

Umsetzung des Generalplanes Küstenschutz in Bremen, linke Weserseite

Abschnitt 4 - Piepe bis Anschluss des Fuß- und Radweges an den
Habenhauser Deich auf Höhe
Wohnbebauung „Am Dammacker“

Machbarkeitsstudie Stadtstrecke BA 4 (Teil 2)

20.12.2024

Impressum

Auftraggeber: Die Senatorin für Umwelt, Klima und Wissenschaft, Freie Hansestadt Bremen

Auftragnehmer: **ARGE Grontmij GmbH / WES GmbH**

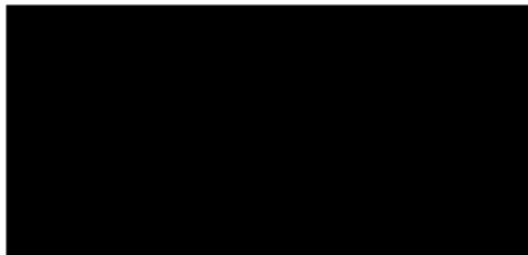
c./o. Sweco GmbH
Karl-Ferdinand-Braun-Straße 9
28359 Bremen

Bearbeitung: Im Auftrag der ARGE Grontmij GmbH / WES GmbH

WES GmbH



Sweco GmbH



Bearbeitungszeitraum: November 2021 – Dezember 2024

Projekt	Stadtstrecke BA 4
Projektnummer	71001166 (0711-21-014)
Datum	20.12.2024
Version	final
Dokumentname	241220_E-Bericht_BA 4_final_final_final.docx

Inhaltsverzeichnis

Literaturverzeichnis.....	10
1. Veranlassung und Zielsetzung	12
1.1 Veranlassung	12
1.2 Zielsetzung	14
2. Bestehende Verhältnisse	17
2.1 Lage des Planungsraumes und Geländemorphologie.....	17
2.2 Hydrologische Kennwerte	18
2.3 Hochwassergefährdung und Wasserstände	18
2.4 Vorhandener Hochwasserschutz	18
2.4.1 Beschreibung der bestehenden Hochwasserschutzanlage	18
2.4.2 Beschreibung des bestehenden Deichscharls	23
2.4.3 Notwendigkeit zur Erneuerung der Hochwasserschutzanlage	24
2.5 Stadtraum und Landschaftsbild.....	25
2.6 Nutzungen	25
2.7 Leitungen.....	25
2.8 Baugrundverhältnisse	26
2.9 Schutzgebiete.....	28
3. Grundlagen und Anforderungen der Planung	29
3.1 Grundlagen.....	29
3.2 Anforderungen an die Hochwasserschutzanlage	30
3.3 Anforderungen an die Verkehrswege des Rad- und Fußverkehrs	31
3.4 Anforderungen aus dem Bebauungsplan	34
3.5 Berücksichtigung von Erkenntnissen zum Deichschart Buntentor	34
3.6 Abstimmung mit Anliegern	35
4. Geplante Maßnahmen.....	36
4.1 Allgemeine Erläuterungen.....	36
4.2 Variante 0 – Referenzvariante	37
4.2.1 Hochwasserschutzanlage	37
4.2.2 Verkehrswege	38
4.2.3 Grünanlage und Aufenthaltsqualität	38
4.2.4 Barrierefreiheit	38
4.2.5 Oberflächenbelag	39
4.2.6 Betroffenheit von Anwohnern und Baumerhalt	39
4.2.7 Ausstattung	39
4.2.8 Beleuchtung	39
4.3 Variante 1	40
4.3.1 Hochwasserschutzanlage	40
4.3.2 Verkehrswege	41
4.3.3 Grünanlage und Aufenthaltsqualität	41
4.3.4 Barrierefreiheit	42
4.3.5 Oberflächenbelag	42
4.3.6 Betroffenheit von Anwohnern und Baumerhalt	42
4.3.7 Ausstattung	43
4.3.8 Beleuchtung	43
4.4 Variante 2	44
4.4.1 Hochwasserschutzanlage	44
4.4.2 Verkehrswege	45

4.4.3	Grünanlage und Aufenthaltsqualität	46
4.4.4	Barrierefreiheit	46
4.4.5	Oberflächenbelag	47
4.4.6	Betroffenheit von Anwohnern und Baumerhalt	47
4.4.7	Ausstattung	48
4.4.8	Beleuchtung	48
4.5	Angrenzende Freianlagen	48
4.6	Statische Vorbemessung	50
4.7	Verwendung von Baggergut im Deichbau	54
4.8	Spundwandeinbau	55
4.9	Berücksichtigung von Bestandsleitungen	55
4.10	Berücksichtigung von Kampfmitteln	55
4.11	Berücksichtigung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen	55
4.12	Arbeit der Projektgruppe und Variantenuntersuchung	56
5.	Kosten und Wirtschaftlichkeit	66
5.1	Allgemeines	66
5.2	Kostenschätzung	66
5.2.1	Übersicht der Ergebnisse der Kostenschätzung	66
5.2.2	Kosten der Freianlagen	68
5.3	Dynamische Kostenvergleichsrechnung	74
5.3.1	Einführung und Überblick	74
5.3.2	Ergebnis der dynamischen Kostenvergleichsrechnung	75
6.	Nutzwertanalyse	76
6.1	Einführung und Überblick	76
6.2	Ergebnis der Nutzwertanalyse	77
7.	Auswahl der Vorzugsvariante	78
8.	Aspekte der Umsetzung	79
8.1	Genehmigungsverfahren	79
8.2	Umweltrechtliche Fragen	79
8.3	Grunderwerb	79
8.4	Betriebs- und Unterhaltungspflichten	79
8.5	Bauabschnitte der Realisierung, Mittelabfluss und Kostenteilung	79
9.	Zusammenfassung und Ausblick	82

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebietes, <i>Quelle: geoportal.bremen.de (bearb. ARGE Grontmij GmbH / WES GmbH)</i>	17
Abbildung 2: Deichabschnitt auf Höhe Martinshof; Blickrichtung Werdersee-Brücke.....	19
Abbildung 3: Deichvorland im Bereich der Städtischen Galerie; Blickrichtung Piepe.....	20
Abbildung 4: Deichabschnitt Piepe bis Werdersee-Brücke; Blickrichtung von der Brücke zur Piepe	20
Abbildung 5: Deichabschnitt zwischen Werdersee-Brücke und Wohnbebauung am "Am Dammacker"	21
Abbildung 6: Deichschart Buntentor mit Brückenüberbau; Blickrichtung Neustadt.....	22
Abbildung 7: Brückenüberbau über das Deichschart Buntentor; Blickrichtung „Am Dammacker“	22
Abbildung 8: Deichabschnitt zwischen Deichschart und Wohnbebauung "Am Dammacker"; Blickrichtung zum Deichschart	23
Abbildung 9: Schematische Darstellung der Planungsrandbedingungen für den Deichbau..	31
Abbildung 10: Optionen der Verkehrswegeführung	33
Abbildung 11: Systemdarstellung - Absturzsicherungen an Radwegen	33
Abbildung 12: Beispielabbildung für die Tragwerkslösung "Kastenfangedamm".....	51
Abbildung 13: Beispielabbildung für die Tragwerkslösung "Spundwand mit landseitiger, rückverankerter Winkelstützwand"	51
Abbildung 14: Beispielabbildung für die Tragwerkslösung "Ankertafel"	52
Abbildung 15: Beispielabbildung für die Tragwerkslösung "Verpressanker".....	52
Abbildung 16: Schematische Darstellung der Auswirkungsanalyse der Randbedingungen (minimaler und maximaler Flächenbedarf)	56
Abbildung 17: Schematische Darstellung des Ergebnisses der Sensitivitätsanalyse der Randbedingungen	57
Abbildung 18: Schematische Darstellung, Variantenuntersuchung Hybridbauwerk, Variante a - bestehende Zaunlinie wird gehalten, Absturzhöhe am Radweg	57
Abbildung 19: Schematische Darstellung, Variantenuntersuchung Hybridbauwerk, Variante b - bestehende Zaunlinie wird gehalten, Absturzhöhe an Böschung	58
Abbildung 20: Schematische Darstellung, Variantenuntersuchung Hybridbauwerk, Variante c – reduzierte Deichhöhe, Gewährleistung der Bestickhöhe über Hochwasserschutzwand	58
Abbildung 21: Schematische Darstellung, Variantenuntersuchung Hybridbauwerk, Variante d - bestehende Zaunlinie wird um 8,00 m verschoben, Stützwand auf der Binnenseite	59
Abbildung 22: Schematische Darstellung, Variantenuntersuchung Hybridbauwerk, Variante e - bestehende Zaunlinie wird um 5,70 m verschoben, beidseitig sichtbare Wände	59
Abbildung 23: Regelquerschnitt, Arbeitsstand der 4. Projektgruppensitzung	60
Abbildung 24: Darstellung von zwei Varianten der Platz- und Freianlagengestaltung an der Werdersee-Brücke.....	61
Abbildung 25: Darstellung von drei Varianten zur Herstellung der Gehwegeverbindung im Bereich der Städtischen Galerie	62
Abbildung 26: Darstellung von vier Varianten des Knotenpunktes in Verlängerung Buntentorsdeich.....	64
Abbildung 27: Schematische Darstellung aus der Ausarbeitung zum Baumerhalt.....	65

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wesentliche Planungsvorgaben und Randbedingungen aus dem Hochwasserschutz.....	30
Tabelle 2: Definition der Regelquerschnitte für die Variantenuntersuchung des Tagwerks ..	50
Tabelle 3: Übersicht - Variantenuntersuchung des Tragwerks	53
Tabelle 4: Übersicht - Ergebnis der Kostenschätzung	67
Tabelle 5: Kostenschätzung Freianlagen Variante 0.....	69
Tabelle 6: Kostenschätzung Freianlagen Variante 1.....	70
Tabelle 7: Kostenschätzung Freianlagen Variante 2.....	71
Tabelle 8: Übersicht - Ergebnis der dynamischen Kostenvergleichsrechnung (Preissteigerungsrate 0%)	75
Tabelle 9: Übersicht des Bewertungsergebnisses der Nutzwertanalyse	77
Tabelle 10: Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse	78
Tabelle 11: Voraussichtlicher zeitlicher Ablauf der Planung	80
Tabelle 12: Schematische Abschätzung des Mittelabflusses für die Bauausführung	80
Tabelle 13: Vorschlag zur Kostenteilung	81

Anhänge

Anhang - Fotodokumentation

Anhang - Baugrundgutachten

Anhang - Nachrechnung Deichschart

Anhang - Machbarkeitsstudie Deichschart

Anhang - Abstimmung mit Anliegern

Anhang - Statische Vorbemessung

Anhang - Kostenschätzung und Kostenvergleichsrechnung

Anhang - Nutzwertanalyse

Anlagenverzeichnis

Anlage	Übersichtskarte	Maßstab
	Übersichtskarte	1:25.000
Anlage	Lagepläne	Maßstab
	Variante 0	1:500
	Variante 1	1:500
	Variante 2	1:500
	Zufahrt Rettungsfahrzeuge, alle Varianten	1:500
Anlage	Querschnitte	Maßstab
	Variante 0 - Referenzvariante	
	QS Station 0+100	1:100
	QS Station 0+275	1:100
	QS Station 0+320	1:100
	QS Station 0+425	1:100
	QS Station 0+550	1:100
	QS Station 0+740	1:100
	QS Station 0+805	1:100
	QS Station 0+830	1:100
	QS Station 0+950	1:100
	Variante 1	
	QS Station 0+100	1:100
	QS Station 0+275	1:100
	QS Station 0+320	1:100
	QS Station 0+425	1:100
	QS Station 0+550	1:100
	QS Station 0+740	1:100
	QS Station 0+805	1:100
	QS Station 0+830	1:100
	QS Station 0+950	1:100
	Variante 2	
	QS Station 0+100	1:100
	QS Station 0+275	1:100
	QS Station 0+320	1:100
	QS Station 0+425	1:100
	QS Station 0+550	1:100
	QS Station 0+740	1:100
	QS Station 0+805	1:100
	QS Station 0+830	1:100
	QS Station 0+950	1:100

Anlage	Längsschnitt Längsschnitt Variante 2	Maßstab 1:1000 / 50
Anlage	Leitungsbestandspläne Fremdleitungen (2 Blätter)	Maßstab 1:500

Literaturverzeichnis

- [1] NLWKN, *Generalplan Küstenschutz Niedersachsen / Bremen - Festland*, Norden: Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, März 2007.
- [2] ARGE Grontmij GmbH / WES GmbH, „Generalplan Küstenschutz - Stadtstrecke, Machbarkeitsstudie im Auftrag des Bremischen Deichverbandes am linken Weserufer,“ 15.11.2016.
- [3] Prüfungsvermerk zur Stadtstrecke, Machbarkeitsstudie Teil I und Teil II zum städtebaulichen Siegerentwurf, „Die Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau,“ 10.02.2022.
- [4] Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, „Generalplan Küstenschutz Niedersachsen / Bremen - Festland,“ März 2007.
- [5] Freie Hansestadt Bremen, „geoportal.bremen.de,“ [Online]. [Zugriff am 24.07.2023].
- [6] Freie Hansestadt Bremen, „www.lapro-bremen.de,“ [Online]. [Zugriff am 24.07.2023].
- [7] EAU 2020, *Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen" Häfen und Wasserstraße - EAU 2020*, 12. Auflage, Berlin: Verlag Ernst & Sohn, 2020.
- [8] EAK 2002, *Die Küste Heft 65: EAK 2002 Empfehlungen für Küstenschutzwerke*, Heide i. Holstein: Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen, 2002.
- [9] BremWG, *Bremisches Wassergesetz*, Bremen, In der Fassung der Bekanntmachung vom 29.04.2011, zuletzt geändert am 24.11.2020.
- [10] DIN 19712, *DIN 19712: Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern*, Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag, Januar 2013.
- [11] DWA-M 507-1, *DWA-M 507-1: Deiche an Fließgewässern, Teil 1: Planung, Bau und Betrieb*, Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Dezember 2011.
- [12] SUBV, *Stadtstrecke (Eisenbahnbrücke - Straße "Am Damacker")*: Kriterien für weiterführende Planungen in Bezug auf Hochwasserschutzanlagen, Bremen: Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Ref. 32, 26.11.2014.
- [13] Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Freie Hansestadt Bremen, „Verkehrsentwicklungsplan Bremen 2025,“ Oktober 2014.
- [14] FGSV, „Empfehlungen für Radverkehrsanlagen,“ 2010.
- [15] FGSV, „H RSV – Hinweise zu Radschnellverbindungen und Radvorrangrouten,“ 2021.
- [16] FGSV, „Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen,“ 2002.
- [17] Landesamt für Denkmalpflege, Freie Hansestadt Bremen, „Gutachten zum Denkmalwert für das Deichschart Buntentor,“ 11.10.2023.
- [18] Ingenieurberatung Bröggelhoff GmbH, „Bauwerksprüfung, Bestandserfassung und Maßnahmenkonzept für das Deichschart Buntentor,“ Arbeitsstand Januar 2024.
- [19] Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa, Freie Hansestadt Bremen, „Stellungnahme zur Verwendung von Baggergut im Deichbau,“ 20.05.2008.
- [20] Umtec Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen, „Verwertung von Bremischem Baggergut im Deichgut, Machbarkeitsstudie,“ Oktober 2008.
- [21] DIN, *DIN 276 Kosten im Bauwesen, Teil 4: Ingenieurbau*, Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Dezember 2008.
- [22] Statistisches Bundesamt, „www.destatis.de,“ Dezember 2023. [Online].
- [23] LAGA, Landerarbeitsgemeinschaft Abfall, „Mitteilung der Landerarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20 - Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln - Allgemeiner Teil,“ 2003.

- [24] Topotek 1 Gesellschaft von Landschaftsarchitekten mbH und für die ARGE Grontmij GmbH und WES GmbH: Sweco GmbH, „Generalplan Küstenschutz - Stadtstrecke, Machbarkeitsstudie: Ergänzung Wettbewerbsvariante,“ 09.04.2020.
- [25] Statistisches Bundesamt, „Statistischer Bericht, Index der Einfuhrpreise, April 2020,“ www.genesis.destatis.de.
- [26] Statistisches Bundesamt, „Statistischer Bericht, Index der Einfuhrpreise, Oktober 2023,“ www.genesis.destatis.de.
- [27] DWA/DVGW, *Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien)*, Hef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.), 8. Auflage, Juli 2012.

1. Veranlassung und Zielsetzung

1.1 Veranlassung

Im Land Bremen werden ca. 360 km² der Landesfläche durch Hochwasserschutzanlagen geschützt. Das entspricht rd. 86% der Gesamtfläche, in welcher etwa 532.000 Menschen leben. Eine sichere und den Anforderungen entsprechende Hochwasserschutzlinie ist daher für Bremen von elementarer Bedeutung.

Die aktuelle Handlungsgrundlage für den Hochwasserschutz in Bremen mit seiner insgesamt rd. 80 km (inkl. Deichabschnitt Luneplate) langen Hochwasserschutzlinie ist der im Jahr 2007 aufgestellte Generalplan Küstenschutz Niedersachsen/Bremen – Festland [1]. Dieser erfasst und bewertet die vorhandenen Hochwasserschutzanlagen und benennt die notwendigen Maßnahmen zur langfristigen Sicherung der Hochwasserschutzlinie. Aktuelle Erkenntnisse aus dem IPCC Sonderbericht SROCC 2019 (Bericht über den Ozean und die Kryosphäre in einem sich wandelnden Klima) haben zu einer Anpassung der vorgesehenen Maßnahmen geführt und sind in der Deputationsvorlage der Staatlichen Deputation für Klima, Umwelt, Landwirtschaft und Tierökologie vom 08.09.2021 dokumentiert.

Für die bestehende Hochwasserschutzanlage am linken Weserufer in Bremen auf der sog. Stadtstrecke ist die Herstellung der erforderlichen Schutzhöhe vorgesehen. Voruntersuchungen haben ergeben, dass die Schutzhöhe zum Teil in der Höhe, den zulässigen Böschungsneigungen und dem Aufbau der Hochwasserschutzanlage sowie in der Ausstattung mit Deichverteidigungs- und Deichunterhaltungsweg nicht überall gegeben ist. Des Weiteren besteht durch die vorhandenen Bäume innerhalb des Deichquerschnitts die Gefahr von Kraterbildung durch Windwurf insbesondere während Sturmflutereignissen. Geotechnische Untersuchungen haben ergeben, dass sich der Erddeich in Teilen aus Bauschutt und ähnlichen ungeeigneten Materialien zusammensetzt. Die Böschungsbereiche mit übersteilen Böschungen weisen gegenüber den regelkonformen flachen Böschungsneigungen schlechtere Standsicherheiten auf und verringern somit die Schutzwirkung der Hochwasserschutzanlage. Die steilen Böschungen sind darüber hinaus nur schwer zu unterhalten. Der Deichkronenweg übernimmt die Funktion eines Deichverteidigungsweges und stellt gleichzeitig den einzigen Geh- und Radweg innerhalb der Grünanlage am südlichen Ufer des Werdersees und der Kleinen Weser dar. Hinzukommt, dass der Weg nicht die Mindestanforderungen für die befestigte Breite von Deichverteidigungswegen erfüllt und einem sehr hohen Nutzungsdruck durch den Fuß- und Radverkehr unterliegt. Ein Deichunterhaltungsweg ist in weiten Teilen des Planungsraumes nicht vorhanden.

Der 4. Bauabschnitt (BA 4) der Stadtstrecke im Bereich der Bremer Neustadt erstreckt sich südöstlich der Piepe weseraufwärts bis an den Habenhauser Deich auf Höhe der Wohnbebauung „Am Dammacker“. Der so abgegrenzte 1.122 m lange Abschnitt der Hochwasserschutzlinie entspricht bezogen auf den Generalplan Küstenschutz Niedersachsen/Bremen – Festland [1] etwa GPK-km 16+361 bis 17+483.

In diesem Deichabschnitt gilt es neben den Anforderungen an eine sichere und regelkonforme Ausgestaltung der Hochwasserschutzanlage, die Verkehrsbeziehungen für den Fahrrad- und Fußgängerverkehr zu optimieren und eine Radpremiumroute zu integrieren, den vorhandenen Grüncharakter und die Naherholungsfunktion des frei zugänglichen grünen Weserufers zu erhalten sowie trotz beengter Platzverhältnisse den Eingriff auf angrenzenden Grundstücken zu minimieren. Als weiterer Aspekt ist zu berücksichtigen, dass der bestehende Abflussquerschnitt der Kleinen Weser zu sichern ist. Für den Deich besteht im urbanen Raum zusätzlich die Anforderung, unter stadtplanerischen und gestalterischen Aspekten eine attraktive Grünanlage darzustellen.

Vor dem Hintergrund der zahlreichen Anforderungen aus den verschiedensten Fachdisziplinen wurde zur Begleitung der Planungen eine Projektgruppe eingerichtet, welcher, neben der Stabsstelle Deichbau als Projektträgerin, Vertreter:innen der Referate Hochwasserschutz, Stadtplanung, Verkehr und Grünordnung der Senatorin für Umwelt, Klima und Wissenschaft und der Senatorin für Bau, Mobilität und Stadtentwicklung der Freien Hansestadt Bremen sowie des Bremischen Deichverbandes am linken Weserufer und des zuständigen Ortsamtes (Neustadt-Woltmershausen) angehören. Ebenfalls beteiligt ist seit der Beauftragung im Juli 2014 die ARGE Grontmij GmbH / WES GmbH. Die Projektgruppe wurde im Jahr 2013 eingerichtet (1. Sitzung am 05.02.2013) und dient der Abstimmung zwischen allen beteiligten Stellen und zudem der Steuerung des Gesamtprozesses.

Um den vielfältigen, z.T. miteinander konkurrierenden Anforderungen gerecht zu werden, ist die Planung der Hochwasserschutzanlage um eine gestalterische Planung ergänzt. Dazu wurden entsprechend dem Leistungsbild der HOAI folgende Planungsleistungen erbracht:

1. Objektplanung Ingenieurbauwerke, Lph. 1 und 2
2. Freianlagenplanung, Lph. 1 und 2
3. Tragwerksplanung, Lph. 1 und 2

Die Leistungen zur Objektplanung Ingenieurbauwerke, zur Freianlagenplanung sowie zur Tragwerksplanung sind jeweils im Zusammenhang zu sehen und wurden in enger gegenseitiger Abstimmung miteinander erbracht.

Zur Vervollständigung der Planungsleistungen wurden zusätzliche besondere Leistungen vorgesehen:

1. Erstellen einer Machbarkeitsstudie als integratives Gesamtkonzept
2. Freiraumplanerische Beratungsleistungen
3. Dynamische Kostenvergleichsrechnung
4. Nutzwertanalysen

Die Abgabe der Machbarkeitsstudie Teil 1 erfolgte am 15.11.2016 und umfasste damals noch alle vier Abschnitte der Stadtstrecke [2]. Wegen der grundsätzlich unterschiedlichen Charakteristik in Bezug auf die innerstädtische Lage der Abschnitte 1-3 und der Zielstellung im BA 4 einen Gründeich umzusetzen, wurden dann aber die Bauabschnitte 1-3 vom Bauabschnitt 4 abgekoppelt und werden seither als jeweils eigenständige Planungsabschnitte separat weiterbearbeitet. Im März 2021 erfolgte eine Übertragung der Projektträgerschaft vom Bremischen Deichverband am linken Weserufer auf die Freie Hansestadt Bremen, vertreten durch die Stabsstelle Deichbau Stadtstrecke (3-2).

Wie bereits oben erwähnt haben sich unabhängig von den organisatorischen Veränderungen zwischenzeitlich mit dem IPCC Sonderbericht SROCC 2019 neue Erkenntnisse zum prognostizierten Meeresspiegelanstieg ergeben, wodurch die erforderliche Bestickhöhe für den BA 4 von +8,30 auf +8,70 m NHN erhöht wurde. Ebenso wurde das zu berücksichtigende Klimavorsorgemaß von 0,75 auf 1,0 m angepasst. Des Weiteren hat die Genehmigungsbehörde nach Prüfung der Machbarkeitsstudie 2016 empfohlen zu prüfen, ob der Eingriff in das Privateigentum weiter minimiert werden kann. Somit haben sich wesentliche Planungsparameter geändert, so dass eine Überarbeitung der Machbarkeitsstudie Teil 1 für den 4. Bauabschnitt erforderlich wurde.

Seit November 2021 wird die Machbarkeitsstudie mit der Tiefe eines Rahmenentwurfs für den 4. Bauabschnitt als Objekt Abschnitt 4 unter Berücksichtigung der neuen Randbedingungen wiederholt.

Der vorliegende Bericht der Machbarkeitsstudie dokumentiert die Bearbeitungsergebnisse im Sinne eines Abschlussberichts. Zugleich ist er als Vorplanung im Sinne der HOAI zu verstehen.

1.2 Zielsetzung

Aufgabe der vorliegenden Machbarkeitsstudie ist es, Lösungsansätze für die notwendige Anpassung des bestehenden öffentlichen Hochwasserschutzes im Untersuchungsgebiet entsprechend den neuen Anforderungen und unter Berücksichtigung der vielfältigen Ansprüche und Interessen aufzuzeigen und die machbaren Varianten planerisch darzustellen und zu bewerten. Nach Untersuchung, Bewertung und Abwägung der Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Lösungsvarianten wird eine Vorzugsvariante vorgeschlagen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Machbarkeitsstudie sind als Rahmenentwurf die Grundlage für die nachfolgenden Planungsschritte (Bauentwurf und Genehmigungsplanung).

Die Machbarkeitsstudie gliedert sich wie nachfolgend dargestellt. Die Nummerierung der Aufstellung entspricht den Kapitelnummern dieses Berichts:

1. **Veranlassung und Zielsetzung:** Einführung in die Aufgabenstellung.
2. **Bestehende Verhältnisse:** Beschreibungen und Erläuterungen zur Lage des Untersuchungsgebietes, zum bestehenden Hochwasserschutz, zu den Aspekten Stadtraum und Landschaftsbild im Bestand, zur derzeitigen Nutzung, zu den Baugrundverhältnissen sowie ggf. zu weiteren gebietsspezifischen Aspekten.
3. **Grundlagen und Anforderungen der Planung:** Darstellung der Planungsrandbedingungen.
4. **Geplante Maßnahmen:** Erläuterung und Beschreibung der untersuchten Varianten.
5. **Kosten und Wirtschaftlichkeit:** Für die in Betracht kommenden Varianten werden die Kosten geschätzt und dargestellt. Die Kostenschätzung als solche ist als Anhang beigefügt. Auf der Grundlage der Kostenschätzung wird eine Kostenvergleichsrechnung (KVR) nach den Leitlinien der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) durchgeführt und dokumentiert.
6. **Nutzwertanalyse:** Für die in Betracht kommenden Varianten wird eine Bewertung vorgenommen. Dazu werden nach einer Darstellung der Bewertungskriterien diese auf die Varianten angewandt und das Ergebnis dokumentiert.
7. **Auswahl der Vorzugsvariante:** Abschließend wird auf der Grundlage der vorherigen Betrachtungen eine begründete Auswahl der Vorzugsvariante vorgenommen.
8. **Aspekte der Umsetzung:** Hier werden kurz die verfahrensrechtlichen Belange angesprochen: Umweltrechtliche Fragen, durchzuführendes Genehmigungsverfahren sowie Betriebs- und Unterhaltungspflichten.
9. **Zusammenfassung und Ausblick:** Abschließend erfolgt eine kurze Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse.

Besondere rechnerische Ausarbeitungen, fachgutachterliche Untersuchungen und sonstige Ergebnisdokumentationen sind dem Bericht jeweils als Anhänge beigelegt:

Anhang Fotodokumentation

Im Rahmen der Vorbereitung und Durchführung der Planung wurden eine Reihe von Begehungen und Ortsterminen durchgeführt. Eine Auswahl von Fotos, welche im Rahmen solcher Termine erstellt wurden, wird zur weitergehenden Darstellung der örtlichen Situation in einer Fotodokumentation beigelegt.

Anhang Baugrundgutachten

Die vorhandenen Baugrunduntersuchungen wurden in der Planung berücksichtigt. Diese Berichte sind der Machbarkeitsstudie zur Vervollständigung als Anhang beigelegt.

Anhang Nachrechnung Deichschart

Im Zuge der Bearbeitung des 4. Bauabschnitts wurde die Weiterverwendung des Deichscharts als Bestandsbauwerk überprüft. Die eigenständige Unterlage der Untersuchung ist als Anhang beigelegt.

Anhang Machbarkeitsstudie Deichschart

Unter Berücksichtigung der erfolgten Nachrechnung des Deichscharts wurde eine Machbarkeitsstudie zum Umgang mit dem Deichschart erstellt. Die Machbarkeitsstudie umfasst drei Alternativen, wobei der „Ersatzlose Rückbau“ als Vorzugslösung identifiziert wurde. Diese Vorzugslösung wurde in der hier vorliegenden Ausarbeitung für den 4. Bauabschnitt als Grundlage berücksichtigt und ist als Anhang beigelegt.

Anhang Abstimmung mit Anliegern

Seitens der Auftraggeberin wurden Gespräche mit betroffenen gewerblichen und nicht gewerblichen Organisationen geführt. Die Protokolle der Gespräche mit diesen Anliegern werden beigelegt.

Anhang Statische Vorbemessung

Für die Kostenschätzung und die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen sind statische Vorbemessungen als Grundlage der geforderten Kostensicherheit notwendig. Die statische Vorbemessung mit ihren Ergebnissen und das Lastenheft sind in einem eigenständigen Berichten dokumentiert. Die Berichte sind zur Vervollständigung als Anhang beigelegt.

Anhang Kostenschätzung und Kostenvergleichsrechnung

Der Anhang dokumentiert die Vorgehensweisen und Ergebnisse der Kostenermittlungen und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen. Um die Lesbarkeit des Erläuterungsberichtes zu verbessern, wurden diese Berechnungen in einem Anhang dokumentiert und beigelegt.

Anhang Nutzwertanalyse

Die Bewertung der Varianten wird im Erläuterungsbericht zusammenfassend dargestellt und erläutert. Die vollständigen Bewertungstabellen der Nutzwertanalyse sind als Anhang beigelegt.

Als Anlagen sind schließlich die zeichnerischen Darstellungen beigelegt: Übersichtskarte, Lagepläne, Längs- und Querschnitte.

2. Bestehende Verhältnisse

2.1 Lage des Planungsraumes und Geländemorphologie

Der Planungsraum liegt im Bremer Stadtteil Neustadt und erstreckt sich von der Piepe im Westen weseraufwärts bis an den Habenhauser Deich auf Höhe der Wohnbebauung „Am Dammacker“. Bezogen auf den Generalplan Küstenschutz Niedersachsen/Bremen – Festland [1] entspricht die Lage etwa GPK-km 16+361 bis 17+483.



Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebietes, Quelle: geoportal.bremen.de (bearb. ARGE Grontmij GmbH / WES GmbH)

Gegenüber den Vorgaben aus dem „Prüfungsvermerk der Stadtstrecke“ [3] weichen die Angaben zur GPK-Kilometrierung ab. Dies ist darin begründet, dass zum einen die Grenze des sogenannten

„Realisierungsteils“ des Städtebaulichen Wettbewerbs, der für die Stadtstrecke BA 1-3 durchgeführt wurde, bei Station 16+361 liegt, wodurch auch die parallel geplante Fahrradbrücke an der Piepe vollständig im BA 3 liegt. Zum anderen wurde die Planungsstrecke des BA 4 verlängert, um in Abhängigkeit der vorhandenen Gelände- und Wegehöhen einen den Anforderungen an die Wegeführung gerecht werdenden Anschluss herstellen zu können.

Der Verlauf der Hochwasserschutzlinie folgt unmittelbar dem Ufer der Kleinen Weser bzw. dem Werdersee, welcher sich oberhalb der Kleinen Weser anschließt. Zur Binnenseite ist der Planungsraum durch die Wohn- und Gewerbebebauung am Buntentorsteinweg abgegrenzt. Die Geländehöhen binnenseitig des bestehenden Deiches variieren und liegen auf rd. +5,00 m NHN.

Siehe auch *Anlage - Übersichtskarte*, *Anlage - Lagepläne* und *Anhang - Fotodokumentation*.

2.2 Hydrologische Kennwerte

Der festgelegte Stauwasserstand der Kleinen Weser oberhalb des Wehrs Kleine Weser liegt bei +3,80 m NHN.

2.3 Hochwassergefährdung und Wasserstände

Gemäß der von der Freien Hansestadt Bremen herausgegebenen Gefahrenkarte Unterweser Bremen, Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit (HW extrem) mit Datum vom 28.02.2020 würde fast das gesamte Gebiet der Neustadt bis zu über 4,0 m unter Wasser stehen, wenn die Hochwasserschutzanlage an der Weser nicht existieren oder vollständig versagen würde.

Gemäß den Planungsrandbedingungen [3] sind den Planungen für den BA 4 ein Bemessungsstand von +7,95 m NHN und eine Bestickhöhe von +8,70 m NHN zugrunde zu legen. Aufgrund der Erkenntnisse zum Meeresspiegelanstieg (IPCC Sonderbericht SROCC 2019) ist darüber hinaus ein erhöhtes Klimavorsorgemaß von 1,0 m schon jetzt statisch-konstruktiv und räumlich zu berücksichtigen, wonach sich für dieses statisch-konstruktive Vorsorgemaß ein Bemessungswasserstand von +8,95 m NHN und eine Bestickhöhe von +9,70 m NHN ergeben. Siehe hierzu auch Kapitel 3.

Die bauzeitliche Hochwasserschutzhöhe wurde in Abstimmung mit der Auftraggeberin (Besprechung vom 13.12.2022) auf +7,00 m NHN festgelegt.

Für den Bereich der Kleinen Weser ist generell davon auszugehen, dass dieser Gewässerabschnitt im Hochwasserfall hydraulisch bereits sehr hoch ausgelastet ist. Vor diesem Hintergrund ist auf Einengungen und Einbauten in das Abflussprofil möglichst zu verzichten, soweit es zur Herstellung der Hochwasserschutzanlage nicht zwingend erforderlich ist.

2.4 Vorhandener Hochwasserschutz

2.4.1 Beschreibung der bestehenden Hochwasserschutzanlage

Im Untersuchungsgebiet besteht der öffentliche Hochwasserschutz als grüner Erddeich, welcher die Bremer Neustadt vor Binnenhochwasser aus dem Oberlauf der Weser und vor Sturmfluten schützt, die aus der Nordsee in die Weser einlaufen und sich über das Wehr „Kleine Weser“ bis in den Werdersee auswirken.

Auf der Strecke von der Piepe bis zur Rad- und Fußgängerbrücke Werdersee (im Weiteren Werdersee-Brücke genannt) liegt der Deich überwiegend schar, lediglich im Bereich um die Städtische Galerie verläuft der Deich weiter landwärts, so dass sich ein Vorland ausbildet

(vgl. Abbildung 2 bis Abbildung 4). Als Deichverteidigungsweg ist der auf der Deichkrone verlaufende gemeinsame Geh- und Radweg mit einer befestigten Breite von 2,40 bis 2,60 m anzusehen, ein Deichunterhaltungsweg ist nicht vorhanden. Die Binnendeichböschung ist überwiegend gering ausgeprägt und vielfach unmittelbar an der Deichkrone durch private Zaananlagen abgetrennt. Sie wird von den anliegenden Privateigentümern unterschiedlich genutzt (Gärten, befestigte und unbefestigte Flächen, z.T. auch durch Bebauung wie z.B. Unterstände, Garagen und Schuppen, etc.). Zwischen der Piepe und der Städtischen Galerie erstreckt sich auf der Binnenböschung ein ausgedehnter Gehölzstreifen, der teilweise als Grünanlage des Martinshofs (Eigenbetrieb der Stadtgemeinde Bremen) und teilweise als öffentliche Grünanlage an der Piepe durch den Umweltbetrieb Bremen (UBB) unterhalten wird. Im Vorland befinden sich mehrere Einzelbäume. Die vorhandene Deichhöhe liegt im Bereich des Martinshofs bei teilweise nur rund +8,00 m NHN und steigt im weiteren Verlauf auf +8,60 m NHN im Bereich der Städtischen Galerie an. Vor der Werdersee-Brücke fällt die Deichhöhe auf rd. +8,20 m NHN ab, um dann wieder im Bereich der Brücke auf rd. +8,55 m NHN anzusteigen. Entsprechend besteht auf dem gesamten Abschnitt eine Unterhöhe. Die Deichböschungen weisen teilweise Neigung von steiler als 1:2 auf, wodurch sich entsprechende Standsicherheitsprobleme ergeben (vgl. Kap. 2.4.3).

Unmittelbar angrenzend an den BA 4, auf Höhe der Piepe, wird durch das Amt für Straßen und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen eine Rad- und Fußgängerbrücke als sog. „kleiner Wesersprung“ geplant. Die Planung sieht vor, dass die Brücke auf einer Höhe von +9,40 m NHN an die Wegeverbindung auf der Deichkrone anschließt. Es liegen keine Informationen über den geplanten Zeitrahmen für die Umsetzung vor.



Abbildung 2: Deichabschnitt auf Höhe Martinshof; Blickrichtung Werdersee-Brücke



Abbildung 3: Deichvorland im Bereich der Städtischen Galerie; Blickrichtung Piepe



Abbildung 4: Deichabschnitt Piepe bis Werdersee-Brücke; Blickrichtung von der Brücke zur Piepe

Ab der Werdersee-Brücke löst sich die Deichlinie von der Uferlinie der Kleinen Weser und bildet eine Vorlandbucht, in deren Mitte das Deichschart Buntentor liegt. Bei dem Deichschart handelt es sich um ein Hochwasserschutzbauwerke mit Stemmtoren und einer aufliegenden Überbrückung im Bereich der Deichkrone. Es bildet eine Öffnung im linksseitigen Weserdeich und dient als Zugang auf Straßenniveau zum Vorland, als Zuwegung zu der Werdersee-Brücke, die auf den Stadtwerder führt sowie als Zufahrt für die Feuerwehr zur Bootsrampe am Werdersee (vgl. auch Kap. 2.4.2).

Im Vorland verläuft ein gemeinsamer Geh- und Radweg, welcher den Habenhauser Deich und die Straße „Buntentorsdeich“ mit dem Geh- und Radweg in Richtung Innenstadt verbindet und als Deichunterhaltungsweg verstanden werden kann. Der Deichverteidigungsweg verläuft auf der Deichkrone und wird als reiner Gehweg genutzt. Das Radfahren ist auf dem Abschnitt zwischen der Werdersee-Brücke und dem Knotenpunkt in Verlängerung Buntentorsdeich auf der Deichkrone seit

2023 untersagt, um gefährliche Verkehrssituationen zu verhindern. Der Deichverteidigungsweg wird mit Hilfe eines Brückenüberbaus über das Deichschart geführt. Während der Deichverteidigungsweg in dem Abschnitt zwischen der Rad- und Fußgängerbrücke und der Verlängerung „Am Dammacker“ überwiegend lediglich eine Breite von 1,60 m aufweist, beträgt die Durchfahrtsbreite des Brückenüberbaus ca. 2,50 m. Die Durchfahrtsbreite des Bauwerks auf Straßenniveau beträgt 3,85 m. Am Deichfuß etwa in der Mitte des Teilabschnitts befindet sich der Kiosk am Deichschart, welcher als soziales Projekt vom Verein FARM e. V. betrieben wird. Neben dem Kiosk wurde durch die Stadt Bremen eine WC-Anlage errichtet. Auf Höhe des Deichscharts wurde im Vorland durch den UBB im Jahr 2022 eine bestehende Sitzstufenanlage erneuert und aufgewertet. Im Bereich oberhalb des Deichscharts stehen einige Bäume im Vorland und in der Außendeichböschung bzw. im Bereich der Deichkrone. Des Weiteren befinden sich drei Skulpturen und ein Denkmal im Vorland.

Über weite Abschnitte steht die angrenzende Wohnbebauung im binnenseitigen Deichfuß und Grundstückseinfriedungen verlaufen unmittelbar am Deichkronenweg. Die vorhandene Deichhöhe liegt im Bereich um das Deichschart bei teilweise bis zu +8,80 m NHN, fällt dann aber auf rund +7,70 m NHN ab. In diesem Abschnitt liegt überwiegend eine Unterbestickhöhe vor. Zusätzlich sind auch hier die Deichböschungen meist noch geringfügig zu steil. Die Abbildung 5 bis Abbildung 8 zeigen den beschriebenen Abschnitt.



Abbildung 5: Deichabschnitt zwischen Werdersee-Brücke und Wohnbebauung am "Am Dammacker"



Abbildung 6: Deichschart Buntentor mit Brückenüberbau; Blickrichtung Neustadt



Abbildung 7: Brückenüberbau über das Deichschart Buntentor; Blickrichtung „Am Damacker“



Abbildung 8: Deichabschnitt zwischen Deichschart und Wohnbebauung "Am Dammacker"; Blickrichtung zum Deichschart

2.4.2 Beschreibung des bestehenden Deichscharts

Das Deichschart Buntentor liegt im 4. Bauabschnitt der Stadtstrecke in der Bremer Neustadt und wird durch die Häuser Buntentorsteinweg 268 und 270 eingerahmt.

Das Deichschart wurde 1882 errichtet und besteht aus zwei Widerlagern, die als Schwergewichtswände konzipiert wurden. Als Verschlussorgane dienen ein Stemmtor aus Holz (1. Deichsicherheit) sowie wasser- und landseitig des Holztores je zwei Dammbalkenlagen (2. Deichsicherheit). Der entstehende Hohlraum zwischen den Dammbalkenlagen kann im Hochwasserfall mit Sandsäcken gefüllt werden. Der Brückenüberbau wurde 1965 erneuert und liegt beidseitig auf den Widerlagern des Deichscharts auf. Außerdem wurde 1995 eine Sanierung des Deichscharts durchgeführt.

Die Einfahrtsbreite des Deichscharts beträgt wasserseitig 7,50 m und vom Buntentorsteinweg kommend 5,00 m. Da die Wände konisch verlaufen, verjüngt sich die Durchfahrtsbreite bis zum Tor auf 3,50 m. Die Durchfahrtshöhe beträgt 3,85 m. Das Deichschart besteht aus zwei Widerlagern, die sich zum Wandfuß verdicken. Die Schwergewichtswand weist am Kopf eine Stärke von 0,9 m auf, diese verdickt sich treppenförmig zum Wandfuß auf 1,94 m. Die Höhe der Holztore beträgt 2,90 m. Somit liegt die OK des Tores bei 8,46 m NHN. Unterhalb des Scharts sind zwei Sickerschürzen aus Holz mit einer Länge von ca. 3,50 m eingebracht. Die Drempeelhöhe des Deichscharts beträgt 5,56 m NHN.

Der Deichverteidigungsweg wird mit Hilfe eines Brückenüberbaus über das Deichschart geführt. Während der Deichverteidigungsweg in dem Abschnitt zwischen der Fahrradbücke und der Verlängerung „Am Dammacker“ überwiegend lediglich eine Breite von 1,6 m aufweist, beträgt die Durchfahrtsbreite des Brückenüberbaus ca. 2,5 m. Vom Buntentorsteinweg kommend führt südlich des Deichscharts eine Treppe auf die Deichkrone.

Der Brückenüberbau liegt auf einer Höhe von 9,57 m NHN, die Länge der Fahrbahnplatte beträgt 5,10 m und die Breite 3,05 m (einschließlich Absturzsicherung). Die Fahrbahnplatte liegt lediglich auf den Wänden des Deichscharts auf.

Der Deichkörper, in den das Deichschart eingebettet ist, weist beidseitig des Deichscharts eine Höhe von ca. +8,65 m NHN auf. Das Deichschart bildet innerhalb des Deichverlaufs einen Hochpunkt mit einer Höhe von 9,57 m NHN bezogen auf den Brückenüberbau, entsprechend ist beidseitig des Brückenüberbaus eine kurze Anrampung vorhanden. Die Außenböschung des Deichkörpers ist im betrachteten Abschnitt mit einer Neigung von teilweise 1:2,5 übersteil und entspricht somit nicht den Vorgaben des Generalplans Küstenschutz [4]. Auf der Binnenseite steht überwiegend sehr hohes Gelände an und der Abstand zur Bebauung am Buntentorsteinweg beträgt abschnittsweise weniger als 5,00 m, wodurch keine klassisch ausgebildete Deichbinnenböschung vorhanden ist.

Das Deichschart befindet sich im Eigentum des Sondervermögens Infrastruktur der Stadtgemeinde Bremen und in der Unterhaltungspflicht des Bremischen Deichverbandes am linken Weserufer. Der Brückenüberbau wird vom Amt für Straßen und Verkehr Bremen unterhalten.

Im Zuge der Bearbeitung des 4. Bauabschnitts wurde die Weiterverwendung des Deichscharts als Bestandsbauwerk überprüft. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass das Deichschart für die aktuell gültigen Bemessungswasserstände für Neubauten und erst recht für zukünftige Szenarien ohne Ertüchtigungsmaßnahmen nicht weiter betrieben werden kann (vgl. *Anhang – Nachrechnung Deichschart*). Auf Basis der Nachrechnung wurde eine separate Machbarkeitsstudie zum Umgang mit dem sanierungsbedürftigen Deichschart Buntentor ausgearbeitet (vgl. Kap. 3.5).

2.4.3 Notwendigkeit zur Erneuerung der Hochwasserschutzanlage

Für den Streckenabschnitt wurden Baugrunderkundungen und Standsicherheitsuntersuchungen durchgeführt (vgl. 2.8 und *Anhang - Baugrundgutachten*). Gegenstand der Untersuchungen waren die Ermittlung der vorhandenen Geländebruchsicherheit, der Auftriebssicherheit und Untersuchungen zum Erosionsgrundbruch.

Die durchgeführten Nachweise haben für den Bestand ergeben, dass die Standsicherheit des Deichabschnitts im BA 4 grundsätzlich gewährleistet ist. Die lokale Standsicherheit der Uferböschung ist in Abhängigkeit von den Randbedingungen stellenweise nicht gegeben, da die Böschungen zu steil sind. Auf der Wasserseite besteht die Gefahr, dass bei schnell ablaufendem Hochwasser im Bereich gering durchlässiger Auffüllungen aus bindigem Material ein lokales Abrutschen der Uferböschung eintritt.

Hinzu kommt der nicht dem Regelwerk und den fachlichen Anforderungen entsprechende Aufbau des bestehenden Deichquerschnitts, welcher überwiegend aus anthropogenen Auffüllungen (teilw. Schutt) unterschiedlicher Zusammensetzungen besteht.

Des Weiteren ist die erforderliche Bestickhöhe nicht auf der gesamten Strecke gegeben, wodurch die Überströmungssicherheit im Bemessungsfall nicht sichergestellt ist. Die übersteilen Böschungen bedeuten neben den o.g. Standsicherheitsproblemen zudem Probleme für die ordnungsgemäße Unterhaltung der Hochwasserschutzanlage. Das Fehlen eines binnenseits gelegenen Deichverteidigungsweges und wasserseitigen Deichunterhaltungs- bzw. Treibselräumweges kommt hinzu.

In Teilabschnitten befindet sich die bestehende Hochwasserschutzanlage auf Privatgrundstücken, die aktuelle Überplanung des Deiches soll zum Anlass genommen werden, die Eigentumsverhältnisse zu bereinigen.

Vor diesem Hintergrund wird die Herstellung einer neuen, dem geltenden Regelwerk und den technischen und erdstatischen Anforderungen entsprechenden Hochwasserschutzanlage erforderlich.

2.5 Stadtraum und Landschaftsbild

Der Planungsraum mit dem vorhandenen Deich ist nach Flächennutzungsplan Bremen, Stand 01.10.2021 eine Grünanlage, die als Grünverbindung zu verstehen ist. Hinsichtlich des Biotoptyps handelt es sich um eine Grünanlage der Siedlungsbereiche [5].

Aus dem Landschaftsprogramm (LAPRO) der Freien Hansestadt Bremen [6] kann für das südliche Werderseeufer der Ziel-Biotopkomplex „Grünflächen für die Erholung mit vielfältigen Biotopstrukturen“ genannt werden. Die vorgesehene örtliche Maßnahme des LAPRO sieht den Erhalt der vorhandenen Struktur vor.

Aus Richtung Innenstadt kommend öffnet sich im BA 4 der Naturraum nach Osten und korrespondiert mit dem Uferweg auf dem gegenüberliegenden Stadtwerder. Das bestehende Landschaftsbild ist durch den Grüncharakter eines Erddeiches geprägt.

2.6 Nutzungen

Der hier betrachtete BA 4 der Stadtstrecke verläuft am linken Weserufer süd-östlich der Bremer Innenstadt durch die Bremer Neustadt. Im Süden und Osten schließen sich weitere Stadtteile und das niedersächsische Umland an.

Auf dem Deich und teilweise im Vorland verläuft ein gemeinsamer Geh- und Radweg, welcher als stadtteilübergreifende Verbindung für Bremen von zentraler Bedeutung ist, weshalb dieser im Verkehrsentwicklungsplan Bremen als sog. Radpremiumroute D.17 Obervieland - GVZ ausgewiesen ist. Im Bestand weist der gemeinsame Geh- und Radweg auf der Deichkrone eine zu geringe Breite für das hohe Rad- und Fußverkehrsaufkommen von überwiegend ca. 2,5 m auf, wodurch es nach mündlichen Berichten von Anliegern häufig zu Konflikten oder gefährlichen Verkehrssituationen zwischen Radfahrenden und Fußgängern kommt. Eine besonderer Konfliktpunkt liegt wasserseitig des Deichscharts vor, da hier Radfahrende und Fußgänger aus drei Richtungen aufeinandertreffen, wobei durch das Deichschart keine ausreichenden Sichtverhältnisse gegeben sind. Im Bestand bestehen für Radfahrende auf der Strecke insgesamt vier Kreuzungspunkte: Dorotheenstraße, Werdersee-Brücke, Deichschart Buntentor und Verlängerung Buntentorsdeich. Für Fußgänger bestehen weitere Zugänge zum Deich: westlich der Städtischen Galerie, Parkanlage an der Haltestelle Kirchweg über eine rampenartige Treppe und eine Treppe an der Eisdiele, Treppe am Deichschart und Treppe zwischen Buntentorsteinweg 294 und 306.

Auf ganzer Strecke dient das Weserufer mit der Hochwasserschutzanlage auch Zwecken der Freizeitnutzung und Naherholung. Die Aufweitung des Uferbereichs in einen grünen Deich bietet eine Vielzahl an Möglichkeiten zur Erholung und Freizeitgestaltung. Insbesondere die Vorländer im Bereich der Städtischen Galerie und des Deichscharts mit dem Deichschartkiosk bieten Anlaufstellen für den Aufenthalt am Uferbereich des Werdersees und der Kleinen Weser.

In Teilabschnitten wird die Binnenböschung des Deiches durch Bebauung oder private Gärten in Anspruch genommen.

2.7 Leitungen

Innerhalb des Gebietes verlaufen Regen- und Schmutzwasserleitungen sowie weitere Ver- und Entsorgungsleitungen, welche die bestehende Hochwasserschutzlinie kreuzen und teilweise auch innerhalb oder außerhalb des Deichkörpers parallel zu diesem laufen (vgl. *Anlage - Leitungsbestandspläne Fremdleitungen*). Im Rahmen einer Bestandsaufnahme auf der Grundlage einer Leitungsabfrage bei den Leitungsträgern wurde ein Leitungsbestandsplan erstellt.

Es muss davon ausgegangen werden, dass Art und Anzahl sowie die genaue Lage der Leitungen aufgrund der unzulänglichen Datenlage weder vollständig noch exakt ermittelt wurden. Im Rahmen der weiteren Planungsschritte werden weitere Recherchen erforderlich sein.

2.8 Baugrundverhältnisse

Im Rahmen der Umsetzung des Generalplans Küstenschutz im BA 4 der Stadtstrecke wurden zu drei Zeitpunkten Baugrundaufschlüsse durchgeführt und in Form eines Geotechnischen Berichts dargestellt und erläutert.

Der erste Geotechnische Bericht wurde mit Datum vom 20.02.2011 durch das Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH vorgelegt. Die Grundlage des Berichts bezüglich des BA 4 bilden 6 Sondierbohrungen und 3 schwere Rammsondierungen, die zur Erkundung des Baugrundes durchgeführt wurden. Der Bericht umfasst die Ausarbeitung von geotechnischen Standsicherheitsnachweisen für den Erddeich.

Der zweite Geotechnische Bericht wurde mit Datum vom 15.08.2012 ebenfalls durch das Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH vorgelegt. Dieser enthält die Baugrundaufschlüsse von zwei zusätzlichen Querschnitten im BA 4 (4 Sondierbohrungen und 2 schwere Rammsondierungen) sowie die rechnerischen Nachweise der Deichstandsicherheit im IST-Zustand.

Der dritte Geotechnische Bericht wurde mit Datum vom 08.09.2014 durch das Institut für Geotechnik der Hochschule Bremen ausgearbeitet. Die Beauftragung umfasste die geotechnische Begleitung der Machbarkeitsstudie, welche 2016 durch die ARGE Grontmij GmbH und WES GmbH vorgelegt wurde. Die bereits bekannten Baugrundaufschlüsse wurden durch weitere 5 Sondierbohrungen, 2 schwere Rammsondierungen und 9 Archivaufschlüsse ergänzt. Es erfolgte eine generelle Beurteilung des Baugrundes hinsichtlich der Gründungsmöglichkeiten.

Die drei Geotechnischen Berichte sind dieser Unterlage als *Anhang - Baugrundgutachten* beigelegt und werden im Folgenden kurz zusammengefasst. Einzelheiten können dem Anhang entnommen werden.

Die natürliche Bodenschichtung umfasst zunächst bindige Bodenarten wie Klei, Auelehm und Torf in einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 1,00 bis 5,00 m. Die Basis dieser holozänen Weichschichten wird bei -2,00 bis +2,00 m NHN angegeben. Unterlagert werden die bindigen Böden von kiesigen Wesersanden, die den Hauptgrundwasserhorizont bilden. Ab einer Tiefe von ca. -10,00 bis -22,00 m NHN folgen die Lauenburger Tone.

Entlang des 1.122 m langen BA 4 zeigen die Bohrprofile gegenüber der erwarteten natürlichen Bodenschichtung Abweichungen auf. Unter der GOK folgen heterogene Auffüllungen mit einer Mächtigkeit von wenigen Dezimetern im Vorland bis zu 5,80 m im Deichkörper. Die Auffüllungen setzen sich aus unterschiedlichen Schichtungen zusammen, die sich wie nachfolgend aufgeführt zusammensetzen.

- bindige Böden, überwiegend als tonige Schluffe und schluffige Tone mit wechselnden Sandanteilen,
- Sande mit wechselhafter Zusammensetzung und wechselhaften Schluffanteilen und
- vereinzelt bauschuttdominierte Zonen (überwiegend Ziegel- und Mörtelreste, teils Schotter, Betonbruch und Schlacke) mit nicht bindigem und bindigem Boden als Beimengungen.

Die mineralischen Böden enthalten überwiegend Bauschuttreste in wechselndem Umfang und mit unterschiedlicher Zusammensetzung, die Böden nahe der Geländeoberkante enthalten örtlich Wurzel- und Pflanzenreste.

Die Lagerungsdichte der sandigen Auffüllungen variiert zwischen locker und mitteldicht, die Konsistenz der bindigen Zonen zwischen weich bis zu steif bis halbfest.

Die Basis der Auffüllungen wurde im Bereich der Deichachse zwischen etwa +2,50 und +4,70 m NHN angetroffen. Am wasserseitigen Deichfuß bzw. im Vorland liegt die Basis der Auffüllungen zwischen rd. 0,00 und +4,50 m NHN, während binnenseitig die Basis zwischen +4,5 und +6,0 m NHN angetroffen wurde (Höhe ca. 1,0 m).

Den Auffüllungen folgen überwiegend Niederungsböden, örtlich mit Sandzwischenlagen. Die Niederungsböden bestehen teils aus tonigen Schluffen, teils aus schluffigen Tonen mit unterschiedlichen Sandanteilen sowie vereinzelt aus Torf. Vereinzelt liegt zwischen den Auffüllungen und den Niederungsböden eine Sandschicht.

Die Konsistenz der Niederungsböden ist überwiegend weich bis steif, örtlich breiig bis weich. Die Schichtdicke der Niederungsböden variiert je nach örtlicher Lage von wenigen Dezimetern bis zu mehreren Metern. In der Deichachse liegt ihre Basis überwiegend auf 0,00 m NHN, aber Ausreißer zeigen auch Lagen oberhalb von +2,60 m NHN.

Unterhalb der Niederungsböden bzw. örtlich unmittelbar unterhalb der Auffüllungen folgen die Wesersande. Diese wurden in der Deichachse annähernd durchgängig als schwach bis stark grobsandige Mittelsande mit wechselnden Feinsand- und Kiesanteilen (überwiegend schwach feinsandig und/oder schwach kiesig) angetroffen. Vereinzelt sind Schluffbeimengungen sowie Ton-Schluff-Bänder/-Linsen enthalten. Örtlich enthalten die Wesersande auch feinsand-, grobsand- oder kiesdominierte Zonen. Die Wesersande wurden nicht durchteuft.

Der Hauptgrundwasserhorizont innerhalb der Wesersande wird durch den Stauwasserstand des Werdersees bzw. der Kleinen Weser beeinflusst. In den sandigen Zwischenschichten wurde der obere Grundwasserhorizont zwischen +4,00 und +1,34 m NHN angetroffen. Sofern die Sande durch bindige Schichten überlagert sind, liegt ein gespannter Grundwasserhorizont vor. Oberhalb der bindigen Schichten kann sich das Schichtenwasser bis auf Höhe der GOK aufstauen. In den Gutachten wird darauf hingewiesen, dass für den Wasserstand im Deichkern die Entwässerungsmöglichkeiten maßgebend sind.

Im Bereich der Städtischen Galerie wurde in drei Kleinbohrungen ein Peilfilter eingebaut, dessen Filterstrecke in den Sanden der Hauptgrundwasserleiter lag. Der ruhende Grundwasserstand wurde zwischen +1,49 und +2,70 m NHN festgestellt.

Das vorliegende Projekt der Hochwasserschutzmaßnahmen entlang der Stadtstrecke Bremen am linken Weserufer wird im Hinblick auf seine Bedeutung für den Hochwasserschutz und den Schwierigkeitsgrad der für die Bearbeitung erforderlichen geotechnischen und geohydrologischen Betrachtungen in die Geotechnische Kategorie GK 3 eingestuft. Für Objekte dieser Kategorie ist eine ingenieurmäßige Bearbeitung der Gründungselemente mit rechnerischen Nachweisen der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit durchzuführen. Grundlage dafür ist eine auf die Baumaßnahme abgestimmte Baugrunderkundung und –untersuchung, dargestellt in einem Geotechnischen Bericht mit einer objektspezifischen Gründungsbeurteilung. Für die Entwurfsplanung wird eine Verdichtung der Baugrunderkundung auf einen Bohrabstand von 50,00 m (vgl. EAU [7]) empfohlen. Des Weiteren sieht die EAK [8] für See- und Tidestromdeiche die folgenden rechnerischen erdstatischen Nachweise, die durch Geotechniker zu erbringen sind, vor:

- Gelände- und Böschungsbruch
- hydraulischer Grundbruch
- Materialtransporte infolge Erosion und Suffosion
- Ermittlung von Setzungen und Setzungsdauern sowie
- Ermittlung der Sickerlinie

Im Geotechnischen Bericht vom 20.02.2011 wird empfohlen für die Entwurfsplanung die Grundwasser- und Strömungsverhältnisse zu untersuchen, da bei einem stärkeren Grundwasserzustrom vom Lande her der mittlere Grundwasserspiegel höher liegt. Wird gleichzeitig das Abströmen durch ein langgestrecktes Uferbauwerk stark behindert, kann er erheblich ansteigen. Des Weiteren wird darauf hingewiesen, dass schwach durchlässige Böden zu einem hochliegenden Schichtenwasserspiegel führen können. In diesem Zusammenhang sind auch Bemessungswasserstände für das Ingenieurbauwerk festzulegen.

2.9 Schutzgebiete

Schutzgebietsbelange sind im hier betrachteten Planungsraum nicht betroffen [5]:

Flora-Fauna-Habitat-Gebiete (FFH):	Keine.
EU-Vogelschutzgebiete (VSG):	Keine.
Geschützte Biotope (nach §30 BNatSchG):	Keine.
Landschaftsschutzgebiete (LSG):	Keine.
Naturschutzgebiete (NSG):	Keine.
Trinkwasserschutzgebiete (TSG):	Keine.

3. Grundlagen und Anforderungen der Planung

3.1 Grundlagen

Die Grundlagen für die Anforderungen an den Hochwasserschutz sind im Bremischen Wassergesetz [9] sowie im Generalplan Küstenschutz [1] festgelegt. Als ergänzende Regelwerke sind insbesondere die EAK 2002 [8], die EAU 2012 [7] die DIN 19712 [10] sowie das DWA-Merkblatt DWA-M 507-1 [11] von Belang. Themen- und gebietsspezifisch wurden von den Fachreferaten der Senatorin für Umwelt, Klima und Wissenschaft und der Senatorin für Bau, Mobilität und Stadtentwicklung der Freien Hansestadt Bremen sowie des Bremischen Deichverbandes am linken Weserufer und des zuständigen Ortsamtes (Neustadt-Woltmershausen) ergänzende Vermerke vorgelegt, die ebenfalls Grundlage der Planung sind (vgl. u.a. [12] und [3]).

Weitere nachfolgend aufgeführte Planungsrandbedingungen wurden im Verlauf der Projektgruppensitzungen abgestimmt.

Hinzu kommen die sonstigen einschlägigen gesetzlichen Grundlagen, insbesondere des Wasser-, Naturschutz-, Abfall- und Baurechts sowie die einschlägigen Technischen Vertragsbedingungen (ATV und ZTV) sowie wasser- und deichrechtliche Genehmigungen.

3.2 Anforderungen an die Hochwasserschutzanlage

Die wesentlichen Planungsvorgaben und Randbedingungen aus dem Hochwasserschutz sind in Tabelle 1 dargestellt:

Tabelle 1: Wesentliche Planungsvorgaben und Randbedingungen aus dem Hochwasserschutz

Planungsvorgaben / Randbedingungen	Mindestanforderung
Bemessungswasserstand, $H_{\text{Bem}2021}$	+7,95 m NHN
Bestickhöhe, $H_{\text{SOLL}2021}$	+8,70 m NHN
Konstruktives Vorsorgemaß	+9,70 m NHN
Deichkrone, Breite	3,00 m
Neigung Deichbinnenböschung	1 : 3 oder flacher
Neigung Deichaußenböschung	1 : 4 ⁽¹⁾ oder flacher
Freihaltestreifen, darin enthalten:	5,00 m
Deichverteidigungsweg, Breite	4,00 m ⁽²⁾
befestigte Fahrbahn	3,00 m
beidseitige Bankette je	0,50 m
Lage	binnenseitig der HWS-Anlage ⁽³⁾
Querneigung	2,5 %
Belastung	SLW 60
Deichunterhaltungsweg, Breite	4,00 m ⁽²⁾
befestigte Fahrbahn	nicht erforderlich ⁽⁴⁾
beidseitige Bankette je	-
Lage	wasserseitiger Deichfuß
mind. Höhenlage	+4,3 m NHN ⁽⁵⁾
Querneigungsgefälle	2,5 %
Belastung	SLW 30
Hochwasserschutztore	doppelte Deichsicherheit
Querschnittsneutraler Ausgleich des Abflussquerschnitts bis zu einer Höhe von	+6,50 m NHN

- (1) Wird der Hochwasserschutz durch eine Hochwasserschutzwand sichergestellt, darf wasserseitig der Hochwasserschutzwand eine Böschung mit einer Neigung von bis zu 1:3 vorgesehen werden.
- (2) In begründeten Einzelfällen (z.B. bestehende Gebäude oder vergleichbare Zwangspunkte) kann die Trassenbreite an lokalen Engstellen auf 3,00 m (Mindestwert) reduziert werden.
- (3) Der Deichverteidigungsweg darf in Einzelfällen als Deichkronenweg ausgeführt werden, wenn die Flächenverfügbarkeit für die Anlage eines Deichverteidigungsweges am binnenseitigen Böschungsfuß nicht gegeben ist.
- (4) Ein befestigter Wegeaufbau ist nicht erforderlich. Eine Rasenberme mit einer Neigung von maximal 1:10 gilt als ausreichend.
- (5) Im Bereich des Werdersees ist der außenseitige Unterhaltungs- und Treibselräumweg mindestens 0,5 m über dem Stauwasserstand anzuordnen.

Als weitere Planungsvorgabe gilt, dass im BA 4 der Stadtstrecke aufgrund der ausreichenden Flächenverfügbarkeit eine nachhaltige und wirtschaftliche Erddeichvariante zu verfolgen ist, die den Erhalt des bestehenden Landschaftsbildes bestmöglich gestattet (vgl. Kapitel 2.5). Gleichzeitig gilt es, den Eingriff in private Grundstücke zu minimieren. [3]

Der Erhalt des Baumbestandes muss im Einklang mit den technischen Randbedingungen und den durch die Gesetzgebung definierten Erfordernissen stehen. Der Erhalt von Gehölzbestand oder von Einzelbäumen auf bestehenden Deichen kann ausnahmsweise unter folgenden Bedingungen zugelassen werden, wenn nicht andere Gründe dagegensprechen: Der bestehende Deich wird so ertüchtigt, dass sich der Bewuchs im Ergebnis der Maßnahme außerhalb des erdstatisch erforderlichen Querschnitts auf der landseitigen Böschung befindet und ein Eindringen der Wurzeln in diesen dauerhaft verhindert wird [11]. Auf wasserseitigen Böschungen sind Gehölze wegen der Gefahr von Kolkbildung, Windwurf, Pipingeffekten durch Baumwurzeln, der anziehenden Wirkung für Wühltiere und aus Unterhaltungsgründen generell nicht zulässig. Seitens des zuständigen Fachreferates der Senatorin für Umwelt, Klima und Wissenschaft ist darüber hinaus in Anlehnung an die aufgeführten Regelwerke ein 5,00 m breiter Freihaltestreifen binnenseitig des erdstatisch wirksamen Deichkörpers dauerhaft frei von Bewuchs zu halten [3].

Für die statische Auslegung gilt, dass neue Hochwasserschutzanlagen konstruktiv-statisch und räumlich so herzustellen sind, dass eine spätere Erhöhung der Anlagen um bis zu 1,00 m möglich ist.

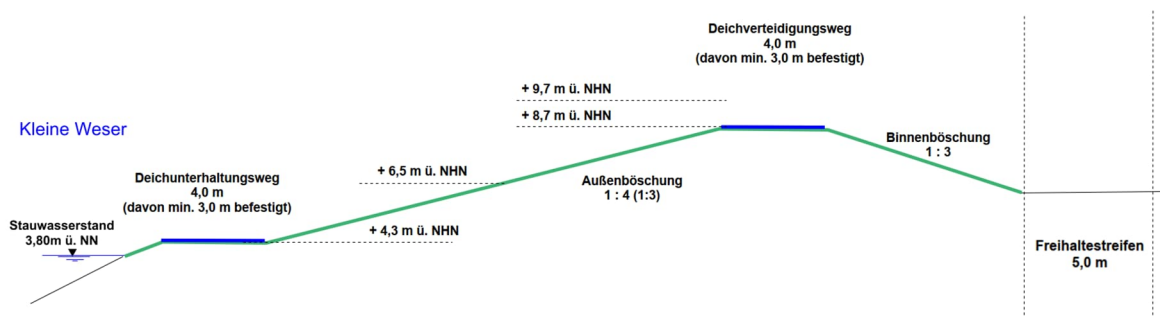


Abbildung 9: Schematische Darstellung der Planungsrandbedingungen für den Deichbau

Seitens des Bremischen Deichverbandes am linken Weserufer wird in Anlehnung an das Arbeitsblatt DWA-A 904 „ländlicher Wegebau“ eine befestigte Mindestbreite von 4,00 m für den Deichverteidigungsweg gefordert, um bei hohem Rad- und Fußverkehrsaufkommen den Begegnungsverkehr zu ermöglichen. Des Weiteren wird seitens des Deichverbandes ein 1,50 m breiter, binnenseitiger Inspektionsgang zu Unterhaltungszwecken gefordert, wenn auf der Binnenseite eine Böschungsabfangung vorgesehen wird. Der Inspektionsgang soll innerhalb des 5,00 m breiten Freihaltestreifens verlaufen.

Hinsichtlich der auszuarbeitenden Varianten gilt die Vorgabe, dass zusätzlich eine sog. Referenzvariante auszuarbeiten ist, die sich auf die aus Küstenschutzgründen erforderlichen Maßnahmen im unabwendbaren Umfang beschränkt. Sie dient zur Ermittlung der förderfähigen Anteile nach dem Förderbereich Küstenschutz der Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes (GAK) [3].

3.3 Anforderungen an die Verkehrswege des Rad- und Fußverkehrs

Hinsichtlich der Anforderungen an die Verkehrswege des Rad- und Fußverkehrs gibt das Fachreferat der Stadt Bremen vor, dass aus Richtung Innenstadt kommend eine Radpremiumroute durch den

BA 4 zur Straße „Buntentorsdeich“ zu führen ist. Ebenfalls ist ein adäquater Gehweg auf der gesamten Strecke des BA 4 vorzusehen. Die Grundlage bildet der Verkehrsentwicklungsplan Bremen 2025 (im Weiteren VEP genannt) [13], der sich eine zielgerichtete, effektive und wahrnehmbare Förderung des Radverkehrs durch eine Weiterentwicklung des Radverkehrsnetzes zur Zielsetzung gemacht hat. Das Bremer Radverkehrsnetz wurde gemäß des VEP im Rahmen der Zielplanung Fahrrad 2003 aus Haupt-, Neben- und Freizeitrouten konzipiert. Im Rahmen der Weiterentwicklung werden Premiumrouten als neues Netzelement eingeführt. Premiumrouten sollen auf ausgewählten Routen, überwiegend außerhalb des Hauptverkehrsnetzes, einen Qualitätsstandard sicherstellen, der ein komfortables, zügiges und sicheres Radfahren insbesondere für längere Entfernungen ermöglicht.

Im Rahmen der Abstimmung mit dem zuständigen Fachreferat wurden folgende Planungsrandbedingungen definiert:

1. Räumliche Trennung der Verkehrswege (Nutzung des Deichverteidigungs- und Deichunterhaltungswegs):

Im Falle der getrennten Wegeführung beträgt die jeweilige befestigte Mindestbreite 3,00 m; als Regemaß gilt für den Geh- und den Radweg eine Breite von je 5,00 m. Aufgrund des hohen Geh- und Radverkehrsaufkommens sollten Mindestmaße vermieden werden.

2. Gemeinsamer Geh- und Radweg auf der Deichkrone (Deichverteidigungsweg):

Die gemeinsame Führung des Geh- und Radwegs ist nicht mit den Anforderungen an eine Radpremiumroute zu vereinbaren. Aufgrund des hohen Fußverkehrsaufkommens und der voraussichtlich überdurchschnittlich hohen Benutzung durch besonders schutzbedürftige Verkehrsteilnehmer bedingt durch das Rotes-Kreuz-Krankenhaus, den Martinshof und die Lage im Quartier ist ein gemeinsamer Geh- und Radweg nicht weiter zu verfolgen.

3. Taktile Trennung zwischen Geh- und Radweg auf der Deichkrone (Deichverteidigungsweg):

Bei einer taktilen Trennung zwischen dem Geh- und dem Radweg beträgt die Mindestbreite für den Radweg 3,00 m und die Regelbreite 5,00 m. Der Gehweg ist zusätzlich mit einer Breite von 2,50 m einschließlich eines taktilen Trennstreifens vorzusehen. Die befestigte Breite beträgt entsprechend 5,50 bis 7,50 m. Aufgrund des hohen Radverkehrs- und Fußverkehrsaufkommens sollten Mindestmaße vermieden werden.

Bevorzugt wird eine räumliche Trennung des Geh- und Radverkehrs, um das Konfliktpotenzial zu reduzieren.

1. Trennung der Verkehrswege

2. Gemeinsamer Geh- und Radweg

3. Taktile Trennung

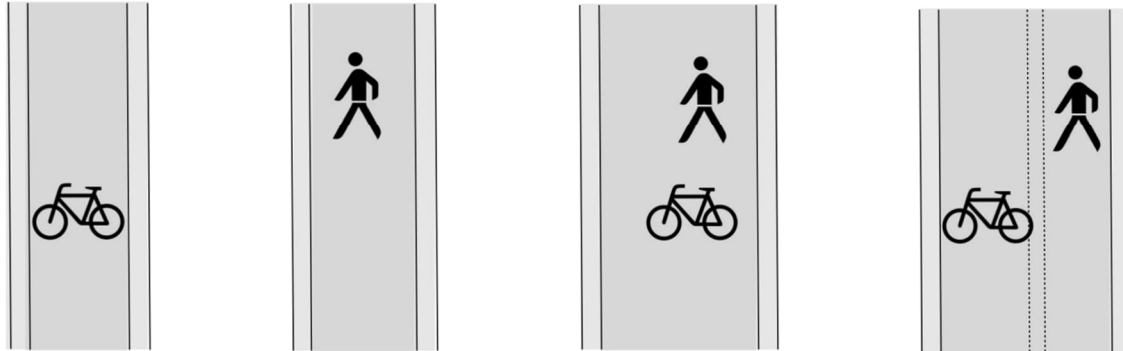


Abbildung 10: Optionen der Verkehrswegeführung

Für die Planung von Radverkehrsanlagen sind die Empfehlungen nach ERA, 2010 (FGSV) [14] und H RSV – Hinweise zu Radschnellverbindungen und Radvorrangrouten, 2020 (FGSV) [15] sowie für Fußgängerverkehrsanlagen nach EFA, 2002 (FGSV) [16] zu berücksichtigen. Die Freie Hansestadt Bremen erarbeitet derzeit einen Anforderungskatalog an Premiumrouten, der Entwurf liegt mit Stand 10/2020 vor. Hierin heißt es, dass Premiumrouten den Radverkehr im Netz gezielt bündeln und große Radverkehrsmengen bewältigen sollen. Sie dienen dazu, städtische Zentren untereinander und mit der angrenzenden Region zu verbinden. Für die Trassierung ist zu beachten, dass die Streckenführung klar und intuitiv erkennbar ist und möglichst keine engen Kurven aufweist. Die Strecke sollte möglichst durchgängig befahrbar sein und keine Engstellen oder Hindernisse aufweisen.

Für die Radwegeführung ist zu beachten, dass zu Absturzsicherungen oder anderen Einbauten ein Sicherheitsabstand von 0,25 m einzuhalten ist [14]. Absturzsicherungen mit einer Höhe von 1,30 m sind an Radwegen ab einer Absturzhöhe von 0,2 m vorzusehen [14] (vgl. Abbildung 11).

Sicherung gegen Absturz (ERA 2010)

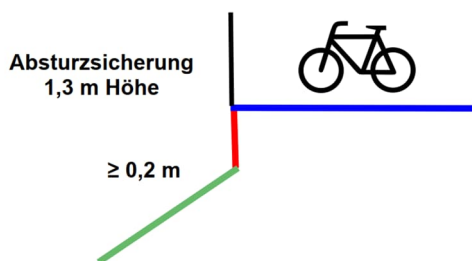


Abbildung 11: Systemdarstellung - Absturzsicherungen an Radwegen

Grundsätzlich ist in der Planung die Barrierefreiheit gemäß DIN 18040 zu berücksichtigen, jedoch sind Radabweiser und Handläufe in der Außenböschung eines Deiches nicht mit den Anforderungen des Hochwasserschutzes zu vereinbaren. Geländer können zu Abflusshindernissen werden, in denen Bäume etc. hängen bleiben. Ein Herausreißen des Geländers verursacht Schäden im Deich, die im Extremfall zum Versagen des Deiches führen können. Entsprechend ist zu prüfen, inwieweit

einzelne Elemente aus der DIN 18040 umsetzbar sind. Rampen, die den Anforderungen der DIN 18040 voll entsprechen, werden als „Rampen“ bezeichnet, während längsgeneigte Wegeverläufe, die nicht vollständig den Anforderungen der DIN entsprechen, als „rampenähnliche Wege“ bezeichnet werden. In Abstimmung mit dem Landesbehindertenbeauftragten der Freien Hansestadt Bremen wurde festgelegt, dass rampenähnliche Wege in einem reinen Erddeichabschnitt wasserseitig einen Bordstein als Radabweiser, aber keinen Handlauf erhalten. Werden rampenähnliche Wege oder Rampen mit Stützwänden ausgeführt, dienen diese als Radabweiser und als stabiles Fundament für Absturzsicherungen und Handläufe. Wasserseitig der rampenähnlichen Wege und Rampen wird die Neigung des Banketts auf 6,0% beschränkt. Seitens des Landesbehindertenbeauftragten wird die Forderung nach einem Blindenleitsystem aufgestellt. Ergänzend zur DIN 18040 ist die „Richtlinie der Freien Hansestadt Bremen und der Stadt Bremerhaven zur barrierefreien Gestaltung baulicher Anlagen des öffentlichen Verkehrsraums, öffentlicher Grünanlagen und öffentlicher Spiel- und Sportstätten“ vom 16.01.2020 zu berücksichtigen.

3.4 Anforderungen aus dem Bebauungsplan

Für den Bereich zwischen der Piepe und dem Deichschart gilt der Bebauungsplan 1405 mit Datum vom 06.04.1993. Der Deich und das Vorland sind hier als öffentliche Grünanlage eingetragen. Für die Entwicklung von Planungsvarianten gilt, dass grundsätzlich die Baugrenze des Bebauungsplans 1405 einzuhalten ist.

3.5 Berücksichtigung von Erkenntnissen zum Deichschart Buntentor

Im Zuge der Bearbeitung des 4. Bauabschnitts wurde die Weiterverwendung des Deichscharts als Bestandsbauwerk überprüft. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass das Deichschart für die aktuell gültigen Bemessungswasserstände für Neubauten und erst recht für zukünftige Szenarien ohne Ertüchtigungsmaßnahmen nicht weiter betrieben werden kann (vgl. *Anhang - Nachrechnung Deichschart*). Auf Basis der Nachrechnung wurde eine separate Machbarkeitsstudie zum Umgang mit dem sanierungsbedürftigen Deichschart Buntentor ausgearbeitet und mit Datum vom 02.05.2023 vorgelegt. Die Machbarkeitsstudie umfasst eine Nutzwertanalyse, die Ermittlung eines Kostenrahmens und die Aufstellung einer dynamischen Kostenvergleichsrechnung für die drei Planungsalternativen „Ersatzloser Rückbau“, „Grundinstandsetzung“ und „Neubau“. Der „Ersatzlose Rückbau“ wurde als Vorzugslösung ermittelt.

Im Nachgang zur Fertigstellung der Machbarkeitsstudie Deichschart wurde durch das Landesamt für Denkmalpflege das Deichschart als Kulturdenkmal erkannt [17]. Des Weiteren wurde im Auftrag des Bremischen Deichverbandes am linken Weserufer eine Bauwerksuntersuchung, Bestandserfassung und Ausarbeitung eines Maßnahmenkonzeptes für das Deichschart durchgeführt [18]. Im Ergebnis wurden zwar konkrete Schäden am Bauwerk festgestellt, aber grundsätzlich wurde die Bausubstanz positiv bewertet und eine Restnutzungszeit von mind. 10 Jahren bestätigt, sofern einige Ertüchtigungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Durch die vorgenannten neuen Erkenntnisse und Planungsrandbedingungen wurde eine Erweiterung der Machbarkeitsstudie Deichschart erforderlich, welche mit Datum vom 28.10.2024 vorgelegt wurde (vgl. *Anhang – Machbarkeitsstudie Deichschart*). Im Ergebnis wurde der „Ersatzlose Rückbau“ des Deichscharts erneut als Vorzugsalternative ermittelt, welcher in der vorliegenden Planung für alle Varianten berücksichtigt wird. Die Planungsalternative „Ersatzloser Rückbau“ umfasst den Rückbau des Deichscharts, die Schließung des Deiches als Erdbauwerk, die Herstellung einer Zufahrt für Rettungsfahrzeuge zur Bootsrampe im Vorland über einen bestehenden Geh- und Radweg zwischen Buntentorsteinweg 370 und 374 (vgl. *Anlage - Lageplan Zufahrt*

Rettungsfahrzeuge) sowie den barrierearmen Umbau der Rampe zwischen den Häusern Buntentorsteinweg 226 und 246 (im Bereich der Eisdiele).

3.6 Abstimmung mit Anliegern

Im Juni 2022 fand eine Informationsveranstaltung für die Anlieger statt, in der die Deichbaumaßnahme grundsätzlich erläutert und darüber informiert wurde, dass sich die Deichbaumaßnahme auf die privaten Grundstücke auswirken wird. Im Nachgang wurden den Anliegern sog. Steckbriefe zur Bearbeitung und Rücksendung übersendet, mit deren Hilfe Informationen zu vorhandener Bebauung, Baumstandorten, Besonderheiten etc. auf den anliegenden Grundstücken gesammelt wurden.

Des Weiteren haben separate Gespräche mit den nachfolgenden Anliegern des BA 4 stattgefunden. Die Protokolle der Gespräche sind dieser Unterlage als *Anhang – Abstimmung mit Anliegern* beigelegt:

- Eisdiele
- Kiosk (FARM e. V.)
- Johanniter Unfallhilfe
- Schwankhalle
- Städtische Galerie und Musiker:inneninitiative (MIB)

Seitens der Städtischen Galerie (Fachreferat für Bildende Kunst beim Senator für Kultur, Bremen) wurde mitgeteilt, dass vorgesehen ist, den Haupteingang auf die Deichseite zu verlegen und ein entsprechender Zugang benötigt wird. Eine konkrete Planung für den Eingangsbereich liegt seitens der Städtischen Galerie noch nicht vor. Bezüglich der Fläche zwischen dem Deich und der Galerie wurde festgelegt, dass in der Vorplanung eine flache Geländeanpassung vorgesehen wird.

4. Geplante Maßnahmen

4.1 Allgemeine Erläuterungen

Auf Grundlage der unter Kapitel 3 aufgeführten Planungsrandbedingungen wurden drei Planungsvarianten erarbeitet.

Die sog. Referenzvariante – Variante 0 - beschränkt sich auf die aus Küstenschutzgründen erforderlichen Maßnahmen in unabwendbarem Umfang. Sie dient zur Ermittlung der förderfähigen Kostenanteile nach dem Förderbereich Küstenschutz der Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes (GAK) und ist nicht als Realisierungslösung gedacht.

Die Variante 1 entspricht der Vorzugsvariante aus der Machbarkeitsstudie Teil 1 [2]. Sie wurde an die aktuell gültigen Bemessungsvorgaben angepasst und gemäß der aktuellen Planungsvorgabe wurde die Baugrenze (bzw. zwischen Dorotheenstr. 5 und Buntentorsteinweg 164 die Baulinie) des Bebauungsplans 1405 eingehalten sowie binnenseitig von Stützwänden ein Inspektionsgang von 1,50 m Breite vorgesehen. Des Weiteren erfolgte eine Anpassung zur Berücksichtigung des Entfalls des Deichscharts Buntentor (vgl. Kap. 3.5).

Die Variante 2 wurde unter der bestmöglichen Berücksichtigung aller Planungsrandbedingungen ausgearbeitet. Der Abstimmungsprozess zur Variantenfindung ist unter Kapitel 4.12 beschrieben.

Die Hochwasserschutzanlage wird in allen Varianten bevorzugt als Erddeich vorgesehen, jedoch hat sich aufgrund der geringen Flächenverfügbarkeit im Zuge der Ausarbeitung der Vorplanung gezeigt, dass in Teilabschnitten des Erddeiches beidseitig der Deichkrone Geländeabfangungen erforderlich sind. Des Weiteren kann gemäß der Planungsvorgaben Fläche eingespart werden, in dem der klassische Erddeich durch Spundwände ergänzt wird, mit denen die Ausbildung einer steileren Böschung zulässig ist (vgl. Kap. 3.2). Eine mögliche Lösung für das Tragwerk stellt ein Kastenfangedammsystem dar. Dieses kann als Hybridbauwerk bezeichnet werden, da der klassische Erddeich mit Wandelemente u.a. im Sinne einer Hochwasserschutzwand verstärkt wird (siehe auch Definition Hybridbauwerk im *Anhang – Statische Vorbemessung*).

Der Verlauf des Deiches ist in den drei Varianten in sanften Bögen in das bestehende Landschaftsbild eingebunden und öffnet diesen Naturraum. Aus Richtung Innenstadt kommend ändert sich der Charakter der Hochwasserschutzanlage und wechselt von dem städtisch geprägten Abschnitt in einen landschaftlich geprägten Abschnitt mit einem vorzugsweise grünen Erddeich. In Teilabschnitten werden Wandelemente zur Abfangung der Geländesprünge erforderlich, welche jedoch den Gesamtcharakter der Erddeichlösung nicht aufheben.

4.2 Variante 0 – Referenzvariante

Der Lageplan und die Querprofile zur Referenzvariante sind dem vorliegenden Bericht als Anlage beigelegt.

4.2.1 Hochwasserschutzanlage

In der Variante 0 – Referenzvariante - wird der Hochwasserschutz durch einen Erddeich, der als Hybridbauwerk durch Hochwasser- und Stützwände ergänzt wird, umgesetzt. Die Variante wurde von der bestehenden Uferkante entwickelt und endet binnenseitig an der Baugrenze. Im Bereich des Martinshofs sowie zwischen der Dorotheenstraße und der Werdersee-Brücke reicht die Flächenverfügbarkeit nicht aus, um einen reinen Erddeich zu realisieren, entsprechend werden wasserseitig zusätzliche Hochwasserschutzwände und binnenseitig Stützwände vorgesehen. Durch die Anordnung der wasserseitigen Hochwasserschutzwände darf die wasserseitige Böschungsneigung auf bis zu 1:3 erhöht werden. Binnenseitig werden die Stützwände so angeordnet, dass mind. ein 1,50 m breiter, unbefestigter Inspektionsgang zwischen der Baugrenze bzw. Wohn- oder Gewerbegebäuden und der Stützwand verbleibt. Terrassen, Schuppen, Garagen und Nebengebäude, die wasserseitig der Baugrenze stehen, werden in dieser Variante überplant. Die Ansichtshöhe der binnenseitigen Stützwand beträgt im Bereich des Martinshofs und der privaten Grundstücke bis zu rd. 3,10 m. Von der Wasserseite ergeben sich sehr geringe Ansichtshöhen von bis zu 0,60 m. Lediglich im Bereich der Rampen ergeben sich auch wasserseitig größere Ansichtshöhen.

Im Bereich des entfallenden Deichscharfs fängt binnenseitig eine Stützwand den Deichfuß ab. Der Platz zwischen dem entfallenden Deichschart und dem Buntentorsteinweg bleibt wie im Bestand erhalten. Südlich des Kiosks rückt der Deich im Vergleich zum Bestand etwas von der bestehenden Bebauung ab. Die zwischen Buntentorsteinweg 294 und 306 vorhandene Treppe entfällt.

Die statische Vorbemessung der Hochwasserschutz- und Stützwände ist diesem Bericht als *Anhang - Statische Vorbemessung* beigelegt. Eine Untersuchung der umsetzbaren Varianten des Tragwerks hat ergeben, dass die Umsetzung mit Spundwänden am wirtschaftlichsten ist. Die statische Vorbemessung ist vorbehaltlich einer detaillierteren Gründungsbeurteilung zu betrachten.

Die Hochwasserschutzlinie verläuft wasserseitig des Banketts auf der geplanten Deichkrone. Im Verlauf der Hochwasserschutzlinie wird die erforderliche Bestickhöhe von +8,70 m NHN gehalten. In dieser Variante entspricht die dargestellte Achse nicht dem Verlauf der Hochwasserschutzlinie, da eine einheitliche Achse für alle drei dargestellten Varianten gewählt wurde (die Achse entspricht der Hochwasserschutzlinie der Variante 2). Dies ermöglicht die Vergleichbarkeit der Querschnitte, die nach der Achsstationierung benannt sind.

Der Deichverteidigungsweg verläuft auf der Deichkrone, binnenseitig der Hochwasserschutzlinie mit einer befestigten Breite von 3,00 m, beidseitig wird ein Bankett von 0,50 m Breite vorgesehen. Auf den Teilabschnitten, auf denen der Weg durch Wände eingefasst ist, wird das Bankett durch einen Betonholm auf der Spundwand ersetzt. Die Bestickhöhe von +8,70 m NHN verläuft konstant wasserseitig des Banketts bzw. auf dem Betonholm. Der Deichverteidigungsweg ist über den BA 3 der Stadtstrecke, den Habenhauser Deich und über die Verlängerung Buntentorsdeich angebunden.

Der unbefestigte Deichunterhaltungsweg verläuft zwischen Piepe und Werdersee-Brücke auf der Außenberme auf einer Breite von 4,00 m am Deichfuß. Die Rampen im Verlauf des Deichunterhaltungsweges sind mit einem Wegeaufbau entsprechend dem Deichverteidigungsweg vorgesehen, die Längsneigung beträgt 10,0%, da es sich um einen reinen Betriebsweg handelt. Zwischen der Werdersee-Brücke und der Verlängerung Buntentorsdeich ist der Deichunterhaltungsweg befestigt und verläuft im Vorland. Zwischen der Verlängerung

Buntentorsdeich und dem Habenhauser Deich ist kein ausgewiesener Deichunterhaltungsweg vorgesehen, jedoch kann der Deichverteidigungsweg zu diesem Zweck genutzt werden und das flache Vorland bietet zusätzlich eine hinreichende Befahrbarkeit. Der Deichunterhaltungsweg ist über den zukünftigen Deichverteidigungsweg von Westen kommend, über den Habenhauser Deich und über die Verlängerung Buntentorsdeich angebunden. Die Rampen im Verlauf des befestigten Deichunterhaltungsweges werden als rampenähnliche Wege in Anlehnung an DIN 18040 vorgesehen.

Die Erhöhung auf das konstruktive Vorsorgemaß kann in der Referenzvariante durch eine konstruktive Wand an der wasserseitigen Kante der Deichkrone erfolgen. Im Bereich von Wegebeziehungen sind Deichscharte vorzusehen.

4.2.2 Verkehrswege

In der Referenzvariante wird der Geh- und Radverkehr gemeinsam auf dem 3,00 m breiten Deichverteidigungs- bzw. kronenweg geführt. Im Vorland im Bereich des entfallenden Deichscharts wird ein zusätzlicher gemeinsamer Geh- und Radweg auf dem Deichunterhaltungsweg entlang des Kiosks und der WC-Anlage geführt. In Verlängerung Buntentorsdeich entsteht dadurch ein Knotenpunkt auf der Deichkrone. Der befestigte Rad- und Gehweg wird mit einem Mindestabstand von 0,25 m zu Einbauten wie der Absturzsicherung auf den Hochwasser- und Stützwänden geführt. Eine Absturzsicherung von 1,30 m Höhe wird erforderlich, sobald die Absturzhöhe $\geq 0,20$ m beträgt.

Die vorhandenen Wegeverbindungen zwischen Deich und der Straße „Buntentorsteinweg“ bleiben im Wesentlichen erhalten und ermöglichen auch zukünftig den freien Zugang zum Deich als Naherholungsgebiet. Lediglich die beiden Treppen im Bereich des entfallenden Deichscharts und des Durchgangs zwischen Buntentorsteinweg 294 und 306 entfallen.

In der Referenzvariante erfolgt keine Berücksichtigung der geforderten Radpremiumroute oder etwaiger anderer Anforderungen an Geh- und Radwege.

4.2.3 Grünanlage und Aufenthaltsqualität

Die Erhaltung des Landschaftsbildes und dessen Weiterentwicklung sind für die Bremer Neustadt von hoher Bedeutung. Mit der Planung wird eine positive Entwicklung des angrenzenden Stadtviertels durch die Ermöglichung einer vielfältigen Nutzung gefördert.

Auf Höhe der Städtischen Galerie erweitert ein als Bastion konzipierter Platz den Verlauf des Deichverteidigungsweges.

Mit dem neu vom UBB gestalteten Platz auf Höhe des entfallenden Deichscharts und der Wege-Aufweitung um den Kiosk wird die Aufenthaltsqualität bereits in diesem Bereich deutlich gesteigert. Das großzügige Deichvorland bleibt erhalten und wird durch einen neuen breiteren Uferweg ergänzt.

4.2.4 Barrierefreiheit

Im gesamten Planungsraum können mit Blick auf den Hochwasserschutz nur rampenähnliche Wege ausgebildet werden. Diese werden mit einem binnenseitigen Bankett von 12,0% Neigung und einem wasserseitigen Bankett von 6,0% Neigung vorgesehen. Alle Wege mit einer Längsneigung von $> 3,0\%$ werden hinsichtlich der Längsneigung und den geforderten Podesten nach den Vorgaben der DIN 18040 geplant. Im Bereich der Wegeverläufe mit einer Längsneigung von $< 3,0\%$ ist die Querneigung mit 2,5% und beidseitig ein Bankett von 12,0% Querneigung vorgesehen, um die Entwässerung sicherzustellen.

Die bestehende binnenseitige Wegeführung auf den Deich (auf Höhe Dorotheenstraße) an der Städtischen Galerie ist als rampenähnlicher Weg vorgesehen. Hier ist in der Entwurfsplanung zu prüfen, inwieweit die Barrierefreiheit unter Berücksichtigung der bestehenden und zu erhaltenden Feuerwehrezufahrt umsetzbar ist.

4.2.5 Oberflächenbelag

Sowohl für den Deichverteidigungsweg, den Deichunterhaltungsweg, den Uferweg als auch für die Rampen zur grünen Außenberme wird als Oberflächenbelag Asphalt vorgesehen. Die Verwendung von Asphalt ermöglicht den einzelnen Ansprüchen aller Nutzer wie Fußgängern, Radfahrern sowie mobil eingeschränkten Personen etc. zu entsprechen.

4.2.6 Betroffenheit von Anwohnern und Baumerhalt

Bereits der vorhandene Deich liegt in Teilbereichen auf privaten Grundstücksflächen. Für die Realisierung der Hochwasserschutzmaßnahme ist ein weiterer Eingriff in Privatgrundstücke erforderlich. Der erforderliche private Grunderwerb umfasst rd. 7.455 m².

Darüber hinaus wird gegenüber dem Bestand eine zusätzliche öffentliche Fläche von rd. 2.580 m² in Anspruch genommen. Diese Fläche befindet sich im Wesentlichen auf dem Grundstück des Martinshofs.

Innerhalb des erdstatisch relevanten Querschnitts der Hochwasserschutzanlage sowie innerhalb des binnenseitigen Freihaltestreifens entfallen schätzungsweise 98 Bäume, Kleinsträucher und Großsträucher. Eine detaillierte Bestandsvermessung steht aus. Es werden 19 Baumpflanzungen binnenseitig der Hochwasserschutzanlage im Anschlussbereich „Am Dammacker“ vorgesehen. Im Zuge der Entwurfsplanung wird voraussichtlich eine zusätzliche Kompensationsplanung benötigt.

4.2.7 Ausstattung

Die von UBB im Jahr 2023 aufgestellten Sitzbänke und Abfallbehälter im Bereich Kiosk, Bootsrampe und Werdersee-Brücke bleiben erhalten bzw. werden mit einem neuen Standort in die Planung integriert. Des Weiteren wird an vier Stellen ein Ersatzneubau von Sitzbänken und Abfallbehälter im Planungsraum berücksichtigt.

4.2.8 Beleuchtung

Im Rahmen der Vorplanung wird in der Kostenschätzung eine Standardbeleuchtung einschließlich aller Anschlüsse vorgesehen. Eine Konkretisierung der Ausgestaltung der Beleuchtung erfolgt in der Entwurfsplanung.

4.3 Variante 1

Der Lageplan und die Querprofile zur Variante 1 sind dem vorliegenden Bericht als Anlage beigelegt.

4.3.1 Hochwasserschutzanlage

In der Variante 1 ist die Realisierung des Hochwasserschutzes durch einen Erddeich, der als Hybridbauwerk durch Hochwasser- und Stützwände ergänzt wird, umgesetzt. Die Variante wurde von der bestehenden Uferkante entwickelt und endet binnenseitig an der Baugrenze. Im Bereich des Martinshofs sowie zwischen der Dorotheenstraße und der Werdersee-Brücke reicht die Flächenverfügbarkeit nicht aus, um einen reinen Erddeich zu realisieren, entsprechend werden wasserseitig zusätzliche Hochwasserschutzwände und binnenseitig Stützwände vorgesehen. Durch die Anordnung der wasserseitigen Hochwasserschutzwände darf die wasserseitige Böschungsneigung auf bis zu 1:3 erhöht werden, wodurch sich der Flächenbedarf für den Deich reduziert. Binnenseitig erfolgt die Entwicklung der Variante von der Baugrenze (bzw. zwischen Dorotheenstraße 5 und Buntentorsteinweg 164 wasserseitig der Baulinie). Die Stützwände werden mit einem Abstand von mind. 1,50 m angeordnet, um die Anlage eines unbefestigten Inspektionsganges zu ermöglichen. Terrassen, Schuppen, Garagen und Nebengebäude, die wasserseitig der Baugrenze bzw. Baulinie stehen, werden in dieser Variante überplant. Die Ansichtshöhe der binnenseitigen Stützwand ergibt sich im Bereich des Martinshofs und der privaten Grundstücke bis zu rd. 3,50 m. Von der Wasserseite ergeben sich sehr geringe Ansichtshöhen von bis zu 0,80 m. Lediglich im Bereich der Rampen ergeben sich auch wasserseitig größere Ansichtshöhen.

Im Bereich des entfallenden Deichscharls führt eine ansprechend gestaltete Treppe vom Buntentorsteinweg über den Deich ins Vorland. Auf der Wasserseite ist die Treppe an der bestehenden Sitzstufenanlage im Uferbereich ausgerichtet und greift das Element Sitzstufe in der Außenböschung des Deiches wieder auf. Um die Sitzstufen herum ist die Außenböschung, aus gestalterischen Gründen, durch Rasengittersteine zusätzlich befestigt. Auf der Binnenseite wird die Treppe durch zwei Baumgruben, die als Hochbeete gestaltet sind, flankiert. Der Platz zwischen dem entfallenden Deichschart und dem Buntentorsteinweg wird als Freianlage gestaltet. Südlich des Kiosks rückt der Deich im Vergleich zum Bestand etwas von der bestehenden Bebauung ab. Die zwischen Buntentorsteinweg 294 und 306 vorhandene Treppe wird entfallen.

Die statische Vorbemessung der Hochwasserschutz- und Stützwände ist diesem Bericht als *Anhang - Statische Vorbemessung* beigelegt. Eine Untersuchung der umsetzbaren Varianten des Tragwerks hat ergeben, dass die Umsetzung mit Spundwänden am wirtschaftlichsten ist. Die statische Vorbemessung ist vorbehaltlich einer detaillierteren Gründungsbeurteilung zu betrachten.

Die Hochwasserschutzlinie verläuft wasserseitig des Banketts auf der geplanten Deichkrone. Im Verlauf der Hochwasserschutzlinie wird die erforderliche Bestickhöhe von +8,70 m NHN gehalten. In dieser Variante entspricht die dargestellte Achse nicht dem Verlauf der Hochwasserschutzlinie, da eine einheitliche Achse für alle drei dargestellten Varianten gewählt wurde (die Achse entspricht der Hochwasserschutzlinie der Variante 2). Dies ermöglicht die Vergleichbarkeit der Querschnitte, die nach der Achsstationierung benannt sind.

Der Deichverteidigungsweg verläuft zwischen Piepe und Werdersee-Brücke auf der Deichkrone binnenseitig der Hochwasserschutzlinie mit einer befestigten Breite von 6,00 m, beidseitig wird ein Bankett von 0,50 m Breite vorgesehen. Zwischen der Brücke und dem Habenhauser Deich verläuft der Deichverteidigungsweg zwar ebenfalls auf der Deichkrone, ist hier aber nur noch 3,00 m breit zuzüglich beidseitiger Bankette von je 0,50 m Breite. Auf den Teilabschnitten, auf denen der Weg durch Wände eingefasst ist, wird das Bankett durch einen Betonholm auf der Spundwand ersetzt. Die Bestickhöhe von +8,70 m ü. NHN verläuft konstant wasserseitig des Banketts bzw. auf dem

Betonholm. Der Deichverteidigungsweg ist über den BA 3 der Stadtstrecke, den Habenhauser Deich und über die Verlängerung Buntentorsdeich angebunden.

Der Deichunterhaltungsweg verläuft zwischen Piepe und der Werdersee-Brücke auf der Außenberme auf einer Breite von 4,00 m am Deichfuß. Die Rampen im Verlauf des Deichverteidigungsweges sind mit einem Wegeaufbau entsprechend dem Deichverteidigungsweg vorgesehen, die Längsneigung beträgt 10,0%. Zwischen der Brücke und der Verlängerung Buntentorsdeich verläuft der Deichunterhaltungsweg mit einer befestigten Breite von 6,00 m im Vorland. Zwischen der Verlängerung Buntentorsdeich und dem Habenhauser Deich ist kein ausgewiesener Deichunterhaltungsweg vorgesehen, jedoch kann der Deichverteidigungsweg zu diesem Zweck genutzt werden und das flache Vorland bietet zusätzlich eine hinreichende Befahrbarkeit. Der Deichunterhaltungsweg ist über den BA 3 der Stadtstrecke, den Habenhauser Deich und über die Verlängerung Buntentorsdeich erreichbar. Die Rampen im Verlauf des Deichunterhaltungsweges werden als rampenähnliche Wege in Anlehnung an DIN 18040 vorgesehen.

Die Erhöhung auf das konstruktive Vorsorgemaß kann in der Variante 1 durch eine konstruktive Wand an der wasserseitigen Kante der Deichkrone erfolgen. Im Bereich von Wegebeziehungen sind Deichscharte vorzusehen.

4.3.2 Verkehrswege

Der Fuß- und Radverkehr wird in dieser Variante getrennt durch ein taktilen Element in jeweils 3,00 m Breite (für Beidrichtungsverkehr) auf der Deichkrone geführt. Für den Deichverteidigungsweg ergibt sich somit eine befestigte Breite von 6,00 m. Die beschriebene Wegführung entspricht den Planungsvorgaben aus dem Jahr 2016 (vgl. [2]) und entspricht den Vorgaben für Radpremiumrouten (vgl. Kap. 3.3).

Südöstlich der Werdersee-Brücke werden der Fuß- und Radverkehr von der Deichkrone über einen rampenähnlichen Weg ins Vorland geführt. Die Wege führen entlang des Kiosks und der WC-Anlage im weiteren Verlauf zurück auf die Deichkrone. In Verlängerung Buntentorsdeich entsteht ein Knotenpunkt auf dem Deich. Auf der Deichkrone bleibt zwischen Werdersee-Brücke und Ende des Planungsraumes zusätzlich ein gemeinsamer Geh- und Radweg mit einer befestigten Breite von 3,00 m bestehen. Die Anbindung an die Straße Buntentorsdeich erfolgt ebenfalls über einen 3,00 m breiten Geh- und Radweg.

Der befestigte Rad- und Gehweg wird mit einem Mindestabstand von 0,25 m zu Einbauten wie der Absturzsicherung auf den Hochwasser- und Stützwänden geführt. Eine Absturzsicherung von 1,30 m Höhe wird erforderlich, sobald die Absturzhöhe $\geq 0,20$ m beträgt.

Die vorhandenen Wegeverbindungen zwischen Deich und der Straße „Buntentorsteinweg“ bleiben im Wesentlichen erhalten und ermöglichen den freien Zugang zum Deich als Naherholungsgebiet. Lediglich die Treppe am Durchgang zwischen Buntentorsteinweg 294 und 306 entfällt.

4.3.3 Grünanlage und Aufenthaltsqualität

Die Erhaltung des Landschaftsbildes und dessen Weiterentwicklung sind für die Bremer Neustadt von hoher Bedeutung. Mit der Planung wird eine positive Entwicklung des angrenzenden Stadtviertels durch die Ermöglichung einer vielfältigen Nutzung gefördert.

Auf Höhe der Städtischen Galerie weitet ein als Bastion konzipierter Platz den Deichverteidigungsweg auf.

Besonders zwischen Werdersee-Brücke und „Am Dammacker“ kann durch den Entfall des Deichscharls deutlich die Aufenthaltsqualität gesteigert werden. Die Konfliktpotenziale zwischen Fuß- und Radverkehr, die es im Bereich des Deichscharls gegeben hat, werden durch die Schließung und der Ausweisung einer getrennten Radpremiumroute deutlich gesenkt. In der Außenböschung des Deiches entsteht mit der geplanten Stufenanlage ein neuer Aufenthaltspunkt. Es ist vorgesehen, die Gehstufen seitlich mit Sitzstufen zu ergänzen, so dass neue Gelegenheiten zum Verweilen und Erholen geboten werden.

Mit dem angrenzenden Platz vom UBB und der Aufweitung des Weges rund um den Kiosk wird die Aufenthaltsqualität weiter gesteigert. Das großzügige Deichvorland bleibt erhalten und wird durch einen neuen breiteren Uferweg ergänzt.

4.3.4 Barrierefreiheit

Im gesamten Planungsraum können mit Blick auf den Hochwasserschutz nur rampenähnliche Wege ausgebildet werden. Diese werden mit einem binnenseitigen Bankett von 12,0% Neigung und einem wasserseitigen Bankett von 6,0% Neigung vorgesehen. Alle Wege mit einer Längsneigung von > 3,0% werden hinsichtlich der Längsneigung und den geforderten Podesten nach den Vorgaben der DIN 18040 geplant. Im Bereich der Wegeverläufe mit einer Längsneigung von < 3,0% ist die Querneigung mit 2,5% und beidseitig ein Bankett von 12,0% Querneigung vorgesehen, um die Entwässerung sicherzustellen.

Die bestehende binnenseitige Wegeführung auf den Deich (auf Höhe Dorotheenstraße) an der Städtischen Galerie ist als rampenähnlicher Weg vorgesehen. Hier ist in der Entwurfsplanung zu prüfen, inwieweit die Barrierefreiheit unter Berücksichtigung der bestehenden Feuerwehrezufahrt umsetzbar ist.

4.3.5 Oberflächenbelag

Sowohl für den Deichverteidigungsweg, den Deichunterhaltungsweg ab der Werdersee-Brücke Richtung „Am Dammacker“, den Uferweg als auch für die Rampen zur begrünten Außenberme wird als Oberflächenbelag ein aufgehellter Asphalt vorgesehen. Im Vergleich zu anderen Materialien erfüllt Asphalt die Ansprüche aller Verkehrsteilnehmer am besten.

Mit der Verwendung eines helleren Asphalts wird auch ein positiver Energieeffekt erzielt. Die hellere Wegedecke führt zu weniger Stauwärme, da der hellere Asphalt mehr Licht reflektiert und sich die Fläche dadurch weniger erwärmt. Zudem wird konkret Energie eingespart, da durch die bessere Reflexion des helleren Asphalts die öffentliche Beleuchtung mit weniger Lumen (=Lichtmenge) ausgeführt werden kann.

Eine finale Abstimmung der Asphaltart sowie der genauen Farbauswahl der Wege und Rampen ist in der Entwurfsplanung vorgesehen.

4.3.6 Betroffenheit von Anwohnern und Baumerhalt

Bereits der vorhandene Deich liegt in Teilbereichen auf privaten Grundstücksflächen. Für die Realisierung der Hochwasserschutzmaßnahme ist ein weiterer Eingriff in Privatgrundstücke erforderlich. Der erforderliche private Grunderwerb umfasst rd. 7.640 m².

Darüber hinaus wird gegenüber dem Bestand eine zusätzliche öffentliche Fläche von rd. 2.640 m² in Anspruch genommen. Diese Fläche befindet sich im Wesentlichen auf dem Grundstück des Martinshofs.

Innerhalb des erdstatisch relevanten Querschnitts der Hochwasserschutzanlage sowie innerhalb des binnenseitigen Freihaltestreifens entfallen schätzungsweise 98 Bäume, Kleinsträucher und Großsträucher. Eine detaillierte Bestandsvermessung steht aus. Es werden 24 Baumpflanzungen binnenseitig der Hochwasserschutzanlage im Anschlussbereich „Am Dammacker“ sowie 5 weitere Baumpflanzungen in der Freianlage „Micropark“ vorgesehen. Im Zuge der Entwurfsplanung wird voraussichtlich eine zusätzliche Kompensationsplanung benötigt.

4.3.7 Ausstattung

Die von UBB im Jahr 2023 aufgestellten Sitzbänke und Abfallbehälter im Bereich Kiosk, Bootsrampe und Werdersee-Brücke bleiben erhalten bzw. werden mit einem neuen Standort in die Planung integriert. Des Weiteren werden an vier Stellen ein Ersatzneubau und an acht Stellen ein Neubau von Sitzbänken und Abfallbehältern im Planungsraum berücksichtigt.

4.3.8 Beleuchtung

Im Rahmen der Vorplanung wird in der Kostenschätzung eine Standardbeleuchtung einschließlich aller Anschlüsse vorgesehen. Eine Konkretisierung der Ausgestaltung der Beleuchtung erfolgt in der Entwurfsplanung.

4.4 Variante 2

Der Lageplan, der Längsschnitt und die Querprofile zur Variante 2 sind dem vorliegenden Bericht als Anlage beigelegt.

4.4.1 Hochwasserschutzanlage

In der Variante 2 ist die Realisierung des Hochwasserschutzes durch einen Erddeich, der in Teilabschnitten als Hybridbauwerk durch Hochwasser- und Stützwände ergänzt wird, umgesetzt. Die Variante wurde von der bestehenden Uferkante entwickelt und endet binnenseitig an der Baugrenze. Im Bereich des Martinshofs sowie zwischen der Dorotheenstraße und der Werdersee-Brücke reicht die Flächenverfügbarkeit nicht aus, um einen reinen Erddeich zu realisieren, entsprechend werden wasserseitig zusätzliche Hochwasserschutzwände und binnenseitig Stützwände vorgesehen. Durch die Anordnung der wasserseitigen Hochwasserschutzwände darf die wasserseitige Böschungsneigung auf bis zu 1:3 erhöht werden.

In den Abschnitten, in denen binnenseitig eine Stützwand erforderlich wird, ist binnenseitig der Stützwand ein 1,50 m breiter Inspektionsgang anzuordnen. Die Höhe des Inspektionsganges ist so gewählt, dass im öffentlichen Raum (Bau-km 0+00 bis ca. 0+175) die Höhendifferenz zwischen Deichverteidigungsweg und Inspektionsgang maximal 1,50 m und im Bereich von Grundstücken privater Eigentümer:innen Bau-km ca. 0+500 bis ca. 0+619) maximal 1,15 m beträgt. Der Inspektionsgang liegt innerhalb des Freihaltestreifens und wird innerhalb dieses 5,00 m Streifens binnenseitig auf den Bestand abgebösch. Die sich ergebenden Böschungsneigungen betragen rund 1:2 oder flacher. Jeweils zwischen zwei privaten Grundstücken ist eine Treppe in der Böschung vorgesehen, um eine Erreichbarkeit des Inspektionsganges für die Anwohner zu realisieren. Der Inspektionsgang mündet in der Parkanlage an der Haltestelle Kirchweg.

Terrassen, Schuppen, Garagen und Nebengebäude, die wasserseitig der Baugrenze (bzw. zwischen Dorotheenstraße 5 und Buntentorsteinweg 164 wasserseitig der Baulinie) stehen, werden in dieser Variante überplant. Von der Wasserseite ergeben sich Ansichtshöhen von bis zu 1,80 m. Lediglich im Bereich der Rampen ergeben sich wasserseitig größere Ansichtshöhen.

Zwischen den Häusern Buntentorsteinweg 226 und 246 befindet sich eine Freianlage mit einer barrierefreien Rampe, die auf den Deich führt, während auf gleicher Höhe die Werdersee-Brücke über den Werdersee führt. Im Weiteren verläuft der Deichverteidigungsweg mit einem Abstand von mind. 5,00 m zur angrenzenden Wohnbebauung der Gebäude Buntentorsteinweg 246 bis 268. Im Bereich des entfallenden Deichschart führt eine ansprechend gestaltete Treppe vom Buntentorsteinweg über den Deich ins Vorland. Auf der Wasserseite ist die Treppe an der bestehenden Sitzstufenanlage im Uferbereich ausgerichtet und greift das Element Sitzstufe in der Außenböschung des Deiches wieder auf. Um die Sitzstufen herum ist die Außenböschung, aus gestalterischen Gründen, durch Rasengittersteine zusätzlich befestigt. Auf der Binnenseite wird die Treppe durch zwei Baumgruben, die als Hochbeete gestaltet sind, flankiert. Der Platz zwischen dem entfallenden Deichschart und dem Buntentorsteinweg wird als Freianlage gestaltet. Südlich des Kiosks rückt der Deich im Vergleich zum Bestand etwas von der bestehenden Bebauung ab. Die Treppe zwischen Buntentorsteinweg 294 und 306 entfällt.

Die statische Vorbemessung der Hochwasserschutz- und Stützwände ist diesem Bericht als *Anhang - Statische Vorbemessung* beigelegt. Eine Untersuchung der umsetzbaren Varianten des Tragwerks hat ergeben, dass die Umsetzung mit Spundwänden am wirtschaftlichsten ist. Die statische Vorbemessung ist vorbehaltlich einer detaillierteren Gründungsbeurteilung zu betrachten.

Der Deichverteidigungsweg verläuft zwischen Piepe und dem Knotenpunkt in Verlängerung Buntentorsdeich auf der Deichkrone, binnenseitig der Hochwasserschutzlinie mit einer befestigten Breite von 4,00 m, beidseitig wird ein Bankett von je 0,50 m Breite vorgesehen. Auf diesem Abschnitt dient der Deichverteidigungsweg gleichzeitig als Radpremiumroute, die ab dem Knotenpunkt in

südöstliche Richtung weiter auf dem Buntentorsdeich verläuft. Der Deichverteidigungsweg bleibt zwischen dem Knotenpunkt und dem Anschluss an den Habenhauser Deich auf der Deichkrone, ist hier aber nur auf 3,00 m Breite befestigt zuzüglich beidseitiger je 0,50 m breiter Bankette.

Auf den Teilabschnitten, auf denen der Deichverteidigungsweg durch Wände eingefasst ist, übernimmt der Betonholm der Spundwand die Funktion des Bankettes. Die Bestickhöhe von +8,70 m ü. NHN verläuft konstant wasserseitig des Banketts bzw. auf dem Betonholm. Der Deichverteidigungsweg ist über den BA 3 der Stadtstrecke, den Habenhauser Deich und über die Verlängerung Buntentorsdeich erreichbar.

Der Deichunterhaltungsweg verläuft zwischen Piepe und der Werdersee-Brücke mit einer befestigten Breite von 3,00 m am Deichfuß und dient gleichzeitig als Gehweg. Beidseitig des Weges wird ein Bankett vorgesehen. Im Bereich der Werdersee-Brücke wird der Deichunterhaltungsweg auf die Deichkrone geführt und verläuft dort auf einer Länge von rund 80,00 m unmittelbar parallel zum Deichverteidigungsweg. Die beiden Wege sind hier nur durch entsprechende Markierungen voneinander getrennt. Zwischen der Brücke und der Verlängerung Buntentorsdeich verläuft der Deichunterhaltungsweg mit einer befestigten Breite von mind. 4,00 m im Vorland. Zwischen der Verlängerung Buntentorsdeich und dem Habenhauser Deich ist kein ausgewiesener Deichunterhaltungsweg vorgesehen, jedoch kann der Deichverteidigungsweg oder auch der Uferweg zu diesem Zweck genutzt werden. Des Weiteren bietet das flache Vorland zusätzlich eine hinreichende Befahrbarkeit. Der Deichunterhaltungsweg ist über den BA 3 der Stadtstrecke, den Habenhauser Deich und über die Verlängerung Buntentorsdeich erreichbar. Die Rampen im Verlauf des Deichunterhaltungsweges werden als rampenähnliche Wege in Anlehnung an DIN 18040 vorgesehen.

Die Erhöhung auf das konstruktive Vorsorgemaß kann in der Variante 2 durch eine konstruktive Wand an der wasserseitigen Kante der Deichkrone erfolgen, um der geringen Flächenverfügbarkeit Rechnung zu tragen. Im Bereich von Wegebeziehungen sind Deichscharte vorzusehen.

4.4.2 Verkehrswege

In der Variante 2 wird der Radweg als Premiumroute getrennt vom Gehweg auf dem Deichverteidigungsweg vorgesehen. Die befestigte Breite der Radpremiumroute beträgt 4,00 m zzgl. beidseitig 0,50m Bankette. In Verlängerung Buntentorsdeich entsteht ein Knotenpunkt auf dem Deich. Die Radpremiumroute verlässt hier den Deich und wird weiter zum Buntentorsdeich geführt. Ab dem Knotenpunkt bis zum Anschluss an den Habenhauser Deich werden auf der Deichkrone der als Radweg zu nutzende und in einer Breite von 3,00 m befestigte Deichverteidigungsweg und durch einen Grünstreifen getrennt, wasserseitig daneben ein in einer Breite von 2,00 m befestigter Gehweg geführt.

Der Fußverkehr wird zwischen Piepe und der Werdersee-Brücke am Deichfuß auf dem 3,00 m breiten, befestigten Deichunterhaltungsweg geführt. Von dem Platz an der Werdersee-Brücke führt ein reiner Gehweg mit einer befestigten Breite von 4,00 m zum entfallenden Deichschart. Im weiteren Verlauf entlang des Kiosks und der WC-Anlage sowie bis zur Deichkrone in Verlängerung Buntentorsdeich erhält der Gehweg eine befestigte Breite von 5,00 m.

Ausgehend vom Knotenpunkt in Verlängerung Buntentorsdeich laufen der 3,00 m breite Gehweg und die 4,00 m breite Premiumroute parallel Richtung Buntentorsdeich. Getrennt werden sie durch einen ca. 2,00 m breiten Rasenstreifen mit Baumneupflanzungen. Nach ca. 50,00 m (in Höhe Bebauung „Am Dammacker“) werden Geh- und Radweg zusammengeführt umso an den vorhandenen Weg (Verlängerung Buntentorsdeich) anzuschließen. Auf der Premiumroute wird mit farbigen Feldern und Markierungstreifen auf das Zusammenführen sowie auf den Knotenpunkt aufmerksam gemacht. Begleitet werden die Wege mit Baumneupflanzungen in der Rasenböschung.

Der Weg in Verlängerung des Buntentorsdeich dient bis zur Höhe "Haltestelle Rosenpfad" nach der Schließung des Deichscharts als Zufahrt zum Deichunterhaltungs- und Deichverteidigungsweg, was besonders für die Rettungsfahrzeuge von Bedeutung ist (vgl. Anhang – Machbarkeitsstudie Deichschart).

Auf Höhe der Dorotheenstraße führt bereits im Bestand eine Rampe auf die Deichkrone, diese wird im Zuge der Umsetzung der Deichbaumaßnahme bezüglich der Rampenneigung an die Vorgaben der DIN 18040 – „Barrierefreiheit“ angepasst (vgl. 4.4.4). Auf der Wasserseite schließt eine Fußgängerrampe mit einer Breite von 2,00 m zzgl. Bankette sowie eine Treppenanlage mit einer Breite von ebenfalls 2,00 m an.

Zwischen den Häusern Buntentorsteinweg 226 und 246 führt eine barrierefreie Rampe auf die Deichkrone. Im Bereich des entfallenden Deichscharts führt eine Fußgängertreppe über den Deich ins Vorland.

Um die Radfahrenden auf der Radpremiumroute auf die querenden Fußgänger aufmerksam zu machen, werden Farbmarkierungen und Piktogramme auf der Radpremiumroute vorgesehen. Die Variante 2 beinhaltet im Verlauf des BA 4 den Entfall von insgesamt drei binnenseitigen Treppenanlagen (neben der Städtischen Galerie, an der Eisdiele und am Durchgang zwischen Buntentorsteinweg 294 und 306). Darüber hinaus bleiben die vorhandenen Wegeverbindungen zwischen Deich und der Straße „Buntentorsteinweg“ im Wesentlichen erhalten und ermöglichen den freien Zugang zum Deich als Naherholungsgebiet.

Der befestigte Rad- und Gehweg wird mit einem Mindestabstand von 0,25 m zu Einbauten wie der Absturzsicherung auf den Hochwasser- und Stützwänden geführt. Eine Absturzsicherung von 1,30 m Höhe wird erforderlich, sobald die Absturzhöhe $\geq 0,20$ m beträgt.

4.4.3 Grünanlage und Aufenthaltsqualität

Die Erhaltung des Landschaftsbildes und dessen Weiterentwicklung sind für die Bremer Neustadt von hoher Bedeutung. Mit der Planung wird eine positive Entwicklung des angrenzenden Stadtviertels durch die Ermöglichung einer vielfältigen Nutzung gefördert.

Durch die getrennte Führung des Rad- und Gehweges können die Nutzer die Grünanlage optimal nutzen und genießen. Der Erholungswert ist somit deutlich gestiegen.

Besonders zwischen Werdersee-Brücke und „Am Dammacker“ kann durch den Entfall des Deichscharts deutlich die Aufenthaltsqualität gesteigert werden. Die Konfliktpotenziale zwischen Fuß- und Radverkehr, die es im Bereich des Deichscharts gegeben hat, werden durch die Schließung und der Ausweisung einer getrennten Radpremiumroute deutlich gesenkt. In der Außenböschung des Deiches entsteht mit der geplanten Stufenanlage ein neuer Aufenthaltspunkt. Es ist vorgesehen, die Gehstufen seitlich mit Sitzstufen zu ergänzen, so dass neue Gelegenheiten zum Verweilen und Erholen geboten werden.

Mit dem angrenzenden Platz vom UBB und der Aufweitung des Weges rund um den Kiosk wird die Aufenthaltsqualität weiter gesteigert. Das großzügige Deichvorland bleibt erhalten und wird durch einen neuen breiteren Uferweg ergänzt.

4.4.4 Barrierefreiheit

Entlang des BA 4 der Stadtstrecke werden rampenähnliche Wege vorgesehen, um auch innerhalb der Hochwasserschutzanlage eine bestmögliche Barrierefreiheit zu gewährleisten. Die binnenseitige Rampe in der Parkanlage zwischen der Haltestelle Kirchweg und der Werdersee-Brücke wird nach

DIN 18040 umgesetzt und bietet somit einen vollständig barrierefreien Zugang vom Buntentorsteinweg zum Deich. Die bestehende binnenseitige Wegeführung auf den Deich (auf Höhe Dorotheenstraße) an der Städtischen Galerie ist als rampenähnlicher Weg vorgesehen. Hier ist in der Entwurfsplanung zu prüfen, inwieweit die Barrierefreiheit unter Berücksichtigung der bestehenden Feuerwehrezufahrt umsetzbar ist.

Für alle Knotenpunkte wurde ein Blindenleitsystem (taktile Elemente) berücksichtigt.

Die rampenähnlichen Wege werden aufgrund von Platzmangel teilweise mit Stützwänden auf der Wasserseite ausgeführt, diese können als Radabweiser und als Gründung für eine Absturzsicherung mit Handlauf dienen. In den Bereichen ohne Stützwand ist wasserseitig ein Bordstein als Radabweiser vorgesehen. Die rampenähnlichen Wege werden ohne Querneigung vorgesehen. Binnenseitig sind Bankette mit 12,0% und wasserseitig mit 6,0% Querneigung vorgesehen. Wegeverläufe mit einer Längsneigung von $< 3,0\%$ sind mit einer Querneigung von 2,5% und beidseitigen Banketten von 12,0% Querneigung vorgesehen, um die Entwässerung sicherzustellen. Alle rampenähnlichen Wege mit einer Längsneigung von $> 3,0\%$ werden hinsichtlich der Längsneigung und den geforderten Podesten nach den Vorgaben der DIN 18040 geplant.

An der städtischen Galerie ist auf der Außenböschung ein gerader rampenähnlicher Weg Richtung Stadt geplant, um die Fußgänger wieder auf den Gehweg (Deichunterhaltungsweg) zu führen. Eine zusätzliche Stufenanlage in diesem Bereich ermöglicht einen direkten Zugang zum Deichunterhaltungsweg. Um den Eingriff in den Deich möglichst gering zu halten, wurden diese Lösung gewählt. Eine Y-förmige Rampe in Nord-Süd- und Ost-West-Richtung würde einen deutlich höheren Eingriff in den Deichkörper bedeuten.

4.4.5 Oberflächenbelag

Sowohl für den Deichverteidigungsweg, den Deichunterhaltungsweg, den Uferweg als auch für die Rampen zum Deichunterhaltungsweg wird als Oberflächenbelag ein aufgehellter Asphalt vorgesehen. Im Vergleich zu anderen Materialien erfüllt Asphalt die Ansprüche aller Verkehrsteilnehmer am besten.

Mit der Verwendung eines helleren Asphalts wird auch ein positiver Energieeffekt erzielt. Die hellere Wegedecke führt zu weniger Stauwärme, da der hellere Asphalt mehr Licht reflektiert und sich die Fläche dadurch weniger erwärmt. Zudem wird konkret Energie eingespart, da durch die bessere Reflexion des helleren Asphalts die öffentliche Beleuchtung mit weniger Lumen (=Lichtmenge) ausgeführt werden kann.

Eine finale Abstimmung der Asphaltart sowie der genauen Farbauswahl der Wege und Rampen ist in der Entwurfsplanung vorgesehen.

4.4.6 Betroffenheit von Anwohnern und Baumerhalt

Bereits der vorhandene Deich liegt in Teilbereichen auf privaten Grundstücksflächen. Für die Realisierung der Hochwasserschutzmaßnahme ist ein weiterer Eingriff in Privatgrundstücke erforderlich. Der erforderliche private Grunderwerb umfasst rd. 5.805 m² und damit rund 22% weniger als in Variante 0 und rund 24% weniger als in Variante 1.

Darüber hinaus wird gegenüber dem Bestand eine zusätzliche öffentliche Fläche von rd. 1.060 m² in Anspruch genommen. Diese Fläche befindet sich im Wesentlichen auf dem Grundstück des Martinshofs und ist um rund 59 bzw. 60% geringer als bei den Varianten 0 und 1.

Innerhalb des erdstatisch relevanten Querschnitts der Hochwasserschutzanlage sowie innerhalb des binnenseitigen Freihaltestreifens entfallen schätzungsweise 101 Bäume, Kleinsträucher und Großsträucher. Eine detaillierte Bestandsvermessung steht aus. Es werden 24 Baumpflanzungen binnenseitig der Hochwasserschutzanlage im Anschlussbereich „Am Dammacker“ sowie 5 weitere Baumpflanzungen in der Freianlage „Micropark“ vorgesehen. Im Zuge der Entwurfsplanung wird voraussichtlich eine zusätzliche Kompensationsplanung benötigt.

4.4.7 Ausstattung

Die von UBB im Jahr 2023 aufgestellten Sitzbänke und Abfallbehälter im Bereich Kiosk, Bootsrampe und Werdersee-Brücke bleiben erhalten bzw. werden mit einem neuen Standort in die Planung integriert. Des Weiteren werden an vier Stellen ein Ersatzneubau und an acht Stellen ein Neubau von Sitzbänken und Abfallbehältern im Planungsraum berücksichtigt.

4.4.8 Beleuchtung

Im Rahmen der Vorplanung wird in der Kostenschätzung eine Standardbeleuchtung einschließlich aller Anschlüsse vorgesehen. Eine Konkretisierung der Ausgestaltung der Beleuchtung erfolgt in der Entwurfsplanung.

4.5 Angrenzende Freianlagen

Städtische Galerie

Die geplante Verlagerung des Haupteingangs der Städtischen Galerie auf die Seite des Deiches wird in Variante 2 durch einen 1,50 m breiten Weg, der an den rampenähnlichen Weg auf Höhe Dorotheenstraße anschließt, berücksichtigt. Der Höhenunterschied zwischen den beiden Wegen wird über eine Stufenanlage überwunden.

Parkanlage an der Haltestelle Kirchweg

In Variante 2 ist in der Parkanlage zwischen der Haltestelle Kirchweg und der Werdersee-Brücke eine barrierefreie Rampe geplant (vgl. 4.4.4). Dieser barrierefreie Zugang zum Deich stellt eine wichtige Verbindung für den Stadtteil dar, da in diesem Bereich des Buntentorsteinwegs ein Fußgängerüberweg mit Lichtsignalanlage sowie Haltestellen des ÖPNV vorzufinden sind. Ergänzt wird die Rampe durch zwei Stufenanlagen, die sowohl die Brücke als auch den Vorplatz der Eisdielen mit der Rampe verbinden. Vor der Eisdielen entsteht ein großzügiger Platz, den diese als Außenbereich nutzen kann.

Micropark

In Variante 1 und 2 entsteht mit der Schließung des Deichschart binnenseitig ein kleiner städtischer Platz mit Baumneupflanzungen und begrünten Baumscheiben. Ausgehend von dem Platz führt eine Stufenanlage auf den Deich. Hochbeete mit Baum- und Staudenpflanzungen geben der Stufenanlage einen grünen Rahmen und nehmen ihr optisch die Massivität. Als Micropark ist hier eine innovative Lösung für Grün auf knappem Raum zu verstehen.

Der angrenzende Fahrradladen hat mit der Neuplanung auch weiterhin die Möglichkeit einen Teil des Außenbereichs zu nutzen und auch der vorh. Müllstandort wurde in der Neuplanung berücksichtigt.

Auf dem Platz besteht die Möglichkeit mit alten Relikten oder Kunstobjekten an das Deichschart zu erinnern.

Uferweg

Das großzügige Deichvorland bleibt erhalten und wird durch einen 3,00 m breiten Uferweg ergänzt. Ein rampenähnlicher Weg schließt Richtung Habenhausen an die neue Bestickhöhe an. Abgefangen wird der Weg wasserseitig mit einer Außenböschung von 1:4, die an das vorhandene Gelände anschließt. Die Bootsrampe für Rettungsfahrzeuge bleibt erhalten.

4.6 Statische Vorbemessung

Für die Kostenschätzung und die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen sind statische Vorbemessungen der konstruktiven Elemente als Grundlage für die geforderte Kostensicherheit notwendig. Die statische Vorbemessung mit ihren Ergebnissen und das zugehörige Lastenheft wurden in einem eigenständigen Berichten dokumentiert und sind diesem Bericht als *Anhang – Statische Vorbemessung* beigelegt.

Im Zuge der Tragwerksplanung wurde eine eigenständige Variantenuntersuchung des Tragwerks durchgeführt, die Unterlage ist Bestandteil des *Anhangs – Statische Vorbemessung*. Im nachfolgenden wird eine kurze Zusammenfassung der wesentlichen Inhalte vorgenommen.

Im ersten Schritt wurden drei Regelquerschnitte festgelegt, anhand derer die Variantenuntersuchung durchgeführt wurde. In Tabelle 2 ist eine Übersicht der Regelquerschnitte gegeben (vgl. auch *Anlage – Querschnitte*). Die Regelquerschnitte wurden so gewählt, dass sie die verschiedenen geometrischen Situationen, die entlang des BA 4 auftreten, abdecken und somit die ermittelten Tragwerkslösungen auf alle Situationen im Planungsraum übertragen werden können.

Tabelle 2: Definition der Regelquerschnitte für die Variantenuntersuchung des Tagwerks

Regelquerschnitt	Lage des Schnittes
RQ 1	Station 0+100
RQ 2	Station 0+425
RQ 3	Station 0+550

Für die drei Regelquerschnitte wurden jeweils vier Tragwerkslösungen untersucht, die im nachfolgenden kurz erläutert werden. Sofern die Varianten als sinnvoll und umsetzbar bewertet wurden, erfolgte für diese eine statische Vorbemessung. Auf Grundlage der Vorbemessung wurden Schätzkosten für das reine Tragwerk, bezogen auf den Regelquerschnitt zum Vergleich der Varianten, ermittelt. Des Weiteren wurden die Varianten des Tragwerks hinsichtlich etwaiger Vor- und Nachteile bewertet, um eine Vorzugslösung zu ermitteln.

Kastenfangedamm (V0)

Die Tragwerkslösung „Kastenfangedamm“ besteht aus einer wasserseitigen und einer landseitigen Spundwand, die durch eine horizontale Verankerung miteinander verbunden sind. Der statische Vorteil besteht darin, dass die Spundwände je nach Lastrichtung gegenseitig als Ankertafel für die jeweils andere Spundwand funktionieren und somit die Anzahl und die Länge der erforderlichen Anker deutlich reduziert werden kann. Gegenüber einer Stahlbetonlösung ist für das Einbringen der Spundwände keine Baugrube erforderlich, wodurch Bodenbewegungen und die damit verbundenen Emissionen erheblich reduziert werden können.

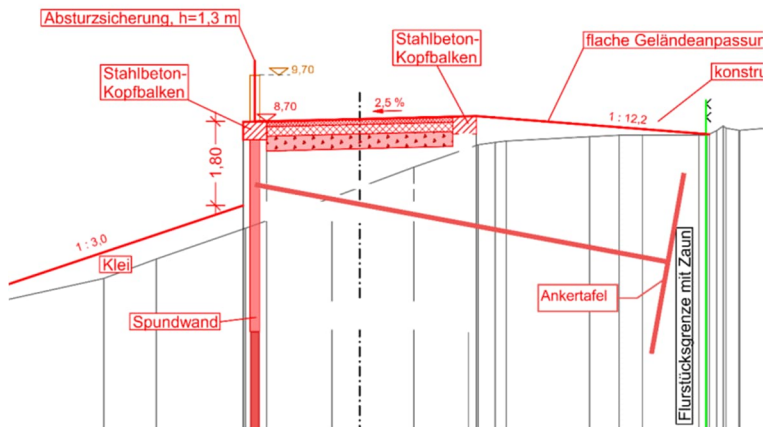


Abbildung 14: Beispielabbildung für die Tragwerkslösung "Ankertafel"

Verpressanker (V2b)

Die vierte Tragwerkslösung beinhaltet ebenfalls eine rückverankerte Spundwand. Die Rückverankerung wird mittels eines Verpressankers hergestellt. Gegenüber der Variante „Ankertafel“ besteht der wesentliche Vorteil darin, dass keine Baugrube ausgehoben werden muss, um den Verpressanker einzubringen. Sofern nicht aus geometrischen Gründen zwei Wände benötigt werden, die gegeneinander rückverankert werden können, handelt es sich um die kostengünstigste Variante.

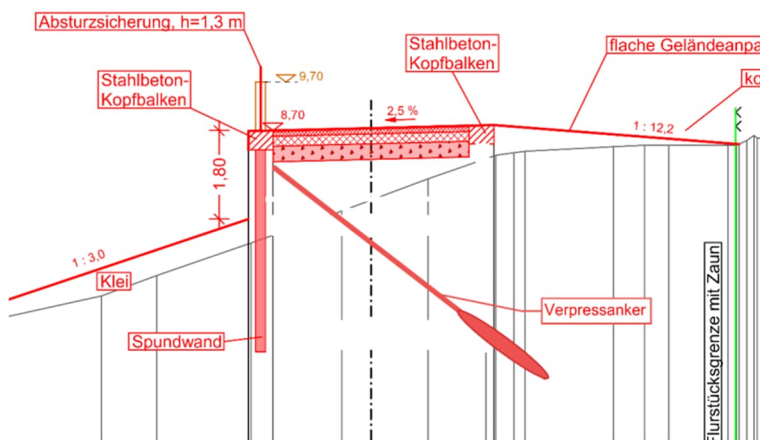


Abbildung 15: Beispielabbildung für die Tragwerkslösung "Verpressanker"

In Tabelle 3 ist eine Übersicht der untersuchten Tragwerksvarianten und der Ergebnisse in Bezug auf die einzelnen Regelquerschnitte zusammengestellt. Die ermittelten Vorzugsvarianten für die jeweiligen Regelquerschnitte sind grün hinterlegt. Für die Regelquerschnitte 1 und 3 ergibt sich die Tragwerkslösung „Kastenfangedamm“ als Vorzugsvariante, da in diesen Schnitten aus geometrischen Gründen wasserseitig und binnenseitig eine Wand benötigt wird. In Regelquerschnitt 2 wird die Lösung „Verpressanker“ als Vorzugsvariante ermittelt, da hier lediglich auf der Wasserseite eine Wand benötigt wird und somit der wesentliche Vorteil der Lösung „Kastenfangedamm“ nicht zum Tragen kommt. Die Vorzugsvarianten wurden in den Querschnitten der *Anlage – Querschnitte* dargestellt und in der Kostenschätzung (*Anhang – Kostenschätzung*) berücksichtigt.

Tabelle 3: Übersicht - Variantenuntersuchung des Tragwerks

Variante	RQ 1	RQ 2	RQ 3
Kastenfangedamm (V0)	<ul style="list-style-type: none"> - Rückverankerungselement wirkt gleichzeitig als Abfangung des Geländesprungs - Im Vergleich zur Variante mit Stahlbeton-Winkelstützwand geringfügig teurer 	<ul style="list-style-type: none"> - Fangedammsystem nicht ohne Bodenaustausch zwischen den Spundwänden nachweisbar - Verankerungselement übernimmt keine Doppelfunktion → Kein Vorteil durch die Kastenfangedammlösung 	<ul style="list-style-type: none"> - Rückverankerungselement wirkt gleichzeitig als Abfangung des Geländesprungs - Im Vergleich zur Variante mit Stahlbeton-Winkelstützwand geringfügig teurer
Spundwand mit landseitiger, rückverankerter Winkelstützwand (V1)	<ul style="list-style-type: none"> - geringfügig kostengünstiger gegenüber V0 - Baugrube für die Herstellung des Stahlbetonwinkels erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> - Da keine Geländeabfangung landseitig notwendig ist, wird diese Variante für RQ 2 nicht weiterverfolgt. 	<ul style="list-style-type: none"> - geringfügig kostengünstiger gegenüber V0 - Baugrube für die Herstellung des Stahlbetonwinkels erforderlich
Ankertafel (V2a)	<ul style="list-style-type: none"> - Da eine Geländeabfangung landseitig erforderlich ist, wird diese Variante für RQ 1 nicht weiterverfolgt. 	<ul style="list-style-type: none"> - Große Mengen Bodenaushub für den Einbau des Ankers erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> - Da eine Geländeabfangung landseitig erforderlich ist, wird diese Variante für RQ 1 nicht weiterverfolgt.
Verpressanker (V2b)	<ul style="list-style-type: none"> - Da eine Geländeabfangung landseitig erforderlich ist, wird diese Variante für RQ 1 nicht weiterverfolgt. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kostengünstig im Vergleich zu Variante V0 und V2a - Kein Bodenaushub erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> - Da eine Geländeabfangung landseitig erforderlich ist, wird diese Variante für RQ 1 nicht weiterverfolgt.

4.7 Verwendung von Baggergut im Deichbau

Im Rahmen der vorliegenden Planung ist zu prüfen, ob bremisches Baggergut als Ersatzbaustoff für den Deichkern verwendet werden kann. Als Grundlage für die Bewertung dienen die Stellungnahme der Stadt Bremen [19] sowie die Machbarkeitsstudie „Verwertung von Bremischem Baggergut im Deichbau“ [20].

In der Stellungnahme der Stadt Bremen ist die Verwendung von Baggergut gegenüber dem klassischen Einbau von Klei bei Deichbaumaßnahmen im Land Bremen als Vorzugsvariante beschrieben. Hiervon solle nur abgewichen werden, sofern das Baggergut die erforderlichen Vorgaben nicht erfüllt oder projektspezifische Gründe gegen die Verwendung sprechen würden.

In Teil A der Machbarkeitsstudie zur „Verwertung von Bremischem Baggergut im Deichbau“ (im weiteren Machbarkeitsstudie genannt) wurde die grundsätzliche Eignung des Bremischen Baggerguts nach genehmigungsrechtlichen, bodenmechanischen, bodenphysikalischen und chemisch-analytischen Gesichtspunkten nachgewiesen. Dabei konnten positive bodenmechanische Eigenschaften und eine gegenüber Klei deutlich bessere Verarbeitbarkeit festgestellt werden. Bezüglich der chemisch-analytischen Eigenschaften wurde das untersuchte Baggergut in die Einbauklasse Z1 bzw. Z1.1 eingestuft. Zwar weist das Baggergut erhöhte Werte bei einzelnen chemisch-analytischen Parametern auf, jedoch werden diese durch die Machbarkeitsstudie als nicht toxisch eingestuft und kommen in ähnlicher Konzentration auch im regionalen Auenlehm bzw. Grundwasser vor. Vor der Verwendung von Baggergut in Deichbauprojekten ist das konkrete Baggergut projektspezifisch zu untersuchen.

In Teil B der Machbarkeitsstudie wurde eine solche projektspezifische Einschätzung der Verwendung von Bremischem Baggergut am Beispiel eines Bauvorhabens des Bremischen Deichverbandes am linken Weserufer (DVL) durchgeführt. Hierbei wurden konstruktive, baubetriebliche, geologische, sowie umwelttechnische Aspekte betrachtet. Auf Grundlage eines vom DVL bereitgestellten Regelprofils wurden Ausbauvarianten für zwei unterschiedliche Deichhöhen erstellt, bei denen ausschließlich Baggergut für die Deicherhöhung verwendet wird. Wie in der Stellungnahme der Stadt Bremen gefordert, wird das Baggergut mit einer Kleischicht abgedeckt, um einen evtl. Schadstoffaustrag dauerhaft auszuschließen. Da es sich bei dem Bauvorhaben um ein Pilotprojekt bzgl. des Einsatzes von Baggergut handelt, empfiehlt die Machbarkeitsstudie die Deckschicht zumindest im Rahmen dieses Projekts von 20 auf 30 cm zu erhöhen. Das Material für diese Kleiabdeckung wird aus dem Bestandsdeich gewonnen und temporär zwischengelagert. Die Machbarkeitsstudie kommt zu dem Schluss, dass durch die Verwendung von bremischem Baggergut im Rahmen des betrachteten Bauvorhabens keinerlei nachteilige Auswirkungen auf die betrachteten Schutzgüter erkennbar sind und sich keinerlei Einschränkungen im Vergleich zum Klei ergeben.

In Teil C der Machbarkeitsstudie werden drei Bauvorhaben vorgestellt, bei denen Baggergut erfolgreich eingesetzt wurde. Bei diesen Bauvorhaben konnten die theoretischen guten Eigenschaften des Materials hinsichtlich Bodenmechanik und Einbauverhalten in der Praxis bestätigt werden.

Als Fazit wird festgestellt, dass die Verwendung von Baggermaterial als Alternative zu Klei im Deichbau eine sinnvolle Maßnahme darstellt. Zum einen werden Ressourcen geschont und Eingriffe in die Natur minimiert und zum anderen weist der Baustoff Baggergut nicht nur gleichwertige, sondern sogar bessere Eigenschaften als der standartmäßig genutzte Klei auf. Durch die bessere Verarbeitbarkeit und geringere Witterungsabhängigkeit des Baustoffes ist ein effizienterer Bauablauf zu erwarten.

Nach Durchsicht und Auswertung der Baugrunduntersuchung für die Umsetzung des BA 4 der Stadtstrecke (*siehe Anhang – Baugrundgutachten*) konnten keine projektspezifischen Gründe ermittelt werden, welche grundsätzlich gegen eine Verwendung des bremischen Baggergutes sprechen.

Um die Verwendung von Baggergut im Rahmen des vorliegenden Bauvorhabens abschließend bewerten zu können sind allerdings weitere Untersuchungen erforderlich.

Zum 01. August 2023 ist die Ersatzbaustoffverordnung (EBV) in Kraft getreten, entsprechend ist zunächst eine Aktualisierung der Machbarkeitsstudie diesbezüglich zu empfehlen.

Laut der Machbarkeitsstudie ist darüber hinaus mittels eines geotechnischen Gutachtens die Bewertung des Baggerguts an die Parameter des konkreten Bauvorhabens anzupassen. Im Zuge des Gutachtens sollte ebenfalls die erforderliche Mächtigkeit der Kleiabdeckung für das Baggergut festgelegt werden.

4.8 Spundwandeinbau

Um die Gefahr von Schäden an vorhandener Bebauung auszuschließen bzw. auf ein Minimum zu reduzieren, werden für den Einbau der Spundwände erschütterungsarme bzw. -freie Einbringverfahren vorgesehen. Zu diesen Verfahren gehören z.B. das Einrammen mittels resonanzfrei an- und ablaufendem Vibrationsbären oder das Einpressen mittels Spundwandpressen. Auf den Einbau durch Rammen mittels Schlagbär soll hingegen möglichst verzichtet werden.

Zusätzlich zu diesen Maßnahmen wird vorgesehen Beweissicherungen aller Bestandsbauwerke in Abstimmung mit den Eigentümern durchführen zu lassen. Hierdurch können eventuell bereits vorhandene Schäden festgehalten werden, um einen schädlichen Einfluss durch den Spundwandeinbau auf den Bestand einschätzen zu können.

4.9 Berücksichtigung von Bestandsleitungen

Nach aktuellem Planungsstand ist in keiner Variante eine Umverlegung oder wesentliche Änderung von Bestandsleitungen geplant. Für alle Varianten wird eine bauzeitliche Sicherung der vorhandenen Leitungen in der Kostenschätzung berücksichtigt. Des Weiteren wird die Anpassung vorhandener Schieber, Hydranten, Schächte etc. an eine veränderte Geländehöhenlage berücksichtigt.

4.10 Berücksichtigung von Kampfmitteln

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass für den Bereich des BA 4 ein genereller Kampfmittelverdacht besteht. Konkrete Hinweise liegen zum aktuellen Planungsstand nicht vor. Im Zuge der Kostenschätzung wurden ein Sondierabstand von 0,75 m für die Spundwandtrassen sowie eine Sondierung je Ankerlage zzgl. 100 zusätzlicher Sondierungen berücksichtigt. Des Weiteren wurde in der Kostenschätzung ein Feuerwerker, der den Bodenabtrag begleitet, berücksichtigt.

4.11 Berücksichtigung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen

Zum aktuellen Planungsstand liegen keine Planungsergebnisse zu Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen vor. Im Zuge der Kostenschätzung wurden für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen pauschale Kosten auf Basis einer prozentualen Abschätzung berücksichtigt.

4.12 Arbeit der Projektgruppe und Variantenuntersuchung

Wie bereits unter Absatz 1.1 erläutert, wurde der Planungsprozess durch eine Projektgruppe begleitet, mit welcher in sieben Sitzungen die Planung abgestimmt wurde. Unabhängig von den Projektgruppensitzungen fand 14-tägig eine Projektbesprechung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer statt. Im nachfolgenden wird der Abstimmungsprozess zusammenfassend dargestellt.

In der 1. Projektgruppensitzung wurde die Bestandssituation im BA 4 anhand der Geländevermessung und einer Karte des Amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystems (ALKIS) besprochen. Des Weiteren wurden die vorliegenden Randbedingungen erläutert und Stellungnahmen der beteiligten Fachstellen abgefragt. Das Ergebnis der Abfrage der Planungsrandbedingungen ist in Kapitel 3 zusammengefasst. Ein besonderer Fokus wurde auf die geringe Flächenverfügbarkeit und die Planungsrandbedingung gelegt, den Eingriff auf den Privatgrundstücken zu minimieren. Wie in Abbildung 16 dargestellt, wurde eine Auswirkungsanalyse für die Randbedingungen durchgeführt. Ziel der Analyse war es aufzuzeigen, dass eine Minimierung des Eingriffes in die Privatgrundstücke nicht unter Berücksichtigung aller Randbedingungen gelingen kann, sondern Kompromisse erforderlich sind.

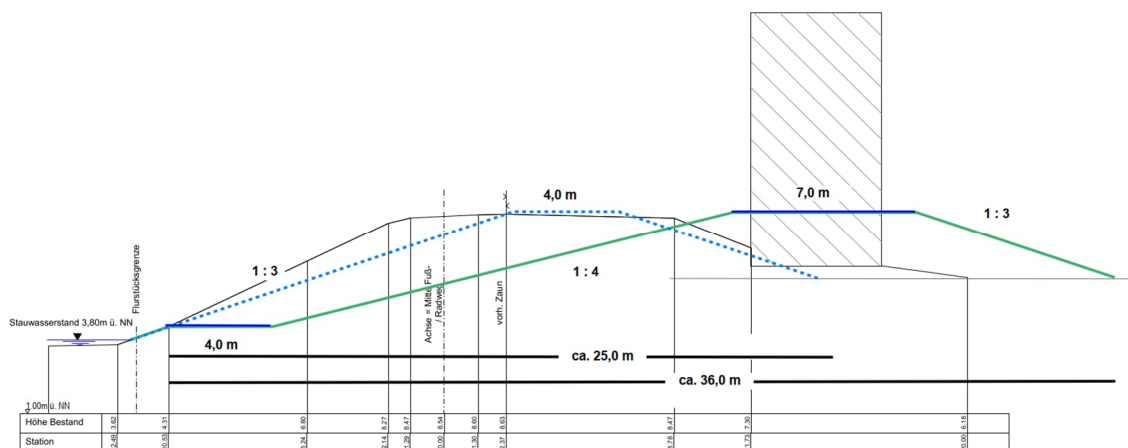


Abbildung 16: Schematische Darstellung der Auswirkungsanalyse der Randbedingungen (minimaler und maximaler Flächenbedarf)

Des Weiteren beinhaltete die Analyse eine Sensitivitätsstudie, aus der hervorging, welche Randbedingungen den größten Einfluss auf den Flächenbedarf haben. Im Ergebnis zeigte sich, dass der Flächenbedarf deutlich reduziert werden kann, wenn der erforderliche Deichunterhaltungs- und Deichverteidigungsweg als räumlich getrennte Geh- und Radwege genutzt werden und die wasserseitige Böschungsneigung durch den Einsatz einer Spundwand von 1:4 (reiner Erddeich) auf 1:3 reduziert wird (vgl. Abbildung 17).

Auf Grundlage der Variante e erfolgten die weiteren Untersuchungen und schließlich die Ausarbeitung der drei Planungsvarianten 0, 1 und 2. Im weiteren Verlauf ergaben sich zusätzliche oder konkretere Planungsrandbedingungen. U.a. waren in der bisherigen Variantenuntersuchung noch nicht die Anforderungen an eine Radpremiumroute hinreichend berücksichtigt (siehe auch Kapitel 3).

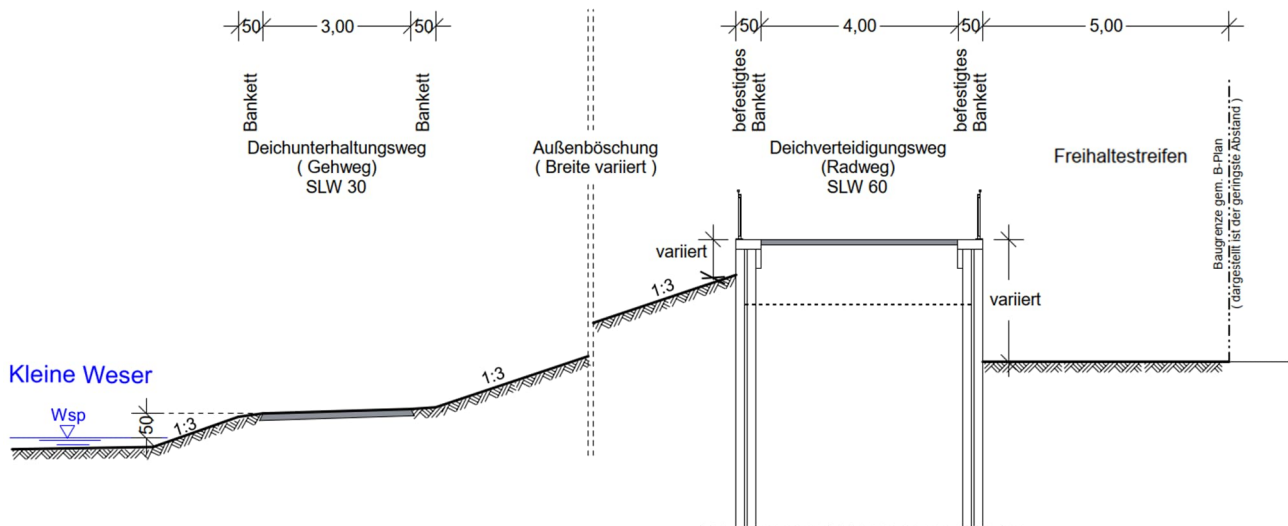


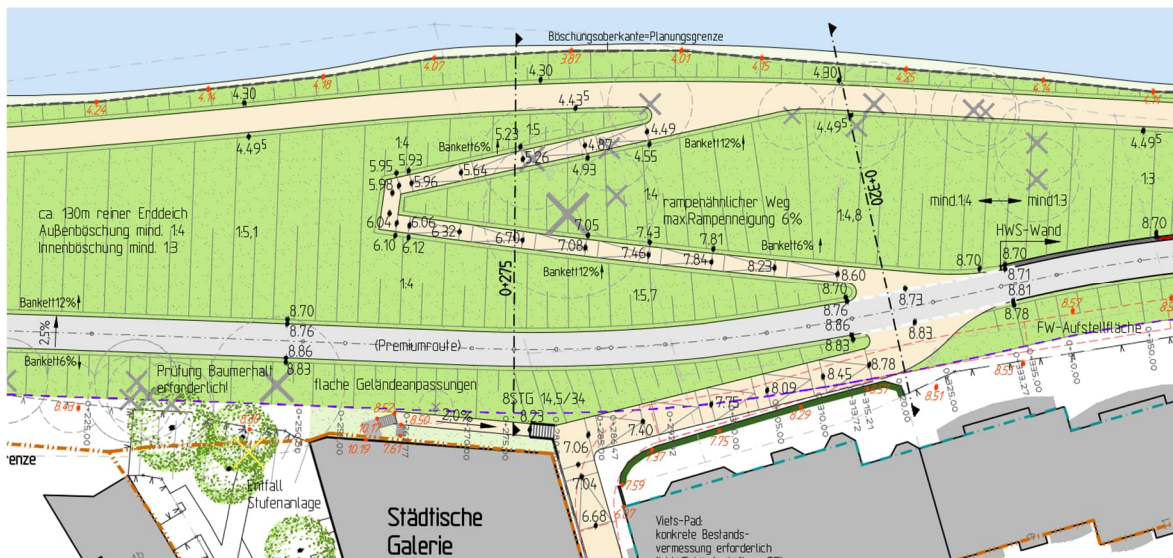
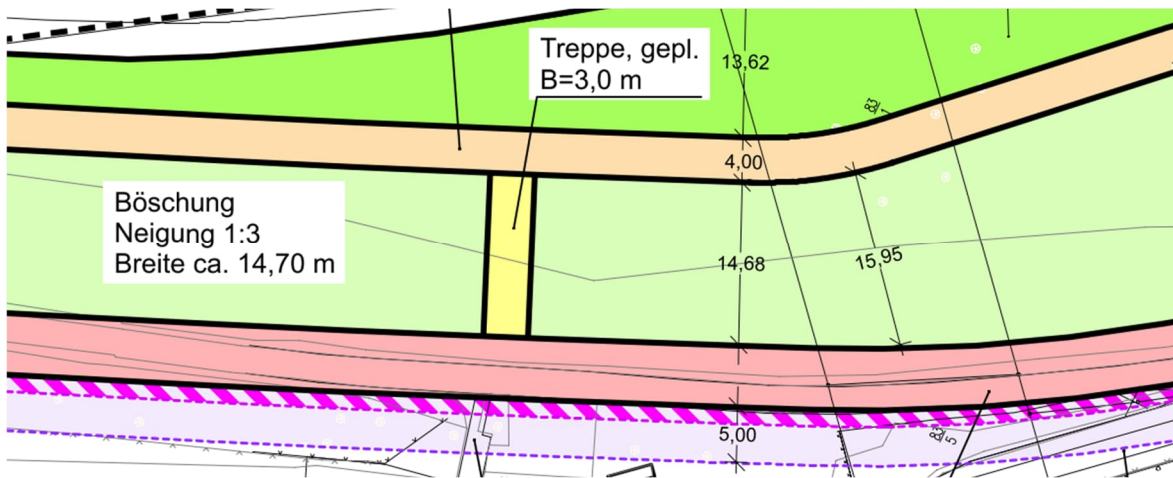
Abbildung 23: Regelquerschnitt, Arbeitsstand der 4. Projektgruppensitzung

In der 5. Projektgruppensitzung wurde eine Variantenbetrachtung zu zumutbaren Wandhöhen auf der Binnenseite vorgestellt und in der Projektgruppe diskutiert. Im Ergebnis wurde festgelegt, dass in Variante 2 im Bereich der angrenzenden öffentlichen Grundstücke eine Ansichtshöhe von 1,50 m und im Bereich der angrenzenden privaten Grundstücke von 1,15 m berücksichtigt werden soll. Dabei wird davon ausgegangen, dass durchschnittlich große Erwachsene über eine Wand von 1,50 m Höhe und Kinder ab ca. 8 Jahren über eine Höhe von 1,15 m blicken können.

Ab der 2. Projektgruppensitzung wurde die Abstimmung zu gestaltenden Elementen der Landschaftsplanung aufgenommen. Als zentraler Punkt ist hier die Platzsituation an der Werdersee-Brücke zu nennen. Es wurde diskutiert, dass von der Platzsituation aus ein gemeinsamer Geh- und Radweg mit einer befestigten Breite von 4,0 m ins Deichvorland führen soll, der schließlich in Verlängerung Buntentorsdeich mit einer Breite von 5,0 m wieder an die Wegebeziehungen auf der Deichkrone anschließen soll. Wie in Abbildung 24 dargestellt, wurden für die Platzsituation verschiedene Varianten untersucht. Im Zuge der Abstimmung wurde auf einen gewundenen Verlauf verzichtet, um die Sichtverbindung für die unterschiedlichen Verkehrsströme zu verbessern. Der Rampenverlauf ins Vorland wurde optimiert, um möglichst geringe Wandansichtshöhen zu erhalten. Zwischen Straßenbahnhaltestelle Kirchweg und der Deichkrone gilt es eine barrierefreie Rampe nach DIN 18040 umzusetzen.



Abbildung 24: Darstellung von zwei Varianten der Platz- und Freianlagengestaltung an der Werdersee-Brücke



Zur Herstellung einer Gehwegeverbindung zwischen dem Buntentorsteinweg und dem Gehweg auf dem Deichunterhaltungsweg im Vorland des Deiches (auf Höhe der Städtischen Galerie) wurde zunächst eine Treppe in der Außenböschung des Deiches vorgesehen (vgl. Abbildung 25, oben). Die Treppe würde aus Sicht des Küstenschutzes den geringsten Eingriff in die Deichböschung darstellen und bietet eine vergleichsweise geringe Angriffsfläche für Schäden im Sturmflutfall. In der Abstimmung mit dem Landesbehindertenbeauftragten ergab sich die Notwendigkeit, in diesem Bereich einen barrierearmen rampenähnlichen Weg herzustellen, um der Städtischen Galerie und der Schwankhalle als Orte mit öffentlichem Publikumsverkehr Rechnung zu tragen. Idealerweise ist jeweils eine Rampe in Richtung Innenstadt und eine in Richtung Huckelriede vorzusehen, da jedoch mit Blick auf einen sicheren Küstenschutz bauliche Anlagen in der Außenböschung des Deiches auf ein absolutes Minimum zu begrenzen sind, wurde als Kompromiss zunächst eine Zick-Zack-förmige Rampe gewählt (vgl. Abbildung 25, Mitte). Mit Bezug auf die Zick-Zack-förmige Rampe wurden u.a. seitens des Beirat Neustadt Bedenken geäußert, dass Fußgänger die Rampe über die Rasenböschung abkürzen würden und somit ungewollte Trampelpfade entstehen würden. Im weiteren Abstimmungsprozess wurde die Variante Treppe mit einer zusätzlichen barrierefreien Rampe als Vorzugslösung gewählt (vgl. Abbildung 25, unten).

Wie in Abbildung 26 dargestellt, erfolgte eine Variantenuntersuchung des Knotenpunktes in Verlängerung der Straße „Buntentorsdeich“. Ein gemeinsamer Geh- und Radweg wurde ausgeschlossen, um den Anforderungen an eine Radpremiumroute, die vom Deich (aus Richtung Innenstadt) kommend in Richtung Buntentordeich geführt wird, gerecht zu werden. Auch in dieser Untersuchung galt es, die sichtbaren Wandhöhen zu minimieren und den Eingriff auf Privatgrundstücke so gering wie möglich zu halten. Eine räumliche Trennung des Geh- und Radverkehrs, beispielsweise durch eine Baumreihe, ist grundsätzlich erstrebenswert. Binnenseitig des Freihaltestreifens bietet der Planungsraum hier Flächen für zusätzliche Baumpflanzungen.

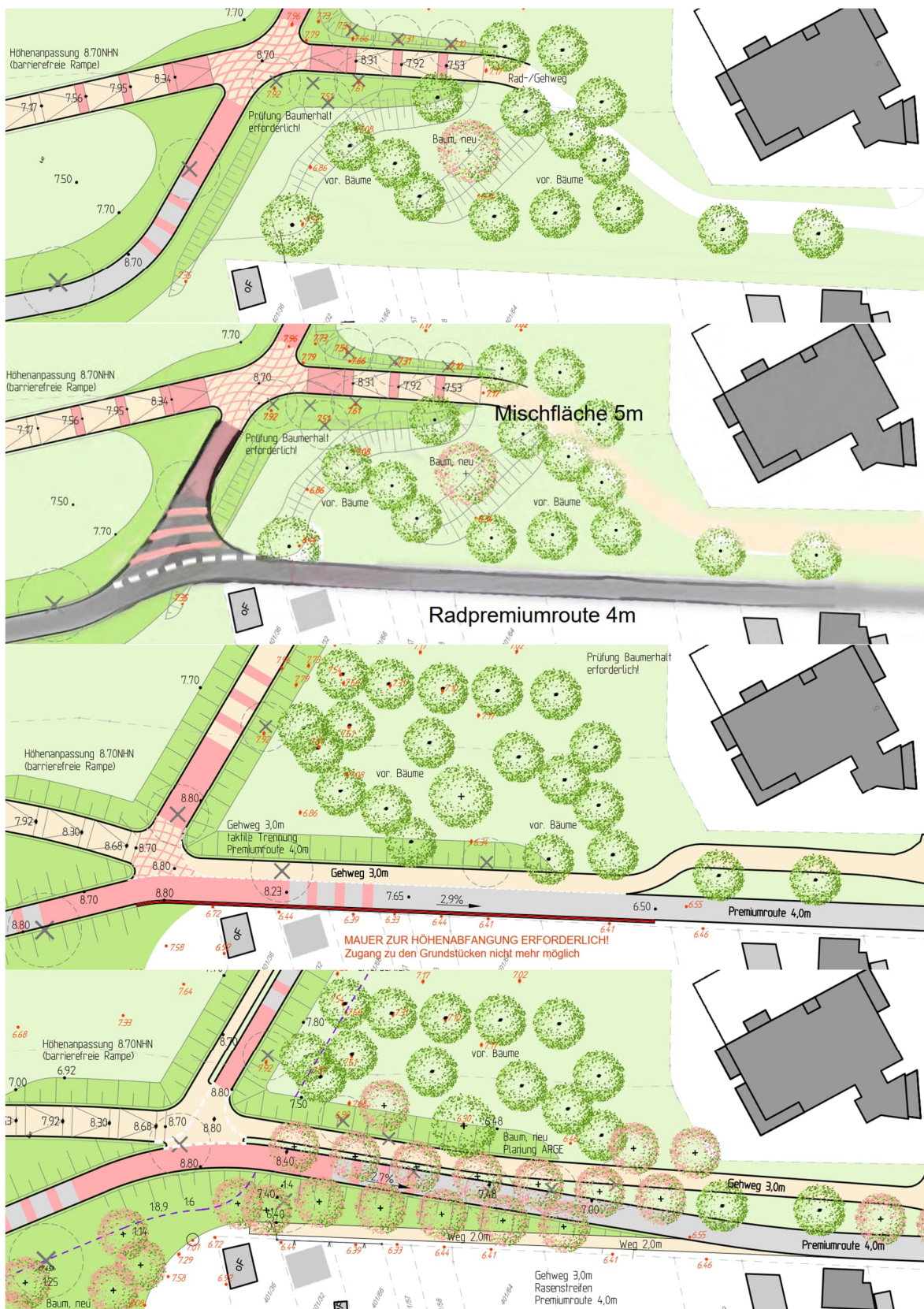


Abbildung 26: Darstellung von vier Varianten des Knotenpunktes in Verlängerung Buntentorsdeich

In der 5. Projektgruppensitzung wurde eine Ausarbeitung vorgestellt und diskutiert, in der eine Anpassung der geplanten Geometrie zum Erhalt von Bäumen untersucht wurde (vgl. Abbildung 27). Im Ergebnis zeigt sich, dass lediglich mit Hilfe einer Hochwasserschutzwand, die gegenüber dem Planungsstand deutlich weiter in Richtung Wasser stehen würde, ein Baumerhalt möglich wäre. Unter Berücksichtigung des Aspektes, dass die Planungsaufgabe die Umsetzung einer querschnittsneutralen Hochwasserschutzlösung für die Abflussrinne, die der Werdersee bzw. die Kleine Weser darstellen, beinhaltet und es sich bei dem südlichen Werderseeufer um ein ausgewiesenes Überschwemmungsgebiet handelt [6], wird eine Verschiebung der Hochwasserschutzlinie in Richtung Wasser nicht weiterverfolgt.

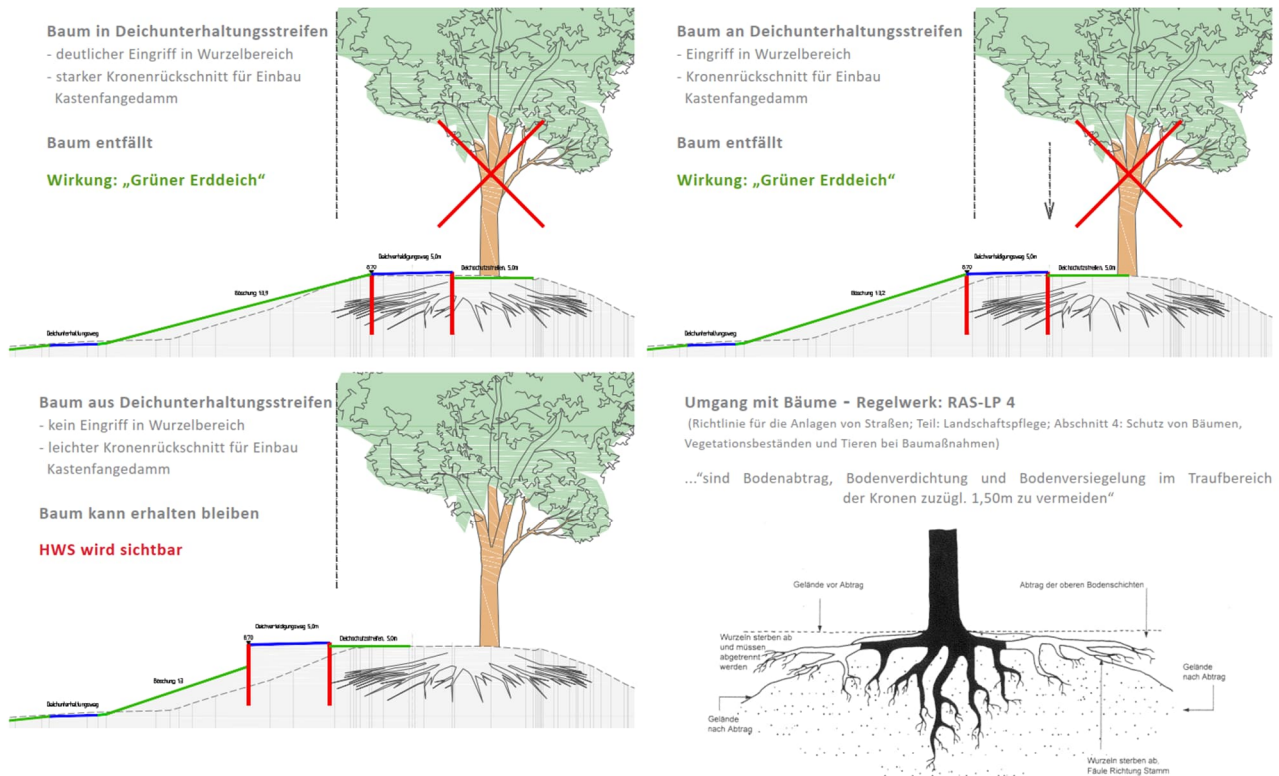


Abbildung 27: Schematische Darstellung aus der Ausarbeitung zum Baumerhalt

Die drei unter Kapitel 4.2, 4.3 und 4.4 erläuterten Planungsvarianten sind auf Grundlage des Abstimmungsprozesses, der im Rahmen der Projektgruppensitzungen stattfand, entstanden.

5. Kosten und Wirtschaftlichkeit

5.1 Allgemeines

In dem vorliegenden Kapitel Kosten und Wirtschaftlichkeit werden die verschiedenen monetären Aspekte der Maßnahmen erfasst. Dazu zählt neben einer Kostenschätzung eine Kostenvergleichsrechnung nach KVR-Leitlinie.

5.2 Kostenschätzung

5.2.1 Übersicht der Ergebnisse der Kostenschätzung

Für die drei zuvor beschriebenen Varianten erfolgt eine Kostenschätzung (Ermittlung der Kosten auf Grundlage der Vorplanung gem. DIN 276 [21]). Die Kostenschätzung ist Teil der Gesamtabwägung der monetär bewertbaren und der nicht monetär bewertbaren Aspekte zur Ermittlung der Vorzugsvariante.

Für die Erstellung der Kostenschätzung erfolgt zunächst eine Ermittlung der Mengen auf Grundlage der ausgearbeiteten Planunterlagen. Die Mengen werden mit den aktuellen Einheitspreisen (EP) (Stand: 08/2023) multipliziert, um die Gesamtkosten zu ermitteln. Die Einheitspreise werden mittels aktueller Submissionsergebnisse abgeschätzt. Die Kostenschätzung umfasst die Baukosten einschließlich eines pauschalen Ansatzes von jeweils 10% der Baukosten für die Baustelleneinrichtung und Kleinleistungen, die im Rahmen einer Kostenschätzung nicht einzeln erfasst werden. In den Baunebenkosten sind Kosten für die erforderlichen Planungsleistungen enthalten. Zur Steigerung der Kostensicherheit werden die Mehrkosten durch eine Inflation für den Zeitraum 2024 bis 2029 in Höhe von 3,47% p.a. [22] berücksichtigt. Die Erhaltungskosten werden bei der Abschätzung nicht betrachtet, finden jedoch Berücksichtigung in der dynamischen Kostenvergleichsrechnung.

Zum aktuellen Planungszeitpunkt liegen keine Angaben über Schadstoffgehalte in zurückzubauenden Baustoffen im Planungsraum vor. Zur weiteren Steigerung der Kostensicherheit wird empfohlen, für die Entwurfsplanung Schadstoffanalysen für den Rückbau und den Bodenaushub durchführen zu lassen. Für die Kostenschätzung wurde angenommen, dass Asphalt, Pflaster, gebundene und ungebundene Schichten des Wegeaufbaus sowie vorhandene Betonelemente keine kostenrelevanten Schadstoffgehalte aufweisen. Für den Bodenaushub wurde angenommen, dass 50% des Aushubs ein Zuordnungswert nach LAGA M20 [23] von maximal Z 1.2 (oder äquivalent) zugeordnet wird, während für die verbleibenden 50% ein Zuordnungswert von Z 2 (oder äquivalent) angenommen wurde, da die vorhandenen Baugrundaufschlüsse umfangreiche Bodenauffüllungen aufzeigen, die teilweise Bauschutt und Schlacke enthalten. Es sei darauf hingewiesen, dass seit dem 1. August 2023 die Ersatzbaustoffverordnung anzuwenden ist und Berücksichtigung in der nachfolgenden Entwurfsplanung finden muss.

Der berücksichtigte Stahlpreis wurde auf Grundlage der Ausarbeitung zur Stadtstrecke BA 1-3 mit Datum vom 09.04.2020 [24] entsprechend dem Index des Statistischen Bundesamtes für den Einfuhrpreis von Spundwanderzeugnissen angepasst. Im April 2020 lag der Stahlpreis für Spundwanderzeugnisse bei 1.300 €/t [24], das Statistische Bundesamt gibt den Index der Einfuhrpreis für Spundwanderzeugnisse in diesem Monat zu 107,1 an [25]. Für den September 2023 als Referenzdatum für die Erstellung der aktuellen Kostenschätzung wurde durch das Statistische Bundesamt der Index für den Einfuhrpreis von Spundwanderzeugnissen zu 150,4 angegeben [26]. Dieser Wert entspricht einer Teuerung von 40,3% gegenüber dem Preis vom April 2020, wodurch sich der neue Stahlpreis zu rund 1.800 €/t errechnet.

Die Kostenschätzung für die drei Varianten ist diesem Bericht als *Anhang - Kostenschätzung* beigelegt. In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse zusammenfassend (gerundet) dargestellt.

Tabelle 4: Übersicht - Ergebnis der Kostenschätzung

Kostengruppe	Variante 0	Variante 1	Variante 2
100 - Grundstück			
200 – vorbereitende Maßnahmen			
300 – Bauwerk, Baukonstruktion			
500 - Außenanlagen und Freiflächen			
700 - Baunebenkosten			
800 - Finanzierung			
Summe, netto			

Im Ergebnis zeigt sich, dass die Variante 0 mit rund [REDACTED] netto die kostengünstigste Variante ist. Als teuerste Variante ergibt sich Variante 2 mit rund [REDACTED] netto. Im Vergleich zur kostengünstigsten Variante handelt es sich um Mehrkosten von rund [REDACTED]. Um [REDACTED] Euro günstiger ergibt sich die Variante 1 mit Kosten von rund [REDACTED]. Die Variante ist somit rund [REDACTED] teurer als die Variante 0.

Bei der Schätzung der Kosten ist zu berücksichtigen, dass die Variante 0 – Referenzvariante vollständig aus GAK-Mitteln (Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes) gefördert werden kann, während der Differenzbetrag der Varianten 1 und 2 zur Variante 0 aus Drittmitteln zu finanzieren wäre (vgl. Kapitel 8.5).

In der ersten Abgabe der Machbarkeitsstudie vom November 2016 [2] betrugen die geschätzten Kosten für die ausgearbeiteten Varianten [REDACTED] Euro (netto). Die Vorzugsvariante (Variante a/a2) lag 2016 bei rund [REDACTED] Euro (netto) und war somit rund [REDACTED] günstiger als die aktuelle Variante 2. Die Kostensteigerung hat mehrere Gründe, den stärksten Einfluss haben die gestiegenen Baupreise. Gemäß des Statistischen Bundesamtes ist der Preisindex im Ingenieurbau seit 2016 von rund [REDACTED] im 3. Quartal 2023 gestiegen [22]. Diese Werte entsprechen einer Teuerung um [REDACTED]. Des Weiteren wurde der Planungsraum um rund 130 m verlängert und zusätzlich eine Anbindung an die Straße Buntentorsdeich vorgesehen. Ebenfalls im Bereich des Anschlusses an die Straße Buntentorsdeich ist zusätzlich die Herstellung einer Feuerwehrezufahrt berücksichtigt worden. Darüber hinaus galt es in der aktuellen Ausarbeitung eine geringere Flächeninanspruchnahme zu realisieren. Dies gelingt über die Anordnung von konstruktiven Wänden als Hochwasserschutzwände und zur Geländeabfangung. Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass konstruktive Elemente wie Stützwände gegenüber reinen Erddeichlösungen deutlich höhere Kosten verursachen.

5.2.2 Kosten der Freianlagen

In den drei Varianten wurde das Ingenieurbauwerk Deich durch angrenzende Freianlagen ergänzt, die sich teilweise aus der Notwendigkeit, das angrenzende Gelände an den neugeplanten Deich anzupassen, ergeben haben. In der Übersicht der Ergebnisse der Kostenschätzung in Kapitel 5.2 sind die Freianlagen enthalten. Nachfolgend sind die Schätzkosten der einzelnen Freianlagen separat ausgewiesen.

In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die Schätzkosten der Freianlagen der Variante 0 dargestellt. Die Gesamtkosten ergeben sich zu rd. [REDACTED] Euro.

Tabelle 5: Kostenschätzung Freianlagen Variante 0

Freianlage	Position	Schätzkosten, netto
Freianlage Uferweg		
Kostengruppe	500	€
	Baustelleneinrichtung (10%)	€
	Kleinleistungen (10%)	€
	Zwischensumme	€
	Ingenieurleistungen (10%)	€
	Zwischensumme	€
	Mehrkosten durch Inflation	€
	Gesamtsumme	€
Baumpflanzung Damtmacker		
Kostengruppe	500	€
	Baustelleneinrichtung (10%)	€
	Kleinleistungen (10%)	€
	Zwischensumme	€
	Ingenieurleistungen (10%)	€
	Zwischensumme	€
	Mehrkosten durch Inflation	€
	Gesamtsumme	€
Ausstattung		
Kostengruppe	500	€
	Baustelleneinrichtung (10%)	€
	Kleinleistungen (10%)	€
	Zwischensumme	€
	Ingenieurleistungen (10%)	€
	Zwischensumme	€
	Mehrkosten durch Inflation	€
	Gesamtsumme	€
Objekte Freianlage, Variante 0	Summe, netto	€

In der nachfolgenden Tabelle 6 sind die Schätzkosten der Freianlagen der Variante 1 dargestellt. Die Gesamtkosten ergeben sich zu rd. [REDACTED] Euro.

Tabelle 6: Kostenschätzung Freianlagen Variante 1

Freianlage	Position	Schätzkosten, netto
Freianlage Micropark		
Kostengruppe	500	€
	Baustelleneinrichtung (10%)	€
	Kleinleistungen (10%)	€
	Zwischensumme	€
	Ingenieurleistungen (10%)	€
	Zwischensumme	€
	Mehrkosten durch Inflation	€
	Gesamtsumme	€
Freianlage Uferweg		
Kostengruppe	500	€
	Baustelleneinrichtung (10%)	€
	Kleinleistungen (10%)	€
	Zwischensumme	€
	Ingenieurleistungen (10%)	€
	Zwischensumme	€
	Mehrkosten durch Inflation	€
	Gesamtsumme	€
Baumpflanzung Dammmacker		
Kostengruppe	500	€
	Baustelleneinrichtung (10%)	€
	Kleinleistungen (10%)	€
	Zwischensumme	€
	Ingenieurleistungen (10%)	€
	Zwischensumme	€

	Mehrkosten durch Inflation	33.286,43 €
	Gesamtsumme	€
Ausstattung		
Kostengruppe	500	€
	Baustelleneinrichtung (10%)	€
	Kleinleistungen (10%)	€
	Zwischensumme	€
	Ingenieurleistungen (10%)	€
	Zwischensumme	€
	Mehrkosten durch Inflation	€
	Gesamtsumme	€
Treppe mit Sitzstufen		
Kostengruppe	500	€
	Baustelleneinrichtung (10%)	€
	Kleinleistungen (10%)	€
	Zwischensumme	€
	Ingenieurleistungen (10%)	€
	Zwischensumme	€
	Mehrkosten durch Inflation	€
	Gesamtsumme	€
Objekte Freianlage, Variante 1	Summe, netto	€

In der nachfolgenden Tabelle 7 sind die Schätzkosten der Freianlagen der Variante 2 dargestellt. Die Gesamtkosten ergeben sich zu rd. [REDACTED] Euro.

Tabelle 7: Kostenschätzung Freianlagen Variante 2

Freianlage	Position	Schätzkosten, netto
Freianlage Städtische Galerie		
Kostengruppe	500	[REDACTED]

	Baustelleneinrichtung (10%)		€
	Kleinleistungen (10%)		€
	Zwischensumme		€
	Ingenieurleistungen (10%)		€
	Zwischensumme		€
	Mehrkosten durch Inflation		€
	Gesamtsumme		€
Freianlage Park an der Haltestelle Kirchweg			
Kostengruppe	500		€
	Baustelleneinrichtung (10%)		€
	Kleinleistungen (10%)		€
	Zwischensumme		€
	Ingenieurleistungen (10%)		€
	Zwischensumme		€
	Mehrkosten durch Inflation		€
	Gesamtsumme		€
Freianlage Micropark			
Kostengruppe	500		€
	Baustelleneinrichtung (10%)		€
	Kleinleistungen (10%)		€
	Zwischensumme		€
	Ingenieurleistungen (10%)		€
	Zwischensumme		€
	Mehrkosten durch Inflation		€
	Gesamtsumme		€
Freianlage Uferweg			
Kostengruppe	500		€
	Baustelleneinrichtung (10%)		€
	Kleinleistungen (10%)		€
	Zwischensumme		€
	Ingenieurleistungen (10%)		€

	Zwischensumme		€
	Mehrkosten durch Inflation		€
	Gesamtsumme		€
Baumpflanzung Dammacker			
Kostengruppe	500		€
	Baustelleneinrichtung (10%)		€
	Kleinleistungen (10%)		€
	Zwischensumme		€
	Ingenieurleistungen (10%)		€
	Zwischensumme		€
	Mehrkosten durch Inflation		€
	Gesamtsumme		€
Ausstattung			
Kostengruppe	500		€
	Baustelleneinrichtung (10%)		€
	Kleinleistungen (10%)		€
	Zwischensumme		€
	Ingenieurleistungen (10%)		€
	Zwischensumme		€
	Mehrkosten durch Inflation		€
	Gesamtsumme		€
Treppe mit Sitzstufen			
Kostengruppe	500		€
	Baustelleneinrichtung (10%)		€
	Kleinleistungen (10%)		€
	Zwischensumme		€
	Ingenieurleistungen (10%)		€
	Zwischensumme		€
	Mehrkosten durch Inflation		€
	Gesamtsumme		€
Objekte Freianlage, Variante 2	Summe, netto		€

5.3 Dynamische Kostenvergleichsrechnung




5.3.1 Einführung und Überblick

Die dynamische Kostenvergleichsrechnung wird auf der Grundlage der Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien) der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. durchgeführt [27].

Bei der Durchführung der Kostenvergleichsrechnung wird die Nutzengleichheit der verschiedenen Varianten unterstellt. Berücksichtigt werden die realen Gesamtkosten (Investitions- und Reinvestitionskosten, Unterhaltungskosten und Betriebskosten) der jeweiligen Variante über eine angenommene Lebensdauer.

Die hier dargestellten Investitionskosten entsprechen dem Stand der Kostenschätzung vom Oktober 2024 und weichen somit von den Werten der aktuellen Kostenschätzung (*Anhang – Kostenschätzung*) ab. Die Kostenvergleichsrechnung dient dazu die Varianten in ein Verhältnis zueinander zu setzen, weshalb diese nicht erneut an die überarbeitete Kostenschätzung angepasst wurde.

Die Methode dient vor allem dem Kostenvergleich mehrerer Varianten untereinander, nicht jedoch der konkreten Ermittlung von laufenden Kosten einzelner Varianten. So werden die laufenden Kosten bzw. die jährlich anfallenden Kosten für Betrieb und Unterhaltung nicht im Einzelnen ermittelt, sondern über pauschale Prozentwerte bezogen auf die Investitionskosten ermittelt. Die Ansätze entsprechen mittleren Erfahrungswerten zu vergleichbaren Anlagen:

- Konstruktionen, Technische Anlagen:  p.a.
- Straßen und Wege:  p.a.
- Außenanlagen:  p.a.

Die Betrachtung wird im vorliegenden Fall für den Bezugszeitpunkt 2024 und einen Gesamtzeitraum von 100 Jahren durchgeführt, wobei einzelnen Bauteilen unterschiedliche Nutzungsdauern zugeschrieben werden. Wenn die Nutzungsdauer eines Bauteils unterhalb der o.g. 100 Jahre liegt, so werden die Herstellungskosten dieses Bauteils nach Ablauf der Nutzungsdauer erneut angesetzt, und zwar als Reinvestitionskosten.

Da die jährlichen Kosten, mit Ausnahme des ersten Jahres, und die Reinvestitionskosten nach dem Bezugszeitpunkt 2024 anfallen, müssen diese zunächst finanzmathematisch auf den Bezugszeitpunkt umgerechnet werden. Nur dann können diese Kosten korrekt aufsummiert werden, um den Gesamtkostenbarwert einer Variante zu ermitteln. Dieser Gesamtkostenbarwert setzt sich dabei aus den Baukosten, Reinvestitionskosten und den jährlichen Kosten über die gesamte Lebensdauer zusammen.

Kosten, die nach dem Bezugszeitpunkt anfallen, werden entsprechend des Zinssatzes i abgezinst (Diskontierung) bei gleichzeitiger Aufzinsung (Akkumulierung) in Höhe einer eventuell angesetzten Preissteigerungsrate r . Die KVR-Leitlinien beinhalten verschiedenen Umrechnungsfaktoren in Abhängigkeit der Kostenart (Einzelkosten oder Kostenreihen), Zeitpunkt des Kostenanfalls im Vergleich zum Bezugszeitpunkt (Auf- oder Abzinsung), sowie ob eine Preissteigerungsrate r berücksichtigt wird.

- Einzelkosten, Aufzinsung (hier für Preissteigerungsrate r): AFAKE
- Einzelkosten, Abzinsung (hier für Zinssatz i): DFAKE

- Einzelkosten, Auf- und Abzinsung (Wenn r und $i \neq 0\%$): AFAKE · DFAKE
- Kostenreihen, Auf- und Abzinsung (Mit oder ohne r bzw. i): DFAKRP

Zur Absicherung der Ergebnisse wird der angewandte Zinssatz variiert und betrachtet, ob sich dies auf die Ergebnisse auswirkt. Des Weiteren wird die Betrachtung sowohl für eine Preissteigerungsrate von $r = 0\%$ als auch von $r = 1\%$ durchgeführt, um die Auswirkungen einer möglichen Kostensteigerung zu untersuchen.

5.3.2 Ergebnis der dynamischen Kostenvergleichsrechnung

Die Ansätze und die Berechnungen zur Kostenvergleichsrechnung sind diesem Bericht als *Anhang - Kostenvergleichsrechnung* beigefügt. Zusammenfassend ist das Ergebnis in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben.

Tabelle 8: Übersicht - Ergebnis der dynamischen Kostenvergleichsrechnung (Preissteigerungsrate 0%)

	Variante 0 €	Variante 1 €	Variante 2 €
Netto-Herstellungskosten (ohne Finanzierung)			
Dynamische Kostenvergleichsrechnung			
Gesamtkostenbarwerte			
Jahreskosten			
Empfindlichkeitsprüfung: Zinssatz			
Gesamtkostenbarwerte			
Empfindlichkeitsprüfung: Zinssatz			
Gesamtkostenbarwerte			

Es zeigt sich, dass wie bei den Herstellungskosten auch bei der Betrachtung der Gesamtkostenbarwerte die Variante 0 - Referenzvariante die kostengünstigste Variante ist und die Variante 2 mit [REDACTED] höheren Kosten die teuerste Variante ist. Die Gesamtkostenbarwerte der Variante 1 sind lediglich rd. [REDACTED] geringer als die der Variante 2. Eine Variation der Zinssätze im Rahmen der Empfindlichkeitsprüfung führt zu einer unveränderten Reihenfolge der Varianten. Mit diesen Ergebnissen bestätigt sich die Referenzvariante als die kostengünstigste Variante auch bei einer Betrachtung über den Gesamtzeitraum von 100 Jahren und einer Variation der Zinssätze.

Auch die Jahreskosten liegen für die Variante 2 gegenüber Variante 0 mit [REDACTED] Euro um rd. [REDACTED] höher. Die Jahreskosten der Variante 1 sind rd. [REDACTED] geringer als die der Variante 2.

Ergänzend wurden die Untersuchungen auch mit dem Ansatz einer Preissteigerungsrate $r =$ [REDACTED] durchgeführt (vgl. *Anhang - Kostenvergleichsrechnung*). Auch bei dieser Betrachtung wird die Variante 0 als die kostengünstigste Variante bestätigt, während die Variante 2 für einen Zinssatz von [REDACTED] einen um rd. [REDACTED] höheren Gesamtkostenbarwert aufweist.

6. Nutzwertanalyse

6.1 Einführung und Überblick

Die Nutzwertanalyse dient dazu, in der Gesamtabwägung der monetär bewertbaren und der nicht monetär bewertbaren Aspekte eine Vorzugslösung zu ermitteln. Dazu werden nicht monetäre Bewertungskriterien in Abstimmung mit der Auftraggeberin ausgearbeitet und beschrieben.

Im nächsten Schritt erfolgt eine Gewichtung der Bewertungskriterien mit Hilfe einer Matrix, die ein Abwägen eines jeden Kriteriums gegenüber allen anderen Kriterien ermöglicht.

Im letzten Schritt erfolgt eine Bewertung der Varianten bezüglich der einzelnen Bewertungskriterien. Die Bewertung erfolgt nach einem Bewertungsschema mit einer Punktevergabe von 1 bis 10, wobei die Bewertung 10 jeweils für die im Sinne des jeweiligen Kriteriums günstigste / beste Variante steht. Defizite der weiteren Varianten gegenüber diesem optimalen Zustand werden mit Abschlägen berücksichtigt. Sind Varianten gleichwertig, so werden sie gleichermaßen bewertet.

Folgende Bewertungskriterien werden betrachtet:

- **Hochwasserschutz:** Hierzu werden als Teilaspekte die technische Sicherheit, die Deichunterhaltung und die Deichverteidigung sowie die Art der Erhöhung um das Vorsorgemaß bewertet.
- **Freiraumplanung:** Hierzu werden als Teilaspekte das Landschaftsbild als Grünanlage, die Anforderung aus dem Flächennutzungsplan, eine Grünverbindung herzustellen und die Aufenthaltsqualität sowie Freizeit- und Erholungsnutzung bewertet.
- **(Verkehrs-) Erschließung:** Hierzu werden als Teilaspekte das Fuß- und Radwegenetz sowie die Erreichbarkeit der Wege und der Grünanlage bewertet. Die Erreichbarkeit umfasst hier alle Personengruppen, weshalb unter diesem Aspekt auch die Barrierefreiheit der Zugänge in die Bewertung eingeht.
- **Sonstige Aspekte:** Unter sonstige Aspekte werden als Teilaspekte die Betroffenheit von Anwohnern, die Anpassungsfähigkeit der Hochwasserschutzanlage unter Berücksichtigung des gesamten Kriterienkataloges und das bautechnische Risiko und das damit verbundene Risiko einer Kostensteigerung bewertet.

6.2 Ergebnis der Nutzwertanalyse

Die Nutzwertanalyse ist diesem Bericht als *Anhang -Nutzwertanalyse* beigelegt. In Tabelle 9 ist eine Übersicht des Bewertungsergebnisses dargestellt. Die Werte sind gerundet.

Tabelle 9: Übersicht des Bewertungsergebnisses der Nutzwertanalyse

Bewertungskriterien	Variante 0	Variante 1	Variante 2
1. Hochwasserschutz	354	397	388
2. Freiraumplanung	184	192	182
3. (Verkehrs-) Erschließung	47	101	178
4. Sonstige Aspekte	164	105	149
Summe 1. bis 4.	750	795	897

Das Ergebnis der Nutzwertanalyse zeigt, dass die Variante 2 mit rund 900 Punkten den höchsten Nutzwert aufweist. Die Variante 1 folgt mit rund 800 Punkten, während Variante 0 mit 750 Punkten den letzten Platz belegt. Somit weist die Variante 2 gegenüber der Variante 0 einen um 20% und gegenüber der Variante 1 einen um rund 13% höheren Nutzwert auf.

7. Auswahl der Vorzugsvariante

Auf der Grundlage einer Abwägung aller Untersuchungsergebnisse der Kosten- und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (vgl. Kapitel 5) sowie der Nutzwertanalyse (vgl. Kapitel 6) erfolgt die Auswahl der Vorzugsvariante.

In Tabelle 10 sind die Untersuchungsergebnisse für die drei Varianten zusammengefasst. Wenngleich die Variante 2 die höchsten Kosten verursacht, wurde sie als Vorzugsvariante festgelegt. Ausschlaggebend ist die hohe Punktzahl in der Nutzwertanalyse, welche belegt, dass in Variante 2 ein besonders guter Kompromiss zwischen den zahlreichen Anforderungen und Randbedingungen, die an die Planung gestellt wurden, gelungen ist.

Tabelle 10: Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

	Variante 0	Variante 1	Variante 2
1. Herstellungskosten in Euro, gerundet (vgl. Kapitel 5.2)			
Nettosumme			
Mwst. (19%)			
Bruttosumme			
2. Gesamtkostenbarwerte (10			
Gesamtkostenbarwerte			
Jahreskosten (laufend)			
3. Nutzwertanalyse der Varia			
1. Hochwasserschutz			
2. Freiraumplanung			
3. (Verkehrs-)Erschließung			
4. Sonstige Aspekte			
Summe 1. bis 4. (gerundet)			
Gesamtbewertung			Vorzugsvariante

8. Aspekte der Umsetzung

8.1 Genehmigungsverfahren

Für die Erhöhung und Anpassung der bestehenden Hochwasserschutzlinie wird mit Blick auf die vielfältigen öffentlichen und privaten Betroffenheiten sowie aufgrund der möglichen Auswirkungen auf die Umwelt die Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens entsprechend Verwaltungsverfahrensgesetz, Wasserhaushaltsgesetz und Bremischem Wassergesetz [9] erforderlich sein.

8.2 Umweltrechtliche Fragen

Für das ausstehende Genehmigungsverfahren wird empfohlen, eine Kartierung von Flora und Fauna sowie einen gutachterlichen Umweltbericht beizubringen.

8.3 Grunderwerb

Die Fragen des Grunderwerbs sind mit den privaten und öffentlichen Grundstückseigentümern im Zuge des weiteren Verfahrens rechtzeitig vor Maßnahmenbeginn abzustimmen und zu realisieren.

8.4 Betriebs- und Unterhaltungspflichten

Der Betrieb der Hochwasserschutzanlagen sowie deren Unterhaltung obliegt dem Bremischen Deichverband am linken Weserufer.

Im vorliegenden Fall beinhaltet die Maßnahme Elemente, die über die Anforderungen des Hochwasserschutzes und die daraus resultierenden Maßnahmeninhalte hinausgehen. Diese Elemente fallen in die Zuständigkeit der Stadt Bremen.

Die Hochwasserschutzanlage stellt hier gleichzeitig eine Grünanlage dar, deren rechtliche Grundlage durch das Naturschutzrecht gegeben ist. Wege in Grünanlagen sind nach BremNatSchG §29 für den Gemeingebrauch bestimmt und dürfen von allen Verkehrsteilnehmern (kein MIV) gleichermaßen genutzt werden. Nur an Unfallschwerpunkten sind Ausnahmen zulässig. Diese Regelung ist nicht mit den Anforderungen an eine Radpremiumroute zu vereinbaren, entsprechend muss bei Umsetzung der Vorzugsvariante der Deichverteidigungsweg, auf welchem die Radpremiumroute verläuft, aus der Grünanlage ausgegrenzt werden. Eine Übernahme der Betriebs- und Unterhaltungspflichten durch das Amt für Straßen und Verkehr ist im weiteren Projektverlauf zu prüfen und abzustimmen.

8.5 Bauabschnitte der Realisierung, Mittelabfluss und Kostenteilung

Die Realisierung der Maßnahmen zum Hochwasserschutz mit den ergänzenden Maßnahmen der Freianlagengestaltung für den Bauabschnitt 4 der Stadtstrecke wird mehrere Jahre in Anspruch nehmen. Das ergibt sich bereits aus dem erforderlichen baulichen Aufwand der Gesamtmaßnahme, aber auch aus den Restriktionen für Baumaßnahmen an bestehenden Hochwasserschutzanlagen (Bauen nur in der hochwasserfreien Zeit) und die Baustellenlogistik mit den erforderlichen Materialtransporten und Arbeitsflächen in einem räumlich eingeschränkten Baufeld.

Vor Beginn der Bauausführung sind noch weitere Planungsphasen und insbesondere das Genehmigungsverfahren zu durchlaufen. Ergänzt werden die Planungsphasen teilweise durch zusätzliche Untersuchungen und Gutachten. In Tabelle 11 ist der voraussichtliche zeitliche Ablauf

der Planung nach aktuellem Kenntnisstand dargestellt. Der Beginn der Bauausführung ist somit für das 3. Quartal 2027 zu erwarten.

Tabelle 11: Voraussichtlicher zeitlicher Ablauf der Planung

Start	Ende	Planungsphase
3. Quartal 2021	4. Quartal 2024	Vorplanung
1. Quartal 2025	4. Quartal 2025	Entwurfsplanung
1. Quartal 2026	4. Quartal 2026	Genehmigungsplanung einschl. Planfeststellungsbeschluss
4. Quartal 2026	2. Quartal 2027	Vorbereitung der Vergabe und Vergabe
3. Quartal 2027		Baubeginn

Zum aktuellen Planungszeitpunkt wird für die Realisierung des BA 4 von einem Bauabschnitt mit einer Bauzeit von 3 Jahren ausgegangen. Die Fertigstellung der Maßnahme kann somit voraussichtlich für das Jahr 2030 erwartet werden. In erster grober Gliederung ergibt sich dabei folgender Bauablauf:

1. Jahr: Baustelle einrichten, bauzeitliche Verkehrsführung herstellen, Rodungsarbeiten, Baufeld räumen, Leitungsverlegungen,
2. Jahr: Wände herstellen einschl. Ankerlagen, Erdarbeiten zum Angleichen des Geländes
3. Jahr: Herstellung von Wegen und befestigten Flächen, Baumpflanzungen, Restarbeiten, Räumen der Baustelle einschl. Aufhebung der bauzeitlichen Verkehrsführung

Zum Ende der hochwasserfreien Zeit muss dabei die Hochwasserschutzanlage der jeweiligen Abschnitte wieder hochwassersicher ausgebildet sein. Dieses kann auch die Herstellung von Provisorien für eine Wintersaison notwendig machen.

Vorbehaltlich der derzeit noch offenen Fragen und der Ergebnisse der weiteren Planung wird der Mittelabfluss für die Umsetzung der Vorzugsvariante (vgl. Kapitel 7) grob abgeschätzt. Dabei wird jeweils angenommen, dass je Bauabschnitt im 1. Jahr rd. 20%, im 2. Jahr rd. 50% und im 3. Jahr rd. 30% der Herstellungskosten umgesetzt und benötigt werden. Die geschätzten Herstellungskosten können den Tabellen in Kapitel 5.2.1 entnommen werden und betragen für die Vorzugsvariante (Variante 2) rund [REDACTED]. Die Tabelle 12 zeigt eine schematische Abschätzung des Mittelabflusses.

Tabelle 12: Schematische Abschätzung des Mittelabflusses für die Bauausführung

Jahr der Umsetzung	Mittelabfluss
1. Jahr	[REDACTED]
2. Jahr	[REDACTED]
3. Jahr	[REDACTED]

Neben den Maßnahmen zur regelgerechten Herstellung der Hochwasserschutzanlagen sind in den oben benannten Kosten auch Elemente enthalten, die anderen Zielen dienen, insbesondere der Verkehrsplanung und der Stadtentwicklung. Solche Maßnahmen und deren Kosten können nicht aus der "Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes (GAK)" gefördert bzw. finanziert werden. Hier müssen das Land und die Stadtgemeinde Bremen mit eigenen Mitteln bzw. ergänzenden Fördermitteln Dritter anteilige Kosten übernehmen. Demnach sind die Kosten nach derzeitigem Kenntnisstand auf folgende Dienststellen der Senatorin für Umwelt, Klima und Wissenschaft (SUKW) sowie der Senatorin für Bau, Mobilität und Stadtentwicklung (SBMS) aufzuteilen:

- Ref. 32, SUKW (Quantitative Wasserwirtschaft, Hochwasser-, Küsten-, Meeresumweltschutz) über Mittel aus der "Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes (GAK)"
- Ref. 51, SBMS (Verkehrsprojekte)
- Ref. 64, SBMS (Planung Bauordnung-Süd)

Zur Ermittlung der förderfähigen Kostenanteile nach dem Förderbereich Küstenschutz der Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes (GAK) wurde die Referenzvariante (Variante 0) ausgearbeitet. Vor diesem Hintergrund werden – vorbehaltlich weiterer Abstimmungen der beteiligten bremischen Referate – die darüber hinaus anfallenden Kosten zu gleichen Teilen den beiden anderen Referaten zugeordnet. In Tabelle 13 ist eine Übersicht der vorgeschlagenen Kostenteilung für die drei Varianten gegeben.

Tabelle 13: Vorschlag zur Kostenteilung

	Ref. 32	Ref. 51	Ref. 65
V 0 - Referenz			
V 1			
V 2			

9. Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen der Umsetzung des Generalplans Küstenschutz Niedersachsen/Bremen – Festland wurde auch die bestehende Hochwasserschutzanlage am linken Weserufer in Bremen auf der sog. Stadtstrecke im Bereich der Bremer Neustadt überprüft. Als Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen wurde ein umfangreicher Ausbaubedarf festgestellt. Die Untersuchungen haben ergeben, dass der Deichbestick zum Teil in Höhe und zulässigen Böschungsneigungen sowie in der Ausstattung mit Deichverteidigungs- und Deichunterhaltungsweg nicht überall gegeben ist. In Teilabschnitten befindet sich die bestehende Hochwasserschutzanlage auf Privatgrundstücken, weshalb eine Bereinigung der Eigentumsverhältnisse angestrebt wird.

Der hier betrachtete 4. Bauabschnitt (BA 4) der Stadtstrecke im Bereich der Bremer Neustadt erstreckt sich südöstlich der Piepe weseraufwärts bis an den Habenhauser Deich auf Höhe der Wohnbebauung „Am Dammacker“ und entspricht bezogen auf den Generalplan Küstenschutz etwa GPK-km 16+361 bis 17+483.

Nachdem bereits mit Datum vom 15.11.2016 eine Machbarkeitsstudie für den BA 4 vorgelegt wurde, haben sich zwischenzeitlich die erforderlichen Höhen für das festzusetzende Bestick erhöht, durch diese und weitere Anforderungen wurde eine Wiederholung der Machbarkeitsstudie erforderlich. Die Bearbeitung der Machbarkeitsstudie wurde durch eine Projektgruppe, die sich aus Vertretern verschiedenster Fachdisziplinen und Institutionen zusammensetzt, fachlich begleitet.

In diesem Deichabschnitt konkurrieren neben den Anforderungen und Ziele an eine sichere und regelkonforme Ausgestaltung der Hochwasserschutzanlage zahlreiche weitere Anforderungen und Zielvorstellungen: die Verkehrsbeziehungen für den Fahrrad- und Fußgängerverkehr sind zu optimieren und eine Radpremiumroute ist zu integrieren, der vorhandene Grüncharakter und die Naherholungsfunktion des frei zugänglichen grünen Weserufers sind zu erhalten, zusätzlich ist trotz beengter Platzverhältnisse der Eingriff auf angrenzenden Grundstücken zu minimieren. Als weiterer Aspekt ist zu berücksichtigen, dass der bestehende Abflussquerschnitt der Kleinen Weser sicher zu stellen ist. Für den Deich besteht im urbanen Raum zusätzlich die Anforderung, unter stadtplanerischen und gestalterischen Aspekten eine attraktive Grünanlage darzustellen.

Vor diesem Hintergrund wurden im Rahmen der vorliegenden Machbarkeitsstudie drei Varianten ausgearbeitet, die neben der Realisierung des Hochwasserschutzes auch die zusätzlichen Anforderungen berücksichtigen.

Die sog. Referenzvariante (Variante 0) beschränkt sich auf die aus Küstenschutzgründen erforderlichen Maßnahmen in unabwendbarem Umfang. Sie dient zur Ermittlung der förderfähigen Anteile nach dem Förderbereich Küstenschutz der Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes (GAK) und ist nicht als Realisierungslösung gedacht.

Die Variante 1 entspricht der seinerzeitigen Vorzugsvariante aus der ersten Machbarkeitsstudie vom 15.11.2016. Sie wurde lediglich an die aktuell gültigen Bemessungsvorgaben und weitere zusätzliche Randbedingungen angepasst. Die Verkehrswegeföhrung und die Abmessungen der Verkehrswege wurden beibehalten.

Die Variante 2 wurde unter der bestmöglichen Berücksichtigung aller Planungsrandbedingungen ausgearbeitet.

Für die drei ausgearbeiteten Varianten wurde jeweils eine Kostenschätzung erstellt. Diese bilden die Grundlage für eine Kostenvergleichsrechnung. In der Gesamtbetrachtung der monetären Aspekte ergibt sich die Variante 0 als kostengünstigste Variante, während die teureren Varianten 1 und 2 vergleichsweise nah beieinander liegen.

Im nächsten Schritt wurde für die drei Varianten eine Nutzwertanalyse durchgeführt. Die Nutzwertanalyse dient dazu, in der Gesamtabwägung der monetär bewertbaren und der nicht monetär bewertbaren Aspekte eine Vorzugslösung zu ermitteln. Auf Basis der Planungsvorgaben wurden Kriterien aus den Bereichen Hochwasserschutz, Freiraumplanung, (Verkehrs-) Erschließung und Sonstige Aspekte festgelegt und bewertet. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Variante 2 einen deutlich höheren Nutzwert aufweist als die Variante 1. Die Referenzvariante (Variante 0) wird am schlechtesten bewertet. Entsprechend wird die Variante 2 als Vorzugsvariante festgelegt. Die Brutto-Herstellungskosten der Vorzugsvariante betragen rund [REDACTED]