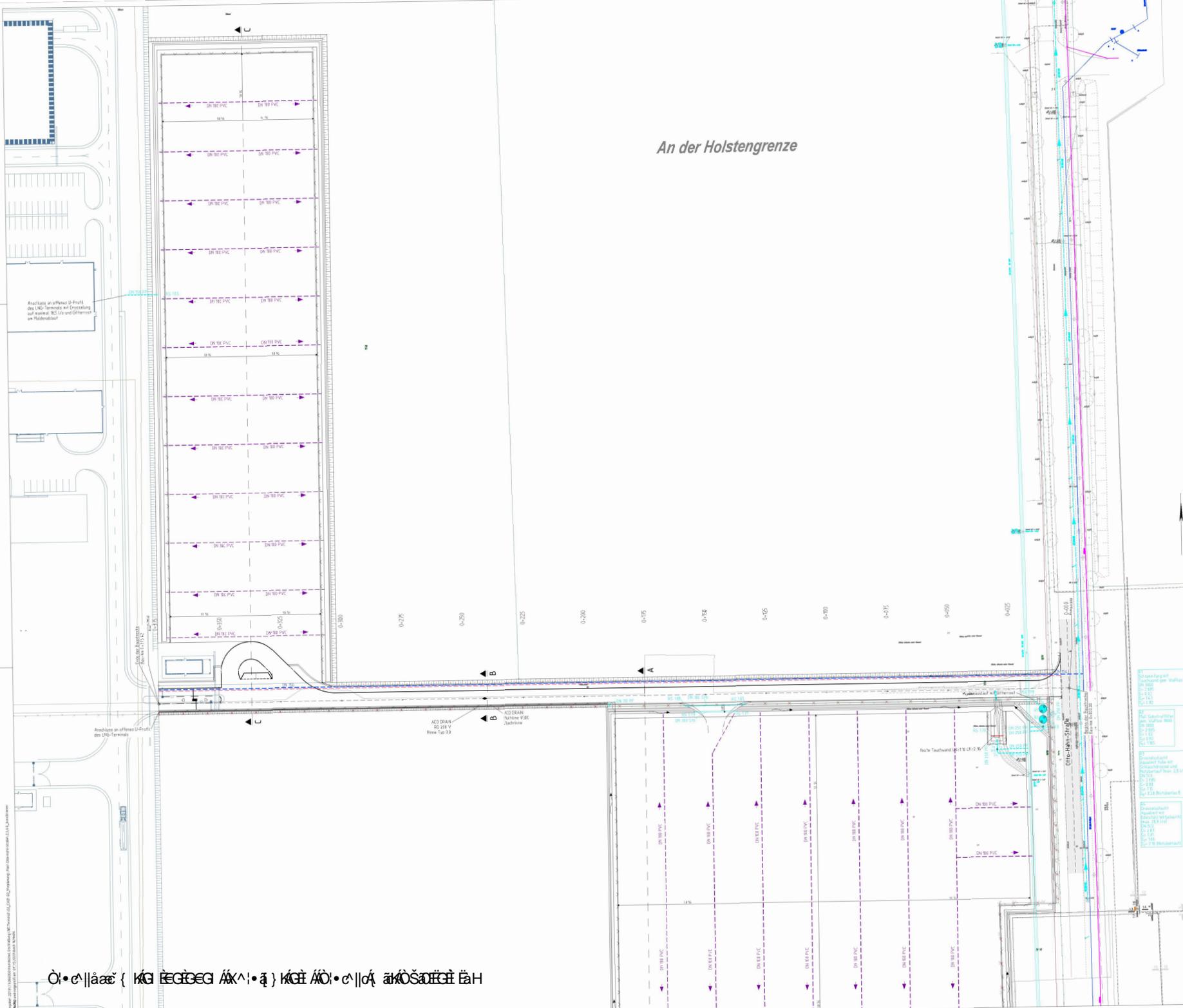
Höhenystem: m NNH (DHN 2016)
Koordinatensystem: ETRS89 UTM32
Ursprungsplan: DWG-XYZ
Blattgröße: A2
Maßstab: 1:500
Projektnr.: P-600
Planzischen: GLNG-BRUNS-MER03

Datum: 26.11.2021
Name: Hedth
gepr.: 26.11.2021
Kerschl: Hedth
gepr.: 26.11.2021
Lass: Hedth

German LNG-Terminal in Brunsbüttel

Planart: **Übersichtsplan**
 Planinhalt: **Nebenzufahrt**

An der Holzstengrenze



Legende Bestand

○	Planlagegrenze	□	Neue Kuchent
○	Festpunkt	□	Stapel
○	Einfall	□	Stützfläche
○	Reinhalte	□	Regenwasserleitung
○	Festpunkt	□	Regenwasser Abfall
○	Festpunkt	□	Regenwasser Abfall
○	Festpunkt	□	Trinkwasserleitung
○	Festpunkt	□	Trinkwasser
○	Festpunkt	□	Trinkwasser
○	Festpunkt	□	Trinkwasser

Legende Planung

—	Radfahr- und Radfahrer	—	Radfahr- und Radfahrer
—	Tafelrand	—	Radfahr- und Radfahrer
—	Randstreifen	—	Radfahr- und Radfahrer
—	Radfahr- und Radfahrer	—	Radfahr- und Radfahrer
—	Radfahr- und Radfahrer	—	Radfahr- und Radfahrer
—	Radfahr- und Radfahrer	—	Radfahr- und Radfahrer
—	Radfahr- und Radfahrer	—	Radfahr- und Radfahrer
—	Radfahr- und Radfahrer	—	Radfahr- und Radfahrer
—	Radfahr- und Radfahrer	—	Radfahr- und Radfahrer
—	Radfahr- und Radfahrer	—	Radfahr- und Radfahrer

Genehmigungsummer:

0	Abgabeformung	30.11.2022
1	Träger	30.11.2022

Verantwortliche:

Verantwortlich für:	Verantwortlich für:	Verantwortlich für:
German LNG Terminal	German LNG Terminal	German LNG Terminal
30.11.2022	30.11.2022	30.11.2022
30.11.2022	30.11.2022	30.11.2022

German LNG-Terminal in Brunsbüttel

Koordinierter Leistungsplan

Hauptzufahrt mit Bahnübergang

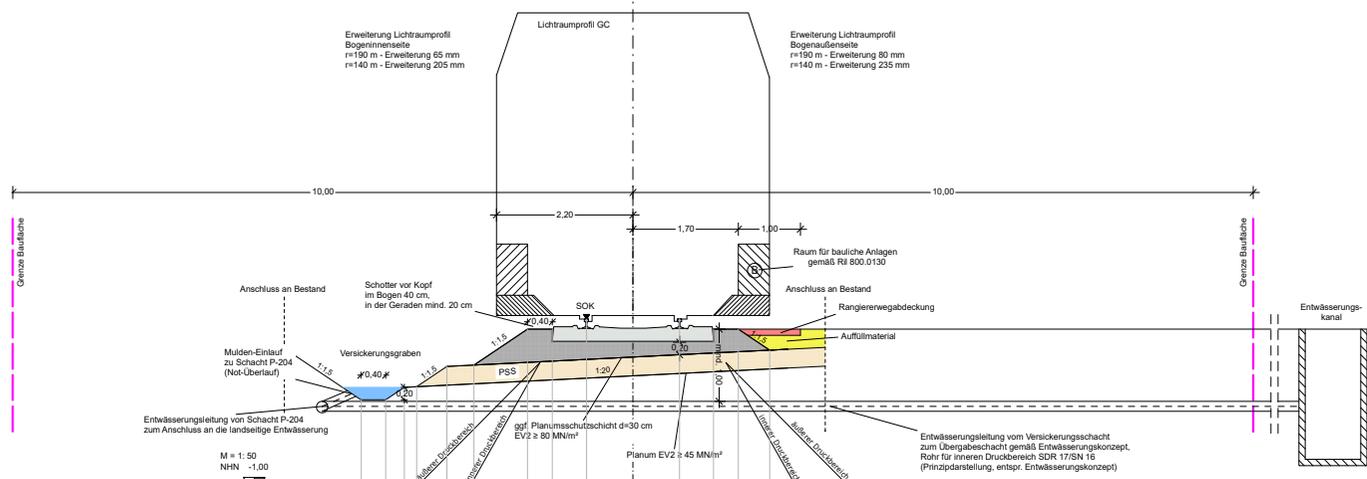
129/162

Blattfläche A

Unterlage 10.13.16

01.01.2022 { 10.13.16 } 10.13.16

Darstellung Gleisquerschnitt - Regelaufbau M 1:50
Offenes Querschwellengleis W54-1587-B70-63



Schienenoberkante (SOK)										
OK Schotter										
OK Planumsschutzschicht (PSS)										
OK Planum										

Lage- und Höhenangaben sind durch eine georeferenzierte Vermessung zu prüfen!
Dieser Regelquerschnitt gilt vom Weichenende der Anschlussweiche bis zum Beginn der Ladestation (Bereich der Gleiswannen).
Schnitte an konkreten Stationen werden erstellt, wenn eine georeferenzierte Vermessung vorliegt.

Genehmigungsvermerk		
0	Antragsfassung	30.11.2022
Index	Änderungen bzw. Ergänzungen	Planungsstand

Vorhabenträgerin: German LNG Terminal German LNG Terminal GmbH Überstraß 83 25541 Brunsbüttel	Vertreter der Vorhabenträgerin: Adresse: GOC Engineering GmbH Überstraß 83 53173 Bonn 30.11.2022 Datum	gez. Hans-Joachim Großmann Unterschrift	Höhensystem: m NHN (DHHN 2016) Koordinatensystem: ETRS89 UTM32 Ursprungplan: Unterlage 1.3 Blattgröße: 72,0 x 29,7 Maßstab: 1:50 Planzeichen: SE20023-EP-QS-401.PLT Projekt-Nr.: P-600
Planverfasser: Sellhorn Sellhorn Ingenieurgesellschaft mbH Tiefeld 5, D-20459 Hamburg Tel: +49 (0)40 36 12 01-0 E-Mail: info@sellhorn-hamburg.de 30.11.2022 Datum	gez. I. A. Darya Prempch Unterschrift	Datum	Planzeichen: SE20023-EP-QS-401.PLT Projekt-Nr.: P-600 Datum Name gez. 19.11.2021 Gültekin bearb. 19.11.2021 Gültekin gepr. 19.11.2021 Gerlach

Vorhaben: German LNG-Terminal in Brunsbüttel	
Planart: Planinhalt:	Neubau Gleisanschluss LNG-Terminal Brunsbüttel Regelquerschnitt
	Unterlage 10.13.9

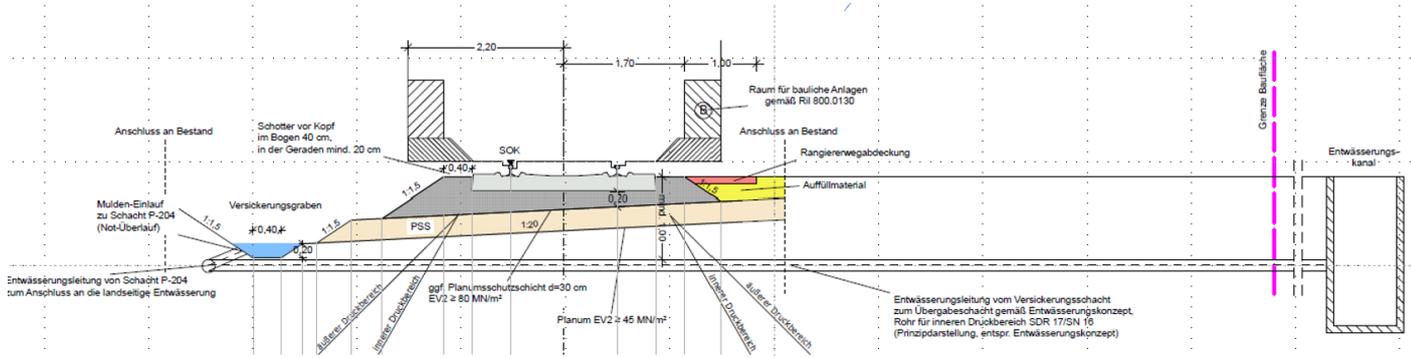
Hydraulische Muldenberechnung –
Entwässerung des Gleisanschlusses LNG-Terminal
(zugehörige Planunterlagen in 2.4)

Revisionsübersicht

Rev.	Datum	Bearbeiter	Geprüft	Bemerkungen
0	12.09.2022	Prempeh	Gerlach	Ersterstellung
1	30.11.2022	Gerlach		Austausch RQ S.2

Hydraulische Muldenberechnung zur Entwässerung des Gleisanschluss LNG-Terminal

Ausschnitt aus Regelquerschnitt (Unterlage 2.4.4 Regelquerschnitt)



Mulde:

Berechnung gem. Arbeitsblatt DWA-A 138
Mit Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100
Maßgebende Regenhäufigkeit: 0,033 [1/a], entspricht T=30,0
Tabelle mit Niederschlagspenden für Brunsbüttel gem. KOSTRA-DWD 2010R

T = 30

D in min	Niederschlagspende rN [l/(s*ha)]	Volumen V _M [m ³]
5	410,4	16,5
10	298,6	22,9
15	242,8	26,8
20	207,6	29,3
30	164,0	32,2
45	127,8	33,5
60	106,4	33,0
90	77,4	26,0
120	61,7	17,6
180	44,9	-1,0
240	35,8	-21,1
360	26,1	-63,3
540	19,0	-129,6
720	15,2	-197,5
1080	11,0	-337,3
1440	8,8	-478,4
2880	5,4	-1045,4
4320	4,0	-1622,8

mittlerer Abflussbeiwert $\Psi_{m(t)}$

Flächenzusammenstellung:	Fläche F _(i)	gem. Tab. 2 DWA-A 138:
Schottertragschicht	1950 m ²	0,30
Grünfläche (Bankett)	488 m ²	0,30
Rangierweg	546 m ²	0,60

Mulde:

Berechnung gem. Arbeitsblatt DWA-A 138

Maßgebende Regenhäufigkeit: 0,2 [1/a], entspricht T=5,0

Tabelle mit Niederschlagspenden für Brunsbüttel gem. KOSTRA-DWD 2010R

T = 5

D in min	Niederschlagspende rN [l/(s*ha)]	Volumen V _M [m ³]
5	277,2	10,5
10	207,0	14,6
15	169,3	16,8
20	144,7	17,9
30	113,5	18,5
45	87,3	17,0
60	71,7	14,2
90	52,5	5,7
120	42,0	-3,8
180	30,7	-24,1
240	24,6	-45,4
360	18,0	-89,6
540	13,2	-157,9
720	10,6	-227,5
1080	7,8	-368,6
1440	6,2	-512,3
2880	3,9	-1084,5
4320	2,9	-1665,8

mittlerer Abflussbeiwert $\Psi_{m(i)}$

Flächenzusammenstellung:	Fläche F _(i)	gem. Tab. 2 DWA-A 138:
Schottertragschicht	1950 m ²	0,30
Grünfläche (Bankett)	488 m ²	0,30
Böschungen der Mulde	546 m ²	0,60

A_u - Rechenwert undurchlässige Fläche [m²]

$$A_u = \sum (F_{(i)} * \Psi_{m(i)})$$

A_u= 1059 m²

A_s - Versickerungsfläche der Mulde (=Wasserspiegeloberfläche) [m²]

A_s= 312 m²

k_f - Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone [m/s]

k_f= 0,000040 m/s

V_M - erforderliches Speichervolumen einer Mulde [m³]

$$V_M = [(A_u + A_s) * 10^{-7} * r_{D(n)} - A_s * k_f / 2] * D * 60 * f_z$$

f_z - Zuschlagsfaktor gem. DWA-A 117 Tabelle 2

f_z = 1,10

V_M= **18,5 m³**

Z_M - maximale Einstauhöhe in der Mulde [m]

Z_M= **0,20 m**

vorh. t_E - Entleerungszeit [h] vorh. t_E = 2 * Z_M / k_f / 3600 [h]

vorh. t_E= 2,8 h < 24,0 h

herzustellende Mulde: Länge L: 390,00 m
Breite B: 0,40 m
Tiefe T: 0,20 m

Prüfung des Muldenvolumens V_M :

$$V_M = F_{WO} * L_M \text{ [m}^3\text{]}$$

z_M - maximale Einstauhöhe in der Mulde [m]
 F_S - Sohlenfläche in der Mulde [m²]
 F_{WO} - Wasserspiegeloberfläche in der Mulde [m²]

$z_M =$ 0,20 m
 $F_S =$ 156,0 m²
 $F_{WO} =$ 312,0 m²

$V_M =$	45,9 m³	≥	18,5 m³
---------	---------------------------	----------	---------------------------

getroffene Annahmen:

- Der mittlere Abflussbeiwert beruht auf Annahmen in Verbindung mit gem. Tab. 2 DWA-A 138
- Der Durchlässigkeitsbeiwert beruht auf Annahmen.

Ergebnis:

- Der hydraulische Nachweis ergibt, dass die Versickerungsmulde unter den getroffenen Annahmen ausreichend dimensioniert ist.



German LNG Terminal GmbH

Brunsbüttel, Germany

10.13.10

Informationen zu Baugruben und Grundwassermanagement

Projektnummer: P600

Dokumentnummer: P600-200009016-001

Dokumenttyp: Bericht

02	07.09.2022	Tabelle 4-1 und 5-1	W. Schlott	M. Kohl	H. Großmann
01	20.11.2021	Fortschreibung	W. Schlott	U. Luitjens	H. Großmann
00	24.06.2021	Ersterstellung	W. Schlott	U. Luitjens	H. Großmann
Rev.	Datum	Status	Ersteller	Prüfer	Genehmiger



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
1 Einleitung	5
2 Nomenklatur und Abkürzungen	6
3 Referenzen	7
3.1 Projektspezifische Dokumente	7
4 Baugruben	8
4.1 Lage und Typ	8
4.2 Volumenermittlung und Kategorisierung.....	9
4.3 Exemplarische Berechnung.....	11
5 Wasserhaltung	15



Abbildungsverzeichnis

Abb. 4-1: Lage der Baugruben nach [R2]	8
Abb. 4-2: Regenrückhaltebecken (38) mit Löschwasserpumpenhaus (31) [R3]	11
Abb. 4-3: LNG-Auffangbecken (44)	12
Abb. 4-4: Unterirdisch verlegte Rohrleitungen	13
Abb. 4-5: Flache Baugrube (bis ca 1 m Tiefe) [R5]	14



Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1: Abkürzungsverzeichnis	6
Tab. 2-2: Einheiten.....	6
Tab. 4-1: Abmessungen der Baugruben und Kategorie.....	9
Tab. 5-1: Wasserhaltung aus Baugruben	15

1 Einleitung

Die German LNG Terminal GmbH plant am Standort Brunsbüttel die Errichtung und den Betrieb eines Terminals zur Aufnahme und Lagerung von Flüssigerdgas (Liquefied Natural Gas) (LNG-Terminal). Das Gesamtvorhaben umfasst neben den eigentlichen LNG-Tanks zur Aufnahme und Lagerung von LNG u.a. auch eine wasserseitige Umschlagseinrichtung für seegehende LNG-Tanker, mehrere LNG-Pumpen zur Ausspeisung von LNG, sowie verbindende Rohrleitungen, Sicherheitseinrichtungen und Nebenanlagen.

Dieses Dokument beinhaltet Informationen zu den Baugruben im Bereich des landseitigen Teils des LNG-Terminals. Die Beschaffenheit des Bodens im Bereich des LNG-Terminals ist in [R4] beschrieben. Des Weiteren werden die Wassermengen ermittelt, die aus den Baugruben abgeführt werden und in den Vorfluter 0202 während der Bauphase eingeleitet werden.



3 Referenzen

3.1 Projektspezifische Dokumente

- [R1] Unterlage 1.1, Erläuterungsbericht, GOC Engineering GmbH
- [R2] Unterlage 1.3, Übersichtslageplan - LNG-Terminal in Brunsbüttel, Tractebel S.A.
- [R3] Unterlage 10.3, Übersichtsplan - Regenwasserklär- und -rückhaltebecken mit integriertem Löschwasservorrat, Tractebel S.A.
- [R4] Unterlage 14.1, Geotechnisches Baugrundgutachten Bodenuntersuchung für Brunsbüttel LNG-Terminal, FUGRO Germany Land GmbH
- [R5] Unterlage 14.6, Übersichtsplan - Tiefgründungen - LNG-Lagerung an Land, Tractebel S.A.

4 Baugruben

Die folgenden Abschnitte geben eine Übersicht über die vorgesehenen Baugruben im Bereich des LNG-Terminals. Einige Typen werden exemplarisch detaillierter erläutert.

4.1 Lage und Typ

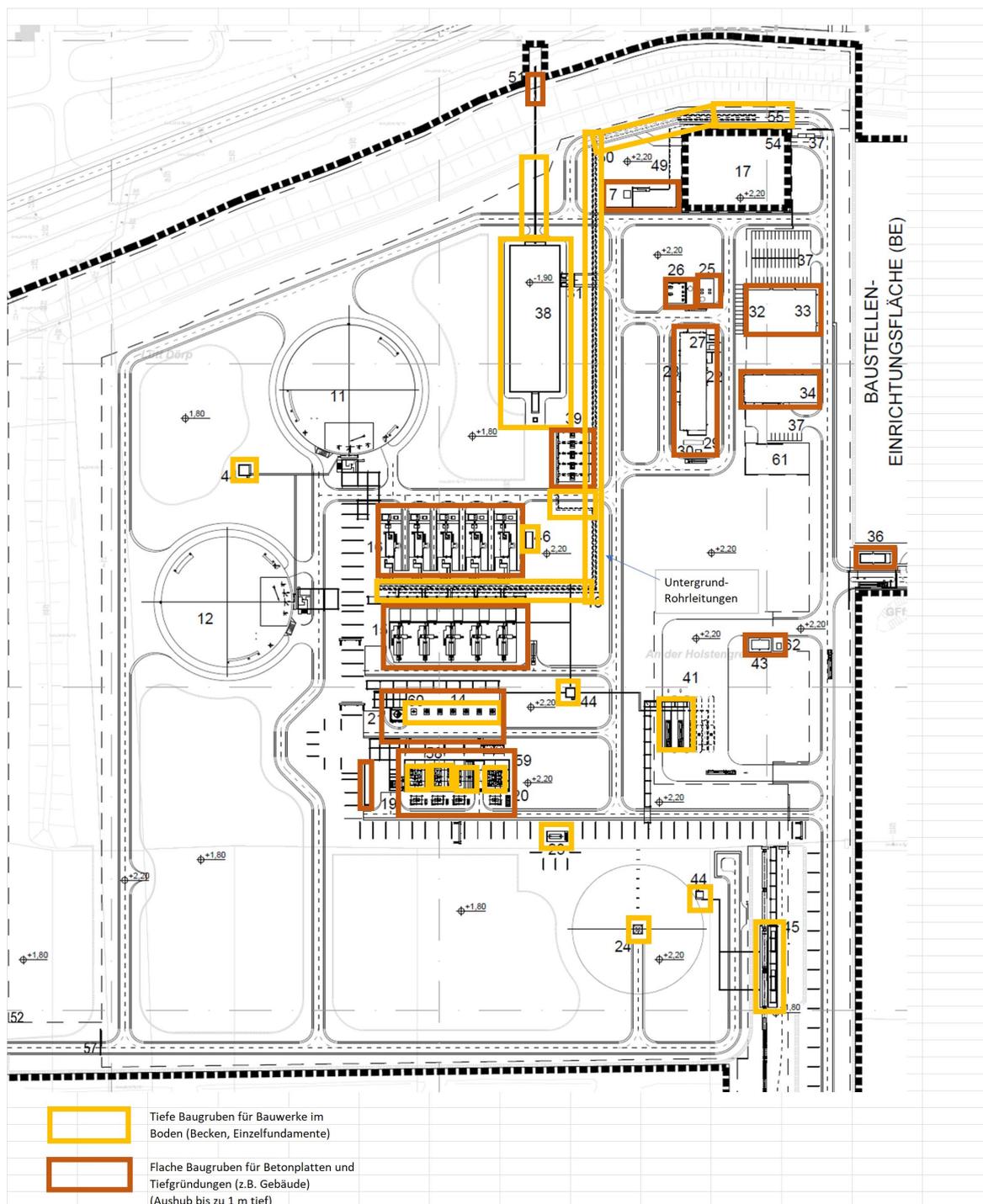


Abb. 4-1: Lage der Baugruben nach [R2]

4.2 Volumenermittlung und Kategorisierung

Tab. 4-1: Abmessungen der Baugruben und Kategorie

Baugrube	Typ	Anz.	B [m]	L [m]	T [m]	Fläche [m ²]	Volumen[m ³]	Kategorie
07	Betonplatte mit Tiefgründung	1	35	20	1	700	700	Anlagentechnik
14/60	Betonplatte mit Tiefgründung	1	77	20	1	1.540	1.540	Anlagentechnik
14/60	Bodenaushub für Pumpenbecken	1				24	144	Anlagentechnik
15	Betonplatte mit Tiefgründung	1	78	33	1	2.574	2.574	Anlagentechnik
16	Betonplatte mit Tiefgründung	1	85	45	1	3.825	3.825	Anlagentechnik
19	Betonplatte mit Tiefgründung	1	6	25	1	50	150	Anlagentechnik
20	Betonplatte mit Tiefgründung	1	65	32	1	2.080	2.080	Anlagentechnik
58 (in 20)	Einzel fundamente (3 Stück Verdichter)	3	8	8	2	192	384	Anlagentechnik
59 (in 20)	Einzel fundamente (1 Stück Verdichter)	1	8	8	2	4	128	Anlagentechnik
22/27/28	Gebäude Bodenplatte mit Tiefgründung	1	17	78	1	1.326	1.326	Gebäude
23	Aushub für Becken Fackelbehälter	1	15	8	4	120	600	Anlagentechnik
24	Einzel fundamente mit Tiefgründung	4	2	2	2	16	32	Anlagentechnik
25	Betonplatte mit Tiefgründung	1	10	15	1	150	150	Anlagentechnik
26	Betonplatte mit Tiefgründung	1	14	14	1	196	196	Anlagentechnik
31	Aushub für löschwasserpumpenhaus	1	5,5	6	6	33	198	Gebäude
32/33	Gebäude Bodenplatte mit Tiefgründung	1	45	28	1	1.260	1.260	Gebäude
34	Gebäude Bodenplatte mit Tiefgründung	1	48	18	1	864	864	Gebäude
36	Gebäude Bodenplatte	1	7	20	1	140	140	Gebäude
38	Aushub für Regenrückhaltebecken RRB	1	31	91	4,3	2.821	12.130	Entwässerung
zu 38	Aushub für Regenwasserklärbecken RKB	1	5,5	14	5	77	385	Entwässerung
zu 38	Aushub für Einlauf-Bauwerk zu RKB	1	4	4	4,3	16	69	Entwässerung
zu 38	Einleitungsleitung RRB zu Vorfluter	1	10	60	4	600	2.400	Entwässerung

Baugrube	Typ	Anz.	B [m]	L [m]	T [m]	Fläche [m²]	Volumen[m³]	Kategorie
zu 38	Vorfluter-Einleitfläche	1	3	10	0,5	30	15	Entwässerung
39	Betonplatte mit Tiefgründung	1	20	20	1	400	400	Anlagentechnik
41	Aushub für TKW- Wiegezelle	2	3	20	1,5	120	180	Anlagentechnik
43	Gebäude Bodenplatte	1	10	7	1	70	70	Gebäude
44	Bodenaushub für LNG Auffangbecken	3				75	113	Anlagentechnik
45	Aushub für EKW- Wiegezelle	1	4	50	1,5	200	300	Anlagentechnik
45	Bodenplatte mit Tiefgründung	1	6	50	1	300	300	Anlagentechnik
46	Aushub für Wasserüberlaufbecken SCV	1	10	5	3	50	150	Anlagentechnik
	Entwässerungskanäle	gesamt				2.874	19.480	Entwässerung
	Aushub (tief) für unterirdische Rohrleitungen (Heizwasser, NG-Ausspeise-Leitung)	gesamt				6.535	15.546	Unterirdische. Rohrleitungen
	Aushub (flach) für unterirdische Rohrleitungen (Löschwasser, Abwasser, Trinkwasser)	gesamt				10.790	14.037	Unterirdische. Rohrleitungen
	<u>Summe</u>					<u>40.462</u>	<u>80.511</u>	

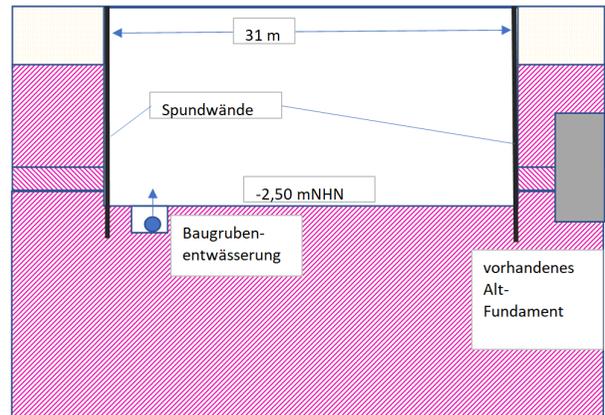
Die Baugrubenermittlung basiert auf aktuellen Planungsstand und ist eine „worse-case“ Betrachtung.

4.3 Exemplarische Berechnung

Baugruben:

1 Regenrückhaltebecken (Nr. 38 mit 31) - BEISPIEL (Bodenaushub, etc. in Tabelle 2 betrachtet)

Grundwasser
 Höhe: in NHN
 Gemessen: 0,68 mNHN
 Erwartet: +1,5 bis -1,5 m NHN je nach Tide (wird von unterer Kleieschicht zurückgehalten)
 zusätzlich: Sickerwasser gespeichert in oberer Schicht und an Geländeoberfläche



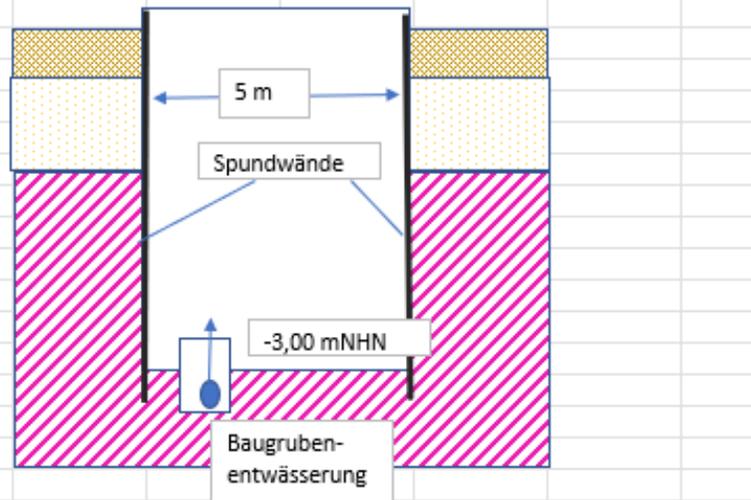
	Volumen	Fläche
Regenrückhaltebecken: 31 m x 91 m x 4,3 m =	12130 m3	2821 m2
Regenklärbecken: 5,5 m x 14 m x 5 m =	385 m3	77 m2
Einlaufbauwerk: 4 m x 4 m x 4,3 m =	69 m3	16 m2
Pumpenhaus 5,5 m x 6 m x 6 m =	306 m3	51 m2
Gesamt:	12890 m3	2965 m2

Beispiel:

Wasserentsorgung aus Baugrube:		
Lenzen:	12890 m3	4 Monate Bauzeit
Infiltration:	30741 m3 (bei	1 l/s pro 1000 m2 und
Niederschlag:	973 m3 (bei	984 mm Niederschlag pro Jahr)
Gesamt:	44604 m3	

Abb. 4-2: Regenrückhaltebecken (38) mit Löschwasserpumpenhaus (31) [R3]

Bodenaushub für Betonbecken oder Verdichterfundamente
 (Umlagerung)
 (Beispiel LNG Auffangbecken 44)



Bodenaushub (mit Spundwandinstallation):		m3
LNG-Auffangbecken	5 m x 5 m x 5 m =	125 m3

Abb. 4-3: LNG-Auffangbecken (44)

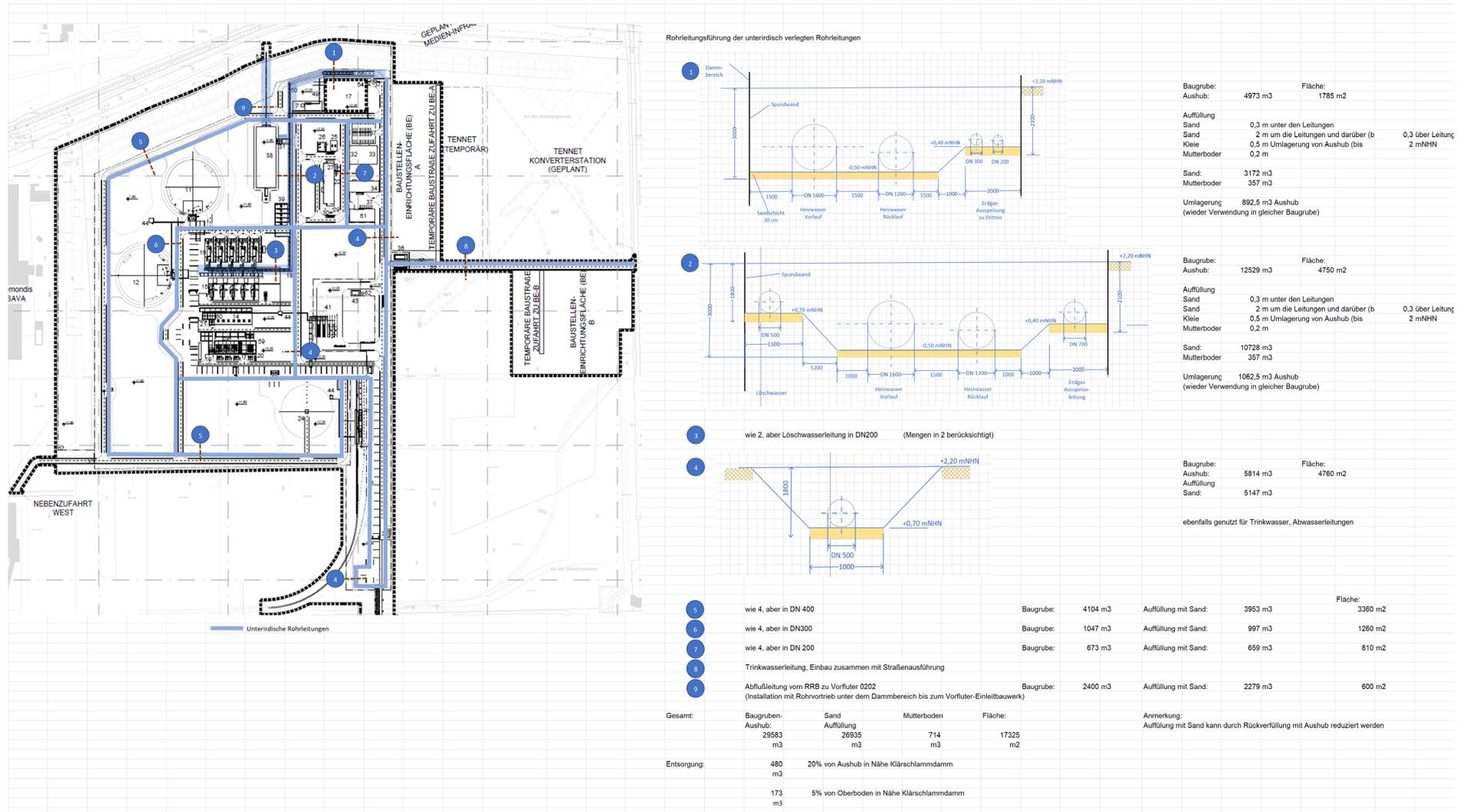


Abb. 4-4: Unterirdisch verlegte Rohrleitungen

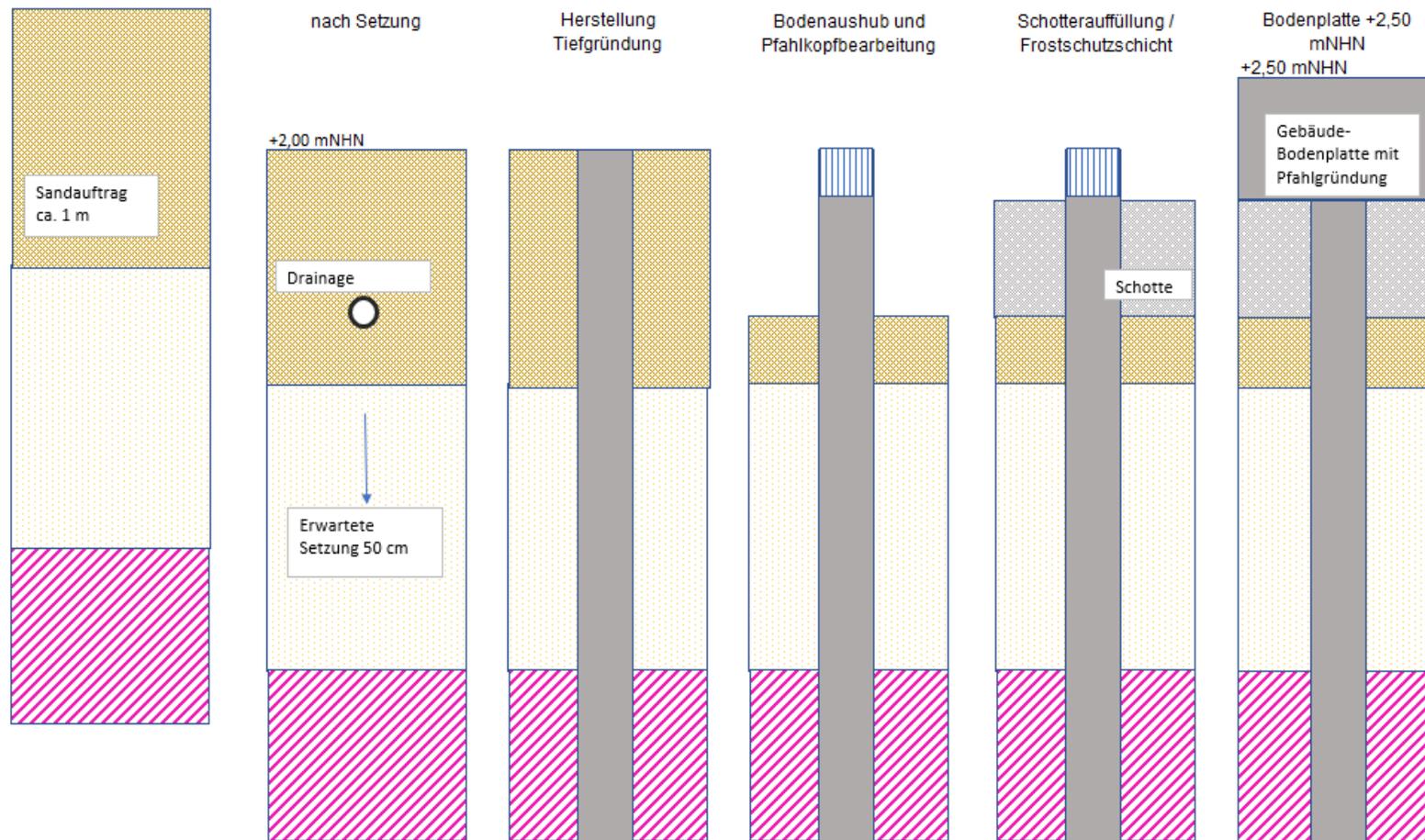


Abb. 4-5: Flache Baugrube (bis ca 1 m Tiefe) [R5]



5 Wasserhaltung

Die Berechnung orientiert sich am zukünftigen Bauablauf. Tiefere Baugruben werden wasserdicht verbaut (z.B. Spundwände). Flachere Baugruben (bis ca. 1 m Tiefe), wie sie typischerweise für betonierete Fundamentplatten mit kapillarbrechender Schicht erforderlich sind, werden im aufgeschütteten Sandbereich ausgehoben.

Die Ermittlung der Wasserhaltung basiert auf folgenden Annahmen:

- Gesamtbauzeit der Baugruben: 16 Monate
- Gesamtbauzeit besteht aus 4 Bauphasen, ergo:
 - 4 Monate / Bauphase = 0,33 a / Bauphase
- Baugrubendichtheit (bei Infiltration): 1,0 l / (s * 1000 m²) (Erfahrungswert Fa. Merkel)
- Durchschnittlicher Niederschlag: 984 mm / a (Reihe 1961 bis 2020)
- Grundwasservolumen infolge Lenzen der Baugrube wurde mit dem Volumen der Baugrube gleichgesetzt.

Tab. 5-1: Wasserhaltung aus Baugruben

Zusammenfassung der Einzelaufstellung Baugrubenabmessungen			
Wassermengen aus Lenzen der Baugrube	Baugrubenfläche [m ²]	Aushubtiefe [m]	Grundwasservolumen [m ³]
Eisenbahnbetriebsanlagen ¹			
Straßen, Wege und sonst. Flächen ¹			
Flächen für Entwässerung	6.418	≤ 6 m	34.479
Flächen für Anlagentechnik	12.776	≤ 6 m	14.088
Flächen für Gebäude	3.693	≤ 6 m	3.858
Flächen für unterirdische Leitungen	17.575	≤ 3 m	28.086
Summe	40.462		
Wassermenge aus Infiltration über die Sohlfläche der Baugruben			421.083
Wassermenge aus Tagwasserhaltung			13.139
Summe			514.733
Zuschlag 20%			102.947
Volumen über die Gesamtbauzeit			617.679
Volumen je Bauphase			154.420
Abfluss aus Baugruben	54 m ³ / h		

¹ keine Baugruben geplant, Aufhöhungsmaßnahme



Sachverständigenbüro für Altlasten, Baugrund und Hydrogeologie

AGUA GmbH, NL Kiel, Fraunhoferstraße 13, D-24118 Kiel

**German LNG Terminal GmbH
Elbehafen**

25541 Brunsbüttel

- ▶ **ALTLASTEN**
- ▶ **BAUGRUND**
- ▶ **HYDROGEOLOGIE**
- ▶ **DEPONIEEN**
- ▶ **ENTSORGUNG**
- ▶ **FLÄCHENRECYCLING**

Unser Zeichen: li
Ihr Zeichen:
Ort: Kiel
Datum: 30.09.2022

**K031-21: LNG-Terminal Brunsbüttel
Abschätzung der Grundwasserentnahme für die Baugruben-
entwässerung eines Regenwasser-Rückhaltebeckens**

Unsere Standorte:

Hauptsitz Angermünde
Niederlassung Kiel
Büro Berlin
Büro Güstrow
Büro Oberhausen

Vorgang

**SiGeKo RAB-30 BaustellIV
Asbestsanierung TRGS-519
Abfallmakler §50 KrWG**

Die German LNG Terminal GmbH plant die Entwicklung eines multifunktio-
nalen LNG Terminals in Brunsbüttel (Schleswig-Holstein), bestehend aus ei-
nem Prozessanlagenbereich und einer Rohrleitungstrasse. Auf dem Ge-
lände ist u.a. ein Regenwasserrückhaltebecken (RRB) geplant, für den Bau
des Beckens ist eine Baugruben-Grundwasserabsenkung erforderlich.

**BDG, DGGT, DA, ITVA,
DVGW, FH-DGG**

AGUA GmbH wurde mit Mail vom 25.08.2022 vorab durch die German LNG
Terminal GmbH mit der Abschätzung der Wassermengen beauftragt.

Diplom-Geologin
Andrea Dunkel

Verwendete Unterlagen

Anerkannt als Sachverständige nach
§18 BBodSchG für die Sachgebiete
1 (historische Erkundung)
2 (Gefährdungsabschätzung
Boden-Gewässer)
5 (Sanierung)
SH, BB, NW, BE, MV, SN

Für die Bearbeitung standen folgende Daten und Unterlagen zur Verfü-
gung:

öffentlich bestellte und vereidigte Sach-
verständige gem. §36 GewO für Altlast-
ten und Bodenschutz durch
IHK Ostbrandenburg

- Karte mit Lage und Abmessungen RRB.
- FUGRO 2021: Geotechnisches Baugrundgutachten.- Bericht, 132 Seiten
zzgl. Anlagen.
- IGB 2008: Geotechnischer Vorbericht – Baugrunderkundung Schritt 1.- Be-
richt, 18 Seiten, zzgl. Anlage 2.3 und 3.2.
- AGUA 2022: Grundwassermonitoring auf dem LNG-Terminalgelände
Brunsbüttel.- Zwischenbericht, 19 Seiten zzgl. Anlagen.
- AGUA 2022b: Grundwassermonitoring auf dem LNG-Terminalgelände
Brunsbüttel.- monatliche Datenreports, Grafiken.

Brandenburgische Ingenieurkammer

Diplom-Geologe
Dr. Martin Lilienfein

Hydrogeologie
Grundwassermodelle

Ingenieur- und Handelskammer zu Kiel

AGUA GmbH - Niederlassung Kiel
Fraunhoferstraße 13
D-24118 Kiel
Geschäftsführende Gesellschafterin
Diplom-Geologin Andrea Dunkel

Telefon: 0 43 1 / 53 01 53 - 0
Telefax: 0 43 1 / 53 01 53 - 09
www.agua-gmbh.de
e-mail: kiel@agua-gmbh.de

Fördesparkasse
BLZ 210 501 70
Kto 1 400 111 850
BIC: NOLADE21KIE
DE37 2105 0170 1400 1118 50

Amtsgericht Neuruppin
HRB 9920 NP
Steuer-Nr.: 062/105/03437

Geologie

In den Berichten zur Baugrund-Vorerkundung für ein Kohlekraftwerk (IGB 2008), zur Baugrunderkundung des LNG-Terminals (FUGRO 2021) sowie für den Grundwassermessstellenbau (AGUA 2022) sind verschiedene Bodenaufschlüsse auf dem Baufeld dokumentiert. Der geologische Aufbau bis zum ersten Grundwasserleiter ist relativ homogen (Schichtzuweisungen nach FUGRO 2021):

Unter einer 1,0 bis 2,4 m mächtigen feinsandigen, z. Teil auch schluffig-tonigen Auffüllung (Einheit 0) folgt bis in eine Tiefe von 18 m unter Gelände (uG) Klei, in den eine 0,7 bis maximal 2 m mächtige Torf- und Beckenschluffschicht eingeschaltet ist. Der Klei wird als schwach toniger und schwach feinsandiger Schluff mit Organikanteilen beschrieben, der lagenweise stark feinsandig sein und in tieferen Bereichen vereinzelt auch Feinsandlagen enthalten kann (Einheit 1a). Darunter folgen zunächst Fein- bis Mittelsande (Einheit 1b).

In zwei Bohrungen ist der liegende Grundwasserleiter vollständig bis 54 m uG aufgeschlossen, er besteht aus nach unten bis knapp 30 m uG zunächst gröber werdenden Sanden (Einheit 2). Im Liegenden folgen dann überwiegend Grob- und Mittelsande (Einheit 3) mit einzelnen Kieslagen zwischen 25 und 35 m.

Hydrogeologie

Das Umfeld der Untersuchungsreiches ist eingedeicht und weiträumig entwässert, ca. 90 m nördlich des geplanten RRB verläuft einer der Haupt-Entwässerungsgraben mit einem Wasserstand von ca. $-0,65$ m NHN. Das Baugelände für das LNG-Terminal ist mehr oder minder von Meliorationsgräben durchzogen und 50 m nördlich des geplanten RRB verläuft der Sammelgraben des Geländes.

Das Grundwasser in Schicht 1b, 2 und 3 ist ausweislich der beiden tief verfilterten Messstellen gespannt, das Grundwasser in Schicht 0 dagegen nicht: der Tidenhub paust sich in keiner der vier in ca. 1 bis 5 m uG verfilterten flachen Grundwassermessstellen durch (AGUA 2022). Dagegen ist in den beiden tiefen Grundwassermessstellen mit Filterstellung um 20 m uG der Tidenhub bis an die Nordgrenze des LNG-Terminalgeländes in abgeschwächter Form zu beobachten (AGUA 2022, GWM 5). Die geringe mittlere Wasserstandshöhe in GWM 5 von ca. $-0,5$ mNHN liefert einen Hinweis darauf, dass sich das Druckpotenzial des Haupt-Entwässerungsgrabens in den liegenden Grundwasserleiter durchpaust.

Aus den in FUGRO (2021) enthaltenen Siebanalysen wurden nach Ablesung der Daten aus der Siebkurve die Durchlässigkeitsbeiwerte der Einheiten 0, 1a, 1b und 2 nach verschiedenen Verfahren berechnet (Tabelle 1).

Tabelle 1 Berechnete Durchlässigkeitsbeiwerte k_f der Einheiten 0, 1a, 1b und 2 in [m/s]

Bez.	Tiefe	geol. Einheit	BEYER	KAUBISCH	Max ohne Bialas	Bialas
BH2-ST1	3,0-3,5 m	1a	$6,0 \cdot 10^{-9}$	k.B.	$6,0 \cdot 10^{-9}$	$4,5 \cdot 10^{-7}$
BH2-ST2	11,5-12,0 m	1a	$1,5 \cdot 10^{-9}$	k.B.	$1,5 \cdot 10^{-9}$	$4,5 \cdot 10^{-10}$
BH3-ST1	1,5-2,0 m	1a	k.B.	k.B.	-	$9,2 \cdot 10^{-11}$
BH3-ST2	3,5-4,0 m	1a	k.B.	$1,4 \cdot 10^{-9}$	$2,2 \cdot 10^{-9}$	$2,2 \cdot 10^{-9}$
BH3-ST3	9,5-10,0 m	1a	$1,5 \cdot 10^{-9}$	k.B.	$1,5 \cdot 10^{-9}$	$8,3 \cdot 10^{-10}$
BH4-ST1	2,0-2,5 m	1a	k.B.	k.B.	-	$4,5 \cdot 10^{-10}$
BH4-ST2	6,0-6,5 m	1a	$8,0 \cdot 10^{-7}$	$6,6 \cdot 10^{-8}$	$8,0 \cdot 10^{-7}$	$2,6 \cdot 10^{-6}$
BH4-ST3	10,0-10,3 m	1a	$6,0 \cdot 10^{-11}$	k.B.	$6,0 \cdot 10^{-11}$	$9,2 \cdot 10^{-11}$
Bez.	Tiefe	geol. Einheit	BEYER	HAZEN/ZIESCHANG	Max ohne Seelheim	SEELHEIM
BH4-B28	18-19 m	1b	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$
BH4-B34	24-25m	2	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$
BH4-B37	27-27,6m	2	$5,8 \cdot 10^{-4}$	$8,1 \cdot 10^{-4}$	$8,1 \cdot 10^{-4}$	$8,2 \cdot 10^{-4}$
BH4-B39-41	28-31m	3	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$
BH4-B46	35-36m	3	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$3,9 \cdot 10^{-4}$
BH4-B63	49-50m	3	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$2,4 \cdot 10^{-4}$

k.B.: keine Berechnung

Quellen: BEYER (1964), für Sande sehr gut geeignet

KAUBISCH, FISCHER & PETZOLD (1989), ergänzt BEYER in schluffigen Sedimenten

BIALAS (1970): einfaches Verfahren für gering durchlässige Sedimente

HAZEN-ZIESCHANG (1961): ausschließlich für geringe Ungleichförmigkeitsgrade

SEELHEIM (1880): einfaches Verfahren

Die Verfahren nach Bialas und Seelheim sind stark überschlägige Verfahren, die Ergebnisse werden daher nur hilfsweise herangezogen. Die Einheit 1a (Klei) ist nach Siebanalysen mit Werten von $8 \cdot 10^{-7}$ bis $6 \cdot 10^{-11}$ m/s als gering bis sehr gering durchlässig einzuschätzen. Die Einheit 1b und 2 (Grundwasserleiter) dagegen mit $2 \cdot 10^{-4}$ bis $6 \cdot 10^{-4}$ m/s und Einheit 3 mit $2 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ m/s als gut durchlässig. Probe BH4-ST2 zeigt für den Klei einen ungewöhnlich hohen k_f -Wert, dies ist wahrscheinlich auf die Beimengung von Feinsand i.H. von 60 % aus einer wie oben erwähnten Sandlage zurückzuführen.

Einordnung der geologisch-hydrogeologischen Daten in ein Datenmodell

Die ca. 2 m mächtige Auffüllung ist überwiegend sandig und war im Winter 2021/2022 nahezu vollständig wassererfüllt, im Frühjahr sank der Grundwasserstand um ca. 1,5 m. Der Wasserstand in den tiefen Grundwassermessstellen Die Wasserführung in der Auffüllung ist hydraulisch offensichtlich von der des tiefen Grundwasserleiters abgekoppelt. Der Durchlässigkeitsbeiwert für diese Einheit wird mit $1 \cdot 10^{-5}$ m/s angenommen.

Der ca. 16 m mächtige Klei ist sehr gering durchlässig, es ist jedoch mit Sandlagen zu rechnen, die aller Wahrscheinlichkeit nach jedoch nur lokal ausgebildet sind und nur ein sehr geringes Risiko einer hydraulisch wirksamen Vernetzung aufweisen. Die hydraulische Durchlässigkeit dieser Einheit wird mit $5 \cdot 10^{-8} \text{m/s}$ angenommen. Diese Annahme fällt etwas höher aus als aus Tabelle 1 ableitbar, da der Klei mit sandigen Partien und feinsandlagen beschrieben wird. Wegen (Fein-)Schichtung von Sedimenten ist der vertikale Durchlässigkeitsbeiwert in den meisten Fällen um Faktor 5 bis 10 geringer als der horizontale Durchlässigkeitsbeiwert.

Einheit 1b, 2 und 3 repräsentieren die liegenden Sande mit einer Mächtigkeit von ca. 34 m, die hydraulische Durchlässigkeit wird mit einem k_f -Wert von $2 \cdot 10^{-4} \text{m/s}$ angenommen.

Randbedingungen

Das Gelände um das geplante RRB ist von flachen Meliorationsgräben durchzogen, die das Oberflächenwasser nach Norden in einen ebenfalls flachen Graben ableiten (geschätzte Sohlhöhe 1,0 mNHN). Im Winter staute sich das Wasser nach Starkniederschlägen bis zur Geländeoberkante (GOK) auf und bildete z.T. flache Oberflächengewässer. Im Frühjahr und überwiegend trockenen Sommer 2022 fand eine Entwässerung der Schicht 0 eher durch Evaporation und Oberflächenabfluss als durch Passage des grundwassergingleitenden Kleis statt.

Die Grundwasserneubildung ist daher nur als geringer Betrag in Höhe von 0 bis 50 mm/a anzunehmen, die Drainagegräben sind daher im Modell nicht im Einzelnen berücksichtigt.

Die Regenwasserspense wird separat betrachtet: Im Mai 2022 wurde im Rahmen des Grundwasserstands-Monitorings die seit November 2021 maximale Niederschlagsmenge von 12 mm/Tag und 10 mm/Tag an den DWD-Stationen in Wacken und Cuxhaven verzeichnet.

Geplante Baugrube

Das RRB soll eine Fläche von $91 \times 31 \text{ m}$ (2.820 m^2) umfassen, die Sohle des Beckens ist bei -2,5 mNHN geplant. Weder die Auffüllung noch der Klei können auf Grundlage der Bohrprofile als standfest bewertet werden, daher wird eine allseitig dichte Baugrubenumschließung erforderlich sein. Die umschlossene Fläche wird mit $40 \times 100 \text{ m}$ (3.900 m^2) angenommen.

Eine Baugrubenentwässerung durch Brunnen ist wegen des gering durchlässigen Kleis ausgeschlossen, daher ist mit offener Wasserhaltung innerhalb der Baugrubenumschließung zu verfahren.

Gewähltes Berechnungsverfahren und Zellbelegung

Für die Abschätzung der zu hebenden Wassermengen wurde als Modellprogramm das finite-Elemente-Strömungsmodell MicroFem 4.10 von CEMS BV (Hemker & deBoer 2021) gewählt. Mit einem finite Elemente Modell lassen sich Strukturdetails gut realistisch nachbilden.

Die Modellränder mit festem Druckpotenzial bilden der Kanal (-0,6 mNHN), die Elbe (0,0 mNHN) sowie ausreichend entfernte Zuggräben (0,1 mNHN), die Größe des Prinzipmodell-Gebietes beträgt knapp 940 ha.

Insgesamt wurden 5 Modellschichten berücksichtigt:

- +1,5- 0 m NHN: Schicht 0 als sandige Auffüllung,
- 0 - -3,5 m NHN: Schicht 1a (Klei) bis Absenkziel
- -3,5 - -10 m NHN: Schicht 1a (Klei) bis Basis Spundwand
- -10 - -18 m NHN: Schicht 1a (Klei) ohne Spundwand
- -18 - -54 m NHN: Schicht 1b, 2 und 3 (Sande) als 1. Grundwasserleiter bis zur Basis

Die Grundwasserneubildung wurde mit 50 mm/a berücksichtigt, der horizontale Durchlässigkeitsbeiwert wurde gemäß dem o.g. Datenmodell berücksichtigt. Für den vertikalen Durchlässigkeitsbeiwert wurden zwei Varianten gewählt: der gleiche (und nicht um Faktor 5 abgeminderte k_f) sowie eine um Faktor 4 erhöhte vertikale Wegsamkeit.

Die Baugrubenabsenkung wurde durch ein Festpotenzial 1 m unter Baugrubensohle bei -3,5 mNHN realisiert.

Die reine Berechnung erfolgt stationär, d.h. nach Einstellen des hydraulischen Gleichgewichts, also dem Erreichen und Halten des Absenkungsziels. Der Absenkungsvorgang ist dagegen instationär, d.h. es sind höhere Entnahmemengen erforderlich, um das Grundwasser auf das Absenkungsziel zu bringen. Darüber hinaus ist der Niederschlag in Form einer Regenspende zu berücksichtigen.

Berechnungsergebnisse

Im Modell beträgt der Ruhewasserstand im Objektgebiet in Schicht 1 1,35 mNHN, was in etwa dem mittleren Wasserstand der GWM 3, 4 und 6 im März und April 2022 entspricht (Variante 0). Im Grundwasserleiter liegt der Wasserstand bei ± 0 mNHN. Das Wasser strömt demnach unter Nichtberücksichtigung der Drängräben in Richtung Elbe und Kanal (Abbildung 1).

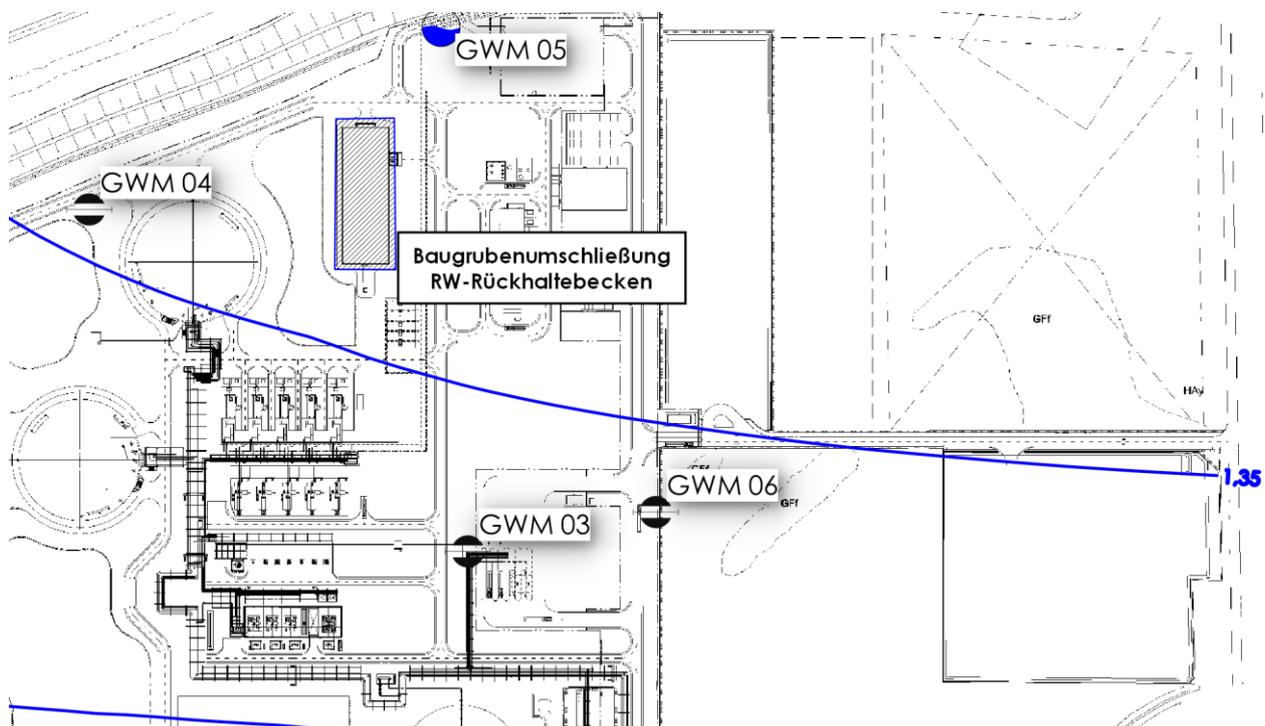


Abbildung 1 Lage des RW-Rückhaltebeckens und der umliegenden Grundwassermessstellen und berechnete Grundwassergleichen 1,35 mNHN (oben) und 1,30 mNHN

Zum Halten der Absenkung auf $-3,5$ mNHN sind rechnerisch $4 \text{ m}^3/\text{d}$ erforderlich, wobei von einer idealen Baugrubenumschließung ausgegangen wird (Hauptvariante 1). Bei einer besseren vertikalen Durchlässigkeit ($k_r \cdot 4$) steigt die Zustrommenge zum Halten der Absenkung auf knapp $10 \text{ m}^3/\text{d}$. In Abbildung 2 ist die berechnete Absenkung mit Baugrubenumschließung dargestellt, in Abbildung 3 nur zum hypothetischen Vergleich ohne jegliche Baugrubensicherung.

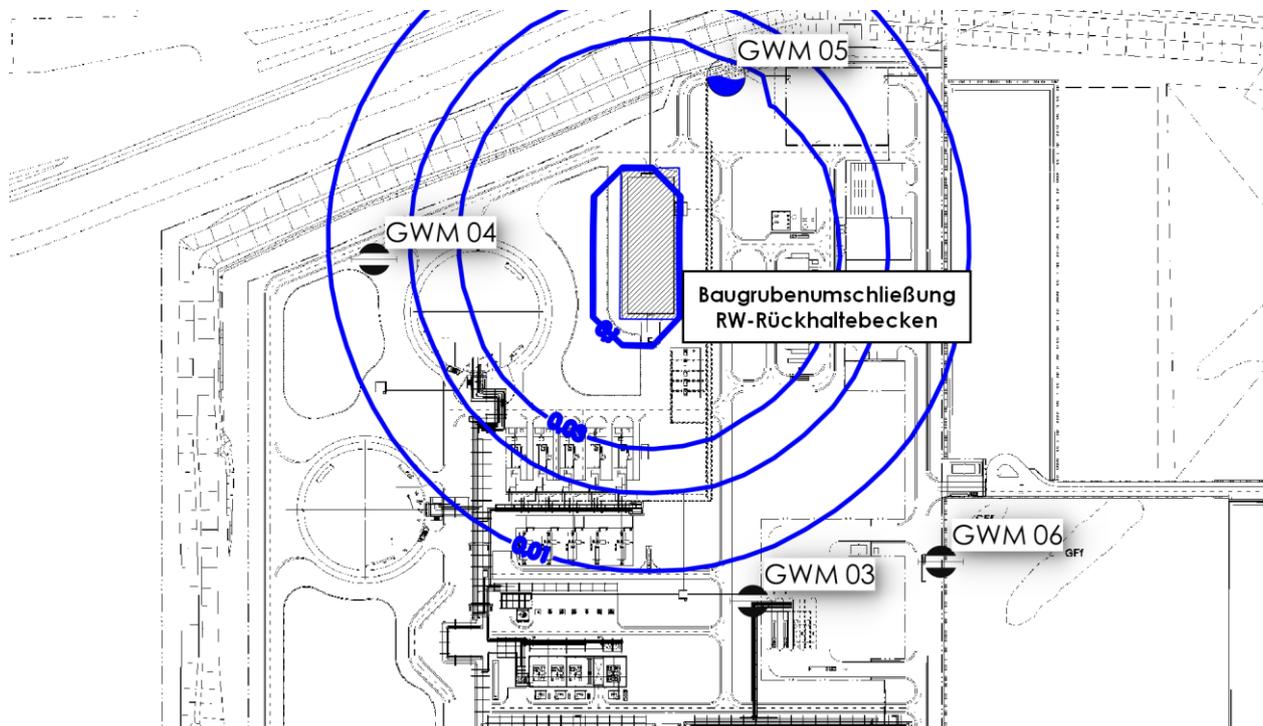


Abbildung 2 Berechnete Absenkung mit wasserdichter Baugrubenumschließung (Variante 1)

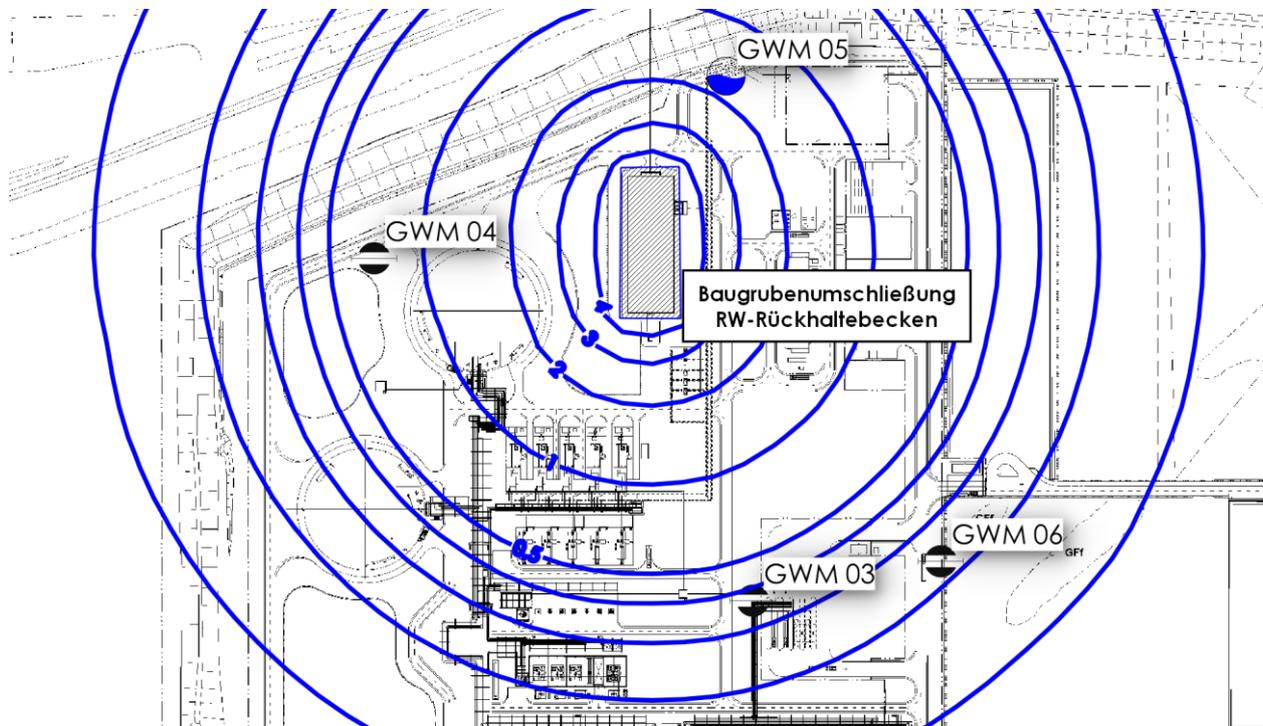


Abbildung 3 Berechnete, rein hypothetische Absenkung ohne Baugrubenumschließung
 Diese Variante ist eine reine Vergleichsvariante, ohne Baugrubenumschließung ist ein Aushub in den weichen Sedimenten ausgeschlossen

Die Absenkung außerhalb der wasserdichten Baugrubenumschließung ist gering, rechnerisch beträgt die Absenkung ca. 10 cm unmittelbar außerhalb der Umschließung und 1 cm in ca. 200 m Abstand.

Die in Abbildung 3 berechnete Variante ist rein hypothetisch, ohne Baugrubenumschließung ist ein Aushub in den weichen Sedimenten ausgeschlossen. Die Böschungsneigung wäre unkalkulierbar, rutschungsgefährdet und allein aus Arbeitsschutzgründen nicht genehmigungsfähig.

Wassermengenberechnung

Im Schutz einer wasserdichten Umschließung ist mit geringen Wassermengen $<1 \text{ m}^3/\text{h}$ aus dem Liegenden zu rechnen. Relevant für die Wasserhaltung sind

- Grundwasserzutritt über Baugrubensohle,
- austretendes Porenwasser im Rahmen des Aushubs,
- Niederschlag und
- Zutritt über undichte Stellen der Baugrubenumschließung.

Die Gesamtwassermenge im Substrat dürfte bei einem Aushubvolumen von ca. 18.000 m^3 bei ca. 7.500 m^3 liegen (Porenvolumen ca. 40%), wobei ca. 50 % mit dem Aushub entnommen wird. Bei 2 Wochen Aushubzeit fallen hierdurch ca. $370 \text{ m}^3/\text{d}$ Wasser im Rahmen der Aushubarbeiten zzgl. der ausblutenden Wassermenge an.

Der Niederschlag wird mit einer Tages-Regenspende von $100 \text{ mm}/\text{d}$ berücksichtigt, hierdurch ergibt sich eine zu entwässernde maximale Regenmenge von $390 \text{ m}^3/\text{d}$.

Die berechnete Gesamtfördermenge würde damit im Rahmen der Aushubphase rund $800 \text{ m}^3/\text{d}$ betragen, einschl. Sicherheitszuschlag wird eine vorzuhaltende Förderkapazität von $50 \text{ m}^3/\text{h}$ empfohlen, die auf mehrere Pumpen aufzuteilen wäre. Zum Halten des Wasserstands sind unter Berücksichtigung der maximalen Tages-Regenmenge ca. $400 \text{ m}^3/\text{d}$, mit Sicherheitszuschlag $30 \text{ m}^3/\text{h}$ vorzuhalten.

Bewertung und Empfehlung

Eine wasserdichte Baugrubenumschließung ist aufgrund des wenig standfesten Kleis, der zudem noch zumindest in tieferen Abschnitten Sandlagen aufweist, unverzichtbar. Die



Wasserhaltung kann ausschließlich als offene Wasserhaltung mit Pumpensäugern betrieben werden.

Die Förderrate zum Halten des Wasserstands ist bei wasserdichter Umschließung (kein seitlicher Wasserzutritt) mit $< 1 \text{ m}^3/\text{h}$ als gering einzuschätzen, maßgeblich in der Absenkungsphase sind Porenwasser und Niederschlag. In der Absenkungsphase wird eine vorzuhaltende Förderkapazität von $50 \text{ m}^3/\text{h}$ und zum Halten der Absenkung von $30 \text{ m}^3/\text{h}$ empfohlen. Undichtigkeiten der Umschließung sind als Aufschläge zu berücksichtigen.

Die erforderliche Wasserhaltung für hier betrachtete größte Baugrube mit den Abmessungen $91 \times 31 \text{ m}$ im Baufeld beispielhaft berechnet. Ausweislich der Bohrergebnisse der Grundwassermessstellen und Baugrundbohrungen ist flächenhaft mit einem geringen Wasserzutritt aus dem gespannten Grundwasserleiter unterhalb des Kleis zu rechnen.

Hinweise

Die Einleitung des Wassers ist genehmigungspflichtig, zuständig ist die untere Wasserbehörde des Kreises Dithmarschen. Die Trübe im geförderten Wasser ist vor der Einleitung über Absetzbecken oder Kiesfilter zu entfernen, ggf. ist eine chemische Überwachung und ein Einleitbauwerk (Prallbleche o.ä.) vorzusehen.

Bei der Planung des Wasserbeckens ist darüber hinaus

- eine dichte Baugrubenumschließung,
- die Auftriebssicherheit des Beckens sowie
- die Vermeidung eines hydraulischen Grundbruchs

während der Aushubarbeiten und der Bauphase zu berücksichtigen. Dies gilt ebenso für kleinere Baugruben, wobei in kleinen Baugruben bei sehr geringen Aushubtiefen und niedrigen Grundwasserständen ggf. auf die feste Umschließung verzichtet werden kann.

Aufgestellt in Kiel, 17.09.2022

Überarbeitet am 30.09.2022

gez. ppa. Dr. Martin Lilienfein
- Geschäftsführer NL Kiel -