

# BAUGRUND STRALSUND

Ingenieurgesellschaft mbH  
für ► Geo- und ● Umwelttechnik

## Umwelttechnik

**Hanse- und Universitätsstadt Rostock  
Umgestaltung Werftbecken Warnemünde**

**Maritimer Gewerbepark für nachhaltige Energietechnologien  
Sanierung der landseitigen Altlasten**

**Sanierungsplan gemäß  
§ 13 Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG)**

Auftraggeber: INROS LACKNER SE  
Rosa-Luxemburg-Straße 16  
18055 Rostock

Auftragnehmer: Baugrund Stralsund  
Ingenieurgesellschaft mbH  
Carl-Heydemann-Ring 55  
18437 Stralsund

Auftragsnummer AN: 17/3044

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Ingolf Diedrich

Stralsund, 28. September 2023

## Inhaltsverzeichnis

Blatt

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>2</b>
<b>Unterlagenverzeichnis .....</b>	<b>6</b>
<b>Planverzeichnis .....</b>	<b>10</b>
<b>Anlagenverzeichnis.....</b>	<b>11</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>11</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>12</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>13</b>
 <b>1. VORBEMERKUNGEN .....</b>	 <b>15</b>
<b>1.1 Veranlassung .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Gliederung des Sanierungsplans .....</b>	<b>16</b>
<b>1.3 Formalien .....</b>	<b>17</b>
1.3.1 Betroffene Grundstücke .....	17
1.3.2 Antragstellerin.....	18
1.3.3 Aufsteller des Sanierungsplans.....	18
1.3.4 Projektbeteiligte .....	18
 <b>2. DARSTELLUNG DER AUSGANGSLAGE .....</b>	 <b>20</b>
<b>2.1 Standortverhältnisse .....</b>	<b>20</b>
2.1.1 Lage des Sanierungsplangebietes.....	20
2.1.2 Historie des Standortes .....	21
2.1.3 Umgang mit umweltrelevanten Schadstoffen .....	23
2.1.4 Bestehende und zukünftige Nutzung .....	23
2.1.5 Lokale geologische Situation .....	24
2.1.6 Lokale hydrogeologische Situation .....	26
2.1.7 Wasserwirtschaftliche Situation .....	28
2.1.8 Schadstoffe im Boden.....	28
2.1.9 Schadstoffe im Grundwasser .....	31
2.1.10 Schadstoffe in der Bodenluft.....	33
2.1.11 Natürliche Abbauprozesse (NA-Prozesse) im Grundwasser .....	33
2.1.12 Schutzgebiete .....	33
2.1.13 Bebauung .....	33
2.1.14 Kampfmittel.....	34

<b>2.2</b>	<b>Gefahrenlage (Bewertung des Gefährdungspotentials) .....</b>	<b>35</b>
2.2.1	Gefährdungsabschätzung .....	35
2.2.1.1	Übersicht .....	35
2.2.1.2	Wirkungspfad Boden – Mensch .....	35
2.2.1.3	Wirkungspfad Grundwasser – Mensch .....	36
2.2.1.4	Wirkungspfad ungesättigter Boden – Grundwasser .....	36
2.2.1.5	Wirkungspfad gesättigter Boden – oberer Grundwasserleiter 1 (GWL 1) .....	37
2.2.1.6	Wirkungspfad oberer Grundwasserleiter – unterer Grundwasserleiter .....	37
2.2.1.7	Wirkungspfad oberer Grundwasserleiter - Warnow .....	37
2.2.2	Weiterer Handlungsbedarf .....	38
<b>2.3</b>	<b>Laufende Sanierungs- und Monitoringmaßnahmen .....</b>	<b>39</b>
<b>2.4</b>	<b>Sanierungsuntersuchungen und Sanierungsvarianten .....</b>	<b>40</b>
2.4.1	Ergebnisse von Sanierungsuntersuchungen .....	40
2.4.2	Auswahl Sanierungsvariante .....	41
<b>3.</b>	<b>BEHÖRDLICHE ENTSCHEIDUNGEN .....</b>	<b>43</b>
<b>4.</b>	<b>SANIERUNGSZIEL .....</b>	<b>44</b>
4.1	Vorbemerkungen Sanierungsziel (SZ) und Teilsanierungsziele (TSZ) .....	44
4.2	TSZ1 Aushub der Bodenkontaminationen in den Kontaminationsschwerpunkten .....	45
4.3	TSZ2 Aushub von Bodenkontaminationen außerhalb der Kontaminationsschwerpunkte .....	45
<b>5.</b>	<b>TEXTLICHE UND ZEICHNERISCHE DARSTELLUNG DER DURCHZUFÜHRENDEN MASSNAHMEN UND NACHWEIS IHRER EIGNUNG ...</b>	<b>48</b>
5.1	Einwirkungsbereich der Altlast und der Flächen .....	48
5.2	Gebiet des Sanierungsplans .....	48
5.3	Elemente / Ablauf / Technische Ausgestaltung der Sanierung .....	48
5.3.1	Genereller Bauablauf .....	48
5.3.2	Vorlaufende Maßnahmen zur Sanierung der Kontaminationsschwerpunkte .....	50
5.3.2.1	Rückschnitt und Rodung der Vegetation .....	50
5.3.2.2	Abbruch und Beseitigung von Gebäuden und baulichen Anlagen sowie der Oberflächenbefestigungen .....	50
5.3.3	Vorbereitende Arbeiten und Baustelleneinrichtung für die Sanierungsmaßnahmen .....	51
5.3.3.1	Sanierungsgebiet und Bereitstellungsfläche – Lage und Ist-Zustand .....	51
5.3.3.2	Baustellenzufahrt .....	51

5.3.3.3	Baustelleneinrichtung / Schwarz-Weiß-Bereich .....	52
5.3.3.4	Baustraßen im Baufeld .....	53
5.3.3.5	Rückbau und Sicherung von Leitungssystemen .....	54
5.3.3.6	Bereitstellungsfläche.....	54
5.3.3.7	Messstellensicherung und -rückbau im Sanierungsgebiet.....	57
5.3.3.8	Bauschild .....	58
5.3.4	Kampfmittelbeseitigung .....	59
5.3.5	Tiefenenttrümmerung im Bereich der Kontaminationsschwerpunkte.....	60
5.3.6	Sanierung Kontaminationsschwerpunkt A – Imprägnieranstalt .....	60
5.3.7	Sanierung Kontaminationsschwerpunkt B – östliche Kaimauer.....	61
5.3.8	Sanierung Kontaminationsschwerpunkt C – Krögerwerft .....	62
5.3.9	Aushubtechnologie und Transport innerhalb der Baustelle .....	62
5.3.9.1	Aushubverfahren und Transport innerhalb der Baustelle .....	62
5.3.9.2	Baugruben .....	63
5.3.9.3	Baugrubenverbau Kontaminationsschwerpunkt A.....	64
5.3.10	Sohlbehebungen .....	65
5.3.11	Wasserhaltung.....	66
5.3.11.1	Kontaminationsschwerpunkt A.....	66
5.3.11.2	Kontaminationsschwerpunkte B und C .....	67
5.3.12	Wasserreinigung.....	67
5.3.13	Direkteinleitung des gereinigten Baugrubenwassers (Direkteinleitung).....	71
5.3.14	Baugrubenverfüllung.....	73
5.3.15	Unterirdischer Abbruch von Gebäuden und baulichen Anlagen sowie der Oberflächenbefestigung.....	74
5.3.16	Entsorgung (Verwertung/Beseitigung) .....	76
5.3.16.1	Abfälle / Transport / Nachweisverfahren / Dokumentation.....	76
5.3.16.2	Abfallrechtliche Zuordnung .....	77
5.3.16.3	Deklaration / Zuweisung / Entsorgung .....	80
5.3.17	Abschlussarbeiten und Rückbau der Baustelleneinrichtung.....	83
<b>5.4</b>	<b>Fachspezifische Berechnungen .....</b>	<b>84</b>
5.4.1	Aushubvolumina in den Kontaminationsschwerpunkten .....	84
5.4.2	Wassermengen .....	85
5.4.3	Vorbemessung Baugrubenverbau Kontaminationsschwerpunkt A.....	85

<b>5.5</b>	<b>Genehmigungsbedarf.....</b>	<b>86</b>
5.5.1	Öffentlicher Straßenverkehr .....	86
5.5.2	Naturschutz .....	86
5.5.3	Wasserrechtliche Genehmigung .....	86
5.5.4	Abfallentsorgung.....	87
5.5.5	Beteiligung Träger öffentlicher Belange (TÖB).....	87
<b>6.</b>	<b>SANIERUNGSÜBERWACHUNG.....</b>	<b>88</b>
<b>6.1</b>	<b>Bauleitung, Sanierungsüberwachung und -steuerung .....</b>	<b>88</b>
<b>6.2</b>	<b>Sanierungsbegleitende Probenahmen und umweltchemische Untersuchungen .....</b>	<b>89</b>
<b>6.3</b>	<b>Eignungsprüfung anzuliefernder Baustoffe .....</b>	<b>89</b>
<b>6.4</b>	<b>Vermessungsleistungen .....</b>	<b>89</b>
<b>6.5</b>	<b>Beweissicherung .....</b>	<b>90</b>
<b>6.6</b>	<b>Havarieplan zum vorsorgenden Gewässerschutz.....</b>	<b>90</b>
<b>6.7</b>	<b>Arbeitssicherheitsplan nach DGUV Regel 101-004 .....</b>	<b>91</b>
<b>6.8</b>	<b>Emissions- und Immissionsschutz .....</b>	<b>93</b>
6.8.1	Emissionen .....	93
6.8.2	Immissionsschutz .....	95
<b>6.9</b>	<b>Grundwassermonitoring im Rahmen der Sanierung .....</b>	<b>97</b>
6.9.1	Vorbemerkung .....	97
6.9.2	Analytikumfang und Probenahmen .....	97
<b>6.10</b>	<b>Sanierungsdokumentation.....</b>	<b>98</b>
<b>7.</b>	<b>SITUATION NACH ABSCHLUSS DER SANIERUNGSMASSNAHME .....</b>	<b>99</b>
<b>8.</b>	<b>NACHSORGE .....</b>	<b>100</b>
<b>9.</b>	<b>RAHMENTERMINPLAN UND KOSTEN .....</b>	<b>101</b>
<b>9.1</b>	<b>Rahmenterminplan .....</b>	<b>101</b>
<b>9.2</b>	<b>Kosten .....</b>	<b>102</b>

## Unterlagenverzeichnis

- [U 1] Umgestaltung Werftbecken Warnemünde, Entwicklungskonzept, INROS LACKNER SE, Geschäftsbereich Wasserbau, im Auftrag der Hansestadt Rostock, Hafen- und Seemannsamt, Rostock, 03. Februar 2017
- [U 2] Hansestadt Rostock, Umgestaltung Werftbecken Warnemünde, Gefahr- und Schadstoffkataster, BAUGRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH, Stralsund, 14. März 2018
- [U 3] Umgestaltung Werftbecken Warnemünde, Ergebnisse der Standorterkundung 2017/2018
- BS U 1-1 bis BS U 6-4, ausgeführt von Vormann & Partner Bohrgesellschaft mbH & Co. KG, Stralsund, vom 11. Dezember 2017 bis 08. März 2018
  - Bohrungen/Grundwassermessstellen GWM 1 bis GWM 11, ausgeführt von Vormann & Partner Bohrgesellschaft mbH & Co. KG, Stralsund, vom 18. Juni bis 02. August 2018
  - Einmessung der Aufschlüsse in U 3 und U 4, ausgeführt von der Geo Ingenieurservice Nord-Ost GmbH
  - Stichtagsmessung (IUL) vom 07. August / 08. August 2018 in U 11
  - Stichtagsmessung (BAUGRUND Stralsund) vom 23. August 2018
  - Boden / Bauschutt Gesamtgehalte: Prüfberichte Nr. 18-0831-001 bis -022; 18-1468-001 bis -010; 18-1051-001 bis -027; 18-1677-001 bis -003 von der IUL Vorpommern GmbH Greifswald vom 11. April 2018; 13. April 2018; 24. April 2018; 25. April 2018; 09. Mai 2018; 16. Mai 2018; 17. Mai 2018 und 08. Juni 2018
  - Boden Eluate: Prüfberichte Nr. 18-1051-006; 18-1051-013; 18-1051-024; 18-1051-028; 18-1051-033; 18-1463-001; 18-1463-011; 18-1463-012; 18-1463-019; 18-1463-021; 18-1463-023; 18-0831-008; 18-0831-038 und 18-0831-041 von der IUL Vorpommern GmbH Greifswald vom 16. Mai 2018; 17. Mai 2018 und 21. August 2018
  - Grundwasser: Prüfberichte Nr. 18-2995-001 bis -012 von der IUL Vorpommern GmbH Greifswald vom 20. August 2018
  - Probenahmeprotokolle, Prüfberichte Nr. 18-2995-001 bis -012 von der IUL Vorpommern GmbH Greifswald vom 07. – 08. August 2018

- [U 4] Umgestaltung Werftbecken Warnemünde, Gefährdungsabschätzung, BAUGRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH im Auftrag der INROS LACKNER SE, 07. September 2018
- [U 5] Umgestaltung Werftbecken Warnemünde, Sanierungsplan, Teil 1 - Machbarkeitsstudie/Variantenvergleich, BAUGRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH im Auftrag der INROS LACKNER SE, 26. Oktober 2018
- [U 6] Umgestaltung Werftbecken Warnemünde, Sanierungsplan, Teil 2 - Sanierungskonzept, BAUGRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH im Auftrag der INROS LACKNER SE, 03. Dezember 2018
- [U 7] Konzept zum Monitoring der Altlasten, BAUGRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH im Auftrag der Hanse- und Universitätsstadt Rostock, Hafen- und Seemannsamt, 27. Oktober 2020
- [U 8] Abschlussdokumentation zum Monitoring der Altlasten, BAUGRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH im Auftrag der Hanse- und Universitätsstadt Rostock, Hafen- und Seemannsamt, 28. November 2022
- [U 9] Konzept zur Erstellung eines Sanierungsplans gemäß § 13 BBodSchG für die landseitigen Altlasten („Hot Spots“) im Bereich des ehem. Werftgeländes, BAUGRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH im Auftrag der Hanse- und Universitätsstadt Rostock, Hafen- und Seemannsamt, 09. März 2022
- [U 10] Protokoll vom 17. März 2022 zum technischen Abstimmungstermin mit StALU-MM am 15. März 2022
- [U 11] Umgestaltung Werftbecken Rostock-Warnemünde, Ergänzende Erkundungen im Sinne einer Sanierungsuntersuchung gemäß BBodSchG/BBodSchV – Abgrenzungsuntersuchungen -, BAUGRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH im Auftrag der Hanse- und Universitätsstadt Rostock, Hafen- und Seemannsamt, 30. August 2022
- [U 12] Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 25. Februar 2021 (BGBl. I S. 306) geändert worden ist
- [U 13] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 126 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist

- [U 14] Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung vom 9. Juli 2021, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2021 Teil I Nr. 43, ausgegeben zu Bonn am 16. Juli 2021
- [U 15] Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung; 1.2 Bodenmaterial (LAGA TR Boden); 2004
- [U 16] LAWA - Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser: Ableitung von Geringfügigkeitschwellenwerten für das Grundwasser, aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016, Stuttgart, Januar 2017
- [U 17] Luftbildauswertung und Kampfmittelbelastungsauskunft des Landesamtes für zentrale Aufgaben und Technik der Polizei, Brand- und Katastrophenschutz Mecklenburg-Vorpommern vom 06. November 2017
- [U 18] Anfrage zur Abstimmung und Prüfung Kampfmittelkonzept, Hanse- und Universitätsstadt Rostock, Hafen- und Seemannsamt, 30. März 2023
- [U 19] Landesamtes für zentrale Aufgaben und Technik der Polizei, Brand- und Katastrophenschutz, Munitionsbergungsdienst, Räumstrategie für Rostock, Warnemünde, Werftallee, Umgestaltung Werftbecken vom 26. April 2023
- [U 20] Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 08. Dezember 2022
- [U 21] Ministerium für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt, Mecklenburg-Vorpommern - Hinweise für Untersuchungen mineralischer Abfälle in der Übergangszeit bis zum Inkrafttreten der Ersatzbaustoffverordnung am 01. August 2023 vom 27. Januar 2023
- [U 22] LAGA – Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil III: Probennahme und Analytik, Stand: 05. November 2004
- [U 23] Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) vom 26. November 2010 (BGBl. I S. 1643, 1644), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 21. Juli 2021 (BGBl. I S. 3115) geändert worden ist
- [U 24] LAGA – Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Technische Hinweise zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit, Stand: 09. Februar 2021



- [U 25] Entsorgung von Bau- und Abbruchabfällen in Norddeutschland vom 18.02.2000  
(Norddeutsches Entsorgungskonzept)
- [U 26] Abwasserverordnung (AbwV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Juni  
2004 (BGBl. I S. 1108, 2625), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 20.  
Januar 2022 (BGBl. I S. 87) geändert worden ist.
- [U 27] Abstimmung Einleitwerte für die Warnow mit dem StALU Mittleres Mecklenburg, E-  
Mail vom 01. September 2023

## **Planverzeichnis**

Nr.      Planinhalt/Titel

### **100      Standortbeschreibung**

- 101      Übersichtsplan und Schutzgebiete
- 102      Gebiet des Sanierungsplans und aktuelle Geländesituation
- 103      Untersuchungspunkte und Schnittführung
- 104      Geologischer Profilschnitt WSW – ENE
- 105      Grundwassergleichenpläne Grundwasserleiter 1 (GWL 1) zu unterschiedlichen Stich-  
tagsmessungen
- 106      Kartierung der Bodenbelastungen (tiefenbezogen 0 – 6 m)
- 107      Kartierung der Bodenbelastungen (tiefenbezogen 6 – 12 m)
- 108      Lageplan Gebietsentwicklung
- 109      Übersichtslageplan tiefbautechnische Erschließung

### **200      Zeichnerische Darstellung zur Lage von Grundwassermessstellen**

- 201      Grundwassermessstellen im Gebiet des Sanierungsplans
- 202      Grundwassermessstellen für das baubegleitende Grundwassermonitoring

### **300      Zeichnerische Darstellung der Umsetzung der geplanten Sanierungsmaßnahmen**

- 301      Darstellung der Bodenaushubbereiche
- 302      Sanierungsbereiche und Leitungsbestandsplan-Komplexe Leitungskarte
- 303      Sanierungsbereiche und Leitungsbestandsplan-Regenwasser und Drainage
- 304      Baustelleneinrichtungsplan
- 305      Darstellung der Absenktichter der Grundwasserhaltung
- 306      Schadstoffsituation nach Abschluss der Bodensanierung – Teufenbereich 0 bis 1 m  
unter GOK
- 307      Schadstoffsituation nach Abschluss der Bodensanierung – Teufenbereich 1 bis 2 m  
unter GOK
- 308      Darstellung der Rasterflächen unterirdischer Abbruch und Aufnahme der Oberflä-  
chenbefestigungen

## Anlagenverzeichnis

Nr.	Titel
1	Ergänzende Erkundungen im Sinne einer Sanierungsuntersuchung gemäß BBodSchG/BBodSchV – Abgrenzungsuntersuchungen -
2	Ergebnisse der Grundwasserstandsmessungen 09/2018 bis 03/2023
3	Vorbemessung Spundwandverbau Kontaminationsschwerpunkt A
4	Arbeits- und Sicherheitsplan nach DGUV Regel 101-004
5	Kampfmittelräumkonzept

## Tabellenverzeichnis

	Blatt
Tabelle 1: Flurstücke im Sanierungsplangebiet (Gemarkung Warnemünde, Flur 1) .....	17
Tabelle 2: Lithostratigraphischer Schichtenaufbau im Untersuchungsgebiet .....	24
Tabelle 3: Durchschnittliche Grundwasserspiegelhöhen im GWL 1 im Messzeitraum 21. September 2018 bis 31. Januar 2022 und Flurabstände .....	27
Tabelle 4: Hauptzahlen des Wasserstandes am Pegel Warnemünde für den Zeitraum 01.11.2010 bis 31.10.2020 (Quelle: Geoportal MV) .....	28
Tabelle 5: Ergebnisse der Bodenuntersuchungen – organische Schadstoffe (Ergebnisse gerundet) .....	29
Tabelle 6: Ergebnisse der Bodenuntersuchungen – Metalle (Feststoff) und Eluate (Ergebnisse gerundet) .....	30
Tabelle 7: Zusammenstellung auffälliger Analyseergebnisse in Bezug zum Prüfwert der BBodSchV in Grundwasserproben der GWM 01/18 bis GWM 03/18 [U 8] .....	31
Tabelle 8: Zusammenstellung auffälliger Analyseergebnisse in Bezug zum Prüfwert der BBodSchV in Grundwasserproben der GWM 04/18 bis GWM 06/18 [U 8] .....	32
Tabelle 9: Zusammenstellung auffälliger Analyseergebnisse in Bezug zu Prüfwerten der BBodSchV in Grundwasserproben der GWM 07/18, GWM 08/18, GWM 09/18 [U 8] .....	32
Tabelle 10: Parameterumfang Analytik und Einleitzielwerte .....	71
Tabelle 11: Anteil der Sanierungs- und Rückbauflächen im Sanierungsgebiet .....	74

Tabelle 12:	Vergleich Zuordnungswerte (Z-Werte) der LAGA mit den Materialwerten der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) .....	79
Tabelle 13:	Aushubvolumina in den Kontaminationsschwerpunkten.....	84
Tabelle 14:	Prognose der anfallenden Wassermengen .....	85
Tabelle 15:	Ausführungszeiträume .....	101

### **Abbildungsverzeichnis**

Blatt

Abb. 1:	Lage des Sanierungsplangebietes .....	20
Abb. 2:	Lage der früheren Nutzungen [U 4] und des Sanierungsplangebietes .....	22
Abb. 3:	Grundwassergleichenplan (Stichtag 08.08.2018) [U 3] .....	26

## Abkürzungsverzeichnis

AG	-	Auftraggeber
AOX	-	Adsorbierbare organisch gebundene Halogene
B	-	Bohrung
BBodSchG	-	Bundesbodenschutzgesetz
BBodSchV	-	Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung
BS, RKS	-	Bohrsondierung; Rammkernsondierung
EBV	-	Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV)
BTEX	-	Benzol, Ethylbenzol, Toluol und Xylol
EPA	-	Environmental Protection Agency
GW	-	Grundwasser
GWL	-	Grundwasserleiter
GWGL	-	Grundwassergeringleiter
GWM	-	Grundwassermessstelle
Ho	-	Holozän
KF	-	Kontaminationsfläche
KVF	-	Kontaminationsverdachtsfläche
k. A.	-	keine Angabe
LAWA	-	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LAGA	-	Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LCKW	-	Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe
LHKW	-	Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe
MKW	-	Mineralölkohlenwasserstoffe
MSW	-	Maßnahmenschwellenwert
NA	-	Natural Attenuation
NHN	-	Normalhöhennull
m u. GOK	-	Meter unter Geländeoberkante
n. a.	-	nicht analysiert
n. n.	-	Wert unterhalb der Bestimmungsgrenze (nicht nachweisbar)
o. g.	-	oben genannt
OK	-	Oberkante
GOK	-	Geländeoberkante
PAK	-	polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PW	-	Prüfwerte

TB	-	Teilbereich
tlw.	-	teilweise
TS	-	Trockensubstanz
vgl.	-	vergleiche
W	-	Wechsel
Z	-	Zuordnungswert nach LAGA

## **1. VORBEMERKUNGEN**

### **1.1 Veranlassung**

Die Flächen südlich des Werftbeckens in Warnemünde waren nach jahrzehntelanger Nutzung als Werftstandort seit einigen Jahren ungenutzt und lagen brach. Auf Grundlage des Bürgerschaftsbeschlusses 2016/DV/1701 vom 19.04.2016 erwarb die Hanse- und Universitätsstadt Rostock (HRO) diese Flächen.

Nachfolgend hat die Bürgerschaft am 05.04.2017 mit dem Beschluss 2017/BV/2515 auf Grundlage des vorgelegten Entwicklungskonzeptes **[U 1]** beschlossen, „die Flächen um das Werftbecken Warnemünde als Mehrzweckhafen (Mischnutzung für Gewerbe und Kreuzfahrttourismus) zu entwickeln“.

Nach zwischenzeitlichen Planungsänderungen ist nunmehr das Ziel der weiteren planerischen Maßnahmen, die Umgestaltung des Areals zu einem maritimen Gewerbepark für nachhaltige Energietechnologien voranzutreiben. Die Planungsarbeiten werden durch die INROS-LACKNER SE Rostock durchgeführt.

Mit dem Erwerb geht gemäß § 4, Abs. 3 BBodSchG **[U 12]** auch eine Eigentümerverpflichtung zur Altlastensanierung und zur Sicherung des Grundwassers einher. In den Jahren 1991 bis 1999 erfolgten auf dem Standort Altlastenerkundungen einschließlich Gefahrenabschätzungen. Es wurden Kontaminationen im Boden und Grundwasser nachgewiesen sowie abgegrenzte Kontaminationsflächen ausgewiesen. In den Gutachten wurde ein Handlungsbedarf abgeleitet und dargestellt.

Zur Aktualisierung der Untersuchungsergebnisse und als Grundlage einer aktuellen Gefährdungsabschätzung wurden ab Ende 2017 bis Mitte 2018 umfangreiche ergänzende Boden- und Grundwassererkundungen **[U 3]** durchgeführt.

Die Ergebnisse einer vorläufigen Gefährdungsabschätzung vom 23. August 2018 wurden im Beratungstermin am 31. August 2018 mit Vertretern der beteiligten Fachbehörden diskutiert. Die Hinweise, Anmerkungen und Ergänzungswünsche der Behörden wurden in die finale Gefährdungsabschätzung **[U 4]** eingearbeitet.

Im Ergebnis der Gefährdungsabschätzung wurden im Rahmen einer Machbarkeitsstudie **[U 5]** die grundsätzlich möglichen Verfahren der Sanierung und Sicherung beschrieben und hinsichtlich ihrer Machbarkeit sowie ihrer Wirksamkeit im Sinne der Gefahrenabwehr bewertet und eine Sanierungsvorzugsvariante erarbeitet.

Nachfolgend wurde in einem Sanierungskonzept **[U 6]** die mit den Fachbehörden abgestimmte Sanierungsvorzugsvariante detaillierter untersucht und beschrieben. Es wurde dargestellt, wie sich die Situation am Standort hinsichtlich der Kontaminations- und Gefährdungssituation nach Abschluss der Sanierungsmaßnahmen darstellt.

Zur weiteren Planung der Sanierungsmaßnahmen und zur Vorbereitung eines Sanierungsplans nach § 13 BBodSchG wurden im Sinne von Sanierungsuntersuchungen ebenfalls nach § 13 BBodSchG **[U 12]** ein umfassendes Monitoring **[U 7, U 8]** im Zeitraum März 2021 bis Januar 2022 sowie Abgrenzungsuntersuchungen **[U 9, U 11]** im Bereich der erkundeten Altlasten „Hot-spots“ durchgeführt.

Vor dem Hintergrund der beschriebenen Standort- und Projekthistorie, der nachgewiesenen schädlichen Bodenveränderungen und Grundwasserverunreinigungen sowie der geplanten Umnutzung und Entwicklung des Standortes ist ein Sanierungsplan nach dem „Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (BBodSchG)“ **[U 12]** sowie dem untergesetzlichen Regelwerk der „Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV)“ **[U 13, U 14]** zur Sanierung der landseitigen Altablagerung auf dem ehemaligen Werftgelände zu erstellen.

Mit den erforderlichen Ingenieurleistungen wurde die BAUGRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH durch die INROS-LACKNER SE beauftragt.

## **1.2 Gliederung des Sanierungsplans**

Die rechtliche Grundlage für den vorliegenden Sanierungsplan bildet das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG) vom 17.03.1998 zuletzt geändert vom 25. Februar 2021 **[U 12]** sowie die Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 09. Juli 2021 **[U 14]**.

Die Grundzüge der Anforderungen an einen Sanierungsplan sind in § 13, Absatz 1, Satz 1 BBodSchG **[U 12]** und im § 16, Absatz 3 und 4 der Neufassung der BBodSchV **[U 14]** festgelegt. Demnach hat der Sanierungsplan eine Zusammenfassung der Gefährdungsabschätzung und die Ergebnisse der Sanierungsuntersuchung, Angaben über bisherige und zukünftige Nutzung der zu sanierenden Fläche sowie eine Darstellung des Sanierungsziels und der dafür erforderlichen Maßnahmen inklusive der zeitlichen Abfolgen zu enthalten.



### 1.3 Formalien

#### 1.3.1 Betroffene Grundstücke

Der Sanierungsplan bezieht sich auf eine rd. 80.300 m<sup>2</sup> große Fläche des ehemaligen Werftgeländes (**Sanierungsgebiet**) unmittelbar südlich des Werftbeckens sowie auf eine rd. 11.700 m<sup>2</sup> große Fläche (**Bereitstellungsfläche**) südlich des ehemaligen Verwaltungsgebäudes (s. **Plan 102** und **Kap. 5**).

Der Sanierungsplan umfasst die in der nachfolgenden **Tab. 1** aufgeführten und im **Plan 201** dargestellten Flurstücke, die sich in der Gemarkung Warnemünde Flur 1 befinden. Die Hanse- und Universitätsstadt Rostock ist Eigentümerin der in der **Tab. 1** aufgeführten Flurstücke.

**Tabelle 1: Flurstücke im Sanierungsplangebiet (Gemarkung Warnemünde, Flur 1)**

Flurstück	Gesamtgröße <sup>1</sup> m <sup>2</sup>	Größe im Sanierungsplangebiet m <sup>2</sup>
874/189	92.146	77.900
874/90	8.315	8.315
874/89	2.759	2.759
914/10	981	981
914/29	467	467
914/30	1.586	1.586
<b>Gesamt</b>	<b>106.254</b>	<b>92.008</b>

<sup>1</sup> Quelle: Geoportal MV

### **1.3.2 Antragstellerin**

Antragstellerin für die Zulassung des Sanierungsplans ist die heutige Eigentümerin der Grundstücke des ehemaligen Werftgeländes, die:

Hanse- und Universitätsstadt Rostock

Die Oberbürgermeisterin

vertreten durch das

Hafen- und Seemannsamt

Abt. Hafenbau und -bewirtschaftung

Warnowufer 60a

18057 Rostock

Ansprechpartner: Herr G. Abend Tel. 0381-3818760

### **1.3.3 Aufsteller des Sanierungsplans**

Aufsteller des Sanierungsplans im Auftrag des Generalplaners INROS-LACKNER SE:

BAUGRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH

Carl-Heydemann-Ring

18437 Stralsund

Ansprechpartner: Herr I. Diedrich Tel. 03831-26350

### **1.3.4 Projektbeteiligte**

#### **Untere Bodenschutzbehörde des Landes**

Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg

Abteilung 4

Dezernat 42 - Vollzug Wasserrecht, Bodenschutz, Altlasten

An der Jägerbäk 3

18069 Rostock

Ansprechpartner(in): Herr L. Klingbeil Tel. 0385-588 67 442

Frau C. Blumenthal Tel. 0385-588 67 424

### **Untere Bodenschutzbehörde der Hansestadt Rostock**

Hanse- und Universitätsstadt Rostock

Die Oberbürgermeisterin

Amt für Umwelt- und Klimaschutz

Abt. Wasser und Boden

Holbeinplatz 14 | 18069 Rostock

Ansprechpartner: Herr Brosinski Tel. 0381 381 7320

### **Arbeits- und Gesundheitsschutz**

Landesamt für Gesundheit und Soziales (LAGUS)

Abteilung Arbeitsschutz

Vollzug Standort Rostock

Friedrich-Engels-Platz 5 – 8

18055 Rostock

Ansprechpartner: Herr F. Holz Tel. 0385-588 59396

### **Kampfmittelräumung**

Landesamt für zentrale Aufgaben und Technik der Polizei, Brand- und Katastrophenschutz M-V

Abteilung 3

Dezernat 320 Munitionsbergungsdienst

Trupp Schwerin

Ansprechpartner: Herr M. Lewerenz Tel. 0385- 2070 2854

### **Grundstückseigentümer und -bewirtschafter der Flächen**

Hanse- und Universitätsstadt Rostock

Die Oberbürgermeisterin

vertreten durch das

Hafen- und Seemannsamt

Abt. Hafenbau und -bewirtschaftung

Warnowufer 60a

18057 Rostock

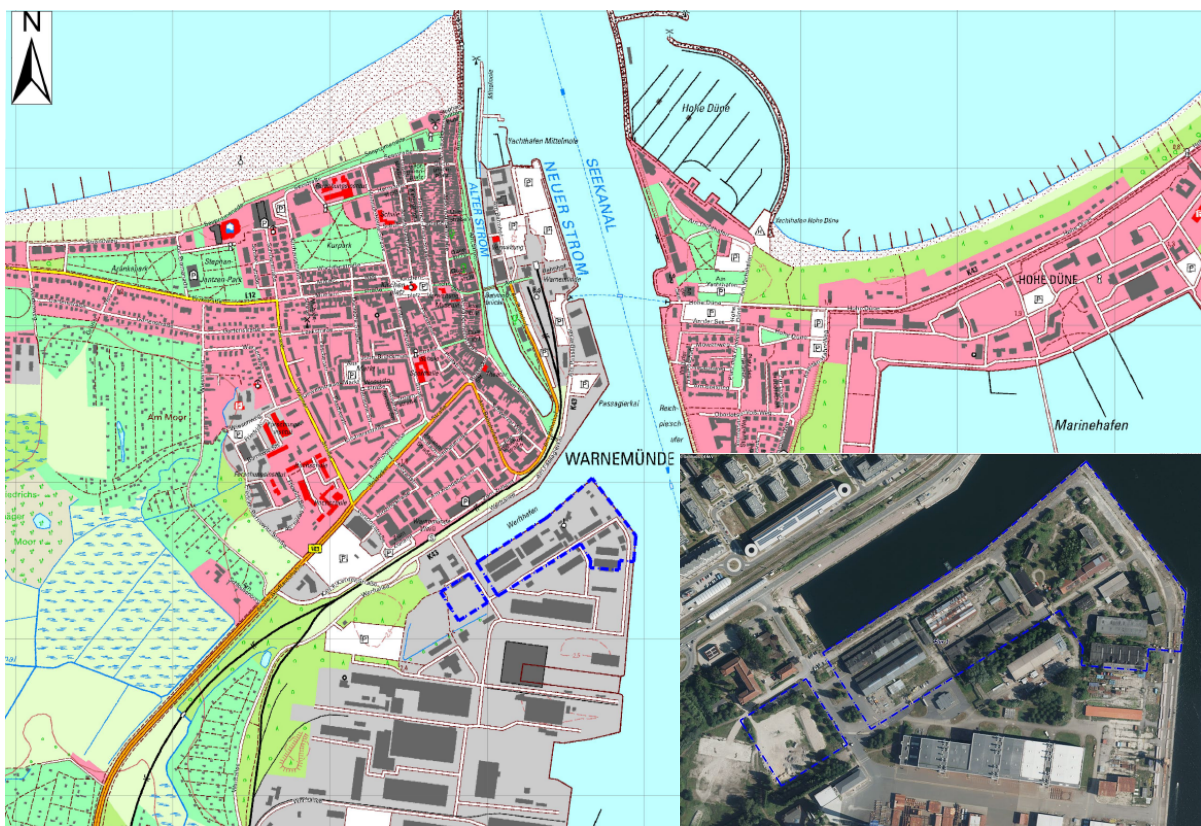
Ansprechpartner: Herr G. Abend Tel. 0381-3818760

## 2. DARSTELLUNG DER AUSGANGSLAGE

### 2.1 Standortverhältnisse

#### 2.1.1 Lage des Sanierungsplangebietes

Die Hansestadt Rostock ist eine kreisfreie Stadt des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern. Das Sanierungsplangebiet befindet sich im Norden der Hansestadt am westlichen Warnowufer, südöstlich des Ortskernes von Warnemünde, siehe **Abb. 1** und **Plan 101**.



**Abb. 1: Lage des Sanierungsplangebietes**

Das Sanierungsplangebiet umfasst den nördlichen Teil der ehem. Warnowwerft. Das Gelände wird im Osten und Nordosten durch die Warnow begrenzt. Im Norden grenzt das Gelände an das ehemalige Werftbecken und im Süden an weitere Werftflächen des Marinarsenals Warnowwerft der Bundeswehr. Im Nordwesten begrenzen Verkehrsflächen das Gelände.

Das Gelände ist nur beschränkt durch eine Zaunanlage unter Nutzung der bestehenden Bebauung bzw. der Wasserflächen gegen unbefugten Zutritt gesichert. Die Zufahrt zum Gelände durch einen unbewachten Einfahrtsbereich ist uneingeschränkt möglich.

Die noch vorhandenen Hallen und Lagergebäude, die aus den verschiedenen Nutzungsepochen des Sanierungsgebietes stammen, sind teilweise marode bis einsturzgefährdet. Für die oberirdische Bausubstanz wurde ein separates Schadstoffgutachten erstellt [U 2].

### **2.1.2 Historie des Standortes**

Die für die Altlastenthematik relevante Nutzung des Standortes begann 1895 mit der Einrichtung der „Imprägnieranstalt Julius Rütgers“, den späteren Rütgerswerken. In Europa, überwiegend in Deutschland, wurden Ende des 19. Jahrhunderts insgesamt 77 Werke errichtet, in denen vor allem Holzschwellen für den Gleisbau durch Imprägnierung haltbar gemacht wurden.

Die Ansiedlung erfolgte am alten Hafenbecken, welches bereits 1887 errichtet wurde.

1925 siedelt sich eine Ausgliederung der ARADO-Werft südlich der Rütgers-Werke an. Hier erfolgt der Kutter- und Bootsbau. Es wurden aber auch Flugzeuge in Kleinstserien hergestellt.

1928 wird die Kröger-Werft gegründet. Auf dem Standort wurden vor allem Yachten und Motorboote produziert.

1932 erfolgt eine deutliche Erweiterung des Flugzeugbaus auf der Arado-Werft.

Ab 1936 werden Bereiche im Nordteil der ehemaligen Werft auch durch die Marineausrüstungsstelle genutzt. Die Marineausrüstungsstelle war ein Ersatztruppenteil der „Kommandantur zur Verteidigung der westlichen Ostsee“ und für die Versorgung der Kriegsmarine zuständig. Auf dem Gelände der Rütgers-Werke befanden sich u.a. Tanks, die vermutlich zur Lagerung von Treibstoffen genutzt wurden.

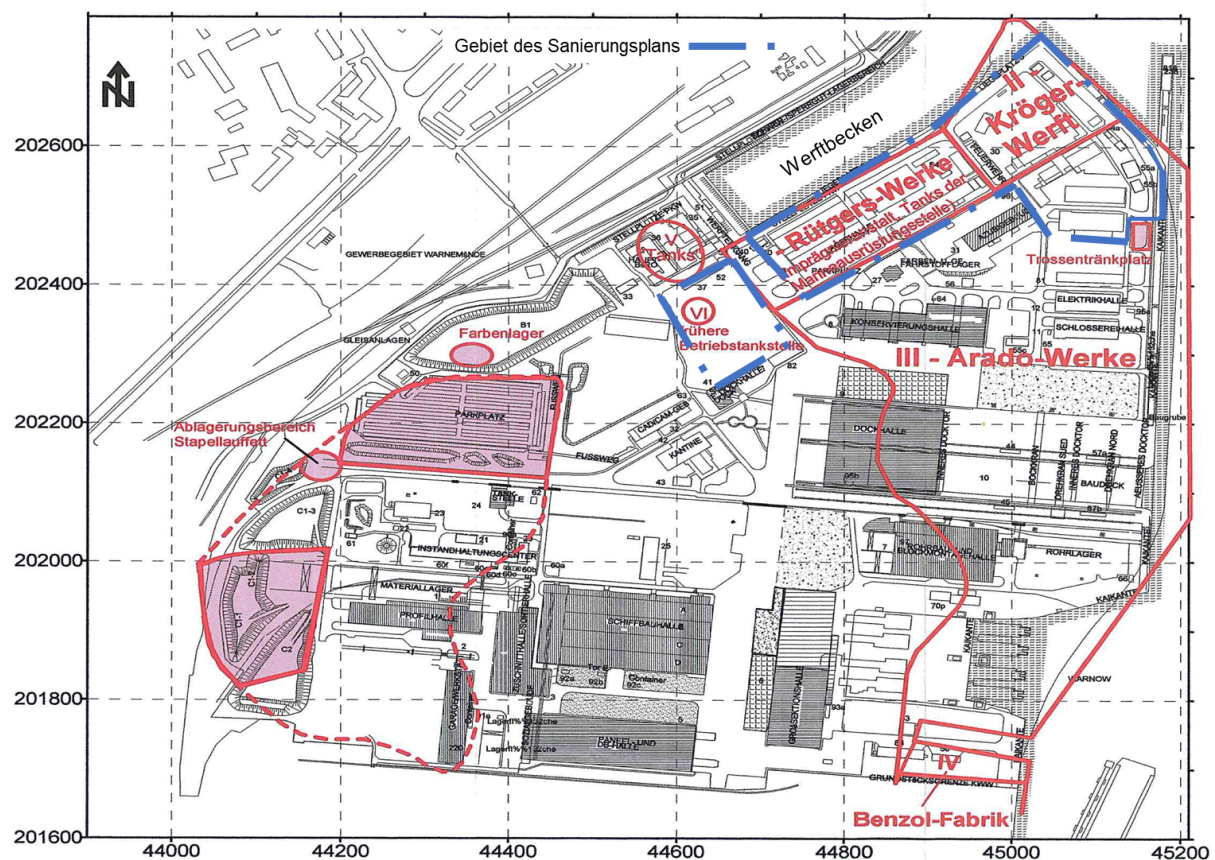
In den Bombardierungen des Standortes in den Jahren 1940 bis 1944 durch alliierte Verbände wurde die Infrastruktur auf dem späteren Werftstandort weitestgehend zerstört.

Mit der Reparatur und dem Neubau von Schiffen durch die Neptun-Warnow-Werft auf dem Gelände der ehemaligen Krögerwerft 1945 begann die Nutzung des Standortes in der Nachkriegszeit. 1948 wurde der VEB Warnowwerft Warnemünde gegründet. Ab 1950 wurden die Produktions- und Reparaturkapazitäten im Bereich der früheren Arado-Werke ausgebaut.



Seit der politischen Wende wechselte der Eigentümer der Werft mehrmals. Im Bereich des Sanierungsplangebietes fanden seit den 1990-iger Jahren keine industriellen Aktivitäten mehr statt.

Die Lage der früheren Nutzungen in Bezug zum Gebiet des Sanierungsplans ist in **Abb. 2** ersichtlich.



**Abb. 2: Lage der früheren Nutzungen [U 4] und des Sanierungsplangebietes**

Für den Standort erfolgten zu Beginn der neunziger Jahre mehrere Untersuchungen des Geländes zur Altlastensituation. In der abschließenden Gefährdungsabschätzung der NORDUM Analytik und Umwelt GmbH aus dem Jahre 1999 wurden neben eigenen Untersuchungen auch die Ergebnisse der Voruntersuchungen zusammengefasst. Im Ergebnis wurden mehrere Altlastverdachtsflächen ausgewiesen. Eine graphische Darstellung der Altlastverdachtsflächen ist in der Gefährdungsabschätzung 2018 [U 4] enthalten.

Im Ergebnis der Detailuntersuchung 2018 [U 3] wurden verschiedene Altlastverdachtsflächen zu drei Kontaminationsschwerpunkten (A, B und C) zusammengefasst (**Kap. 2.1.8**).

### 2.1.3 Umgang mit umweltrelevanten Schadstoffen

Im Bereich der jeweiligen Nutzungen erfolgte der Umgang und die Lagerung wassergefährdender Stoffe, die durch Handhabungsverluste, Leckagen aber auch die Kriegszerstörungen in den Untergrund gelangt sind.

Danach können vor allem folgende Schadstoffe und Schadstoffgruppen im Untergrund auf Grund des jeweiligen Anwendungsbereiches auf dem Standort angetroffen werden:

- PAK                      Imprägnierung, Trossentränkung, Stapellauffette
- MKW                    Treib- und Schmierstoffe
- Schwermetalle      Entzunderung, Konservierung, Imprägnierung
- LHKW                Lösungsmittel
- Phenole                Schwellenimprägnierung

Die im Zuge der Standortuntersuchungen tatsächlich erkundeten kontaminationsrelevanten Leit- und Begleitparameter im Boden und Grundwasser sind in den **Kapiteln 2.1.8 und 2.1.9** aufgeführt. Die physikalisch – chemischen und/oder toxikologischen Eigenschaften der Leit- und Begleitparameter sind im Arbeits- und Sicherheitsplan in **Anlage 4** beschrieben.

### 2.1.4 Bestehende und zukünftige Nutzung

Das den Sanierungsplan umfassende ehem. Werftgelände wird seit den 1990er Jahren und der Einstellung der Produktion nicht mehr gewerblich genutzt. Zurzeit stellt das Gelände weitgehend eine Industriebrache dar.

Auf dem Gelände wurden seit den 1990-iger Jahren nur noch eine Lagerhalle (Geb. 26) sowie das Feuerwehrgebäude (Geb. 30) durch die südlich angrenzende Werft genutzt (**Plan 103**). Mit der Übernahme des Industriegeländes der ehemaligen MV-Werften Mitte 2022 durch die Bundeswehr wurden die bestehenden Pachtverträge aufgelöst. Bis Mitte 2023 werden auch die genannten Gebäude leergezogen.

Das Areal soll zu einem maritimen Gewerbepark für nachhaltige Energietechnologien entwickelt werden. Voraussetzung dafür sind die vorlaufende oberirdische und unterirdische Bau-  
feldfreimachung, verbunden mit der Beseitigung der nutzungsbedingten Altlasten. Die zukünftige Nutzung mit den einhergehenden neuen Erschließungen ist auf **Plan 108** und **Plan 109** dargestellt.

Ferner bleiben die Überfahrungsrechte zum Marinearsenal Warnemünde (MARS) von der Werftalle über die Stichstraße entlang des Werftbeckens bestehen.

### 2.1.5 Lokale geologische Situation

Nach den Standortuntersuchungen 2018 [U 3] ist eine detaillierte Beschreibung der lokalen geologischen und hydrogeologischen Situation am Standort und damit die Erarbeitung eines die Gesamtsituation hinreichend genau erfassenden konzeptionellen Standortmodells möglich.

Das Untersuchungsgebiet liegt im Bereich der Grundmoräne des Mecklenburger Vorstoßes der Weichsel-Eiszeit, wurde aber durch Ausläufer des Warnowtals (ehemalige Schmelzwasserrinne) geprägt.

Die generalisierte Schichtenfolge im Untersuchungsgebiet zeigt **Tab. 2**. Der grundsätzliche Schichtenaufbau ist in einem Längsschnitt im **Plan 103** dargestellt.

**Tabelle 2: Lithostratigraphischer Schichtenaufbau im Untersuchungsgebiet**

Zeitliche Einordnung		Genese	Grundwasserleiter	geotechnische Schichtenfolge aus Baugrundgutachten <sup>2</sup>
Quartär	Holozän	anthropogene Auffüllungen	1	Nr. 1 - Auffüllungen
		holozäne Sande		Nr. 2 - holozäne Bildungen
		organische Bildungen		
	Pleistozän	Geschiebemergel des Pommerischen Stadiums der Weichsel-Kaltzeit, teilw. zu Geschiebelehm verwittert		Nr.3a - Geschiebemergel, Geschiebelehm
		Vorschüttbildungen des Pommerischen Stadiums bzw. Nachschüttbildungen des Brandenburger Stadiums der Weichsel-Kaltzeit	2	Nr. 2 - Feinsande
		Geschiebemergel des Brandenburger Stadiums der Weichsel-Kaltzeit		Nr. 3b - Geschiebemergel
		glazifluviale Ablagerungen, Vorschüttbildungen des Brandenburger Stadiums der Weichsel-Eiszeit	3	Nr. 4 - Feinsand
		Geschiebemergel der Saale-Kaltzeit		Nr. 3b - Geschiebemergel

Das Sanierungsgebiet ist annähernd eben bei einem Niveau von i. M. +1,6 m NHN.

<sup>2</sup> Die Schichtnummerierungen entsprechen grundsätzlich denen der Baugrund- und Gründungsgutachten für das Vorhaben.



Oberflächennah stehen anthropogene Auffüllungen an, die durch holozäne oder pleistozäne Sande und holozäne organische Böden (Torfe, Mudden) unterlagert werden. Die Mächtigkeit dieser Ablagerungen beträgt überwiegend zwischen 5 und 6 m.

Die Auffüllungen und die holozänen, lokal auch pleistozänen Decksande bilden den ersten, nicht abgedeckten Grundwasserleiter (**Grundwasserleiter 1, GWL 1**), s. Kap. 2.1.6.

Die organischen Böden sind nicht flächig ausgebildet und stellen so keinen wirksamen Grundwassergeringleiter dar.

Der unter den oben beschriebenen Ablagerungen anstehende flächig und in Mächtigkeiten von ca. 6 bis 10 m ausgebildete obere Geschiebemergel der Weichsel-Kaltzeit stellt im Untersuchungsgebiet den ersten Grundwassergeringleiter dar. Im Bereich der Warnow muss davon ausgegangen werden, dass diese Schicht teilweise oder vollständig durch Erosion ausgeräumt wurde (**Plan 104**).

Der obere Geschiebemergel bildet eine relativ sichere Abdeckung für die unterhalb in Tiefen von ca. 14 m unter GOK (ca. -13 m NHN bis -14 m NHN) anstehenden glazifluvialen Sande. Nicht ausgeschlossen werden können Störungen dieser Schutzwirkung durch menschliche Einwirkungen wie frühere Baugrunderkundungen oder Kriegseinwirkungen.

Die glazifluvialen Sande bilden im Untersuchungsgebiet den abgedeckten **Grundwasserleiter 2 (GWL 2)**, s. Kap.2.1.6.

Unterhalb des saaleeiszeitlichen Geschiebemergels wurden bei Bohrungen Sande aufgeschlossen, die den **Grundwasserleiter 3 (GWL 3)** bilden.

Die Auffüllungen und die holozänen, lokal auch pleistozänen Decksande bilden den ersten, nicht abgedeckten Grundwasserleiter (**GWL 1**). Die organischen Böden sind nicht flächig ausgebildet und stellen so keinen wirksamen Grundwassergeringleiter dar.

Nach der Auswertung der Daten aus dem Messzeitraum 21. September 2018 bis 31. Januar 2022 zeichnet sich erst nach länger anhaltenden Hoch- oder Tiefwasserständen im Breitling ein signifikanter Einfluss auf den Grundwasserstand im **GWL 1** auf dem Werftgelände ab. Dieser Einfluss ist im westlichen Plangebiet geringer ausgeprägt als im übrigen Planungsgebiet, insgesamt ist der Einfluss allerdings als gering zu bewerten **[U 8]**.

Hochwasserereignisse führen zwar zu einem Grundwasserrückstau und zu steigenden Grundwasserständen auf dem Werftgelände, allerdings nicht zu inversen Strömungsverhältnissen, d. h. zu einer Umkehr der Grundwasserfließrichtung. Eine Ausnahme können offensichtlich extreme Hochwasserereignisse wie am 02. Januar 2019 darstellen, wenn die Warnow über die Uferbefestigungen tritt und es zu Überflutungen kommt ([U 8], Kap. 2.1.7).

Versickernde Niederschläge nach Starkregenereignissen führen unmittelbar zu ansteigenden Grundwasserständen im **GWL 1**, s. **Anl. 2.2**. Der Wasserspiegelanstieg folgt auf das Starkregenereignis nur mit geringer Verzögerung. Der geringe Flurabstand in den Messpegeln und damit verbunden eine geringe Sickerstrecke sowie die gute Durchlässigkeit des Sickerraums führen zu einer kurzen Verweildauer der Niederschläge im Sickerraum [U 8].

Die durchschnittlichen Grundwasserspiegelhöhen und Flurabstände im **GWL 1** für den Beobachtungszeitraum sind in der nachfolgenden **Tab. 3** zusammengestellt.

**Tabelle 3: Durchschnittliche Grundwasserspiegelhöhen im GWL 1 im Messzeitraum 21. September 2018 bis 31. Januar 2022 und Flurabstände**

Messstelle	mittlerer Wasserstand [m NHN]	mittlerer Flurabstand [m]
GWM 05/18 (GWL 1)	+0,55	0,92
GWM 06/18 (GWL 1)	+0,64	0,67
GWM 07/18 (GWL 1)	+0,62	0,63
GWM 08/18 (GWL 1)	+0,36	1,61
GWM 09/18 (GWL 1)	+0,71	0,77

Für die glazifluvialen Sande der abgedeckten **Grundwasserleiter 2 (GWL 2)** und Grundwasserleiter 3 (GWL 3) liegen aufgrund der zu geringen Messstellendichte keine Daten zur Bestimmung der Grundwasserfließrichtung vor [U 8]. Nach den vorliegenden Messungen ist zumindest für den **GWL 2** von gespannten Grundwasserverhältnissen auszugehen.

### 2.1.7 Wasserwirtschaftliche Situation

Das Untersuchungsgebiet befindet sich außerhalb festgesetzter Wasserschutzgebiete. Bestimmendes Element für die Grundwasserverhältnisse im GWL 1 ist die an das Untersuchungsgebiet angrenzende Warnow als Vorfluter, s. **Kap. 2.1.6**.

In **Tab. 4** sind die Hauptzahlen des Wasserstandes für den Pegel Warnemünde (Stations-Nr.: 9640015) aufgeführt. Der Mittelwasserstand liegt bei +0,09 m NHN.

**Tabelle 4: Hauptzahlen des Wasserstandes am Pegel Warnemünde für den Zeitraum 01.11.2010 bis 31.10.2020 (Quelle: Geoportal MV)**

NW (29.11.2018)	MNW	MW	MHW	HW (02.01.2019)
[m NHN]	[m NHN]	[m NHN]	[m NHN]	[m NHN]
-1,12	-0,91	+0,09	+1,19	+1,69

### 2.1.8 Schadstoffe im Boden

Zur Charakterisierung der Schadstoffbelastungen im Boden stehen die Ergebnisse der Standorterkundungen 2018 [U 3] sowie die der Abgrenzungsuntersuchungen 2022 [U 11], Anlage 1 zur Verfügung. Die im Zuge der Standorterkundungen festgestellten Konzentrationsspannen (Minimum, Maximum, Mittelwert) der wichtigsten Parameter sind in den nachfolgenden **Tab. 5 und Tab. 6** zusammengestellt.

Die Analytik zeigt in einer Reihe von Aufschlüssen erhöhte, hohe und zum Teil sehr hohe PAK-Werte. Auch MKW- und Schwermetall- sowie BTEX-Belastungen wurden bereichsweise nachgewiesen. Die räumliche Ausdehnung dieser Belastungen deckt sich allerdings weitestgehend mit den PAK-Belastungen bzw. nimmt deutlich geringere Flächen ein, so dass die PAK für die weiteren räumlichen Betrachtungen als Leitparameter genutzt werden können.

Als Leitparameter bzw. Begleitparameter für das Schutzgut Boden wurden somit ermittelt:

- Schutzgut Boden: PAK als Leitparameter
- MKW und BTEX als Begleitparameter

**Tabelle 5: Ergebnisse der Bodenuntersuchungen – organische Schadstoffe**  
**(Ergebnisse gerundet)**

Bezeichnung	Einheit	LAGA-Untersuchungen 2018 [U 3]			Abgrenzungsuntersuchungen 2022 [U 11]		
		Min	Max	MW	Min	Max	MW
Organische Schadstoffe							
MKW (C10-C40)	mg/kg TS	< 100	15.000	285,0	< 40	7.200	292
Benzol	mg/kg TS	< 0,10	3,8	0,2	< 0,05	0,7	0,1
Toluol	mg/kg TS	< 0,10	5	0,2	< 0,05	5,0	0,3
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,10	8,2	0,3	< 0,05	11,0	0,6
m-/p-Xylol	mg/kg TS	< 0,30	46	1,5	< 0,05	17,0	1,1
o-Xylol	mg/kg TS				< 0,05	8,6	0,6
Summe BTEX	mg/kg TS	< 0,30	63	1,8	< 0,05	36,9	2,5
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,010	550	10,8	< 0,05	6.900	301
Acenaphthylen	mg/kg TS	< 0,010	6,1	0,1	< 0,05	23	1
Acenaphthen	mg/kg TS	< 0,010	240	8,5	< 0,05	1.800	83
Fluoren	mg/kg TS	< 0,010	190	8,2	< 0,05	1.900	94
Phenanthren	mg/kg TS	< 0,010	790	22,8	< 0,05	5.000	241
Anthracen	mg/kg TS	< 0,010	240	5,4	< 0,05	450	32
Fluoranthen	mg/kg TS	< 0,010	580	14,9	< 0,05	1.700	82
Pyren	mg/kg TS	< 0,010	400	9,5	< 0,05	870	42
Benzo[a]anthracen	mg/kg TS	< 0,010	190	2,8	< 0,05	220	11
Chrysen	mg/kg TS	< 0,010	280	4,6	< 0,05	170	9
Benzo[b]fluoranthen	mg/kg TS	< 0,010	110	1,8	< 0,05	87	5
Benzo[k]fluoranthen	mg/kg TS	< 0,010	57	0,9	< 0,05	31	2
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	< 0,010	190	2,6	< 0,05	43	3
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	< 0,010	73	0,9	< 0,05	9	1
Dibenzo[a,h]anthracen	mg/kg TS	< 0,010	25	0,4	< 0,05	3	0
Benzo[ghi]perylen	mg/kg TS	< 0,010	76	1,1	< 0,05	9	1
Summe PAK (16 EPA)	mg/kg TS	0,016	3.318	94,5	< 0,05	19.200	906
Summe LHKW	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	n. a.	n. a.	n. a.
PCB 28	mg/kg TS	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	n. a.	n. a.	n. a.
PCB 52	mg/kg TS	< 0,0050	0,01	0,007	n. a.	n. a.	n. a.
PCB 101	mg/kg TS	< 0,0050	0,05	0,009	n. a.	n. a.	n. a.
PCB 138	mg/kg TS	< 0,0050	0,11	0,015	n. a.	n. a.	n. a.
PCB 153	mg/kg TS	< 0,0050	0,10	0,013	n. a.	n. a.	n. a.
PCB 180	mg/kg TS	< 0,0050	0,07	0,011	n. a.	n. a.	n. a.
Summe PCB	mg/kg TS	< 0,0050	0,33	0,029	n. a.	n. a.	n. a.

n. a. = nicht analysiert

**Tabelle 6: Ergebnisse der Bodenuntersuchungen – Metalle (Feststoff) und Eluate**  
**(Ergebnisse gerundet)**

Bezeichnung	Einheit	LAGA-Untersuchungen 2018 [U 3]			Abgrenzungsuntersuchungen 2022 [U 11]		
		Min	Max	MW	Min	Max	MW
Metalle (Feststoff)							
Arsen	mg/kg TS	< 1,0	42	3,9	n. a.	n. a.	n. a.
Blei	mg/kg TS	2,9	470	39,2	n. a.	n. a.	n. a.
Cadmium	mg/kg TS	< 0,20	6,4	0,4	n. a.	n. a.	n. a.
Chrom	mg/kg TS	3,5	55	13,4	n. a.	n. a.	n. a.
Kupfer	mg/kg TS	1,5	210	15,1	n. a.	n. a.	n. a.
Nickel	mg/kg TS	2	46	8,9	n. a.	n. a.	n. a.
Quecksilber	mg/kg TS	< 0,050	2,6	0,3	n. a.	n. a.	n. a.
Zink	mg/kg TS	3,1	6.500	202,5	n. a.	n. a.	n. a.
Eluate							
pH-Wert	ohne	6,8	12	8,4	n. a.	n. a.	n. a.
Phenolindex	mg/l	< 10	480	180	n. a.	n. a.	n. a.
Arsen	µg/l	< 10	37	2,9	n. a.	n. a.	n. a.
Blei	µg/l	< 5,0	18	1,6	n. a.	n. a.	n. a.
Cadmium	µg/l	< 0,5	63	0,8	n. a.	n. a.	n. a.
Chrom	µg/l	< 1,0	13	1,5	n. a.	n. a.	n. a.
Kupfer	µg/l	< 2,0	37	4,1	n. a.	n. a.	n. a.
Nickel	µg/l	< 1,0	240	4,1	n. a.	n. a.	n. a.
Quecksilber	µg/l	< 0,1	0,31	0,1	n. a.	n. a.	n. a.
Zink	µg/l	< 1,0	8.900	90,3	n. a.	n. a.	n. a.

Durch die Erkundungsmaßnahmen konnte die Bodenkontamination am Standort horizontal und vertikal abgegrenzt werden. Es wurden folgende Kontaminationsschwerpunkte identifiziert [U 4], die in den **Kapiteln 5.3.6 bis 5.3.8** im Detail beschrieben und im **Plan 301** dargestellt werden:

- Kontaminationsschwerpunkt A - Imprägnierwerkstatt
- Kontaminationsschwerpunkt B – östliche Kaimauer
- Kontaminationsschwerpunkt C – Krögerwerkstatt

### 2.1.9 Schadstoffe im Grundwasser

Zum Monitoring des Grundwassers im Bereich des Werftgeländes im Zeitraum 2018 bis 2022 standen die neun im Grundwasserleiter 1 (GWL 1) verfilterten Messstellen GWM 01/18 bis GWM 09/18 sowie eine im GWL 2 verfilterte Messstelle GWM 11/18 zur Verfügung.

Als Leitparameter bzw. Begleitparameter für das Schutzgut Grundwasser wurden für den GWL 1 ermittelt:

- Schutzgut Grundwasser: PAK als Leitparameter  
 BTEX, MKW und Phenolindex als Begleitparameter

Das Grundwasser des **GWL 1** im Bereich der Bodenkontaminationen der ehemaligen Rütgers-Werke (**GWM 7/18**) war zum Zeitpunkt der Standortuntersuchungen 2017/2018 [U 3] mit PAK (1.389,22 µg/l), BTEX (117,1 µg/l) und Phenolen (570 µg/l) belastet. Die hohen PAK-Werte wurden weitestgehend durch die Gehalte an leicht lösbarem Naphthalin (1.300 µg/l) bestimmt. Auffällig war, dass neben der PAK-Belastung auch deutliche BTEX- und Phenolkontaminationen festgestellt wurden.

Erhöhte Schadstoffkonzentration der o.g. Parameter und Prüfwertüberschreitungen der BBodSchV [U 13, U 14] wurden auch nachfolgend im Rahmen des Monitorings der Altlasten gemessen [U 8].

Erhöhte BTEX- und Phenolkonzentrationen sind lokal auf den Bereich der GWM 07/18 begrenzt (**Plan 105**). In den weiteren Messstellen GWM 1/18 bis GWM 6/18 sowie GWM 8/18 und GWM 09/18 im GWL 1 wurden bei Grundwasseruntersuchungen im Zeitraum 2018 bis 2022 generell Überschreitungen des Prüfwertes der BBodSchV [U 13, U 14] für die Summe PAK<sub>15</sub> gemessen.

**Tabelle 7: Zusammenstellung auffälliger Analyseergebnisse in Bezug zum Prüfwert der BBodSchV in Grundwasserproben der GWM 01/18 bis GWM 03/18 [U 8]**

Messstelle	GWM 01/18			GWM 02/18			GWM 03/18			BBodSchV* /U 3-1/
Datum	12.03.21	08.07.21	21.01.22	12.03.21	08.07.21	21.01.22	12.03.21	08.07.21	21.01.22	
Parameter	Analysewerte									
Σ PAK [µg/l]**	6,896	4,523	7,060	1,543	5,19	1,04	3,923	1,152	2,390	
* Wirkungspfad Boden-Grundwasser										
** Summe PAK ohne Naphthalin										



**Tabelle 8: Zusammenstellung auffälliger Analyseergebnisse in Bezug zum Prüfwert der BBodSchV in Grundwasserproben der GWM 04/18 bis GWM 06/18 [U 8]**

Messstelle	GWM 04/18			GWM 05/18			GWM 06/18			BBodSchV* /U 3-1/
Datum	12.03.21	08.07.21	21.01.22	12.03.21	08.07.21	21.01.22	12.03.21	08.07.21	21.01.22	
Parameter	Analysewerte									
Σ PAK [µg/l]**	0,532	0,001	n.b.	0,512	0,065	0,039	0,470	0,935	0,207	

\* Wirkungspfad Boden-Grundwasser

\*\* Summe PAK ohne Naphthalin

\* Wirkungspfad Boden-Grundwasser

\*\* Summe PAK ohne Naphthalin

**Tabelle 9: Zusammenstellung auffälliger Analyseergebnisse in Bezug zu Prüfwerten der BBodSchV in Grundwasserproben der GWM 07/18, GWM 08/18, GWM 09/18 [U 8]**

Messstelle	GWM 07/18			GWM 08/18			GWM 09/18			BBodSchV* /U 3-1/	
Datum	12.03.21	08.07.21	21.01.22	12.03.21	08.07.21	21.01.22	12.03.21	08.07.21	21.01.22		
Parameter	Analysewerte										
Phenolindex [µg/l]	19,0	1.000	60,0	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10		20
Σ BTEX [µg/l]	3,6	193,7	17,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		20
Benzol [µg/l]	3,6	170,0	17,0	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	1	
Σ PAK [µg/l]**	5,740	13,714	7,76	2,727	82,501	2,717	0,437	1,097	0,670	0,2	
Naphthalin [µg/l]	0,62	84,00	0,79	0,03	0,036	0,034	< 0,010	0,03	0,011	2	
* Wirkungspfad Boden-Grundwasser											
** Summe PAK ohne Naphthalin											

\* Wirkungspfad Boden-Grundwasser

\*\* Summe PAK ohne Naphthalin

Im **GWL 2** wurde in der Probe aus der GWM 11/18 aus 16 m Tiefe im Rahmen der Standortuntersuchungen 2017/2018 [U 3] ein Toluol-Wert von 0,7 µg/l gemessen. Bei weiteren Grundwasseruntersuchungen im Rahmen des Monitorings der Altlasten [U 8] wurden keine Prüfwertüberschreitungen der BBodSchV [U 13] oder Überschreitungen der Geringfügigkeitsschwellenwerte der LAWA [U 16] bei den untersuchten Parametern gemessen. Die geringe Toluolkonzentration aus den Untersuchungen 2018 wurde nicht bestätigt.



### **2.1.10 Schadstoffe in der Bodenluft**

Auf Grund des geringen Dampfdrucks gelangen PAK und langkettige MKW schwer oder gar nicht in die Atmosphäre. Lediglich leichtflüchtige Kontaminanten, wie BTEX, gehen relativ leicht in den gasförmigen Zustand über. Wegen des nur partiellen Vorhandenseins leichtflüchtiger Kontaminanten erfolgt über den Pfad Boden / Bodenluft / Luft vermutlich kein Aus-  
trag, der im Rahmen einer Gefährdungsabschätzung relevant wäre, so dass auf eine Untersuchung dieses Pfades im Rahmen der Standortuntersuchungen **[U 3]** verzichtet wurde.

### **2.1.11 Natürliche Abbauprozesse (NA-Prozesse) im Grundwasser**

Durch die im Rahmen des Monitorings der Altlasten 2021/2022 **[U 8]** erhobenen NA-Parameter lässt sich grundsätzlich für den GWL 1 ein mikrobiologischer Abbau organischer Substanz nachweisen.

Eine An- und Abstrombetrachtung zur weiteren Beurteilung der Wirkung eines mikrobiellen Abbaus ist aufgrund der Anzahl und Positionierung der vorhandenen Grundwassermessstellen nicht möglich.

### **2.1.12 Schutzgebiete**

Der Standort liegt außerhalb von Schutzgebieten, wie Naturschutzgebiete (NSG), Landschaftsschutzgebiete (LSG) und>NNL (Nationale Naturlandschaften), bestehend aus Biosphärenreservaten, Naturparke und Nationalparke sowie außerhalb festgesetzter Wasserschutzgebiete.

### **2.1.13 Bebauung**

Das Gelände des Sanierungsgebietes unmittelbar südlich des Werftbeckens ist mit Hallen und Lagergebäuden aus den verschiedenen Nutzungsepochen bebaut (**Plan 101**). Die Gebäude sind teilweise marode bis einsturzgefährdet.

Das Gelände ist neben den Gebäudebereichen weiter bis zu etwa 95% durch Beton-, Asphalt-, Betonpflaster- und Kupferschlackesteinflächen versiegelt. Der Zustand der Versiegelung ist bereichsweise marode und die Wirksamkeit eingeschränkt.

Die oberirdische Bausubstanz wird im Rahmen der geplanten Baufeldfreimachung und vor weiteren Eingriffen in den Untergrund im Zuge einer gesonderten Maßnahme vollständig bis Oberkante Fußboden selektiv zurückgebaut.

Zur Vorbereitung wurde ein separates Gebäudeschadstoffgutachten **[U 2]** erstellt, das zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Sanierungsplans fortgeschrieben wurde. Die Gefahrstofferkundung der Gebäudesubstanz ergab keine zusätzlichen Informationen hinsichtlich weiterer Bodenbelastungen oder unterirdischen Produktionsanlagen oder Anlagenteile.

Der Abbruch der Gebäudefußböden, weiterer Oberflächenbefestigungen sowie unterirdischer Gebäude- und Anlagenteile erfolgt im Zuge der Umsetzungen der Maßnahmen des Sanierungsplans oder nachfolgend.

Der als Bereitstellungsfläche vorgesehene Bereich ist unbebaut (**Plan 101**).

#### **2.1.14 Kampfmittel**

Das Untersuchungsgebiet wurde mindestens 8-mal Ziel alliierter Luftangriffe, wobei folgende Angriffe nachweislich den größten Schaden angerichtet haben: 29.07.1943 und 09.04.1944.

Spätere Angriffe haben für die Auswertung eine niedrige Relevanz, da diese kaum bzw. nicht auswertbar sind, die Kriegluftebilder keine Auffälligkeiten zeigen und nur vereinzelt Schäden dokumentiert wurden **[U 17]**.

Ein diffuser Kampfmittelverdacht besteht für die Gesamtfläche auf Grund der nicht auswertbaren Luftangriffe, der unterschiedlichen Qualität der Luftbilder und der Tatsache, dass Bomben kleineren Kalibers luftbildseitig nicht zu erkennen sind **[U 17]**.

Daher sind die Aushubmaßnahmen und Arbeiten im Untergrund unter Berücksichtigung der „Landesverordnung zur Verhütung von Schäden durch Kampfmittel (Kampfmittelverordnung) vom 8. Juni 1993“ Mecklenburg-Vorpommern und den „Zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen zur Kampfmittelbeseitigung für Vertragsunternehmen im Land Mecklenburg-Vorpommern (ZTVB-VU-MV), Stand 08/2021“ sowie der Baufachlichen Richtlinien Kampfmittelräumung (BFR-KMR) des Bundes, Stand September 2018, durchzuführen.

Die sich aus den bautechnischen Anforderungen ergebenden Maßnahmen wurden mit dem zuständigen Munitionsbergungsdienst des Landes Mecklenburg-Vorpommern abgestimmt **[U 18, U 19]** und sind im **Kapitel 5.3.4** beschrieben. Das abgestimmte Kampfmittelräumkonzept ist als **Anlage 5** beigefügt.

## **2.2 Gefahrenlage (Bewertung des Gefährdungspotentials)**

### **2.2.1 Gefährdungsabschätzung**

#### **2.2.1.1 Übersicht**

Im Planungsgebiet sind in Kontaminationsschwerpunkten (**s. Kapitel 2.1.8**) PAK-, MKW- und BTEX-Belastungen im Boden bereichsweise bis zu Tiefen von 7 m u. GOK nachgewiesen. Über diese Bodenkontaminationen erfolgt eine Befrachtung und damit Kontamination des Grundwasserleiters 1 (GWL 1). Zusätzlich kann ein direkter Eintrag von Kontaminanten aus Reststoffen in unterirdischen Tanks und Leitungen o.ä. erfolgen **[U 4]**.

Der Grundwasserleiter entwässert nach den durchgeführten Grundwasserspiegelmessungen in die Warnow. Eine Schadstoffverfrachtung und ein Schadstoffeintrag in die Warnow wurde im Rahmen des Monitorings der Altlasten [U 8] messtechnisch bislang nicht nachgewiesen. Ein Schadstoffeintrag in den abgedeckten Grundwasserleiter 2 (GWL 2) konnte im Rahmen des o.g. Monitorings ebenfalls ausgeschlossen werden.

Im Planungsgebiet wurden damit Schädigungen des Schutzgutes Boden nachgewiesen, die nachfolgend zu einer Schädigung des Schutzgutes Grundwasser geführt haben. Eine Gefährdung weiterer Schutzgüter konnte bislang nicht abgeleitet bzw. nachgewiesen werden.

#### **2.2.1.2 Wirkungspfad Boden – Mensch**

Eine Schädigung des Bodens ist durch den Eintrag von Schadstoffen erfolgt. Der genutzte Bereich wurde flächenhaft bis in den gesättigten Bodenhorizont kontaminiert. Die kontaminierten Bereiche wurden gewerblich genutzt und sind derzeit außer Nutzung. Sie sind vor unbefugtem Zutritt gesichert. Teile der Fläche, insbesondere die kontaminierten Bereiche, sind überbaut. Bei Nutzungsparallelität ergeben sich keine Gefahren für den Menschen im Bereich der Kontaminationsschwerpunkte.

**Der Wirkungspfad ist derzeit nicht relevant.**

Auch wenn die BBodSchV wirkungspfadbezogen hinsichtlich des Menschen nur die oberen 10 cm betrachtet, muss bei Umnutzungen nach BBodSchV die Gefahr neu bewertet werden.

Die Baugruben im Rahmen der geplanten Sanierungsmaßnahme sowie die Baufelder nach dem flächigen Rückbau der oberirdischen Versiegelungen und Befestigungen sowie der unterirdischen Bebauung werden mit unbelastetem Boden aufgefüllt. Darüber hinaus wird es zu

einer weitgehend Neuversiegelung des Geländes kommen. Daher wird auch nach einer Umnutzung der direkte Kontakt kontaminierter Boden-Mensch unterbunden. Durch die dauerhafte Unterbindung des Expositionspfades ist eine Schutzgutgefährdung hier nicht zu besorgen.

Während der durchzuführenden Bau- und Sanierungsmaßnahmen ist ein Kontakt von gewerblich Beschäftigten mit kontaminierten Böden und Aufschüttungen grundsätzlich möglich. Hier sind geeignete Arbeitsschutzmaßnahmen zu planen und durchzusetzen, um hier Gesundheitsgefährdungen auszuschließen.

Neben den Gefährdungen für unmittelbar auf der Fläche Tätige können durch Verwehungen kontaminierter Stäube auch Unbeteiligte beeinflusst werden. Dieses ist ebenfalls durch geeignete Maßnahmen wie Befeuchten zu verhindern.

#### **2.2.1.3 Wirkungspfad Grundwasser – Mensch**

Im oberen, nichtabgedeckten Grundwasserleiter ist bereits ein Schaden eingetreten. Das Grundwasser im Planungsgebiet und dem näheren Umfeld wird derzeit weder zu Trink- noch zu Brauchwasserzwecken genutzt. Eine Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit durch den Kontakt mit den im Grundwasser nachgewiesenen Schadstoffen ist unter Berücksichtigung der derzeitigen Nutzung nicht abzuleiten.

**Der Wirkungspfad ist derzeit nicht relevant.**

Der Standort liegt nicht im Bereich einer Wasserschutzzone.

Eine Wassernutzung jeglicher Art im kontaminierten Grundwasserleiter 1 muss unter Berücksichtigung der menschlichen Gesundheit weiterhin unterbleiben.

Im Rahmen der Tiefbaumaßnahmen und damit verbundenen Wasserhaltungen ist von der Förderung kontaminierter Grundwassers auszugehen.

#### **2.2.1.4 Wirkungspfad ungesättigter Boden – Grundwasser**

Der kontaminierte Boden bzw. die Produktionsrückstände innerhalb der ungesättigten Bodenzone im Bereich der Kontaminationsschwerpunkte sind die Quelle für die ermittelten Schadstoffe im Schutzgut Grundwasser. Es erfolgt eine Kontamination des Grundwassers über den Bereich der ungesättigten Bodenzone, nachgewiesen durch die hohen Grundwasserbelastungen im GWL 1.

**Der Wirkungspfade ist derzeit relevant.**

#### **2.2.1.5 Wirkungspfad gesättigter Boden – oberer Grundwasserleiter 1 (GWL 1)**

Im Bereich der Kontaminationsschwerpunkte treten Bodenbelastungen im wassergesättigten Bereich in Teufen bis 7 m u. GOK und tiefer auf. Diese Belastungen stellen eine weitere Quelle der Grundwasserkontamination dar. Die Grundwasserbelastung ist im Kontaminationszentrum der Bodenbelastung entsprechend hoch. Im Abstrom konnten, im Gegensatz zu früheren Untersuchungen keine oder nur geringe Schadstoffbelastungen nachgewiesen werden. Es ist bei dem nachgewiesenen Fließverhalten im GWL 1 jedoch sicher davon auszugehen, dass ein Schadstofftransport aus den kontaminierten Bodenbereichen über das Grund-/Stauwasser erfolgt.

**Der Wirkungspfad ist derzeit relevant.**

#### **2.2.1.6 Wirkungspfad oberer Grundwasserleiter – unterer Grundwasserleiter**

Die beiden Aquifere (GWL 1 und GWL 2) sind im Bereich der maßgebenden Kontaminationen durch eine mehrere Meter mächtige Geschiebemergelschicht hydraulisch getrennt. Diese Trennschicht stellt für den unteren Grundwasserleiter (GWL 2) einen Schutz gegenüber eindringenden Schadstoffen dar. Nicht ausgeschlossen werden können Störungen dieser Schutzwirkung durch menschliche Einwirkungen wie frühere Baugrunderkundungen oder Kriegseinwirkungen.

Im GWL 2, der durch die GWM 11/18 untersucht wurde, wurden im Rahmen der Grundwasseruntersuchungen am 12. März 2021, 08. Juli 2021 und 21. Januar 2022 keine Prüfwertüberschreitungen der BBodSchV [U 14] oder Überschreitungen der Geringfügigkeitsschwellenwerte der LAWA [U 16] bei den untersuchten Parametern gemessen. Die geringe Toluolkonzentration aus den Untersuchungen 2018 wurde nicht bestätigt.

**Der Wirkungspfad ist nicht relevant.**

#### **2.2.1.7 Wirkungspfad oberer Grundwasserleiter - Warnow**

Das Grund-/Stauwasser im oberen GWL 1 fließt der Warnow zu. Die zum Teil noch vorhandenen Uferbefestigungen an den Kajen haben eine hemmende Wirkung für den Grundwasserstrom und führen so zu einer Verflachung der Fließgradienten, den Schadstoffaustrag aus der Fläche in die Warnow unterbinden sie langfristig nicht.

In den Oberflächenwasserproben OWP 1 bis OWP 4 wurden im Rahmen der Grundwasseruntersuchungen am 12. März 2021, 08. Juli 2021 und 21. Januar 2022 keine richt- oder grenzwertüberschreitenden Konzentrationen durch die standorttypischen Leitparameter MKW, BETX, PAK und Phenolindex gemessen. Ein Eintrag von mobilen Schadstoffen über den Grundwasserpfad in die Warnow kann nach den vorliegenden Untersuchungen derzeit nicht belegt werden [U 8].

**Der Wirkungspfad ist derzeit nicht relevant.**

### **2.2.2 Weiterer Handlungsbedarf**

Nach den vorliegenden Untersuchungen ist belegt, dass es durch den Eintrag von Schadstoffen auf Grund der früheren Nutzung zu erhöhten Schadstoffbelastungen im Boden und Grundwasser gekommen ist.

Unabhängig von einer Gefährdungsbetrachtung von Schutzgütern gilt es nach dem BBodSchG [U 12] zu prüfen, ob durch die bisherige Nutzung und die angetroffenen Bodenbelastungen die Funktionen des Schutzgutes Boden beeinträchtigt bzw. gestört worden sind. Generell gilt zu beurteilen, ob insbesondere die natürliche Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften und zum Schutz des Grundwassers nachhaltig beeinträchtigt ist.

Es ist am Standort davon auszugehen, dass über den Sickerwasserpfad Schadstoffeinträge ins Grundwasser im GWL 1 erfolgen. Die ermittelten Belastungen stellen somit eine schädliche Bodenveränderung im Sinne des BBodSchG dar, aus dem sich grundsätzlich ein Handlungsbedarf für Sanierungsmaßnahmen ableiten lässt.

Es erfolgt über den Sickerwasserpfad weiterhin ein laufender Eintrag der im Grundwasser gemessenen organischen Schadstoffe, die das Schutzgut Grundwasser weiter befrachten. Auch hieraus lässt sich grundsätzlich ein Handlungsbedarf für Sanierungsmaßnahmen ableiten.

Eine Entscheidung über notwendige bzw. mögliche Sanierungsmaßnahmen wird in der Regel, wie auch die Bewertung des Gefährdungspotentials, nicht allein auf Grundlage von Schadstoffkonzentrationen und deren Vergleich mit gültigen Richtwerten vorgenommen.

Entscheidungen über Sanierungsmaßnahmen sind sowohl in Übereinstimmung mit dem Bodenschutzrecht als auch nach dem Wasserrecht einer Verhältnismäßigkeitsbetrachtung zu unterziehen.

Während schädliche Bodenveränderungen i. d. R. mit verhältnismäßig einfachen technischen Mitteln zu beseitigen sind, ist die Sanierung eines kontaminierten Grundwasserkörpers auf Schadstoffkonzentrationen, die im Bereich der Prüfwerte oder Geringfügigkeitsschwellenwerte liegen, wenn überhaupt nur mit hohem technischem Aufwand möglich.

Unabhängig von den umfangreichen Baumaßnahmen im Rahmen einer oberirdischen und unterirdischen Baufeldfreimachung für die Entwicklung des Areals zu einem maritimen Gewerbepark für nachhaltige Energietechnologien ergibt sich auch aus dem aktuellen Zustand des Geländes, der immer maroder werdenden Bausubstanz (Gebäude, Oberflächenbefestigung, Kaianlage) und der damit verbundenen Verkehrssicherungspflicht die Notwendigkeit, einen Austrag von Schadstoffen im Sinne einer Gefahrenabwehr für Schutzgüter auch zukünftig und dauerhaft durch geeignete Sanierungsmaßnahmen zu unterbinden.

### **2.3 Laufende Sanierungs- und Monitoringmaßnahmen**

In den Messstellen GWM 5/18 bis GWM 09/18 und 11/18 wurden Datenlogger eingebaut. Seit dem 21. September 2018 erfolgt eine permanente Erfassung der Grundwasserstände durch installierte Pegelschreiber in den genannten Grundwassermessstellen, **Plan 201**.

Die laufenden Maßnahmen beziehen sich auf die regelmäßige Auslesung und Auswertung der Messdaten. Die letzte Ablesung erfolgte im März 2023. Zur Auswertung der Pegelschreiberdaten werden auch die Messdaten des Pegels Warnemünde (Stations-Nr.: 9640015) sowie die Niederschlagsmessungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für die Station Rostock-Warnemünde (Station 4271) herangezogen.

Die mittels der Pegelschreiber gemessenen Grundwasserspiegelhöhen im Messzeitraum 19. September 2018 bis 10. März 2023 sind in **Anlage 2** in Form von Ganglinien für den Grundwasserleiter 1 (GWL 1) grafisch dargestellt.

## **2.4 Sanierungsuntersuchungen und Sanierungsvarianten**

### **2.4.1 Ergebnisse von Sanierungsuntersuchungen**

Sanierungsuntersuchungen im Sinne des BBodSchG **[U 12]** sind Untersuchungen zur Auswahl einer geeigneten Sanierungsvariante und ggf. auch weitere technische Untersuchungen, um die Effektivität der ausgewählten Maßnahme am Standort zu überprüfen.

Im vorliegenden Fall ist die Auswahl der geeigneten Sanierungsvariante in der Machbarkeitsstudie **[U 5]** dokumentiert.

Ferner können als Sanierungsuntersuchungen diejenigen Untersuchungen im Grundwasser aus dem Zeitraum März 2021 bis Januar 2022 angeführt werden **[U 8]**, mit denen die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen im Rahmen der Standorterkundungen **[U 3]** verifiziert und die Datenlagen hinsichtlich der Grundwasserbeschaffenheit verdichtet und auch die am Standort auftretenden, natürlichen Schadstoffminderungsprozesse (NA-Prozesse) bewertet wurden.

Darüber hinaus wurden im Juli 2022 ergänzende Erkundungen im Sinne einer Sanierungsuntersuchung gemäß BBodSchG/BBodSchV **[U 12, U 13, U 14]** zur Abgrenzung der Kontaminationsschwerpunkte A, B und C durchgeführt **[U 9, U 11]**. Die Ergebnisse sind in **Anlage 1** beigelegt.



## 2.4.2 Auswahl Sanierungsvariante

Wie im **Kapitel 2.1.8** beschrieben, wurden im Rahmen der durchgeführten Standorterkundung auf dem ehemaligen Werftgelände die folgenden drei Kontaminationsschwerpunkte identifiziert:

- Kontaminationsschwerpunkt A - Imprägnieranstalt
- Kontaminationsschwerpunkt B – östliche Kaimauer
- Kontaminationsschwerpunkt C - Krögerwerft

Für die Kontaminationsschwerpunkte wurde im Rahmen einer Gefährdungsabschätzung **[U 4]** auf Grundlage des damaligen Kenntnisstandes eine Gefährdung von Schutzgütern und Sanierungsmaßnahmen abgeleitet.

Zur Sanierung eines Standortes (Dekontamination oder Sicherung) stehen grundsätzlich verschiedene Grundkonzepte zur Verfügung.

Aus diesen Grundkonzepten wurden im Rahmen der Machbarkeitsstudie **[U 5]** verschiedene Maßnahmen für eine Sanierung (Dekontamination oder Sicherung) abgeleitet, deren standortspezifische Anwendung im **Kap. 5.3** beschrieben werden.

Ausgehend von der geplanten Nachnutzung des Geländes mit einer weitgehenden Neuversiegelung der Flächen und der Neuanlage der Oberflächenentwässerung soll im Hinblick auf die Reduzierung des Gefährdungspotentials für das Schutzgut Grundwasser die Beseitigung der Lastkörper in den o. g. Kontaminationsschwerpunkten im Sinne einer Hotspot-Sanierung erfolgen.

Die Beseitigung der Lastkörper in den Kontaminationsschwerpunkten soll gemäß Machbarkeitsstudie **[U 5]** und Sanierungskonzept **[U 6]** jeweils im Rahmen einer **ex-situ-Sanierung** durch einen Bodenaushub der sanierungsrelevanten Auffüllungen und partiell sanierungsrelevanten Bodenbereiche im Schutze von baubegleitenden Grundwasserhaltungsmaßnahmen erfolgen. Durch die baubegleitenden Wasserhaltungsmaßnahmen während des Bodenaushubs werden zusätzlich im Grundwasser gelöste Schadstoffe zurückgewonnen. Die ausgehobenen sanierungsrelevanten Auffüllungen und Böden sind durch unbelasteten Lieferboden zu ersetzen.

Neben den genannten baubegleitenden Grundwasserhaltungsmaßnahmen sind im Bereich der Kontaminationsschwerpunkte A und C zusätzliche Maßnahmen zur Herstellung eines Baugrubenverbaus vorgesehen, die zu einer deutlichen Reduzierung der Bodenaushubmengen und Wasserhaltungsmaßnahmen sowie zur Schaffung einer standsicheren Baugrube in Gewässernähe führen.

Bezüglich dieser Verfahrensauswahl wurde mit den beteiligten Genehmigungs- und Fachbehörden im Rahmen von Besprechungen zur Machbarkeitsstudie und zum Sanierungskonzept bereits grundsätzlich Einvernehmen erzielt.

Zur Reinigung der ausgehobenen, belasteten Auffüllungen und Böden kommen folgende Verfahren in Frage, die **off-site** angewendet werden sollen:

- biologische Behandlung
- chemisch-physikalische Behandlung (z.B. Bodenwäsche)
- thermische Behandlung.

Beim Aushub fallen Teilchargen aus einem Gemisch von Boden und Bauschutt sowie von anderen Störstoffen an, die sich mit den o.g. Verfahren nicht dekontaminieren lassen.

Diese Aushubmassen sind unter Beachtung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes und der mitgeltenden Regelwerke zu entsorgen, das heißt zu verwerten oder zu beseitigen.

### **Grundwasser**

Die Entnahme und Aufbereitung von kontaminiertem Grundwasser aus den Aushubbereichen verfolgt als begleitende Maßnahme für den Bodenaushub das Ziel, das kontaminierte Grundwasser aus den Schadensschwerpunkten zu entnehmen, um so eine weitere Reduzierung der Schadstoffmenge am Standort zu erreichen und einen potenziellen Wirkungspfad auf dem Standort zu beseitigen.

Das geförderte Grund- und Baugrubenwasser wird über eine Wasserreinigungsanlage geführt und soll unter Einhaltung der noch durch die Genehmigungsbehörde festzulegenden Einleitwerte als Direkteinleitung in das nahegelegene Werftbecken eingeleitet werden.

### **3. BEHÖRDLICHE ENTSCHEIDUNGEN**

Behördliche Entscheidungen, die im Zusammenhang, mit dem im vorliegenden Sanierungsplan beschriebenen Leistungen stehen, sind nicht ergangen.

In Abstimmung mit den zuständigen Bodenschutzbehörden wurden die Standortuntersuchungen 2018 bis 2022 durchgeführt und der vorliegende Sanierungsplan erstellt.

Behördliche Entscheidungen und der erforderliche Genehmigungsbedarf im Zusammenhang mit der Umsetzung des Sanierungsplans werden im **Kap. 5.5** abgehandelt.

## **4. SANIERUNGSZIEL**

### **4.1 Vorbemerkungen Sanierungsziel (SZ) und Teilsanierungsziele (TSZ)**

Eine vollständige Dekontamination im Sinne einer „Totalsanierung“ kommt für den Standort in Anbetracht der spezifischen Randbedingungen sowie unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit und der technischen Durchführbarkeit nicht in Betracht.

Die im **Kap. 2.4** abgeleitete Sanierungsvariante und die nachfolgend vorgeschlagenen Sanierungsziele für Boden sind grundwasserbezogen abgeleitet und aufgrund des geringen Schutzanspruches des Grundwasserleiters und Hotspot-Charakters der vorgefundenen Bodenschädigungen auch begründet (Wirkungspfad Boden-Grundwasserleiter, **Kap. 2.2.1.4 und Kap. 2.2.1.5**).

Für eine nutzungsbezogene Beurteilung nach bodenschutzrechtlichen Bewertungsmaßstäben (also für den Oberboden) sind die erhobenen Werte für PAK mit Ausnahme des Einzelparameters Benzo(a)pyren sowie die Werte für BETX und MKW nicht geeignet. Bei geplanter gewerblicher Neuerschließung, neuer Nutzung mit weitgehenden Versiegelungsgrad und neuer Hafenkante ist das vorliegende Sanierungskonzept mit schwerpunktbezogenen Dekontaminationsmaßnahmen verhältnismäßig.

Das Sanierungsziel (SZ) besteht in der nachhaltigen Gefahrenabwehr durch signifikante Verminderung des Schadstoffpotentials sowie Schadstoffnachlieferungspotentials und der Schadstoffverfrachtung in unterlagernde Sedimente und das Grundwasser.

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Berichte und Gutachten sowie der Bewertung der Schadenssituation und der betroffenen Schutzgüter sowie unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit gilt das Sanierungsziel (SZ) im Sinne einer nachhaltigen Altlastensanierung am Standort als erreicht, wenn die nachfolgend definierten Maßnahmen als Teilsanierungsziele (TSZ) umgesetzt wurden.

Die nachfolgenden definierten Teilsanierungsziele (TSZ) beziehen sich auf die Kontaminationsschwerpunkte A, B und C sowie auf mögliche weitere stoffliche Kontaminationen im Untergrund (Boden), die im Zuge des unterirdischen Gebäuderückbaus angetroffen werden.

Die Formulierung des Sanierungsziels (SZ) sowie der Teilsanierungsziele (TSZ) basiert auf der Gefährdungsbeurteilung unter der Annahme, dass mit Herausnahme der Kontaminations-Hotspots und der Flächenherrichtung das Schadstoffnachlieferungspotential so maßgeblich reduziert werden kann, dass weitere kleinräumigere "Restpotentiale" in der Gesamtbetrachtung keine nachhaltigen negativen Effekte hervorrufen können.

#### **4.2 TSZ1 Aushub der Bodenkontaminationen in den Kontaminationsschwerpunkten**

Die Sanierung durch den Aushub der Bodenkontaminationen bei baubegleitender Grundwasserförderung und -reinigung soll zu einer weitreichenden Reduzierung der Schadstoffe in der Schadensquelle führen.

- **Aushub der kontaminierten Auffüllungen und Böden in den Kontaminationsschwerpunkten A, B und C bis zu den im Plan 301 dargestellten Aushubtiefen und Entsorgung der Aushubböden**
- **Förderung des kontaminierten Grundwassers in den Kontaminationsschwerpunkten während der Aushubmaßnahmen, Reinigung des geförderten kontaminierten Grundwassers und Direkteinleitung des gereinigten Grundwassers in das Werftbecken**

Entsprechend dieser Umsetzung handelt es sich bei der geplanten Sanierung mit Bezug auf § 2 (7) und § 4 (3) BBodSchG um eine Dekontaminationsmaßnahme.

#### **4.3 TSZ2 Aushub von Bodenkontaminationen außerhalb der Kontaminationsschwerpunkte**

Die Auffüllungen und bereichsweise auch die oberen Decksande außerhalb der Kontaminationsschwerpunkte weisen die typischen Schadstoffgehalte auf lange genutzten Werft- und Hafenstandorten auf. Die ermittelten Gehalte liegen oft im Bereich der Z 2-Richtwerte der LAGA [U 15] oder geringfügig darüber.

Sind diese Böden aus bautechnischen Gründen auszuheben, sind sie in der Regel fachgerecht zu entsorgen, weil auch für Z 2-Böden kaum Verwertungsalternativen vorhanden sind. Wegen des noch geringen Anteils löslicher Schadstoffe wurde in der Gefährdungsabschätzung [U 4] vorgeschlagen, die gering kontaminierten Auffüllungen (Gehalte um Z 2-Richtwert) in der Fläche zu belassen, soweit diese nicht bautechnisch ausgehoben werden müssen.

Bezüglich dieses Vorschlags wurde mit den zuständigen Genehmigungs- und Fachbehörden grundsätzlich Einvernehmen erzielt. Auf Grundlage dieses Einvernehmens wurden in der nachfolgende Machbarkeitsstudie [U 5] und dem späteren Sanierungskonzept [U 6] die erforderlichen Sanierungsmaßnahmen abgeleitet.

Unabhängig von dieser abgestimmten Vorgehensweise und der bisherigen Erkundungsdichte im Sanierungsgebiet ist nicht auszuschließen, dass beim unterirdischen Abbruch von Gebäuden und baulichen Anlagen sowie der Aufnahme der Oberflächenbefestigungen in dem im **Plan 301** dargestellten Bereich bislang nicht erkundete lokale Bodenkontaminationen im Sinne von Hot-Spots angetroffen werden, die vergleichbare Schadstoffkonzentrationen wie in den zu sanierenden Kontaminationsschwerpunkten aufweisen. Werden zusätzliche lokale Bodenkontaminationen im Sinne von Hot-Spots angetroffen, sind diese analog zu den Kontaminationsschwerpunkten zu beseitigen.

Die Aufnahme der Beseitigung von zusätzlichen Hot-Spots als Teilsanierungsziel 2 (**TSZ 2**) im vorliegenden Sanierungsplan, folgt dem Ergebnis des Abstimmungsgesprächs am 15. März 2022 zwischen den Beteiligten, wonach im Sanierungsplan ein Reaktionsrahmen für dessen mögliche Fortschreibung vorzusehen ist, um den laufenden Erkenntnisgewinn zur Schadstoffsituation während der geplanten Abbruch- und Sanierungsarbeiten Rechnung zu tragen. [U 9].

- **Aushub kontaminierter Auffüllungen und Böden mit Schadstoffgehalten oberhalb der projektspezifischen Sanierungszielwerte Boden („Hot Spots“) im Bereich für den unterirdischen Abbruch von Gebäuden und baulichen Anlagen (Plan 301)**

An dieser Stelle werden für solche „Hot-Spots“ unter Bezugnahme auf das Sanierungskonzept [U 6] die bereits dort angeführten projektspezifischen „P-Werte“ vorgeschlagen, oberhalb derer Böden am Standort ausgehoben und extern beseitigt/verwertet werden:

projektspezifische Sanierungszielwerte Boden:

$P_{MKW}$	=	2.000 mg/kg Boden
$P_{\Sigma PAK}$	=	100 mg/kg Boden
$P_{Benzo(a)pyren}$	=	50 mg/kg
$P_{\Sigma BTEX}$	=	30 mg/kg Boden

Durch die Einhaltung der projektspezifischen „P-Werte“ soll sichergestellt werden, dass bei nachfolgenden Aushubmaßnahmen im Rahmen der Erschließung der beräumten Flächen keine gefährlichen Abfälle (Kapitel 5.3.16.2) mehr zu entsorgen sind.

Für die Einstufung als gefährlicher oder nicht gefährlicher Abfall werden die Regelungen in der derzeit gültigen Gefahrstoffverordnung [U 23, U 24] sowie für Einzelparameter die vorliegende länderspezifische Regelung [U 25] zugrunde gelegt.



## **5. TEXTLICHE UND ZEICHNERISCHE DARSTELLUNG DER DURCHZUFÜHREN- RENDEN MASSNAHMEN UND NACHWEIS IHRER EIGNUNG**

### **5.1 Einwirkungsbereich der Altlast und der Flächen**

Der „Einwirkungsbereich der Altlast und der Flächen“ entspricht der rd. 80.300 m<sup>2</sup> großen Fläche des ehemaligen Werftgeländes (**Sanierungsgebiet**) unmittelbar südlich des Werftbeckens (**Plan 102**).

In südliche Richtung wird der Einwirkungsbereich durch die Grundstücksgrenze zum Marinarsenal Warnowwerft (MARS) begrenzt. Die Umsetzung der Maßnahmen des Sanierungsplans erfolgt ausschließlich auf Grundstücken der Hansestadt Rostock.

### **5.2 Gebiet des Sanierungsplans**

Der Sanierungsplan bezieht sich auf die rd. 80.300 m<sup>2</sup> große Fläche des ehemaligen Werftgeländes (**Sanierungsgebiet**), unmittelbar südlich des Werftbeckens sowie auf eine für die Umsetzung der Sanierungsmaßnahme in Anspruch genommene rd. 11.700 m<sup>2</sup> große Fläche (**Bereitstellungsfläche**) südlich des ehemaligen Verwaltungsgebäudes (**Plan 102**).

Die betroffenen Flurstücke in der Gemarkung Warnemünde Flur 1 sind in der **Tab. 1** im **Kapitel 1.3.1** zusammen- und im **Plan 102** dargestellt.

### **5.3 Elemente / Ablauf / Technische Ausgestaltung der Sanierung**

#### **5.3.1 Genereller Bauablauf**

Die im vorliegenden Sanierungsplan beschriebenen Maßnahmen sind Bestandteil der Gesamtmaßnahmen zur Umgestaltung des Areals zu einem maritimen Gewerbepark für nachhaltige Energietechnologien (**Kapitel 1.1**).

Aus diesem Kontext ergibt sich folgende grundsätzliche Reihenfolge für einzelne Maßnahmen im Gebiet des Sanierungsplanes:

- I. Vorlaufende Maßnahmen zur Sanierung der Kontaminationsschwerpunkte A, B und C
  - Rodung der vorhandenen Vegetation sowie oberirdischer Abbruch und Beseitigung von Gebäuden und baulichen Anlagen im Bereich und außerhalb der Kontaminationsschwerpunkte bis OK Fußboden bzw. OK Gelände

II. Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen des Sanierungsplans in den Kontaminationsschwerpunkten und unterirdischer Abbruch und Beseitigung von Gebäuden und baulichen Anlagen sowie Aufnahme der Oberflächenbefestigung (**nachfolgend nur: unterirdischer Abbruch und Aufnahme der Oberflächenbefestigung**)

- Vorbereitende Arbeiten und Baustelleneinrichtung für die Sanierungsmaßnahmen
- unterirdischer Abbruch und Aufnahme der Oberflächenbefestigung **im Bereich** der Kontaminationsschwerpunkte
- Sanierung der Kontaminationsschwerpunkte A, B und C
- unterirdischer Abbruch und Aufnahme der Oberflächenbefestigung **außerhalb** der Kontaminationsschwerpunkte und Aushub von zusätzlich aufgefundenen Bodenkontaminationen im Sinne einer Hot-Spot-Sanierung
- Entsorgung der Aushubvolumina Boden und Bauschutt sowie von Störstoffen (Leitungen, Kabel usw.) und möglichen Reststoffen aus den Kontaminationsschwerpunkten und außerhalb der Kontaminationsschwerpunkte

III. Folgemaßnahmen nach der Sanierung der Kontaminationsschwerpunkte A, B und C

- Dekontamination durch Bodenaushub im Rückbaubereich der Kaianlagen
- Neubau der Spundwände der neuen Kaianlagen
- Rückbau der Kaie
- Entsorgung von baulich bedingten Aushubböden und Auffüllung sowie mineralischem Abbruchmaterial mit erhöhten Schadstoffgehalten im normalen Bauablauf

### **5.3.2 Vorlaufende Maßnahmen zur Sanierung der Kontaminationsschwerpunkte**

#### **5.3.2.1 Rückschnitt und Rodung der Vegetation**

Die erforderlichen Rückschnitt- und Rodungsmaßnahmen an der vorhandenen Vegetation zur Baufeldfreimachung bzw. Schaffung von Baufreiheit haben unter Berücksichtigung des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) **[U 20]** aus Gründen des Artenschutzes in der Zeit vom 01. Oktober bis 28. Februar eines Jahres zu erfolgen oder es ist eine Ausnahmege-  
nehmigung zu erlangen.

Die Maßnahmen sind Bestandteil des landschaftspflegerischen Begleitplans im parallel lau-  
fenden Plangenehmigungsverfahren. Eine ökologische Baubegleitung ist vorgesehen.

#### **5.3.2.2 Abbruch und Beseitigung von Gebäuden und baulichen Anlagen sowie der Oberflächenbefestigungen**

Voraussetzung für die Durchführung der Sanierungsmaßnahmen in den Kontaminations-  
schwerpunkten A, B und C sind der vorlaufende oberirdische Abbruch und Beseitigung der  
Gebäude und der Anlagenteile (Leitungen, Stützen usw.).

Der Abbruch und die Beseitigung des gesamten Gebäudebestandes und aller Anlagenteile  
im Sanierungsgebiet (**Plan 102**) erfolgen zunächst bis OK Fußboden bzw. der oberirdi-  
schen Anlagenteile bis OK Gelände vorlaufend zur Bodensanierung auf Grundlage einer  
Abbruchanzeige bei den zuständigen Aufsichtsbehörden.

Zum Umgang mit Gebäudeschadstoffen beim Rückbau und Anforderungen an die fachge-  
rechte Entsorgung sowie den Arbeits- und Gesundheitsschutz wurde ein Schadstoffgutach-  
ten erstellt **[U 2]** und zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Sanierungsplans fort-  
geschrieben.

Die im vorliegenden Sanierungsplan beschriebenen Sanierungsmaßnahmen in den Kon-  
taminationsschwerpunkten sollen sich unmittelbar an den oberirdischen Abbruch anschlie-  
ßen. In diesem Zusammenhang werden zunächst nur innerhalb der Kontaminations-  
schwerpunkte unmittelbar vor dem geplanten Bodeneingriff die vorhandenen geländeglei-  
chen Bauteile wie Fußböden und Verkehrsflächen sowie unterirdische Gebäudeteile wie  
Fundamente und Keller und unterirdische Anlagenteile wie Leitungen und Schächte rück-  
gebaut sowie die Oberflächenbefestigung aufgenommen.

Der unterirdische Abbruch und die Aufnahme der Oberflächenbefestigung außerhalb der Kontaminationsschwerpunkte soll erst im Anschluss an die Bodensanierung erfolgen. Dadurch wird in Teilbereichen die vorhandene Versiegelung der Flächen zunächst erhalten, was einer höheren Grundwasserneubildung und einem erhöhten Schadstoffaustrag aus den Kontaminationsschwerpunkten bis zum Abschluss der Sanierung entgegenwirkt.

Darüber hinaus können über erhaltene Oberflächenbefestigungen die umfangreichen Bodentransporte zur Bereitstellungsfläche und für die Anlieferung des Füllbodens abgewickelt werden.

### **5.3.3 Vorbereitende Arbeiten und Baustelleneinrichtung für die Sanierungsmaßnahmen**

#### **5.3.3.1 Sanierungsgebiet und Bereitstellungsfläche – Lage und Ist-Zustand**

Das Sanierungsgebiet des ehem. Werftgeländes und die Bereitstellungsfläche befinden sich im Norden der Hansestadt am westlichen Warnowufer südöstlich des Ortskernes von Warnemünde (**Plan 101**).

Das Sanierungsgebiet weist eine Flächengröße von rd. 80.300 m<sup>2</sup> auf und ist annähernd eben bei einem Niveau von i. M. +1,6 m NHN. Auf dem Betriebsgelände der ehem. Werft existiert eine dichte Bebauung mit ehemaligen Produktionsgebäuden (Hallenbauwerken, Werkstätten, Lager). Die Flächen zwischen den Gebäuden sind durch Verkehrswege weitestgehend versiegelt. Bereichsweise hat sich dichter Bewuchs zwischen den Gebäuden entwickelt.

Die Bereitstellungsfläche mit einer Größe von rd. 11.700 m<sup>2</sup> ist unbebaut und mit einer BRC-Schicht (Betonrecycling-Schicht) befestigt. Ein Bewuchs mit Bäumen und Sträuchern ist randlich ausgebildet. Die Fläche ist ebenfalls weitgehend eben bei einem Niveau von rd. +2,8 m NHN.

#### **5.3.3.2 Baustellenzufahrt**

Die Zufahrtsmöglichkeiten zum Baufeld sowie zum Sanierungsgebiet und zur Bereitstellungsfläche sind **Plan 304** zu entnehmen.

Eine Anbindung der Baustelle an das öffentliche Straßennetz besteht nur über die Werftallee. Verkehrslenkende und -regelnde Maßnahmen für die bauzeitliche Ausfahrt von der Werftallee und die Zufahrt auf die Werftallee sind derzeit nicht vorgesehen. Baustellenbedingte Verschmutzungen öffentlicher Verkehrswege außerhalb des Baufeldes sind zu vermeiden bzw. unverzüglich und kontinuierlich von der ausführenden Firma zu beseitigen.

Von der Werftallee aus verläuft eine nichtöffentliche Stichstraße in südliche Richtung entlang des Wertbeckens, des ehem. Werftgeländes und der Bereitstellungsfläche in Richtung Marinearsenal der Bundeswehr.

Die freie Zufahrt von der Werftstraße über die Stichstraße zum Marinearsenal ist über die gesamte Bauzeit für die Bundeswehr sicherzustellen.

Während der Sanierungsmaßnahme wird die Stichstraße zusätzlich durch den Baustellenverkehr genutzt und zwischen Sanierungsgebiet und Bereitstellungsfläche auch gequert. Verkehrslenkende und -regelnde Maßnahmen, wie Hinweisschilder und Geschwindigkeitsbeschränkung oder regelmäßige Fahrbahnreinigungen zur Aufrechterhaltung der Verkehrssicherheit, werden in einem gesonderten Verkehrslenkungsplan geregelt.

Da es sich bei der Stichstraße um keine öffentliche Straße handelt, ist eine verkehrsrechtliche Anordnung nicht erforderlich. Der Sanierungsbereich und die Bereitstellungsfläche werden zur Stichstraße hin durch einen Bauzaun abgegrenzt.

### **5.3.3.3 Baustelleneinrichtung / Schwarz-Weiß-Bereich**

Aufenthalts-, Sanitär- und Besprechungscontainer sowie Parkmöglichkeiten für Besucher bzw. das auf der Baustelle tätige Personal werden auf einer Fläche zwischen Sanierungsgebiet und Baustelleneinrichtungsfläche (**Plan 304**) eingerichtet.

Bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen gelten zusätzlich zu den im Bauwesen üblichen Vorschriften die "Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit - kontaminierter Bereiche" (DGUV Regel 101-004) (**Kapitel 6.7**).

Dazu gehört die Sicherung kontaminierter Bereiche vor dem Zutritt Unbefugter, das Anbringen von Warnzeichen gem. BGV A8 und die Festlegung des Schwarzbereiches sowie das Einrichten einer Schwarz-Weiß-Anlage. Abgrenzung und Kennzeichnung kontaminierter Bereiche ergeben sich aus der DGUV-R 101-004 (s. auch **Kap. 6.7**) und dem Arbeits- und Sicherheitsplan (A+S-Plan).

Die Einteilung der Baustelle ist auf **Plan 304** dargestellt. Einzelheiten zur Ausbildung und Bestandteilen der Schwarz-Weiß-Anlage werden im Arbeits- und Sicherheitsplan (A+S-Plan) geregelt.

Der aktuelle A+S-Plan ist als **Anlage 4** beigelegt. Er wird im Zuge der weiteren Planungen und während der Bauausführung fortgeschrieben.

#### **5.3.3.4 Baustraßen im Baufeld**

Von der öffentlichen Straße „Werftallee“ erfolgt über eine Stichstraße die Zufahrt bis zum Sanierungsgebiet und bis zur Bereitstellungsfläche.

Innerhalb des Sanierungsgebietes können der Baustellenverkehr und insbesondere die umfangreichen Bodentransporte zunächst überwiegend auf den bestehenden Oberflächenbefestigungen erfolgen, da diese erst weitgehend nach Beendigung der Bodensanierung zurückgebaut werden (**Kapitel 5.3.1**).

Daher kann die vorhandene Oberflächenbefestigung im Sanierungsgebiet gleichzeitig als Abrollstrecke im Hinblick auf die Vermeidung von Schadstoffverschleppungen auf die zu querende Stichstraße (Plan 304) bei den Bodentransporten aus dem Schwarz-Bereich zur Bereitstellungsfläche genutzt werden, da die Einrichtung einer mobilen Reifenwaschanlage im Sanierungsgebiet nicht vorgesehen ist.

Wird im weiteren Verlauf der Sanierungsmaße die Herstellung von temporären Baustraßen notwendig, so sind beim Einbau von BRC-Material (BRC = Betonrecycling) oder geeigneten Böden die Regelungen der Ersatzbaustoffverordnung [**U 14**] zu beachten.

Für anzulieferndes BRC-Material der temporären Baustraßen sind die Materialwerte für RC 1 gemäß Anlage 1, Tabelle 1 EBV einzuhalten sowie die Einbauweisen gemäß Anlage 2, Tabelle 1 EBV zu berücksichtigen. Für Böden gelten die Materialwerte für BM-0\* gemäß Anlage 1, Tabelle 3 EBV sowie die Einbauweisen gemäß Anlage 2, Tabelle 5.

Die Ausführung von temporären Baustraßen kann wahlweise auch aus mobilen Bau-/Fahrstraßenelementen aus Stahl, Aluminium oder Kunststoff erfolgen. Nach Bauende erfolgt der Rückbau der angelegten Baustraßen.

Die Bereitstellungsfläche besteht bereits aus einer Schotterfläche. Die Herstellung einer gesonderten Baustraße für den Aufbau einer befestigten Oberfläche auf der Bereitstellungsfläche (**Kapitel 5.3.3.6**) ist nicht erforderlich.

### **5.3.3.5 Rückbau und Sicherung von Leitungssystemen**

Der bekannte Leitungsbestand im Sanierungsgebiet ist **Plan 302** und **Plan 303** zu entnehmen. Im Sanierungsgebiet befinden sich keine funktionsfähigen Systeme mehr, die von Dritten, in diesem Fall durch das südlich gelegene Marinearsenal der Bundeswehr, genutzt werden.

Die im Zuge des Bodenaushubs in den Kontaminationsschwerpunkten, des nachfolgenden unterirdischen Abbruchs und der Aufnahme der Oberflächenbefestigung sowie des Abbruchs der bestehende Kaianlage aufgenommenen unterirdischen Leitungssysteme und Schächte haben keine Funktion mehr und brauchen nicht gesichert oder ersetzt zu werden.

Gleichzeitig ist zu beachten, dass die Leitungssysteme im Bereich von Industrieanlagen allgemein und im Bereich von Belastungsschwerpunkten im Besonderen häufig Reststoffe enthalten. Da Umfang, Lage und Zustand dieser unterirdischen Leitungssysteme im Standortbereich nicht bekannt sind und aufgrund des maroden und z. T. einsturzgefährdeten Gebäudebestandes nicht mehr erkundet werden können, sind im Rahmen der Bauausführung entsprechende Vorkehrungen zu treffen, um mögliche Produktaustritte schnellstmöglich aufzunehmen. Zusätzlich ist eine geeignete Abbruchtechnologie für die Leitungssysteme (z. B. Kaltschneiden bei Stahl) auszuwählen.

### **5.3.3.6 Bereitstellungsfläche**

#### **Funktion und Zweck**

Für die Bereitstellung und die Verladung zur Entsorgung der ausgehobenen kontaminierten Auffüllungen und Böden sowie Bauschutt ist die Herstellung einer ausreichend groß bemessenen Bereitstellungsfläche erforderlich, die südlich des ehemaligen Verwaltungsgebäudes außerhalb des eigentlichen Sanierungsgebietes angeordnet wird (**Plan 301**).



Die Bereitstellungsfläche hat gegenwärtig ein Höhenniveau von rd. +2,80 m NHN. Das Höhenniveau der Bereitstellungsfläche liegt damit i. M. etwa 1,2 m über dem Niveau des Sanierungsgebietes und etwa 1,1 m über dem Niveau des Hochwasserereignisses vom 02. Januar 2019, vgl. **Kapitel 2.1.7**. Der mittlere Grundwasserflurabstand zwischen liegt nach den Messungen in den angrenzenden Messstellen GWM 08/18 und GWM 09/18 in diesem Bereich zwischen 2,1 m und 2,4 m (**Kapitel 2.1.6**).

Mit der Wahl der Lage der Bereitstellungsfläche wird dem Schutz vor Hochwasserereignissen und der möglichen Gefahr einer Überflutung der temporär abgelagerten und z. T. gefährlichen Abfälle Rechnung getragen.

Um einen Eintritt von kontaminiertem Niederschlags- und Sickerwasser in den Untergrund außerhalb der kontaminierten Bereiche zu verhindern, ist nach einer Geländeprofilierung die Herstellung einer ausreichend groß bemessenen, befestigten und quasi abgedichteten Fläche erforderlich, von der Niederschlagswasser gerichtet abgeführt und gereinigt wird.

Auf der befestigten Bereitstellungsfläche werden angeordnet:

- Flächen zur Aufnahme der ausgehobenen kontaminierten Böden und von kontaminiertem Bauschutt, davon teilweise gefährliche Abfälle mit Wasserfassung
- Fahr- und Verladebereiche
- Fahrzeugschleuse mit Reifenwaschanlage an der Ausfahrt zum Baufeld bzw. zur Werftallee

### **Herstellung der Fläche und Sammlung des Niederschlags- und Sickerwassers**

Die Bereitstellungsfläche wird nach der Profilierung unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Oberflächenbefestigung aus BRC-Material durch zusätzlich anzulieferndes Beton-Recycling (BRC-Material) oder geeignete Böden mit einer Stärke von bis zu 0,30 m und einem Gefälle in nördlicher Richtung befestigt. Als Deckenschluss ist eine 0,04 m starke Asphaltdeckschicht mit einem Luftporenraum  $\leq 3$  Vol.-% auf einer 0,14 m starken Asphalttragschicht geplant.

Für anzulieferndes BRC-Material der Bereitstellungsfläche sind die Materialwerte für RC 3 gemäß Anlage 1, Tabelle 1 EBV einzuhalten sowie die Einbauweisen gemäß Anlage 2, Tabelle 3 EBV zu berücksichtigen. Für Böden gelten die Materialwerte für BM-F3 gemäß Anlage 1, Tabelle 3 EBV sowie die Einbauweisen bzw. Anlage 2, Tabelle 8.

Die Fläche wird mit einer umlaufenden Asphaltaufkantung versehen. Das Niederschlags- und Sickerwasser wird an der Tiefseite in Straßeneinlaufschächte zusammengeführt und zunächst über regelbare Pumpen mit Niveaugeber in Sammelbehälter mit Überlaufsicherungen gepumpt. Aus den Sammelbehältern wird das Wasser mittels Saugwagen zu der vor Ort installierten Wasserreinigungsanlage oder zur externen Behandlung transportiert.

### **Rechtliche Aspekte zur Ausführung der Bereitstellungsfläche**

Nach § 26, Abs. 2 der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) (letzte Änderung vom 19.06.2020<sup>3</sup>) bedürfen Anlagen zum Lagern, Abfüllen, Herstellen, Behandeln oder Verwenden fester wassergefährdender Stoffe, bei denen der Zutritt von Niederschlagswasser oder anderem Wasser zu diesen Stoffen nicht unter allen Betriebsbedingungen verhindert werden kann, keiner Rückhaltung, wenn (Zitat):

- 1. die Löslichkeit der wassergefährdenden Stoffe in Wasser unter 10 g/Liter liegt,*
- 2. mit den festen wassergefährdenden Stoffen so umgegangen wird, dass eine nachteilige Veränderung der Eigenschaften von Gewässern durch ein Verwehen, Abschwemmen, Auswaschen oder sonstiges Austreten dieser Stoffe oder von mit diesen Stoffen verunreinigtem Niederschlagswasser verhindert wird, und*
- 3. die Flächen, auf denen mit den festen wassergefährdenden Stoffen umgegangen wird, so befestigt sind, dass das dort anfallende Niederschlagswasser auf der Unterseite der Befestigung nicht austritt und ordnungsgemäß als Abwasser beseitigt oder ordnungsgemäß als Abfall entsorgt wird.*

Danach sind keine Anforderungen an die Rückhaltung unter Bezugnahme auf die AwSV erforderlich, da die Bedingungen der Pkt. 1 bis 3 erfüllt sind.

---

<sup>3</sup> "Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen vom 18. April 2017 (BGBl. I S. 905), die durch Artikel 256 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist"

Obwohl für die geplanten Lager- und Bereitstellungsflächen keine definierten Anforderungen gemäß AwSV an die Rückhaltung bestehen, werden die Flächen befestigt und mit einer geordneten Entwässerung ausgestattet. Die geplante Bereitstellungsfläche verfügt über Rückhalteeinrichtungen, d.h., sie sind

- flüssigkeitsundurchlässig und
- verunreinigtes Niederschlagswasser wird aufgefangen und abgeleitet sowie
- ordnungsgemäß einer Behandlung zugeführt.

### **Fahrzeugschleuse mit Reifenwaschanlage und Waage**

Für die Reinigung der Fahrzeuge, die die Bereitstellungsfläche verlassen, ist eine Fahrzeugschleuse mit Reifenwaschanlage geplant. Das in der Reifenwaschanlage bei der Außenreinigung der Transportfahrzeuge anfallende kontaminierte Wasser wird aufgefangen, in Tanks oder Container gesammelt und mittels Saug-Tankfahrzeug entsorgt.

Nach dem Durchfahren der Reifenwäsche werden die Fahrzeuge auf der Waage verwogen. Hierzu wird im Verlauf der Zuwegung ein Wägemodul errichtet. Der zugehörige Technikcontainer wird im angrenzenden Weiß-Bereich auf der Bereitstellungs- und Verkehrsfläche angeordnet (**Plan 301**). Die Verwiegung der Fahrzeuge dient nicht nur der Mengenkontrolle der zur Entsorgung abgefahrenen Abfälle sondern auch zur Kontrolle der Einhaltung des zulässigen Gesamtgewichts des Fahrzeugs (Überladung). Ordnungsrechtlich haftet nicht nur der Fahrzeugführer für eine Überladung. Der Verloader oder ggf. auch der Absender trägt bei Verstößen zumindest eine Mithaftung.

### **5.3.3.7 Messstellensicherung und -rückbau im Sanierungsgebiet**

Im Gebiet des Sanierungsplans bzw. unmittelbar angrenzend befinden sich die im Grundwasserleiter 1 (GWL 1) ausgebauten Grundwassermessstellen (GWM) 1 bis 9 sowie die im GWL 2 ausbaute GWM 11 (**Plan 201**).

Die Messstellen GWM 3, GWM 6 und GWM 7 befinden sich innerhalb der zu sanierenden Kontaminationsschwerpunkte A und C und müssen zu Beginn der Sanierung zurückgebaut werden (**Plan 202**).

Die GWM 1 und GWM 2, GWM 4 und GWM 5 sowie die GWM 8 und GWM 9 im **GWL 1** sowie die GWM 11 im **GWL 2** können für den Zeitraum der Bodensanierung erhalten werden und stehen für ein Grundwassermonitoring im Rahmen der Sanierung zu Verfügung (**Kapitel 6.9**). Diese Messstellen werden bereits zu Beginn des oberirdischen Abbruchs und der Beseitigung der Gebäude und der Anlagenteile (**Kapitel 5.3.2.2**) mittels Betonring gesichert.

Zum Abschluss der Sanierung der Kontaminationsschwerpunkte werden auch die GWM 1 und GWM 2, GWM 4 und GWM 5 sowie die GWM 8 und GWM 9 im GWL 1 zurückgebaut, da sie im Zuge des nachfolgenden unterirdischen Abbruchs und der Beseitigung der Gebäude und der Anlagenteile (**Kapitel 5.3.2.2**) nicht erhalten werden können.

Die GWM 11 im **GWL 2** sollte nach Möglichkeit auch vor dem Hintergrund auf das noch zu erstellende Monitoringkonzept und Überwachungsprogramm im Rahmen der geplanten Umlagerung der Werftbeckensedimente erhalten bleiben.

Der Rückbau erfolgt entsprechend dem DVGW-Arbeitsblatt W 135 und wird dokumentiert. Die Übergabe der Rückbauprotokolle erfolgt mit der Sanierungsdokumentation (**Kapitel 6.10**).

#### **5.3.3.8 Bauschild**

Für die Baumaßnahme ist ein Baustellenschild auf einer Holzkonstruktion mit den Angaben zum Bauherrn und dessen Ansprechpartnern und den am Projekt beteiligten Behörden und Firmen aufzustellen.

### 5.3.4 Kampfmittelbeseitigung

Für das Gelände, auf dem die Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden sollen, besteht ein diffuser Kampfmittelverdacht (**Kapitel 2.1.14**).

Ausgehend von den bautechnischen Anforderungen und der Kampfmittelbelastung wurde folgende Räumstrategie vom zuständigen Munitionsbergungsdienst des Landes Mecklenburg-Vorpommern vorgegeben [**U 19**], **Anlage 5**.

#### 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 6,0 m 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. Maßnahmen zum Bodenaushub

- Die Volumenräumung bis zum Erreichen des Bombenhorizontes von 6,0 m unter derzeitiger Geländeoberkante müssen unter Berücksichtigung ZTVB-VU-MV, der DGUV Information 201-027 und der Baufachlichen Richtlinie Kampfmittelräumung (BFR-KMR) erfolgen.
- Im Planungsbereich befinden sich mehrere Blindgängerverdachtspunkte und unzählige Bombentrichter. Insbesondere im Bereich der Trichter ist davon auszugehen das hier möglicherweise Kampfmittel eingebracht wurden. Daher ist bereits direkt unterhalb der jetzigen Oberflächenversiegelung und der Tragschicht mit Kampfmitteln zu rechnen. 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 möglich.

- Die Arbeiten müssen durch ein Unternehmen mit gültiger Erlaubnis nach §7 Sprengstoffgesetz ausgeführt werden.

Unter Berücksichtigung der konkreten Standortbedingungen sind auch alle Anforderungen für die Ausführung von Arbeiten in kontaminierten Bereichen entsprechend DGUV Regel 101-004 zu beachten.

### **5.3.5 Tiefenenttrümmerung im Bereich der Kontaminationsschwerpunkte**

Im Bereich der Kontaminationsschwerpunkte sind flächig im Untergrund Gebäudeteile (Fundamente, Fußböden, Keller) und bereichsweise Anlagenteile (Rohre, Leitungen, Schächte) vorhanden.

Die unterirdischen Gebäude- und Anlagenteile werden im Zuge der Herstellung des Baugrubenverbaus (**Kapitel 5.3.9.3**) sowie des Bodenaushubs (**Kapitel 5.3.9.2**) zurückgebaut (**Kapitel 5.3.2.2**).

### **5.3.6 Sanierung Kontaminationsschwerpunkt A – Imprägnieranstalt**

**Der Kontaminationsschwerpunkt A** (Imprägnieranstalt Rütgers-Werke) stellt von seiner Ausdehnung sowohl in Fläche als auch Tiefe und seinem Schadstoffpotential den Schwerpunkt der Gesamtmaßnahme dar (**Plan 301**).

Er umfasst eine Fläche von 18.000 m<sup>2</sup> und ist durch ein Aufschlussraster von 30 m x 30 m im Rahmen der Stadtorterkundung [**U 3**] und der Sanierungsuntersuchung [**U 11, Anlage 1**] detailliert horizontal und vertikal erkundet worden. Kontaminationen wurden in großen Teilbereichen bis 4 m, lokal bis 7 m unter Gelände nachgewiesen. Hauptkontaminanten sind hier der Leitparameter PAK sowie MKW.

Die festgestellten Bodenbelastungen sind überwiegend an die Auffüllungen gebunden. Im Sinne eines Worst-Case-Szenario wurde im Sanierungskonzept davon ausgegangen, den gesamten Auffüllungshorizont und die darunter anstehenden organogenen Böden oder geogenen Sande des GWL 1 bis zum anstehenden Geschiebemergel innerhalb eines Spundwandverbaus auszuheben.

Der Geschiebemergel bildet die natürliche Grenze für vertikale Ausbreitung der standortspezifischen Schadstoffe.

Der Bodenaushub im Schutze eines temporären Baugrubenverbau bei gleichzeitiger Förderung und Reinigung des kontaminierten Wassers ist innerhalb der umspundeten Baugrube geplant.

Durch den temporären Baugrubenverbau mit Einbindung bis in den Geschiebemergel werden sowohl Zusatzbodenmengen im Böschungsbereich vermieden sowie die zu fördernden und zu reinigenden Wassermengen auf das Minimum einer Restwasserhaltung reduziert.

Bei der Maßnahme mit temporärem Baugrubenverbau wird das gesamte, im Aushubbereich befindliche, kontaminierte Wasser (freies Grundwasser, Porenwasser) entnommen und gereinigt bzw. entsorgt. Dadurch können bei entsprechender Anordnung der temporären Dichtwand sowohl kontaminierter Boden als auch der Großteil des kontaminierten Grundwassers saniert werden. Darüber hinaus werden innerhalb des Baugrubenverbau die unterirdische Bausubstanz und Anlagenteile vollständig beseitigt (**Kapitel 5.3.5**).

Die Rückverfüllung der Baugrube erfolgt mit unbelastetem Füllboden. Die Anforderungen sind im **Kapitel 5.3.14** beschrieben.

### **5.3.7 Sanierung Kontaminationsschwerpunkt B – östliche Kaimauer**

Der Kontaminationsschwerpunkt B befindet sich in unmittelbarer Nähe zur Uferwand im Bereich des Liegeplatzes 12 (**Plan 301**). Die Aushubtiefe ist im Sanierungskonzept mit 2 m ermittelt worden. Der geplante Bodenaushub soll innerhalb einer geböschten Baugrube (**Plan 301**) im Schutze einer temporären, geschlossenen Grundwasserhaltung mit anschließender Reinigung des geförderten Grundwassers erfolgen.

Warnowseitig soll bereichsweise eine Spundwand gerammt werden, um eine sichere Abtrennung zum Gewässer und eine Minimierung des Wasserzustromes aus der Warnow beim Betrieb der Grundwasserabsenkung zu erreichen (**Plan 301**).

Der Bodenaushub in der geböschten Baugrube erfolgt bei gleichzeitiger Hebung und Reinigung des kontaminierten Wassers.

Die Rückverfüllung der Baugrube erfolgt mit unbelastetem Füllboden. Die Anforderungen sind im **Kapitel 5.3.14** beschrieben.



### **5.3.8 Sanierung Kontaminationsschwerpunkt C – Krögerwerft**

Der Kontaminationsschwerpunkt C befindet sich in unmittelbarer Nähe zur derzeitigen Uferwand im Bereich des Liegeplatzes 11. Die Aushubtiefe wurde im Sanierungskonzept mit 3 m angegeben. Der Bodenaushub soll innerhalb einer geböschten Baugrube im Schutze einer temporären, geschlossenen Grundwasserhaltung mit anschließender Reinigung des geförderten Grundwassers erfolgen (**Plan 301**).

Im Rahmen der geplanten Umgestaltung des Werftbeckens wird das nördliche Drittel dieses Kontaminationsschwerpunktes nach derzeitigem Planungsstand zu einem Wasserbereich umgewandelt werden. Daher kommt hier nur eine vollständige Dekontamination durch Aushub in Frage.

Die Rückverfüllung der Baugrube erfolgt mit unbelastetem Füllboden. Die Anforderungen sind im **Kapitel 5.3.14** beschrieben.

### **5.3.9 Aushubtechnologie und Transport innerhalb der Baustelle**

#### **5.3.9.1 Aushubverfahren und Transport innerhalb der Baustelle**

Das Lösen, der Aushub und die Verladung der kontaminierten Böden aus den Kontaminationsschwerpunkten soll mittels Erdbautechnologie erfolgen. Zum Aushub tiefer Baugruben hat sich der Einsatz eines Longfront-Hydraulikbaggers bewährt. Als geeignete Aushubgeräte kommen ebenfalls konventionelle Kettenbagger mit Tieflöffel bzw. Grabenräumer in Betracht.

Die Auswahl der geeigneten Aushubwerkzeuge ist gemäß VOB/C DIN 18300 „Erdarbeiten“ Abschnitt 3.1.1 Sache der bauausführenden Firma.

Für den Transport innerhalb der Baustelle zur Bereitstellungsfläche kommt voraussichtlich ein Radlader bzw. Dumper o.ä. jeweils nach Wahl der ausführenden Firma zum Einsatz. Das Aufsetzen der ausgehobenen Böden zu Haufwerken auf der Bereitstellungsfläche kann mittels Radlader erfolgen.

### 5.3.9.2 Baugruben

Für das Anlegen der Baugruben im Zuge des Bodenaushubs gelten grundsätzlich die einschlägigen Bestimmungen der DIN 4124 „Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau“.

Nicht verbaute Baugruben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m müssen mit abgeböschten Wänden hergestellt werden.

Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit dürfen nach DIN 4124 folgende Böschungswinkel nicht überschritten werden:

- bei nichtbindigen und weichen bindigen Böden  $\beta = 45^\circ$
- bei steifen bis halbfesten bindigen Böden  $\beta = 60^\circ$

Geringere Böschungsneigungen sind vorzusehen, wenn besondere Einflüsse die Standsicherheit gefährden, u. a.

- nicht oder nur wenig verdichtete Verfüllungen oder Aufschüttungen,
- Grundwasserabsenkung durch offene Wasserhaltung mit gleichzeitigem Anschnitt von Sanden und Schluffen ohne oder geringer Plastizität,
- starke Erschütterungen aus Verkehr, Ramm- oder Verdichtungsarbeiten.

### **5.3.9.3 Baugrubenverbau Kontaminationsschwerpunkt A**

Die Baugrube im Kontaminationsschwerpunkt A wird durch einen Spundwandverbau gesichert. Im Ergebnis einer Vorbemessung können hierfür übliche Profile wie ein AZ 12-770 mit einer Länge von ca. 9 m verwendet werden. Die Baugrube erhält im oberen Bereich eine innenliegende, umlaufende kombinierte Gurtung / Aussteifung. Die Gurtung wird oberhalb des Bemessungswasserstandes (BS-T) angeordnet. Es wird zunächst von Profilen ohne zusätzliche Schlossdichtung ausgegangen. Es sind aber Eckprofile erforderlich. Zur Minimierung der Kopfverformungen und auch der Wandlänge werden voraussichtlich Rückverankerungen bzw. Aussteifungen erforderlich. Hinsichtlich der Behinderung der Bauarbeiten in der Baugrube wird eine Rückverankerung angestrebt.

Der Bodenaushub erfolgt unterhalb des Grundwasserspiegels mit fortlaufender offener Wasserhaltung (**Kapitel 5.3.11.1**).

Es ist folgender Ablauf vorgesehen:

1. Einbringen der Spundbohlen der Baugrube als Einzel- oder Doppelbohlen,
2. Voraushub der Baugrube bis Bemessungswasserstand
3. Einbau der kombinierten Gurtung / Aussteifung
4. Lenzen im Auffüllungsbereich durch geeignete Entnahmesysteme (Brunnen) bis OK Geschiebelehm/-mergel
5. Einrichtung der offenen Wasserhaltung
6. Endaushub in Baugrube
7. Teilverfüllung der Baugrube bis 0,0 m NHN
8. Rückbau der Gurtung / Aussteifung
9. Ziehen der Spundbohlen
10. Geländeangleichung / Verfüllung bis GOK

Eine ggf. notwendige Tiefenentrümmerung bereichsweise entlang der Spundwandtrassen erfolgt direkt während der Herstellung des Spundwandverbau. Vorlaufend zur Spundwandherstellung erfolgen die Kampfmittelsondierungen (**Kapitel 5.3.4**).

### 5.3.10 Sohlbeprobungen

Aushub der kontaminierten Auffüllungen und Böden in den Kontaminationsschwerpunkten A, B und C soll zunächst bis zu den im Plan 301 dargestellten Aushubtiefen erfolgen. Unter Bezugnahme auf die Ausgangsdaten der Standortuntersuchung erfolgte die vertikale Abgrenzung und die Festlegung der Aushubtiefen bis zu den Bodenhorizonten, in welchen nicht mehr von relevanten Belastungen durch den Leitparameter PAK und die Begleitparameter MKW und BTEX auszugehen ist.

Nach dem Erreichen der Aushubtiefe erfolgt an der Baugrubensohle unter Berücksichtigung der allgemeinen Anforderungen an die Probennahme des § 19 BBodSchV **[U 14]** die Entnahme mindestens einer Bodenmischprobe je Aushubrastr und die Analyse der Bodenmischprobe auf den Leitparameter PAK sowie die Begleitparameter MKW und BTEX.

Unter Bezugnahme auf §19 BBodSchV Abs. 6 soll eine Bodenmischprobe in der Regel aus 20 Einzelstichproben hergestellt werden.

Bei der Beauftragung einer Eilanalytik sollte das Ergebnis innerhalb von 5 Werktagen vorliegen. Die Wasserhaltung ist für diesen Zeitraum weiter zu betreiben.

Bei Einhaltung der im **Kapitel 4.3** angeführten projektspezifischen Sanierungszielwerten („P-Werte“) ist der Aushub beendet und der Bereich kann mit anzulieferndem Füllboden (**Kapitel 5.3.14**) verfüllt werden.

Werden die „P-Werte“ nicht eingehalten, ist der Aushub bis zum Nachweis der Einhaltung „P-Werte“ fortzuführen.

### 5.3.11 Wasserhaltung

#### 5.3.11.1 Kontaminationsschwerpunkt A

Der Kontaminationsschwerpunkt A einschließlich des sanierungsrelevanten Grundwasserschadens (**Plan 105**) wird durch eine dichte Spundwand eingeschlossen, die in den gering durchlässigen Geschiebemergel einbindet. Der Bodenaushub erfolgt dementsprechend in einem quasi dichten System. Trotzdem werden sowohl zum Lenzen der Baugrube als auch im Rahmen der Restwasserhaltung Wassermengen gefördert.

##### ***Lenzen der Baugrube:***

Beim Aushub der kontaminierten Böden aus der gesättigten Bodenzone ohne vorangegangene Entwässerung würde das im Porenraum vorhandene Grundwasser teilweise mit gefördert. Hierdurch würde der Boden einen höheren Wassergehalt als bei normaler Erdfeuchte aufweisen, er wäre so nicht in normalen Fahrzeugen transportierbar und müsste entweder auf der Baustelle entwässert werden, wozu spezielle Flächen angelegt sowie das Wasser aufgefangen und gereinigt werden müsste oder alternativ müsste der Boden in speziellen wasserdichten Containermulden transportiert werden.

Der Großteil des Porenwassers würde in der Baugrube verbleiben und hier einen offenen Wasserkörper oberhalb des noch auszuhebenden Bodens bilden. Ein weiterer Bodenaushub müsste dann unter Wasser erfolgen. Das ist zwar grundsätzlich möglich, würde aber für den weiteren Aushub eine zusätzliche Vernässung bedeuten. Außerdem wäre eine Sanierungsbegleitung des Aushubs praktisch nicht mehr möglich.

Insofern ist das Fördern des Baugruben- und Grundwassers aus der Baugrube vor Bodenaushub in der gesättigten Zone zwingend erforderlich.

##### ***Restwasserhaltung:***

Weder die Spundwand noch die Geschiebemergelsohle sind völlig wasserdicht. Durch beide „Dichtungselemente“ kommt es zu Restwasserzutritten in die Baugrube. Dieser Zutritt wird mit zunehmender Absenktiefe in der Baugrube größer, da die benetzte Fläche der Wand und der Fließgradient zunehmen.

Darüber hinaus sind die Niederschlagsmengen, die in die Baugrube gelangen, ebenfalls zu fördern.

Die anstehenden heterogenen Aufschüttungen sind wegen ihrer Durchlässigkeit nicht vollständig durch Schwerkraft zu entwässern. Im Geschiebemergel ist grundsätzlich eine offene Wasserhaltung einzurichten. Die Entwässerung innerhalb der Baugrube kann daher nur durch eine Kombination aus offener und geschlossener Wasserhaltung erreicht werden, die mit fortschreitendem Aushub in größeren Tiefen anzuordnen ist.

Zu Vorbemessungen der Restwasserhaltung für den Kontaminationsschwerpunkt A wird auf das Sanierungskonzept **[U 6]** sowie das **Kapitel 5.4.2** verwiesen.

#### **5.3.11.2 Kontaminationsschwerpunkte B und C**

Im Bereich der Kontaminationsschwerpunkte B und C befinden sich nur Teile der Kontaminationen in der gesättigten Zone. Ein Aushub im Schutz eines wasserdichten Verbaus ist hier daher nach dem derzeitigen Planungsstand nicht wirtschaftlich.

Es soll ein Aushub mit einer geböschten Baugrube erfolgen. Begleitend ist eine geschlossene Wasserhaltung vorgesehen, die so dimensioniert wird, dass die Grundwasserströmung auch bei ungünstigen Strömungsverhältnissen im oberen Grundwasserleiter immer zur Baugrube und damit zu den Entnahmeeinrichtungen gerichtet ist. Hierdurch wird ein Schadstoffaustrag über den Grundwasserpfad während des Bodenaushubs unterbunden.

Zu Vorbemessungen der Wasserhaltung für die Kontaminationsschwerpunkte B und C wird auf das Sanierungskonzept **[U 6]** sowie **Kapitel 5.4.2** verwiesen. Die prognostizierten Absenktrichter sind im **Plan 305** dargestellt.

#### **5.3.12 Wasserreinigung**

Das Wasser im oberen nichtabgedeckten Grundwasserleiter 1 (GWL 1), das im Rahmen des Bodenaustausches in den Kontaminationsschwerpunkten zu fördern ist, ist mit organischen Schadstoffen wie PAK (flächig) sowie im Kontaminationsschwerpunkt A zusätzlich mit BTEX, Phenolen und MKW verunreinigt. Die anfallenden Wassermengen (**Kapitel 5.4.2**) sind allerdings zu hoch, um einen laufenden Abtransport des kontaminierten Wassers mit anschließender ex-situ-Reinigung bzw. Entsorgung durchzuführen.

Daher ist eine on-site-Reinigung mit einer mobilen Anlage erforderlich, um eine Direkteinleitung in das Werftbecken (**Kapitel 5.3.13**) vornehmen zu können.

Im Rahmen des Monitorings der Altlasten im Zeitraum März 2021 bis Januar 2022 wurden neben den o. g. Schadstoffparametern noch weitere Grundwasserparameter wie z.B. Eisen, Nitrat und Nitrit analysiert **[U 8]**, die zur Planung der Grundwasserreinigungsanlage herangezogen werden können.

Für die Reinigung ist wegen der verschiedenen physikalischen Eigenschaften der Kontaminanten eine mehrstufige Anlage vorzusehen.

Es ist vorgesehen, die Aufbereitung des Baugruben- und Grundwassers im Rahmen der Sanierungsmaßnahme funktional auszuschreiben. Die Anlagenkomponenten sind durch den AN Sanierung so zu dimensionieren, aufeinander abzustimmen und zu betreiben, dass das geplante Durchsatz- bzw. Fördervolumen sichergestellt und die zulässigen Konzentrationen für eine Direkteinleitung eingehalten werden.

#### Anlagenleistung und Betriebszeit

- maximale Durchsatzleistung und Auslegung der Anlage für den Dauerbetrieb auf Grundlage der Prognose der anfallenden Wassermengen gemäß **Tab. 14** in **Kapitel 5.4.2** sowie der nachfolgenden Wassermengenberechnung im Rahmen der Ausführungsplanung
- Verfügbarkeit > 95 % während des Bodenaustausches

#### Anlagensicherheit und Anlagenausrüstung

- witterungsgeschützte Aufstellung der Anlagenkomponenten in einem oder mehreren Containern
- Wintersicherung der Anlagen und Ablaufleitung beim Betrieb der Anlagen in Wintermonaten
- Ausrüstung der Anlage nach Industriestandard
- Einsatz von Standardkomponenten als Anlagenbauteile (sofern verfügbar)
- Beschilderung aller Anlagenkomponenten (Behälter, Maschinen, Armaturen, Leitungen) im Container

#### Personaleinsatz und Überwachung durch die ausführende Firma

- Betreuung der Anlage sowie regelmäßige Kontrolle und Wartung der Einrichtungen an sämtlichen Betriebstagen einschl. Wochenenden und Feiertagen
- Überwachung der Einleitung und der Einhaltung der Einleitwerte



### Verfahrenstechnik

Auf Grundlage der angetroffenen Schadstoffe und insbesondere dem rel. hohen Anteil von BTEX im Kontaminationsschwerpunkt A im Grundwasser wird folgende Konfiguration als Vorzugsvariante abgeleitet:

1. Vorlagebehälter und Rückspülbehälter (mind. 30 m<sup>3</sup> - 40 m<sup>3</sup>)
2. Sand-/Kiesfilter für Enteisung (optional)
3. ein- bis zweistufige Stripkolonne
4. Wasseraktivkohlefilter
5. katalytische Oxidation mit Luftvolumenstrom (optional)
6. Polzeifilter für Wasser

Um einen möglichst gleichmäßigen Anlagenbetrieb zu gewährleisten, wird das geförderte Baugruben- und Grundwasser in einen Vorlagebehälter (Größe 30 m<sup>3</sup> - 40 m<sup>3</sup>) geleitet, um gleichzeitig Konzentrationsspitzen zu kompensieren. Der Vorlagebehälter dient auch zum Absetzen von Feinkorn. Nach der Sedimentation des Feinkorns wird das über dem Bodensatz anstehende Wasser dosiert der Reinigungsanlage zugeführt. Der Bodensatz im Vorlagebehälter wird am Ende der Maßnahme oder bei Erfordernis auch zwischenzeitlich mittels Saugwagen aus dem Container abgeführt und entsorgt. Dafür sind erfahrungsgemäß Sammelentsorgungsnachweise zertifizierter Entsorgungsunternehmen ausreichend.

Die Notwendigkeit zur optional vorgesehenen Enteisung hängt von der konkreten Anlagenkonfiguration des Bieters ab. So gibt es KatOx-Anlagen, die keiner vorherigen Enteisung bedürfen.

Aus Sicherheitsaspekten ist mindestens ein Polzeifilter für den Wasserstrom erforderlich und zu betreiben.

Zusätzliche Maßnahmen wie Flockung und/oder Fällung bzw. Sedimentation und/oder Filtration zur Ausscheidung von Stör- und Trübstoffen wie Eisen (Eisen-II), Mangan und Calcium aber auch organischen Beimengungen können darüber hinaus erforderlich werden.

Vor Beginn des Regelbetriebs wird eine generelle Funktionsprüfung aller Aggregate und Sicherheitseinrichtungen durchgeführt. Außerdem sind vor Anlageninbetriebnahme alle wasserführenden Rohrleitungen einer Druckprüfung nach DIN EN 805:2000-03 zu unterziehen und diese zu dokumentieren.

An der Anlage sind entsprechende Entnahmeeinrichtungen vorzusehen, um den Reinigungserfolg nach verschiedenen Stufen prüfen zu können. Die Kontrolle der Einhaltung des Reinigungserfolges erfolgt vor der letzten Filtereinheit („Polizeifilter“).

#### Probephase und Anlagenüberwachung

Vor Beginn des regulären Reinigungsbetriebs ist an jedem neuen Einsatzort eine Probephase vorgesehen, in welcher die Reinigungsleistung der Anlage durch die Sanierungsfirma nachzuweisen ist und die erforderlichen Einstellungen und Programmierungen an der Anlage vorgenommen werden.

Dazu soll, dass das zur Einleitung kommende gereinigte Wasser im Sinne eines Probebetriebs jeweils in den ersten 3 Betriebstagen und danach im Regelbetrieb mindestens aber einmal pro Woche durch die bauausführende Firma im Anlagenzulauf und -ablauf beprobt und auf die Einleitwerte untersucht werden. Während des Probebetriebs kann ein zweiter in Reihe geschalteter Polizeifilter zum Einsatz kommen. Der zweite Polizeifilter kann nach Vorlage der ersten Analyseergebnisse und dem Nachweis der Funktionalität der Anlage während des Regelbetriebs wieder Außerbetrieb genommen werden.

Zusätzlich wird die Einhaltung der Einleitwerte im Regelbetrieb durch 14-tägige Beprobungen im Rahmen einer Fremdüberwachung (**Kapitel 6.1, 6.2**) durch den Bauherrn kontrolliert.

### 5.3.13 Direkteinleitung des gereinigten Baugrubenwassers (Direkteinleitung)

Das geförderte Baugrubenwasser wird über eine Wasserreinigungsanlage geführt und soll als Direkteinleitung in das nahe Werftbecken als Teil des Wasserkörpers „Unterwarnow“ eingeleitet werden.

Für die Direkteinleitung erfolgte eine Vorabstimmung des Parameterumfang zur Überwachung der Direkteinleitung des gereinigten Baugrubenwassers mit der zuständigen Wasserbehörde des StALU Mittleres Mecklenburg (StALU MM) [U 27].

Die im Rahmen des bisherigen Grundwassermonitorings für die relevanten Parameter erhobenen Daten zu den Stoffkonzentrationen im Grundwasser sind in der nachfolgenden **Tab. 10** aufgeführt. Noch fehlende Daten werden im Zuge des weiteren Planungsprozesses und zur Vorbereitung der Beantragung der wasserrechtlichen Erlaubnis erhoben.

Die vorgeschlagenen Einleitzielwerte sind ebenfalls der **Tab. 10** zu entnehmen. Die Herleitung der Einleitzielwerte ist am Ende der **Tab. 10** erläutert.

Die Beantragung der wasserrechtlichen Erlaubnis erfolgt in einem eigenständigen Erlaubnisverfahren bei der Wasserbehörde des StALU MM [U 27].

**Tabelle 10: Parameterumfang Analytik und Einleitzielwerte**

Parameterumfang	Einheit	Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen 2022			OGewV ZHK-UQN Anlage 8, Spalte 7 *	GFS LAWA 2016	Anhang 1 Abwasserverordnung - AbwV	Einleitzielwert **
		Min.	Max.	Mittelwert				
Temperatur		5,7	16,4	10,9	k. A. ***	k. A.	k. A.	----
pH-Wert		6,8	7,6	7,2	k. A.	k. A.	k. A.	<b>6,5 - 9,5</b>
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	578	16.660	3.365	k. A.	k. A.	k. A.	----
CSB	mg/l	n. u.	n. u.	n. u.	k. A.	k. A.	75	<b>75</b>
BSB5	mg/l	n. u.	n. u.	n. u.	k. A.	k. A.	15	<b>15</b>
DOC	mg/l	3,6	28,0	16,5	k. A.	k. A.	k. A.	-----
Absetzbare Stoffe	ml/l	n. u.	n. u.	n. u.	k. A.	k. A.	k. A.	-----
Sulfat	mg/l	2,8	771,0	75,0	k. A.	250	k. A.	<b>250</b>
Eisen	mg/l	0,2	15,0	3,8	k. A.	k. A.	k. A.	-----
Mangan	mg/l	n. u.	n. u.	n. u.	k. A.	k. A.	k. A.	-----
<b>Nährstoffe</b>								

Parameterumfang	Einheit	Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen 2022			OGewV ZHK-UQN Anlage 8, Spalte 7 *	GFS LAWA 2016	Anhang 1 Abwasser- verordnung - AbwV	Einleitziel- wert **
		Min.	Max.	Mittel- wert				
Phosphor, gesamt	mg/l	n. u.	n. u.	n. u.	k. A.	k. A.	1	1
Stickstoff, gesamt	mg/l	< 0,01	1,1	0,2	k. A.	k. A.	13	13
Ammonium-N	mg/l	n. u.	n. u.	n. u.	k. A.	k. A.	10	10
<b>Schwermetalle</b>								
Blei	µg/l	<1,0	6,5	3,1	14	1,2	k. A.	14
Cadmium	µg/l	<0,3	<0,3	<0,3	0,45	0,3	k. A.	0,45
Kupfer	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	k. A.	5,4	k. A.	5,4
Nickel	µg/l	<1,0	5,8	1,9	34	7	k. A.	34
Quecksilber	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	0,07	0,1	k. A.	0,07
Zink	µg/l	1,3	76,0	11,4	k. A.	60	k. A.	60
<b>Industrielle Schadstoffe</b>								
MKW	µg/l	< 100	240	109	k. A.	100	k. A.	100
BTEX	µg/l	<0,5	193,7	9,1	k. A.	20	k. A.	20
Benzol	µg/l	< 0,50	170,0	134,5	50	1	k. A.	50
Naphthalin	µg/l	< 0,01	1.300	35,6	130	2	k. A.	130
Anthracen	µg/l	< 0,01	0,25	0,07	0,1	0,1	k. A.	0,1
Fluoranthen	µg/l	< 0,01	34	1,2	0,12	0,1	k. A.	0,12
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	0,08	0,02	0,027	0,01	k. A.	0,027
Ben- zo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	0,08	0,016	0,017	0,03	k. A.	0,017
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	0,04	0,012	0,017		k. A.	0,017
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	< 0,01	0,04	0,015	0,0082	0,002	k. A.	0,0082
Summe PAK15 ohne Naphthalin	µg/l	< 0,01	89,2	6,8	k. A.	0,2	k. A.	0,2
Phenole	µg/l	< 10	570	28	k. A.	8	k. A.	8

\* - GFS – Geringfügigkeitsschwellenwerte nach LAWA (2016), Tabellen Anhang 2 Teil 1 - Anorganische Parameter und Anhang 2 Teil 2 Organische Parameter [U 16]

\*\* Einleitzielwerte für Parameter gemäß OGewV, Anlage 8, Tabelle 2, Spalte 7. Wird kein ZHK-Wert angegeben wurden die überwiegend human- und ökotoxikologisch abgeleiteten Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) der LAWA Tabellen Anhang 2 Teil 1 - Anorganische Parameter und Anhang 2 Teil 2 Organische Parameter [U 16] 2016 oder Werte aus der Abwasserverordnung (AbwV) [U 26] herangezogen.

\*\*\* - k. A. = keine Angabe

\*\*\*\* n. u. = nicht untersucht

Die Einhaltung der Einleitwerte wird in der Probephase und im Regelbetrieb durch regelmäßige Beprobungen am Ablauf der Reinigungsanlage (vor dem Polzeifilter) sowohl durch die bauausführende Firma als auch im Rahmen einer Fremdüberwachung durch die Fachbauleitung kontrolliert (**Kapitel 5.3.12, Kapitel 6.1, Kapitel 6.2**).

#### **5.3.14 Baugrubenverfüllung**

Für die Verfüllung der Baugruben, die im Rahmen der Bodensanierung ausgehoben werden, können sowohl grobkörnige als auch gemischtkörnige Erdstoffe verwendet werden, die nachfolgende Anforderungen erfüllen.

- grobkörnige Böden nach DIN 18196
- Feinkornanteil < 5%,
- $C_U > 3$ ;
- Glühverlust  $V_{gl} < 2\%$
- Materialwerte BM-0, Bodenart Sand gemäß Anlage 1, Tabelle 3 EBV [**U 14**]

Sollte ein Einbau der Böden unter Wasser erfolgen, wird ein  $C_U$  von  $3 < C_U < 6$  empfohlen.

Die v. g. Erdstoffe sind entsprechend der Regelung der ZTVE-StB lagenweise einzubauen und zu verdichten. Der Einbau erfolgt in Schichtlagen von max. 0,5 m. Es ist ein Verdichtungsgrad von  $D_{PR} \geq 100\%$  nachzuweisen.

Oberhalb des Wasserspiegels ist ein ausreichender Verdichtungsgrad durch Verdichtungsprüfungen nach DIN 18125 nachzuweisen. Unterhalb des Wasserspiegels ist der Nachweis einer ausreichenden Lagerungsdichte mittels Druck- bzw. Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476-2 und 3 zu erbringen.

Beim Bodenaushub anfallende nichtbelastete Auffüllungen sind überwiegend bodenmechanisch nicht für eine Verfüllung geeignet, so dass im Wesentlichen Fremdböden eingebaut werden.

Die entsprechenden bodenmechanischen und umweltchemischen Eignungsprüfungen für den anzuliefernden Austausch-/Füllboden sind durch die ausführende Firma rechtzeitig vor Einbau der Böden der Fachbauleitung zur Prüfung und Freigabe vorzulegen.

### 5.3.15 Unterirdischer Abbruch von Gebäuden und baulichen Anlagen sowie der Oberflächenbefestigung

Der unterirdische Abbruch von Gebäuden und baulichen Anlagen sowie die Aufnahme der Oberflächenbefestigungen außerhalb der Kontaminationsschwerpunkte A, B und C soll sich unmittelbar an die Bodensanierungsmaßnahmen in den vorgenannten Kontaminationsschwerpunkten anschließen.

Der Aushub kontaminierter Auffüllungen und Böden mit Schadstoffgehalten oberhalb der projektspezifische Sanierungszielwerte, die noch im Bereich für den unterirdischen Abbruch von Gebäuden und baulichen Anlagen angetroffen werden, wurde als Teilsanierungsziel 2 (TSZ 2) in den vorliegenden Sanierungsplan aufgenommen (**Kapitel 4.3**).

Die Größe des Bereiches für den unterirdischen Rückbau und die Aufnahme der Oberflächenbefestigungen ergibt sich gemäß **Tab. 11** zu 49.900 m<sup>3</sup>. Die Lage ist im **Plan 301** dargestellt.

**Tabelle 11: Anteil der Sanierungs- und Rückbauflächen im Sanierungsgebiet**

Fläche	Gesamtgröße lt. Plan 301 (gerundet) [m <sup>2</sup> ]
Kontaminationsbereich A	18.000
Kontaminationsbereich B	3.000
Kontaminationsbereich C	900
Gebietsrand Kaikante	8.500
Unterirdischer Rückbau und Aufnahme der Oberflächenbefestigungen	49.900
<b>Gesamtfläche Sanierungsgebiet</b>	<b>80.300</b>

Für das baubegleitende Überwachungs- und Untersuchungskonzept für zusätzliche Bodenuntersuchungen unterhalb von ehemaligen Bestandgebäuden und der Oberflächenbefestigung ist eine Rasterbeprobung der Rückbaufläche vorgesehen. Die Einteilung der Rasterflächen erfolgt in Anlehnung an die Standortuntersuchungen und die Sanierungsuntersuchung und ist im **Plan 308** dargestellt. Danach ergibt sich eine Größe der Raster zu 30 m x 30 m bzw. 40 m x 40 m.

Die Einteilung der Raster folgt damit auch der Empfehlung der bislang gültigen LAGA TR Boden, Teil III **[U 22]** im dortigen Kapitel 2.2.

Zur Einordnung der Rasterproben wird im **Plan 308** eine horizontale und vertikale Nummerierung der Raster vorgenommen.

Die Begleitung des Rückbaus sowie die organoleptische Beurteilung und Beprobung der Aushubsohlen durch erfolgt durch den Fachgutachter der Fachbauleitung.

Nach dem Erreichen der Abbruchsollltiefe erfolgt die weitere Vorgehensweise analog zur im **Kapitel 5.3.10** beschriebenen Sohlbeprobung. An der Aushubsohle unterhalb der ehemaligen Bestandsgebäude erfolgt je Raster die Entnahme von mindestens einer Bodenmischprobe und die Analyse auf den Leitparameter PAK sowie die Begleitparameter MKW und BTEX.

Bei Einhaltung der im **Kapitel 4.3** angeführten projektspezifischen Sanierungszielwerten („P-Werte“) sind die Rückbaumaßnahmen abgeschlossen.

Werden die „P-Werte“ an der Aushubsohle nicht eingehalten, so sind die betreffenden Bereiche im Sinne einer „Hot-Spot“-Sanierung auszuheben.

Im Ergebnis der Rasteruntersuchungen wird die Kartierung im **Plan 306** und **Plan 307** überprüft und fortgeschrieben.

Nach Abschluss des unterirdischen Abbruchs und von möglichen Teildekontaminationen ist das nutzungs- und grundwasserbezogene Restgefährdungspotential nach Schadstoffmenge und Fracht bei Belassung des Flächenzustands ohne Versiegelungen und ohne Flächenentwässerung aus den Ergebnissen der Rasteruntersuchungen zu ermitteln.

Art und Weise sowie Umfang einer temporären Sicherung von Teilbereichen wird, falls erforderlich, in Abhängigkeit von den tatsächlichen Verhältnissen und dem weiteren Zeitplan zur Erschließung des Geländes mit den zuständigen Bodenschutzbehörden abgestimmt. Sollte sich das Erfordernis einer temporären Sicherung bereits aus dem Bauablauf ergeben, erfolgt die Abstimmung analog.

### **5.3.16 Entsorgung (Verwertung/Beseitigung)**

#### **5.3.16.1 Abfälle / Transport / Nachweisverfahren / Dokumentation**

Die bei den geplanten Sanierungsarbeiten anfallenden Bauabfälle sind gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz KrWG unter Berücksichtigung der Nachweisverordnung NachwV ordnungsgemäß und schadlos zu verwerten bzw. zu beseitigen.

Um die Verwertung zu fördern, sind Abfälle, die aufgrund ihrer stofflichen Eigenschaften unterschiedlich zu bewerten sind, auf den Baustellen und bei den Abbruch- und Sanierungsmaßnahmen – soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar ist – getrennt zu erfassen.

Darüber hinaus sind die gefährlichen Abfälle getrennt zu erfassen und zu entsorgen. Es besteht ein Vermischungsverbot dieser Abfälle mit sonstigen Abfällen. Erfolgt ungeachtet des Verbots eine Vermischung, ist die Gesamtabfallmenge als gefährlicher Abfall zu entsorgen.

Als Bereitstellungsfläche für die zu entsorgenden nichtgefährlichen und gefährlichen Abfälle wird eine gesonderte Fläche außerhalb des eigentlichen Sanierungsgebietes als zusätzlicher Schwarz-Bereich hergerichtet (**Plan 102, Kapitel 5.3.3.6**).

Der Aushub ist auf der befestigten Fläche zu lagern und über die Dauer der Bereitstellung zum Schutz vor Witterungseinflüssen durch eine mit Sandsäcken beschwerte Folie abzuplanen.

Für den Transport zur Beseitigung gelten die gefahrgutrechtlichen Regeln für höherbelastete Böden und Baustoffe. Die Einhaltung der zulässigen max. Beladung der Transportfahrzeuge liegt in Verantwortung des AN.

Der Transport der Abfälle zur Beseitigung hat durch Unternehmen zu erfolgen, die im Besitz einer gültigen Genehmigung zum Einsammeln und Befördern von Abfällen nach § 49KrW-/AbfG sind.



Die Entsorgung und Abfallnachweisführung von gefährlichen Abfällen findet über das elektronische Abfallnachweisverfahren (eANV) entsprechend der Verordnung über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen statt. Erforderliche Entsorgungsnachweise für das Begleitscheinfahren werden auf der Grundlage der Ergebnisse der Deklarationsanalysen (**Kapitel 5.3.14.3**) vom Abfallerzeuger (Antragsteller) oder durch einen von ihm Bevollmächtigten (z. B. Fachbauleitung) erstellt.

Für nichtgefährliche Abfälle, für die das elektronische Nachweisverfahren nicht anzuwenden ist, sind zum Nachweis der ordnungsgemäßen Entsorgung und als Abrechnungsgrundlage Übernahmescheine und Wiegenoten durch die bauausführende Firma zu liefern.

Die Dokumentation der Abfallentsorgung als Nachweis der fachgerechten Entsorgung mit einer Darstellung der Abfallströme und Mengenbilanz ist Bestandteil der Abnahme und von der bauausführenden Firma rechtzeitig vor der Abnahme vorzulegen.

Mit der beschriebenen Nachweisführung und Dokumentation sowie den im **Kapitel 6.10** beschriebenen Dokumentationsleistungen kommt der Antragsteller als Abfallerzeuger den Dokumentationspflichten gemäß § 24 Abs. 5 nach.

Die Abfalldokumentation wird für einen Zeitraum von fünf Jahren aufbewahrt sowie nach Abschluss der Sanierungsmaßnahmen den beteiligten Fach- und Genehmigungsbehörden übergeben (**Kapitel 6.10**).

#### **5.3.16.2 Abfallrechtliche Zuordnung**

Im Rahmen der umfangreichen Standortuntersuchungen 2017/2018 **[U 3]** erfolgten die chemischen Untersuchungen der Auffüllungen und der anstehenden Böden entweder nur auf die Hauptkontaminanten PAK, MKW und BTEX jeweils im Feststoff oder auf den Mindestuntersuchungsumfang der LAGA TR Boden **[U 14]**. Die Bewertung der Ergebnisse erfolgte anhand der Zuordnungswerte (Z-Werte) der LAGA.

In der nachfolgenden Gefährdungsabschätzung **[U 4]**, der Machbarkeitsstudie **[U 5]** sowie dem Sanierungskonzept **[U 6]** wurden ebenfalls die Zuordnungswerte (Z-Werte) herangezogen.

Am 01. August 2023 tritt die Mantelverordnung **[U 14]** zwei Jahre nach ihrer Verkündung in Kraft. Den Kern der Mantelverordnung bilden die Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV, EBV) und die Novellierung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV). Mit der Ersatzbaustoffverordnung verliert die LAGA ihre Gültigkeit.

Die geläufigen Einbauklassen 0, 1 und 2 der LAGA M 20 (geregelt über die Zuordnungswerte Z0, Z1 und Z2) werden durch die Materialklassen der in der Ersatzbaustoffverordnung bezeichneten mineralischen Ersatzbaustoffe (z. B. RC-1, BM-0, BM-F1 etc.) ersetzt (Klassifizierung nach § 11 EBV bzw. für nicht aufbereitetes Bodenmaterial und nicht aufbereitetes Baggergut nach § 16 EBV) **[U 21]**.

Neben den Materialwerten zur Ermittlung der Materialklassen werden für die verschiedenen Ersatzbaustoffe auch die für deren Verwertung zulässigen Einbauweisen (in Anlehnung an die Einbauweisen im Straßenbau (siehe Anlage 2 EBV) sowie spezifische Bauweisen der Deutschen Bahn (siehe Anlage 3 EBV) dargestellt **[U 21]**.

Für die Feststoffwerte ist eine Übertragung vorhandener LAGA-Untersuchungen auf die Materialklassen der EBV möglich.

Da Überschreitungen der Zuordnungswerte der LAGA im vorliegenden Projekt ausnahmslos auf die Ergebnisse der Feststoffanalytik für die Parameter PAK, MKW und BTEX zurückzuführen sind, kann eine Übertragung dieser Ergebnisse auf die Materialklassen der EBV zur Fortschreibung des laufenden Projektes und zur Planung der Entsorgung vorgenommen werden.

Daher werden sowohl im vorliegenden Erläuterungsbericht als auch in den beigefügten Planunterlagen sowohl die Zuordnungswerte der LAGA als auch die Materialklassen der EBV unter Bezugnahme auf die Ergebnisse der Feststoffanalytik für die Parameter PAK; MKW und BTEX ausgewiesen.

Der Bezug zwischen den Zuordnungswerten (Z-Werten) der LAGA und den Materialwerten der EBV für den standorttypischen Leitparameter PAK und die Begleitparameter MKW und BTEX sind in der nachfolgenden **Tab. 12** dargestellt.

Die Deklaration der Aushubmaterialien zur Festlegung des Entsorgungsweges im Rahmen der Baumaßnahme erfolgt dann auf der Grundlage von Haufwerksbeprobungen unter Berücksichtigung des Parameterumfanges der EBV bzw. der Anforderungen des Entsorgers (**Kapitel 5.3.16.3**).

**Tabelle 12: Vergleich Zuordnungswerte (Z-Werte) der LAGA mit den Materialwerten der Ersatzbaustoffverordnung (EBV)**

Parameter		Zuordnungswerte (Z) LAGA TR Boden			Ersatzbaustoffverordnung Materialwerte für Bodenmaterial ErsatzbaustoffV Anlage 1, Tabelle 3 und Tabelle 4				Konzentrationsgrenze für gefährliche Abfall nach Anhang III der Abfall- RahmenRL
		Z 0 Sand	Z 1	Z 2	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	
MKW C10-C22 (C10-C40)	mg/kg TS	100	300 (600)	1.000 (2000)	300 (600)	300 (600)	300 (600)	1.000 (2.000)	1.000 (2.500) <sup>1)</sup>
BTEX		1	1	1	1	1	1	1	1.000
Σ PAK <sub>16</sub> (EPA)	mg/kg TS	3	3 (9)	30	6	6	9	30	100 <sup>2)</sup>
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,3	0,9	3	-	-	-	-	50

<sup>1)</sup> Weist der Abfallerzeuger nach, dass der Abfall keine karzinogenen KW enthält, liegt die Konzentrationsgrenze bei 2.500 mg/kg

<sup>2)</sup> Bewertung gemäß (Norddeutsches Entsorgungskonzept vom 18.02.2000

Bei der Bodensanierung fallen überwiegend aufgefüllte Böden (Bauschuttreste < 10 Vol.%) bzw. Baustoff-Boden-Gemische (Bauschuttanteil > 50 Vol.%), teilweise bindige Geschiebeböden (Geschiebelehm und Geschiebemergel) sowie untergeordnet gewachsene Sande und organische Böden als Aushubmaterial an.

Grundsätzlich ergibt sich aus der Unterlage **[U 6]** folgende abfallrechtliche Zuordnung der auszubauenden Böden, die um die Zuordnung zu den Materialwerten der EBV (EBV) erweitert wurde (**Zuordnungswerte LAGA / Materialwert EBV**):

<b>&gt; Z 2 / &gt; BM-F3</b>	Auffüllung, Boden (PAK ≥ 100 mg/kg TS)	AVV-Schlüssel 17 05 03*
<b>&gt; Z 2 / &gt; RC-3</b>	Auffüllung / Bauschutt (PAK ≥ 100 mg/kg TS)	AVV-Schlüssel 17 01 06*
<b>&gt; Z 2 / &gt; BM-F3</b>	Auffüllung, Boden (PAK ≤ 100 mg/kg TS)	AVV-Schlüssel 17 05 04
<b>&gt; Z 2 / &gt; RC-3</b>	Auffüllung / Bauschutt (PAK ≤ 100 mg/kg TS)	AVV-Schlüssel 17 01 07
<b>Z 2 / BM-F3</b>	Auffüllung, Boden	AVV-Schlüssel 17 05 04
<b>Z 2 / &gt; RC-3</b>	Auffüllung / Bauschutt	AVV-Schlüssel 17 01 07
<b>Z 2 / RC-3</b>	Auffüllung / Bauschutt	AVV-Schlüssel 17 01 07
<b>Z 1 / BM-F2</b>	Auffüllung, Boden	AVV-Schlüssel 17 05 04
<b>Z 1.2 / RC-2</b>	Auffüllung, Bauschutt/Recycling	AVV-Schlüssel 17 01 07
<b>Z 1.1 / RC-1</b>	Auffüllung, Bauschutt/Recycling	AVV-Schlüssel 17 01 07
<b>Z 0 / BM-F0*</b>	Sand / Geschiebelehm und -mergel	AVV-Schlüssel 17 05 04

Ferner ist beim unterirdischen Rückbau und der Aufnahme der Oberflächenbefestigungen im Bereich der Kontaminationsschwerpunkte mit folgenden weiteren Abfällen, entsprechend den AVV-Schlüsseln zu rechnen:

- 17 01 06\*      Gemische aus oder getrennte Fraktionen von Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, die gefährliche Stoffe enthalten
- 17 01 07      Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 01 06 fallen
- 17 04 07      gemischte Metalle
- 17 02 04\*      Holzschwellen (Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten)
- 17 03 02      Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen
- 17 05 08      Gleisschotter mit Ausnahme desjenigen, der unter 17 05 07 fällt
- 17 09 03\*      sonstige Bau- und Abbruchabfälle (einschließlich gemischter Abfälle), die gefährliche Stoffe enthalten
- 17 09 04      sonstige Bau- und Abbruchabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 09 01\*, 17 09 02\*, 17 09 03\* fallen

Eventuell vorhandene Produktionsrückstände wurden bislang noch nicht untersucht. Es ist aber davon auszugehen, dass es sich überwiegend um teeröhlhaltige Produkte und damit um Produkte mit hohen PAK- und MKW-Konzentrationen handelt.

Die Bereitstellung der verschiedenen Abfälle erfolgt unter Bezugnahme auf § 24, Abs. 1 EBV sortenrein auf den dafür vorgesehenen Bereitstellungsflächen (**Plan 301**).

### **5.3.16.3    Deklaration / Zuweisung / Entsorgung**

Hinsichtlich der Beschaffenheit der Aushubböden liegen Untersuchungsergebnisse der Standortuntersuchungen [**U 3, U 10, Anlage 1**] sowie drei orientierende Deklarationsanalysen nach Deponieverordnung aus dem Jahr 2022 [**U 10, Anlage 1**] vor. Diese sind für die Erstellung von Entsorgungsnachweisen nicht mehr verwertbar.

Die Erstellung aktueller Deklarationen des Aushubmaterials erfolgt im Zuge von Haufwerksbeprobungen unter Berücksichtigung der Vorerkundung

- für Aushubböden auf der Grundlage des Parameterumfangs der EBV **[U 13]** für BM-F0\* gemäß Anlage 1 Tabelle 3 EBV sowie zzgl. BTEX (Tabelle 4),
- für mineralischen Aushub nach dem Parameterumfang EBV **[U 13]** für RC 1 bis RC 3 gemäß Anlage 1 Tabelle 1 EBV und /oder
- nach den Annahmekriterien (z. B. Untersuchungsumfang nach Deponieverordnung) der vorgesehenen Abfallentsorgungsanlagen, die im Zuge des Ausschreibungsprozesse abgefordert werden.

Die Deklaration der Haufwerke hat baubegleitend durch die bauausführende Firma oder den Fachgutachter gemäß den Anforderungen der LAGA PN 98 und in Abstimmung mit dem Entsorgungsbetrieb zu erfolgen. Die zu entnehmende Probenmenge und die Anzahl der zu analysierenden Laborproben ergibt sich gemäß LAGA PN 98, Tabelle 2, in Abhängigkeit von der Größe der Haufwerke.

Ferner regelt nunmehr auch die Mantelverordnung **[U 13]** bundeseinheitlich und rechtsverbindlich die Probenahme von Böden sowohl im Rahmen der Vorerkundung als auch bei der Baumaßnahme selbst. Danach ist die Probennahme von einer nach DIN EN ISO/IEC 17025 oder DIN EN ISO/IEC 17020 akkreditierten Untersuchungsstelle durchzuführen.

#### **ErsatzbaustoffV § 14 - Untersuchungspflicht**

1. Erzeuger und Besitzer haben nicht aufbereitetes Bodenmaterial und nicht aufbereitetes Baggergut, das in ein technisches Bauwerk eingebaut werden soll, unverzüglich nach dem Aushub oder dem Abschieben auf die zur Bestimmung einer Materialklasse erforderlichen Parameter der Anlage 1, Tabelle 3 von einer Untersuchungsstelle nach Maßgabe des § 8, Absatz 1, Satz 1 bis 6 und Satz 8 und 9, § 8, Absatz 4 und § 9, Absatz 1 und Absatz 3 bis 5 untersuchen zu lassen.

Ergebnisse aus einer in situ-Untersuchung können verwendet werden, sofern sich die Beschaffenheit des Bodens zum Zeitpunkt des Aushubs oder des Abschiebens, insbesondere aufgrund der zwischenzeitlichen Nutzung, nicht verändert hat.

### ***Aushubböden***

Bei der Bodensanierung fallen überwiegend aufgefüllte Böden (Bauschuttreste < 10 Vol.%) bzw. Baustoff-Boden-Gemische (Bauschuttanteil > 10 Vol.%), teilweise bindige Geschiebdeböden (Geschiebelehm und Geschiebemergel) sowie untergeordnet gewachsene Sande und organische Böden als Aushubmaterial an.

Belastete Aushubböden mit der LAGA-Zuordnung > Z 2 / > BM-F3 nach EBV müssen als gefährlicher oder nichtgefährlicher Abfall beseitigt werden. Ein Einbau in technischen Bauwerken mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen ist nicht mehr möglich. Als Entsorgungsanlagen kommen grundsätzlich mikrobiologische Bodenbehandlungsanlagen, Verbrennung, Bodenwäsche sowie Deponien in Betracht.

Beim Bodenaushub anfallende nicht- oder geringbelastete Auffüllungen und bindige sowie organische Aushubböden sind bodenmechanisch nicht für eine Verfüllung oder den Einbau in ein technisches Bauwerk geeignet, so dass im Wesentlichen für diese Aushubböden als Entsorgungswege Bodendeponien oder in Ausnahmefällen Aufbereitungsanlagen in Frage kommen.

Da die nicht- oder geringbelasteten Aushubböden nicht für den Einbau in ein technisches Bauwerk in Frage kommen, entfällt zwar zunächst grundsätzlich die o.g. Untersuchungspflicht gemäß EBV § 14, Abs. 1 und damit nachfolgend die Pflichten des Erzeugers und Besitzers nach den §§ 14 bis 17.

Unabhängig davon, sind die Bodenhaufwerke zur Feststellung der Schadstoffbelastung und Festlegung der Entsorgungswege wie oben beschrieben zu untersuchen. Der Nachweis zur Erfüllung der Anforderung an eine Untersuchungsstelle gemäß EBV sowie der Sachkunde für die Probennahme gemäß PN 98 sind im Projekt Grundlage für die in-situ Beprobung von Böden sowie die Beprobung von Boden- und Bauschutthaufwerken.

### ***Mineralischer Aushub***

Für kontaminierte gefährliche und nichtgefährliche mineralische Aushubmaterialien (LAGA-Zuordnung > Z 2 / > RC-3 nach EBV) kommen grundsätzlich Deponien als Entsorgungsanlage in Betracht.

Nicht- bzw. geringkontaminierte mineralische Abfälle (LAGA-Zuordnung Z 1.1 bis Z 2 / RC-1 bis RC-3 nach EBV) sollen in einer externen Aufbereitungsanlage recycelt werden. Die Bau-schutthaufwerke sollen zur Feststellung der Schadstoffbelastung und Festlegung der Entsorgungswege auf die Materialwerte für RC-1 bis RC-3 gemäß Anlage 1, Tabelle 1 EBV oder den Annahmekriterien der Entsorgungsanlagen untersucht werden. Damit kommt der Antragsteller als Abfallerzeuger den Anforderungen gemäß § 24, Abs. 1 EBV nach.

Die Anforderungen an die Probennahme durch eine Untersuchungsstelle bzw. gemäß PN 98 gelten analog zu Beprobung der Aushubböden.

Mit den Untersuchungen erfolgt die Feststellung der Schadstoffbelastung und damit eine Charakterisierung der Abfälle im Sinne § 3, Abs.1 EBV. Ferner werden auf Grundlage der Ergebnisse die Entsorgungswege festgelegt.

Weitere Anforderungen aus der EBV nach den §§ 4 bis 13 (Güte- und Fremdüberwachung) entfallen für den Abfallerzeuger.

**Die geplanten Entsorgungswege sowie die Annahmekriterien der vorgesehenen Entsorgungsanlagen für die gefährlichen und nichtgefährlichen Abfälle werden im Rahmen der Ausschreibung der Sanierungsleistungen vom Bewerber abgefordert.**

#### **5.3.17      Abschlussarbeiten und Rückbau der Baustelleneinrichtung**

Die Abschlussreinigung der Geräte und Spundwandelemente erfolgt im Schwarzbereich. Die Art der Reinigung obliegt der bauausführenden Firma. Im Falle einer Nassreinigung ist das anfallende Wasser zu sammeln und über die Grundwasserreinigungsanlage abzuleiten.

Nach Abschluss der Reinigung werden die Bereitstellungsfläche, Einzäunungen sowie die S/W-Anlage und die Wasserhaltung und -reinigung rückgebaut.

Abschließend erfolgt der Abtransport der Geräte und Spundwandelemente und der Rückbau der Baustelleneinrichtung.

Die Flächen stehen danach für die Umsetzung der nachfolgenden Bau- und Erschließungsmaßnahmen zur Verfügung.

## 5.4 Fachspezifische Berechnungen

### 5.4.1 Aushubvolumina in den Kontaminationsschwerpunkten

Die auf der Grundlage des Sanierungskonzeptes [U 6] und der nachfolgenden Sanierungsuntersuchungen [U 11] ermittelten Aushubmengen sind in der nachfolgenden **Tab. 13** zusammengestellt. Erfahrungsgemäß werden sich während des Aushubs in den Kontaminationsschwerpunkten Mengenverschiebungen, insbesondere durch die weitgehend unbekannte unterirdische Bebauung, ergeben.

**Tabelle 13: Aushubvolumina in den Kontaminationsschwerpunkten**

Kontaminationsschwerpunkt	Menge [m³] (gerundet)		
	Boden	Bauschutt	Gesamt
A	66.420	7.380	73.800
B	3.240	360	3.600
C	2.480	270	2.750
<b>Summe</b>	<b>72.140</b>	<b>8.010</b>	<b>80.150</b>

Unter Bezugnahme auf die Ausführungen in **Kap.5.3.16.2** wird für die Kostenberechnung und die weiteren Planungen davon ausgegangen, dass vom Aushubvolumen in den Kontaminationsschwerpunkten etwa 98.800 t als gefährlicher Abfall den Abfallschlüsseln 17 05 03\* bzw. 17 01 06\* und etwa 44.400 t als nicht gefährlicher Abfall den Abfallschlüsseln 17 05 04 und 17 01 07 zugeordnet werden.

Die abschließende Einstufung erfolgt über die Deklaration der Aushubhaufwerke (**Kap. 5.3.16.3**).

Darüber hinaus ist beim unterirdischen Rückbau und der Aufnahme der Oberflächenbefestigungen im Bereich der Kontaminationsschwerpunkte folgenden weiteren Abfällen, entsprechend den AVV-Schlüsseln zu rechnen:



#### 5.4.2 Wassermengen

Das Sanierungskonzept [U 6] enthält die fachspezifischen Berechnungen zu den Wasserhaltungsmaßnahmen (**Kapitel 5.3.11**). Die hydraulischen Berechnungen bzw. Prognose der anfallenden Wassermengen im Rahmen der Wasserhaltungen aus [U 6] sind in der nachfolgenden **Tab. 14** enthalten.

**Tabelle 14: Prognose der anfallenden Wassermengen**

Kontaminationsschwerpunkt	Zustand	Wassermenge		
		l/s	m³/h	m³
A	Lenzen	--	--	15.600
	Restwasserhaltung	14,0	50,6	72.864
B	Absenkung	4,7	16,8	--
	Beharrung	3,9	14,0	4.030
C	Absenkung	5,1	18,5	--
	Beharrung	4,2	15,4	5.544

Die möglichen zu fördernden Wassermengen sind limitiert durch die Reinigungsleistung der nachgeschalteten Grundwasserreinigung. Die Ableitung ungereinigten Wassers wegen fehlender Reinigungskapazitäten ist auszuschließen. Für Förderspitzen, wie z.B. bei Starkregenereignissen, werden geeignete Vorlagebehälter zur Pufferung überschüssiger Wassermengen in ausreichender Zahl vorgehalten (**Kapitel 5.3.12**).

#### 5.4.3 Vorbemessung Baugrubenverbau Kontaminationsschwerpunkt A

Eine Vorbemessung des Baugrubenverbau für den Sanierungsschwerpunkt A ist in der **Anlage 3** beigelegt.

## **5.5            Genehmigungsbedarf**

### **5.5.1        Öffentlicher Straßenverkehr**

Die Zufahrtsmöglichkeit zum Baufeld sowie zum Sanierungsgebiet und zur Bereitstellungsfläche sind **Plan 304** zu entnehmen.

Eine Anbindung der Baustelle an das öffentliche Straßennetz besteht nur über die Werftallee. Bei den im Baufeld vorhandenen und genutzten Straßen handelt es sich um eine nichtöffentliche Stichstraße.

Verkehrslenkende und -regelnde Maßnahmen für die bauzeitliche Ausfahrt von und die Zufahrt auf die Werftallee und damit die Beantragung verkehrsrechtlicher Anordnung sind nicht vorgesehen

### **5.5.2        Naturschutz**

Für das Gebiet des Sanierungsplans (**Plan 102**) wird derzeit eine landschaftspflegerischer Begleitplan mit Eingriffs-Ausgleichs-Bilanz erstellt.

Die erforderlichen Rückschnitt- und Rodungsmaßnahmen an der vorhandenen Vegetation zur Baufeldfreimachung bzw. Schaffung von Baufreiheit werden unter Berücksichtigung des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) [**U 20**] aus Gründen des Artenschutzes in der Zeit vom 01. Oktober bis 28. Februar eines Jahres durchgeführt oder es ist eine Ausnahmege-  
nehmigung zu beantragen.

### **5.5.3        Wasserrechtliche Genehmigung**

Sowohl die Entnahme von Grundwasser als auch die Wiedereinleitung sind erlaubnispflichtige Handlungen im Sinne des Wasserrechtes.

Der Antrag auf Grundwasserentnahme für die baubegleitende Maßnahme zur Bodensanie-  
rung wird im Rahmen der weiteren Planungen erstellt und beim Amt für Umwelt- und Klima-  
schutz, Abt. Wasser und Boden der Hanse- und Universitätsstadt Rostock eingereicht.

Sofern sich im Rahmen des Zulassungsverfahrens des Sanierungsplans die Notwendigkeit der wasserrechtlichen Erlaubnis zur Einleitung des gereinigten Baugruben- und Grundwas-  
sers ergibt, wird diese im Rahmen der weiteren Planungen gesondert beantragt.

Nichtkontaminierte Abwässer aus der Baustelleneinrichtung (Brauchwasser, Sanitärcontainer, Schwarz-Weiß-Anlage) sowie Abwasser aus der Reifenreinigung werden gesondert in Vorlagebehältern gesammelt, direkt durch Saugwagen abgepumpt und entsorgt. Eine Reinigung und Einleitung vor Ort erfolgen nicht.

#### **5.5.4 Abfallentsorgung**

Bei der Entsorgung der gefährlichen Abfälle sind die gesetzlichen Regelungen zu berücksichtigen.

Auf Grundlage aktueller Deklarationsanalysen, die im Rahmen der Haufwerksbeprobungen der Aushubmaterialien erhoben werden, wird für die entsprechenden Entsorgungsanlagen (z. B. Bodenwäsche, Verbrennung, Deponie) ein Entsorgungsnachweis (ESN) im Rahmen des elektronischen Nachweisverfahrens durch die Fachbauleitung (**Kapitel 6.1**) als Bevollmächtigter des Antragsstellers im Zuge der Sanierungsarbeiten erstellt.

Genehmigungen im Rahmen des Zulassungsverfahrens für den vorliegenden Sanierungsplan sind nicht erforderlich.

#### **5.5.5 Beteiligung Träger öffentlicher Belange (TÖB)**

Die Beteiligung der zuständigen Behörden zu den **Kap. 5.5.1 bis Kap. 5.5.5** erfolgt durch das StALU Mittleres Mecklenburg (StALU MM). Weitere Träger öffentlicher Belange (TÖB) werden bei Bedarf durch das StALU MM einbezogen.

## **6. SANIERUNGSÜBERWACHUNG**

### **6.1 Bauleitung, Sanierungsüberwachung und -steuerung**

Die gesamte Baumaßnahme wird von einer erfahrenen Fachbauleitung (**AN Fachbauleitung**) im Auftrag des Antragstellers begleitet, die vor Ort die Abläufe auf der Baustelle koordiniert und die Schnittstelle zu den Projektbeteiligten bildet.

Die Fachbauleitung (**AN Fachbauleitung**)

- überwacht die Ausführung des Objekts auf Übereinstimmung mit den zur Ausführung genehmigten Unterlagen, dem Bauvertrag sowie den allgemein anerkannten Regeln der Technik und den einschlägigen Vorschriften,
- führt die Probenahmen für die sanierungs- und entsorgungsbegleitende Analytik als akkreditierter Probenehmer (akkreditierte Untersuchungsstelle nach DIN EN ISO/IEC 17025 oder DIN EN ISO/IEC 17020 gemäß EBV, Nachweis Sachkunde PN 98) durch
- organisiert die Entnahme der Wasserproben für die Fremdüberwachung der Wasserreinigungsanlage und des baubegleitenden Grundwassermonitorings
- führt das Entsorgungsmanagement und nimmt die Erzeugerpflichten als Bevollmächtigter des Abfallerzeugers wahr,
- wirkt bei geotechnischen Fragestellungen sowie der Prüfung von Eignungsnachweisen / Verdichtungsprüfungen (Fremdüberwachung) mit
- ist verantwortlich für die Termin- und Kostenkontrolle
- wirkt bei der Abnahme von Leistungen und Lieferungen; Überwachen der Beseitigung der bei der Abnahme der Leistungen festgestellten Mängel mit und
- führt das Bautagebuch.

Darüber hinaus übernimmt die Fachbauleitung (2. Person) die Aufgaben des Koordinators nach DGUV 101-004 für den Antragsteller (**Kapitel 6.7**).

## **6.2 Sanierungsbegleitende Probenahmen und umweltchemische Untersuchungen**

Zur Steuerung der Aushubtiefen und der Abfallentsorgung, zur Kontrolle der behördlichen Auflagen hinsichtlich der Überwachung der Wasserreinigung, für die Untersuchung von Grundwasserproben im Rahmen der Grundwassermonitorings oder die Untersuchung von Baustoffproben ist ein begleitendes chemisches Analytikprogramm erforderlich.

Darüber hinaus sind Beweissicherungsproben, Proben für Deklarationsanalytik, Wasserproben u. a. analytisch zu untersuchen, die durch die fachtechnische Begleitung entnommen wurden.

Die Analysen und gegebenenfalls spezielle Probennahmen (z. B. Pegelbeprobungen, Beprobung der Wasserreinigungsanlage im Rahmen der Fremdüberwachung, Beprobung der Umgebungsluft) sind durch ein unabhängiges Labor durchzuführen, welches die erforderlichen Nachweise zur qualitätsgerechten Versuchsdurchführung (z.B. BAM-Akkreditierung) besitzt.

## **6.3 Eignungsprüfung anzuliefernder Baustoffe**

Das bauausführende Unternehmen hat vor Anlieferung von Material Deklarationsanalysen vorzulegen. Schwerpunkt der Anlieferung ist Füllboden für den Bodenaustausch. Im **Kapitel 5.3.14** sind die Anforderungen definiert, denen die einzelnen Baustoffe genügen müssen.

Erst nach Freigabe durch die örtliche Bauüberwachung darf das Material angefahren und eingebaut werden. Eine Fremdprüfung des Liefermaterials erfolgt nur bei Verdacht auf Abweichung von den Lieferanforderungen.

## **6.4 Vermessungsleistungen**

Vermessungsleistungen sind im Rahmen der Bauvorbereitung zur Absteckung der Kontaminationsschwerpunkte, der Spundwandtrassen, zur Rasterabsteckung sowie zu Abrechnungszwecken erforderlich und werden vom bauausführenden Unternehmen unter Aufsicht der Fachbauleitung durchgeführt.

Gemäß § 3, Nr. 2 VOB/B ist das Abstecken der Hauptachsen der baulichen Anlagen, ggf. der Grenzen des zu bebauenden Grundstücks sowie das Schaffen der notwendigen örtlichen Höhenfestpunkte dem Auftraggeber zugeordnet.

## **6.5      Beweissicherung**

Gesonderte Beweissicherungsmaßnahmen für Gebäude und Straßen sind vor dem Hintergrund der vollständigen Baufeldfreimachung und Neuerschließung im Rahmen der Umsetzung der Maßnahmen des Sanierungsplans nicht vorgesehen.

## **6.6      Havarieplan zum vorsorgenden Gewässerschutz**

Die gewerbliche Nutzung als Werftgelände im Bereich des Sanierungsplangebietes begann 1895 mit der Einrichtung der „Imprägnieranstalt Julius Rütgers“. Bis Anfang der 1990er Jahre erfolgte im Bereich der jeweiligen Nutzungen der Umgang mit und die Lagerung von z. T. wassergefährdenden Stoffen, die durch Handhabungsverluste, Leckagen aber auch die Kriegszerstörungen in den Untergrund gelangt sind.

Im Rahmen der beschriebenen Sanierungsmaßnahmen werden die in den Untergrund eingedrungenen z. T. wassergefährdenden Stoffe durch den Bodenaushub und die Grundwasserentnahme wieder aus dem Untergrund entnommen.

In einem Havarieplan sollen Maßnahmen zur Verhinderung sowie zu ergreifenden Maßnahmen im Falle eines unkontrollierten Austritts von wassergefährdenden Stoffen im Zusammenhang mit den Sanierungsmaßnahmen zum Schutz des Oberflächengewässers geregelt werden. Zusätzlich sind auch Maßnahmen im Hinblick auf besondere Hochwasserlagen zu prüfen.

Der Havarieplan wird vor Beginn der Baumaßnahme gemeinsam durch den Bauherrn oder einem von ihm Beauftragten und die bauausführende Sanierungsfirma erstellt.

Eine mögliche Beeinträchtigung des Oberflächengewässers durch wassergefährdende Stoffe ist beim Aushub des kontaminierten Bodens, bei den Quertransporten zur Bereitstellungsfläche und beim Abtransport der kontaminierten Böden sowie bei den Wasserhaltungsmaßnahmen zu betrachten.

Maßnahmen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen im Rahmen der temporären Bereitstellung des kontaminierten Bodenaushubs werden bereits im **Kapitel 5.3.3.6** beschrieben.

Die im **Kapitel 5.3.12** beschriebene Vorgehensweise bei der Überwachung der Einleitwerte, die Ausführungen zur Anlagensicherheit und Anlagenausrüstung sowie zu ergreifende Maßnahmen vor einer Inbetriebnahme der Wasserreinigungsanlage sind Maßnahmen im Sinne eines vorsorgenden Grundwasserschutzes.

Ferner kann während der Baumaßnahme durch den Einsatz und den Betrieb von Arbeitsgeräten und Maschinen, (z. B. Bagger, Spundwandramme, Radlager, Lastkraftwagen usw.), im Falle einer Havarie, eines Unfalls oder durch Leckagen, Verschütten lokal eine begrenzte Menge an Ölen sowie Treib- und Schmierstoffen freigesetzt werden.

Die in diesem Zusammenhang zu ergreifende Maßnahmen sind wesentlich abhängig von der eingesetzten Technik und der Baustellenorganisation der bauausführenden Firma. Dieser Teil eines Havarieplans ist daher durch die bauausführende Firma zu formulieren.

Ferner sind im Havarieplan die Verantwortlichkeiten und Meldekettten im Falle eines unkontrollierten Austritts von wassergefährdenden Stoffen und einer dadurch entstehenden Gefährdung für das Oberflächengewässer festzulegen.

## **6.7 Arbeitssicherheitsplan nach DGUV Regel 101-004**

Die Arbeiten finden in kontaminierten Bereichen statt. Aus Gründen der Arbeitssicherheit wurde ein Arbeitssicherheitsplan (A+S-Plan) nach DGUV Regel 101-004 erstellt, der dem Sanierungsplan als **Anlage 4** beiliegt. Nähere Informationen zum Arbeitsschutz sind somit dieser Anlage zu entnehmen. Der A+S-Plan wird im Zuge der weiteren Planungen und während der Bauausführung fortgeschrieben.

Die Aufgaben des Koordinators nach DGUV 101-004 für den Antragsteller übernimmt der AN Fachbauleitung.

Die Arbeiten sind durch den AN beim Landesamt für Gesundheit und Soziales und der Berufsgenossenschaft einschließlich Zusammenstellung der notwendigen Unterlagen (Arbeitsplan, Betriebsanweisungen für die vorhandenen Gefahrstoffe) rechtzeitig anzuzeigen.

Auch bei der Bestellung eines Koordinators nach DGUV Regel 101-004 durch den AG bleibt die Eigenverantwortung der Sanierungsfirma für den Arbeitsschutz unberührt, d. h., diese ist eigenständig zur Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen verpflichtet. Die ständige Anwesenheit eines fachlich geeigneten Bauleiters auf der Baustelle ist sicherzustellen.

Bei der Vergabe von Aufträgen für Arbeiten in kontaminierten Bereichen hat der Auftraggeber die fachliche Eignung und Qualifikation des sich bewerbenden Auftragnehmers zu prüfen, d. h., der Auftragnehmer muss nachweisen, dass er entsprechende Erfahrung hat und über geeignetes Personal sowie die technische Ausrüstung verfügt.

Bei der Vergabe von Nachunternehmerleistungen für Arbeiten in kontaminierten Bereichen hat die ausführende Firma die fachliche Eignung und Qualifikation des sich bewerbenden Nachauftragnehmers zu prüfen, d. h., der Auftragnehmer muss nachweisen, dass er entsprechende Erfahrung hat und über geeignetes Personal sowie die technische Ausrüstung verfügt. Nachunternehmer sind bereits bei Angebotsabgabe verbindlich zu benennen.

Die durchzusetzenden Anforderungen des Arbeitsschutzes sind im A+S-Plan festgehalten. Dieser wird Teil der Ausschreibungsunterlage und somit Teile des Bauvertrages.

Werden auf der Baustelle mehrere Auftragnehmer beschäftigt, hat der Auftraggeber zusätzlich einen Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator nach BauStellV schriftlich zu bestellen. Beim Koordinator können die Aufgaben zur Koordinierung und sicherheitstechnischen Überwachung zentralisiert werden, z.B.:

- Erarbeitung arbeits- oder baustellenbezogener Betriebsanweisungen
- Durchführung der Unterweisungen
- Überwachung der Schutz- und Sicherungsmaßnahmen
- Veranlassung oder Durchführung von Gefahrstoffmessungen
- Kontrolle des Bauablaufes und terminliche Koordinierung zwischen den Einzelgewerken

Beim Arbeiten in kontaminierten Bereichen muss der Auftragnehmer u. a. folgende Verpflichtungen erfüllen:

- Ermittlung- und Überwachungspflicht
- Abgrenzung und Kennzeichnung kontaminierter Arbeitsbereiche
- Minimierung der Schadstoffexposition
- Erfassung freiwerdender Gase, Dämpfe, Stäube an der Entstehungsstelle und technische Lüftungsmaßnahmen, wenn die vollständige Erfassung nicht möglich ist
- Bereitstellung persönlicher Schutzausrüstung
- Bereitstellung von Wasch- und Umkleieräumen



- Festlegen von Verhaltensregeln
- Veranlassung der arbeitsmedizinischen Vorsorge

Der Auftragnehmer hat vor Aufnahme der Arbeiten den Arbeits- und Sicherheitsplan zu prüfen, zu aktualisieren und den Auftraggeber auf entdeckte oder vermutete Mängel hinzuweisen. Zur Vorbereitung und Durchführung der Arbeiten sind von ihm alle notwendigen Arbeitsschutzmaßnahmen zu treffen.

Unabhängig von der Bestellung eines Koordinators bleibt die Eigenverantwortung der Auftragnehmer für den Arbeitsschutz unberührt. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Baustelle von einem geeigneten Vorgesetzten (Bauleiter) zu leiten und von einer ständig anwesenden Person (Aufsichtsführender) zu beaufsichtigen.

## **6.8 Emissions- und Immissionsschutz**

### **6.8.1 Emissionen**

Das Sanierungsgebiet befindet sich auf dem Gelände des ehem. Werftgeländes südlich des Werftbeckens (**Plan 102, Plan 301**). Das gesamte Sanierungsgebiet wird zunächst als Schwarz-Bereich ausgewiesen.

Die separate Bereitstellungsfläche für die belasteten Abfälle befindet sich südwestlich des Sanierungsgebietes (**Plan 102, Plan 301**). Die Bereitstellungsfläche wird ebenfalls als Schwarz-Bereich deklariert.

Der Weiß-Bereich mit den Aufenthaltsbereichen für die auf der Baustelle tätigen Mitarbeiter der bauausführenden Firma und für Mitarbeiter weiterer durch den Antragsteller beauftragter Firmen sowie für Besucher wird zwischen dem Sanierungsgebiet und der Bereitstellungsfläche eingerichtet (**Plan 301**).

Der als **Anlage 4** beigefügte Arbeits- und Sicherheitsplan beschreibt die Gefahrenlage und benennt Schutz- und Vermeidungsmaßnahmen. Teil der Schutzmaßnahmen sind die quasi-kontinuierlichen PID-Messungen der Atmosphäre (Luft) im Weiß-Bereich (ungeschützter Aufenthalt der Mitarbeiter) sowie die PID-Messungen bei der Ausführung der Sanierungsarbeiten im Schwarz-Bereich (Sanierungsgebiet, Bereitstellungsfläche).

Unabhängig davon wird neben den bereits beschriebenen Arbeitsplatzmessungen im Weiß-Bereich und im Schwarz-Bereich mittels PID für die Bereitstellungsflächen zusätzlich für den Zeitraum der Lagerung der kontaminierten Aushubböden eine Permanentgasmessung als Überwachungssystem eingerichtet werden, welches die Emissionen von der Bereitstellungsfläche überwachen wird. Diese Maßnahme zielt insbesondere auf den Schutz der unmittelbar benachbarten sensiblen Nutzung des Geb. 35, der Wache des Marinearsenals sowie des Weiß-Bereiches.

Zudem sollen mit einem tragbaren Ex-/Ox-Messgerät die Summe explosiver Gase und der Sauerstoffgehalt in der Umgebungsluft gemessen werden. Verhaltensweisen bei Alarmwerten sind im Arbeits- und Sicherheitsplan (**Anlage 4**) beschrieben. Die Bereitstellung und Wartung der Messgeräte sowie die Durchführung der Messungen erfolgt durch die bauausführende Firma.

Kernaussagen des A+S-Plans hinsichtlich des Emissionsschutzes sind:

- Die Arbeiten im Schwarz-Bereich (Sanierungsgebiet) werden zu 100 % mit schutzbelüfteten Geräten (Kettenbagger, Radlader) ausgeführt. Sofern Tätigkeiten außerhalb schutzbelüfteter Geräte stattfinden, sind durch das hierfür eingesetzte Personal in Abhängigkeit von den Ergebnissen der permanenten Arbeitsplatzmessungen Halbmasken mit Atemschutzfilter zu verwenden.
- Die Sanierungsarbeiten werden durch ein Messprogramm begleitet. Dabei kommen PID- und Ex-/Ox-Messgeräte zum Einsatz. Die Messwerte werden arbeitstäglich ausgelesen und dokumentiert.
- Beim Anstieg der Schadstoffgehalte insbesondere in Baugruben sind die Arbeiten zu unterbrechen und es sind Maßnahmen der Bewetterung (saugend oder blasend) auszuführen, bis die Werte wieder tolerierbar sind.
- Im Bereich der Bereitstellungsfläche wird zusätzlich für den Zeitraum der Bereitstellung der kontaminierten Aushubböden eine Permanentgasmessung in Richtung sensibler Nutzungen eingerichtet.
- Im Weiß-Bereich (Baustelleneinrichtungsfläche) zwischen Sanierungsgebiet und Bereitstellungsfläche (**Plan 301**) kann grundsätzlich auf das Tragen von Schutzanzügen und Atemschutz verzichtet werden.

## **6.8.2 Immissionsschutz**

### ***Lärm***

Das Sanierungsgebiet liegt weit außerhalb der Nähe zu einer Wohnbebauung.

Lärmimmissionen gehen im Wesentlichen von den auf der Sanierungsbaustelle betriebenen Geräten sowie von den Transportfahrzeugen aus (i.W. LKW-Verkehr von / zur Baustelle). Eine Beeinträchtigung Dritter ist durch Lärmimmissionen nicht zu erwarten.

Unabhängig davon kommen nur Maschinen und Geräte zum Einsatz, die der 32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung - 32. BImSchV) entsprechen.

### ***Staub***

Staubimmissionen sind nach langen Trockenphasen möglich. Zum Unterbinden von Staubimmissionen sind durch die bauausführende Firma die befestigten Fahrwege einschl. der Zufahrt zur Werftallee ständig sauber zu halten sowie die unbefestigten Fahrwege zu bewässern. Hierfür sind entsprechende Wasservorräte vorzuhalten.

### ***Umgebungsluft/Schadstoffe***

Innerhalb des Weißbereichs sind in Abhängigkeit von der Windrichtung Geruchsbelastungen möglich. Ein Windanzeiger ist zu installieren und zu betreiben. Es gilt der Grundsatz, dass bei Geruchsbelästigungen sämtliche Türen und Fenster in den Aufenthaltscontainern geschlossen werden müssen.

Bei der Sanierungsmaßnahme entstehen Schadstoffemissionen im Wesentlichen durch die Staubbildung kontaminierter Böden und Bausubstanz und anschließender Verwehung, untergeordnet ggfs. durch das Ausgasen leichtflüchtiger Schadstoffe wie Naphthalin und Benzol.

Die Bildung von Stäuben kann durch das Anfeuchten trockener Feststoffe vermieden werden. Zusätzlich erfolgt z.B. auf der Bereitstellungsfläche eine Abdeckung, die sowohl die Austrocknung als auch das Verwehen unterbindet.

Bei dem im Boden angetroffenen Schadstoffspektrum handelt es sich überwiegend um nicht-leichtflüchtige Stoffe, die kaum in die gasförmige Phase übergehen bzw. um Stoffe, die zwar leichtflüchtig sind, aber nur eine geringe Toxizität aufweisen, wie Naphthalin.

Benzol, das sowohl leichtflüchtig als auch in der kanzerogenen Wirkung relevant ist, wurden im Boden bisher nicht in relevanten Konzentrationen nachgewiesen. Trotzdem kann das Vorhandensein im Boden zumindest bereichsweise nicht ausgeschlossen werden, da im Grundwasser der GWM 07/18 z. T. sehr hohe Konzentrationen gemessen wurden.

Bei dem Austritt der gasförmigen Stoffe in die freie Atmosphäre kommt es zunächst zu einer starken Verdünnung, die im Normalfall zu Gehalten in der Luft unterhalb der Messgrenze normaler Messverfahren führt. In Baugruben kann es allerdings zur Anreicherung der gasförmigen Schadstoffe kommen. Dieser Vorgang ist durch die messtechnische Überwachung mittels PID-Messungen zu überwachen. In Baugruben kann es allerdings zur Anreicherung der gasförmigen Schadstoffe kommen.

Beim Anstieg der Schadstoffgehalte sind die Arbeiten zu unterbrechen und es sind Maßnahmen der Bewetterung (saugend oder blasend) auszuführen, bis die Werte wieder tolerierbar sind. Es ist auch eine permanente Bewetterung möglich.

Erdbaufahrzeuge (Bagger, Radlader), die im Schwarz-Bereich (Sanierungsgebiet, Bereitstellungsfläche) arbeiten, sind generell mit Filteranlagen auszurüsten.

Eine Gefährdung von Anwohnern oder Passanten im Umkreis der Maßnahme wird wegen der vorherrschenden Windrichtung und dem bereits beschriebenen Verdünnungseffekt nicht gesehen. Trotzdem wird zusätzlich ein permanentes Überwachungssystem eingerichtet werden, welches die Emissionen von der Bereitstellungsfläche überwachen wird (**Kapitel 6.8.1**).

## **6.9 Grundwassermonitoring im Rahmen der Sanierung**

### **6.9.1 Vorbemerkung**

Während der Sanierung erfolgt die Überwachung des zu erwartenden kurzfristigen Einflusses der Sanierungsmaßnahmen auf die Schadstoffsituation im Grundwasser in den verbliebenen Grundwassermessstellen im Grundwasserleiter (GWL) 1 und GWL 2 außerhalb der Kontaminationsschwerpunkte (**Plan 202**)

Die GWM 1 und GWM 2, GWM 4 und GWM 5 sowie die GWM 8 und GWM 9 im **GWL 1** sowie die GWM 11 im **GWL 2** können für den Zeitraum der Bodensanierung erhalten werden und stehen für ein Grundwassermonitoring im Rahmen der Sanierung zu Verfügung **Kapitel 5.3.3.7**).

Davon sind die GWM 5, GWM 8 und GWM 9 sowie die GWM 11 mit einem Datenlogger zur automatischen Aufzeichnung der Wasserstände ausgerüstet. Die Datenlogger werden weiter betrieben und die Messwerte im Rahmen der Sanierung regelmäßig ausgelesen und ausgewertet.

### **6.9.2 Analytikumfang und Probenahmen**

Aus den o. g. 7 Grundwassermessstellen (GWM 1, GWM 2, GWM 4, GWM 5, GWM 8, GWM 9 und GWM 11) werden Wasserproben entnommen und die Wasserproben auf die für das Grundwasser Leit- und Begleitparameter PAK, MKW, BTEX, und Phenolindex analysiert. Bei den Probennahmen werden zusätzlich die Vor-Ort-Parameter bestimmt.

Die Grundwasserprobenahmen sowie die umweltchemischen Untersuchungen der entnommenen Grundwasserproben erfolgen durch ein akkreditiertes umweltchemisches Labor.

Die Probennahmen im Rahmen der Sanierung beginnen mit einer Nullbeprobung an den 7 Grundwassermessstellen unmittelbar vor Beginn der Sanierung und werden dann im Abstand von 3 Monaten bis zur Abnahme und Beendigung der Sanierung fortgeführt.

Ausgehend von einem Beginn der Sanierung im II. Quartal 2025 und einem Abschluss der Sanierung im I. Quartal 2026 (**Kapitel 9**) werden die Beprobungsintervalle und -zeitpunkte während der Sanierung wie folgt festgelegt:

- |                 |                   |                    |
|-----------------|-------------------|--------------------|
| 1. Messkampagne | II. Quartal 2025  | Nullbeprobung      |
| 2. Messkampagne | III. Quartal 2025 |                    |
| 3. Messkampagne | IV. Quartal 2025  |                    |
| 4. Messkampagne | I. Quartal 2026   |                    |
| 5. Messkampagne | II. Quartal 2026  | Abschlussbeprobung |

Der Zeitraum zur Durchführung der Messkampagnen wird an den Beginn der Sanierung angepasst.

#### **6.10 Sanierungsdokumentation**

Nach Abschluss der Sanierung wird eine Sanierungsdokumentation durch die Fachbauleitung mit detaillierten Ausführungen zur Chronologie der im Rahmen der Sanierung durchgeführten Maßnahmen (inkl. Begleitmaßnahmen wie Deklarationsanalytik und Entsorgung, Nachweisführung gemäß Immissionsschutz- und Arbeitsplatzmessungen, Messstellenrückbau, Dokumentation des sanierungsbegleitenden Grundwassermonitorings, Ergebnisse der Sohlbeprobungen usw.) und dem Nachweis der Sanierungsziele erstellt.

Die Sanierungsdokumentation wird nach Abschluss der Sanierung dem Auftraggeber und den beteiligten Fach- und Genehmigungsbehörden vorgelegt.

## 7. SITUATION NACH ABSCHLUSS DER SANIERUNGSMASSNAHME

Das Sanierungsziel (SZ) besteht in der nachhaltigen Gefahrenabwehr durch signifikante Verminderung des Schadstoffpotentials sowie Schadstoffnachlieferungspotentials und der Schadstoffverfrachtung in unterlagernde Sedimente und das Grundwasser (**Kapitel 4.1**). Dazu werden die kontaminierten Bodenbereiche ausgetauscht und belastetes Grundwasser gereinigt.

Im Sanierungskonzept [**U 6**] wurde die Belastungssituation im Boden für die oberen 2 m Bodenkontaminationssituation nach Abschluss der Sanierungsmaßnahme kartiert. Dem vorliegenden Sanierungsplan sind die Ergebnisse als **Plan 306** und **Plan 307** beigelegt.

Als Darstellungsform wurden die bereits zuvor im Rahmen der Gefährdungsabschätzung [**U 4**] genutzten rasterhaften Bewertungen genutzt. Die Veränderungen der Kontaminationssituation durch den Bodenaustausch wurden eingearbeitet.

Im Ergebnis der Sohlbeprobungen der Rasteruntersuchungen in Begleitung des unterirdischen Abbruchs von Gebäuden und baulichen Anlagen sowie der Oberflächenbefestigung (**Kapitel 5.3.15**) wird die Kartierung im **Plan 306** und **Plan 307** fortgeschrieben. Die Fortschreibung der Planunterlagen ist Bestandteil der Sanierungsdokumentation (**Kapitel 6.10**).

Nach Abschluss der im vorliegenden Sanierungsplan beschriebenen Maßnahmen

- Sanierung der Kontaminationsschwerpunkte sowie
- unterirdischer Abbruch von Gebäuden und Aufnahme der Oberflächenbefestigungen mit der Sanierung der dabei angetroffenen Kontaminationen

gilt die Fläche des ehem. Werftgeländes im Hinblick auf die Nachnutzung und den Grundwasserschutz als saniert. Die oberen 30 cm wurden auf der Fläche weitgehend ausgetauscht und unbelasteter Boden, der die bodenschutzrechtlichen Anforderungen erfüllt, eingebaut.

Nach Abschluss der Sanierungsmaßnahmen ist eine dauerhaft rein gewerblichen Nachnutzung des Sanierungsplangebietes vorgesehen. Dazu gehören die weitgehende Wiederherstellung des Versiegelungsgrades durch Neubebauungen, die Neuanlage von Straßen und die Neuanlage einer geordneten Niederschlagswasserfassung – und -ableitung (**Plan 108**, **Plan 109**).

## 8. NACHSORGE

Mit der Umsetzung der im vorliegenden Sanierungsplan beschriebenen Maßnahmen erfolgt eine signifikante Verminderung des Schadstoffpotentials durch die Beseitigung von Kontaminationsschwerpunkten im Boden und im Grundwasser.

Die bislang vorhandenen Messstellen im Sanierungsgebiet (**Plan 201**) müssen im Zuge der Sanierungs- und Abbruchmaßnahmen bis auf die GWM 11 zurückgebaut werden (**Kapitel 5.3.3.7**).

Über den Umfang eines nachsorgenden Grundwassermonitorings und die Errichtung neuer Grundwassermessstellen zum Nachweis des Sanierungserfolges wird nach der Umsetzung der in diesem Sanierungsplan beschriebenen Maßnahme Sanierungs- und Rückbaumaßnahmen gemeinsam mit den zuständigen Fach- und Genehmigungsbehörden entschieden.



## 9. RAHMENTERMINPLAN UND KOSTEN

### 9.1 Rahmenterminplan

Die wesentlichen Ausführungszeiträume für die Vorbereitung und Durchführung der Sanierung sind in der nachfolgenden **Tab. 15** zusammengestellt.

Ausgangspunkt bildet die Zustimmung zum Sanierungsplan. In der Folge werden die technischen Leistungen geplant, ausgeschrieben und vergeben. Der Zeitraum zwischen Zustimmung zum Sanierungsplan und dem Baubeginn zur Sanierung wird auf ca. 1 Jahr geschätzt.

Die Durchführung der im vorliegenden Sanierungsplan beschriebenen Baumaßnahmen, einschließlich des oberirdischen und unterirdischen Abbruchs und der Beseitigung von Gebäuden und baulichen Anlagen, ist derzeit innerhalb von etwas weniger als zwei Jahren geplant.

Die Baumaßnahmen sollen mit dem oberirdischen Abbruch und der Beseitigung von Gebäuden und baulichen Anlagen im III. Quartal 2024 beginnen und mit dem Rückbau der BE aus der nachfolgende Bodensanierung im I. Quartal 2026 enden.

**Tabelle 15: Ausführungszeiträume**

Vorgang	von	bis
<b>I. oberirdischer Abbruch und Beseitigung von Gebäuden und baulichen Anlagen</b>		
Planungs- und Ausschreibungsphase	IV. Quartal 2023	III. Quartal 2024
Genehmigungsphase	IV. Quartal 2023	I. Quartal 2024
Planungsphase	IV. Quartal 2023	I. Quartal 2024
Ausschreibung und Vergabe	I. Quartal 2024	III. Quartal 2024
oberirdischer Abbruch	III. Quartal 2024	II. Quartal 2025
<b>II. Bodensanierung und unterirdischer Abbruch und Beseitigung von Gebäuden und baulichen Anlagen, Aufnahme Oberflächenbefestigungen</b>		
Planungs- und Ausschreibungsphase	IV. Quartal 2023	III. Quartal 2024
Genehmigungsphase	IV. Quartal 2023	I. Quartal 2024
Planungsphase	IV. Quartal 2023	I. Quartal 2024
Ausschreibung und Vergabe	I. Quartal 2024	III. Quartal 2024
Bodensanierung und unterirdischer Abbruch	II. Quartal 2025	I. Quartal 2026

## 9.2 Kosten

Die voraussichtlichen Gesamtkosten für die Altlastensanierung im Bereich der Kontaminations-schwerpunkte A, B und C belaufen sich nach der Kostenberechnung auf rd. 26,2 Mio. Euro (netto).

Die Kosten für den oberirdischen Abbruch (Gebäude, Flächen) und unterirdischen Abbruch (Gebäudefundamente, Ver-/Entsorgungsnetze) belaufen sich nach der Kostenberechnung auf rd. 10,3 Mio. EURO (netto).

BAUGRUND STRALSUND

i. V.

Dipl.-Ing. Holger Chamier

Dipl.-Geol. Ingolf Diedrich