

Unterlage 6-4

Planfeststellungsverfahren

**Ersatzneubau der alten Levensauer Hochbrücke
und
Ausbau des Nord-Ostsee-Kanals
NOK-Km 93,2 – 94,2**

Variantenuntersuchung Ausbau NOK

VORHABENTRÄGER:

**WASSER- UND SCHIFFFAHRTSAMT KIEL-HOLTENAU
SCHLEUSENINSEL 2
24159 KIEL-HOLTENAU**



WSV.de

Wasser- und
Schifffahrtsverwaltung
des Bundes

VERFASSER:

Ingenieurgemeinschaft Hydroprojekt C&E

Stand: 12.09.2013

Kurze Erläuterung

In dem vorliegenden Bericht werden verschiedene Varianten für die Ausbildung und Höhe der Ufersicherungen unter den Hochbrücken, für technisch-technologische Möglichkeiten zum Rückbau der unter Wasser liegenden Notfundamentreste sowie der vorhandenen Stützmauern durchgeführt. Als Ergebnis der Untersuchungen werden Vorzugsvarianten dargestellt und beschrieben.

Die Unterlage gliedert sich wie folgt:

Erläuterungsbericht

- | | |
|----------|---|
| Anlage 1 | Pläne |
| Anlage 2 | Standsicherheitsberechnungen |
| Anlage 3 | Bewertungstabellen Variantenuntersuchung |
| Anlage 4 | nicht Gegenstand dieses Planfeststellungsverfahrens |
| Anlage 5 | nicht Gegenstand dieses Planfeststellungsverfahrens |
| Anlage 6 | Bauabläufe |



WSV.de

Wasser- und
Schifffahrtsverwaltung
des Bundes

Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau

Projekt Ausbau des Nord-Ostsee-Kanals

Kkm 93,2 – 94,2

Vorentwurf

AZ 231.2 AbO/6324

Erläuterungsbericht zur Variantenuntersuchung



Ingenieurgesellschaft Hydroprojekt C&E

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Vorgeschichte	1
1.2	Veranlassung, Begründung der Baumaßnahme	1
1.3	Grundlagen	2
1.4	Rechtlicher Rahmen und Verfahren	4
2	Beschreibung des Ist-Zustandes	6
2.1	Angaben zum Kanalabschnitt Kkm 93,2 – 94,2	6
2.2	Wesentliche Bauwerke und bauliche Anlagen	7
2.3	Verkehrsbeziehungen	11
2.4	Leitungsbestand	13
2.5	Eigentumsgrenzen/Eigentumskataster	14
2.6	Baugrundverhältnisse	15
2.7	Hydrologische und hydrogeologische Verhältnisse	16
2.8	Schadstoffe	20
2.9	Erklärungen Kampfmittelräumdienst	21
2.10	Umwelt	22
3	Beschreibung der Variantenuntersuchung	24
3.1	Allgemein	24
3.2	Grundlagen	28
3.2.1	Geplanter Kanalquerschnitt	29
3.2.2	Geplante Kanaltrassierung	30
3.2.3	Technischer Uferverbau	31
3.2.4	Brückenbau	33
3.2.5	Planungsgrenzen	33
3.3	Variantenuntersuchung zum Kanalausbau NOK	34
3.3.1	Alternativen beim Kanalausbau zwischen Kkm 93,670 und 94,200	35
3.3.2	Varianten Rückbau der Notfundamentreste und der Schwergewichtsmauern	41
3.3.3	Festlegung und Bewertung der technischen Kriterien	47
3.3.4	Kostenschätzung	62
3.4	Ergebnis der Variantenuntersuchungen	64
4	Beschreibung der geplanten Maßnahme	70

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Pläne
Anlage 2	Stand sicherheitsberechnungen
Anlage 3	Bewertungstabellen Variantenuntersuchung
Anlage 4	Kostenschätzung Kanalausbau
Anlage 5	Kostenschätzung Rückbau Notfundamentreste
Anlage 6	Bauabläufe

Bildverzeichnis

Abb. 1: Bestandsfoto Notfundamente (Quelle: WSA Kiel-Holtenau)	9
Abb. 2: Grundriss, Ansicht und Querschnitt zur Beseitigung der Notfundamente	9
Abb. 3: Regeldetail für den Ausbau der NOK-Oststrecke	29
Abb. 4: Kanalausbau östl. der Hochbrücken gem. Amtsentwurf	36
Abb. 5: Kanalausbau östl. der Hochbrücken mit technischer Ufersicherung	36
Abb. 6: Alternative 1a - SPW rückverankert	38
Abb. 7: Alternative 1b – Bohrpfahl rückverankert	39
Abb. 8: Alternative 1c - Bohrpfahlwand ohne Rückverankerung	40
Abb. 9: Rückbau Notfundamentreste in trockener Baugrube (Grundriss)	42
Abb. 10: Rückbau Notfundamentreste in trockener Baugrube (Querschnitt)	42
Abb. 11: Rückbau Notfundamentreste unter Wasser mit Sicherungswand (Grundriss)	44
Abb. 12: Rückbau Notfundamentreste unter Wasser mit Sicherungswand (Querschnitt)	44
Abb. 13: Rückbau Notfundamentreste unter Wasser ohne Sicherungswand	46

Abkürzungsverzeichnis

AL	Alternative
B	Bundesstraße
Bau-km	Baukilometer
BAW	Bundesanstalt für Wasserbau
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundesbodenschutzverordnung
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BPW	Bohrpfahlwand
BW _o	oberer Betriebswasserstand
BW _u	unterer Betriebswasserstand
D, d	Durchmesser
DB AG	Deutsche Bahn Aktiengesellschaft
DepV	Deponie-Verordnung
DHHN92	Deutsches Haupthöhennetz 1992
DDX	Dichlor-Diphenyl-Verbindungen
e	Abstand
EAU	Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“
EP	Einheitspreis
ERA	Empfehlungen für Radverkehrsanlagen
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FM	Fernmelde-...
GDWS	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (ehemals WSD)
GOK	Geländeoberkante
GSPW	Gemischte Spundwand
GÜBAK	Gemeinsame Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern
GW	Grundwasserstand
GWL	Grundwasserleiter
GWH	Grundwasserhemmer
H, h	Höhe
HU	Haushaltsunterlage
IG	Interessengemeinschaft
IRP	Investitionsrahmenplan bis 2010 für die Verkehrsinfrastruktur des Bundes
K	Kreisstraße
Kkm	Kanal-Kilometrierung
KRT-Profil	kombiniertes Rechtecktrapezprofil

KW	Kohlenwasserstoffe
L, l	Länge
LAGA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall
LWL	Lichtwellenleiter-...
m	Meter
MAK	Merkblatt zur Anwendung von Regelbauweisen für Böschungs- und Sohlsicherungen an Binnenwasserstraßen – Ausgabe 2008
MAR	Merkblatt zur Anwendung von Regelbauweisen für Böschungs- und Sohlsicherungen an Binnenwasserstraßen – Ausgabe 2008
MAV	Merkblatt zur Anwendung von Regelbauweisen für Böschungs- und Sohlsicherungen an Binnenwasserstraßen – Ausgabe 2008
MwSt	Mehrwertsteuer
NHN	Normal Höhe Null
NOK	Nord-Ostsee-Kanal
NW	Normalwasserstand
OK	Oberkante
OW	Oberwasser
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
PHW	Planer für Hafенflächenrecycling und Wasserbau
PN	Pegelnul
PNP	Pegelnulpunkt
R	Radius
R-Profil	Rechteckprofil
SPW	Spundwand
Stb	Stahlbeton
SW	Schlitzwand
TBT	Tributylzinn
TdV	Träger des Vorhabens
T-Profil	Trapezprofil
UVU	Umweltverträglichkeitsuntersuchung
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
UW	Unterwasser
v. H.	von Hundert
VG	Verkehrsgruppe
VV	Verwaltungsvorschrift
WaStrG	Bundeswasserstraßengesetz
WSA	Wasser- und Schifffahrtsamt
WSD	Wasser- und Schifffahrtsdirektion (seit 2013 GWDS)
Wsp.	Wasserspiegel

WSV	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung
z_0	oberer Schwankungswert für häufige und länger andauernde Wasserspiegelschwankungen
ZTV-ING	Zusätzliche technische Vertragsbedingungen für Ingenieurbauten
ZTV-W	Zusätzliche technische Vertragsbedingungen - Wasserbau

1 Einleitung

1.1 Vorgeschichte

Im Zuge des Ausbaues des Nord-Ostsee-Kanals soll der Bereich Levensauer Hochbrücken zwischen Kanalkilometer 93,2 und 94,2 ausgebaut werden. Dies soll durch eine Verbreiterung des Kanalabschnitts erfolgen.

Das Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau (WSA) hat die Bietergemeinschaft HPI GmbH, Regionalbereich Mitte Weimar und C&E Consulting und Engineering GmbH Chemnitz mit Planungsleistungen zum Ausbau des NOK in diesem Abschnitt und mit dem Aufstellen eines Konzeptes für die Verbringung der anfallenden Böden (Verbringungskonzept) beauftragt.

1.2 Veranlassung, Begründung der Baumaßnahme

Die den Nord-Ostsee-Kanal befahrenden Schiffe werden anhand ihrer Abmessungen in Verkehrsgruppen (VG) eingeteilt. Derzeit ist die Oststrecke des Kanals maximal für Schiffe der VG 6 (L/B/Tiefgang = bis 235 m / bis 32,5 m / bis 9,5 m) passierbar, wobei ab 160 m Länge und 20 m Breite für den Tiefgang bereits Einschränkungen gelten.

Begegnungsverkehr im NOK regelt sich nach der sogenannten Begegnungsziffer. Für die Oststrecke des NOK gilt derzeit ein Maximalwert von 6. Schiffe können sich im Kanal begegnen, wenn die Summe ihrer VG ≤ 6 beträgt.

Der Bereich der Oststrecke des NOK von der Weiche Königsförde bis zu den Levensauer Hochbrücken besitzt die Abmessungen von 1914. Aufgrund der Zunahme des Schiffsverkehrs und der Veränderung der Flottenstruktur auf dem NOK entwickelten sich die Kurven und die geringen Querschnittsbreiten zwischen Königsförde und Kiel-Holtenau (Kanalkilometer 80,0 – 96,0) zunehmend zum Engpass für den Verkehrsablauf.

Zur Verbesserung der nautischen Situation und der bestehenden Begegnungsmöglichkeiten plant die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes im Planungsabschnitt zwischen Kkm 90,5 und Kkm 94,2 die Verbreiterung und Vertiefung des Nord-Ostsee-Kanals mit einer teilweisen Neutrassierung. Ziel ist es gemäß [14], analog zum Ausbauzustand der restlichen Oststrecke und unter Berücksichtigung einer später möglichen Vertiefung des NOK auf 12 m das Passieren von Schiffen mit einer Begegnungszahl von 8 ohne Einschränkungen zu ermöglichen.

Im Hinblick auf die Bauwerks- und Fahrriengeometrie bildet der Bereich der 1. Levensauer Hochbrücke das navigatorische Nadelöhr des Nord-Ostsee-Kanals.

Die nautisch sehr anspruchsvolle Passage im Planungsausschnitt soll durch eine Neutrassierung entschärft werden. Die Ausbaumaßnahmen sehen eine weiche Trassenführung vor. Durch eine einheitliche Verwendung von Kurvenradien mit $R = 2000$ m östlich und westlich des Brückenbereiches, der Anordnung einer langen Zwischengerade im Brückenbereich sowie der Anpassung der Kanalsohle auf mindestens 75 m Breite soll die nautische Situation für die Schifffahrt gegenüber dem Ist-Zustand deutlich verbessert werden, insbesondere im Begegnungsfall.

1.3 Grundlagen

Grundlagen für die Planung des Kanalausbaus sind folgende:

- [1] Baugrundgutachten, WSA Kiel-Holtenau / BAW
- [2] Baugrundaufschlüsse, Landesamt für Naturschutz und Umwelt
- [3] Vermessungsdaten Laserscandaten (Rasterabstand 1,00 m), Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein
- [4] Auszüge Einleitungs- und Lampen-Kataster Kreis Rendsburg-Eckernförde
- [5] Anpassung der Oststrecke des Nord-Ostsee-Kanals – Untersuchung von neuen Verbringungsstellen in der Kieler Bucht und von Nassbaggeregut aus dem Nord-Ostsee-Kanal Kkm 80 – 92, Bundesanstalt für Gewässerkunde, August 2009
- [6] Scoping-Unterlage für Projekte: P1 – Kanalausbau im Brückenbereich; P2 – Kanalausbau Kurve Schwartenbek; P3 –

Ersatzneubau der alten Levensauer Hochbrücke

- [7] Ausbau der Oststrecke des Nord-Ostsee-Kanals – Erläuterungsbericht zum Verbringungskonzept, PHW, März 2009
- [8] Untersuchung von oberflächennahen Bodenschichten im Nord-Ostsee-Kanal im Bereich der Levensauer Hochbrücken vom Februar 2009, PHW
- [9] NOK-Ufersicherung im Bereich der Levensauer Hochbrücke, Geotechnische Stellungnahme der BAW zur Vorbemessung der Uferwände vom 20.05.2010,
- [10] Schadstoffbewertung zur Levensauer Hochbrücke vom Dezember 2010, AGUA GmbH
- [11] Entnahme und Untersuchung von Proben an der Levensauer Hochbrücke vom August 2011, Institut Dr. Nowak
- [12] Stellungnahme zur Entnahme und Untersuchung von Proben an der Levensauer Hochbrücke vom Dezember 2011, BfG
- [13] Vordimensionierung Ufersicherung Hochbrücke Levensau, Schönfeldt Beratende Ingenieure GmbH, Preetz (Ingenieurteam Trebes GmbH & Co. KG) vom 14.06.2010
- [14] Trassierungsuntersuchung im Bereich der Levensauer Hochbrücken und der Kurve Schwartenbek, WSA Kiel-Holtenau, Ergebnisbericht vom 02.02.2010 (Az.: 231.2-AbO/6300
- [15] Verbringungskonzept, Ingenieurgemeinschaft HPI C&E, Stand 03/2013
- [16] Ermittlung des Binnenzuflusses als Grundlage für einen Hochwasseralarmplan Nord-Ostsee-Kanal, Golder Associates GmbH Hamburg, Nov. 2008, (http://www.portalnok.de/Projekte/Schleuse_Brunsbuettel/Planunterlagen/10Materialband/16.pdf)
- [17] Simulations-Studie Ausbau des Nord-Ostsee-Kanals – Abschlussbericht, Dipl. Naut. Captain Hermann von Morgenstern, Bremen, 26.08.2011
- [18] Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe, Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg, Freie und Hansestadt Hamburg, Wirtschaftsbehörde, Strom- und Hafenbau, Antragsunterlagen zur Fahrrinnenanpassung 1999/2000, UVU, Textband, (http://www.portal-tideelbe.de/Projekte/FRA1999/Antragsunterlagen/UVU/Textband/05_00_00.html#HYDROMECHANIK)
- [19] Überprüfung - Ersatzneubau Hochbrücke Levensau – auf Kriegsalllasten, Schreiben des Amtes für Katastrophenschutz, Kampfmittelräumdienst vom 12.08.2009
- [20] Planfeststellungsverfahren für den Ausbau der Oststrecke des Nord-Ostsee-Kanals, Kanalkilometer 79,9 bis 92,1, Erläuterungsbericht, Grontmij BGS Ingenieurgesellschaft mbH, 02.12.2009
- [21] Erosionsverhalten von Böschungen am Nord-Ostsee-Kanal, Untersuchungen im hydraulischen Modell zur Ermittlung schiffserzeugter Belastungen, Kurzbericht der BAW 1998, K. Uliczka

- [22] Erosionsverhalten von Böschungen am Nord-Ostsee-Kanal, Bewertung und Empfehlungen anhand von Messungen im hydraulischen Modell und in der Natur, Kurzbericht der BAW 1999, K. Uliczka, D. Alberts
- [23] Ersatzneubau Levensauer Hochbrücke, Hydrogeologisches Gutachten, Knabe Enders Dührkop Ingenieure GmbH Hamburg, 10.07.2013
- [24] Ausbau des Nord-Ostsee-Kanals, Trassierung im Bereich der Levensauer Hochbrücken, Kanalkilometer 91,3 bis 94,0, Erläuterungsbericht und Hauptmassenermittlung, Merkel Ingenieur Consult, 18.01.2010

1.4 Rechtlicher Rahmen und Verfahren

Der Ausbau der Bundeswasserstraße als Verkehrsweg ist gemäß § 12 Abs. 1 WaStrG Hoheitsaufgabe des Bundes. Im Zuge des Kanalausbaus von Kkm 93,2 bis 94,2 ist auch der Ersatzneubau der alten Levensauer Hochbrücke – Hb Lev 1 an gleicher Stelle vorgesehen.

Der Träger des Vorhabens (TdV) ist die Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, vertreten durch das Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau.

Bei dem geplanten Ausbau des NOK zwischen Kkm 93,2 und 94,2 und dem damit im Zusammenhang stehenden Ersatzneubau der alten Levensauer Hochbrücke handelt es sich aus wasserwegerechtlicher Sicht um den Ausbau einer Bundeswasserstraße, für die gemäß §§ 14 ff. Bundeswasserstraßengesetz (WaStrG) in Verbindung mit §§ 72 ff. Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) ein Planfeststellungsverfahren durchgeführt werden muss. Mit der Planfeststellung werden die mit dem Vorhaben ggf. berührten öffentlichen und privaten Belange einschließlich der Prüfung der Umweltverträglichkeit in der Abwägung berücksichtigt und sämtliche etwa nach anderen Gesetzen benötigte Genehmigungen ersetzt. Planfeststellungsbehörde ist die Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt - Außenstelle Nord (GDWS Ast. Nord) in Kiel.

Die vorliegende Planung ist Vorstufe für die Erarbeitung eines Teils der zur Planfeststellung einzureichenden Unterlagen.

Der Planfeststellungsumfang wird durch die Vorzugslösung als Ergebnis der Alternativendiskussion bestimmt.

2 Beschreibung des Ist-Zustandes

2.1 Angaben zum Kanalabschnitt Kkm 93,2 – 94,2

Der Nord-Ostsee-Kanal ist von Brunsbüttel nach Kiel aufsteigend kilometriert. Bei der Beschreibung der örtlichen Verhältnisse im Kanal orientiert sich die Bezeichnung als linkes oder rechtes Ufer bzw. linke oder rechte Kanalseite an der aufsteigenden Kanalkilometrierung. Im Vorhabensgebiet befindet sich das linke Ufer auf der nördlichen Kanalseite.

Das Vorhabensgebiet befindet sich im Norden von Kiel, der Landeshauptstadt von Schleswig-Holstein. Im Kanalabschnitt des NOK von Kkm 93,2 bis 94,2 führen die beiden Levensauer Hochbrücken über den Kanal. Die alte Levensauer Hochbrücke Hb Lev 1 quert den Kanal bei Kkm 93,477, die neue Levensauer Hochbrücke Hb Lev 2 überspannt den Kanal bei ca. Kkm 93,581.

Westlich der alten Levensauer Hochbrücke Hb Lev 1 endet bei ca. Kkm 93,281 der mit einer leichten Rechtskurve (Radius 1800 m) ausgeführte Übergangsbereich von der Weiche Schwartenbek auf den Kanalabschnitt unter den Levensauer Hochbrücken.

Der Kanal wird unter den Levensauer Hochbrücken in gerader Linie geführt. Östlich der vorhandenen neuen Levensauer Hochbrücke Hb Lev 2 schließt sich bei Kkm 93,6 als Rechtskurve die Projensdorfer Kurve mit einem Radius von 2000 m an. Der Kanal weitet sich dort allmählich zum rechten Ufer hin auf, die Bunkeranlage am rechten Ufer befindet sich außerhalb des Planungsgebietes.

Der Kanal besitzt im Planungsgebiet durchgehend ein trapezförmiges Profil mit einer Tiefe von rund 11 m, die Sollsohlbreite beträgt im Bestand 44 m. Bis 6 m über Grund weisen die Unterwasserböschungen eine Neigung von 1:3 auf. Die weiter aufgehenden Uferböschungen besitzen eine mittlere Neigung von 1:2,25 bis 1:2,5. In der Wasserwechselzone sind die Uferböschungen mit einem Deckwerk aus unverklammerter Steinschüttung gesichert.

Damit beträgt die Wasserspiegelbreite zwischen den Ufern bei einem Normalwasserstand von NHN - 0,20 m und einer Wassertiefe von 11,0 m mindestens 102,5 m, was dem Ausbauzustand von 1914 entspricht. Dieses gilt auch für den Bereich der alten Levensauer Hochbrücke. Dort ist das Kanalprofil in Höhe der Wasserlinie des Bezugswasserstandes beidseitig durch Uferstützmauern gesichert.

Zu beiden Seiten des Kanals verlaufen befestigte Betriebswege, die zusammen mit dem Kanal tief in das vorhandene Gelände einschneiden. Die landseitigen Böschungen wurden mit Neigungen von 1:1,5 bis ca. 1:2 hergestellt. Die Betriebswege liegen auf mindestens NHN + 1,3 m und damit 1,5 m über dem maßgebenden Bezugswasserstand des Kanals von NHN - 0,20 m.

Etwa bei Kkm 93,1 befindet sich am linken Kanalufer der Betriebshafen Levensau mit Anleger.

Im Hinblick auf die Bauwerks- und Fahrrinnengeometrie bildet der Bereich der 1. („alten“) Levensauer Hochbrücke das navigatorische Nadelöhr des Nord-Ostsee-Kanals.

2.2 Wesentliche Bauwerke und bauliche Anlagen

Im auszubauenden Abschnitt überspannen die 1. („alte“) Levensauer Hochbrücke und die neue Levensauer Hochbrücke den Kanal.

Über die 1. („alte“) Levensauer Hochbrücke (Hb Lev 1, Kkm rd. 93,5) verlaufen die Eisenbahnstrecke Kiel – Eckernförde (Strecke 1020) der DB AG und die Kreisstraße K27 („Eckernförder Straße“) mit Geh- und Radweg. Die K27 wird im Landkreis Rendsburg-Eckernförde als K24 weitergeführt.

Die 1. Levensauer Hochbrücke wurde 1893/1894 als Straßen- und Eisenbahnbrücke über dem damals an dieser Stelle noch nicht vollendeten Kanal errichtet, um die Bahnstrecke Kiel–Flensburg und die Chaussee Kiel–Eckernförde über den Kanal zu führen. Die Brücke ist als Bogenbrücke (Zweigelenkbogen) errichtet und quert den Kanal senkrecht zur Kanalachse. Sie besitzt eine Spannweite

von ca. 163 m, die lichte Höhe über dem Kanal beträgt in der Mitte der Brücke ungefähr 42 m.

Als Folge des zunehmenden Straßenverkehrs wurde 1954 die Brücke umgebaut und Fahrbahn und Bahngleis voneinander getrennt. Beim Umbau wurden auch die ursprünglich auf den Brückenwiderlagern vorhandenen vier Türme und zwei Torportale entfernt. Von der ursprünglichen Brücke sind der Eisenfachwerkbogen und die markant als Ziegelmauerwerk ausgeführten Brückenwiderlager erhalten geblieben. In den Brückenwiderlagern überwintern jedes Jahr Tausende Fledermäuse.

Unter der alten Levensauer Brücke ist der Kanal zu beiden Seiten auf ca. 50 m Länge mit einer Stützwand aus Beton eingefasst, über welche die ufernahen Betriebswege verlaufen. Die Ufermauer wurde als Schwergewichtsmauer in einer trockenen Baugrube hergestellt und verklinkert. Die während des Baus dafür eingesetzten Spundbohlen (einschließlich der Querschotte) wurden vor Ort belassen.

Die Uferstützmauern wurden nachträglich mit Stahlbetonfertigteilen (Winkelelemente) erhöht. Die ufernahen Betriebswege verlaufen darüber. An die Stützwände mit den Betriebswegen schließen sich unter der alten Levensauer Hochbrücke die landseitigen Böschungen an. Diese sind relativ steil geneigt (1:1,35 bis 1:1,25) und wurden mit polygonalem Bruchsteinpflaster befestigt. Die Pflasterfugen sind bituminös vergossen. Eine Hälfte des Böschungspflasters am nördlichen Widerlager wurde zur Verringerung des Unterhaltungsaufwandes mit Bitumenbahnen abgedeckt. Die Böschungssicherungen sind mit einem Entwässerungssystem versehen.

Die Betriebswege am NOK sind als Spurplattenwege angelegt. In Kurven mit Radien ≤ 100 m und entlang der Uferstützmauer unter der alten Levensauer Hochbrücke wurden die Betonfahrstreifen mit einer durchgängigen Fahrbahnplatte versehen.

Den Uferstützmauern vorgelagert befinden sich im Kanal unter der alten Levensauer Hochbrücke Reste von Tiefgründungen früherer Sicherungsbauwerke. Bei diesen Bauwerken handelte es sich um

zwei im 2. Weltkrieg zur Brückensicherung errichtete Notfundamente mit jeweils zwei Dalben als Anfahrtschutz.

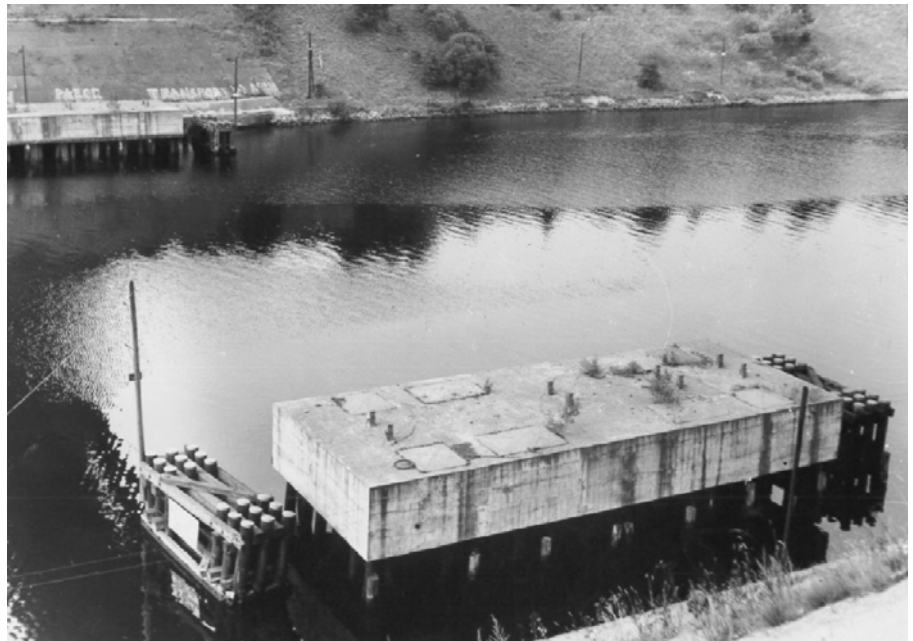
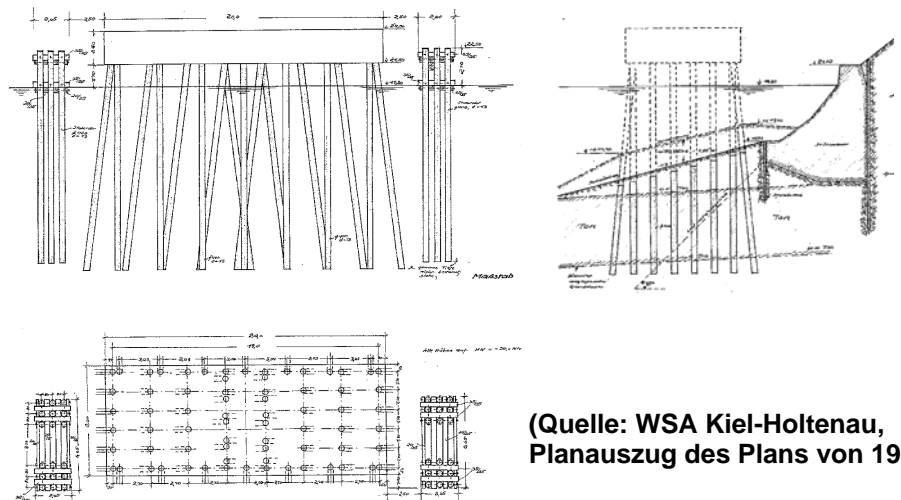


Abb. 1: Bestandsfoto Notfundamente (Quelle: WSA Kiel-Holtenau)

Die auf Pfahlrosten gegründeten Notfundamente und die Dalben wurden 1955 rückgebaut.



(Quelle: WSA Kiel-Holtenau, Planauszug des Plans von 1953)

Abb. 2: Grundriss, Ansicht und Querschnitt zur Beseitigung der Notfundamente

Die Pfähle und die Dalben wurden 50 cm unterhalb der Sollböschung der Kanalsohle abgetrennt. Die Reste der Tiefgründungen wurden mit Sanden und Steinschüttungen abgedeckt. Lage und Tiefe der Notfundamentreste behindern die Schifffahrt derzeit nicht, sie würden jedoch beim Kanalausbau

freigelegt werden und sind deshalb vor Herstellung des Ausbauprofils separat und komplett zu entfernen.

Ca. 100 m östlich der alten Levensauer Hochbrücke befindet sich die 2. („neue“) Hochbrücke Levensau (Hb Lev 2), mit der die Bundesstraße 76 („Olof-Palme-Damm“) über den Kanal geführt wird. Die Brücke wurde 1984 für den Kraftfahrzeugverkehr in Betrieb genommen und löste die alte Levensauer Hochbrücke als Teil der B 76 ab. Die Brücke besitzt je Fahrtrichtung zwei Fahrstreifen und einen Standstreifen, die Geschwindigkeit ist auf 100 km/h begrenzt. Fußgänger und Radfahrer können die Brücke nicht nutzen.

Die neue Levensauer Hochbrücke wurde als Balkenbrücke ausgeführt, die Länge der Brücke beträgt insgesamt rd. 365 m. Die Brückenachse verläuft in einem Winkel von rund 86° schräg zur Kanalachse.

Die Brücke wurde mit zwei Brückenpfeilern links und rechts des Kanals errichtet. Das nördliche Pfeilerfundament der neuen Levensauer Hochbrücke steht einem durchgehenden trapezförmigen Ausbau des Kanals im Weg. Unter Einrechnung des erforderlichen Sicherheitsabstandes für die Schifffahrt bildet der Nordpfeiler einen Zwangspunkt für die Trasse des auszubauenden Kanals.

Westlich der alten Levensauer Hochbrücke befindet sich am Nordufer des Kanals ca. bei Kkm 93,1 der Bauhafen Levensau mit Anlegestelle. Er liegt im Übergangsbereich auf die Weiche Schwarthenbek und außerhalb der vom Ausbau betroffenen Kanalstrecke. Die steil geneigten Uferböschungen des Bauhafens sind mit einem Deckwerk aus gesetzten Natursteinen befestigt. Der Bauhafen Levensau ist mit Festmachern ausgerüstet und derzeit nur für Schiffseinheiten bis ca. 50 m Länge nutzbar.

Um den späteren Ausbau für die Kurve Schwarthenbek mit einem linksgerichteten Kurvenradius $R = 2000$ m ungehindert vornehmen zu können, wird der Ausbau des Kanals am Nordufer bis an den Bauhafen Levensau vorgenommen und das befestigte Ufer in diesem Übergangsbereich entsprechend angepasst.

Der Kanalausbau endet somit unmittelbar östlich des Bauhafens. Das Ausbauprofil geht in das vorhandene Kanalprofil über.

Ab Bauhafen bis zur alten Levensauer Hochbrücke (ungefähr von Kkm 93,13 bis Kkm 93,38) ist zwischen dem Kanalufer und dem Geländeeinschnitt eine ebene Freifläche vorhanden. Diese unmittelbar an das Kanalufer anschließende Fläche wird derzeit als Ablagerungsfläche genutzt. Am Ufer sind für die Schifffahrt Festmacheeinrichtungen angeordnet. Entlang der Fläche verläuft der Betriebsweg nicht unmittelbar am nördlichen Kanalufer sondern rückverlegt am Fuß der Einschnittböschung.

Auf weitere Bauwerke und bauliche Anlagen wie Poller, Kanalbefeu-erungsanlagen, Beschilderungen, Treppen u. ä. wird an dieser Stelle nicht eingegangen.

2.3 Verkehrsbeziehungen

Die Verkehrsbeziehungen regeln sich über den Schifffahrtsverkehr auf dem Nord–Ostsee–Kanal. Über die gesamte Bauzeit muss die Leichtigkeit und Sicherheit der Schifffahrt und des Kanalbetriebes gewährleistet sein.

- Wasserstraße

Die höchste zulässige Geschwindigkeit der Verkehrsgruppen 1 bis 5 beträgt auf dem Kanal 15 km/h (sog. Kanalgeschwindigkeit) - bzw. 12 km/h für die Schiffe der Verkehrsgruppe 6 und Fahrzeuge über 8,5 m Tiefgang allgemein (siehe <http://www.wsa-kiel.wsv.de/Schiffahrt/Verkehrsmanagement/Verkehrsregelung/index.html>).

Während des Kanalausbaus und beim Rückbau der Notfundamentreste sowie bei Maßnahmen zum Ersatzneubau der alten Levensauer Hochbrücke kann es in den aktiven Bauabschnitten zu Einschränkungen der Fahrrinnenbreite und zu Bauverkehr durch Transportschuten kommen. Hieraus resultieren

temporäre Einschränkungen im Begegnungsverkehr und evtl. moderat erhöhte Wartezeiten in den angrenzenden Weichen.

- Straßen- und Bahnverkehr

Die Levensauer Hochbrücken verbinden beide Ufer des Kanals und sind wesentliche Anlagen für die Aufrechterhaltung infrastruktureller Beziehungen.

Durch den im Zuge des Ersatzneubaus erforderlichen Rückbau der bestehenden „alten“ Levensauer Hochbrücke (Hb Lev 1) ist längerfristig der regionale Zugverkehr auf der Strecke 1020 sowie der Straßenverkehr über die K27/K24 „Eckernförder Straße“ unterbrochen.

Vorgesehen ist, den Straßenverkehr der Kreisstraße K27 zeitlich begrenzt ersatzweise auf die neue Levensauer Hochbrücke (Hb Lev 2) umzuleiten. Fahrzeuge, die zulassungsbedingt die B76 nicht befahren dürfen (Kfz mit einer zugelassenen Höchstgeschwindigkeit < 60 km/h), können die Holtenuer Hochbrücke oder die Fähre Landwehr bei Kkm 86,775 ganztägig zur Querung des NOK benutzen. Für Rad- und Fußgängerverkehre ist vorgesehen, Busersatzlinien anzubieten, da die Nutzung der Brücke Hb Lev 2 für Fußgänger und Radfahrer nicht möglich ist.

Ortsnahe Fährverbindungen als alternative Verbindung zwischen den Kanalufeln (z.B. Anleger Margarethenthal auf der Suchsdorfer Seite) bestehen seit Jahrzehnten nicht mehr.

Der Verkehr auf der neuen Levensauer Hochbrücke wird durch die Baumaßnahmen für den Ausbau des Nord–Ostsee–Kanals im Bereich der Levensauer Hochbrücken und durch den Ersatzneubau der „alten“ Levensauer Hochbrücke nicht direkt beeinträchtigt.

Erforderlich ist die Herstellung einer Anprallsicherung für den nördlichen Brückenpfeiler der Hb Lev 2. Diese soll im Wesentlichen als überschnittene Bohrpfeilerwand ohne Rückverankerung ausgeführt werden. Vorgesehen ist, die dafür notwendigen Arbeiten

vorab oder im Zuge der Herstellung der technischen Ufersicherung am Nordufer auszuführen. Es ist nicht damit zu rechnen, dass für die Herstellung der Anprallsicherung Verkehrseinschränkungen für die neue Levensauer Hochbrücke erforderlich werden.

Die Planungsleistungen für die Anprallsicherung des Nordpfeilers der Hb Lev 2 erfolgen durch Dritte und sind nicht Gegenstand dieser Voruntersuchung. Abstimmungsbedarf für die weitere Planung ergibt sich in den Übergangsbereichen von der Ufersicherung zur Anprallsicherung des Brückenpfeilers.

- WSV-eigene Wege:

Die Uferbetriebswege sind über befestigte Wirtschaftswege mit dem Hinterland verbunden. Verschließbare Schrankenanlagen verhindern die unbefugte Benutzung der Betriebswege.

Der Verkehr auf den seitlichen Betriebswegen des Kanals wird durch den Baustellenverkehr beeinträchtigt. Davon betroffen ist auch die touristische Nutzung der Betriebswege als Radwanderweg.

2.4 Leitungsbestand

Im Bereich der Ausbaustrecke befinden sich links und rechtsseitig des Kanals mehrere Leitungstrassen. Hinzu kommen Leitungen, die über die alte Levensauer Hochbrücke (Hb Lev 1)geführt werden. Nachfolgend werden nur die den Kanal flankierenden Leitungstrassen betrachtet.

Vorhandene Leitungen im Baufeld:

- Nordost: LWL-Kabel 650 m (WSV)
- Nordwest: Fernmeldekabel 450 m (WSV)
Energie- und Steuerungskabel 600m (WSV)
Fremdleitung 200 m
Anschlussleitung zu Einleitstellen
- Süd: Fernmeldekabel 500 m (WSV)

- Süd: Energie- und Steuerungskabel 500 m (WSV)
- Süd: LWL-Kabel 450 m (WSV)
- Süd: LWL-Kabel 150 m
- Anschlussleitungen von Entwässerungen zu Einleitstellen

Außerdem sind in den Brücken Leitungstrassen untergebracht. Vor dem Brückenabbruch der Hb Lev 1 müssen die dort vorhandenen Leitungen temporär bzw. dauerhaft umverlegt werden. Für das Los Kanalausbau sind diese Leitungsumverlegungen dann relevant, wenn sie in das Baufeld des Streckenausbaus reichen.

Bei ca. Kkm 93,950 unterquert ein WSV-eigener Leitungsdüker für FM-Kabel den Kanal. Die Schutzrohre sind ca. 5 m tief in das Kanalbett eingespült. Durch den vorgesehenen Kanalausbau würde die Schutzrohrtrasse am linken Ufer freigelegt werden. Im Vorfeld des Kanalausbaus ist der Düker außer Betrieb zu nehmen. Vorgesehen ist, diese Leitungen umzuverlegen und bauzeitlich über die Hb Lev 2 zu führen. Ferner ist geplant, nach Fertigstellung des Ersatzneubaus der Hb Lev 1 die Leitungen über die Hb Lev 1 zu führen.

2.5 Eigentumsgrenzen/Eigentumskataster

Unmittelbar durch das Vorhaben (Brückenneubau und Kanalausbau) betroffen sind Flächen, die in folgenden Gemarkungen/Fluren liegen:

- Gemarkung Suchsdorf, Gemeinde Kiel, Landeshauptstadt, Flur 1,
- Gemarkung Projensdorf, Gemeinde Kiel, Landeshauptstadt, Flur 1,
- Gemarkung Knoop, Gemeinde Altenholz, Flur 5.

Weitere Angaben sind den entsprechenden Lageplänen in Anlage 1 zu entnehmen.

Mittelbar durch Baustelleneinrichtungen und technologische Transporte, u.a. durch den Transport, die Zwischen- und die

Endlagerung von Baggergut und Bodenabtrag, können außerdem Flächen auf folgenden Gemarkungen temporär oder dauerhaft betroffen sein:

- Gemarkung Altwittenbek, Gemeinde Neuwittenbek, Flur 3,
- Gemarkung Rathmannsdorf, Gemeinde Neuwittenbek, Flur 3,
- Gemarkung Rathmannsdorf, Gemeinde Felm, Flure 3 und 2,
- Gemarkung Suchsdorf, Gemeinde Kiel, Landeshauptstadt, Flure 2 und 6,
- Gemarkung Projensdorf, Gemeinde Kiel, Landeshauptstadt, Flur 2.

Die baulich benötigten Flächen für den Streckenausbau befinden sich weitestgehend im Eigentum der WSV.

Darüber hinaus sind vom Vorhaben auch Flächen im Eigentum der DB Netz AG, landeseigene und kommunale Flächen sowie private Flächen betroffen, u.a. durch die Verbringung und Deponierung von Baggergut und Bodenabtrag. Am südlichen Brückenwiderlager sind WSV-eigene Flächen verpachtet, diese müssen für die Umsetzung des Vorhabens teilweise dauerhaft in Anspruch genommen werden (Geländeanpassung, Wegebau).

2.6 Baugrundverhältnisse

Zur Beurteilung der Baugrundverhältnisse lagen mehrere Gutachten des WSA Kiel-Holtenau und die Baugrundaufschlüsse des Landesamtes für Natur und Umwelt (siehe Quellenverzeichnis in Kapitel 1.3, u.a. [1], [2], [8], [9], [23]) vor. Diese bilden die Grundlage zur Beurteilung des Baugrundes und sind sowohl in die Standsicherheitsberechnungen für die technischen Ufersicherungen und die Böschungen (siehe Anlage 2) als auch in das Verbringungskonzept [15] eingegangen.

Der Baugrund im Bereich der Oststrecke ist geprägt durch pleistozäne Ablagerungen, hierbei dominieren Geschiebemergel mit Sandanteilen. Im Weiteren finden sich Schmelzwassersande,

Beckensedimente (überwiegend Beckenschluff/-ton), holozäne Ablagerungen wie Schluff, Torf und Mudde sowie Auffüllungen mit Aushubmaterial früherer Kanalausbauten.

Im Untersuchungsgebiet werden folgende Bodenarten angetroffen (siehe u.a. [11]):

- Auffüllungen sowohl aus Sanden und Kiesen geringer bis mittlerer Festigkeit als auch aus bindigen Böden (Geschiebemergel, Beckenschluff) weicher bis steifer Konsistenz mit unterschiedlichen Anteilen an Kies, Sand, Schluff und Ton. Bereichsweise können oberflächennah auch anthropogene Beimengungen wie z.B. Schlacke und Bauschuttreste angetroffen werden.
- Obere Geschiebemergel-Sand-Beckenschluff-Wechselagerung mit überwiegend bindigen Böden steifer Konsistenz bzw. eingelagerte Sandschichten großer Festigkeit.
- Sande mit variierenden Korngrößenanteilen mittlerer bis sehr großer Festigkeit mit eingelagerten Kiesbändern.
- Untere Geschiebemergel-Sand-Beckenschluff-Wechselagerung mit überwiegend bindigen Böden halbfester bis fester Konsistenz bzw. eingelagerte Sandschichten großer Festigkeit.

Im gesamten Baugrund, insbesondere im Geschiebemergel und in den Schmelzwassersanden, ist mit Steinen und Blöcken zu rechnen, die einzeln, lagenweise oder in Nestern auftreten können.

Im Brückenbereich ist es in den 50er Jahren zu Rutschungen gekommen, weshalb eine Böschungssicherung mit Setzsteinen und Entwässerung ausgeführt wurde, siehe auch Kapitel 2.2 .

2.7 Hydrologische und hydrogeologische Verhältnisse

Der Bereich der Levensauer Hochbrücke liegt an der Wasserscheide zwischen Nordsee und Ostsee. Der Bach Levensau entwässerte vor dem Kanalbau in die Ostsee. Sein Flussbett war durch die

periglaziale Zertalung bei Übergang zwischen Hochglazial und Holozän entstanden [23].

- Kanalwasserstände

Das WSA Brunsbüttel ist verantwortlich für die Einhaltung der Wasserstände im NOK (siehe [16]). Der festgesetzte Betriebswasserstand hat eine bezogene Wasserspiegelhöhe von $NHN = \pm 0,00$ m, der Pegelnullpunkt (PNP) ist auf $PN = + 5,00$ m festgelegt. Der Kanal ist so zu entwässern, dass ein durchgehender Wasserstand von $PN + 4,90$ m ($NHN - 0,10$ m) eingehalten wird. Unvermeidliche Wasserspiegelschwankungen auf der Strecke sollen

- $PN + 4,80$ m ($NHN - 0,20$ m) nicht unterschreiten und
- $PN + 5,10$ m ($NHN + 0,10$ m) nicht überschreiten.

Ein Wasserstand $PN + 5,40$ m tritt zumeist in Verbindung mit einer Sturmflut in der Nordsee auf. Ab einem Mittelwert aller 5 Pegelmessstellen im Kanal von $PN + 5,60$ m ist keine Schifffahrt im Kanal zulässig. Aus Gründen der Verkehrssicherheit ist bei $PN - 4,60$ m ($NHN - 0,40$ m) das Einlaufen in die Schleusen sowie das Auslaufen untersagt.

Für die Planung ist der Normalwasserstand von $NHN - 0,20$ m maßgebend.

- Grundwasserverhältnisse

Zur Untersuchung der hydrologischen und hydrogeologischen Verhältnisse wurde ein gesondertes Hydrogeologisches Gutachten [23] erstellt. Das Gutachten beinhaltet auch Angaben zum Bemessungswasserstand und zum möglichen Dränagewasseranfall hinter den technischen Ufersicherungen. Nachfolgend werden die Ergebnisse des Gutachtens bezüglich der Grundwasserverhältnisse beschrieben.

Die Auffüllungen (Rampen und Erddämme der nördlichen und südlichen Brückenzufahrten) stellen im Wesentlichen den Grundwasserleiter GWL I dar. Für die Auffüllungen kann der NOK als Vorfluter betrachtet werden.

Der GWL II besteht aus anstehenden Beckensedimenten und gestauchten Sanden. Auch für diesen Horizont bildet der Kanal den Vorfluter. In Bereichen ist der Geschiebemergel (Grundwasserhemmer; GWH A) zwischen GWL I und GWL II ausgeräumt, dort bilden die Auffüllungen und der GWL II einen gemeinsamen Grundwasserleiter.

Der GWL III wird durch den mittleren Geschiebemergel (GWH B) und den unteren Geschiebemergel (GWH C) vom hangenden GWL II und vom Kanalwasserstand getrennt. Die laterale Ausdehnung der Mergel umfasst entsprechend der Aufschlüsse den gesamten Untersuchungsbereich. Der GWL III nimmt aufgrund der zwischenliegenden Grundwasserhemmer auch nicht unmittelbar am hydrogeologischen Geschehen im Bereich der Kalktuffquellen teil. Basal wird der GWL III durch den Glimmerton begrenzt.

Die tiefliegenden Grundwasserleiter (Braunkohlesande) sind stratigraphisch dem Miozän (Tertiär) zuzuordnen. Ihr Einzugsgebiet umfasst den gesamten westlichen Kieler Raum. Die geplante technische Ufersicherung stellt ein Linienbauwerk dar, bei dem die Fußbereiche in den unteren Geschiebemergel einbinden können. Aufgrund der Länge des Bauwerkes und der Höhenlagen ist eine messbare Beeinflussung der tiefliegenden Grundwasserstockwerke nicht zu erwarten.

Die Wasserstände in den GWL I und GWL II werden durch die Niederschläge gesteuert. Die Wasserstände für den GWL II liegen oberhalb des Kanalwasserspiegels. Der Grundwasserspiegel fällt trichterförmig zum Kanal hin ab. Maßgebend für die Beurteilung der Grundwasserverhältnisse ist der Normalwasserstand im Kanal von NHN - 0,20 m.

Stellenweise sind Quellaustritte in den landseitigen Kanalböschungen zu beobachten, die sowohl aus Niederschlägen als auch aus dem zweiten Grundwasserleiter ihr Wasser beziehen und zur Bildung von Kalktuffen und Anmooren führten. Die Quellaustritte liegen zwischen NHN + 1,50 m und NHN + 2,50 m. Zwei Quellaustritte befinden sich am Südufer westlich der Hochbrücken,

zwei weitere am Nordufer östlich der Hochbrücken. Nur der am Südufer gegenüber dem Betriebshafen Levensau festgestellte Quellaustritt wird vom Vorhaben nicht betroffen. Die Standsicherheit der Böschungen ist im Bereich der Quellaustritte gefährdet.

Da die vorgesehenen technischen Ufersicherungen beiderseits des Kanals voraussichtlich in den geringdurchlässigen Geschiebemergel (GWH B oder C) einbinden, ist eine entlastend wirkende Unterströmung der Ufersicherungen in Richtung Kanalsole nicht mehr gegeben. Deshalb sind die technischen Ufersicherungen und Stützwände mit entsprechenden Dränagesystemen und Zwangsentwässerungen auszurüsten, die Niederschlags- und Grundwasser schadlos in den Kanal einleiten.

Die für den geplanten Kanalausbau erforderlichen technischen Ufersicherungen werden aufgrund der Einbindetiefen keine wesentliche Veränderung des Grundwasserhaushaltes verursachen, sondern nur eine Veränderung in den lokalen hydraulischen Verhältnissen. Eine Beeinflussung der Oberflächengewässer durch den Kanalausbau wird gemäß [23] nicht erwartet.

Für die überschlägigen Standsicherheitsberechnungen (Anlage 2) stand das Gutachten [23] nicht zur Verfügung. Die in den Berechnungen verwendeten Grundwasserdaten basieren zum einen auf der Geotechnische Stellungnahme der BAW zur Vorbemessung der Uferwände vom 10.05.2010 (siehe [9]), auf den Angaben der Baugrundaufschlüsse der verschiedenen Baugrundgutachten sowie auf den Angaben von GW-Messstellen und zum anderen auf der Sicherheitsannahme einer versagenden Dränage. Das Gutachten [23] hat die Berechnungsannahmen bestätigt.

Der maßgebende Bemessungswasserstand für die technischen Ufersicherungen und Stützwände in den überschlägigen Standsicherheitsberechnungen wurde auf OK Bauwerk gelegt. Die Festlegungen in [23] entsprechen diesem sinngemäß. Abweichungen der verwendeten Höhen beruhen auf einem unterschiedlichen Planungsstand.

2.8 Schadstoffe

Im Vorfeld der Planungen für das komplexe Bauvorhaben wurde ein Baugrundaufschlussprogramm zur Erkundung der land- und wasserseitigen Boden- und Wasserverhältnisse durchgeführt.

Dabei wurden auch die entsprechenden Untersuchungen auf mögliche Schadstoffe durchgeführt. Im Zuge des Aufschlussprogramms wurden den Baugrundaufschlüssen und Schürfen Bodenproben entnommen und der chemischen Analyse zugeführt. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen wurden dokumentiert und hinsichtlich der geplanten Verbringungswege bewertet. Nachfolgend werden die wesentlichen Aussagen zusammengefasst. Alle notwendigen Angaben können detailliert den Planungsgrundlagen [8], [10], [11] und [12] sowie zusammengestellt dem Verbringungskonzept [15] entnommen werden.

- Nassbaggergut (Angaben u.a. aus [11], [15])

Der Bereich der Kkm 93,2-93,7 zeigt nur einzelne Schadstoffe (TBT, bzw. KW und PAK), die in den Fall 2 fallen. Die übrigen Parameter halten die Richtwerte R1 nach GÜBAK ein.

Im Bereich der Kkm 93,8-94,2 treten DDX-Gehalte auf, die zu einer Einstufung in den Fall 3 führen, wobei die Probe 94,1S/94,2S aus stark sandigem Material besteht, jedoch außerhalb des vorgesehenen Bereichs der Nassbaggerarbeiten für den Kanalausbau liegt. Die ökotoxikologische Belastung des Baggergutes ist unbedenklich.

Alle Sedimentproben zeigen natürlich bedingte erhöhte Chloridgehalte (und Leitfähigkeiten), die zu einer LAGA-Einstufung >Z2 führen. Als Schadstoffe treten nur in der Probe km 93,4-93,5 zwei einzelne Metallgehalte auf, die in die Klasse Z0* einzustufen sind, alle anderen Parameter halten die Einstufung Z0 ein. Nach DepV wird DK 0 erreicht.

Eine landseitige Verwertung des Materials ist damit unter Beachtung der Vorgaben des BBodSchG grundsätzlich möglich.

- Trockenaushub, Untersuchung der terrestrischen Proben nach DepV und LAGA (Angaben u.a. aus [11], [15])

Mit Blick auf die geringen Schadstoffkonzentrationen wäre eine Verbringung des Trockenabtrags auf landwirtschaftlich genutzte Flächen mit Ausnahme von einzelnen Bodenchargen möglich. Beim Einbau sind die Vorsorgewerte der BBodSchV einzuhalten.

Bodenchargen, die aufgrund ihrer Schadstoffgehalte nicht gemäß den aufgezeigten Verbringungswegen verbracht werden können, werden während der Baumaßnahme vertikal und horizontal weiter eingegrenzt und separiert. Diese Bodenchargen werden je nach Einstufung in eine Einbauklasse gemäß der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) entsprechend verwertet bzw. entsorgt.

Schadstoffbelastetes Material kann z.B. auf der Deponie Schönwohld (Entfernung ca. 10 km) bzw. auf der Deponie Großenaspe (Entfernung ca. 50 km) entsorgt werden.

Bei den belasteten Bodenchargen handelt es sich zum einen um die Dichtungs- und Fugenvergussmassen im Bereich des Brückenbauwerkes. Diese haben einen sehr hohen PAK-Gehalt und müssen als gefährlicher Abfall entsorgt werden. Die oberflächennahen Böden in diesem Bereich (Betriebswege) weisen höhere Arsen- bzw. Bleigehalte auf und sind aufgrund der hohen PAK-Gehalte der Einbauklasse Z2 gemäß LAGA zuzuordnen.

Im Bereich Kkm 93,8 – 94,2 liegt zum anderen eine hohe DDX-Belastung vor. Diese führt zu einer Einstufung in den Fall 3 nach GÜBAG. Hier ist ebenfalls eine Entsorgung erforderlich.

2.9 Erklärungen Kampfmittelräumdienst

Das Amt für Katastrophenschutz des Landes Schleswig-Holstein hat in seinem Schreiben vom 12.08.2009 [18] dargelegt, wo sich nach visueller Überprüfung der alliierten Luftbilder Gebiete mit starken Einwirkungen durch Abwurfmunition (Bomben) befinden. Hinweise auf Blindgänger waren nicht erkennbar.

Eine Kampfmittelfreiheit kann jedoch technisch bedingt nicht garantiert werden. Für die durchzuführenden Arbeiten bestehen laut Aussage des Kampfmittelräumdienstes jedoch keine Bedenken. Bei Überschneidung der Vorhabensflächen mit den im Schreiben skizzierten Verdachtsflächen empfiehlt der Kampfmittelräumdienst gesonderte Sondierungen insbesondere im Vorfeld von Erdarbeiten.

Im Bereich der Ausbaustrecke grenzt lediglich der östliche Planungsabschnitt mit dem rechten Ufer an eine Abwurfzone. Baumaßnahmen für den Kanalausbau werden jedoch überwiegend nördlich der Kanalachse durchgeführt. Allerdings können im Zusammenhang mit der Sicherung oder dem Ersatz des Leitungsdükers bei Kkm 93,95 Arbeiten in der Nähe einer Verdachtsfläche erforderlich sein.

Nach derzeitigem Planungsstand liegen Baustraßen und potentielle Verbringungsflächen innerhalb der skizzierten Abwurfzone nördlich der Levensauer Hochbrücken; die Verbringungsfläche B76 I östlich der B76 liegt randlich dazu. Alle anderen ausgewiesenen Abwurfzonen liegen in größerer Entfernung zum Vorhabensgebiet.

Werden Bodeneingriffe in den Abwurfzonen vorgenommen, erfolgt durch den Kampfmittelräumdienst eine Voruntersuchung oder eine Begleitung der Arbeiten.

2.10 Umwelt

Die umweltrechtlichen Betrachtungen werden in gesonderten Unterlagen bearbeitet.

Für die Voruntersuchung zum Kanalausbau hat das WSA eigene Vor- bzw. Arbeitsberichte zur Verfügung gestellt. In diesen wird auf der Grundlage der Beschreibung und Bewertung des Bestandes eine erste Zusammenfassung und Bewertung der Konfliktschwerpunkte aus Sicht der Schutzgüter gemäß UVPG vorgenommen.

Diese Ergebnisse werden bei der technischen Planung berücksichtigt.

Die Ergebnisse aus der Untersuchung der Schadstoffbelastungen im Umfeld des Vorhabensgebietes wurden bei der Erstellung des Verbringungskonzeptes berücksichtigt.

Bei den Voruntersuchungen zum Kanalausbau wurden von vornherein umweltfachliche Gesichtspunkte berücksichtigt:

- Minimierung dauerhaft bzw. bauzeitlich betroffener Flächen,
- Verringerung der landseitigen Abtragsflächen,
- Vermeidung unnötiger Eingriffe in den Vegetationsbestand, Beachtung von Tabuzonen,
- Planung langlebiger, wartungsarmer Bauwerke (Dauerhaftigkeit),
- Verwendung langlebiger, dauerhafter Baustoffe (Nachhaltigkeit) und Vermeidung bzw. Minimierung des Einsatzes wassergefährdender Bau- und Bauhilfsstoffe,
- Vermeidung unnötiger Beeinflussung von GW-Verhältnissen,
- Minderung des Anteils emissions- und immissionsintensiver Bau- und Transporttechnologien (Lärm, Schwingungen, Staub, Abgase usw.),
- Optimierung von Transportwegen, -mengen und -technologien, Verlagerung von Transporten und Baustelleneinrichtungen auf das Wasser,
- Reduzieren von Flächenversiegelungen.

3 Beschreibung der Variantenuntersuchung

3.1 Allgemein

Variantenuntersuchungen wurden für die Ausbildung und Höhe der Ufersicherungen unter den Hochbrücken, für technisch-technologische Möglichkeiten zum Rückbau der unter Wasser liegenden Notfundamentreste sowie der vorhandenen Stützmauern und für alternative Ausbauprofile östlich der Levensauer Hochbrücken durchgeführt.

Nicht Gegenstand der Variantenuntersuchung sind unterschiedliche mögliche Ausbaustufen beim Kanalausbau, Trassierungsvarianten für den Kanalausbau, Varianten zur Verkürzung von Ufersicherungswänden und Varianten zur Befestigung von Unterwasserböschungen.

Zur Minimierung des Eingriffs in das bestehende Gelände wurde die Neigung der herzustellenden landseitigen Böschungen entsprechend der Baugrundverhältnisse optimiert. Die Berechnungen und entsprechenden Nachweise sind innerhalb der Anlage 2 den Geotechnischen Berichten zu entnehmen.

Angepasst an die einzelnen Varianten des Kanalausbaus unter der neu zu errichtenden Brücke wurden verschiedene Ausführungen der Geländeangleichung im nahen Umfeld der Brücken geplant, u.a. mit verschiedenen Böschungsneigungen und Stützwänden zum Abfangen des anstehenden Geländes.

Bei den Geländeangleichungen wurden unter Berücksichtigung statischer, funktioneller und gestalterischer Belange verschiedene Wegeanbindungen untersucht. Diese konzeptionellen Untersuchungen stellen keine eigenständigen Varianten dar.

Plananpassungen, die im Zuge der Veränderung der Bezugshöhe für die Betriebswege von NHN + 1,30 m auf NHN + 1,50 m erfolgten,

werden im Rahmen der Variantenuntersuchungen nicht als eigenständige Varianten geführt.

Folgende Varianten wurden untersucht:

Für die Ausführung der technischen Ufersicherung im Bereich der KRT-Profile unter den Levensauer Hochbrücken wurden folgende Grundvarianten untersucht:

- rückverankerte Spundwände (SPW) einschließlich kombinierter Wände,
- rückverankerte, überschnittene Bohrfahlwände (BPW).

Diese beiden Varianten wurden gemäß statischem Erfordernis ausgebildet und berücksichtigen Lasteintragungen des neben der Ufersicherung geführten Betriebsweges. Zusätzliche Lasteintragungen infolge der neu zu bauenden Levensauer Hochbrücke auf die Ufersicherung waren nicht vorgegeben worden.

Während der Planung sind in den unterschiedlichen Konzepten die statischen und konstruktiven Anforderungen an die landseitigen Böschungen eingegangen. Konzepte mit verschiedenen Lösungsansätzen für Geländeangleichungen und Geländeabfangungen und höher gelegten Betriebswegen am Ufer wurden betrachtet, um Aufwendungen für Böschungssicherungen und Eingriffe zu minimieren.

Letztlich waren das statische Erfordernis aus der Brückenplanung und die dort gewählten Abmessungen und Gestaltungsgrundsätze bestimmende Randbedingungen, um die an den Brückenabschnitt anschließenden Ufersicherungen entsprechend der topografischen Verhältnisse zu gestalten und die Varianten gemäß statischem Erfordernis auszubilden.

Nicht in den Variantenvergleich wurden die adäquat zur Brückenplanung ausgeführten Planungen (siehe statische Vorbe-messung) mit höher gelegten Betriebswegen im Brückenbereich

aufgenommen. Sie sind in Grundzügen dem mit der Brückenplanung abgestimmten Endzustand ähnlich.

Für die folgenden Punkte wurden keine Variantenuntersuchungen durchgeführt:

1. Unterschiedliche Ausbaustufen beim Kanalausbau,
2. Die Änderung der vorgegebenen neuen Kanalachse bzw. einzelner Trassierungselemente zur Verringerung/Vermeidung der Geländeabgrabungen östlich der Levensauer Hochbrücken,
3. Verkürzung der Bereiche, in denen Ufersicherungswände errichtet werden,
4. Befestigung von Unterwasserböschungen.

Die Einschränkungen der Variantenuntersuchungen werden wie folgt begründet:

Zu 1.: Diese Untersuchungen sind abgeschlossen gewesen und waren für den Ausbau der Oststrecke insgesamt durchgeführt worden. Erläuterungen der verschiedenen Ausbaustufen können u.a. dem Erläuterungsbericht zum Ausbau der Oststrecke des NOK, Kkm 79,9 bis 92,1 [20] entnommen werden. Die Ausbaustufe 3 fordert eine Mindestsohlbreite von 70 m, bei der 4. Ausbaustufe würde der Kanal durch Sohlabgrabung von 11 m Wassertiefe auf 12 m vertieft werden.

Die Ausbaustufe 3 war mit einer Breite von 75 m als Amtsentwurf vorgegeben und durch nautische Untersuchungen begründet. Varianten auf der Basis der 4. Ausbaustufe wurden als nicht relevant eingestuft, weil überschlägliche Standsicherheitsberechnungen zeigten, dass eine mögliche Kanaltiefe von 12 m keine wesentlichen Auswirkungen auf die Ufersicherungswände hat. Bei allen Varianten wurde eine Ausbautiefe von 12 m berücksichtigt.

Zu 2.: Die Trasse für den Kanalausbau war mit der vom Amt 2010 durchgeführten Trassierungsuntersuchung (siehe [14]) vorgegeben

und damit gesetzt. Die dort herausgearbeitete Vorzugsvariante war optimiert und in [17] nautisch grundlegend bewertet worden.

Bei der neuen Kanalachse liegt der Tangentenpunkt für den östlichen Kurvenradius (Projensdorfer Kurve) bei ca. Kkm 93,605 und damit wie bisher östlich der neuen Levensauer Hochbrücke. Die Passage beider Levensauer Hochbrücken erfolgt damit weiterhin auf gerader Linie. Eine Vergrößerung des östlichen Kurvenradius für die Projensdorfer Kurve würde mit Beibehaltung der Trassenführung entlang der Bunkeranlage den Tangentenpunkt mindestens unter den Brückenbereich schieben. Es ist nicht gewollt, dass die Durchfahrt unter den Brücken im Kurvenradius liegt und die Länge der Übergangsgeraden verkürzt wird.

Zu 3.: Schon im Amtsentwurf wurde in der Anfahrt auf die Levensauer Hochbrücken ab ca. Kkm 93,170 (einschließlich Verzugsstrecke) am rechten Ufer eine senkrechte Ufersicherung für notwendig erachtet. Dieses ergibt sich aus der gewählten Trasse und der vorhandenen Geländegeometrie. Da für die Sicherheit und Leichtigkeit der Schifffahrt ein weitgehend symmetrischer Kanalausbau angestrebt wurde, ist am linken Ufer die Uferwand im Bereich des Löschplatzes Levensau entsprechend verlängert worden.

Zu 4.: Im Planungsgebiet zwischen Kkm 93,2 und 94,2 gibt es keine Hinweise darauf, dass die unbefestigten Unterwasserböschungen und die Kanalsole durch erhöhten Sohlangriff instabil geworden sind. Das zeigten die zur Verfügung gestellten Kanalprofile und Peilungen.

Sofern sich beim Kanalausbau aus den nautischen Manöversimulationen, insbesondere im Begegnungsverkehr, unzulässig hohe Belastungen für die Stabilität des ungesicherten Kanalprofils ergeben, sind entsprechende Sicherungsmaßnahmen im Kanalbett vorzusehen. Das bedeutet jedoch keine grundlegend neue Ausbauvariante. Kostensteigerungen infolge Massenmehrungen und zusätzlicher Sohlbefestigungen wären sowieso zu leisten und sind somit variantenunabhängig.

Die Varianten zum Verbringungskonzept werden in einer eigenen Unterlage beschrieben, analysiert und bewertet.

3.2 Grundlagen

Folgende wesentliche Planungsrandbedingungen waren vorgegeben:

- Maßgebender Kanalwasserstand NHN - 0,20 m,
- Kanalwassertiefe 11,0 m unter Wsp. bzw. auf NHN - 11,2 m,
- Ausbaubreite an der Sohle 75,0 m, keine Unterschreitung der Mindestsohlenbreite von 70 m
- Lichte Breite zwischen der Ufersicherungswänden unter der Brücke 117,0 m,
- Kanalböschung unter Wasser 1:3,
- Geländeböschung landseitig des Betriebsweges ca. 1:2,
- Uferwege / Betriebswege 5,00 m breit,
- Möglichkeiten für senkrechten Uferverbau oberhalb von NHN - 4,20 m,
- Eingriffsvermeidung Suchsdorf.

Im Zuge der Planungen wurden u.a. folgende weitere Aspekte in Abstimmung mit dem Vorhabensträger berücksichtigt:

- Eingriffsminimierung im Bereich des vorgesehenen Böschungsabtrages,
- Kostenreduzierung,
- Ausbildung neuer Böschungen nach erdstatischen Erfordernissen und bautechnischen Möglichkeiten,
- Höherlegung der neuen Ufer- bzw. Betriebswege von NHN + 1,30 m auf NHN + 1,50 m, Vereinheitlichung zu anderen Kanalausbaustrecken,
- Erhalt bestehender Wege, Wegebeziehungen und Weganbindungen,
- Unterhaltungsaufwand von Böschungflächen unter der neu zu errichtenden Brücke,
- Verkehrsflächen und Fahrradien für Inspektionsfahrzeuge,
- Verkehrssicherungseinrichtungen, Absturzsicherungen,
- Trassierung und Gestaltung der Radwege in Anlehnung an ERA, Ausgabe 2010; maximale Längsneigung 6 % gewählt,

- Gestaltung von Geländeabfangungen.

3.2.1 Geplanter Kanalquerschnitt

Der Kanal wird im Planungsgebiet auf eine Mindestsohlenbreite von 75 m erweitert. Kurvenübergänge und Weicheneinfahrten können hiervon abweichen, ohne jedoch die Mindestsohlenbreite von 70 m zu unterschreiten.

Eine Anpassung der Wassertiefe wird zunächst nicht vorgenommen, so dass die Kanalsohle weiterhin planmäßig bei NHN - 11,20 m liegt und sich die Sollwassertiefe von 11 m bei einem Bezugswasserstand von NHN - 0,20 m nicht ändert. Eine Vertiefung des gesamten Kanals wird in einem eigenen Verfahren verfolgt und evtl. später realisiert.

Wie im Bestand soll auch der auszubauende Kanalquerschnitt als Trapezprofil ausgebildet werden. Die Unterwasserböschung und die Uferböschung (NHN - 11,20 m bis NHN + 1,50 m) werden auf der Ausbauseite durchgängig mit einer Neigung von 1:3 ausgebildet (siehe Abb. 3), während im Bestand oberhalb von NHN - 5,20 m die Böschungsneigung mit 1:2,25 etwas steiler war.

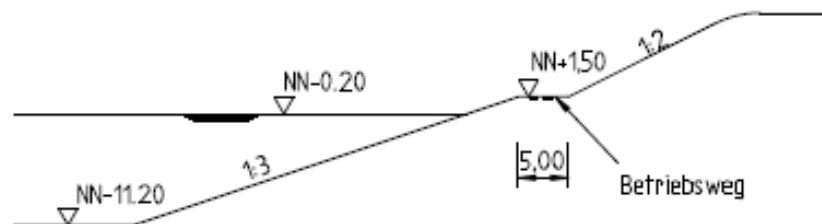


Abb. 3: Regeldetail für den Ausbau der NOK-Oststrecke

Die Böschungen werden in der Wasserwechselzone (NHN + 1,30 m bis NHN - 2,20 m) mit einem Deckwerk aus geschütteten Wasserbausteinen gesichert. Die reguläre Wasserspiegelbreite auf Höhe des Bezugswasserstandes von NHN - 0,20 m beträgt beim T-Profil 141 m.

Unter den Levensauer Hochbrücken wird der Kanal mit einem KRT-Profil ausgebaut. Die Sohlbreite des Kanals wird wie beim T-Profil

mit 75 m hergestellt. Die Unterwasserböschungen werden bis in eine Tiefe von NHN - 4,20 m mit einer Neigung von 1:3 ausgebildet und gehen dann in die senkrechten Ufersicherungen über.

Die lichte Kanalbreite zwischen den Ufersicherungen beträgt 117,00 m. Ausrüstungen und Sicherheitseinrichtungen der Uferwände dürfen nicht in den lichten Querschnitt des Kanals reichen.

In den Eingriffsbereichen werden entlang des Kanals Betriebswege angelegt. Diese befinden sich jeweils auf einer 5 m breiten Berme in Höhe von NHN + 1,50 m und bestehen aus zwei Betonfahrstreifen, die in Kurvenbereichen mit Radien ≤ 100 m zu einer durchgängigen Fahrbahnplatte ergänzt werden.

Die Einbindung des Kanalquerschnitts oberhalb des Betriebsweges in das vorhandene Geländeprofil erfolgt in der Regel mit Böschungsneigungen von 1:1,6 bis 1:2. Die Böschungsneigungen variieren in Abhängigkeit von den örtlichen Baugrundverhältnissen.

An der Böschungsschulter wird der Übergang von der Böschung zum vorhandenen Gelände ausgerundet. Hierzu wird eine beim Bau von Böschungen übliche quadratische Parabel mit einer Tangentenlänge von 3 m verwendet.

3.2.2 Geplante Kanaltrassierung

Die nachfolgende Beschreibung des geplanten Trassenverlaufs innerhalb des Planungsabschnitts basiert auf den Ergebnissen der Trassierungsuntersuchung (siehe [14], [24]). Die neue Kanalachse wurde vom AG digital übergeben und war Grundlage der weiteren Voruntersuchungen zum Kanalausbau. Eine Veränderung der Trassierung im Zuge der Voruntersuchung zum Kanalausbau war nicht vorgesehen.

Der westliche Anschluss des Planungsabschnitts an die Kurve Schwartenbek erfolgt mit einem geraden Kanalabschnitt, der über die Planungsgrenze hinaus reicht. Die gerade Strecke endet im

Planungsabschnitt bei ca. Kkm 93,605 östlich der Levensauer Hochbrücken und geht dann mit einem Radius von 2000 m als langgezogene Rechtskurve in die Projensdorfer Kurve über. Das Ende des Planungsabschnitts befindet sich bei ca. Kkm 94,2 und liegt noch innerhalb des Kurvenzuges.

Die neue Kanalachse weicht im Bereich der Levensauer Hochbrücken geringfügig von der alten Kanalachse ab.

Die Abweichungen der neuen Kanalachse zur alten sind nur gering, sie nehmen in Richtung der Kurve Schwartenbek zu. Damit ist es möglich, dort zu einem späteren Zeitpunkt den Anschluss an einen weiteren Ausbauabschnitt herzustellen und den Kanalausbau in der Kurve Schwartenbek gemäß der geplanten Kanaltrasse fortzuführen.

3.2.3 Technischer Uferverbau

Im Bereich der Levensauer Hochbrücken soll auf der Länge der Zwischengeraden zwischen den Kurven Schwartenbek und Projensdorf der Kanalausbau mit einem KRT-Profil (siehe [14] und Kapitel 3.2.1) erfolgen, wobei im Übergangsbereich das Nord- und Südufer symmetrisch angeordnet werden. Die Wassertiefe an der vertikalen Abfangung / technischen Ufersicherung beträgt 4,0 m.

Die Variantenuntersuchungen zur technischen Ufersicherung basieren auf der Geotechnischen Stellungnahme der BAW zur Vorbemessung der Uferwände vom 20.05.2010 [9] sowie auf den Ergebnissen der Vordimensionierung der Ufersicherung in [13].

Folgende Möglichkeiten für einen technischen Uferverbau im Bereich der Levensauer Hochbrücken wurden betrachtet:

- als Ufersicherung:
 - rückverankerte Spundwände (einschl. Kombiwände),
 - überschnittene Bohrpfahlwände mit Rückverankerung,
- zur Geländeabfangung:
 - Einsatz von Stützmauern aus Ortbeton,

- Einsatz von Winkelstützmauern,
- Baugrubenverbau (verlorene Schalung, Berliner Verbau u.ä.).

Bei den technischen Ufersicherungen wurden nur dichte Uferwände betrachtet. Bei diesen Systemen wird konstruktiv vermieden, dass hinterfülltes Material bei Wandundichtigkeiten ausgetragen wird. Deshalb wurden tangierende und aufgelöste Bohrpfahlwände nicht weiter betrachtet. Die dichten Uferwände werden mit einer kontrollierten Entwässerung / Dränage versehen. Im Rahmen der Variantenuntersuchung wurde auch die Konstruktionshöhe der technischen Ufersicherung den örtlichen Erfordernissen angepasst.

Verbaue und Geländeabfangungen wurden in erster Linie für die Böschungen im Übergangsbereich auf die Brückenwiderlager der Hb Lev 1 und für die Böschungen auf der Südseite im Bereich Suchsdorf (westlich der Levensauer Hochbrücken) untersucht. Die jeweilige Ausführung war als separates Bauwerk oder in Kombination mit der technischen Ufersicherung möglich.

Gemäß der standsicherheitstechnischen Berechnungen (siehe Anlage 2) war es erforderlich, die Böschungen auf der Südseite des Kanals im Bereich Suchsdorf auf mindestens 1:1,6 abzuflachen. Außerdem musste entsprechend der gelten Planungsrandbedingungen vermieden werden, dass der bestehende Weg „Am Kanal“ oder Grundstücke Dritter für die Böschungsabflachung in Anspruch genommen werden.

Im Rahmen der Variantenuntersuchungen zur technischen Ufersicherung und zur Geländeabfangung waren Abstimmungen mit der Brückenplanung zum Ersatzneubau der Hb Lev 1 notwendig.

U.a. wurde festgelegt, dass die gemäß statischem Erfordernis gewählten Abmessungen und Gestaltungsgrundsätze der Brückenplanung für den Übergang auf die weitere technische Ufersicherung maßgebend sind und dass die Gestaltung der Stützwände zur Geländeabfangung in Anlehnung an das baugestalterische Konzept des Brückenbaus erfolgt (siehe auch Kapitel 3.2.4).

3.2.4 Brückenbau

Die Planungen zum Kanalausbau und zum Verbringungskonzept wurden mit den Planungen zum Ersatzneubau der Hb Lev 1 abgestimmt. Im Laufe der Planungsphase ist vereinbart worden, dass die technische Ufersicherung unter der neu zu errichtenden Brücke zu beiden Seiten des Kanals auf einer Länge von etwa 91,1 m durch die Vorzugslösung aus der Brückenplanung vorgegeben wird. Die Länge dieses Abschnitts ergab sich aus den notwendigen statisch-konstruktiven Anforderungen für die Lastabtragungen der neuen Brücke. Dem entsprechend wurden die Planungsgrenzen zwischen Kanalausbau und Brückenplanung festgelegt.

Die baugestalterischen Grundsätze der Brückenplanung gelten auch für die Ausbildung der angrenzenden Ufer- und Stützwände.

Deshalb wurden die Übergänge der Ufersicherungen für den Kanalausbau und die Geländeabfangungen sowohl nach statischen und technisch-technologischen als auch nach gestalterischen Gesichtspunkten entwickelt und untersucht.

Für die detaillierte Gestaltung der Geländeübergänge und der Trassierung der Betriebswege wurde gleichfalls eine Abstimmung mit der Brückenplanung durchgeführt. Die Brückenplanung sieht vor, dass die Böschungen unter der neuen Brücke vollständig neu hergestellt und begrünt werden. Im nahen Umfeld sind weitere Geländeanpassungen, insbesondere beim Wegebau, erforderlich.

Im Zuge der weiteren Planungen für den Brückenneubau ist es möglich, dass sich Gründe für eine Änderung der technischen Ufersicherung ergeben.

3.2.5 Planungsgrenzen

Die Planungsgrenzen (93,2-94,2) für den Ausbau des NOK waren zum einen durch die Aufgabenstellung vorgegeben. Einschließlich eines Übergangsbereiches auf die angrenzenden Kanalstrecken sollen Arbeiten zum Kanalausbau am linken Ufer zwischen den Kkm

93,120 und 94,250 durchgeführt werden, am rechten Ufer soll der Ausbau zwischen den Kkm 93,155 und 93,840 erfolgen.

Im Planungsabschnitt Kkm 93,2-94,2 wurden für Bereiche von Planungen Dritter Planungsgrenzen festgelegt.

Die Abgrenzung zwischen den Planungen zum Kanalausbau und für den Ersatzneubau der Hb Lev 1 (Brückenplanung) erfolgt mit Bezug auf die alte und neue Brückenachse der Hb Lev 1 bei Kkm 93,477. Gemäß Abstimmung umfasst der Bereich der Brückenplanung einen Geländestreifen von jeweils 45,55 m Breite beidseitig der neuen Brückenachse bis zur Wasserlinie im Kanal (technische Ufersicherung eingeschlossen).

Der Planungsbereich für die Anprallsicherung Nordpfeiler der Hb Lev 2 befindet sich zwischen Kkm 93,558 und 93,595 zwischen dem Nordpfeiler und dem Kanal. Der Planungsbereich schließt landseitig der neuen Uferlinie einen Streifen von 5 m zur Herstellung der Bohrpfahlwand ein, wasserseitig der neuen Uferlinie sind 27 m vorgesehen für die Sicherung der Unterwasserböschung einschließlich einer Fußvorlage.

3.3 Variantenuntersuchung zum Kanalausbau NOK

Nach dem Amtsentwurf (Grundvariante) soll der Kanalausbau mit einem trapezförmigen Regelprofil entlang der vorgegebenen neuen Kanalachse mit Böschungen von 1:1,8 (über Wasser) und 1:3 (unter Wasser) aufgeweitet werden. In der Variantenuntersuchung sollten Alternativen im technischen Verbau untersucht werden. Es wurden sowohl Spundwand- (SPW) wie auch Bohrpfahlwandlösungen (BPW) mit und ohne Rückverankerung, wie nachfolgend dargestellt, untersucht:

- Var. 1a: SPW rückverankert (Amtsentwurf),
- Var. 1b: BPW rückverankert,
- Var. 1c: BPW und Stützmauern (rückverankert).

- Alternative 1c – überschnittene Bohrpfahlwand ohne Rückverankerung.

Verlauf und Regelausbildung der Alternativen sind in Anlage 1 in den Plänen Zeichn.-Nr. 103 und 350 dargestellt.

Für die Alternativen wurden folgende geometrische Randbedingungen gesetzt:

- Die Wasserspiegelbreite von 141 m in Höhe des Bezugswasserspiegels NHN - 0,20 m wird nicht eingeschränkt, d.h. eine senkrechte Ufersicherung erfolgt entlang der Wasserlinie. Die Breite soll durch keine Einbauten eingeengt werden. Dementsprechend ist die Ufersicherungswand zu positionieren.
- Der Ausbau des nördlichen Kanalufers östlich der Brücken wird so ausgeführt, dass der Betriebsweg in erforderlicher Breite von 5,0 m ohne Böschungseingriff möglich ist. Dazu ist die Ufersicherungswand gemäß der Alternativen 1a bis 1c bis auf die erforderliche Höhe anzuheben (maximal bis ca. NHN + 4,50 m).
- Bis auf den Bau des erhöht geführten Betriebsweges erfolgt in diesem Bereich kein weiterer Eingriff in die vorhandenen Böschungen. Die Fahrrampe bei Kkm 93,8 bleibt erhalten, Leitungsverlegungen auf der Böschungsschulter sind nicht notwendig. Beachtet werden muss der bestehende Leitungsdücker bei Kkm 93,950.

Die maximale Höhe der erforderlichen Ufersicherungswand wurde für die statische Berechnung und Bemessung herangezogen. Für den Bau des Betriebsweges ist die Ufersicherungswand zu hinterfüllen.

Für die Bewertung der Alternativen werden diese dem vorgesehenen Regelausbau des Amtsentwurfs gegenübergestellt. Dieser stellt die Grundvariante dar. Der Bauablauf der auf reinem Erdbau (Trocken- und Nassabtrag) beruhenden Grundvariante ist im Verbringungskonzept beschrieben.

Nachfolgend werden die Alternativen 1a bis 1c der Ufersicherungen/-abfangungen dargestellt und erläutert.

3.3.1.1 Alternative 1a

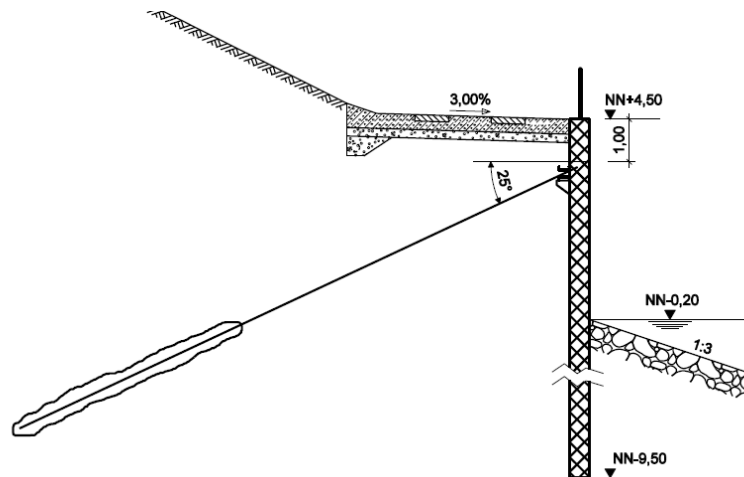


Abb. 6: Alternative 1a - SPW rückverankert

Die Alternative 1a – Spundwand rückverankert für die Ausbildung der Ufersicherung besitzt folgende technische Parameter:

- Spundwandprofil: AZ 26 S355 GP
- Widerstandsmoment: 2600 cm³/m
- Ankerneigung: 25 °
- Ankerlänge: 14,80 m
- Einbindetiefe: 9,3 m
- Verpresskörperlänge: 6,00 m
- Ankerabstand: 2,10 m

Folgender Bauablauf ist vorgesehen:

- Herstellen eines Rammplanums und Freiräumen der Rammtrasse,
- Einbringen der Spundwände,
- Abgraben des kanalseitigen Bodens bis auf Ankerniveau,
- Einbringen der Verpressanker und Durchführen der Ankerzugversuche,
- Durchführen der Erdarbeiten,
- Einbringen der Böschungssicherung,
- Rückbau Rammplanum (Ursprungszustand herstellen),
- Durchführen reduzierter Straßen- u. Wegebaumaßnahmen.

Durch diese Art des technischen Verbaus verlängert sich die Bauzeit um 6 Monate.

Wenn für die Rammarbeiten sowieso vorzubohren ist, könnten auch gleich Bohrfahlwände hergestellt werden.

3.3.1.2 Alternative 1b

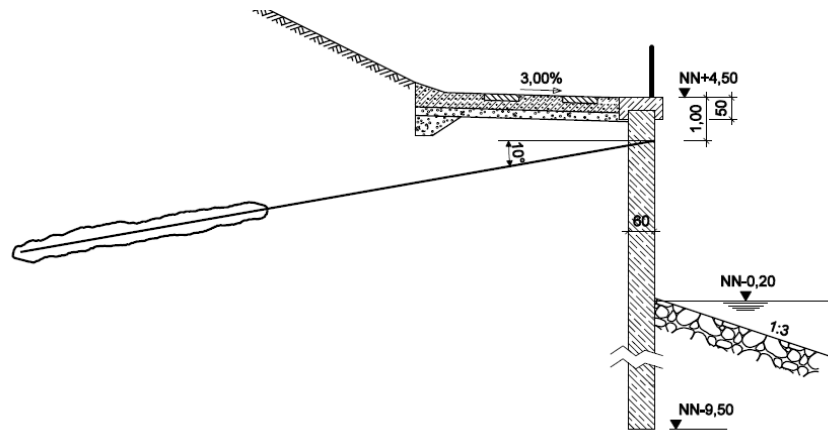


Abb. 7: Alternative 1b – Bohrfahl rückverankert

Die Alternative 1b – Bohrfahl rückverankert weist folgende technischen Parameter auf:

- Bohrfahldurchmesser: 60 cm
- Betonklasse: C30/37
- Bewehrungsgehalt: 90 kg/m³ (Sekundärpfahl)
- Einbindetiefe: 11,80 m
- Ankerneigung: 10 °
- Ankerlänge: 18,10 m
- Einbindetiefe: 9,3 m
- Verpresskörperlänge: 9,0 m
- Ankerabstand: 4,0 m

Folgender Bauablauf ist vorgesehen:

- Herstellen eines Bohrplanums einschl. Bohrschablonen,
- Einbringen der Primärpfähle,
- Einbringen der Sekundärpfähle einschl. Bewehrung,
- Abgraben des kanalseitigen Bodens bis auf Ankerneiveau,
- Einbringen der Verpressanker und Durchführen der Ankerzugversuche,
- Durchführen der Erdarbeiten,
- Einbringen der Böschungssicherung,

- Rückbau Rammplanum (Ursprungszustand herstellen),
Durchführen reduzierter Straßen- u. Wegebaumaßnahmen.

Durch diese Art des technischen Verbaus verlängert sich die Bauzeit bei Einsatz von 2 bis zeitweise 3 Bohrkolonnen um mindestens 8 Monate.

3.3.1.3 Alternative 1c

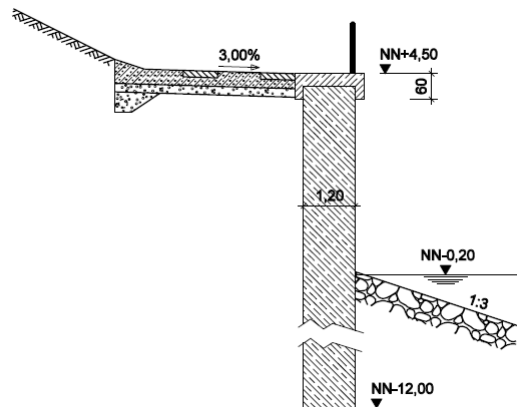


Abb. 8: Alternative 1c - Bohrpfahlwand ohne Rückverankerung

Die technischen Angaben der Alternative 1c – überschnittene Bohrpfahlwand ohne Rückverankerung lauten:

- Bohrpfahldurchmesser: 1,20 m
- Betonklasse: C30/37
- Bewehrungsgehalt: 100 kg/m³ (Sekundärpfahl)
- Einbindetiefe: 11,80 m

Aus den Angaben ist ersichtlich, dass beim Verzicht auf Rückverankerungen deutlich stärkere Bohrpfähle erforderlich werden. Beim Herstellen der Wand ist eine geringere Anzahl an Taktschritten erforderlich, das bewirkt trotz geringeren Bohrfortschritts eine Verkürzung der Bauzeit. Außerdem entfällt die Rückverankerung, die erst nach dem Aushärten der Pfähle durchgeführt werden kann. Mit dem Einsatz größerer Bohrgeräte sind Mehrleistungen und Mehraufwendungen u.a. für das Arbeitsplanum verbunden, die das Einsparpotenzial gegenüber der rückverankerten Bohrpfahlwand senken. Außerdem erfordern die stärkeren Bohrpfähle einen deutlich höheren Materialeinsatz.

Der Bauablauf entspricht weitgehend dem der Alternative 1b. In der Variante 1c entfallen das Einbringen der Anker und der Teilschritt Erdbau für die Bereitstellung eines Planums zum Ankereinbau. Dadurch reduziert sich die Bauzeit um ca. 2 Monate auf insgesamt 6 Monate.

3.3.2 Varianten Rückbau der Notfundamentreste und der Schwergewichtsmauern

Im zweiten Weltkrieg wurden zur Sicherung der alten Levensauer Hochbrücke zwei Notfundamente errichtet.

Es wurden beidseitig den Ufersicherungswänden vorgelagert tiefgegründete Notfundamente (L / B = 8,0 / 20,0 m) mit Anfahrthalben errichtet. Die Notfundamente und die Anfahrthalben sind nach dem Krieg wieder entfernt worden. Jedoch sind bei der Entfernung Reste der Gründungspfähle (ca. 140 Stück) erhalten geblieben.

Zum Rückbau der Reste von Gründungen rückgebauter Notfundamente in der Kanalsohle bzw. im Böschungsbereich des Kanals und der bestehenden Ufersicherungswände wurden mehrere Varianten untersucht.

- Rückbau-Var. 1: Rückbau in trockener Baugrube,
- Rückbau-Var. 2: Rückbau unter Wasser mit Sicherungswand,
- Rückbau-Var. 3: Rückbau unter Wasser ohne Sicherungswand.

3.3.2.1 Rückbau-Var. 1: Rückbau in trockener Baugrube

Die Variante 1 geht von einem kontrollierten offenen Rückbau in einer trockenen Baugrube aus. Dazu wird ein Spundwandkasten mit wasserdichtem Uferanschluss hergestellt. Der Kopfbereich der umschließenden Spundwand wird mit drei Lagen einer umlaufenden Gurtung und den statisch erforderlichen drei Steifenlagen aus Profilstahl ausgesteift. Zur Absicherung gegen hydraulischen Grundbruch beim Ziehen der Pfähle muss der Baugrund mit einer tiefliegenden Bodenvergelung abgedichtet werden. Anschließend

muss die Baugrube gelenzt werden und ggf. das anstehende Grundwasser abgesenkt werden.

Die Konstruktion ist nicht auf Schiffsanprall bemessen und muss entsprechend durch Dalben o.ä., wie in Anlage 1 in den Plänen 301 und 310 dargestellt sind, geschützt werden.

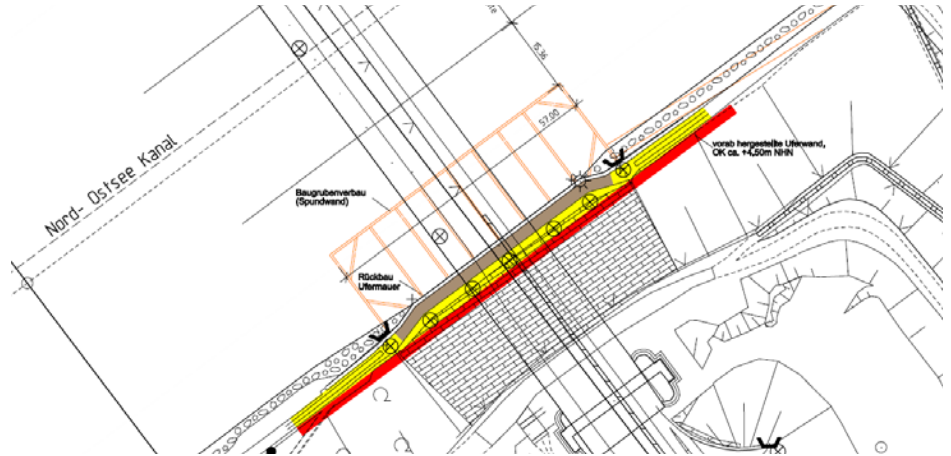


Abb. 9: Rückbau Notfundamentreste in trockener Baugrube (Grundriss)

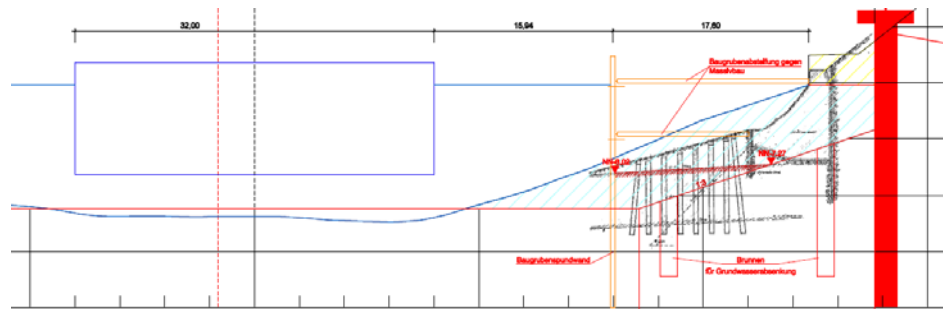


Abb. 10: Rückbau Notfundamentreste in trockener Baugrube (Querschnitt)

Nach ersten überschläglichen Berechnungen ist mit folgender Dimensionierung zu rechnen.

- Spundwandprofil: AZ18 (S355)
- Spundbohlenlänge / Einbindetiefe 19 m / 10 m
- Steifenlage oben: HEB 500 (S355)
- Steifenlage unten: Rohr 800x20
- Gurtung oben: 2 HEB 300
- Gurtung unten: 2 HEB 500

Aufgrund der sich aus der Vorbemessung ergebenden Konstruktion ist Folgendes zu berücksichtigen:

- Für die Andienung der Baustelle ist eine aufwendige Zuwegung in die Baugrube erforderlich, z.B. Kraneinhub, geschüttete Rampe oder Brücke.
- Es besteht ein erhöhtes Risiko für einen hydraulischen Grundbruch nach dem Ziehen der Pfähle. Dem kann nur durch das Einbringen einer tiefliegenden Bodenvergelung begegnet werden.

Der Bauablauf ist wie folgt vorgesehen:

- Spundwand und Dalben rammen (vom Ponton aus),
- Einbau Gurtung und Steifen,
- Bodenvergelung gegen hydraulischen Grundbruch beim Ziehen der Pfähle durchführen,
- Baugrube lenzen (Brunnen, GW-Haltung),
- Zufahrtsrampe oder Kraneinhub,
- Pfahlköpfe freilegen,
- Pfähle ziehen,
- Komplettabbruch Schwergewichtsmauer, Rückbau der Bestandsspundwände,
- Baugrube fluten und Rückbau Spundwandkasten inkl. Gurtung und Steifen sowie Dalben,

Für die oben genannten Prozesse ist von einer effektiven Bauzeit (exklusive Bauvor- und -nachbereitung) von mindestens 6 Monaten auszugehen.

Für die Rückbau-Variante 1 wurden folgende Vor- und Nachteile ermittelt:

Vorteile:

- Hoher Schutzgrad für Abbrucharbeiten
- Gute Zugänglichkeit und Qualitätskontrolle

Nachteile:

- Höchster wirtschaftlicher und technologischer Aufwand
- Aufwendige Wasserhaltung
- Erhöhtes Risiko hydraulischer Grundbruch

3.3.2.2 Rückbau-Var. 2: Rückbau unter Wasser mit Sicherungswand

Diese Variante geht davon aus, dass die Arbeiten mit Tauchereinsatz im Schutz einer Sicherungswand längs zum Kanal erfolgen. Aussteifungen durch Gurtung und eine Steifenlage im Kopfbereich werden ggf. nur für die Ausrichtung der Spundwand, Wellenschlag und bauzeitlichen Anfahrschutz durch Ponton o.ä. benötigt. Die Absicherung gegen hydraulischen Grundbruch beim Ziehen der Pfähle kann entfallen, da ein ausreichend großer Wasserüberdruck ansteht. Auch die aufwendige Wasserhaltung entfällt.

Die Konstruktion ist nicht auf Schiffsanprall vorberechnet und muss entsprechend durch Dalben o.ä. geschützt werden.

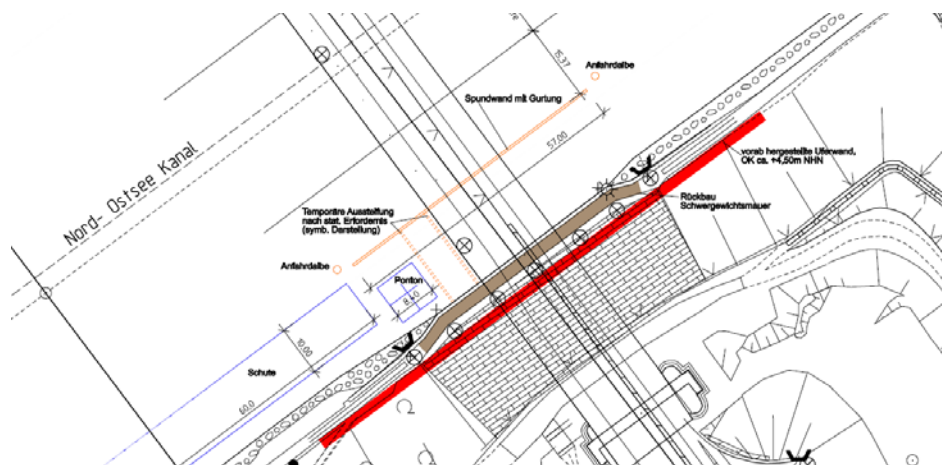


Abb. 11: Rückbau Notfundamentreste unter Wasser mit Sicherungswand (Grundriss)

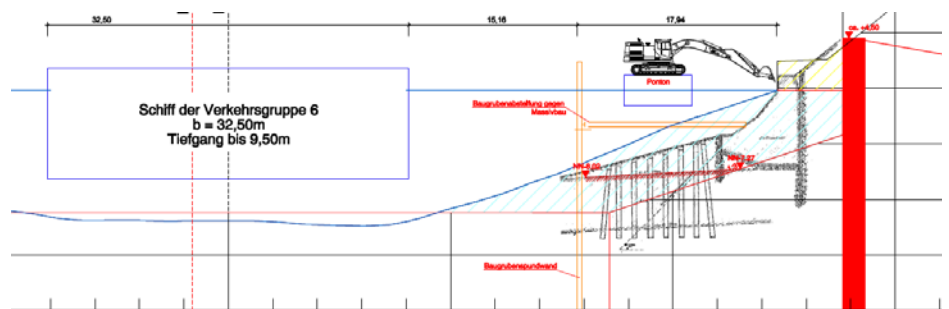


Abb. 12: Rückbau Notfundamentreste unter Wasser mit Sicherungswand (Querschnitt)

Der Bauablauf ist wie folgt vorgesehen:

- Spundwand und Dalben rammen (vom Ponton aus)

- Einbau Gurtung und Steifen
- Pfahlköpfe freilegen (Saugbagger, ggf. Meißel und Greifer)
- Pfähle ziehen (Ponton, Hubplattform, Taucher)
- Komplettabbruch Schwergewichtsmauer
- Rückbau Spundwandkasten inkl. Gurtung und Steifen sowie Bestandspundwände

Für die oben genannten Prozesse ist von einer effektiven Bauzeit (exklusive Bauvor- und -nachbereitung) von mindestens 6 Monaten auszugehen.

Gegenüber der Rückbau-Var. 1 entfallen folgende Prozessschritte:

- Bodenvergelung gegen hydraulischen Grundbruch beim Ziehen der Pfähle durchführen,
- Baugrube lenzen (Brunnen, GW-Haltung),
- Zufahrtsrampe oder Kraneinhub.

Dadurch dürfte ca. 1/3 der vorgesehenen Bauzeit eingespart werden können (Bauzeitverringerung um maximal 2 Monate).

Für die Rückbau-Variante 2 wurden folgende Vor- und Nachteile ermittelt:

Vorteile:

- Einsparung der komplizierten Wasserhaltung
Konstante Wasserstände
- Hoher Schutzgrad für UW-Arbeiten

Nachteile:

- Geringeres wirtschaftliches und technologisches Optimierungspotential
- bei Arbeiten stören ggf. Steifen

3.3.2.3 Rückbau-Var. 3: Rückbau unter Wasser ohne Sicherungswand

Bei dieser Variante wird auf das Rammen einer Spundwand komplett verzichtet. Der Rückbau erfolgt mit entsprechender Gerätetechnik vorzugsweise von einem Stelzenponton aus. Das Arbeitsfeld für den Rückbau der Noffundamentreste wird weiter durch eine vorgelegte Schute gesichert. Die mindestens für die

Schute erforderlichen bauzeitlichen Festmacheeinrichtungen werden an entsprechend zu bemessenden Anfahr- oder Festmachedalben oder an der vorab hergestellten Uferwand angeordnet.

Es wird davon ausgegangen, dass sich die Interaktionen zwischen dem Fahrbetrieb im Kanal und den Bauaktivitäten (Tauchereinsatz, Arbeiten vom Ponton aus) in Grenzen halten.

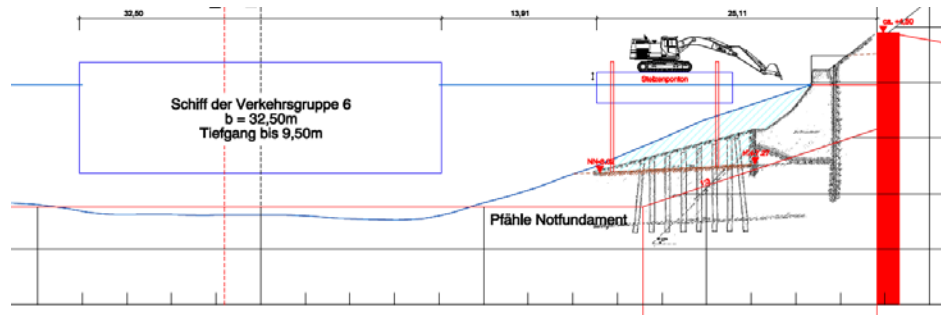


Abb. 13: Rückbau Notfundamentreste unter Wasser ohne Sicherungswand

Der Bauablauf ist wie folgt vorgesehen:

- Festmachereinrichtungen anbringen, ggf. Dalben rammen (vom Ponton aus)
- Positionierung Stelzenponton,
- Einschwimmen einer Schute (Anfahrerschutz, Materiallager)
- Pfahlköpfe freilegen (Saugbagger, ggf. Meißel und Greifer)
- Pfähle ziehen (Ponton, Hubplattform, Taucher)
- Komplettabbruch Schwergewichtsmauer
Ziehen der Bestandsspundwände
Abtransport Schute und Rückbau Dalben

Für die oben genannten Prozesse ist von einer effektiven Bauzeit (exklusive Bauvor- und -nachbereitung) von mindestens 6 Monaten auszugehen.

Durch den Entfall der Sicherungsspundwand reduziert sich die Bauzeit gegenüber der Variante 2 nochmals um 1 bis maximal 2 Monate.

Für die Rückbau-Variante 3 wurden folgende Vor- und Nachteile ermittelt:

Vorteile:

- Geringer wirtschaftlicher und technologischer Aufwand
- keine Einschränkungen im Baufeld durch Verbaue und Aussteifungen, freie Positionierung der Gerätschaften

Nachteile:

- Wechselnde Wasserstände bei Vorbeifahrt von Schiffen, ggf. zusätzliche Sicherungen wegen Sog oder Arbeitspausen.
- Hohes Risiko für Taucherarbeiten bei Schiffsverkehr

3.3.3 Festlegung und Bewertung der technischen Kriterien

3.3.3.1 Bewertungsverfahren

Die Bewertung der Varianten erfolgt in Anlehnung an die Nutzwertanalyse. Die Nutzwertanalyse ist ein Bewertungsverfahren, welches den Vergleich mehrerer Varianten im Hinblick auf vorgegebene oder definierte Ziele ermöglicht. Im Gegensatz zu einer Kosten-Nutzen-Analyse ist dabei der Einbezug völlig unterschiedlich gearteter Kriterien für die Bewertung der Zielerreichung möglich. Eine Bewertung kann somit umfassender erfolgen, als wenn sie sich auf monetär fassbare Größen beschränkt.

Die Nutzwertanalyse beinhaltet sowohl subjektive als auch objektive Elemente. Die gegenseitige Gewichtung der einzelnen Ziele ist eine subjektive Entscheidung. Um den subjektiven Faktor weitgehend auszuschließen, wurde eine Sensitivitätsuntersuchung durchgeführt.

Für die Bewertung der Varianten musste ein klares Zielsystem und daraus abgeleitet ein Kriterienkatalog mit Gewichtung sowie Skalen zur Messung der Zielerfüllung erstellt werden. Für die Messung der Indikatoren/Unterkriterien wurden kardinale Skalen statt ordinaler verwendet, deren Unterteilungsgrad je nach Bedeutung und gegenwärtigem Kenntnisstand gewählt wurde. Dabei wurde darauf geachtet, auch gegenseitige Abhängigkeiten zu erfassen. Eine monetäre Bewertung bzw. Messung der Zielerfüllung erfolgte auf dieser Bearbeitungsstufe nicht.

Da die Indikatoren in dieser Planungsphase nicht für jede Variante detailliert bestimmt werden konnten und die teilweise sehr

verschiedenen Varianten mit ihrem unterschiedlichen Detaillierungsgrad bezüglich der Erreichung von Zielwerten trotzdem möglichst einheitlich bewertet werden sollten, wurde für die Bewertung aller untersuchter Varianten eine relativ einfache Punkteskala von 1 bis 10 verwendet. Mit „1“ wird das schlechteste Ergebnis, mit „10“ das beste Ergebnis bewertet.

Die Sensitivitätsanalyse wurde für die Variantenbewertung des Kanalausbaus durchgeführt. Dabei wurde die der Basisbewertung zugrunde gelegte Gewichtung der Hauptkriterien wie nachfolgend in Kap. 3.3.3.3 beschrieben verändert.

3.3.3.2 Bewertungskriterien

Für die Untersuchung der verschiedenen Varianten wurden angepasst an die einzelnen Untersuchungen Haupt- und Unterkriterien aufgestellt und Wichtungen vorgenommen.

Für die Bewertung der Varianten des Kanalausbaus und des Rückbaus der Notfundamentreste wurden einheitlich gleiche Hauptkriterien aufgestellt:

- Technische Qualität
- Ausführungssicherheit, bauliche und bautechnologische Belange,
- Wirtschaftlichkeit,
- Umweltverträglichkeit / Genehmigungsfähigkeit.

Die Wertigkeit der Hauptkriterien ist gleichrangig. Jedes Hauptkriterium geht mit 25 % in die Wertung ein.

Für die Hauptkriterien wurden Unterkriterien aufgestellt. In Summe repräsentieren die Wertigkeiten der Unterkriterien den Anteil des Hauptkriteriums an der Gesamtbewertung.

Die Wertigkeit/Wichtung der Unterkriterien wurde der Variantenuntersuchung entsprechend angepasst. Bei der Bewertung der Varianten der technischen Ufersicherung und Alternativen beim Kanalausbau und der Bewertung der Varianten zum Rückbau der

Notfundamentreste weichen die Unterkriterien voneinander ab. Die entsprechende Bewertungsmatrix mit den Ergebnissen der Variantenuntersuchungen ist in Anlage 3 als tabellarischer Ausdruck beigefügt.

Nachfolgend werden für die einzelnen Variantenuntersuchungen die Bewertungen erläutert, insbesondere die Wichtung und der gewählte Bewertungsmaßstab. Die Punktvergabe für die Varianten wird erläutert und begründet.

3.3.3.3 Sensitivitätsuntersuchung

Die Sensitivitätsanalyse wurde für die Variantenbewertung des Kanalausbaus durchgeführt. Dabei wurde die der Basisbewertung zugrunde gelegte Gewichtung der Hauptkriterien (gleichrangig 25 %) verändert, ohne die Anteile der Unterkriterien zu verändern.

In Kombination 1 wurde einem Hauptkriterium eine Wichtung von 40 % zugeordnet, die 3 anderen Hauptkriterien wurden gleichrangig mit 20 % angesetzt. In einer 2. Kombination wurde ein Hauptkriterium mit 70 % gewichtet, den anderen Kriterien wurden 10 % zugeordnet. In der 3. Kombination wurden 2 Hauptkriterien mit jeweils 40 % bewertet, die beiden anderen mit jeweils 10 %. Das Ergebnis ist in Anlage 3 dokumentiert.

3.3.3.4 Erläuterungen zur Bewertung der Varianten der technischen Ufersicherung und Alternativen beim Kanalausbau

- **Bewertung Technische Qualität** Dieses Hauptkriterium bewertet die technische Qualität der Varianten für den Kanalausbau.

Dauerhaftigkeit (Zeile 1.1)

Wesentliche Beurteilungsmaßstäbe sind die Nutzungsdauer, notwendige Inspektions-, Wartungs- und Instandsetzungszyklen, die Materialbeständigkeit und Sanierungshäufigkeit bzw. notwendige Maßnahmen, um die Dauerhaftigkeit zu erhalten.

Die Gewichtung erfolgt mit acht Prozent.

Robustheit bei Schiffsanprall (Zeile 1.2)

Bewertet werden sowohl der Widerstand gegen Schiffsanprall und die damit verbundene Schadenserwartung als auch die Ausführbarkeit möglicher Reparaturmaßnahmen bzw. die Tolerierbarkeit von Schadstellen.

Die Gewichtung erfolgt mit fünf Prozent.

Ausrüstung Uferwand (Zeile 1.3)

Bewertet werden Umfang und Aufwand notwendiger besonderer Ausrüstungen an Wasserstraßen, die dem Schutz der Anlage oder der Benutzer dienen wie Steigeleitern, Gleitleisten, Haltestangen, ggf. Festmacher und Schrammborde.

Die Gewichtung erfolgt mit fünf Prozent.

Gestaltung (Zeile 1.4)

Die Bewertung beruht im Wesentlichen auf subjektiven Einschätzungen zur Nah- und Fernwirkung einzelner Bauwerke und baulichen Anlagen sowie auf der Wirkung als bauliches Ensemble in der Landschaft. Dabei wird insbesondere bewertet, wie bestehende Bauwerke integriert werden. Beurteilt werden auch die Häufigkeit des Wechsels baulicher Ausführungen (Systemwechsel) und die Funktionalität der Anlagen. Anders als bei den anderen Kriterien wird hier die Wirkung der Brücke mit einbezogen.

Die Gewichtung erfolgt mit sieben Prozent.

- Ausführungssicherheit, bauliche und bautechnologische Belange

Dieses Kriterium bewertet die Belange, die mit der baulichen Umsetzung des Kanalausbaus als Gesamtmaßnahme zu tun haben.

Ausführbarkeit des Bauverfahrens (Zeile 2.1)

Eingeschätzt werden die objektiv vorhandenen baulichen Bedingungen und die Eignung der gewählten Baumaßnahme in Bezug auf Baugrundverhältnisse und -risiken, Bodenkennwerte, Rammbarkeit, mögliche Hindernisse (Vorbohren). Ferner werden die logistischen Anforderungen und die Witterungsabhängigkeit bei der Ausführung der Bauleistungen beurteilt.

Die Gewichtung erfolgt mit acht Prozent.

Technologischer Aufwand (Zeile 2.2)

Bewertet werden der Schwierigkeitsgrad der Ausführung und dessen Leistungsumfang. Dabei spielen der Einsatz von Spezialtechnik und der Umfang an notwendigen Vorleistungen eine große Rolle. In diesem Unterkriterium wird auch der Umfang an Schalungsarbeiten für Betonarbeiten berücksichtigt.

Die Gewichtung erfolgt mit fünf Prozent.

Baubehelfe (Zeile 2.3)

Die Bewertung berücksichtigt alle für den Kanalausbau erforderlichen Baubehelfe wie Wasserhaltungen und Wasseraufbereitungsanlagen bei Betonarbeiten, Vorbohren, bei erschweren Rammbedingungen oder vermuteten Hindernissen, den Einsatz von Montagehilfen, Gerüsten usw. .

Die Gewichtung erfolgt mit fünf Prozent.

Bauzeit (Zeile 2.4)

Basis der Bewertung ist die geschätzte Dauer für den Kanalausbau. Der Variantenvergleich bewertet auch den möglichen Arbeitskräfte- und Arbeitsmitteleinsatz.

Die Gewichtung erfolgt mit sieben Prozent.

- Wirtschaftlichkeit

Die Bewertung orientiert sich an den ermittelten Herstellungskosten gemäß Anlage 4. Nicht von Belang sind die direkten Kosten für den Brückenüberbau einschließlich Widerlager sowie die Kosten für den Rückbau der Nottfundamentreste. Die Kosten für die Ufersicherungswände, die Stützmauern und die Geländeangleichung im Bereich der neu zu errichtenden Brücke werden jedoch berücksichtigt.

Herstellungskosten Ufersicherung/Deckwerk (Zeile 3.1)

Bewertet werden die Kosten für den Kanalausbau inklusive der Herstellungskosten für die technische Ufersicherung. Eingerechnet werden die Kosten für Baubehelfe und Ausrüstung.

Die Gewichtung erfolgt mit zehn Prozent.

Herstellungskosten Erdbau/Geländeanpassung (Zeile 3.2)

Bewertet werden die Kosten für Erdbau, für Wegebau, Zufahrtswege und Fahr rampsen, für Leitungsverlegungen, Entwässerungssysteme, Rodungen und landschaftspflegerische Arbeiten.

Die Gewichtung erfolgt mit zehn Prozent.

Kosten für Inspektion und Unterhaltung (Zeile 3.3)

Die Bewertung basiert auf geschätzten Kosten für Inspektionen und Unterhaltung sowie für Ausbesserungen und Reparaturen.

Die Gewichtung erfolgt mit fünf Prozent.

- Umweltverträglichkeit / Genehmigungsfähigkeit

Die Bewertung der Umweltverträglichkeit für die Variantenuntersuchung und damit auch der Genehmigungsfähigkeit wird detailliert im Rahmen der UVS bearbeitet. Die vorliegende Bewertung geht analog dazu ebenfalls von den Schutzgütern nach dem UVPG als Einzelkriterien aus. Vorberichte des WSA dazu auf der Grundlage der Beschreibung und Bewertung des Bestandes und einer ersten Zusammenfassung der Konfliktschwerpunkte aus Sicht der Schutz-

güter wurden in die vorliegende Gesamtbewertung integriert und werden im Folgenden kurz zusammengefasst.

Ausgangspunkte für die schutzgutbezogene Bewertung der Aus- und Rückbaubauvarianten sind

1. die Bewertungsaspekte für des jeweilige Schutzgut gemäß Umweltverträglichkeitsstudie (UVS)
2. die spezifischen Wirkfaktoren des Vorhabens auf die Schutzgüter
3. die umweltrelevanten Unterscheidungsmerkmale der jeweiligen Ausbauvarianten

Letztere sind:

A) Flächenverbrauch

- Minimierung dauerhaft bzw. bauzeitlich betroffener Flächen
- Verringerung der landseitigen Abtragsflächen
- Reduzieren von Flächenversiegelungen
- Vermeidung unnötiger Eingriffe in den Vegetationsbestand
- Beachtung von Tabuzonen,
- Optimierung von Transportwegen, -mengen und -technologien

B) Auswirkungen auf das Grundwasser (GW)

- Vermeidung unnötiger Beeinflussung von GW-Verhältnissen

C) Massivität und landschaftliche Einbindung von Ingenieurbauwerken

D) bauzeitliche Beeinträchtigungen (temporäre Flächenbeanspruchung, Emissionen von Lärm, Schadstoffen und Staub, Unterbrechungen von Wegebeziehungen)

Die Schutzgut bezogenen Ergebnisse werden in die vorliegende Gesamtbewertung integriert und werden im Folgenden kurz zusammengefasst.

Schutzgut Mensch / Bevölkerung (Zeile 4.1)

Für Mensch und Bevölkerung spielen temporär die Auswirkungen während der Bauphase und dauerhaft vor allem die Sichtbeziehungen im Umfeld und die Aufenthaltsqualität am Kanal eine Rolle (Nutzung des Betriebsweges als Fuß- und Radweg und damit als Erlebnis- und Erholungsbereich wirkend). Wohnbaufläche sind in keiner der Varianten betroffen, daher ist dieser Aspekt nicht bewertungsrelevant.

Das Kriterium ist mit einem Prozent gewichtet, da die Auswirkungen (hier nur in Bezug auf die Erholung) sehr gering sind und sich in der Hauptsache auf die Bauzeit beschränken.

Schutzgut Boden (Zeile 4.2)

Bewertungsrelevant ist vor allem die Flächeninanspruchnahme durch die Abgrabungen im Böschungsbereich, durch die Verbringung des Aushubs (Verdichtung, Aufschüttung) und durch neue Bauwerke (Versiegelung). Damit gehen in der Regel Verluste und Beeinträchtigungen natürlicher Böden und deren Funktionen (gem. BBodSchG) einher.

Die Gewichtung erfolgt mit vier Prozent.

Schutzgut Wasser (Zeile 4.3)

Relevant sind hier vor allem potenzielle Eingriffe in grundwasserleitende Schichten durch die Abgrabung der Kanalböschung sowie die potenzielle Unterbrechung von Grundwasserströmen durch die Herstellung dichter Uferwände. Hinzu kommen Veränderungen in der Gewässergeometrie des Kanals, die zu einer Veränderung der Hydrologischen Verhältnisse

führen sowie baubedingte Beeinträchtigungen des Gewässers (v.a. Trübung).

Das Kriterium wird aufgrund der hohen Betroffenheit mit acht Prozent am höchsten gewichtet.

Schutzgut Klima / Luft (Zeile 4.4)

Bewertungsrelevant sind Eingriffe in die sonnenexponierten Nordböschungen des Kanals als klimatische Sonderstandorte sowie der Verlust von Gehölzen, die eine kleinklimatische Ausgleichsfunktion besitzen. Unterschiede in den Varianten ergeben sich dabei v.a. durch den Flächenverbrauch bzw. die Eingriffe in die vorhandene Uferböschung. Hinzu kommen Beeinträchtigungen der Luftqualität, die durch die bauzeitlichen Emissionen (Abgase, Staub) hervorgerufen werden können.

Die Gewichtung erfolgt mit einem Prozent, da die Auswirkungen nur lokal und im geringen Umfang auftreten.

Schutzgut Pflanzen und Tiere (Zeile 4.5)

Bewertungsrelevant ist hier vor allem der Eingriffsumfang in die nördliche Kanalböschung, die aufgrund ihrer Ausstattung mit z.T. gesetzlich geschützten Biotopen wie artenreichen Steilhängen und Kalktuffquellen einen hohen ökologischen Wert und Schutzstatus besitzt. Zudem befinden sich hier Standorte von Pflanzen der Roten Liste sowie wertvolle Reptilienlebensräume (v.a. Kreuzotter). Des Weiteren ist der Erhalt der Uferböschung des Kanals als Biotopverbundelement sowohl für wasser- als auch für landgebundene Organismen zu berücksichtigen.

Das Kriterium hat mit sechs Prozent die zweithöchste Gewichtung, da das Schutzgut Tiere und Pflanzen eines der am stärksten betroffenen ist und Verluste und Beeinträchtigungen gesetzlich geschützter Arten und Biotope genehmigungsrelevant sind.

Schutzgut Landschaft (Zeile 4.6)

Bewertungsrelevant ist hier der Grad der Veränderung des Landschaftsbildes bzw. der Erhalt des Landschaftscharakters. Dies wird insbesondere durch das neue Kanalprofil und das Erscheinungsbild des Uferverbaus bestimmt. Maßgeblich sind die Änderungen zur bisherigen Ausführung.

Das Kriterium ist mit vier Prozent gewichtet, da erhebliche Auswirkungen auf das Landschaftsbild entstehen und signifikante Unterschiede zwischen Varianten vorliegen. Die Veränderung des Landschaftsbildes sind jedoch lokal begrenzt und besitzt keine Fernwirkung.

Schutzgut Kultur und sonstige Sachgüter (Zeile 4.7)

Hierbei geht es darum, den Kanal als Bauwerk im Kontext mit den Levensauer Hochbrücken als wesentliches Kultur- und Sachgut zu erhalten.

Das Kriterium wird mit einem Prozent gewichtet.

Schutzgut Mensch / Bevölkerung (Zeile 4.1)

Für Mensch und Bevölkerung spielen temporär die Auswirkungen während der Bauphase und dauerhaft vor allem die Sichtbeziehungen im Umfeld und die Aufenthaltsqualität am Kanal eine Rolle (Nutzung des Betriebsweges als Fuß- und Radweg und damit als Erlebnis- und Erholungsbereich wirkend).

Das Kriterium ist mit zwei Prozent gewichtet.

Schutzgut Boden (Zeile 4.2)

Bewertungsrelevant sind vor allem die Flächeninanspruchnahme durch die neuen Bauwerke sowie die Abgrabungen im Böschungsbereich, die mit Verlusten und Beeinträchtigungen natürlicher Böden und deren Funktionen (gem. BBodSchG) durch Abgrabung, Verdichtung, Aufschüttung und Versiegelung einhergehen.

Die Gewichtung erfolgt mit drei Prozent.

Schutzgut Wasser (Zeile 4.3)

Relevant sind hier vor allem potenzielle Eingriffe in grundwasserleitende Schichten durch die Abgrabung der Kanalböschung sowie die potenzielle Unterbrechung von Grundwasserströmen durch die Herstellung dichter Uferwände. Hinzu kommen Veränderungen in der Gewässerometrie des Kanals, die zu einer Veränderung der Hydrologischen Verhältnisse führen.

Das Kriterium wird mit drei Prozent gewichtet.

Schutzgut Klima / Luft (Zeile 4.4)

Bewertungsrelevant sind Eingriffe in die sonnenexponierten Nordböschungen des Kanals als klimatische Sonderstandorte sowie der Verlust von Gehölzen, die eine kleinklimatische Ausgleichsfunktion besitzen. Unterschiede in den Varianten ergeben sich dabei v.a. durch den Flächenverbrauch bzw. die Eingriffe in die vorhandene Uferböschung. Hinzu kommen Beeinträchtigungen der Luftqualität, die durch die bauzeitlichen Emissionen (Abgase, Staub) hervorgerufen werden können.

Die Gewichtung erfolgt mit vier Prozent.

Schutzgut Pflanzen und Tiere (Zeile 4.5)

Bewertungsrelevant ist hier vor allem der Eingriffsumfang in die nördliche Kanalböschung, die aufgrund ihrer Ausstattung mit z.T. gesetzlich geschützten Biotopen wie artenreichen Steilhängen und Kalktuffquellen einen hohen ökologischen Wert und Schutzstatus besitzt. Zudem befinden sich hier Standorte von Pflanzen der Roten Liste sowie wertvolle Reptilienlebensräume (v.a. Kreuzotter). .Des Weiteren ist der Erhalt der Uferböschung des Kanals als Biotopverbundelement sowohl für wasser- als auch für landgebundene Organismen zu berücksichtigen.

Das Kriterium hat mit sieben Prozent die höchste Gewichtung, da das Schutzgut Tiere und Pflanzen eines der am stärksten betroffenen Schutzgüter ist und Verluste und Beeinträchtigungen gesetzlich geschützter Arten und Biotope genehmigungsrelevant sind.

Schutzgut Landschaft (Zeile 4.6)

Bewertungsrelevant ist hier der Grad der Veränderung des Landschaftsbildes bzw. der Erhalt des Landschaftscharakters. Dies wird insbesondere durch das neue Kanalprofil und das Erscheinungsbild des Uferverbaus bestimmt. Maßgeblich sind die Änderungen zur bisherigen Ausführung. Nicht berücksichtigt werden rein ästhetische Gesichtspunkte. Diese werden unter Punkt 1, Zeile 1.7 und 1.8 der Bewertung bearbeitet.

Das Kriterium hat mit fünf Prozent zusammen mit Zeile 4.5 die höchste Gewichtung, da die Veränderungen des Landschaftsbildes erheblich und nachhaltig sind und hier signifikante Unterschiede zwischen Varianten vorliegen.

Schutzgut Kultur und sonstige Sachgüter (Zeile 4.7)

Hierbei geht es darum, den Kanal als Bauwerk im Kontext mit den Levensauer Hochbrücken als wesentliches Kultur- und Sachgut zu erhalten. Je ausgewogener das Verhältnis zwischen den teilweise denkmalgeschützten Brücken und dem bestehenden Gelände ist und je harmonischer sich das zu gestaltende Umfeld integrieren lässt, umso besser wird der Charakter des Gesamtensembles als Kulturgutes erhalten. Zudem sollte so wenig wie möglich in das Gelände selbst eingegriffen werden. Auch hier werden die ästhetischen Gesichtspunkte nicht berücksichtigt.

Das Kriterium wird mit einem Prozent am geringsten gewichtet.

3.3.3.5 Erläuterungen zur Bewertung der Rückbauvarianten für die Notfundamentreste

- Technische Qualität

Bewertet wird, mit welchem technischen Aufwand der Rückbau der Notfundamentreste und der vorhandenen Uferwände erfolgt, welche Vorkehrungen dazu getroffen werden müssen und welche Auswirkungen dieses auf das bauliche Umfeld hat.

Ausführung des Rückbaus (Zeile 1.1)

Beurteilt wird u.a. die Einfachheit der auszuführenden Arbeiten, die Durchführung von Kontrollen für den erfolgreichen Rückbau.

Die Gewichtung erfolgt mit zehn Prozent.

Konstruktive und statische Anforderungen an Baubehelfe (Zeile 1.2)

In die Bewertung fließen u.a. die Robustheit bei Schiffsanprall, konstruktive Lösungen und statische Nachweise für die Baugrube, für Aussteifungen, bauliche Sicherungen ein. Eingeschätzt wird auch, inwieweit sich Baubehelfe an Hindernisse im Untergrund anpassen lassen bzw., ob dieses von Bedeutung ist.

Die Gewichtung erfolgt mit zwölf Prozent.

Einfluss auf bestehende Anlagen (Zeile 1.3)

Bewertet wird u.a., ob bzw. in welcher Weise bauzeitliche Sicherungen zu errichten sind, um Einflüsse auf andere bauliche Anlagen zu minimieren oder zu vermeiden und worin die technischen Abhängigkeiten zu anderen Bauabschnitten oder zu baulichen Anlagen bestehen.

Die Gewichtung erfolgt mit drei Prozent.

- Ausführungssicherheit, bauliche und bautechnologische Belange

Die Bewertung orientiert sich am erfolgreichen Rückbau und an den dafür notwendigen Maßnahmen.

Technisch-technologischer Aufwand (Zeile 2.1)

Dabei handelt es sich um die Gesamtbeurteilung einschließlich Rückbau der Stützwand. Insbesondere werden der Schwierigkeitsgrad der Ausführung und der Einsatz von Spezialfirmen/Spezialtechnik eingeschätzt.

Die Gewichtung erfolgt mit sechs Prozent.

Arbeitsschutz / Arbeitssicherheit (Zeile 2.2)

Beurteilt werden notwendige Überwachungen der offenen Baugrube, der Unterwasserarbeiten, des Tauchereinsatzes. Die Bewertung korreliert mit dem Kriterium in Zeile 3.3.

Die Gewichtung erfolgt mit sechs Prozent.

Ausführungssicherheit, -erfolg (Zeile 2.3)

Abgeschätzt werden mögliche Risiken, Unvorhersehbares, Rammhindernisse, die einen erfolgreichen Rückbau erschweren können.

Die Gewichtung erfolgt mit sechs Prozent.

Technologische Abhängigkeiten (Zeile 2.4)

Eingeschätzt werden Baustellenlogistik, mögliche Störungen interner Bauabläufe (Brücke/Kanalausbau), Abhängigkeiten/Zwänge im Bauablauf aufgrund statischer oder technologischer Erfordernisse.

Die Gewichtung erfolgt mit vier Prozent.

Bauzeit (Zeile 2.5)

Relevant sind vor allem die Einhaltung von Zeitfenstern, insbesondere im Bauablauf mit der Brückenherstellung und die Standzeit von Baubehelfen im Kanal.

Die Gewichtung erfolgt mit drei Prozent.

- Wirtschaftlichkeit

Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit orientiert sich in erster Linie an den in Anlage 5 ermittelten Kosten.

Kosten Rückbau einschließlich Einsatz Spezialtechnik (Zeile 3.1)

Dabei sind die Kosten für den Rückbau zu bewerten. Der Einsatz von Spezialarbeitsgeräten wie Rammen, Arbeitsprahme, Schwimmbagger, Spültechnik, Stelzenpontons, Schuten usw. ist in den Kosten enthalten.

Die Gewichtung erfolgt mit sieben Prozent.

Kosten Baubehelfe (Zeile 3.2)

In diesem Kriterium werden die anfallenden Kosten zur Herstellung einer trockenen Baugrube, für die Errichtung von Leit- und Schutzwänden, Dalben, Aussteifungen, Festmachern, für Wasserhaltung, Absetzbecken, Hebezeuge zum Versetzen von Arbeitsgeräten, Pumpeneinsatz usw. bewertet.

Die Gewichtung erfolgt mit zehn Prozent.

Kosten Sicherungstechnik / Sicherungspersonal (Zeile 3.3)

Dabei werden die anfallenden Kosten für die Überwachung des Tauchereinsatzes und für die Überwachung der offenen, gelenzten Baugrube betrachtet.

Die Gewichtung erfolgt mit fünf Prozent.

Monetäre Auswirkungen auf Dritte (Zeile 3.4)

Die Auswirkungen auf Dritte, insbesondere auf den Seeschiffsverkehr während der Durchführung der Arbeiten kann nur grob eingeschätzt werden. Dabei ist vor allem von Belang, mit welchen Einschränkungen je nach Variante bei der Passage des Baufeldes zu rechnen ist.

Die Gewichtung erfolgt mit drei Prozent.

- Umweltverträglichkeit / Genehmigungsfähigkeit

Die Bewertung der Umweltverträglichkeit und damit auch der Genehmigungsfähigkeit wird detailliert im Rahmen der UVS bearbeitet. Im Übrigen gelten die Anmerkungen aus Kapitel 3.3.3.4.

Bei den Varianten für den Rückbau der Notfundamentreste und der vorhandenen Uferwände sind in Bezug auf die Umweltverträglichkeit lediglich die baubedingten Faktoren zu betrachten. Vor allem ist das Schutzgut Wasser relevant. Es kann hier insbesondere zu Beeinträchtigungen durch die bei Rückbauarbeiten entstehende Gewässertrübung kommen sowie zu potenziellen negativen Auswirkungen auf die Wasserqualität durch Schadstoffeinträge (aus Baugeräten und dem Abbruchmaterial). Des Weiteren kommt es zu temporären Eingriffen in die Lebensräume der Gewässerfauna und -flora (Schutzgut Arten und Biotop) sowie (in geringerem Maße) zu vorübergehenden Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes. Die maßgebenden Kriterien sind somit das Schutzgut Wasser (Wichtung 15%) und das Schutzgut Tiere/Pflanzen (Wichtung 10 %).

Absteigend nach ihrer Bedeutung werden die schutzgutbezogenen Bewertungskriterien wie folgt gewichtet:

Schutzgut Wasser: 15%

Schutzgut Tiere/Pflanzen: 8 %

Schutzgut Landschaftsbild: 2 %

Schutzgüter Mensch, Klima/Luft, Boden, Kultur- und Sachgüter:
nicht bewertungsrelevant: 0 %

3.3.4 Kostenschätzung

Gemäß den beigefügten Anlagen 4.1 bis 4.6 ergeben sich für die unterschiedlichen Varianten bzw. Alternativen des Kanalausbaus folgende Netto-Investitionskosten:

Anl. 4.1: Grundvariante /Amtsentwurf:	18,4 Mio €
Anl. 4.2: Alternative 1a: SPW mit Anker	22,4 Mio €
Anl. 4.3: Alternative 1b: BPW rückverankert	19,7 Mio €
Anl. 4.4: Alternative 1c: BPW ohne Anker	20,5 Mio €
Anl. 4.5: Var. 1b – BPW rückverankert:	17,5 Mio €
Anl. 4.6: Var. 1c – BPW und Stützmauern: (mit Brückenplanung abgestimmte Variante Bohrpfahlwand zur Ufersicherung und Stützmauern zur Geländeabfangung = Vorzugslösung)	19,4 Mio €

In den Kosten der Alternativen 1a bis 1c sind nicht die Kosten der Brückenlösung mit Stützmauern berücksichtigt. Zur Vereinfachung wurden in allen Varianten die im Verbringungskonzept ermittelten Mengen angesetzt.

Für die Varianten zum Rückbau der Notfundamentreste und der vorhandenen Ufermauern zur Böschungssicherung ergeben sich gem. den Anlagen 5.1 bis 5.3 folgende geschätzte Nettokosten:

Anl. 5.1: Rückbau-Var. 1 (in trockener Baugrube)	4,0 Mio €
Anl. 5.2: Rückbau-Var. 2 (unter Wasser mit Sicherung)	3,1 Mio €
Anl.5.3: Rückbau-Var. 3 (unter Wasser ohne Sicherung)	2,6 Mio €

Nach der monetären Wertung ergibt sich folgendes Ergebnis:

Die Variante 1b (Grundvariante mit alternativer Bohrpfahlwand) ohne technischen Verbau im geböschten Bereich in Kombination mit der Rückbau-Variante 3 zum Rückbau der Notfundamentreste und der vorhandenen Uferstützmauern stellt die wirtschaftlichste Variante hinsichtlich der Investitionskosten dar.

Aus Gründen des Arbeitsschutzes ist der Rückbau-Var. 2 der Vorzug zu geben.

3.4 Ergebnis der Variantenuntersuchungen

Die einzelnen Varianten und Alternativen des Kanalausbaus wurden bewertet; die Bewertungstabellen sind als Anlage 3 beigefügt:

Für den Kanalausbau wurden mittels Bewertungsmatrix folgende Varianten verglichen:

Variante 1a Amtsentwurf / Grundvariante

- Kanalausbau: Amtsentwurf T-Profil
- Techn. Ufersicherung unter Hochbrücke: Amtsentwurf Spw
- Geländegestaltung linkes Ufer: Amtsentwurf T-Profil
- Geländegestaltung rechtes Ufer: Amtsentwurf T-Profil

Variante 1b Amtsentwurf jedoch mit BPW rückverankert

- Kanalausbau: Amtsentwurf T-Profil
- Techn. Ufersicherung unter Hochbrücke: Amtsentwurf BPW
- Geländegestaltung linkes Ufer: Amtsentwurf T-Profil
- Geländegestaltung rechtes Ufer: Amtsentwurf T-Profil

Variante 1c Amtsentwurf jedoch BPW und Stützmauern

- Kanalausbau: Amtsentwurf T-Profil
- Techn. Ufersicherung unter Hochbrücke: BPW + Stützwand
- Geländegestaltung linkes Ufer: örtl. Anpassung stat. Erf.
- Geländegestaltung rechtes Ufer: örtl. Anpassung stat. Erf.

Alternative 1 a KRT-Profil, SPW rückverankert

- Kanalausbau: östl. der Brücken angepasst
- Techn. Ufersicherung unter Hochbrücke: BPW + Stützwand
- Geländegestaltung linkes Ufer: östl. Brücke Erdbau reduziert
- Geländegestaltung rechtes Ufer: örtl. Anpassung gem. statischen Erfordernis

Alternative 1b KRT-Profil, BPW rückverankert

- Kanalausbau: östl. der Brücken angepasst
- Techn. Ufersicherung unter Hochbrücke: BPW + Stützwand
- Geländegestaltung linkes Ufer: östl. Brücke Erdbau reduziert
- Geländegestaltung rechtes Ufer: örtl. Anpassung gem. statischem Erfordernis

Alternative 1c KRT-Profil, BPW ohne Anker

- Kanalausbau: östl. der Brücken angepasst
- Techn. Ufersicherung unter Hochbrücke: BPW + Stützwand
- Geländegestaltung linkes Ufer: östl. Brücke Erdbau reduziert
- Geländegestaltung rechtes Ufer: örtl. Anpassung gem. statischem Erfordernis

Die einzelnen Varianten und Alternativen des Kanalausbaus schneiden in der Bewertung der folgenden Kriterien wie folgt ab:

Folgende Kriterien wurden bewertet:

Technische Qualität:

Unter diesen Bewertungsschwerpunkt wurden die Dauerhaftigkeit, Robustheit bei Schiffsanprall, Ausrüstung Uferwand und Gestaltung als Einzelkriterien bewertet. Hier erhält der Amtsentwurf in Kombination mit einer Bohrpfahlwand und Stützmauer (Variante 1c - BPW und Stützmauern) unter der Brücke die höchste Bewertung durch die Maximalpunktzahl im Einzelkriterium Dauerhaftigkeit, Robustheit bei Schiffsanprall von 56 Punkten sowie beim Einzelkriterium: Gestaltung 56 Punkten. Dies begründet sich aus der hohen Haltbarkeit und dem geringen Instandhaltungsbedarf von Böschungsflächen und Bohrpfahlwänden. Darüber hinaus werden begrünte Böschungsflächen besser angenommen als Ansichten auf technische Uferverbaue.

Ausführungssicherheit / bauliche und bautechnologische Belange:

Unter diesem Bewertungsschwerpunkt wurden die Ausführbarkeit des Bauverfahrens, technologischer Aufwand, Baubehelfe und Bauzeit bewertet. Hier erhält der Amtsentwurf in Kombination mit einer Bohrpfahlwand unter der Brücke (Variante 1b - BPW) die höchste Bewertung durch die Maximalpunktzahl im Einzelkriterium Ausführbarkeit des Bauverfahrens von 56 Punkten sowie beim Einzelkriterium: Bauzeit 56 Punkten. Dies begründet sich zum einen in dem großen Anteil an reinen Erdarbeiten und geringem Anteil an technischem Verbau und zum anderen dem geringen Aufwand an

Baubehelfen sowie dem ausgereiften Verfahren von Bohrpfahlarbeiten an Land.

Wirtschaftlichkeit:

Unter diesen Bewertungsschwerpunkt wurden die Herstellungskosten Ufersicherung/Deckwerk, Herstellungskosten Erdbau/Geländeanpassung und Kosten für Inspektion und Unterhaltung bewertet. Hier erhält der Amtsentwurf in Kombination mit einer Bohrpfahlwand und Stützmauer unter der Brücke (Variante 1c - BPW und Stützmauern) die höchste Bewertung durch die Maximalpunktzahl im Einzelkriterium: Herstellungskosten Ufersicherung/Deckwerk 70 Punkten und Herstellungskosten Erdbau/Geländeanpassung 70 Punkten, da diese rein erdbauorientierten Technologien sehr wirtschaftlich abgewickelt werden können.

Umweltverträglichkeit / Genehmigungsfähigkeit:

Unter diesen Bewertungsschwerpunkt wurde das Schutzgut Mensch / Bevölkerung, Schutzgut Boden, Schutzgut Wasser, Schutzgut Luft und Klima, Schutzgut Pflanzen und Tiere, Schutzgut Landschaft und das Schutzgut Kultur und sonstige Sachgüter bewertet. Hier erhält der Amtsentwurf in Kombination mit einer Bohrpfahlwand und Stützmauer unter der Brücke (Variante 1c - BPW und Stützmauern) die höchste Bewertung durch die Maximalpunktzahl im Einzelkriterium: Mensch / Bevölkerung in Höhe von 12 Punkten, weil die Immission, Emission (Lärm, Staub, Schwingungen, Erholungswert) durch den hohen Erdbauanteil anders als z.B. bei langen Rammtrassen gering sind. Weitere Gründe sind die Maximalpunktzahlen in den Einzelkriterien: Schutzgut Luft und Klima in Höhe von 24 Punkten, Schutzgut Pflanzen und Tiere in Höhe von 35 Punkten und Schutzgut Landschaft in Höhe von 35 Punkten. Letzteres beruht vor allem aus den reduzierten kleinklimatischen Auswirkungen infolge Rodungen, temporäre Beeinträchtigungen (u.a. Fischfauna, Baumbestand) und temporäre Beeinträchtigungen und dauerhafte Änderungen in Folge des hohen Erdbauseitigen Bauanteils.

Vorzugslösung:

Als Vorzugslösung für die Herstellung der Ufersicherungswände hat sich die Lösung von Bohrpfahlwänden mit Rückverankerung und höher gelegter, angepasster Wegeföhrung (Variante 1c - BPW und Stützmauern) ergeben.

Für Alternativen beim Kanalausbau östlich der Levensauer Brücken wurden in den o.g. Abschnitten neben der rein erdbauseitigen geböschten Grundvariante drei weitere Alternativen mit technischem Verbau betrachtet. Diese wurden nach technischem Wert, Technologie und Bauzeit sowie wirtschaftlich betrachtet. Gegenüber der erdbauseitigen Grundvariante können sich die Alternativen mit technischem Verbau hinsichtlich der Investitionskosten nicht durchsetzen. Auch der günstigste technische Verbau (Bohrpfahlwand ohne Verankerung) reicht nicht an die Erdbauvariante heran.

Eine weitere Variantenuntersuchung wurde für den Rückbau der vorhandenen Notfundamentreste sowie der bestehenden Ufersicherungsmauern durchgeführt. Es wurde in der Bewertungsmatrix folgende Varianten verglichen:

- Rückbau-Var. 1 in trockener Baugrube
- Rückbau-Var. 2 unter Wasser mit Sicherungswand
- Rückbau-Var. 3 unter Wasser ohne Sicherungswand

Folgende Kriterien wurden bewertet:

Technische Qualität

Unter diesen Bewertungsschwerpunkt wurde die Ausführung des Rückbaus, konstruktive und statische Anforderungen an Baubehelfe und Einfluss auf bestehende Anlagen bewertet. Hier erhält die Rückbauvariante 2 – unter Wasser mit Sicherungswand die höchste Bewertung durch eine hohe Punktzahl im Einzelkriterium: Ausführung des Rückbaus in Höhe von 70 Punkten sowie die Höchstpunktzahl bei konstruktiven und statische Anforderungen an Baubehelfe in Höhe von 96. Dies liegt zum einen an einem

kontrollierbar gut steuerbaren Rückbau der Fundamente und zum anderen an der hohen Robustheit bei Schiffsanprall, gesicherten Nachweisen der Baugrube, optimalen Aussteifungen, der bauliche Sicherungen sowie der guten Anpassungsmöglichkeiten an Hindernisse im Untergrund.

Ausführungssicherheit / bauliche und bautechnologische Belange

Unter diesen Bewertungsschwerpunkt wurde der technisch-technologischer Aufwand, Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit, Ausführungssicherheit, -erfolg und technologische Abhängigkeiten sowie die Bauzeit bewertet. Hier erhält die Rückbauvariante 2 – unter Wasser ohne Sicherungswand die höchste Bewertung durch eine höchstpunktzahlen Punktzahl im Einzelkriterium: technisch-technologischer Aufwand in Höhe von 48 Punkten sowie die Höchstpunktzahl bei Bauzeit in Höhe von 24. Die beiden anderen Varianten schneiden mit 3 und 11 Punkten weniger gut, aber nicht deutlich schlechter ab.

Wirtschaftlichkeit

Unter diesen Bewertungsschwerpunkt wurden die Kosten Rückbau einschl. Einsatz Spezialtechnik, Kosten Baubehelfe, Kosten Sicherungstechnik /Sicherungspersonal und monetäre Auswirkungen auf Dritte bewertet. Auch hier erhält die Rückbauvarianten 3 die höchste Punktzahl aufgrund ihrer wirtschaftlichen Technologie durch die Einsparung von aufwendigem Verbau und Sicherungsmaßnahmen. Die Differenz beträgt 4 bis 21 Punkte.

Umweltverträglichkeit / Genehmigungsfähigkeit

Unter diesen Bewertungsschwerpunkt wurde das Schutzgut Mensch / Bevölkerung, Schutzgut Boden, Schutzgut Wasser, Schutzgut Luft und Klima, Schutzgut Pflanzen und Tiere, Schutzgut Landschaft und das Schutzgut Kultur und sonstige Sachgüter bewertet. Auch hier erhält die Rückbauvariante 3 die höchste Punktzahl aufgrund ihrer geringen Eingriffe und reduzierten Immission, Emission (z.B. Lärm, Staub, Schwingungen) gegenüber aufwendigen Rammtrassen für

Sicherungs- und Baugrubenwänden. Bei dieser Variante wird auf das Rammen einer Spundwand komplett verzichtet.

Insgesamt sind die Umweltauswirkungen der drei Varianten allerdings als gering zu bewerten, da es sich um temporäre und lokal begrenzte Erscheinungen handelt.

Vorzugslösung:

Die Rückbauvariante 2 erhält die höchste Punktzahl aufgrund ihres guten Abschneidens bei den beiden ersten Hauptkriterien. Es wird empfohlen, den Rückbau unter Wasser im Schutz einer Sicherungsspundwand durchzuführen.

4 Beschreibung der geplanten Maßnahme

Als Vorzugslösung für die Herstellung der Ufersicherungswände hat sich die Lösung von Bohrpfahlwänden mit Rückverankerung und höher gelegter, angepasster Wegeführung (Variante 1c - BPW und Stützmauern) ergeben.

Im Ergebnis der in den Voruntersuchungen analysierten Varianten wird empfohlen, den Kanalausbau im Planungsabschnitt entsprechend folgender Vorzugsvariante auszuführen. Für den Trassenverlauf innerhalb des Planungsabschnitts gilt, dass dieser auf den Ergebnissen der Trassierungsuntersuchung basiert und im Zuge der Voruntersuchung nicht geändert werden sollte.

Der Kanalausbau erfolgt von Kkm 93,2 bis Kkm 94,2 mit einem Übergangsbereich auf das vorhandene Kanalprofil entlang der vorgegebenen neuen Kanalachse mit dem vorgeschlagenen trapezförmigen Regelprofil. Herzustellen ist ein Kanalquerschnitt mit durchgehend 75 m Sohlbreite und 11 m Wassertiefe unter dem Bezugswasserstand von NHN - 0,20 m. Die Unterwasserböschungen sind mit einer Neigung von 1:3 auszubilden.

Im Bereich der Levensauer Hochbrücken werden auf der Zwischengeraden der beiden Anschlusskurven Schwartenbek und Projensdorf zwischen Kkm 93,170 und Kkm 93,670 beidseitig Ufersicherungsmauern hergestellt. Dieser Bereich schließt die im Verhältnis 1:5 zu verziehenden Übergangsstrecken ein. Der Kanalausbau erfolgt hier mit einem kombinierten RT-Profil, das in Grundzügen dem Regelprofil des Streckenausbaus entspricht. Im Anschluss an die 75 m breite und 11 m tiefe Kanalsohle werden die anschließenden Böschungen unter Wasser bis in eine Wassertiefe von rd. 4 m mit einer Neigung von 1:3 ausgebildet. Daran schließt sich die senkrechte Kanalwand an. Gefordert ist eine nautische (lichte) Breite zwischen den senkrechten Kanalwänden von 117 m, Einengungen durch Einbauten sind nicht zulässig.

Die Ufersicherungsmauern werden durchgehend mit einem Durchmesser von 1,0 m als überschnittene Bohrpfahlwand mit

Rückverankerung ausgebildet. Die Bohrpfahlänge richtet sich nach den statischen Erfordernissen und reicht unter der neu zu errichtenden Brücke bis in eine Tiefe von ca. NHN - 21,00 m. Die Bohrpfahlwände erhalten einen betonierten Kopfbalken, der einen Überstand zu den Bohrpfählen von 35 cm hat und in dem die Rückverankerungen der Uferwände vorgenommen werden. Mit den o.g. Abmessungen haben die Kopfbalken der beiden Uferwände zueinander einen Abstand im Lichten von 117,20 m, die Innenkante der Bohrpfahlwände besitzt einen Systemabstand von 117,90 m.

Im Bereich der neu zu errichtenden Brücke werden die Ufersicherungsmauern erhöht ausgeführt und zusätzlich mit einer bis zu ca. 3,0 m hohen Stützwand ausgerüstet. Diese Stützwand ist statisch mit dem Kopfbalken der Bohrpfahlwand verbunden. Die durchgehend betonierte Platte nimmt die Fahrbahn des hier nur rund 4,0 m breiten Betriebsweges auf. Die Tragwirkung der Platte wird zusätzlich mit Einzelpfählen gesichert.

Am linken Ufer wird der Betriebsweg (ohne Berücksichtigung Schrammbord) unter der Brücke auf NHN + 3,59 m angehoben, am rechten Ufer auf NHN + 4,33m. Die erhöht ausgeführte Ufersicherungsmauer am rechten Ufer wird zur Kurve Schwartenbek hin verlängert und ebenfalls mit einer landseitigen Stützwand zum Abfangen des Geländes ausgerüstet. Der Anschluss an die regulären Betriebswege erfolgt über Gefällestrrecken mit rund 6 % Neigung.

Die Böschungen werden in der Wasserwechselzone (NHN + 1,30 m bis NHN - 2,20 m) mit einem Deckwerk aus geschütteten Wasserbausteinen gesichert. Aus praktikablen Gründen kann das Deckwerk bis zur Böschungsschulter (NHN + 1,50 m) ausgeführt werden.

Entlang des Kanals werden wie im Bestand Betriebswege angelegt. Die Trasse orientiert sich weitgehend an der bestehenden Wegführung. Überwiegend werden die Betriebswege auf einer 5 m breiten Berme in Höhe von NHN + 1,50 m angelegt. Die Betriebswege bestehen aus zwei Betonfahrstreifen, die in Kurven-

bereichen mit Radien ≤ 100 m zu einer durchgängigen Fahrbahnplatte ergänzt werden.

Die Einbindung des Kanalquerschnitts oberhalb des Betriebsweges und oberhalb von Stützmauern in das vorhandene Geländeprofil erfolgt in der Regel mit einer Böschungsneigung von 1:1,6 bis 1:1,8. In Abhängigkeit von den Baugrundverhältnissen variieren die Böschungsneigungen. Der Übergang von der Böschung zum vorhandenen Gelände wird an der oberen Böschungskante ausgerundet. Hierzu wird eine beim Bau von Böschungen übliche quadratische Parabel mit einer Tangentenlänge von 3 m verwendet.

Die Ufersicherungswände werden mit Steigleitern im Abstand von 50 m, mit vertikalen Gleitleisten und mit horizontalen Haltestangen ausgerüstet. Festmacheeinrichtungen (z.B. für den Inspektionsfall) sind bisher nicht vorgesehen und können im Rahmen der weiteren Planung ergänzt werden.

Der Kopfbalken der Bohrpfahlwände erhält in den Abschnitten mit Betriebsweg einen Schrammbord. Dieser nimmt den Fußweg auf, der damit sicher von der Fahrspur getrennt geführt wird. Die Ufersicherungswände erhalten als Absturzsicherung 1,20 m hohe Füllstabgeländer. Die Stützmauern werden gleichfalls mit Absturzsicherungen versehen.

Für Leitungsverlegungen werden im Regelfall zwischen den Spurplatten des Betriebsweges Kabelschutzrohre und Kabelziehschächte vorgesehen. Im Bereich der betonierten Fahrbahnplatte der Ufersicherungsmauern werden die Schutzrohre in die Fahrbahnplatte eingebaut.

An den Ufersicherungsmauern sind 50 cm über Bezugswasserspiegel im Abstand von ca. 10 m Entlastungsöffnungen (Filterpatronen) vorgesehen. Diese werden nachträglich in die unbewehrten Primärfähle eingebohrt.

Die landseitigen Böschungen erhalten im Regelfall am Böschungsfuß ein Dränagesystem (Kiesfilter mit Dränrohr). Die Längsdränage wird über Anschlussleitungen mind. 50 cm oberhalb

des Bezugswasserstandes in den Kanal geführt. Zur Sicherheit können Böschungen bei vermehrtem Wasseraustritt, wie stellenweise am rechten Ufer beobachtet, mit vertikalen Drainageschlitzern versehen werden, über die das anfallende Wasser zum Böschungsfuß abgeleitet und über die Sammelleitungen in den Kanal eingeleitet wird.

Beim Übergang auf den Betriebshafen bei Kkm 93,1 werden die Unterwasserböschungen so angepasst, dass die dort vorhandenen relativ steil und befestigt ausgeführten Hafengebänge weiterhin standsicher bleiben.

Im Rahmen der landseitigen Geländeanpassungen sind ferner folgende Leistungen auszuführen:

- Wiederherstellen der Fahrrampe am linken Ufer in bituminöser Bauweise und Ausrüstung mit einer passiven Sicherungseinrichtung (Leitplanke kanalseitig angeordnet),
- Erneuerung des nördlichen Betriebsweges (oberer Betriebsweg zur Brückeninspektion) in bituminöser Ausführung und Schutz dort vorhandener Grundwassermessstellen,
- Wiederherstellen der Treppenanlage bzw. des befestigten Fußweges unter der neu errichteten Levensauer Hochbrücke,
- Neutrassierung des oberen Betriebsweges am südlichen Brückenwiderlager, Geländeabfangung zu privaten Grundstücken zwischen Widerlager und Anbindung an Verlängerung Hohenbargsredder bzw. Verbindung zur Anliegerstraße Fehmarnwinkel .

Der eigentliche Kanalausbau setzt die Fertigstellung der Ufersicherungswände im Bereich der neu zu bauenden Brücke voraus. Der Rückbau der Notfundamentreste kann, sofern keine standsicherheitstechnischen Bedenken für die Bauausführung der Großbohrarbeiten bestehen, im Vorfeld erfolgen. Der Rückbau der bestehenden Ufermauern ist jedoch erst möglich nach Herstellen und baulicher Sicherung der Bohrpfahlwände in diesem Bereich.

Der Rückbau der Notfundamentreste und der Ufermauern erfolgt unter Wasser mit Tauchereinsatz im Schutz von Sicherungsspundwänden und Dalben. Die Reste der Pfahlköpfe sind freizulegen und zu ziehen. Zwischenzeitliche Wiederanschüttungen

der Unterwasserböschungen an die bestehenden Uferwände können für die Durchführung der Großbohrungen aus statischen Gründen erforderlich sein.

Aufgestellt:

Kiel, den 12.09.2013

Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau

.....

Funktion

.....

Funktion

Gefertigt / Bearbeitet:

Weimar, den 12.09.2013

Ingenieurgesellschaft „HPI / C&E“

Roos

Dipl.-Ing.

Schneider

Dipl.-Ing.

Geprüft: Text- und Planunterlagen

Kiel, den

Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau

Name

Funktion

Name

Funktion

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Pläne
Anlage 2	Standsicherheitsberechnungen
Anlage 3	Bewertungstabellen Variantenuntersuchung
Anlage 4	Kostenschätzung Kanalausbau
Anlage 5	Kostenschätzung Rückbau Notfundamentreste
Anlage 6	Bauabläufe

Anlagen

Anlage 1

Pläne

Zeichnung Nr.	Einzelheit	Maßstab
101	Übersichtskarte	1:25.000
102	Lageplan IST-Zustand	1:2.000
103	Lageplan Soll-Zustand, Variante 1c und Alternativen 1a - 1c	1:2.000
120	Lageplan Soll-Zustand, Variante 1c, Massenkonzzept	1:2.000
130	Lageplan Soll-Zustand, Variante 1c, temporäre Bauflächen und -straßen	1:2.000
150	Koordinierter Leitungplan – Bestand	1:1.000
151	Koordinierter Leitungplan – Umverlegungen Soll - Zustand Variante 1c	1:1.000
201	Querschnitte Kkm 93,200; 93,235; 93,250; Ausbau Variante 1c	1:500
202	Querschnitte Kkm 93,305; 93,350; Ausbau Variante 1c	1:500
203	Querschnitte Kkm 93,400; 93,477 Ausbau Variante 1c	1:500
204	Querschnitte Kkm 93,600; 93,670 Ausbau Variante 1c	1:500
205	Querschnitte Kkm 93,800; 94,000; 94,200 Ausbau Variante 1c	1:500
301	Levensauer Hochbrücke 1, Rückbau Notfundamentreste Lageplan Varianten Rückbau	1:500
310	Levensauer Hochbrücke 1, Rückbau Notfundamentreste und Rückbau der Ufermauer/ Schwergewichtsmauer Querschnitte Varianten - Kkm 93,477	1:500
330	Ufersicherungsbauten Abwicklungen Uferwände	1:1.000
350	Gesamtanlage Regeldetails Ufersicherung	1:100
351	Ufersicherungsbauten Regeldetails Ausrüstung Uferwand	1:50

Anlage 2

Stand sicherheitsberechnungen

Anlage 3

Bewertungstabellen Variantenuntersuchung

Anlage 6

Bauabläufe