

ERLÄUTERUNGSBERICHT

Auftraggeber: **Hanse- und Universitätsstadt Rostock**
Hafen- und Seemannsamt
Warnowufer 60a
18057 Rostock

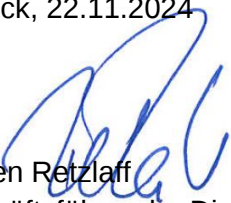
Vorhaben: **Umgestaltung Werftbecken Warnemünde**
Maritimer Gewerbepark für nachhaltige Energietechnologien
Projekt 4: HERSTELLUNG DER LIEGEPLÄTZE P 09,
P 10 UND P 11
Projekt 5: HERSTELLUNG DER VORSTELLFLÄCHE
UND NASSBAGGERUNG

Phase: **Entwurfs- und Genehmigungsplanung**

FESTSTELLUNGSENTWURF

IL -
Auftrags-Nr.: **2017-0282**

Rostock, 22.11.2024



Torsten Retzlaff
Geschäftsführender Direktor



i. V. Tobias Günzl
Projektleiter

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Projektbeschreibung	7
1.1	Veranlassung und Projekthistorie	7
1.2	Maßnahmen	9
1.3	Genehmigungsverfahren	11
1.3.1	Grundsätzliches	11
1.3.2	Ausblick: Bebauungsplanverfahren	11
1.4	Planungsparameter zum Ausbau der Liegeplätze	11
1.5	Arbeitsunterlagen	11
2	Örtliche Verhältnisse.....	13
2.1	Allgemeines.....	13
2.2	Lage und Zuwegung.....	13
2.3	Grundstücks- und Eigentumsverhältnisse.....	13
2.4	Beschreibung der vorhandenen baulichen Anlagen.....	14
2.4.1	Kaianlagen und angrenzende Wasserflächen.....	14
2.4.2	Gebäudebestand	14
2.4.3	Verkehrsflächen und Flächenbefestigungen	14
2.4.4	Leitungsbestand und Medien.....	15
2.5	Hydrologie	15
2.6	Topografie	16
2.7	Baugrund.....	16
2.8	Kampfmittel	17
3	Projektziele	20
3.1	Vorbemerkung.....	20
3.2	Stadtplanerische Entwicklungsziele	20
3.3	Wirtschaftliche Entwicklungsziele	21
3.4	Weitere Entwicklungsziele	21
3.4.1	Schaffung einer maritimen Vorstellfläche	21
3.4.2	Unterstützung der Kreuzschifffahrt	22
4	Nutzungsszenarien und Standortlogistik	23
4.1	Nutzungsszenarien Liegeplatz P11	23
4.2	Nutzungsszenarien Liegeplatz P10	25
4.3	Nutzungsszenarien Liegeplatz P09	25

5	Projekt 4: Technische Beschreibung: Herstellung der Liegeplätze	27
5.1	Vorbemerkung.....	27
5.2	Wasserbau Liegeplatz LP P 11	27
5.2.1	Allgemeines.....	27
5.2.2	Spundwand Liegeplatz P 11 als Bestandteil der Bodensanierung (Projekt 2).....	28
5.2.3	Neubau Spundwand und Verankerung	29
5.2.4	Neubau Kaiholm	31
5.2.5	Neubau Ausrüstung	32
5.2.6	Eckdetail Übergang neuer LP P11 zu LP P12	33
5.2.7	Flächenbau am Liegeplatz P11	34
5.2.8	Flächenentwässerung.....	35
5.2.9	Einfriedung (ISPS-Zaunanlage).....	35
5.3	Neubau Spundwand und Verankerung Liegeplatz P10.....	37
5.3.1	Konstruktion LP P10	37
5.3.2	Vorlaufende Hindernisbeseitigung Spundwand Liegeplatz P10	39
5.3.3	Einbringtechnologie Spundwand Liegeplatz P10	40
5.3.4	Neubau Kaiholm Liegeplatz P10	41
5.3.5	Neubau Ausrüstung Liegeplatz P10	41
5.4	Ersatzneubau des sanierungsbedürftigen Bestandsliegeplatzes P09	42
5.4.1	Allgemeines.....	42
5.4.2	Neubau Spundwand und Verankerung	42
5.4.3	Neubau Kaiholm	44
5.4.4	Neubau Ausrüstung	44
5.4.5	Flächenbau am Liegeplatz P09	45
5.4.6	Flächenentwässerung.....	45
5.5	Medienversorgung Liegeplätze.....	46
5.5.1	Trinkwasserversorgung der Liegeplätze.....	46
5.5.2	Regenwasserableitung	46
5.5.3	Elektrische Versorgung der Liegeplätze.....	48
6	Projekt 5: Technische Beschreibung: Herstellung der Vorstellfläche und Nassbaggerung	51
6.1	Vorbemerkung.....	51
6.2	Wasserbauliche Maßnahmen	51
6.2.1	Ersatzneubau des Liegeplatzes P10 für Teilverfüllung Hafenbecken inkl. Dichtwände 51	
6.2.2	Abbrucharbeiten hoher Pfahlrost (Bestandskaianlage LP P11/P12)	54
6.3	Nassbaggerung	56
6.3.1	Allgemeines.....	56
6.3.2	Sondierungsmaßnahmen vor Baggerbeginn.....	57

6.3.3 Nassbaggerung Seesedimente (Hafenschlick/Sedimente).....	58
6.3.4 Durchführung der Konsolidierungsmaßnahmen der umgelagerten Sedimente.....	58
7 Dauerhaftigkeit der technischen Maßnahmen zur Vorstellfläche	59
7.1 Grundsätzliches.....	59
7.2 Dauerhaftigkeit der Spundwand Liegeplatz 10.....	60
7.3 Dauerhaftigkeit der Umschließungswände	61
7.4 Horizontale Dichtung der Verkehrsfläche.....	61
8 Hochwassersicherheit der Maßnahme.....	63
8.1 Grundsätzliches.....	63
8.2 Bestehende Hochwasserschutzanlagen im Projektgebiet.....	63
8.3 Nutzbarkeit der Kaianlagen unter steigendem Meeresspiegel	64
8.4 Hochwasserrisikomanagementrichtlinie.....	64
8.5 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie	65
9 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen	66
9.1 Vorbemerkungen.....	66
9.2 Gewässerschutzmaßnahmen während der Baumaßnahme	68
9.3 Vermeidungsmaßnahmen Fauna während der Baumaßnahme Projekt 4.....	68
9.4 Durchführung des Monitoringprogramms für das Oberflächenwasser	69

Abbildungen

Abbildung 1: Lageplan Gebietsentwicklung Gesamtkonzept Projekte 4 und 5.....	8
Abbildung 2: Lageplan Projekt 4: Herstellung der Liegeplätze P 09, P10 und P 11	9
Abbildung 3: Lageplan Projekt 5: Herstellung der Vorstellfläche und Nassbaggerung	9
Abbildung 4: Luftbild Bestand Liegeplatz P11/P12	13
Abbildung 5: Rohrtrasse in der Kaianlage mit Altbestand Acetylenleitung	15
Abbildung 6: Beispielhafte Nutzung des Liegeplatzes P11 durch Kabelleger	23
Abbildung 7: Beispielhafte Nutzung des Liegeplatzes P11 als General Cargo - Liegeplatz.....	24
Abbildung 8: Beispielhafte Nutzung des Liegeplatzes P11 maritim-touristisch	24
Abbildung 9: Beispielhafte Nutzung des Liegeplatzes P 11 als Kreuzfahrtliegeplatz	25
Abbildung 10: Luftbild Bestand Liegeplatz P12.....	28
Abbildung 11: Frontansicht Bestand Kaikante Liegeplatz P11	28
Abbildung 12: Schnitt Konstruktionsplan Liegeplatz P11.....	30
Abbildung 13: Schnitt Konstruktionsplan im Bereich zukünftiger Schwerlastertüchtigung Liegeplatz P11	31
Abbildung 14: Detail Kaiholm Liegeplatz P11	32
Abbildung 15: Eckausbildung neuer LP P11 zu zukünftigem LP P12.....	34
Abbildung 16: Beispiel – Pflasterbefestigung (Steintyp: Triloc).....	35
Abbildung 17: Schnitt Hilfswand für bauzeitliche Durchfahrtsöffnung.....	39
Abbildung 18: Bildausschnitt aus Anlage 2 des Berichtes zu geomagnetischen Anomalien.....	40
Abbildung 19: Schnitt Kaiholm Liegeplatz P10	41
Abbildung 20: Schnitt Liegeplatz LP P09	43
Abbildung 21: Schnitt Kaiholm Liegeplatz P09	44
Abbildung 22: Draufsicht Spundwandkasten mit Dichtwänden.....	52
Abbildung 23: Regelquerschnitt Bestand Liegeplatz P11/12 (hoher Pfahlrost und überbaute Böschung) – Abbruch Stahlbeton - Kaiplatte	55
Abbildung 24: Dockgrube (Kontur in rot) mit Peildaten Hafenbecken.....	56
Abbildung 24: Auszug Hochwasser- Gefahrenkarte, mit 20-jährigem Ereignis (hohe Wahrscheinlichkeit) – Standort Werftbecken (Quelle: 015.pdf (fis-wasser-mv.de)	64
Abbildung 25: Luftbild des Hafenbeckens mit Lageeinordnung der bauzeitlichen Sicherung (rot).....	66
Abbildung 26: Schlickvorhang im Projekt Vuosari, Finnland (Quelle: CEDA, IADC (2018)).....	67
Abbildung 27: Strömungsdiagramm einer Druckluftsperrre	67
Abbildung 28: Lageplan – Anordnung der Messpunkte	69

Tabellen

Tabelle 1: Planungsparameter der Liegeplätze.....	11
---	----

Tabelle 2: Kennzeichnende Wasserstände (Bezugsreihe 2005/2014)	15
--	----

1 Allgemeine Projektbeschreibung

1.1 Veranlassung und Projekthistorie

Der Planungsbeginn zur Umgestaltung des Werftbeckens Warnemünde erfolgte mit der Entwicklungskonzeption im Jahr 2016.

Die Bürgerschaft der Hanse- und Universitätsstadt Rostock (HRO) hat am 05.04.2017 mit dem Beschluss 2017/BV/2515 auf Grundlage des vorgelegten Entwicklungskonzeptes beschlossen „die Flächen um das Werftbecken Warnemünde als Mehrzweckhafen (Mischnutzung für Gewerbe und Kreuzfahrttourismus) zu entwickeln und die Planungs- und Genehmigungsverfahren für die Umnutzung und Wiederbelebung des Gewerbe- und Hafenareals an diesem herausragenden Standort durchzuführen“.

Gegenstand des im Jahr 2018 eingereichten Planfeststellungsantrages zur Umgestaltung des Werftbeckens Warnemünde waren der Neubau der Hafenanlagen (Liegeplätze P09, P10, P11 und P12), die Entwicklung der angrenzenden Flächen für die öffentlich-maritime und gewerbliche Nutzung der Liegeplätze sowie für die Kreuzschifffahrt und die wasser- und landseitige Altlastensanierung. Auf Grund von gescheiterten Verhandlungen zur Flächenübernahme mit den ehemaligen MV-Werften als auch mit dem dargestellten Maßnahmenumfang, der in den zur Planfeststellung eingereichten Unterlagen dargestellt wurde, sowie den Gesamtinvestitionskosten, wurde seitens der HRO entschieden den Antrag auf Planfeststellung am 16.07.2020 zurückzuziehen.

Ziel der nunmehr verfolgten planerischen Maßnahmen ist die **Umgestaltung des Werftbeckens Warnemünde** verbunden mit der Entwicklung eines **maritimen Gewerbeparks für nachhaltige Energietechnologien** auf den unmittelbar angrenzenden Landflächen.

Im Rahmen der Energiewende nehmen die Offshore-Energieerzeugung und die damit in Zusammenhang stehende Forschungsarbeit eine zentrale Rolle in der Gestaltung der Zukunftsfähigkeit Deutschlands ein. Vor diesem Hintergrund sollen im Vorhabengebiet die infrastrukturellen Voraussetzungen für Betriebs- und Logistikzentren der Offshore-Windkrafttechnik und Offshore-Wartung, als Forschungsstandort sowie als multifunktionaler Betriebshafen entwickelt werden. Dabei ordnet sich das Vorhaben in die maritime Umgebungsnutzung (z.B. Marinearsenal/Warnowwerft, Hafenbetrieb, Kreuzfahrtterminals P7/8) ein.

Ziel der Hanse- und Universitätsstadt Rostock ist, die Gesamtentwicklung des Vorhabens durchzuführen. Wesentlich dabei ist, dass sämtliche Vorhabensteile errichtet werden, jedoch für die einzelnen Projektteile aufgrund der Projektanforderungen unterschiedliche Genehmigungswege erforderlich sind. Folgende Projektgliederung ist genehmigungsrechtlich vorgesehen und mit den Behörden abgestimmt:

- **Projekt 1 Landseitige Abbrucharbeiten / Flächenberäumung**
(Abbruchanzeige und naturschutzfachliche Genehmigung)
Bauamt HRO, uNB (Grünamt Rostock)
- **Projekt 2 Landseitige Altlastensanierung**

(Sanierungsplan BBodSchV)
StALU MM - Bodenschutz

- **Projekt 3 Gewerbegebieterschließung**

(Beteiligungsverfahren für die Betriebsstraßen inkl. Medienversorgung)
Fachämter Rostock und Versorger

- **Projekt 4 Herstellung der Liegeplätze P 09, P 10 und P 11**

gemäß WVHaSiG M-V / WM M-V (Planfeststellung)

- **Projekt 5 Herstellung der Vorstellfläche und Nassbaggerung**

gemäß WVHaSiG M-V / WM M-V (Planfeststellung)

Die hier vorliegende Unterlage beschreibt die Baumaßnahmen zu **Projekt 4: Herstellung der Liegeplätze** sowie **Projekt 5: Herstellung der Vorstellfläche und Nassbaggerung**.

Für diese Maßnahmen wird ein Planfeststellungsverfahren durchgeführt.

Aus den o.g. Entwicklungszielen des Vorhabengebietes wurde ein Ausbaukonzept des Gesamtvorhabens gemäß der nachstehenden Abbildung 1 erarbeitet:

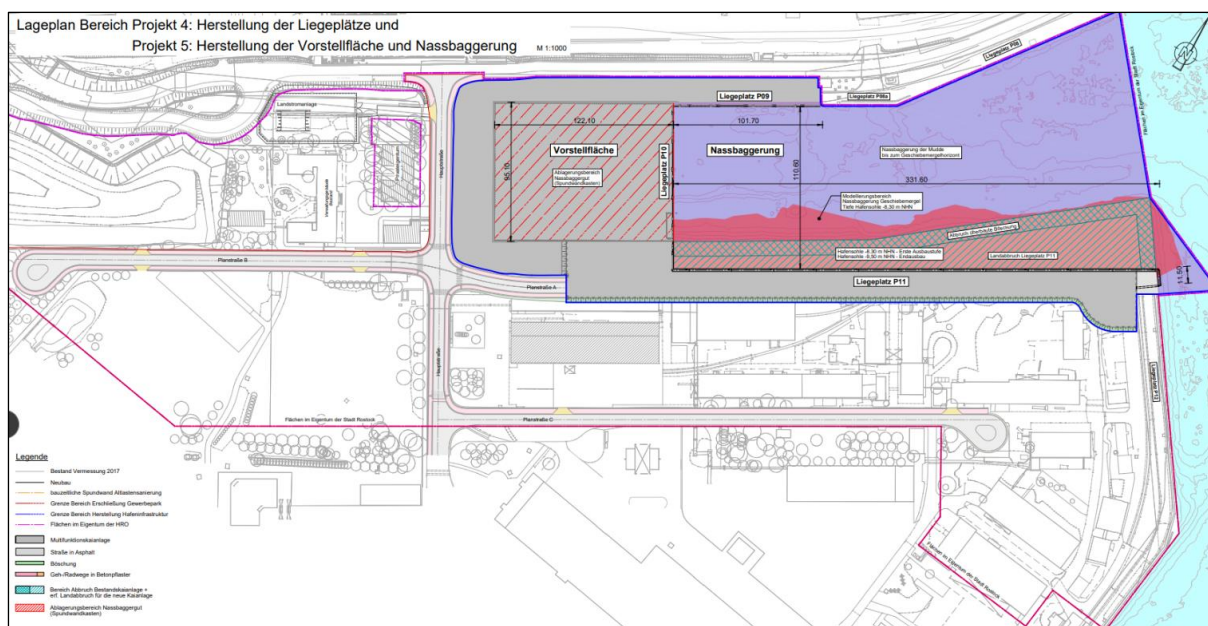


Abbildung 1: Lageplan Gebietsentwicklung Gesamtkonzept Projekte 4 und 5

Der hier stehende Erläuterungsbericht umfasst ausschließlich die Projekte 4 und 5.

Für das Projekt 4 ist der Lageplan wie folgt beigefügt:

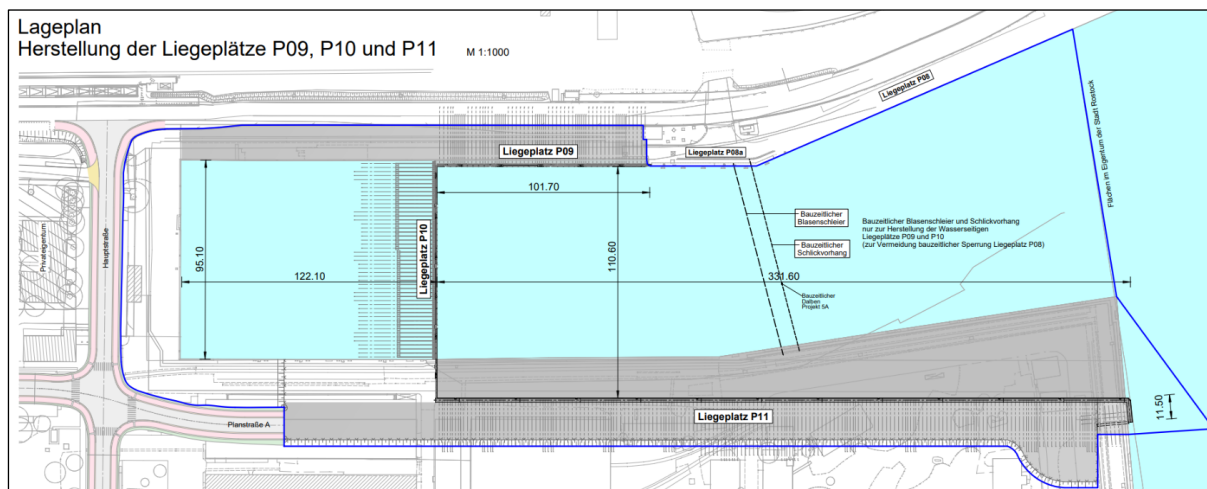


Abbildung 2: Lageplan Projekt 4: Herstellung der Liegeplätze P 09, P10 und P 11

Für das Projekt 5 ist der Lageplan wie folgt beigefügt:

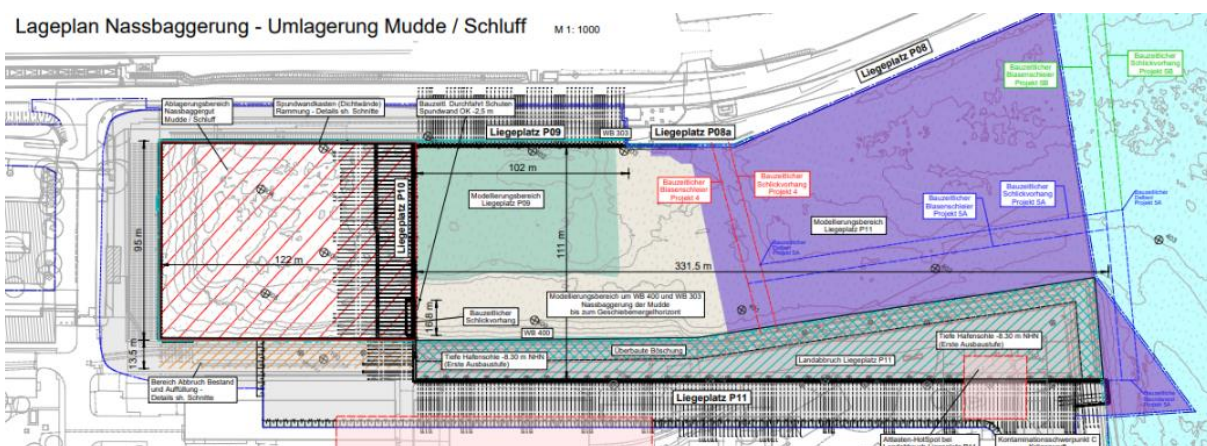


Abbildung 3: Lageplan Projekt 5: Herstellung der Vorstellfläche und Nassbaggerung

1.2 Maßnahmen

Die Hanse- und Universitätsstadt Rostock plant die Revitalisierung und Entwicklung des Areals um das ehemalige Werftbecken in Warnemünde mit folgenden Maßnahmen, welche genehmigungstechnisch getrennt betrachtet werden:

1. Herstellung der Liegeplätze mit den folgenden Untermaßnahmen – Teil der hier beschriebenen Maßnahme:

- Wasserbauliche Erschließung der neuen Liegeplätze P09, P10 und P11:
 - Der Ersatzneubau des sanierungsbedürftigen Bestandsliegeplatzes P09 als wasserseitige Vorrammung und die Herstellung der Flächenbefestigung des neuen Liegeplatzes,
 - Die Herstellung des Liegeplatzes P10 als Ufersicherung für eine Teilverfüllung des Hafenbeckens,

- Der Ersatzneubau der sanierungsbedürftigen Bestandsliegeplätze P11/12 zum neuen Mehrzweckliegeplatz P11 und die Herstellung der Flächenbefestigung des neuen Liegeplatzes,
- Teilabriss der Stahlbeton - Kaiplatten der Bestandsliegeplätze P11/12,
- Durchführung der umwelttechnischen Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen.

2. **Herstellung der Vorstellfläche und Nassbaggerung** mit den folgenden Untermaßnahmen – **Teil der hier beschriebenen Maßnahme:**

- Die Schaffung einer neuen Vorstellfläche mit Nassbaggerung im Hafenbecken:
 - Die Herstellung des Liegeplatzes P10 als Ufersicherung für eine Teilverfüllung des Hafenbeckens einschl. der Herstellung hafenbeckenseitiger Dichtwände, die Nassbaggerung und Verbringung der wasserseitigen Altlasten in den gedichteten Teilverfüllungsbereich des Hafenbeckens und die Verfüllung, Abdichtung und Konsolidierung des teilverfüllten Bereiches und die zeitlich versetzte Flächenbefestigung des neuen Liegeplatzes und der angrenzenden hafennahen Vorstellflächen.

1.3 Genehmigungsverfahren

1.3.1 Grundsätzliches

Die durch die Hanse- und Universitätsstadt Rostock, hier vertreten durch das Hafen- und Seemannsamt (Vorhabenträger), verfolgte Maßnahme zur Gebietsentwicklung gliedert sich genehmigungstechnisch in folgende Bestandteile:

- Planfeststellung nach § 6 Absatz 1 Satz 2 WVBaSiG M-V

1.3.2 Ausblick: Bebauungsplanverfahren

Die weitere bauliche Grundstücksentwicklung, welche über die Maßnahmen der Abbildung 1 hinausgehen, werden über ein Bebauungsplanverfahren geregelt.

Der Vorhabensträger dieses Verfahrens ist die Hanse- und Universitätsstadt Rostock. Ein entsprechender Aufstellungsbeschluss zum B-Plan „Sondergebiet am Werftbecken“ wurde 2018 erwirkt. Das Verfahren wird aktuell an die geänderten Rahmenbedingungen, die in diesem Dokument beschrieben wurden, angepasst. Das Inkrafttreten des rechtsgültigen B-Planes steht vom jetzigen Verfahrensstand aus prozessbedingt frühestens für 2026 in Aussicht. Die Aufstellung des B-Planes erfolgt parallel.

1.4 Planungsparameter zum Ausbau der Liegeplätze

Nachfolgend sind die der Planung zugrundeliegenden maßgeblichen Parameter der neu zu schaffenden Hafenanlagen zusammengefasst:

	Liegeplatz P09	Liegeplatz P10	Liegeplatz P11
Bemessungsschiff	61,4 m x 15 m x 5 m (z.B. Schlepper)	61,4 m x 15 m x 5 m (z.B. Schlepper)	140 m x 27,5 m x 4,8 m (z. B. Kabelleger)
OK Kai	+2,20 m NHN bis +2,60 m NHN	+2,60 m NHN	+2,60 m NHN
OK Sohle	-9,50 m NHN	-9,50 m NHN	-9,50 m NHN (in erster Ausbaustufe Projekt 5: -8,30 m NHN)
Bemessungssohle ¹	-10,50 m NHN	-10,50 m NHN	-10,50 m NHN
Verkehrslast	20 kN/m ²	20 kN/m ²	50 kN/m ²

Tabelle 1: Planungsparameter der Liegeplätze

1.5 Arbeitsunterlagen

Folgende Arbeitsunterlagen bilden die Planungsgrundlage:

- /1/ EAU – Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ (12. Auflage 2020)
- /2/ EAB – Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (5. Auflage 2012)
- /3/ EA-Pfähle – Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ (2. Auflage 2012)

¹ Im Rahmen des Projektes 4 erfolgen keine Baggermaßnahmen. Diese sind nur mit dem Projekt 5 geplant.

- /4/ Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau (ZTV-W)
- /5/ Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV ING)
- /6/ DIN-Vorschriften
- /7/ Seehafen Rostock Verkehrssicherungspeilung 2023, Geo Ingenieurservice Nord-Ost GmbH & Co. KG (Peilung vom 09.02.2023)
- /8/ Geotechnischer Bericht Nr. 31/17, Hauptuntersuchung, Werftbecken Warnemünde – Neubau Hafenanlagen und Terminalflächen, Inros Lackner SE vom 18.06.2018 einschl. der Ergänzungen

2 Örtliche Verhältnisse

2.1 Allgemeines

Das Vorhabengebiet zum Neubau der Liegeplätze P09 bis P11 und der landseitigen Gewerbegebieterschließung umfasst Teile des ehemaligen Werftareal in Rostock-Warnemünde sowie die unmittelbar angrenzende Wasserfläche im Werftbecken. Das Vorhabengebiet befindet sich außerhalb von Schutzgebieten und ist nach jahrzehntelanger Nutzung als Werft- und Flugzeugbaustandort infolge der weitgehenden Nutzungsaufgabe als Industriebrache einzustufen.

Das wasserseitige Vorhabengebiet ist Teil der Unterwarnow und liegt im Hafengebiet der Hanse- und Universitätsstadt Rostock. Es grenzt im Osten an den Seekanal Rostock an und ist außerhalb der Bundesseewasserstraße Warnow gelegen.

2.2 Lage und Zuwegung

Das Projektgebiet befindet sich in Rostock OT Warnemünde. Das Projektgebiet ist landseitig über die B 103 / Karl-F.-Kerner-Straße bzw. Werftallee zu erreichen. Die wasserseitige Anbindung erfolgt über den Seekanal Rostock.



Abbildung 4: Luftbild Bestand Liegeplatz P11/P12

2.3 Grundstücks- und Eigentumsverhältnisse

Sämtliche Grundstücke im Vorhabensbereich der Hafeninfrastruktur befinden sich im Eigentum der Hanse- und Universitätsstadt Rostock.

2.4 Beschreibung der vorhandenen baulichen Anlagen

2.4.1 Kaianlagen und angrenzende Wasserflächen

Die Liegeplätze im Projektgebiet – P09, P10, P11/P12 – sind derzeit aufgrund unzureichender Standsicherheit gesperrt. Die nördlich angrenzenden Liegeplätze (P8a, P8 und P7) werden insbesondere in der Kreuzfahrtsaison genutzt.

Die Kaianlage der Liegeplätze P11/P12 ist gemäß den vorliegenden Bestandsunterlagen als überbaute Böschung ausgeführt. Die Konstruktion besteht aus einer tiefgegründeten Kaiplatte auf einer hohen Pfahlrostkonstruktion. Es ist davon auszugehen, dass die Pfähle als Fertigpfähle bzw. Stahlbetonpfähle ausgeführt wurden. Es sind hinten liegende und teils vorne liegende Spundwände eingebaut worden, um die Roste zu verkürzen.

Bei der Liegewand des bestehenden Liegeplatzes P10 handelt es sich um eine einfach verankerte Spundwand Larssen IV neu.

Im Werftbecken befindet sich die ehemalige Dockgrube des Schwimmdocks (Schwimmdock I) aus dem historischen Werftbetrieb. Die Dockgrube wurde im Zuge vergangener Hafenbaumaßnahmen mit Sedimenten aus Nassbaggerungen verfüllt.

Die Dockgrube wurde bereits in der Vergangenheit umfangreich planerisch betrachtet. Das Staatliche Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg (StALU MM) hatte im Zuge erlassener Genehmigungen hier bereits die Auflage formuliert, dass „nach Konsolidierung der Teil des Werftbeckens im schadstoffbelasteten Bereich der Dockgrube durch Einspundung und Versiegelung zu sichern ist“.

2.4.2 Gebäudebestand

Auf dem betroffenen Gelände der Hanse- und Universitätsstadt Rostock sind zahlreiche Gebäude und bauliche Altstrukturen vorhanden.

Für die Bestandsgebäude wurde im Zuge der vorausgehenden Planungen ein Schadstoffkaster erstellt. Zahlreiche Gebäude sind mit Gefahrstoffen belastet, u.a. faserhaltige Baustoffe (Asbest und künstliche Mineralfasern), stark schwermetallhaltige Farbanstriche, Holz der Altholzkategorie A IV sowie teer- und bitumenhaltige Baustoffe. Die Gebäude sind weitestgehend ungenutzt und können als bauliche Ruinen beschrieben werden.

Mit dem Vorhaben werden in Projekt 1 – RÜCKBAU - sämtliche Gebäude auf dem Gelände – außer das ehemalige Verwaltungsgebäude sowie das ehemalige Pfortnerhäuschen – abgerissen. Der Rückbau der Gebäude ist nicht Gegenstand dieser des Projektes 4, kann jedoch für Projekt 4 als abgeschlossen vorausgesetzt werden.

2.4.3 Verkehrsflächen und Flächenbefestigungen

Östlich der Werftzufahrt ist das Projektgebiet großflächig mit Asphalt, Beton und Pflaster befestigt. Im Westen der Werftzufahrt ist das Gelände dahingegen in weiten Teilen unbefestigt.

Die Hauptverkehrsflächen stellen die Werftzufahrt bis zum Gelände des Marinearsenals sowie die Zufahrten zum ehemaligen Zentrallager der Werft (Halle 26) und zur ehemaligen Feuerwache (Gebäude 30) dar. Da die Gebäude nicht mehr genutzt werden, liegen die Hauptzufahrten jetzt auch brach.

2.4.4 Leitungsbestand und Medien

Es befinden sich zahlreiche Leitungen und Leitungsanlagen auf dem ehemaligen Werftgelände. Der Leitungsbestand ist sowohl im Erdreich (z.B. in Kabelkanälen) als auch oberirdisch (z.B. über Rohrleitungsbrücken) verlegt. Gemäß den vorliegenden Daten zum Leitungsbestand, ist davon auszugehen, dass zusätzlich zu den Versorgungs- und Entsorgungsleitungen, weitere Medien, bspw. technische Gase und Druckluft für den Werftbetrieb genutzt worden sind. Im Bereich der Kaianlage am LP P11 ist bspw. eine Rohrtrasse mit u.a. einer Acetylenleitung eingebaut.

Zum Baubeginn sind alle Leitungen außer Betrieb gesetzt.



Abbildung 5: Rohrtrasse in der Kaianlage mit Altbestand Acetylenleitung

2.5 Hydrologie

Die folgenden kennzeichnenden Wasserstände (Bezugsreihe 2005/2014) und Extremwerte wurden für den Pegel Warnemünde durch das WSA Ostsee ermittelt (Messstellen-Nr.: 9640015; PNP = -4,98 m NHN):

Tabelle 2: Kennzeichnende Wasserstände

	Wasserstand	Wasserstand (m NHN)
HW	667 cm	+1,69 m NHN
MHW	617 cm	+1,19 m NHN
MW	507 cm	+0,09 m NHN
MNW	407 cm	-0,91 m NHN
NW	396 cm	-1,02 m NHN

Die größte Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Hoch- und Niedrigwasserständen liegt in den Wintermonaten vor. Die Sturmflutsaison beginnt jedes Jahr am 16. Oktober und endet am 31. März des darauffolgenden Jahres. Sommerhochwasser sind jedoch nicht auszuschließen.

2.6 Topografie

Die Geländehöhen im Projektgebiet liegen im Mittel bei ca. +1,5 m NHN östlich der Werftzufahrt.

2.7 Baugrund

Das gesamte Untersuchungsgebiet ist einer regionalgeologischen Einheit zuzuordnen und Bestandteil einer ebenen Grundmoränenlandschaft des Pommerschen Stadiums der letzten Inlandvereisung, deren Oberfläche unter dem gegenwärtigen Wasserspiegel der Ostsee lag. Durch Verlandungsprozesse im Zuge der Littorinatransgression wurde das Gebiet bis etwa auf das Niveau des heutigen Meeresspiegels angehoben. Durch anthropogene Aufschüttungen wurde der größte Teil des Geländes auf die gegenwärtige Geländehöhe gebracht.

Der prinzipielle Schichtaufbau kann wie folgt beschrieben werden:

Ab OK Gelände sind verbreitet Auffüllungen, locker gelagerte holozäne Sande und sehr setzungsempfindliche Sedimente (Mudde) und Torfe zu erwarten, die von Geschiebemergel des Weichselglazials unterlagert werden.

Im direkten Bereich der zu bauenden Anlagen werden ab OK Gelände bereichsweise Platzbefestigungen aus Beton, Asphalt bzw. Pflaster angetroffen. Darunter bzw. in den nicht befestigten Bereichen bereits ab OK Gelände steht eine vornehmlich aus Sanden, aber auch bereichsweise aus Bauschutt bestehende Auffüllung. Diese Auffüllung wurde in Mächtigkeiten von 0,7 m bis 4,0 m (Mittel: 2,0 m) erkundet. Darunter stehen holozäne Böden. Es wurden Sande, Mudde und Torf in unterschiedlichen Stärken und Schichtfolgen erbohrt. Teils fehlten die Sande bzw. wurden keine organischen Böden erkundet.

Im Liegenden des Holozäns steht pleistozäner Geschiebemergel, der hier in Tiefen von -2,82 m NHN bis -4,34 m NHN erkundet wurde. Er ist in den oberen 0,5 m bis max. 5,0 m als gestört anzusprechen. Hier werden weiche bis steife und steife Konsistenzen angetroffen. Darunter steht der Mergel überwiegend in halbfester und fester Konsistenz.

Unterhalb des Mergels stehen in allen Aufschlüssen überwiegend dicht bis sehr dicht gelagerte Sande mit Mächtigkeiten von 9,1 m bis 13,2 m. Erbohrt wurden die Sande in Tiefen von -12,29 m NHN bis -14,99 m NHN (Mittel: 13,33 m NHN).

Die anstehenden Böden werden entsprechend DIN 18 300 in zwei Homogenbereiche eingruppiert. Der Homogenbereich 1 umfasst alle Auffüllungen und die holozänen Sande. Der Homogenbereich 2 umfasst die Torfe und Mudden. Die genaue Beschreibung beider Homogenbereiche ist dem Geotechnischen Bericht zu entnehmen.

Im Untersuchungsraum wurden 3 Grundwasserstockwerke erkundet. Für die Anlagen maßgebend ist jedoch nur der obere, unbedeckte Grundwasserleiter, der auf dem Mergel in der Auffüllung und in den holozänen Sanden liegt. Hier wurde das Grundwasser in einer Tiefe von 0,60 m bis 3,10 m unter OK Gelände (Mittel = 1,70 m u. OKG) = +0,95 m NHN bis -0,54 m NHN (Mittel = +0,38 m NHN) angeschnitten. Die Grundwasserstände nach Bohrende bzw. in

Ruhe lagen zwischen 0,50 m und 2,65 m unter OK Gelände (Mittel = 1,53 m u. OKG) = +1,17 m NHN bis -0,42 m NHN (Mittel = +0,53 m NHN). Der obere Leiter wird vornehmlich aus Niederschlägen gespeist. Jahreszeitlich und niederschlagsbedingt werden somit Schwankungen im 1. Grundwasserleiter zu erwarten sein. Es wird ein Bemessungswasserstand im oberen Grundwasserleiter von +1,40 m NHN gegeben. Zu beachten sind weiterhin die Wasserstände in der Unterwarnow.

Das Grundwasser reagiert nur schwach betonangreifend. Die Stahlaggressivität ist für Mulden- und Lochkorrosion hoch bis mittel und für Flächenkorrosion mittel bis gering einzuschätzen.

Der gesamte Untersuchungsraum ist nicht erdbebengefährdet.

Die oberflächlich anstehenden Böden sind entsprechend ihrer Kornverteilung nach ZTVE-StB 17 gemäß ihrer Frostempfindlichkeit einzustufen. Da die Verteilung der Frostempfindlichkeit über die Fläche und die Tiefe sehr inhomogen ist, sollte generell mit einer starken Frostempfindlichkeit der anstehenden Böden gerechnet werden.

Jedoch ist anzumerken, dass Bereiche aus Hochwasserschutzgründen aufgefüllt werden. Der aufzufüllende Sand ist ein nicht frostempfindlicher Boden (F1).

Der gesamte Untersuchungsraum ist in die Frosteinwirkungszone F2 nach RSto 12 Bild 6 "Frosteinwirkungszone" einzuordnen. Bei der Wahl des Oberbaus muss von ungünstigen Wasserverhältnissen ausgegangen werden.

Altlasten sind bereichsweise vorhanden. Es kann davon ausgegangen werden, dass im Zuge der Altlastsanierung generell ein Bodenaustausch des Bestandsbodens stattfinden wird. Der aufzufüllende Sand ist ein frostunempfindlicher (F1) Boden.

Infolge der Auffüllungen und der Verkehrslasten sind in Abhängigkeit des anstehenden Baugrundes unterschiedliche Setzungen zu erwarten. Die Setzungen sind durch Vorlastschüttungen im Bereich der Kaianlage vorwegzunehmen.

Der Geotechnische Bericht /8/ vom 18.06.2018 liegt der Entwurfs- und Genehmigungsplanung bei.

2.8 Kampfmittel

Gemäß der zuständigen Fachbehörde ist aufgrund der Luftbildauswertung als Teil der weiterführenden Prüfung im Zuge der geplanten Baumaßnahmen eine Bohrlochsondierung und Volumenräumung durch eine zugelassene Kampfmittelräumfirma notwendig, da Kampfmittel-funde im Vorhabengebiet nicht ausgeschlossen werden können.

Der Munitionsbergungsdienst des Landesamtes für zentrale Aufgaben und Technik der Polizei, Brand- und Katastrophenschutz Mecklenburg-Vorpommern empfiehlt in der Räumstrategie für das Vorhaben vom 26.04.2023/14.03.2024 folgende Technologien:

1. Maßnahmen zur Spundwandherstellung:

Untersuchung der Linienbauwerke durch eine computergestützte Bohrlochsondierung bis 6,0m Messtiefe unter derzeitiger Geländeoberkante. Untersuchung, der Rückverankerung, der Spundwände mit einer computergestützten Bohrlochsondierung 3-Achsmagnetometer auf der Pfahlachse bis zu einer Messtiefe von 6,0m unter derzeitiger Geländeoberkante. Die Arbeiten müssen durch ein Unternehmen mit gültiger Erlaubnis nach §7 Sprengstoffgesetz ausgeführt

werden. Berücksichtigung der zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen zur Kampfmittelbeseitigung für Vertragsunternehmen im Land Mecklenburg-Vorpommern (ZTVB-VU-MV) Stand 08/2021.

2. Bodenaushub Wasserfläche:

Unter Berücksichtigung der in den vergangenen Jahrzehnten ausgeführten Bau- und Nassbaggerarbeiten, zur Vertiefung des Werftbeckens, kann davon ausgegangen werden, dass in diesem Bereich nicht auf Kampfmittel getroffen wird. Hier besteht aus unserer Sicht kein weiterer Handlungsbedarf.

3. Kampfmittelräumung im Bereich der zu erschließenden Straßen:

Auf Grund der Vielzahl von Bombentrichtern und mehrerer Verdachtspunkte empfehlen wir die Verdachtspunkte 152 und 153 vollständig mit dem Bohrraster für Verdachtspunkte gemäß ZTVB-VU-MV, bis 6,0m Messtiefe, untersuchen zu lassen. Diese befinden sich im Randbereich der geplanten Straßen. Eine spätere Bearbeitung könnte zu sehr großen und zusätzlichen Arbeiten und Maßnahmen führen wie zum Beispiel Evakuierungen von bereits bebauten Abschnitten oder den Abriss von bereits errichteten Bauwerken. Des Weiteren empfehlen wir den gesamten Straßenbereich durch eine computergestützte Bohrlochsondierung bis 6,0m Messtiefe untersuchen zu lassen. In diesem Bereich empfehlen wir weiterhin die Gräben für Medienträger bis 2,0m unter GOK, als Volumenräumung durch ein zugelassenes Kampfmittelräumunternehmen herstellen zu lassen. Durch die hohe Anzahl der Bombentrichter sind mögliche oberflächennahe Kampfmittel nicht auszuschließen.

Alle weiteren Flächen können nach konkreter Bauplanung in angepasster Technologie auf mögliche Kampfmittel untersucht werden.

Es erfolgte durch den Munitionsbergungsdienst am 02.05.2023 folgende telefonische Aufklärung zu Punkt Nr. 04:

- Rastersondierung bis 6,0 m u. GOK im gesamten Straßenbereich hat nur empfehlenden Charakter.
- Erdarbeiten generell nur durch Unternehmen mit gültiger Erlaubnis nach § 7 SprengG.
- Wirtschaftliche Überlegung der HRO, ob Tiefen-Freimessung im Straßenbereich zur Konfliktvermeidung im Grundstücksrandbereich sinnvoll ist oder nicht.

Zu folgendem Absatz in Punkt Nr. 02

„Um eine Lageveränderung von großkalibrigen Kampfmitteln zu verhindern ist hier zwingend die in der DGUV Information 201-027 beschriebene Vorgehensweise einzuhalten und der abzutragende Boden auf signalstarke Störkörper, mit geeigneten Suchgeräten, zu untersuchen. Ein Umsetzen und/oder Verfahren der Bodenmassen zum Herstellen der Kampfmittelfreiheit ist dann nach unserer Auffassung möglich. Die Arbeiten müssen durch ein Unternehmen mit gültiger Erlaubnis nach §7 Sprengstoffgesetz ausgeführt werden.“

wurde des Weiteren am 02.06.2023 mit dem Munitionsbergungsdienst Folgendes abgestimmt:

- Die Blindgängerverdachtspunkte und Bombentrichter sollten in den Baugrubenplan mit aufgenommen werden.
- Die Blindgängerverdachtspunkte (Fliegerbomben) 115 und 119 sind vor Ort vor Aushubbeginn einzumessen und zu markieren.

- Innerhalb der geplanten Baugruben ist der Boden meterweise abziehen und die jeweilige Baugrubensohle mittels eines geeigneten Suchgerätes und angepasster Suchstärke auf signalstarke Störkörper (Fliegerbomben) zu überprüfen.
- Nach erfolgter Überprüfung wird der Boden weiter ausgehoben, seitlich gelagert und abschließend kampfmitteltechnisch überprüft.
- Nach der finalen kampfmitteltechnischen Überprüfung im Bereich der Baugrube wird der Boden erneut geladen und zur Bereitstellungsfläche transportiert.

Durch den Bauherrn wurde auch festgelegt, dass die Kampfmittelverdachtspunkte 152 und 153 (Bereich Straßenbau) ebenfalls vor Aushub vor Ort einzumessen und zu markieren sind.

Eine grundsätzliche Beräumung unter den Straßen ist aufgrund des geringen Bodeneingriffes nicht geplant.

Die Räumstrategie und der Lageplan mit Luftbildauswertung des Munitionsbergungsdienstes liegen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung bei.

3 Projektziele

3.1 Vorbemerkung

Das grundsätzliche Entwicklungsziel der hier vorliegenden Maßnahmen ist die Schaffung der notwendigen Infrastruktur für Betriebs- und Logistikzentren der Offshore-Windkraft Branche, als Forschungsstandort sowie als multifunktionaler Betriebshafen als Voraussetzung für die Ansiedlung von Unternehmen im Bereich nachhaltiger Energietechnologien, um insbesondere die mit der laufenden Energiewende einhergehenden Betriebs- und Logistikprozesse dieses Sektors zukunftssicher und bedarfsgerecht abbilden zu können. Hierzu gibt es für den Standort bereits konkrete Planungen und Nutzungskonzepte, aus denen das hier dargestellte Maßnahmenpaket für den maritimen Gewerbepark entwickelt wurde.

Die vorhandenen Altlasten und Kontaminationen im Bereich des Werftbeckens bilden sowohl wasser- als auch landseitig den größten Altlastenstandort an der Unterwarnow. Infolge der jahrzehntelangen industriellen Nutzung des Areals für den Schiffs- und Flugzeugbau, die bereits vor dem 2. Weltkrieg begann, sind insbesondere die oberen Bodenschichten und der obere Grundwasserleiter teils stark kontaminiert. Diese Belastungen sind gleichermaßen im Werftbecken anzutreffen. Aufgrund umfangreicher Bombardierung des Gebietes im 2. Weltkrieg ist zudem von einer Kampfmittelbelastung auszugehen.

Entsprechend den bisher getätigten Abstimmungen zum Sanierungskonzept mit der oberen Bodenschutzbehörde (StALU MM) wird das Vorhaben mit den hier beschriebenen Einzelmaßnahmen insgesamt zu einer dauerhaften Sanierung bzw. Sicherung der Altlasten führen. Dabei werden die wasserseitigen Altlasten durch eine Kapselung innerhalb des Hafenbeckens kontrolliert gefasst und dauerhaft gesichert, die landseitigen Sanierungsmaßnahmen erfolgen weitestgehend durch Vollbodenaustausch der Kontaminationsschwerpunkte.

3.2 Stadtplanerische Entwicklungsziele

Die Umgestaltung des Werftbeckens entspricht den gesamtstädtischen Entwicklungszielen der Hanse- und Universitätsstadt Rostock.

Mit der geplanten Maßnahme wird die funktionale und bauliche Aufwertung von hafennahen gewerblichen Bauflächen im Zusammenhang mit dem Mehrzweckhafen im Werftbecken beabsichtigt. Es sollen auf diesen Flächen, die nicht in großer Entfernung auch von lärmsensiblen Wohnnutzungen liegen, gewerbliche, maritime und hafenaffine Nutzungen ermöglicht werden, die immissionsschutzseitig Rücksicht auf die weitere Umgebung nehmen.

Rostock 2025 – Leitlinien zur Stadtentwicklung

Rostock behauptet sich als größtes Wirtschafts-, Logistik- und Dienstleistungszentrum im Nordosten Deutschlands. Hafenstadt und Wirtschaftszentrum sind zentrale Handlungsfelder in den Leitlinien der Hanse- und Universitätsstadt Rostock. Mit dem Vorhaben kann der Ausbau internationaler und intermodaler Logistikketten forciert werden. Weiterhin können Neuansiedlungen der hafenaffinen Wirtschaft durch die Entstehung landseitiger Gewerbeflächen getätigt werden.

Bebauungsplan Werftbecken

(Aufstellungsbeschluss 17.10.2018)

Für das ehemalige Werftgelände liegt ein Aufstellungsbeschluss für einen Bebauungsplan vor.

Ziel des Bebauungsplans ist die bauplanungsrechtliche Sicherung von Bauflächen für eine maritime und hafenauffine Gewerbenutzung. Die Entwicklung der festgesetzten Gewerbe- und Sondergebiete hat zudem den Fokus auf die Ansiedlung von Unternehmen mit dem Schwerpunkt der Förderung, Entwicklung und Erforschung von erneuerbaren Energien, auch mit Bezug auf bereits bestehende Offshore Anlagen, was den Anforderungen des EEG 2023 in besonderem Maße entspricht.

3.3 Wirtschaftliche Entwicklungsziele

Auf Grund des geplanten Ausbaus der Offshore-Windkraft in der Ostsee beabsichtigt die Hanse- und Universitätsstadt Rostock, mit der Sanierung des Werftbeckens Warnemünde Flächen für die Ansiedlung von maritimen Dienstleistern bereitzustellen. Mit der Umsetzung dieser Ansiedlungen wird es möglich sein, Wertschöpfung und Arbeitsplätze am Standort Rostock zu generieren und ein Zukunftszentrum für Offshore-Windenergie am Standort Rostock zu etablieren.

Aktuell sind Ausbauziele von mind. 30 GW Windenergieleistung offshore bis 2030, 40 GW offshore bis 2035 und 70 GW bis 2045 in Deutschland geplant. Dadurch erhält insbesondere die Offshore-Windenergiebranche eine neue Wachstumsperspektive (aktuell sind insgesamt erst rund 8,0 GW am Netz). Diese Planungen bedeuten zum Beispiel einen Bedarf von 33 Offshore-Umspannplattformen bis 2045, je Plattform besteht ein Investitionsvolumen von 1,5 bis 2,0 Mrd. Euro.

Dem Standort Rostock bietet sich durch den geplanten Ausbau der Offshore-Windenergie in Deutschland die Chance in den nächsten Jahren massiv an der Werftschöpfung zu partizipieren und neue gut bezahlte Arbeitsplätze in der Produktion und Dienstleistung zu schaffen.

3.4 Weitere Entwicklungsziele

3.4.1 Schaffung einer maritimen Vorstellfläche

Die zukünftigen Unternehmen im maritimen Gewerbepark und die Kreuzschiffahrt an den Liegeplätzen 7 und 8 der Mittelmole benötigen für ihre Zwecke ausreichende Vorstellflächen in unmittelbarer Anbindung an den Liegeplätzen 9, 10 und 11 des Werftbeckens. Hier erfolgt das Abstellen von Fahrzeugen, die Montage von maritimen Strukturen bei der seeseitigen Anlandung und Verschiffung oder auch die Zwischenlagerung von Gütern vor oder nach deren Seetransport. Aus diesem Grund ist die Vorstellfläche des LP P 10 mit ca. 1 ha Größe für diese Zwecke hinreichend dimensioniert worden.

Diese Fläche wird für die Nutzung des maritimer Gewerbeparks für nachhaltige Energietechnologien als Hafennutzungsfläche benötigt. Durch die geplante Bebauung im Gewerbegebiet, stehen weitere Hafennutzungsflächen im Bereich Warnemünde nicht zur Verfügung.

Die Vorstellfläche am maritimen Gewerbegebiet besitzt mit ihrer Lage und der öffentlichen Zugänglichkeit ebenfalls die Kreuzfahrtnutzung auf der Mittelmole in Warnemünde.

3.4.2 Unterstützung der Kreuzschifffahrt

Für Warnemünde ist die Kreuzschifffahrt nach wie vor ein bedeutender maritim–touristischer Wirtschaftsfaktor. Die Kreuzschifffahrt hat sich im Wesentlichen an den beiden bestehenden Liegeplätzen P07 und P08 konsolidiert. Hier soll auch zukünftig deren Kerngeschäft stattfinden.

Unterstützend ist durch das hier beschriebene Projekt auch die Bereitstellung von notwendigen Vorstellflächen für die Abwicklung des Kreuzfahrtgeschäftes am Warnemünder Cruise Center (WCC), die zukünftige Entwicklung von z.B. Parkraum, sowie die technisch und nautisch mögliche Nutzung des Liegeplatzes P11 für Kreuzfahrtschiffe im Tageszeitraum denkbar.

4 Nutzungsszenarien und Standortlogistik

4.1 Nutzungsszenarien Liegeplatz P11

Nach gegenwärtigem Planungsstand und im Ergebnis erster Gespräche mit potenziellen Unternehmen für eine Ansiedlung sind im Zusammenhang mit dem Liegeplatz P11 folgende Nutzungsszenarien zu berücksichtigen:

1. Nutzungen aus Offshore-Logistikzentrum

Für das geplante Offshore-Logistikzentrum (Bereitstellung der maritimen Ausrüstung für die Offshore-Windparkversorgung) ist am Liegeplatz P11 eine mind. 200 m lange Kai zu schaffen, welche für die Beladung mit Verbrauchsgütern also auch für mobilen Schwerlastumschlag (mind. 50 kN/m² Flächenlast, ggf. in Teilbereichen höher) geeignet ist.



Abbildung 6: Beispielhafte Nutzung des Liegeplatzes P11 durch Kabelleger

2. Nutzungen aus Forschungsstandort

Im Rahmen der Tätigkeiten der Forschungsfabrik ist ein Umschlag von Schwerlastsegmenten mit einer Intensität von mind. etwa 5-10 Transporten/Jahr zum bzw. vom sowie am Liegeplatz P11 geplant. Der Umschlag soll mittels mobiler Technik erfolgen, bedingt jedoch eine Schwerlastfähigkeit (mind. 50 kN/m²) des Liegeplatzes.

Die Straßenerschließung bis in das Gewerbegebiet hinein muss mit SPMT-Fahrzeugen (Scheuerle) möglich sein. Eine entsprechende straßenseitige Anbindung ist daher zwingend erforderlich.

3. Nutzung für Mehrzweckfrachter

Die Nutzung kann für Mehrzweckfrachtschiffe mit Stückgutumschlag (General Cargo) erfolgen. Kernnutzung im Tagzeitraum.

Die Nutzung kann aufgrund der geplanten Liegeplatzlänge auch mit kleineren Schleppern kombiniert werden.



Abbildung 7: Beispielhafte Nutzung des Liegeplatzes P11 als General Cargo - Liegeplatz

4. Universelle maritime Nutzung

Die Nutzung kann während Großevent-Veranstaltungen (z.B. Hanse Sail) auch für maritim-touristische Zwecke für bspw. Großsegler/Großmotoreinheiten, ggf. auch kombiniert mit anderen Schiffseinheiten wie kleineren Seglern oder Schleppern, erfolgen.



Abbildung 8: Beispielhafte Nutzung des Liegeplatzes P11 maritim-touristisch

5. Nutzung Kreuzschiffahrt

Mit den geplanten Liegeplatzparametern ist auch eine Nutzung für kleinere Kreuzfahrtschiffe möglich, ggf. auch kombiniert mit kleineren Schleppereinheiten. Nutzung ausschließlich im Tagzeitraum. Aufgrund der geplanten Ausbautiefe des Liegeplatzes P11 werden Tiefgänge der Schiffe < 9 m eingehalten.

Bei den weitergehenden Untersuchungen ist für die Liegeplatznutzung durch Kreuzfahrtschiffe grundsätzlich ein sog. „stop over“ – Szenario zu berücksichtigen, also der Aufenthalt mit Teilpassagierwechsel. Die Voraussetzungen für eine logistische Ver- und Entsorgung der Schiffe sind gegeben, kleinere Instandsetzungsarbeiten an Bord sind tagsüber ebenfalls möglich.



Abbildung 9: Beispielhafte Nutzung des Liegeplatzes P 11 als Kreuzfahrtliegeplatz

4.2 Nutzungsszenarien Liegeplatz P10

Der Liegeplatz P10 kann aufgrund seiner Geometrie nicht von Großschiffen genutzt werden. Denkbare und zukünftig beabsichtigte Nutzungen sind daher i.W.:

1. Nutzung Allgemein

- Nutzung für sonstige Betriebszwecke (z.B. Crew-Transfer-Vessel – CTV).
- Nutzung als Servicehafen und Stützpunkt für Offshore-Supply-Firmen mit kleineren Einheiten bis max. ca. 50 m Länge.
- Nutzung als Tages- oder auch Dauerliegeplatz für z.B. Schlepper und sonstige Einheiten bis max. ca. 50 m Länge.
- Nutzung als Liegeplatz für Baugeräte und schwimmende Einheiten wie z.B. Stelzenpontons, Backhoe.

2. Nutzungen aus Offshore-Logistikzentrum

Für das geplante Offshore-Logistikzentrum (Bereitstellung der maritimen Ausrüstung für die Offshore-Windparkversorgung) sind am Liegeplatz P10 mind. 30 m Kailänge für die Einordnung der CTV-Verkehre vorzusehen.

4.3 Nutzungsszenarien Liegeplatz P09

Der Liegeplatz P09 mit einer nutzbaren Liegeplatzlänge von ca. 120 m wird weitgehend den Anforderungen und Belangen eines Betriebs- und Servicehafens gerecht.

1. Nutzung Allgemein

- Nutzung für sonstige Betriebszwecke (z.B. Crew-Transfer-Vessel – CTV).
- Nutzung als Servicehafen und Stützpunkt für Offshore-Supply-Firmen mit kleineren Einheiten bis max. ca. 50 m Länge.

- Nutzung als Tages- oder auch Dauerliegeplatz für z.B. Schlepper und sonstige Einheiten bis max. ca. 50 m Länge.
- Nutzung als Liegeplatz für Baugeräte und schwimmende Einheiten wie z.B. Stelzenpontons, Backhoe.

2. Nutzungen aus Offshore-Logistikzentrum

Für das geplante Offshore-Logistikzentrum (Bereitstellung der maritimen Ausrüstung für die Offshore-Windparkversorgung) sind am Liegeplatz P09 mind. 30 m Kailänge für die Einordnung der CTV-Verkehre vorzusehen.

5 Projekt 4: Technische Beschreibung: Herstellung der Liegeplätze

5.1 Vorbemerkung

Im Rahmen des Projektes 4 erfolgen keine Nassbaggermaßnahmen. Diese werden ausschließlich im Projekt 5 behandelt.

5.2 Wasserbau Liegeplatz LP P 11

5.2.1 Allgemeines

Die vorhandene Ufersicherung der bestehenden Liegeplätze P11 und P12 ist nicht mehr standfähig und wird als Ersatzneubau unter Beachtung der neuen Ausbaukriterien (siehe Kapitel 1.4) umgesetzt.

Der Kaieinschnitt des neuen Liegeplatzes P11 liegt ca. 20 – 50 m landseitig der Bestandskonstruktion an der Hinterkante der vorhandenen überbauten Böschung. Die neue Liegewand wird auf einer Länge von ca. 330 m hergestellt. Die Kailinienführung der Bestandsliegeplätze wird dabei begradigt.

Die Bemessung erfolgt weiterhin für eine allgemeine Verkehrslast von 50 kN/m². Im mittleren Bereich des neuen Liegeplatzes werden im Rahmen dieses Vorhabens nur die notwendigen Vorbereitungen für eine spätere bereichsweise Schwerlastertüchtigung getroffen.

Für die Bemessung der Kaianlage wird eine Mindestlebensdauer von 50 Jahren angesetzt.

Aufgrund örtlicher Randbedingungen und statischen Erfordernissen ist die Spundwand als kombiniertes HZ-Spundwandsystem auszuführen, welches aus Trag- und Zwischenbohlen besteht. Als Tragbohlen werden Stahlprofilträger eingesetzt. Die Spundwand erhält eine Gurtung sowie eine Verankerung mittels Kleinverpresspfählen. Als obere Abdeckung wird entsprechend der Regelausführung ein Stahlbetonholm von 2,0 m Breite gewählt.



Abbildung 10: Luftbild Bestand Liegeplatz P12



Abbildung 11: Frontansicht Bestand Kaisante Liegeplatz P11

5.2.2 Spundwand Liegeplatz P 11 als Bestandteil der Bodensanierung (Projekt 2)

Bodenschutzrechtlich zu beachtende Anforderungen ergeben sich nicht nur für den Projektschritt 2 zur Altlastensanierung sondern sind in allen Projektschritten des Gesamtprojektes zu beachten.

Das Ausmaß der Auswirkungen der Abbrucharbeiten an LP P11 mit aktuell bestehender Sicherungsfunktion für die belasteten Auffüllungen und nachfolgende Belassung der dann ungesicherten Auffüllungen bis zur geplanten Baggerung in Projektschritt 5 erfordert zwingend eine zeitliche und maßnahmetechnische Verschränkung der notwendigen Baumaßnahmen zwischen Projektschritt 4 und Projektschritt 5.

Dies gilt grundsätzlich auch für alle Maßnahmen aus Projektschritt 2 (Altlastensanierung) und Projektschritt 4. Daher ist geplant, dass unmittelbar nach Projekt 2 auch das Projekt 4 zur Ausführung kommt. Dies ist zwingende Voraussetzung für Projekt 5 als letzten Folgeschritt.

5.2.3 Neubau Spundwand und Verankerung

Entsprechend dem geotechnischen Bericht /8/ kann die Liegewand des Liegeplatzes P11 in drei Berechnungsabschnitte/-profile mit unterschiedlichen Baugrundsichtungen eingeteilt werden. Da sich die Ergebnisse der statischen Berechnungen je Profil nicht maßgebend unterscheiden, wird für den gesamten Bereich (exkl. dem Bereich der möglichen zukünftigen Schwerlastertüchtigung) eine einheitliche Konstruktion festgelegt (siehe Abbildung 12):

- Tragbohle: HZ 880M B-12
- Zwischenbohle: AZ 26-700
- Gurtung: 2 x U 400
- Verankerung: GEWI-Pfahl Ø 63,5 mm, Neigung 1:1, gemäß DIN EN 14199

Die OK der Tragbohlen liegt bei +1,1 m NHN. Die maßgebenden Profillängen der Tragbohlen unterteilen sich in zwei Bereiche:

- Regelbereich: L = 19,1 m, UK TB = -18,0 m NHN
- Pollerbereich (4 TB): L = 25,1 m, UK TB = -24,0 m NHN

Bei kombinierten Wänden ist die Gründungstiefe der Zwischenbohle mindestens 2,50 m unter die rechnerische Hafensohle zu legen: UK Zwischenbohle = -13,0 m NHN.

Materialanforderungen an den Stahl für die Spundwand:

- Tragbohlen: S355 GP
- Zwischenbohlen: S355 GP

Materialanforderungen an den Stahl für die Gurtung und Verankerung:

- Gurtung: S355J2+N
- Verankerung: GEWI-Pfahl Gewindestahl S555/700 o.glw.

Aufgrund der Erfahrungen beim Einbringen vergleichbarer Spundwände werden Lockerungsbohrungen notwendig. Nach Beräumung der Rammtrasse, sowie dem Rückbau der Flächenbefestigung im Landbereich, werden die Lockerungsbohrungen auf eine maximale Endtiefe von UK Tragbohle + 2,0 m bzw. UK Zwischentafel abgeteuft. Die Spundwand wird im Rammverfahren mit landseitiger Gerätetechnik eingebaut.

Die Gurtung wurde mit Doppelprofilen U 400 bemessen, welche stahlbaumäßig auf den Tragbohlen zu befestigen sind. Aus statischen Gründen werden auf die Tragbohlen Bewehrungs-eisen aufgeschweißt (Verschweißung nach DIN EN ISO 17660-1).

Zur Verankerung der Spundwände werden Kleinverpresspfähle nach DIN EN 14199 System GEWI o. glw. als Daueranker eingesetzt.

Für die Auslegung der Kaianlage wurde eine erforderliche Lebensdauer von 50 Jahren angesetzt. Die prognostizierte Abrostung nach 50 Jahren wird aus den Erfahrungswerten der Liegeplätze P7 und P8 auf 5,0 mm festgelegt.

Für die Kaianlage ergibt sich somit folgender Regelquerschnitt:

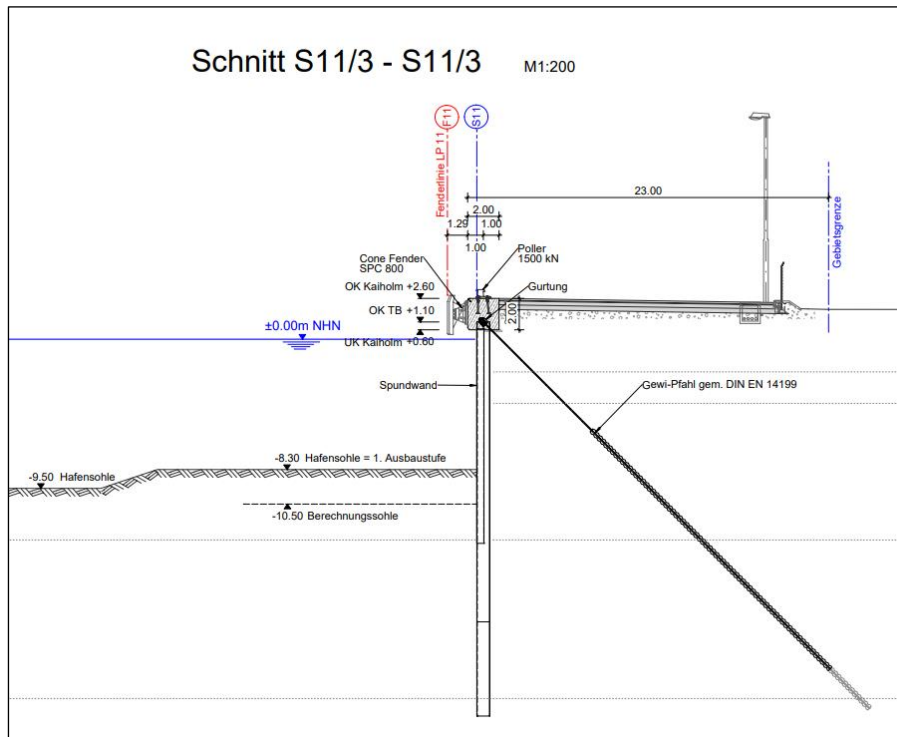


Abbildung 12: Schnitt Konstruktionsplan Liegeplatz P11

Am Liegeplatz erfolgen 3 Rohrdurchführungen zur RW-Ableitung (DN 500, DN 1200 und DN 700). Wasserbaulich werden die Rohrdurchführungen jeweils über eingeschweißte Stutzen mit beidseitigen Flanschen ausgeführt.

Bereich zukünftige Schwerlastertüchtigung

Für den Bereich der späteren Schwerlastertüchtigung wird als vorbereitende Maßnahme folgende kombinierte Konstruktion für die Liegewand festgelegt (siehe Abbildung 13):

- Tragbohle: HZM 1180M D-12
- Zwischenbohle: AZ 26-700
- Gurtung: 2 x U 400
- Verankerung: GEWI-Pfahl Ø 63,5 mm, Neigung 1:1, gemäß DIN EN 14199

Die OK der Tragbohlen liegt bei +1,1 m NHN. Die maßgebende Profillänge der Tragbohlen ist wie folgt: L = 20,7 m, UK TB = -19,6 m NHN.

UK Zwischenbohle = -14,0 m NHN

Materialanforderungen an den Stahl für die Spundwand:

- Tragbohlen: S355 GP
- Zwischenbohlen: S355 GP

Materialanforderungen an den Stahl für die Gurtung und Verankerung:

- Gurtung: S355J2+N (mit dopplungsfreien Stoßplatten)
- Verankerung: GEWI-Pfahl Gewindestahl S555/700 o.glw.

Ein späterer Ausbau mit einer Schwerlastplatte (Betonplatte aufgeständert auf Bohrpfählen) ist möglich.

Für den Bereich der späteren Schwerlastertüchtigung ergibt sich somit folgender Regelquerschnitt:

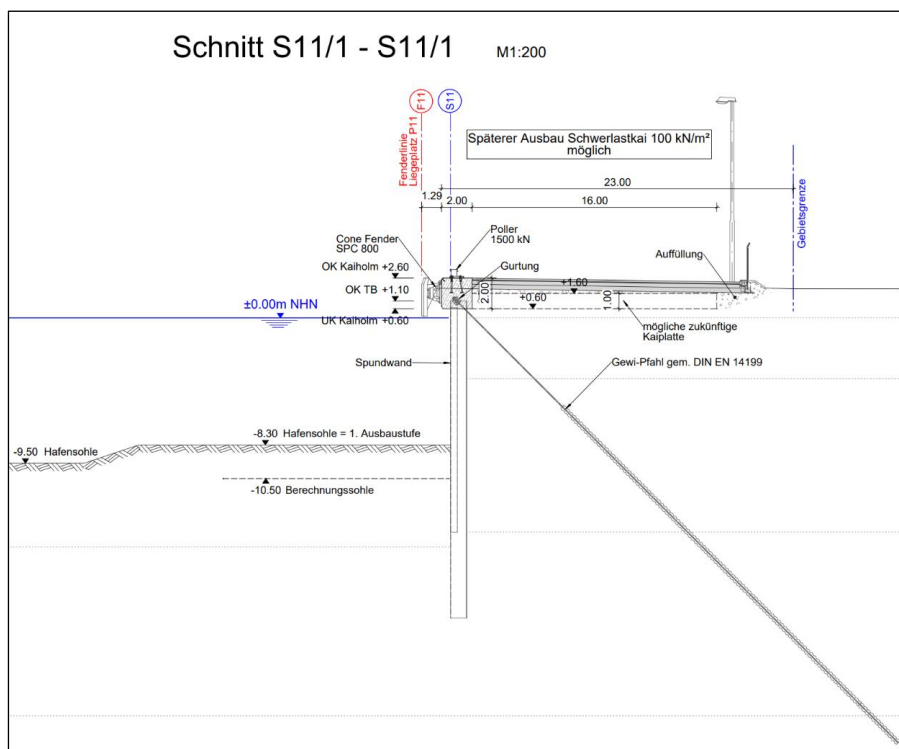


Abbildung 13: Schnitt Konstruktionsplan im Bereich zukünftiger Schwerlastertüchtigung Liegeplatz P11

5.2.4 Neubau Kaiholm

Der Kaiholm wird als Stahlbetonholm 2,0 x 2,0 m auf der neu zu errichtenden Spundwand ausgeführt. Die Oberkante befindet sich auf der Höhe +2,60 m NHN und die Unterkante bei +0,60 m NHN (siehe Abbildung 14).

Der Liegeplatz wird in 12 Blöcke mit Längen von ca. 28,9 m eingeteilt (außer Block 1, welcher nur ca. 24,1 m lang ist). Der Kaiholm erhält eine entsprechende Standard-Kaiausrüstung (siehe Kapitel 5.2.5). Die Kaiholme der Blöcke werden untereinander mit Stahlrohren gemäß Regeldetail verdübelt.

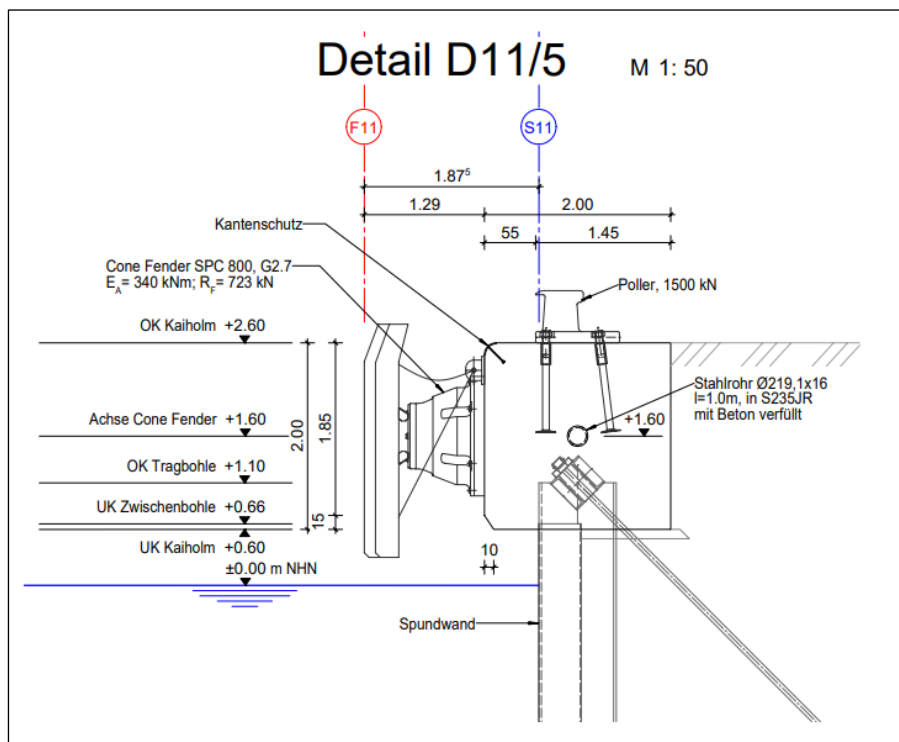


Abbildung 14: Detail Kaiholm Liegeplatz P11

5.2.5 Neubau Ausrüstung

Entlang des Liegeplatzes P11 wird die folgende Kaiausrüstung angeordnet:

- Kantenschutz

Als wasserseitiger oberer Abschluss des Kaiholmes ist ein Kantenschutz einschließlich Verankerungskonstruktion blockweise vorgesehen. Dieser Kantenschutz ist abgerundet auszuführen. Im Bereich der Steigeleitern ist der Kantenschutz an die Kontur der Nische anzupassen und lotrecht nach unten zu führen. Die Verankerung erfolgt mit Kopfbolzendübeln.

- Poller

Auf dem Kaiholm werden 1.500 kN Einzelpoller angeordnet. Die Poller bestehen aus dem Gusswerkstoff-Material des Typs ENGJS-500.

Für die Verankerung von kleineren Schiffen im Kaiholm Nischenpoller (Schutenhalter) mit einer Kapazität von 100 kN neben den Steigeleitern angeordnet. Die Materialgüte besteht aus S235 JR.

- Steigeleitern

Je Ausrüstungsabschnitt ist jeweils eine Steigeleiter an den jeweiligen Blockfugen vorzusehen. Unterhalb des Kaiholms sind die Leiterhalterungen mit Taucherhilfe an die Spundwand anzuschweißen. Nach dem Verschweißen ist der Korrosionsschutz nachzubessern.

Neben den Steigeleitern werden Nischenpoller angeordnet.

- Fender

Für die Seitenfenderung der Liegewand werden Cone Fender SPC 800 Mischung G2.7 mit einer Fenderreaktionskraft $F_R = 723 \text{ kN}$ angeordnet. Die Fender erhalten eine Fendertafel mit entsprechenden Reaktionsketten.

- Rettungsmittel

Landseitig der Kaikante werden je Liegeplatz Rettungsmittel (steckbarer Rettungsringständer mit montierter Halterung für Rettungsring nach DIN EN 14145 Form B und 30 m Wurfleine für Rettungsring nach DIN EN 14144) nach Rücksprache mit dem Bauherrn / Bauleitung aufgestellt.

Sämtliche metallenen Ausrüstungsteile sind dauerhaft leitend zu erden (Erdung/Potentialausgleich).

5.2.6 Eckdetail Übergang neuer LP P11 zu LP P12

Da im Zuge der Umbaumaßnahmen die Bestandskonstruktion am Liegeplatz P11/P12 zurückgebaut wird und die ursprüngliche Hafensohle im Projekt 5 vertieft wird, ist am Übergangspunkt zum Liegeplatz P12 ein Eckdetail mit besonderen konstruktiven Maßnahmen auszubilden (siehe Abbildung 15).

Im Bereich des Liegeplatzes P12 wird die Neubaukonstruktion ca. 2,0 m vor der Vorderkante des Bestandes errichtet und über eine Länge von ca. 11,5 m fortgeführt. Die Bestandskonstruktion des Liegeplatzes P12 bleibt in östlicher Richtung bis auf eine Schlitzung für die Sicherungswand erhalten. Die Bestandskonstruktion wurde als überbaute Böschung ausgeführt und besteht aus einer tiefgegründeten Kaiplatte auf einer hohen Pfahlrostkonstruktion.

Es gelten die Anforderungen an die Spundwand und Verankerungen gem. Regelbereich Liegeplatz P11 (Kapitel 5.2.2).

Die Verankerungen des Eckdetails am Liegeplatz P11 erfolgt im unmittelbaren Eckbereich mit Hilfe von Horizontalankern und Gurtung. Die weitere Verankerung am Liegeplatz P11 erfolgt mit Hilfe von Kleinverpresspfählen unter einer Neigung von 1:1. Die Verankerung erfolgt in der Draufsicht parallel zum Liegeplatz P12. Die Pfahlanordnung und -neigung ermöglicht ein Unterfahren der neuen Sicherungswand und der Bestandspfähle des hohen Pfahlrostes am Liegeplatz P12.

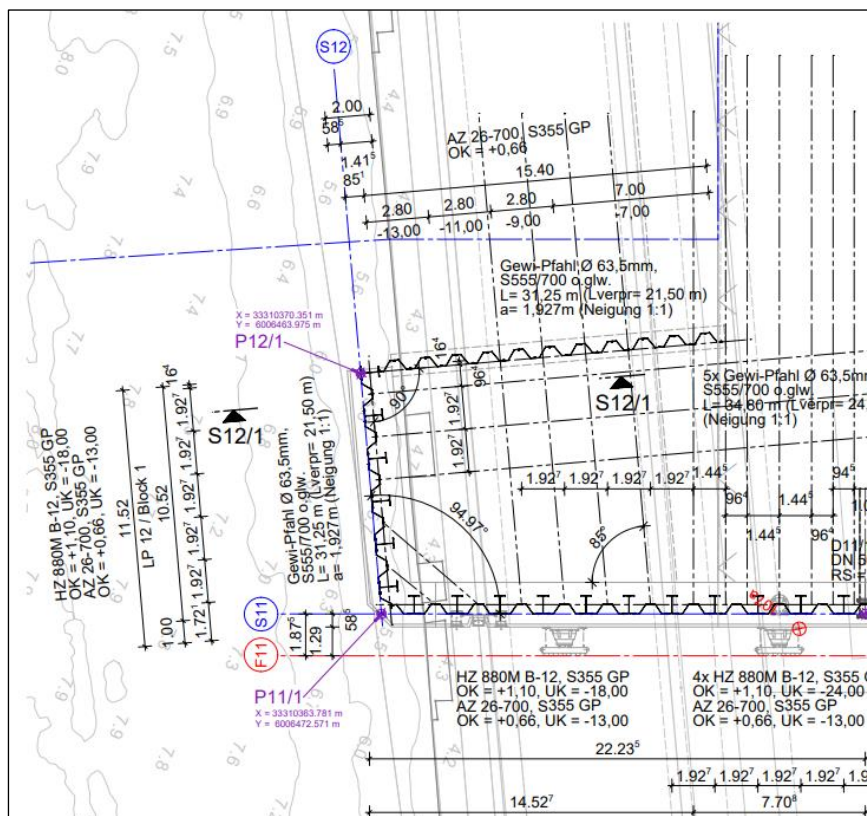


Abbildung 15: Eckausbildung neuer LP P11 zu zukünftigem LP P12

5.2.7 Flächenbau am Liegeplatz P11

Nach abgeschlossener landseitiger Altlastensanierung kann mit dem Bau der Kaiflächen begonnen werden, die für eine allgemeine Verkehrslast von 50 kN/m^2 ausgeführt werden.

Die Flächen für die maritime Nutzung unmittelbar an den Liegeplätzen sollen in hafenbewährter Betonpflasterbauweise unter Verwendung von Verbundpflaster (Steindicken 12 cm) befestigt werden. Als Tragschichten sind dränfähige Materialien (Schottertragschichten, Frostschutzschicht) einzubauen. Die Verwendung von Betonrecycling ist nicht zugelassen.

Als Pflasterstein soll ein aus drei gleich großen Sechseckelementen bestehender Verbundstein (Fa. Berding, Triloc oder gleichwertig) mit einer Steinhöhe von 12 cm zur Anwendung kommen. Bei Belastung erfolgt die Lastabstützung eines Steines auf 6 benachbarte Steine, womit eine gute Lagestabilität bei Befahren aus allen Richtungen bzw. bei engen Drehbewegungen der Räder gewährleistet ist. Da der Stein auch keine reduzierten Querschnitte aufweist, kommt es kaum zu Brüchen, wie sie ggf. bei Winkelverbundsteinen in der Vergangenheit tlw. auftraten. Der Stein lässt sich gut maschinell verlegen.

Charakteristika der Pflastersteine:

- Oberseite planmäßig eben,
- an der Oberseite mit umlaufender Fase,
- Steinseiten mit Abstandshaltern,
- Einschichtig ohne Vorsatzbeton,
- Die Prüfung der Liefercharge ist vor Einbau nachzuweisen.



Abbildung 16: Beispiel – Pflasterbefestigung (Steintyp: Triloc)

Für die Kaiflächen soll folgender Aufbau zur Anwendung kommen:

12 cm	Betonstein-Verbundpflaster			ZTV Pflaster-StB 20
	(mit Fase, z.B. Triloc, Fa. Berding Beton)			
4 cm	Pflasterbettung	0/5		
25 cm	Schottertragschicht	0/45	($E_{v2} \geq 180 \text{ MPa}$)	ZTV SoB-StB 20
29 cm	Frostschuttschicht	0/32	($E_{v2} \geq 120 \text{ MPa}$)	ZTV SoB-StB 20
70 cm	frostsicherer Oberbau			ZTV E-StB 17

Die Fläche am Liegeplatz P11 wird landseitig mit einem KerbDrain-Hochbordstein eingefasst. Das Quergefälle wird mit 1,5 % in Richtung Hinterland hergestellt.

Am nördlichen Ende des Liegeplatzes P11 erfolgt die Ausbildung einer Wendeschleife, bemessen für Lastzüge.

5.2.8 Flächenentwässerung

Am Liegeplatz P11 ist eine Entwässerung mittels landseitig angeordnetem KerbDrain bzw. über Einzelabläufe 500/500, Pultform, geplant. Der KerbDrain vereint Hochbord und Entwässerungsrinne in einem Bauelement.

Der Anschluss des KerbDrain sowie der Einzelabläufe erfolgt über Sinkkästen und Anschlussleitungen DN 150 an die jeweiligen Sammelkanäle.

5.2.9 Einfriedung (ISPS-Zaunanlage)

Die Flächen für die maritime Nutzung sollen mit einer Zaun- und Toranlage vor unbefugtem Zutritt gesichert werden.

Die Zaunanlage wird gemäß ISPS-Anforderungen ausgestattet. Die Höhe der Doppelstabgittermatten beträgt ca. 2 m. Die Zaunpfosten erhalten eine nach außen wirkende obere Abwinkelung, in der 2 Einzeldrähte als Übersteigenschutz dienen und werden in Betonfundamenten gegründet. Die Gesamthöhe des Zaunes beträgt ca. 2,50 m. An den jeweiligen Abschlüssen an den Kaikanten werden je ein ca. 3 m langes Zaunfeld beweglich und verschließbar installiert. Das Zaunfeld ragt bis ca. 1 m über die Kaikante hinaus.

Im Zufahrtsbereich erfolgt der Einbau eines manuell zu öffnenden zweiflügeligen Tores mit einer Öffnungsweite von 8 m. Die Höhe des Tores beträgt ca. 2,20 m. Als oberer Abschluss wird eine Zackenleiste aufgebracht. Ein weiteres baugleiches Tor wird am Liegeplatz P09 eingebaut.

5.3 Neubau Spundwand und Verankerung Liegeplatz P10

5.3.1 Konstruktion LP P10

Die neue ca. 108,7 m lange Liegewand an Liegeplatz P10 wird mit einer kombinierten Spundwand als Wasserrammung in einem Abstand von ca. 120 m vor der Bestandskonstruktion angeordnet und rückwärtig verankert. Der entstehende Zwischenraum von der vorhandenen Querwand des LP P10 bis zur neuen Spundwand wird bis zu einer Einbautiefe von etwa -2,4 m NHN mit den, aus dem Aquatorium des Hafenbeckens entnommenen und größtenteils mit Schadstoffen belasteten Sedimenten verfüllt.

Liegeplatz P10 wird in 2 unterschiedliche Konstruktionsbereiche unterteilt:

- Bereich 1: Übergang Liegeplatz P10/P11
- Bereich 2: Liegeplatz P10

Des Weiteren befindet sich im Bereich 2 eine Hilfswand für die bauzeitliche Durchfahrtsöffnung.

Bereich 1: Übergang Liegeplatz P10/P11

Die Übergangswand Liegeplatz P10/P11 im Bereich der überbauten Böschung hat eine konstruktive Länge von ca. 19,7 m und wird mit folgender Konstruktion ausgeführt

Tragbohle: HZ 880M C-14

- Zwischenbohle: AZ 26
- Gurtung: 2 x U 400
- Verankerung: GEWI-Pfahl Ø 63,5 mm, Neigung 1:1, gemäß DIN EN 14199

Die OK der Tragbohlen liegt bei +1,1 m NHN. Die maßgebende Profillänge der Tragbohlen ist wie folgt: L = 25,1 m, UK = -24,0 m NHN.

UK Zwischenbohle = -13,0 m NHN.

Materialanforderungen an den Stahl für die Spundwand:

- Tragbohlen: S390 GP
- Zwischenbohlen: S355 GP

Materialanforderungen an den Stahl für die Gurtung und Verankerung:

- Gurtung: S355J2+N
- Verankerung: GEWI-Pfahl Gewindestahl S555/700 o.glw.

Zum Einbau der Spundwand wird ein Rammgraben hergestellt. Es sind Lockerungsbohrungen zu verwenden.

Um im Projekt 5 eine Sandverfüllung der überbauten Böschung im Bereich der südlichen Dichtwand zu ermöglichen, ist es notwendig die Übergangswand Liegeplatz P10/P11 zeitlich vor der Südwand einzubauen.

Dazu ist es erforderlich, in das bestehende hohe Pfahlrost und in die Stahlbetonplatte einen Schlitz herzustellen. Dabei ist sicherzustellen, dass kein Abbruchmaterial zwischen die bestehenden Pfähle fällt. Dazu ist die Platte in Einzelteile zu zersägen und dann mit einem Kran

auszuheben und zu entsorgen. Dabei ist wichtig, dass keine Stahlbeton – Abbruchelemente auf die Hafensohle fallen.

Dieser Spundwandbereich liegt außerhalb des Verfüllbereiches und hat daher keine Dichtigkeitsanforderungen.

Bereich 2: Liegeplatz P10

Die konstruktive Länge des Bereichs 2 beträgt ca. 95,0 m. Der Bereich hat grundsätzlich Dichtigkeitsanforderungen.

Vorbereitung aus Projekt 5: Während des Konsolidierungsvorganges im Teilverfüllungsbereich treten hohe Seitendrücke aus Porenwasserüberdruck auf. Weiterhin liegt der Horizont des tragfähigen Baugrundes bei ca. -15 m NHN. Es wird daher eine verankerte kombinierte Spundwand erforderlich. Aufgrund der Dichtigkeitsanforderung für den Bereich der Teilverfüllung wird die Spundwand mit Schlossdichtung ausgeführt:

- Tragbohle: HZ 1180M D-12
- Zwischenbohle: AZ 26-700
- Gurtung: 2 x U 400
- Verankerung: GEWI PLUS-Pfahl Ø75, Neigung 1:1, gemäß DIN EN 14199

Die OK der Tragbohlen liegt bei +1,1 m NHN. Die maßgebende Profillänge der Tragbohlen ist wie folgt: L = 27,6 m, UK = -26,5 m NHN.

UK Zwischenbohle = -26,5 m NHN.

Materialanforderungen an den Stahl für die Spundwand:

- Tragbohlen: S430 GP
- Zwischenbohlen: S355 GP

Materialanforderungen an den Stahl für die Gurtung und Verankerung:

- Gurtung: S355J2+N (mit dopplungsfreien Stoßplatten)
- Verankerung: GEWI PLUS-Pfahl Gewindestahl S670/800 o.glw.

Dieser Bereich ist mit Schlossdichtung auszuführen:

- Verwendung der ARCELOR Schlossdichtung Typ Beltan Plus (o.glw.).

Um vertikale Lasten infolge der zu erwartenden Setzungen und Erdaufasten zu begrenzen, werden spezielle Ankerträgerkonstruktionen im Boden eingebracht. Diese umhüllen die Verpresspfähle und nehmen die entstehende Biegung auf. Die Verankerung erhält im oberen Bereich des Wassers und der Weichschichten im Baugrund ein Stahlschutzrohr. Der Schrägeinbau des Kastenprofils für die Verankerung erfolgt mittels Mäkler-geführtem Vibrationsverfahren.

Der ca. 17 m breite Bereich in der Liegewand, welcher im Projekt 5 als bauzeitlichen Durchfahrtsöffnung für die Sedimentverfüllung des Hafenbeckens dient, wird erst nach der Materialumlagerung geschlossen.

Im Randbereich des Liegeplatzes P10 erfolgt die Anordnung eines Rohrauslasses DN 1200. Im Rahmen der Spundwandherstellung ist dafür eine Anpassung des Spundwandrasters mit

jeweiligen Passbohlen erforderlich, so dass der Auslaufstutzen mit beidseitigem Flansch einzuschweißen ist. Der wasserseitige Deckel erhält eine Vergitterung, landseitig wird über einen Anschraubstutzen später die Rohrleitung herangeführt.

Hilfswand für bauzeitliche Durchfahrtsöffnung (im Bereich 2)

Um eine bauzeitige Durchfahrt (ca. 17 m Breite) für schwimmende Einheiten in den Verfüllungsbereich zu ermöglichen, wird eine versetzte Wand AZ 42-700, Stahlgüte S355 GP gerammt (OK -2,50 m NHN, L = 19,1 m, UK -22,1 m NHN).

Im Durchlassbereich wird nach der Verfüllung des Spundwandkastens die Öffnung baugleich zu Bereich 2 geschlossen. Es erfolgt der Einbau der Spundwand (HZ 1180M D-12/AZ 26-700), der Ankerträger und der Anker mit Hüllrohr (siehe Abbildung 17). Die bauzeitliche Hilfswand verbleibt im Boden.

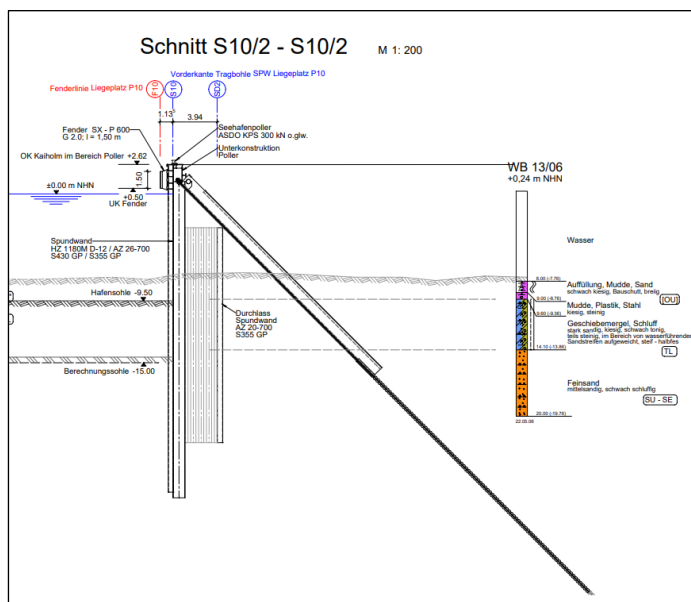


Abbildung 17: Schnitt Hilfswand für bauzeitliche Durchfahrtsöffnung

5.3.2 Vorlaufende Hindernisbeseitigung Spundwand Liegeplatz P10

Aufgrund der zu erwartenden Rammhindernisse im Hafenbecken, die voraussichtlich in den oben liegenden Sedimente anzutreffen sind, wurde durch den AG eine Erkundung geomantischer Anomalien veranlasst. Der Ergebnisbericht liegt dieser Planung in der Anlage bei.

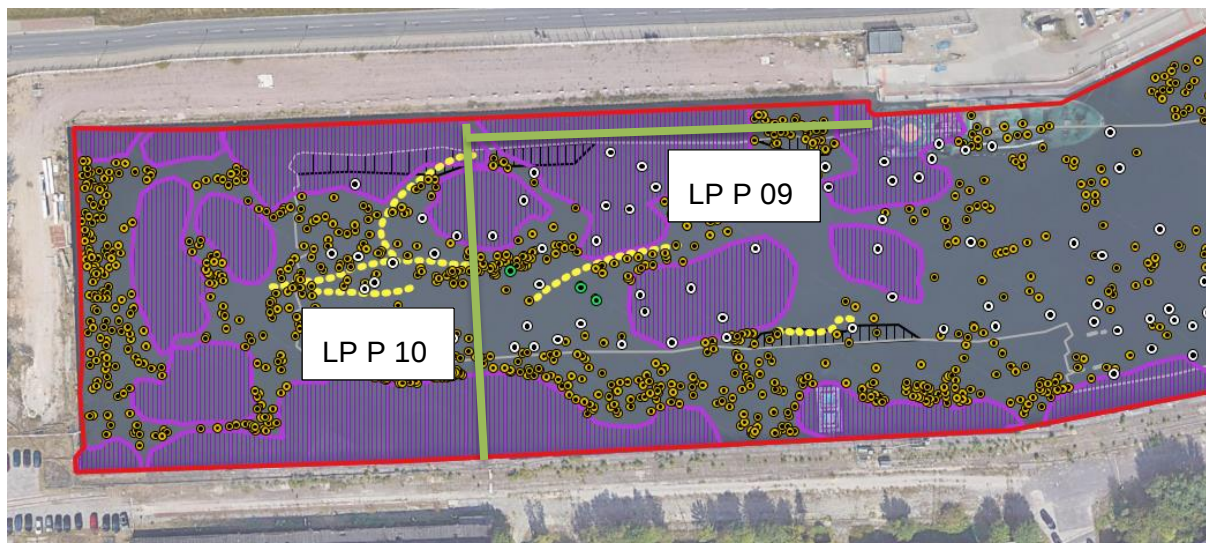


Abbildung 18: Bildausschnitt aus Anlage 2 des Berichtes zu geomagnetischen Anomalien

Gemäß Abbildung 18 wird ersichtlich, dass vor Rammung der wasserseitigen Spundwände Liegeplatz LP P 09 und LP P 10 eine Hindernisberäumung stattfinden muss.

Die angetroffenen metallischen Gegenstände auf der Hafensohle werden mittels Magnetberäumung oder auch den Einsatz eines Polypgreifers geborgen. Da die potenziellen Störkörper gewichtsbedingt innerhalb der Sedimentschichten (auf dem tragfähigen Mergelhorizont) liegen, sind mit der Bergung / Entnahme Aufwirbelungen und folglich Mobilisierungen verbunden.

Vor der Bergung der Hindernisse wird der Blasenschleier & Schlickvorhang am Ende des Werftbeckens installiert und in Betrieb genommen. Ebenso sind die Messungen durchzuführen.

Mit diesem Verfahren werden ausschließlich metallische Störobjekte für die anschließende Beräumung geortet. Weitere Störkörper wie bspw. alte Tappen, Netze, Holzreste oder auch Beton lassen sich nur eingeschränkt im Vorfeld der Nassbaggerung erkunden und beseitigen.

5.3.3 Einbringtechnologie Spundwand Liegeplatz P10

Die Spundwand ist unterhalb der anstehenden oberflächlichen Sedimentschichten durch einen dicht gelagerten Sand bis in den Geschiebemergel zu rammen. Aufgrund der Erfahrungen im Rostocker Raum werden am Liegeplatz 10 Lockerungsbohrungen in dem Baugrund aufgeführt. Nur mit Herstellung der Lockerungsbohrungen kann garantiert werden, dass eine gedichtete Spundwand am Liegeplatz P 10 hergestellt ist.

Mit den Lockerungsbohrungen wird KEIN Bodenmaterial gefördert. Da die Lockerungsbohrungen durch die auflagernden Sedimente geführt werden müssen, sind mit der technischen Maßnahme Aufwirbelungen und folglich Mobilisierungen verbunden.

Vor der Ausführung der Lockerungsbohrungen wird der Blasenschleier & Schlickvorhang am Ende des Werftbeckens installiert und in Betrieb genommen. Ebenso sind die Messungen durchzuführen.

5.3.4 Neubau Kaiholm Liegeplatz P10

Der Liegeplatz erhält einen Holm aus Stahlblech. Die OK Spundwandabdeckung liegt bei +2,60 m NHN und im Pollerbereich bei +2,62 m NHN.

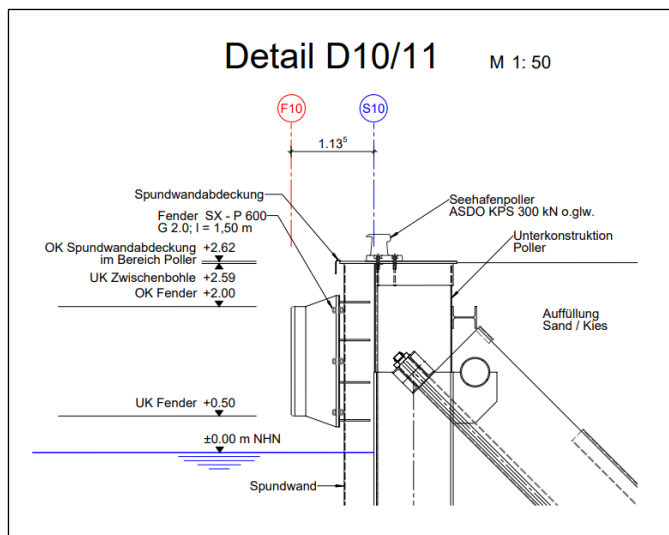


Abbildung 19: Schnitt Kaiholm Liegeplatz P10

5.3.5 Neubau Ausrüstung Liegeplatz P10

Entlang des Liegeplatzes P10 wird die folgende Kaiausrüstung angeordnet:

- **Poller**
Auf der Spundwandabdeckung werden Seehafenpoller ASDO KPS 300 kN o.glw. angeordnet.
Für die Verankerung von kleineren Schiffen werden im Kaiholm Nischenpoller (Schutenhalter) mit einer Kapazität von 100 kN neben den Steigeleitern angeordnet. Die Materialgüte besteht aus S235 JR.
- **Steigeleitern**
Je Ausrüstungsabschnitt ist jeweils eine Steigeleiter an den jeweiligen Blockfugen vorzusehen. Unterhalb des Kaiholms sind die Leiterhalterungen mit Taucherhilfe an die Spundwand anzuschweißen. Nach dem Verschweißen ist der Korrosionsschutz nachzubessern.
Neben den Steigeleitern werden Nischenpoller angeordnet.
- **Fender**
Für die Seitenfenderung der Liegewand werden Fender SX – P 600, Mischung G 2.0 verwendet mit OK Fender bei +2,00 m NHN und UK Fender bei +0,50 m NHN.
- **Rettungsmittel**
Landseitig der Kaikante werden je Liegeplatz Rettungsmittel (steckbarer Rettungsringständer mit montierter Halterung für Rettungsring nach DIN EN 14145 Form B und 30 m Wurfleine für Rettungsring nach DIN EN 14144) nach Rücksprache mit dem Bauherrn / Bauleitung aufgestellt.

5.4 Ersatzneubau des sanierungsbedürftigen Bestandsliegeplatzes P09

5.4.1 Allgemeines

Der bestehende Liegeplatz P09 ist nicht mehr standsicher und die Konstruktion daher derzeit bereits gesperrt.

Die Herstellung einer neuen Spundwand einschließlich Verankerung erfolgt als wasserseitige Vorrammung (ca. 2,40 m vor der Bestandswand). Der Bereich zwischen alter und neuer Spundwand wird teilverfüllt und die vorhandene Kaikante bereichsweise abgebrochen. Die Spundwand wird unmittelbar nach Rammung und vor der landseitigen Verfüllung rückverankert, der Zwischenraum wird verfüllt. Anschließend werden ein neuer Kaiholm in Stahlbauweise und die Kaioberfläche mit einer zulässigen Verkehrslast von 20 kN/m² hergestellt (Pflasterbauweise).

5.4.2 Neubau Spundwand und Verankerung

Für die neue Spundwand, welche am Liegeplatz P09 in einem Abstand von ca. 2,37 m vor die Bestandskonstruktion gerammt wird, wurde folgende einheitliche Konstruktion festgelegt (siehe Abbildung 20):

- Tragbohle: HZ 1180MD C-12
- Zwischenbohle: AZ 26-700 (als Außenbohle)
- Gurtung: 2 x U 380 (Pollerbereich) bzw. 2 x U 320 (Regelbereich)
- Verankerung: GEWI-Pfahl Ø 63,5 mm, Neigung 1:1, gemäß DIN EN 14199

Die OK der Tragbohlen liegt bei +1,1 m NHN. Die maßgebende Profillänge der Tragbohlen ist wie folgt: L = 31,60 m, UK = -30,50 m NHN.

UK Zwischenbohle = -17,50 m NHN. Die OK Zwischenbohle liegt bei +2,59 m NHN.

Materialanforderungen an den Stahl für die Spundwand:

- Tragbohlen: S355 GP
- Zwischenbohlen: S355 GP

Materialanforderungen an den Stahl für die Gurtung und Verankerung:

- Gurtung: S355J2+N (mit dopplungsfreien Stoßplatten)
- Verankerung: GEWI-Pfahl Gewindestahl S555/700 o.glw.

Die Spundwand wird im Rammverfahren mit wasserseitiger Gerätetechnik eingebaut.

Die Gurtung wurde mit Doppelprofilen U 320/380 bemessen, welche stahlbaumäßig auf den Tragbohlen zu befestigen sind. Aus statischen Gründen werden auf die Tragbohlen Bewehrungsseisen aufgeschweißt (Verschweißung nach DIN EN ISO 17660-1).

Zur Verankerung der Spundwände werden Kleinverpresspfähle nach DIN EN 14199 System GEWI o. glw. als Daueranker eingesetzt. Die Pfähle erhalten im oberen Bereich der Sedimentschichten im Baugrund ein Stahlschutzrohr. Im Rahmen der Einbringung der Verankerung wird die Bestandskonstruktion an mehreren Stellen durchbohrt.

Im Bereich der Tragbohlen wird der Höhenbereich von +1,10 m NHN +2,60 m NHN mittels in den Schlössern eingezogenen Füllblechen aufgefüllt. Die Füllbleche sind mit dem Steg der Tragbohlen und den Zwischenbohlen zu verschweißen.

Für die Auslegung der Kaianlage wurde eine erforderliche Lebensdauer von 50 Jahren angesetzt. Die prognostizierte Abrostung nach 50 Jahren wird aus den Erfahrungswerten der Liegeplätze P7 und P8 auf 5,0 mm festgelegt.

Weiterhin erhält der Liegeplatz 2 Rohrdurchführungen DN 400 und DN 500 zur RW-Entwässerung. Hierzu werden Rohrstutzen in die Spundwand eingeschweißt und mit Flanschanschlüssen versehen. Lokal erfolgt eine Anpassung der Anker.

Der Bereich zwischen der neuen Spundwand und der Bestandskonstruktion wird mit Sand verfüllt und es erfolgt der Abbruch der bestehenden Kaikante bereichsweise.

Für die Kaianlage ergibt sich somit folgender Regelquerschnitt:

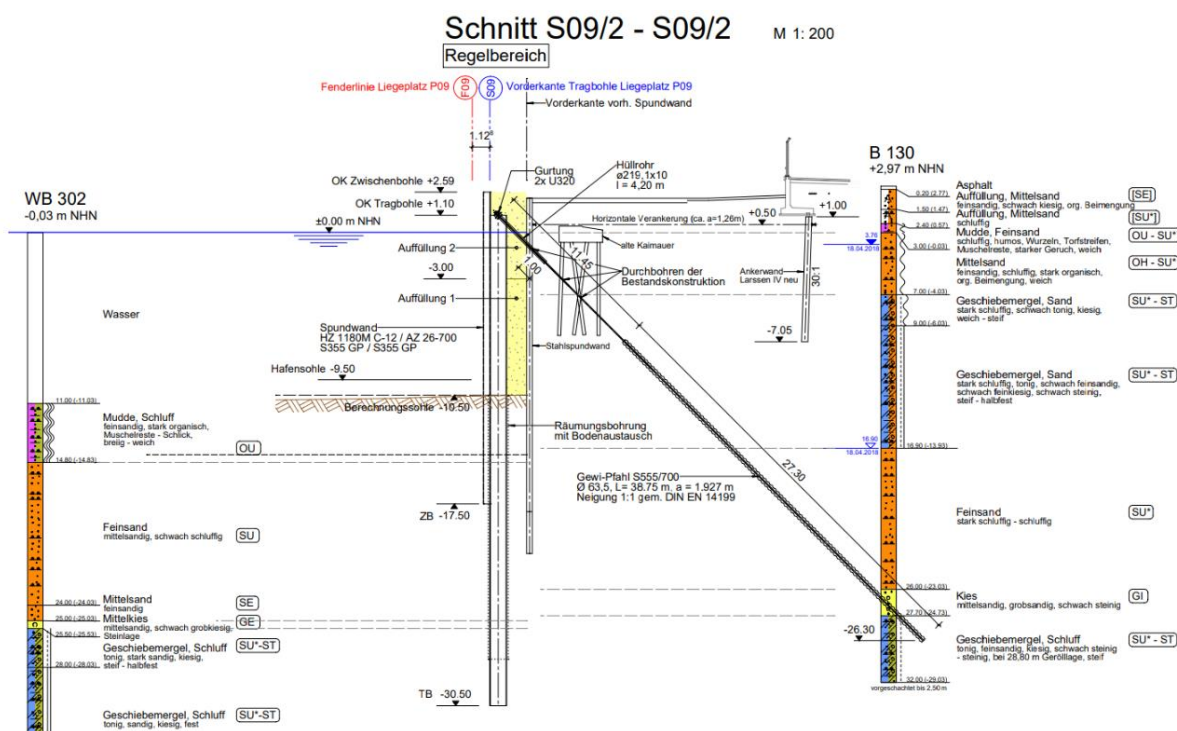


Abbildung 20: Schnitt Liegeplatz LP P09

5.4.3 Neubau Kaiholm

Der Liegeplatz erhält einen Holm aus Stahlblech. Die OK Spundwandabdeckung liegt bei +2,60 m NHN und im Pollerbereich bei +2,62 m NHN.

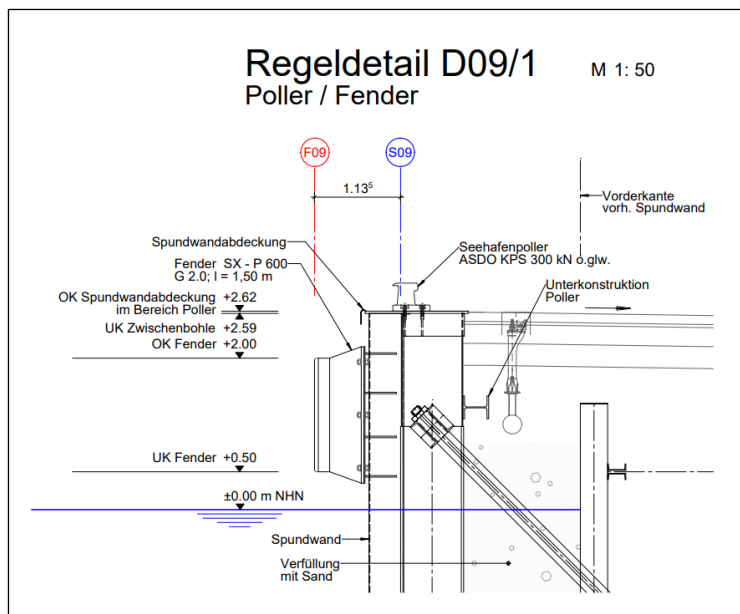


Abbildung 21: Schnitt Kaiholm Liegeplatz P09

5.4.4 Neubau Ausrüstung

Entlang des Liegeplatzes P09 wird die folgende Kaiausrüstung angeordnet:

- **Poller**
Auf der Spundwandabdeckung werden Seehafenpoller ASDO KPS 300 kN o.glw. angeordnet.
Für die Verankerung von kleineren Schiffen werden im Kaiholm Nischenpoller (Schutenhalter) mit einer Kapazität von 100 kN neben den Steigeleitern (rechts) und Halteringe (links) angeordnet. Die Materialgüte besteht aus S235 JR.
- **Steigeleitern**
Je Ausrüstungsabschnitt ist jeweils eine Steigeleiter an den jeweiligen Blockfugen vorzusehen. Unterhalb des Kaiholms sind die Leiterhalterungen mit Taucherhilfe an die Spundwand anzuschweißen. Nach dem Verschweißen ist der Korrosionsschutz nachzubessern.
- **Fender**
Für die Seitenfenderung der Liegewand werden Fender SX – P 600, Mischung G2.0 verwendet mit OK Fender bei +2,00 m NHN und UK Fender bei +0,50 m NHN.
- **Rettungsmittel**
Landseitig der Kaikante werden je Liegeplatz Rettungsmittel (steckbarer Rettungsringständer mit montierter Halterung für Rettungsring nach DIN EN 14145 Form B und 30 m Wurffleine für Rettungsring nach DIN EN 14144) nach Rücksprache mit dem Bauherrn / Bauleitung aufgestellt.

5.4.5 Flächenbau am Liegeplatz P09

Die Kaiflächen am Liegeplatz P09 werden analog zum Liegeplatz P11 ebenfalls mit einer Pflasterbefestigung versehen.

Abweichend von den Vorschriften wird die Pflasterbefestigung, wie teilweise an den Liegeplätzen P07/P08 auch, mit einem geringeren Quergefälle von ca. 1,5 % ausgeführt. Am Liegeplatz P09 wird die Querneigung abfallend zur mittig angeordneten Entwässerungsrinne ausgeführt.

Die Flächenbefestigung kann vollständig erst nach Demontage der Porenwasserreinigungsanlage hergestellt werden.

5.4.6 Flächenentwässerung

Die Oberflächenentwässerung der Kaiflächen am Liegeplatz P09 erfolgt über Entwässerungsrinnen DN 150 (Kastenrinnen, analog Liegeplatz P07) mit einer Gussrostabdeckung (Belastungsklasse E600). Sie sind damit ausreichend für den Bemessungsfall – Gabelstapler ausgelegt. Die Abdeckung der Rinnen soll mit einer schraublosen Gussabdeckung (schwarz), zur erleichterten Reinigung, errichtet werden.

Der Anschluss der Rinnen erfolgt über Sinkkästen und Anschlussleitungen DN 150 an die jeweiligen Sammelkanäle.

5.5 Medienversorgung Liegeplätze

5.5.1 Trinkwasserversorgung der Liegeplätze

Ausgehend von der bestehenden Trinkwasserleitung DN 300 im Bereich der Gleisquerung der Werftallee (Knotenpunkt Werfteinspeisung) wird im Projekt 3 eine neue Versorgungsleitung DN 200 (PE100, SDR 11) über das Erschließungsgebiet bis zur Einbindung in die Bestandsleitung DN 200 im Bereich Bauende Liegeplatz P9 verlegt. Dort befindet sich bereits ein Schutzrohr DN 250, welches die Hochwasserschutzwand unterquert. Der Anschluss an die Bestandsleitung DN 200 in der Straße wurde 2011 getrennt. Dieser Anschluss wird inkl. eines Absperrschiebers wieder neu hergestellt.

An den Liegeplätzen P9 und P11 werden zur Versorgung der Liegeplätze (Schiffsbebunkung) im Abstand von ca. 60 m, stets im Bereich der geplanten Poller, Unterflur-Hydranten DN 80 als Entnahmestellen eingebaut. Mit dieser Lageeinordnung ist sichergestellt, dass sich die Hindernisse bei der Positionsfindung eines Schiffes möglichst minimieren.

Die Zählung des Trinkwassers für den Bereich der Nutzung an den Liegeplätzen P09 und P11 erfolgt über Standrohre mit Wasserzähler.

Am Liegeplatz P10 erfolgt keine unmittelbare Versorgung mit Trinkwasser, da hier keine Leitungsverlegung vorgesehen ist. Die Versorgung kann jedoch aus den angrenzend an den Liegeplätzen P9 und P11 errichteten Hydranten erfolgen.

5.5.2 Regenwasserableitung

Im Erschließungsgebiet anfallendes Regenwasser soll über 3 neue Einleitpunkte in das Hafenbecken abgeleitet werden. Diese Einleitpunkte müssen im Projekt 4 errichtet werden.

Über Freigefällekanäle DN 300 bis DN 1200 aus Beton wird das Regenwasser gesammelt. Die Kanäle werden in den öffentlichen Straßen (im Projekt 3) sowie an den Liegeplätzen (im Projekt 4) verlegt.

Die Bemessungsparameter zur Dimensionierung der Freigefällekanäle wurden in Abhängigkeit des Schutzzieles auf der Grundlage des DWA-Arbeitsblattes A 118 vom Januar 2024 gewählt. Die Häufigkeit des Bemessungsregens wurde mit 1-mal in 2 Jahren festgelegt. Die zulässige Überstauhäufigkeit beträgt 1-mal in 5 Jahren (DWA-A 118, Tabelle 4). Es wird eine mögliche Bebauung der Flächen bis 100 % berücksichtigt, auch wenn künftige B-Plan-Festsetzungen ggf. eine Grundflächenzahl (GRZ) von 0,8 (entspricht 80 % Befestigungsgrad) festlegen könnten. Somit ist die hydraulische Leistungsfähigkeit abgesichert.

Bei der Berechnung wurden folgende Angaben zugrunde gelegt:

- Regendauer $D = 10$ min bei mittlerer Geländeneigung kleiner 1 % und Befestigung größer 50 % gemäß DWA A118, Tab. C.3
- Regenhäufigkeit $n = 0,5$ (einmal in 2 Jahren)
- Regenabflussspende 166,7 l/(s·ha) (nach KOSTRA-DWD 2020)

Vor Einleitung des gesammelten Oberflächenwassers in das Hafenbecken werden Sedimentationsanlagen (Lamellenklärer) mit integrierter Tauchwand für die Regenwasserbehandlung eingebaut. Der Nachweis wird nach DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 102-2 „Grundsätze

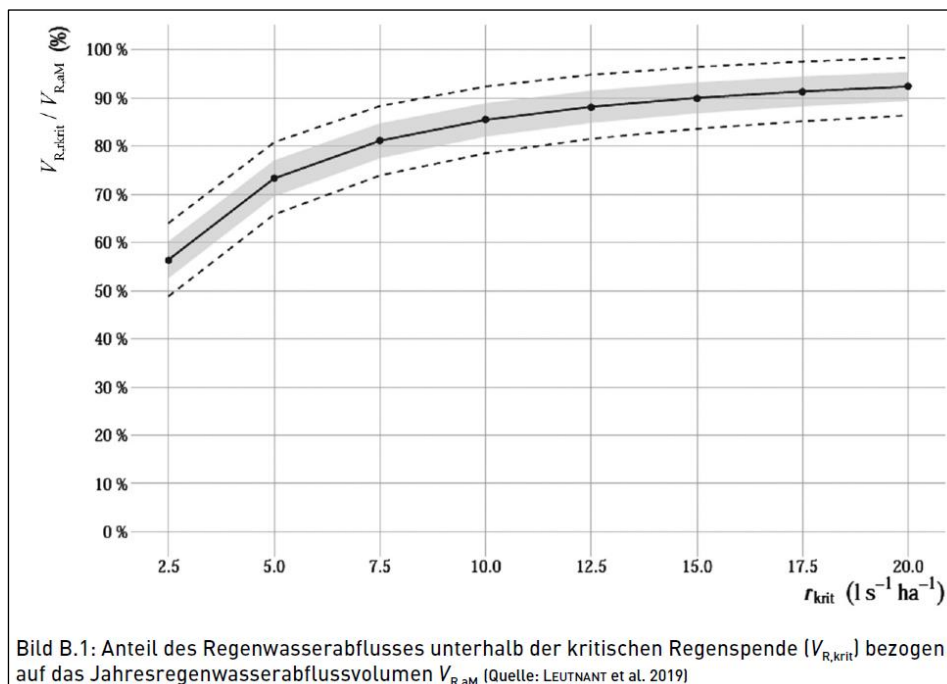
zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwasserabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen“ geführt.

Die Belastungskategorie für Niederschlagswasser von befestigten Flächen wird für das Gewerbegebiet (im Projekt 3) sowie die Logistikflächen an den Liegeplätzen P9, P10 und P11 gemäß Regelwerk DWA-A 102, Anhang A, Tabelle A.1 der Flächenart „Hof- und Verkehrsflächen in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten mit geringem Kfz-Verkehr ($DTV \leq 2000$)“ V2 zugeordnet. Damit ergibt sich eine Belastungskategorie II mit mäßig belastetem Niederschlagswasser. Die Hauptstraße bis zur Kreuzung mit der Planstraße B sowie die Planstraße B werden aufgrund des höheren $DTV > 2000$ der Flächenart V3 und somit der Belastungskategorie III zugeordnet. Den einzelnen Gewerbeflächen werden darüberhinausgehend unterschiedliche Dachflächenanteile von 20 bis 50 % zugeordnet. Diese Flächenanteile werden somit der Belastungskategorie I zugeordnet. Die Zusammenstellung der Einzugsgebiete je Auslauf sind der Entwurfs- und Genehmigungsplanung beigelegt.

Bedingt durch die örtlichen Gegebenheiten hinsichtlich Tiefenlage des Auslaufes in das Hafenbecken sowie zu berücksichtigenden Hochwasserständen entfällt die Möglichkeit des Einbaus eines Regenklärbeckens ohne Dauerstau und vollständiger Beckenentleerung in die Schmutzwasserkanalisation und Ableitung zur Kläranlage nach Regenende.

Hier ist nur der Einbau eines Regenklärbeckens mit Dauerstau als Durchlaufbecken möglich. Diese Becken werden für eine entsprechende Oberflächenbeschickung bemessen. Gemäß DWA-A 102, Anhang B, Bild B.1 wird für die Bemessung der Klärbecken die einheitliche Verwendung eines Wertes für die kritische Regenspende von $r_{krit} = 15 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ empfohlen.

Bei dieser kritischen Regenspende werden bereits 90 % des Regenwasserabflusses bezogen auf das Jahresregenwasserabflussvolumen behandelt (vgl. nachfolgendes Bild). Es wird deutlich, dass bereits bei niedrigen Werten von r_{krit} hohe Anteile des Regenabflusses behandelt werden können und eine Vergrößerung von r_{krit} über $15 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ hinaus den behandelten Anteil des (jährlichen) Regenabflusses nur noch geringfügig erhöht aber zu deutlich größeren Anlagen führt.



Die Behandlungsanlagen sind somit für $r_{krit} = 15 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ zu bemessen und erfordern im Zulauf ein Abschlags- bzw. Trennbauwerk mit entsprechendem Drosselabfluss.

Als Regenklärbecken kommen i.d.R. Sedimentationsanlage oder Schrägklärer mit integrierter Tauchwand bzw. getauchtem Auslaufrohr zur Rückhaltung von Leichtflüssigkeiten zur Anwendung. Bedingt durch die oft erforderliche geringe Oberflächenbeschickung werden einfache Sedimentationsanlagen ohne zusätzliche Lamellen jedoch oft unverhältnismäßig groß in ihren Abmessungen, sodass Schrägklärer mit entsprechenden Lamelleneinsätzen wirtschaftlichere Bauwerksgrößen ermöglichen.

Alle Ausläufe in das Hafenbecken erhalten einen Absperrschieber, der im Falle von Havarien, im Brandfall bzw. bei Hochwasser geschlossen werden kann. Da die Anlagen teilweise unterhalb des Mittelwasserspiegels im Hafenbecken liegen, werden auch zulaufseitig zu den Behandlungsanlagen Absperrschieber eingebaut, um die Regenwasserkanäle zu Wartungs- und Inspektionszwecken über die Behandlungsanlage entleeren zu können.

5.5.3 Elektrische Versorgung der Liegeplätze

Allgemeines

Für die Außenbeleuchtung sind dem Stand der Technik entsprechend LED-Leuchten vorgesehen, was erhebliche negative Umweltauswirkungen weitgehend vermeidet.

Die Empfehlungen der aktuellen spezifischen Literatur ([LAI, 2015]1, [BfN, 2020]2) u. a. zum Schutz von Insekten, Fledermäusen und Vögeln werden wie folgt berücksichtigt:

- LED-Leuchten mit Lichtfarbe 3000K warmweiß,
- 50% Schaltung in den Nachtstunden,
- Leuchtengehäuse in Schutzart IP 66 (staubdicht),
- Hauptabstrahlwinkel kleiner 70° zur Vertikalen.

Eine Not- und Fluchtwegebeleuchtung wird unter den gleichen Voraussetzungen gesichert. Damit ist sichergestellt, dass Lichtemissionen so weit wie möglich minimiert werden und gleichzeitig den Erfordernissen entsprechen.

Die anstehende Novellierung des Bundes-Naturschutzgesetzes (BNatSchG) zur Lichtverschmutzung, hier § 41a BNatSchG, und die dafür vorgesehene Rechtsverordnung werden nach dem jeweiligen Kenntnisstand berücksichtigt.

Die Versorgung der Liegeplätze erfolgt aus dem Stromversorgungsnetz der Stadtwerke Rostock, welches neu im Gewerbegebiet geschaffen wird. Über eine neue Trafostation werden die Hauptverteilerschränke des Niederspannungs-Versorgungssystems der Liegeplätze angeschlossen.

Folgende Versorgungen sind vorzusehen:

- Beleuchtung Kaianlage
- Elektroanschlüsse Kaianlagen allgemeine Nutzung
- Beleuchtung Straßen (siehe nächster Abschnitt)

Verteilungskabel sind über erdverlegte Rohrtrassen (Kabelziehanlage mit Kabelschächten) parallel zur Kaikante zu verlegen. Kabelverteilerschränke sind in geschützter Lage in Rand/Zaubereichen aufzustellen. Entlang der Kai Kante werden die Schränke im Abstand von ca. 60 m mit Potentialausgleichschienen installiert. In den Kabelverteilerschränken werden CEE-Steckdosen 400 V (16 A, 32 A und 63 A) und Schutzkontaktsteckdosen 230 V/16 A vorgesehen.

Beleuchtung Kaianlage

Die Liegeplätze P09-P11 werden gemäß Anhang 4 der Arbeitsstättenrichtlinie ASR 4.3 wie folgt ausgeleuchtet.

Liegeplatz P09, P10: $E_{min} = 5 \text{ lx}$, $R_a \geq 25$

Liegeplatz P11: $E_{min} = 20 \text{ lx}$, $R_a \geq 25$

Die Versorgung der Beleuchtungsanlage erfolgt aus dem neuen Schaltschrank an Liegeplatz P11 am KZS11-02. In der Verteilung wird ein Abgang für die Liegeplatzbeleuchtung vorgesehen.

Für die Beleuchtung der Liegeplätze werden LED-Fluter vorgesehen.

Es wird ein konisch verzinkter Stahlrohrmast geplant. Das Erdstück erhält eine Epoxidharzbeschichtung sowie eine Stahl-Korrosionsschutzmanschette. Weiterhin werden eine Bodenplatte und Kantenschutz geplant. Die Masthöhe beträgt 10 m am Liegeplatz P09 und P10 bzw. 12 m am Liegeplatz P11. Alle Maste erhalten ein Mastsicherungselement als Kabelübergangskasten. Als Mastsicherungselement ist der Typ EKM 2050, SK II, IP 55, Sicherungssockel 3xE14, PE und N zu verwenden.

Es werden Kabel vom Typ NYY-J 5x16 mm² entsprechend DIN VDE 0271 als Erdkabel für die Beleuchtung geplant. Als Leuchtenezuführungen werden Kabel vom Typ H07RN-F 5x1,5 mm² vorgesehen.

Erdungsanlage/Potentialausgleich

Die gesamte Kaianlage erhält eine separate Erdungsanlage. Sämtliche metallene/leitfähige Kaiausrüstungen sind mit dieser leitend dauerhaft zu verbinden. Die Maschenweite ist mit < 20 m festgelegt. Die neue Erdungsanlage ist mit der Bestands-Erdungsanlage an Liegeplatz P08 zu verbinden.

6 Projekt 5: Technische Beschreibung: Herstellung der Vorstellfläche und Nassbaggerung

6.1 Vorbemerkung

Für die Leitungen der Nassbaggerung wird insbesondere auf die beiliegenden Berichte:

- Baggergutverbringungskonzept
- Technologie Sedimentumlagerung

verwiesen.

Gemäß der geführten Alternativenvergleiche geht die technische Planung hier von der Realisierung der Alternative A, also der Umlagerung der Sedimente in den Bereich der Vorstellfläche aus. Daraus resultieren folgende Teilmaßnahmen

6.2 Wasserbauliche Maßnahmen

6.2.1 Ersatzneubau des Liegeplatzes P10 für Teilverfüllung Hafenbecken inkl. Dichtwände

Der vorhandene, stark sanierungsbedürftige Liegeplatz P10 stellt die hintere Querwand des Werftbeckens dar. Im Norden schließt die Spundwand rechtwinklig an den Liegeplatz P09 an und südlich befindet sich der neue Liegeplatz P11.

Durch die geplante Hafenbeckenverfüllung ist eine Vorverlegung des Liegeplatzes P10 um ca. 110 m in östliche Richtung vorgesehen. Der Zwischenraum zwischen dem neuen Liegeplatz P10 und der vorhandenen Querwand wird mit der im Werftbecken anstehenden Sedimente und Sand verfüllt. Auf Grund der Schadstoffbelastung der Sedimente werden vor die vorhandenen Spundwände Dichtwände aus z-Profilen eingebracht. Im nördlichen und westlichen Teil wird die Dichtwand an den Bestand verankert, im südlichen Teil ist sie freistehend (siehe Abbildung 22).

Nach Abschluss der Rammarbeiten der neuen Querwand und der Dichtwände wird die aus dem Nassbaggerbereich entnommene Sedimente in den entstandenen Zwischenraum bis zu einer Einbautiefe von -2,40 m NHN verbracht und anschließend werden Sande verfüllt. Hierfür wird versetzt eine Hilfswand (Durchfahrtsöffnung, OK -3,0 m NHN) für die Bauphase eingebracht und die neue Spundwand am Liegeplatz P10 erst im nächsten Bauschritt in diesem Bereich geschlossen. Der von Hilfswand und Liegeplatz P10 eingeschlossene Bereich wird abschließend mit Sand verfüllt, die Hilfswand verbleibt.

Infolge der bauzeitlichen Konsolidierungslasten muss die neue Spundwand des Liegeplatzes P10 als schwere kombinierte und rückverankerte Wand ausgebildet werden.

Das Dichtungsmaterial der Schlossdichtungen ist in der Anlage zu diesem Erläuterungsbericht mit sämtlichen technischen Datenblättern beigelegt.

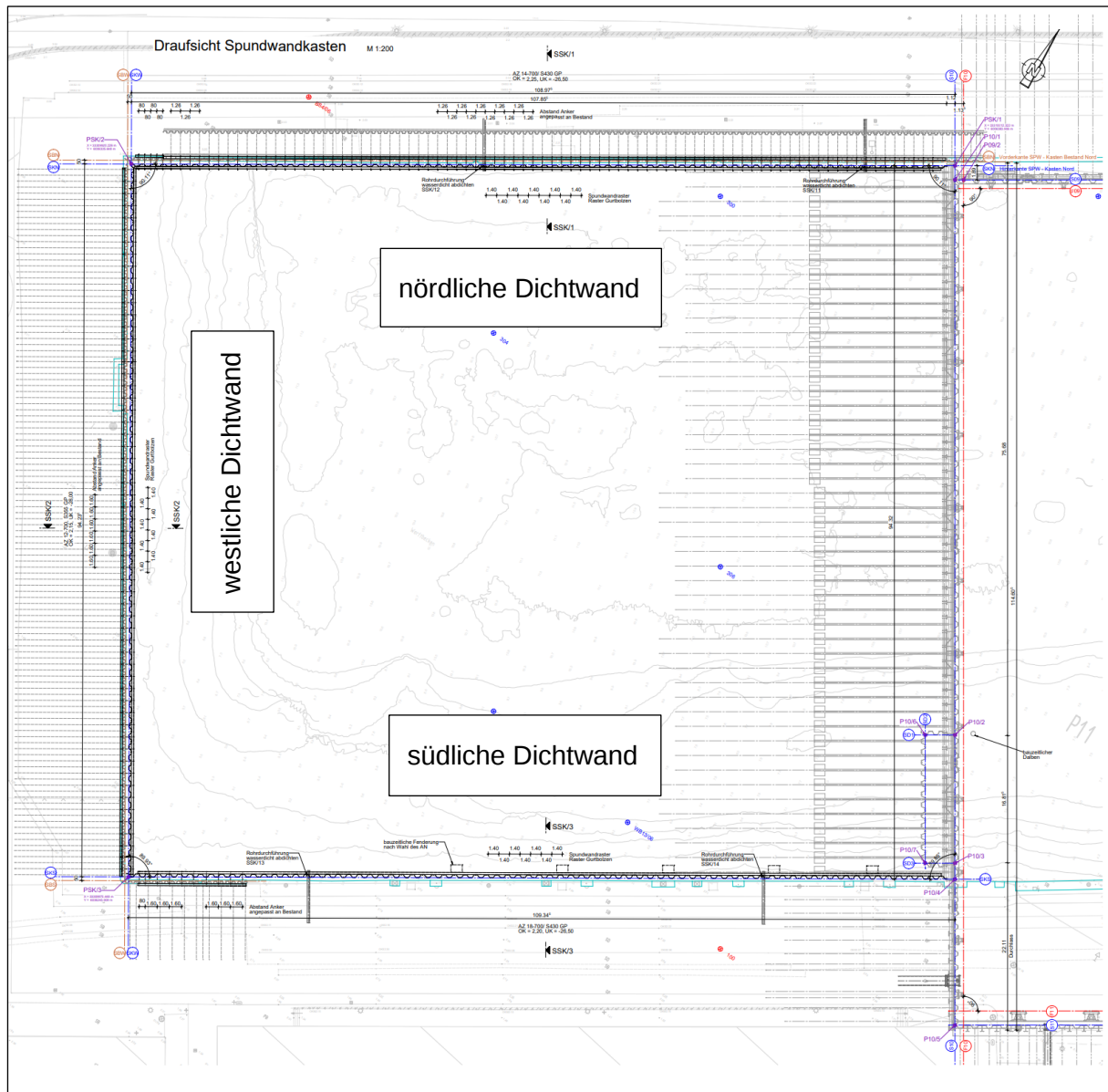


Abbildung 22: Draufsicht Spundwandkasten mit Dichtwänden

Eine detaillierte Beschreibung der Dichtwände erfolgt im separaten Dokument „Erläuterungsbericht, maritime Vorstellfläche“. Hier ist auch die grundsätzliche zeitliche Einordnung der Herstellung der Dichtwände in die „Bauphase 1 – Erstellung der Spundwände im Verfüllbereich“ erfolgt.

Für die Erstellung der Dichtwände sind folgende Detailabläufe vorgesehen:

nördlichen Dichtwand:

- Bauphase 1:
 - Die Dichtwand wird mit einem lichten Abstand von ca. 50,0 cm vor die vorhandene Spundwand eingebracht.
- Bauphase 2:
 - Der Bereich hinter der vorhandenen Spundwand wird bis auf +0,60 m NHN abgegraben.

- Die neue Spundwand wird an der vorhandenen Spundwand verankert (Ankerhöhe: +0,80 m NHN).
- Bauphase 3:
 - Der Zwischenraum der Spundwand und der Spundwandkasten werden abwechselnd schrittweise verfüllt.
 - Es wird immer erst der Zwischenraum verfüllt, bevor das Spundwandbecken auf gleiche Höhe nachzieht.
 - Die maximale Höhendifferenz zwischen der Hinterfüllung der Dichtwand und der Verfüllung des Beckens darf 2,0 m nicht überschreiten.
- Bauphase 4:
 - Die Baugrube hinter der abgegrabenen Wand wird wieder verfüllt.
 - Der Zwischenraum wird bis OK Spundwand verfüllt.
 - Der Spundwandkasten wird bis OK Spundwand verfüllt.
 - Nach Abschluss der Verfüllung hat die Überschüttung des Spundwandkastens zur Konsolidierung keinen relevanten Einfluss mehr auf die Dichtwände.
- Bauphase 5
 - Nach Abschluss der Konsolidierungsmaßnahmen wird die Bestandsspundwand und die Dichtwand auf +1,60 m NHN zur Herstellung des Flächenbaus gekürzt.

Westliche Dichtwand

Die Bauphasen für die westliche Spundwand laufen in der Regel wie für die nördliche Spundwand, außer:

- Bauphase 2:
 - Für den Einbau der Gurtung wird der Bereich hinter der vorhandenen Spundwand auf +1,50 m NHN abgegraben.
 - Die neue Spundwand wird mit der vorhandenen Spundwand verankert (Ankerhöhe: +1,80 m NHN).
 - Der Bereich hinter der vorhandenen Spundwand wird wieder verfüllt.
- Bauphase 4:
 - Verfüllung der Baugrube hinter der vorhandenen Spundwand bereits in Bauphase 2.
- Bauphase 5
 - Nach Abschluss der Konsolidierungsmaßnahmen wird die Bestandsspundwand und die Dichtwand auf +1,60 m NHN zur Herstellung des Flächenbaus gekürzt.

Südliche Dichtwand

Im Eckbereich zur westlichen Wand erfolgt die Ausführung analog zu Abschnitt 4.2.

- Bauphase 1:
 - Die Dichtwand wird mit einem lichten Abstand von ca. 50,0 cm vor die vorhandene Pfahlrostkonstruktion eingebracht
- Bauphase 2:
 - Die Dichtwand erhält eine konstruktive Gurtung.

- Es wird eine Entlastungsbaggerung hinter der überbauten Böschung durchgeführt.
- Bauphase 3:
 - Der Zwischenraum zwischen der Dichtwand und der Bestandskonstruktion wird abwechselnd schrittweise verfüllt bzw. der Pfahlrost der Bestandskonstruktion mittels einer Spülleitung mit Sand unterfüllt.
 - Es wird immer erst der Zwischenraum verfüllt, bevor das Spundwandbecken auf gleiche Höhe nachzieht.
 - Die maximale Höhendifferenz zwischen der Hinterfüllung der Dichtwand und der Verfüllung des Beckens darf 2,0 m nicht überschreiten.
- Bauphase 4:
 - Die vorhandene Platte des hohen Pfahlrostes wird abgebrochen und der entstandene Hohlraum wird wieder abschnittsweise verfüllt.
- Bauphase 5:
 - Nach Abschluss der Konsolidierungsmaßnahmen wird die Bestandsspundwand und die Dichtwand auf +1,60 m NHN zur Herstellung des Flächenbaus gekürzt

6.2.2 Abbrucharbeiten hoher Pfahlrost (Bestandskaianlage LP P11/P12)

Bevor die Abbrucharbeiten beginnen, ist die Ufersicherung (Spundwand und Verankerung) des Liegeplatzes P 11 herzustellen (=Projekt 4).

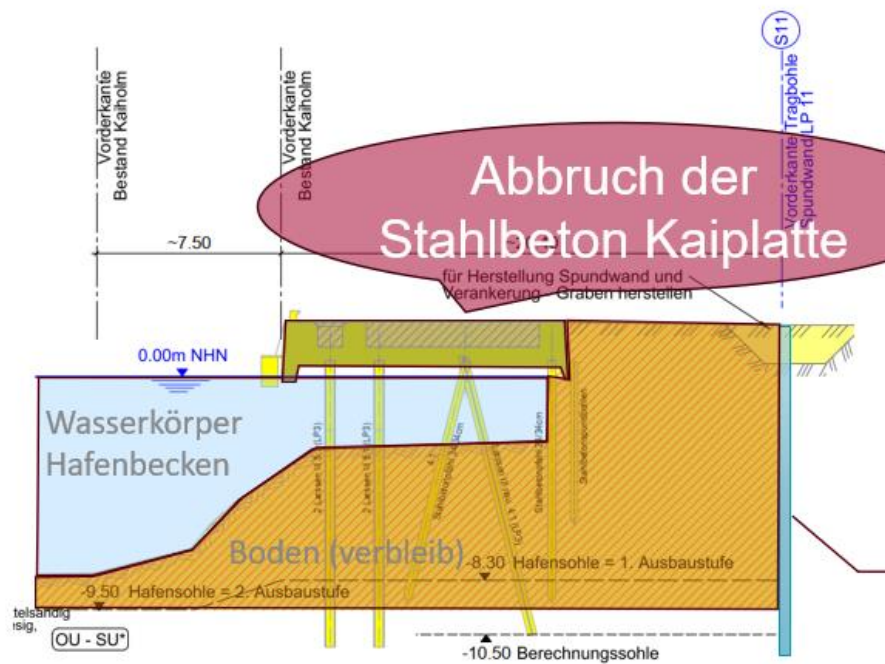
Nach Herrichtung der Abschirmmaßnahmen (Schlickvorhang) werden in einem Folgeschritt die Stahlbetonplatten aus der überbauten Böschung der Bestandsliegeplätze P11 und P12 zurückgebaut. Die Betonkonstruktion des hohen Pfahlrostes muss dabei schrittweise wasserseitig abgebrochen werden.

Für den Betonabbruch hat eine Schadstoffuntersuchung und Analytik stattgefunden. Es wurden 3 Bohrkerne gezogen und untersucht. Es kann von einer Zuordnung für den Betonabbruch nach Klasse RC-1 gemäß Ersatzbaustoffverordnung ausgegangen werden. Die Untersuchungsergebnisse liegen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung bei.

Der Abbruch der Stahlbetonplatte erfolgt in folgenden Schritten:

1. Aufbruch der Oberfläche zwischen den ehemaligen Kranbahnbalken, Fachgerechte Entsorgung
2. Rückbau der bestehenden, nicht mehr in Betrieb befindlichen Mediensysteme und Anschlussgruben, fachgerechte Entsorgung
3. Rückbau der Kaiausrüstung (Fender, Poller, Steigeleitern), Entsorgung Schrott
4. Herstellung horizontaler Trennschnitte für Kaiholm und Kranbahnbalken auf der bestehenden Stahlbetonplatte, Vertikalschnitte der Elemente in max. 6 m Abständen. Abtransport und fachgerechte Entsorgung der Betonelemente
5. Unterfahrung der Betonplatte mit flachem Ponton zwischen den Pfahlstellungen. Durch diese Maßnahme wird verhindert, dass Betonabbruch auf die Gewässersohle fällt. Dies ist unbedingt zu vermeiden, da sonst die Baggerung später erheblich erschwert wird.
6. Vertikale Trennschnitte der Betonplatte entsprechend Pontongröße, Trennschnitte der Betonplatte von den Pfahlelementen am Pfahlkopf. Lagerung auf Ponton, Herausheben der Elemente und fachgerechte Entsorgung

Schnitt S11/1 - S11/1



Bestandsschnitt Kaianlage Südseite Werftbecken

Abbildung 23: Regelquerschnitt Bestand Liegeplatz P11/12 (hoher Pfahlrost und überbaute Böschung)
– Abbruch Stahlbeton - Kaiplatte

Nach Abbruch der Betonplatte verbleiben die Gründungselemente (Rammpfähle und landseitige Schürze) im Baugrund. Diese werden im Rahmen der Nassbaggerung (insb. Tiefenbaggerung Geschiebemergel) als Bestandteil Projekt 5 zurück gebaut.

Im Endbereich am Übergang zu LP P 12 ist eine Schlitzung der vorhandenen Betonplatte erforderlich, jedoch erfolgt hier kein Abbruch, da die vorhandene überbaute Böschung weiterhin intakt verbleibt.

6.3 Nassbaggerung

6.3.1 Allgemeines

Im Rahmen des Gesamtvorhabens stellt die Nassbaggerung im ehemaligen Werftbecken und in der angrenzenden Wasserfläche, und die Verbringung der wasserseitigen Altlasten in den abgedichteten Teilverfüllungsbereich des Hafenbeckens, eine Kernmaßnahme dar. Die Arbeiten ermöglichen die dauerhafte Sicherung der kontaminierten Sedimente und somit eine nachhaltige Sanierung des Wasserkörpers.

Das Nassbaggerkonzept ist auf Basis der vorhandenen Baugrundsichtung prinzipiell in zwei Nassbaggermaßnahmen zu untergliedern:

- Nassbaggerung Seesedimente (Hafenschlick/Sedimente), und
- Nassbaggerung Geschiebemergel.

Abbildung 24 zeigt die vorhandenen Schichtstärken innerhalb des Werftbeckens.

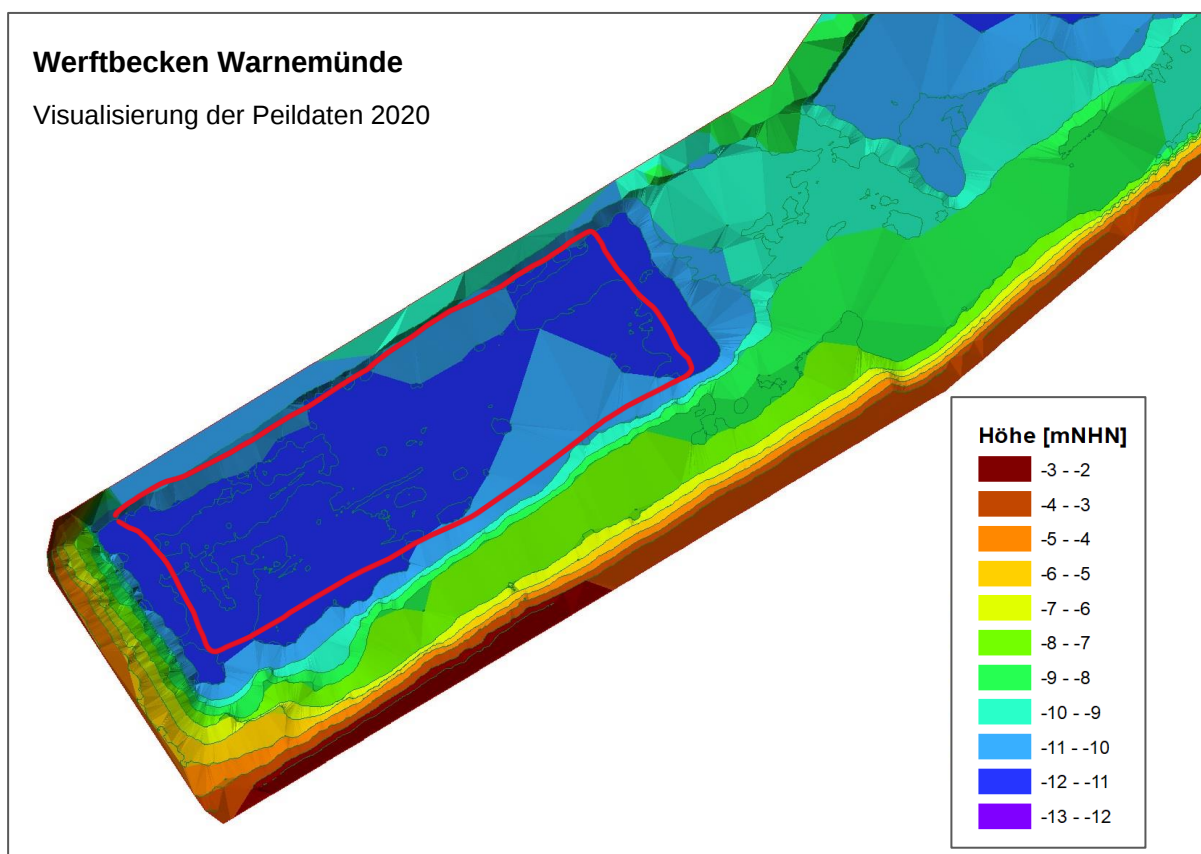


Abbildung 24: Dockgrube (Kontur in rot) mit Peildaten Hafenbecken

Eine detaillierte Beschreibung der Nassbaggerungsmaßnahmen inkl. Variantenuntersuchung zur Technologie erfolgt im **Baggergutverbringungskonzept**, welches der Entwurfs- und Genehmigungsplanung beiliegt.

Die technologischen Schritte und Bauabfolgen der Nassbaggerung sind im beigefügten Erläuterungsbericht „**Technologie zur Sedimentumlagerung und -konsolidierung**“ beschrieben.

6.3.2 Sondierungsmaßnahmen vor Baggerbeginn

Historisch bedingt ist innerhalb des geplanten Nassbaggerbereiches im Warnemünder Werftbecken (ca. 120 Jahre industrielle Nutzung) mit einer Vielzahl von Störkörpern und Baggerhindernissen zu rechnen.

Um eine effiziente Nassbaggerung zu ermöglichen, erfolgt vor der Ausschreibung der Bauleistungen eine ferromagnetische Voruntersuchung, um mögliche Störkörper und sonstigen metallischen Unrat im Werftbecken zu lokalisieren, einzuschätzen und ggf. im Vorhinein zu bergen. Zur Sicherstellung einer störungs- und unterbrechungsfreien Baggergutförderung ist, abhängig von der gewählten Baggertechnologie, ein unterschiedlicher Grad der Vorreinigung erforderlich. Im Sinne der Verfahrenssicherheit ist die frühzeitige Erkundung und Lokalisierung von potenziellen Baggerhindernissen, unter ökonomisch sinnvollem Aufwand, aber in jedem Falle anzustreben. Nur so kann, abgestimmt auf die zum Einsatz kommende Baggertechnologie, im Vorhinein eine selektive Bergung großer metallischer Objekte sichergestellt werden, die andernfalls erhebliche Behinderungen des Bauablaufes erzeugen würden.

Mit der ferromagnetischen Untersuchung werden im Vorfeld grundsätzlich metallische Objekte in Abhängigkeit von der erzeugten Ablenkung vom Erdmagnetfeld geortet. Diese Methode wurde ursprünglich für die Unterwasser-Archäologie entwickelt und wird in diesem Projekt für die Anwendung zur reinen Ortung von großen metallischen Gegenständen adaptiert.

Die Vorsondierung unter Wasser funktioniert ähnlich wie die Metalldetektion an Land. Ein ferromagnetisches Material, wie beispielsweise ein Magnet, wird an einem Instrument oder einer Sonde befestigt und unter Wasser bewegt. Das ferromagnetische Material erzeugt ein magnetisches Feld um sich herum, das von metallischen Objekten beeinflusst wird. Wenn die Sonde ein metallisches Objekt in ihrer Nähe hat, wird das magnetische Feld gestört, und dies kann durch entsprechende Sensoren erfasst werden.

Die Sensoren können entweder direkt an der Sonde angebracht sein oder drahtlos mit der Sonde verbunden sein, um die erfassten Daten zu übertragen. Die Daten können dann von einem Computer oder einem spezialisierten Gerät analysiert werden, um die Position und Eigenschaften der metallischen Objekte zu bestimmen.

Bei dem Verfahren erfolgt eine sog. Dipol-Messung zur Ermittlung des ferromagnetischen Volumens. Diese lässt wiederum nur qualitative Rückschlüsse auf das tatsächliche Volumen eines Objektes zu und kann so, bspw. bei mehreren eng beieinander liegenden Objekten, zu ungenauen Ergebnissen führen. Es ist daher wichtig anzumerken, dass die ferromagnetische Vorsondierung unter Wasser ihre eigenen Herausforderungen und Einschränkungen hat. Zum Beispiel kann das magnetische Feld durch das umgebende Wasser abgeschwächt oder gestört werden, was die Erfassungsgenauigkeit beeinträchtigen kann. Darüber hinaus können andere magnetische Materialien in der Umgebung ebenfalls das magnetische Feld beeinflussen und zu Fehlinterpretationen führen.

Die angetroffenen metallischen Gegenstände auf der Hafensohle können bspw. mittels Magnetberäumung oder auch den Einsatz eines Polypgreifers geborgen werden. Da die potenziellen Störkörper gewichtsbedingt innerhalb der Sedimentschichten (auf dem tragfähigen Mergelhorizont) liegen, sind mit der Bergung / Entnahme Aufwirbelungen und folglich Mobilisierungen verbunden. Im Fall der notwendigen Räumung soll daher mind. der Blasenschleier, bestenfalls der Blasenschleier und der Schlickvorhang in Betrieb sein, um Schadstoffeintrag

auf aufgewirbeltem Material in die Unterwarnow zu verhindern. Weiterhin ist bei einer notwendigen Vorberäumung die zum Einsatz kommende Greifertechnologie anhand der aufgefundenen Objektgröße vor Ort festzulegen.

Darauf hingewiesen sei an dieser Stelle, dass mit dem diesem Verfahren ausschließlich metallische Störobjekte geortet und im Weiteren ggf. geborgen werden können. Alle übrigen Störkörper wie bspw. alte Tampen, Netze, Holzreste oder auch Beton lassen sich im Vorhinein nur sehr schlecht bis gar nicht erkunden. Für den Umgang mit diesen ist eine gewisse Flexibilität der Entnahmetechnik erforderlich. In diesem Punkt sind mechanische Entnahmeverfahren (mit Greifern) gegenüber hydraulischen Verfahren (mit Pumpen) deutlich im Vorteil um Störungen und Prozessunterbrechungen so gering wie möglich zu halten. Ohnehin erfordert eine hydraulische Entnahme und Förderung des umzulagernden Materials einen erheblich höheren Grad der Vorreinigung, da bereits kleine Störobjekte zu Schäden an der Fördertechnik und in der Folge Störungen des Bauablaufes führen können.

6.3.3 Nassbaggerung Seesedimente (Hafenschlick/Sedimente)

Innerhalb des Hafenbeckens und teilweise im angrenzenden Wasserkörper seeseitig des bestehenden Liegeplatzes P12 werden die vorhandenen Weichschichten gebaggert. Ziel ist es, die gesamten Weichschichten in den Teilverfüllungsbereich umzulagern, um so die wasserseitigen Altlasten dauerhaft zu sichern. Dieses Ziel entspricht dem Verbesserungsgebot und verfolgt gleichzeitig das Ziel, keine Verschlechterung im Wasserkörper zuzulassen.

Im Hafenbecken ist eine Mindesttiefe von -9,50 m NHN herzustellen. Die Herstellung von Liegeplatz P11 erfolgt in einer ersten Ausbaustufe nur auf eine Tiefe von -8,30 m NHN. Darüber hinaus sind auch die tiefer liegenden Weichschichten, insbesondere aus der Dockgrube zu baggern und in den Bereich der Teilverfüllung umzulagern.

Die weiteren Schritte sind dem Erläuterungsbericht „**Technologie zur Sedimentumlagerung und -konsolidierung**“ sowie dem „**Baggergutverbringungskonzept**“ zu entnehmen.

6.3.4 Durchführung der Konsolidierungsmaßnahmen der umgelagerten Sedimente

Siehe Erläuterungsbericht „**Technologie zur Sedimentumlagerung und -konsolidierung**“ und „**Baggergutverbringungskonzept**“.

In diesen Berichten werden auch der Umgang mit dem Porenwasser aus der Konsolidierung und die weiteren Überwachungsmaßnahmen beschrieben.

Besonders wird auch auf den **umweltrechtlichen Alternativenvergleich** verwiesen, der im Rahmen der Bearbeitung geführt wurde und den Unterlagen beiliegt.

7 Dauerhaftigkeit der technischen Maßnahmen zur Vorstellfläche

7.1 Grundsätzliches

Gemäß Baggergutverbringungskonzept stellen die teilweise schadstoffbefrachteten Sedimente eine Quelle für einen möglichen Schadstofftransport in Richtung von Schutzgütern dar. Durch den Einbau einer gedichteten Spundwand sowie die Minimierung eines nach außen gerichteten horizontalen Fließgradientens durch die Herstellung einer Oberflächenabdichtung werden die Expositions- bzw. Wirkungspfade in Richtung der Schutzgüter Mensch, Oberflächenwasser, Grundwasser sowie Pflanze/Tier unterbunden. Eine Schutzgutgefährdung ist nicht zu besorgen (s. Kap.5.2 und 5.3 Baggergutverbringungskonzept).

Das Risiko, dass Schadstoffe aus den umgelagerten und technisch gesicherten Sedimenten in die Umwelt gelangen, besteht nach dieser Bewertung zunächst nicht. Dazu, inwieweit die getroffenen Sicherheitsvorkehrungen in mehreren Jahrzehnten in dieser Form noch wirksam sind, existieren noch keine Erfahrungswerte. Zunächst ist festzustellen, dass während der berechneten Lebensdauer der technischen Anlagen von 60 Jahren nicht mit dem Austritt von Schadstoffen zu rechnen ist. Dies wird überwacht – Überwachungsmaßnahmen nach DIN 1076. Spundwand mit Dichtungselementen als vertikale Abdichtung sowie die horizontale Abdichtung über den Flächenaufbau werden hier problemlos funktionieren. Siehe auch Anlage: Material Schlossdichtung. Gemäß den Klassifizierungen der DIN 19719 sind für technische Bauwerke in Deutschland technische Lebensdauern von 30 bis 100 Jahre definiert. Für Sonderbauwerke ist der Einbau kunststoffbasierter Dichtungsebenen erforderlich, deren Nachsorgephase i.d.R. zu max. 40 Jahren definiert wird ². Somit liegt die angesetzte Lebensdauer der technischen Anlagen im Rahmen der üblicherweise in Deutschland anzuwendenden technischen Lebensdauer. In der Nachsorgephase werden technische Bauwerke überwacht, um sicherzustellen, dass keine umweltschädigenden Stoffe in die Umwelt gelangen.

Sollten die getroffenen Vorkehrungen nach Ende der technischen Lebensdauer nicht mehr ausreichend sein, könnten in ferner Zukunft die Erneuerung der Sicherungselemente oder die Räumung der umgelagerten Sedimente die Folge sein. Welche dieser beiden Varianten dann die wirtschaftlichere Lösung darstellt, kann z. B. davon abhängen, ob zu einem späteren Zeitpunkt effektive Techniken zur Verfügung stehen, um die umgelagerten Sedimente entsprechend aufzubereiten.

Um sicherzustellen, dass die umgelagerten und technische gesicherten Sedimente keine schädlichen Umweltauswirkungen verursachen, sind im Sinne einer Nachsorgephase nach der Umlagerung dauerhaft durchzuführen:

- die Überwachung der technischen Anlagen nach DIN 1076 (im Anwendungsbereich Wasserbau)

Für die laufenden Kosten der Nachsorgephase sind durch den Bauherrn entsprechende Kosten im Haushalt einzustellen und ggf. Rückstellungen zu bilden.

² S. bauaufsichtliche Zulassungen für Kunststoffbahnen

Bei einem Nachweis der Undichtigkeit sind Sanierungsmaßnahmen zu treffen. Dies betrifft bspw. den Neubau der Dichtwände nach Ende der technischen Lebensdauer.

7.2 Dauerhaftigkeit der Spundwand Liegeplatz 10

Mit den technischen Planungen haben wir die Spundwand des Liegeplatzes P10 entsprechend der aktuell gültigen technischen Normen und Regelwerke nach EAU 2020 sowie DIN EN 1990 bis DIN EN 1997, Eurocodes EC0 bis EC7 geplant.

Entsprechend des beigefügten Lastenheftes wurden auch Abrostungen, die die Spundwand über die Lebensdauer erfahren wird, betrachtet. In Anwendung der EAU 2020 wurden hier Lebensdauern von rechnerisch 60 Jahren angesetzt.

Aufgrund der statischen Erfordernisse (Nachweis der Standsicherheit nach Eurocode 3 und 7) wurde eine extrem schwere Spundwand Typ Doppelbohle HZ 1180 m – D12 kombiniert mit einer Zwischenbohle AZ 26-700 mit Schlossdichtung gewählt. Somit wurde – auch gegen eine Abrostung - eine der stärksten am Markt erhältlichen Spundwände für den Liegeplatz P10 ausgewählt. Im Nachweis der Gebrauchstauglichkeit der Statik nach EAU 2020 wurden die Abrostungsraten nach DIN 50929-3, Beiblatt 1 berücksichtigt und eine ausreichende Standsicherheit der Ufersicherung am Ende der Lebensdauer nachgewiesen. Die Einbindelängen der Spundwand weisen darüber hinaus eine überhöhte Einbindung aufgrund möglicher Unterströmungen nach, so dass dieser Fall technisch auszuschließen ist.

Die Abrostungsraten wurden dabei entsprechend der aktuellen Normenwerte angesetzt.

Als Dichtmaterial wurde eine Bitumendichtung Typ Beltan Plus³ (o. glw.) gewählt. Die technischen Daten zum Material der Schlossdichtung sind in der Anlage f zu diesem Erläuterungsbericht beigelegt. Hier sind Angaben zur Zulassung des Materials, Prüfberichte („Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser“), Sicherheitsdatenblatt gemäß Verordnung EG Nr. 1907/2006, Nachweise der Dichtigkeit und Beständigkeit gegenüber einzelnen Stoffen aufgeführt. Im Ergebnis ist festzustellen, dass das gewählte Material den Stand der Technik hinsichtlich am Markt verfügbarer Schlossdichtungen darstellt und Bereich auch in Sondervorhaben (z.B. im Deponiebau) eingesetzt wurde.

Nach Herstellung der Uferwand Liegeplatz P 10 wird die Spundwand beidseitig zur Dokumentation der Dichtigkeit betaucht. Ziel ist es, durch einen Taucheruntersuchungsbericht mit Videoanalyse sämtliche Schlösser zu prüfen und deren Dichtigkeit visuell nachzuweisen. Erst nach diesem Nachweis darf eine Verfüllung erfolgen.

Das Bauwerks ist im Rahmen der Nutzungsdauer nach DIN 1076 fortlaufend zu inspizieren, insbesondere die Gebrauchstauglichkeit ist jeweilig zu untersuchen. Hierzu gehören unter anderem eine Hauptuntersuchung der Ingenieurbauwerke nach DIN 1076 im Zeitintervall von 6 Jahren sowie zusätzliche Zwischenuntersuchungen als einfache Prüfungen. Bei den Hauptuntersuchungen sind unter Anderem Restwanddickenmessungen standardmäßig durchzuführen, so dass hier sichergestellt ist, dass keine Einschränkungen der Gebrauchstauglichkeit nach EAU 2020 vorliegen. Technisch ist durch die Wahl einer äußerst schweren und massiven Spundwand, welche in dieser Bauform und schweren Ausführung im Aquatorium bis jetzt noch

³ Materialzertifikate und Zulassungen s. Anlage zum Erläuterungsbericht

nicht eingesetzt wurde, über die technische Lebensdauer hinaus eine sichere und auch hochwassersichere Abschottung der umgelagerten organischen Weichschichten mit den Ingenieurbauwerke absolut gesichert.

Die Anlage ist nach DIN 1076 regelmäßig zu prüfen und zu überwachen.

Nach Ende der technischen Lebensdauer der Spundwand Liegeplatz P 10 kann es erforderlich werden, dass wasserseitig eine neue Dichtwand hergestellt wird. Dies ist technisch möglich. Da in diesem Falle die umgelagerten Sedimente bereits vollständig konsolidiert sind, kann die Berechnung einer zukünftigen Spundwand mit optimierten Baugrundkennwerten erfolgen.

7.3 Dauerhaftigkeit der Umschließungswände

Innerhalb des Hafenbeckens werden neue Umschließungswände eingebaut. Diese haben im Endzustand im Wesentlichen ausschließlich eine dichtende Funktion und werden daher mit einer Schlossdichtung versehen. Da nach EAU 2020 und DIN 50929-3 Beiblatt 1 die Abrostungsraten von Spundwänden im Boden – wie hier anstehend – nahezu vernachlässigbar sind, haben diese Umschließungswände eine deutlich höhere Lebensdauer als nach Norm erforderlich (hier: 60 Jahre). Es ist von einer Mindestlebensdauer von 100 Jahren oder größer bei diesen Dichtwänden auszugehen. Rechnerisch beträgt die Lebensdauer der eingesetzten AZ – Spundwand mit den Abrostungsraten nach DIN 50929 gegen Durchrostung hier 425 Jahre.

Für die Überwachung der Dichtigkeit der Umschließungswände werden im Zwischenbereich zwischen der neuen Umschließungswand und den bestehenden Altkonstruktionen 2 Grundwassermessstellen (1x Nordbereich, zentral; 1 x Ostbereich, zentral) angeordnet. Über diese Grundwassermessstellen 1 x jährlich Proben entnommen und auf Schadstoffinhalte beprobt. Darüber wird die Dichtigkeit der Umschließungswände nachgewiesen.

Sollten Undichtigkeiten auftreten, werden in den dann genau zu untersuchenden Bereichen HDI Verpressungen eingeführt, die dann mögliche Undichtigkeiten sicher verschließen.

7.4 Horizontale Dichtung der Verkehrsfläche

Den horizontalen Abschluss der Vorstellfläche bildet auf die gekapselten Sedimente eine technologisch notwendige Sandschicht, auf der zunächst ein Vliesstoff (HaTe 800 (o. glw.)) aufbaut. Dieser Vliesstoff stabilisiert die Sandschichten im Rahmen der Konsolidierung und ist gleichzeitig die erste Barriere der Abdeckung der umgelagerten Sedimente.

Weiter aufbauend erfolgt der Aufbau von Sandschichten und einer Horizontaldrainage. Hier wird gesickertes Oberflächenwasser gesammelt und gefasst.

Die oberflächliche Abdichtung der Gesamtfläche erfolgt über einen Asphaltaufbau. Dieser Oberflächenaufbau hat eine hafenübliche Oberflächendrainage, die unmittelbar das Oberflächenwasser (auch aus Regenereignissen oder Überflutungsereignissen) fasst und ordnungsgemäß ableitet. Die Oberfläche wird nach Sicht- und Hauptprüfung gemäß DIN 1076 im Rahmen der Kaianlagenprüfung jeweilig mit beurteilt. Gleichzeitig ist die horizontale Drainage intakt und leitet ggf. anstehendes Sickerwasser als 2. Barriere ab. Sollte die Oberfläche sichtbare Schäden aufweisen, so ist an diesen Stellen der Asphalt nachzubessern. Dies kann beliebig oft wenn notwendig wiederholt werden.

Als untere Dichtung funktioniert der natürliche Geschiebemergelhintergrund. Dieser funktioniert als Dichtungsschicht unten, da die Spundwände jeweilig bis in den Geschiebemergel einbinden. Die Einbindung der Spundwände ist planerisch mit 1 m in den Geschiebemergelhorizont vorgesehen. Die Überwachung der Einbindung kann nachweislich über die Rammprotokolle geprüft werden. Mit diesen Maßnahmen ist ein dauerhaft horizontale Dichtung gewährleistet.

8 Hochwassersicherheit der Maßnahme

8.1 Grundsätzliches

Die Umgestaltung des Werftbeckens Warnemünde erfolgt unmittelbar an dem Küstengewässer der Warnow. Dieses Küstengewässer unterliegt der Hochwasserbeeinflussung und den Wasserständen innerhalb der Warnow.

Für die Kaikanten wurde eine Oberkante von ca. +2,60 m NHN gewählt. Aus dieser Kaiverkante entwickeln sich die Kai- und Vorstellflächen. Diese liegen unterhalb des aktuell für Warnemünde im Regelwerk Küstenschutz (2-5/2022) für die Örtlichkeit angegebenen Bemessungshochwasserstandes $BHW_{2021-2030}$ von +2,30 m NHN. Das Gebiet kann daher überflutet werden.

Gemäß Regelwerk Küstenschutz M-V ist festgelegt, dass auf den Bemessungshochwasserstand ab 2031 ein dekadenweiser Zuschlag aufgrund des durch Klimaerwärmung steigenden Meeresspiegels von jeweils 10 cm zu berücksichtigen ist⁴.

Daher liegt die Vorstellfläche innerhalb eines Überflutungsbereiches und kann überflutet werden. Die beschriebenen technischen Maßnahmen mit dem Anspruch an die Asphaltoberfläche, der Drainage sowie der tiefer liegenden Dichtungsmaßnahmen der horizontalen Dichtungen wurden auf diese Gefährdung hin ausgelegt. Hier sind, selbst bei einer Überflutung der Fläche keine Schäden in der Fläche oder der Dichtung zu erwarten, so dass auch nicht zu erwarten ist, dass Schadstoffe innerhalb der Kapselung, welche weit unterhalb der Dichtungsbahnen liegen, durch ein potenzielles Hochwasser mobilisiert werden können. Diese Befürchtung ist bei ordnungsgemäßer Wartung der Fläche, welches durch das technische Management des AG's sichergestellt wird, technisch auszuschließen.

8.2 Bestehende Hochwasserschutzanlagen im Projektgebiet

Unmittelbar landseitig des Liegeplatz 9 befindet sich eine Küstenschutzanlage als Kombianlage eines Straßendamms mit Hochwasserschutzfunktion im Zuge der Straßen Am Passagierkai und Werftallee. Diese Küstenschutzanlage als Teil des komplexen Sturmflutschutzsystems Warnemünde/Warnowseite erstreckt sich über ca. 1.100 m von der Stromgrabenbrücke (Am Passagierkai) im Norden bis zum Bahnübergang Werftanschlussgleis (Werftallee) im Süden.

Innerhalb des Straßenquerschnitts bestehen aufgrund der Hochwasserschutzfunktion Restriktionen für Dritte. Diese werden mit der Planung beachtet, es sind keine Einschränkungen durch die vorgesehenen Maßnahmen für das bestehende Bauwerk im Rahmen dieses Projektes vorgesehen. Die vorgesehene Flächenbefestigung des Liegeplatzes P09 stellt vielmehr einen baulichen Schutz der der Hochwasserschutzanlage dar, da mit der Flächenbefestigung der Fußpunkt der Spundwand dauerhaft gegen Auskolkungen gesichert wird. Trotz dieser verbessernden Maßnahme ist keine Kostenbeteiligung des Stalu-MM an dieser Maßnahme vorgesehen.

⁴ Die Anpassung wird gemäß Regelwerk Küste nach 10 Jahren überprüft.

8.3 Nutzbarkeit der Kaianlagen unter steigendem Meeresspiegel

Unter Berücksichtigung einer technischen Lebensdauer der Kaianlagen von 60 Jahren ist festzuhalten, dass somit im ungünstigsten Fall für die Nutzung der Regelfreibord von planerisch 2,60 m auf 2,10 m sinkt. Dies hat jedoch für die Nutzung der Kaianlagen keine relevante Auswirkung.

Die Funktionsweise der Dichtungen der Vorstellfläche gemäß Kapitel 7 ist durch einen steigenden Meeresspiegelanstieg nicht beeinträchtigt.

8.4 Hochwasserrisikomanagementrichtlinie

Im Land M-V wurde eine Hochwassermanagementrichtlinie eingeführt (Weblink: [Hochwasserrisikomanagementrichtlinie - LUNG \(mv-regierung.de\)](https://www.mv-regierung.de/Hochwasserrisikomanagementrichtlinie-LUNG)).

Das Ziel der Richtlinie besteht in der Reduzierung des Hochwasserrisikos in Europa sowie in einem verbesserten Hochwasserrisikomanagement. Der Schutz der menschlichen Gesundheit, der Umwelt, des Kulturerbes sowie der wirtschaftlichen Tätigkeiten des Menschen in Fluss- und Küstengebieten wird dabei in der Richtlinie stets besonders hervorgehoben.

Die Abbildung 25 stellt die Situation gemäß Datenlage LUNG dar.



Abbildung 25: Auszug Hochwasser- Gefahrenkarte, mit 20-jährigem Ereignis (hohe Wahrscheinlichkeit) – Standort Werftbecken (Quelle: [015.pdf \(fis-wasser-mv.de\)](https://www.fis-wasser-mv.de/015.pdf))

Hochwasser ist ein natürliches Ereignis, dass sich nicht verhindern lässt. Deshalb kommt der Vorsorge im Hochwasserrisikomanagement eine besondere Bedeutung zu, insbesondere in

besiedelten Bereichen und auf wirtschaftlich genutzten Flächen. Dies ist mit dem grundsätzlich hochwassergefährdeten Gebieten des Werftbeckens der Fall.

Daher wurden in den vorangestellten Kapiteln die technischen Möglichkeiten zur Schadensvermeidung erörtert. Eine Gefährdung der Anlagen und der Vorstellfläche ist nicht gegeben.

8.5 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie

Im Rahmen des Fachbeitrages **Meeresstrategierichtlinie** wird als besonderer Bestandteil der Feststellungsunterlagen auf diesen Punkt eingegangen.

9 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen

9.1 Vorbemerkungen

Das Werftbecken Warnemünde ist lagemäßig ein geschlossenes Hafenbecken, welches im nordöstlichen Bereich in den Seekanal mit den angrenzenden Liegeplätzen, insb. Liegeplatz P08 übergeht.

Als Vermeidungs- und Minderungsmaßnahme ist für die Bauzeit der Liegeplätze LP P 09 und LP P 10 eine Absperrung des Hafenbeckens gemäß Abbildung 26 vorgesehen, um Sedimentverfrachtungen und daraus resultierende Gewässertrübungen sowie mögliche Schad- und Nährstofftransporte in den angrenzenden Seekanal zu vermeiden und Verschlechterungen im Wasserkörper zu minimieren.



Abbildung 26: Luftbild des Hafenbeckens mit Lageeinordnung der bauzeitlichen Sicherung (rot)

Es sind im Rahmen der Rammung der Liegeplätze folgende Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen vorgesehen:

- Ausführung Kombination Schlickvorhang und Blasenschleier

Diese werden jeweilig für die Projekte 4 und 5 angeordnet, wobei der Schlickvorhang und Blasenschleier zu Projekt 4 gemäß beigefügter Planunterlagen im inneren des Hafenbeckens angeordnet wird und solange in Betrieb bleibt, bis der Schlickvorhang / Blasenschleier von Projekt 5 errichtet und betrieben wird. Durch diese Herangehensweise wird abgesichert, dass die jeweiligen Arbeiten immer im Schutz eines Schlickvorhangs/ Blasenschleiers stattfinden während gleichzeitig temporär am Liegeplatz P 08 die Nutzung durch Rostock Port weitestgehend berücksichtigt wird.

Der Einsatz eines Schlickvorhanges ist erprobt. Bei der Ausbildung des Schlickvorhanges wird dessen Funktionsweise auch bei Hochwasserereignissen und stärkerem Wellengang sichergestellt.

Die Wirksamkeit eines Schlickvorhangs zur Verhinderung von Trübungsfahnen zeigt exemplarisch Abbildung 27.



Abbildung 27: Schlickvorhang im Projekt Vuosari, Finnland (Quelle: CEDA, IADC (2018))

Beim Blasenschleier wird durch austretende Luft eine vertikale Strömung erzeugt, die sich an der Wasseroberfläche in zwei entgegengesetzte Strömungen umwandeln wird. Die Strömung gemäß Abbildung 28 stellt eine physikalische Barriere dar, die den Wasseraustausch verhindert.

Weiterer positiver Nebeneffekt eines Blasenschleiers ist der aktive Sauerstoffeintrag in den Wasserkörper.

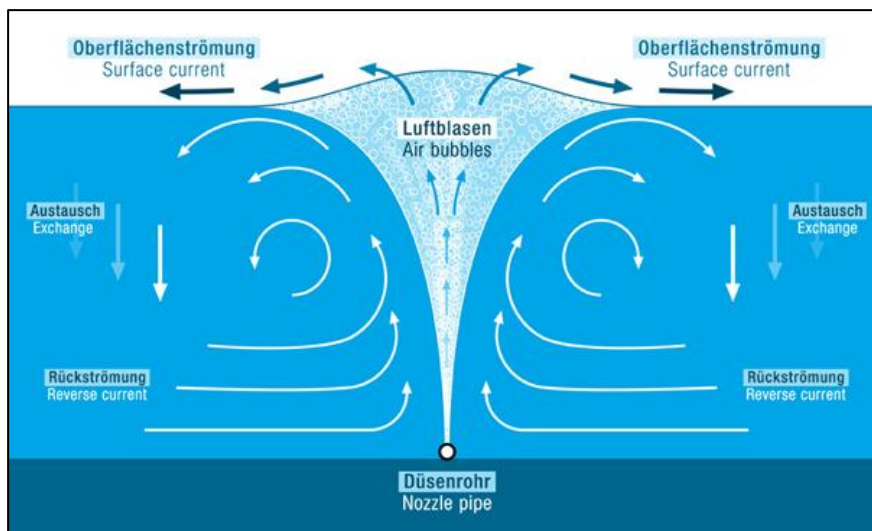


Abbildung 28: Strömungsdiagramm einer Druckluftsperrung

Für die erfolgreiche Anwendung von Druckluftsperrungen sind umfangreiche Projekte u.a. im Seehafen Kiel bekannt.

Für diese Projekt wurde der kombinierte Einsatz eines Blasenschleiers mit einem Schlickvorhang zur Sicherstellung höchster Ansprüche an die Abriegelung des Werftbeckens gewählt.

9.2 Gewässerschutzmaßnahmen während der Baumaßnahme

Zur Vermeidung von baubedingten negativen Auswirkungen auf Oberflächengewässer werden prospektive bzw. vorbeugende Gewässerschutzmaßnahmen vorgesehen und vor Beginn der Rammarbeiten installiert und durchgeführt bzw. sind durch die bauausführenden Unternehmen zu erfüllen und nachzuweisen.

Der Zeitraum der notwendigen Rammarbeiten ist im Rahmen der Planung zu prüfen. Wenn möglich sollten diese Arbeiten in einem Zeitraum geringer biologischer Aktivität (Mitte Oktober bis Mitte März) durchgeführt werden.

Des Weiteren sind die folgenden Maßnahmen zum Gewässerschutz vorgesehen:

- Verwendung immissionsarmer Gerätetechnik, z.B. Betrieb der Gerätschaft mit biologisch abbaubarem Hydrauliköl
- Verwendung immissionsarmer Abbruchverfahren mit möglichst geringem Eintrag von Abbruchsegmenten und Abbruchmaterialien in Gewässer, z.B. Sägeschnitt und Heben der Abbruchsegmente der Kaiplatte
- Vorhalten von Gerätschaften für ggf. Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebes, z.B. Ölsperren
- Installation Schlickvorhang und Blasenschleier im Werftbecken vor Beginn der Arbeiten⁵
- fachgerechter Transport von Abbruchmaterialien und -segmenten
- fachgerechte Separierung und Zwischenlagerung Abbruchmaterialien
- fachgerechte Entsorgung der Abbruchsegmente und -materialien.
- regelmäßige Unterweisung des Baustellenpersonals zur Beachtung der umweltrechtlichen Gesetze und Verordnungen, sowie Verwaltungsvorschriften und Technischen Regeln
- Kontrolle und Durchsetzung der Maßnahmen, z.B. durch örtliche Bauüberwachung und Baubegleitungen, z.B. abfallrechtliche und geotechnische Fachbaubegleitungen.

9.3 Vermeidungsmaßnahmen Fauna während der Baumaßnahme Projekt 4

Zur Vermeidung von baubedingten negativen Auswirkungen auf die Fische werden innerhalb der Planungen zu Projekt 4 Sperrzeiten der wasserseitigen lärmintensiven Arbeiten definiert. Dabei werden folgende Umweltrechtlichen Rahmenbedingungen während der Baumaßnahme berücksichtigt:

Mögliche betroffene Arten	Schutzzeiten
Hering	Februar bis Mai
Meeresforelle	August bis Oktober
Flussneunaugen	August bis Oktober und März bis April

⁵ Es ist zu beachten, dass der Schlickvorhang nach Installation und während der Durchführung der Baumaßnahmen nicht geöffnet werden darf. Insbesondere sind Schiffspassagen des Schlickvorhanges durch Betankungen o.ä. nicht zulässig.

Wir haben in der Anlage zum Erläuterungsbericht die Betroffenheiten und die Vermeidungsmaßnahmen dargestellt. Die Schutzzeiten sind im Rahmen der Projektrealisierung bei den wasserseitigen Lärmintensiven Arbeiten einzuhalten.

9.4 Durchführung des Monitoringprogramms für das Oberflächenwasser

Die Rammarbeiten zur Herstellung der Liegeplätze LP P 09 und LP P 10 werden durch ein Monitoringprogramm der hydrologischen und chemischen Wasserbeschaffenheit baubegleitend überwacht.

Das Monitoringprogramm hat zum Ziel festzustellen, dass durch die Arbeiten keine Verschlechterung im Gewässerzustand (z.B. überhöhte Sauerstoffzehrung oder Gewässereintrübung) eintritt und es ebenfalls zu keinen erhöhten Schad- und Nährstofffreisetzungen kommt.

Das vorgesehene Monitoringprogramm orientiert sich nach Art und Umfang an das Monitoring zur Baggerung und dem Einbau der kontaminierten Sedimente aus der Seekanalvertiefung in die ehem. Dockgrube der Neptunwerft 2022 / 2023.

Im Werftbeckenbereich wird eine Messstation angeordnet. Die Lage dieser Messstation variiert bauzeitig. Außerhalb des Werftbeckenbereiches und der Sicherung mittels Schlickvorhang und Blasenschleier werden ebenfalls vier Messstationen angeordnet. Zum Vergleich dieser Messdaten werden ebenfalls die Daten der Landesmessstelle im Breitling ausgewertet und verglichen. Die Darstellung der Anordnung der Messstationen erfolgt in Abbildung 29.

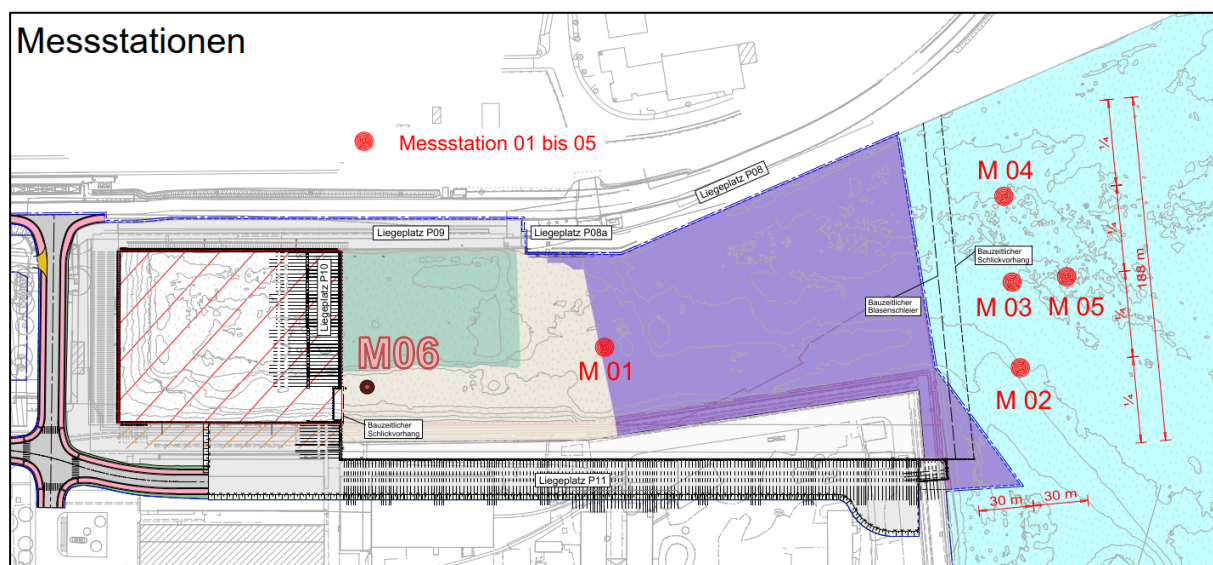


Abbildung 29: Lageplan – Anordnung der Messpunkte

An jeder Messstation wird eine stationäre Messkette mit jeweils zwei Messgeräten, den Seaguards, angeordnet. Die Seaguards sind jeweils eineinhalb Meter unter der Wasseroberfläche sowie einen Meter über dem Gewässerboden angeordnet und beinhalten Messsonden, welche folgende Gewässerparameter als Dauermessung erfassen:

- Trübung, Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, Strömungsrichtung und –geschwindigkeit

Zusätzlich zu den Seaguards werden Messungen per Hand mit einer Multiparametersonde zur Erstellung eines Tiefenprofils sich verändernder Parameter zur Wasserbeschaffenheit an den einzelnen Messstationen durchgeführt:

- Trübung, Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff

Weiterhin ist es vorgesehen an jeder Messstation Wasserproben zu entnehmen, um die chemische Wasserbeschaffenheit zu erfassen. Die Probenentnahme erfolgt hier einen Meter unter der Wasseroberfläche sowie einen Meter über Grund mit Hilfe eines Ruttner-Schöpfers.

Folgende Untersuchung dieser entnommenen Wasserproben ist geplant:

- Schadstoffe in Hinblick auf die Umlagerung der belasteten Sedimente: Schwermetalle Zink, Quecksilber und Nickel sowie Polychlorierte Biphenyle (PCB), Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Tributylzinn (TBT).
- Parameter des Grundmessprogrammes zur Güteüberwachung der Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns: Chlorid, Salzgehalt, Leitfähigkeit, Sauerstoff, Sauerstoffsättigung, pH-Wert, Orthophosphat-P, Gesamt-Phosphor, Nitrat-N, Nitrit-N, Ammonium-N, Gesamt-Stickstoff, Orthosilikat-Si.

Die Probenahmen und Analysen erfolgen nach der Richtlinie zur Probenahme und Probenbearbeitung – Schwebstoffe- des Umweltbundesamtes.

Die Durchführung der Messzyklen ist wie folgt geplant:

Seaguards Permanentmessungen:

- Ab 1 Monat vor Beginn der Rammarbeiten Liegeplätze LP P 09 und LP P 10
- bis 1 Monat nach Abschluss der Rammarbeiten Liegeplätze LP P 09 und LP P 10

Multiparametersonde und Wasserprobenentnahme (Ruttner-Schöpfer)

- 1 x in dem Monat vor Beginn der Rammarbeiten Liegeplätze LP P 09 und LP P 10
- 2 x während Rammarbeiten Liegeplätze LP P 09 und LP P 10
- 1 x in dem Monat nach Beendigung der Rammarbeiten Liegeplätze LP P 09 und LP P 10

Über den Umfang des geplanten Monitoringprogrammes bedarf es einer gesonderten Abstimmung mit den zuständigen Fach- und Genehmigungsbehörden.

Parameter	Untersuchungsumfang	
Nährstoffe	Gesamt-Phosphor, Ortho-Phosphat-Phosphor, Gesamt-Stickstoff, Nitrat-Stickstoff	In der Wasserphase gelöst vorkommend
nach der Oberflächengewässer-verordnung (OGewV) definierte prioritäre Stoffe	Hauptschwerpunkt ist auf Stoffe mit nach dem 3. Bewirtschaftungs-zeitraum (BWZ) vorliegender Überschreitung der Umweltqualitätsnorm zu legen (Bromierte Diphenylether (BDE) und Quecksilber und Quecksilberverbindungen)	An Schwebstoffen in der Wasserphase gebunden sowie in der Wasserphase gelöst vorkommend
nach der Oberflächengewässer-verordnung (OGewV) definierte flussgebietsspezifische Schadstoffe	Hauptschwerpunkt ist auf Stoffe mit nach dem 3. Bewirtschaftungs-zeitraum (BWZ) vorliegender Über-	An Schwebstoffen in der Wasserphase gebunden sowie in der Wasserphase gelöst vorkommend

Parameter	Untersuchungsumfang	
	schreitung der Umweltqualitätsnorm zu legen (Diflufenican und Triclosan)	
Schwermetalle	Zn, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb	An Schwebstoffen in der Wasserphase gebunden vorkommend
PCB	28, 52, 100, 118, 138, 153, 180	An Schwebstoffen in der Wasserphase gebunden vorkommend (einzeln als auch in Summe)
EPA-PAK	16 EPA-PAK	An Schwebstoffen in der Wasserphase gebunden vorkommend (einzeln als auch in Summe)
Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW)		An Schwebstoffen in der Wasserphase gebunden vorkommend
Organozinnverbindungen	Tributylzinn (TBT)	An Schwebstoffen in der Wasserphase gebunden vorkommend
Organochlorpestizide	HCH-Isomere, HCB, DDX, Pentachlorbenzol	An Schwebstoffen in der Wasserphase gebunden vorkommend
Anteil abfiltrierbarer Stoffe (Seston)		In der Wasserphase
Chlorid		In der Wasserphase gelöst
Salzgehalt		In der Wasserphase
Sauerstoffgehalt		In der Wasserphase
pH-Wert		In der Wasserphase
Temperatur		In der Wasserphase
Trübung		In der Wasserphase