

12.12.2024

Erweiterung und Instandsetzung Hochwasserrückhaltebecken Straußfurt

Teil B:
Abschlussbauwerk (TO11)
Unterlage 2 – Variantenuntersuchung der Vorplanung

Entwurfs- und Genehmigungsplanung



Blick vom Tosbecken auf das Abschlussbauwerk

Ingenieurgemeinschaft HRB Straußfurt
c/o Tractebel Hydroprojekt GmbH
Rießnerstraße 18
99427 Weimar

TRACTEBEL


 **INROS LACKNER**

Ingenieurgemeinschaft HRB Straußfurt

c/o Tractebel Hydroprojekt GmbH
Rießnerstraße 18 | 99427 Weimar
Tel: +49 3643 746-400 | Fax: +49 3643 746-405
hydroprojekt-DE@tractebel.engie.com
www.hydroprojekt.de

Unterschriftenblatt

Projekt **Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt**
Teil B:
Abschlussbauwerk (TO11)
Unterlage 2 – Variantenuntersuchung der Vorplanung

Projektnummer 100 3492 (Tractebel Hydroprojekt GmbH)
2022-0617 (Inros Lackner SE)

Auftraggeber **Thüringer Fernwasserversorgung**
Anstalt des öffentlichen Rechts
Haarbergstr. 37
99097 Erfurt

Freigabe:


i. V. Dr. Michael Sabrowski
Leiter Stauanlagenmanagement
Erfurt, den 12.12.2024


i. V. Detlef Hogg
Projektingenieur

Auftragnehmer **Ingenieurgemeinschaft HRB Straußfurt**
c/o Tractebel Hydroprojekt GmbH
Rießnerstraße 18
99427 Weimar

Projektleitung Dipl.-Ing. Lars Schaarschmidt

Fachliche Qualitätssicherung Dipl.-Ing. Holger Rosenkranz

Bearbeitung Dipl.-Ing. Stefan Buhr

Dresden, 12.12.2024

Ingenieurgemeinschaft HRB Straußfurt


Lars Schaarschmidt
Projektleiter


Stefan Buhr
stellv. Projektleiter

INHALTSVERZEICHNIS

1	Vorhabenträger	1
2	Planungsgegenstand und Notwendigkeit des Vorhabens	2
3	Bestehende Verhältnisse und Randbedingungen	4
3.1	Lage des Vorhabens	4
3.1.1	Topografische Einordnung	4
3.1.2	Angrenzende Verkehrswege	5
3.2	Allgemeine Angaben zum HRB Straußfurt (Bestand)	5
3.2.1	Aufgabe und Bewirtschaftung	5
3.2.2	Bauzeit	5
3.2.3	Klassifizierung	5
3.2.4	Wasserrecht	5
3.2.5	Technische Daten	6
3.2.6	Eigentums- und Flächenverhältnisse	7
3.3	Lage- und Höhensystem	7
3.4	Vermessung	7
3.5	Geologische und morphologische Verhältnisse	7
3.6	Baugrundverhältnisse/Erkundungsprogramm	9
3.7	Verdachts- und Altlastenflächen	9
3.8	Kampfmittel	9
3.9	Archäologie und Kulturdenkmale	10
3.10	Regionalplanung/Raumordnung	10
3.11	Schutzgebiete und -objekte nach Naturschutzrecht	10
3.12	Überschwemmungsgebiete und Trinkwasserschutzgebiete	11
3.13	Bestehende Leitungen und Infrastruktur im Vorhabenumfeld	11
3.14	Parallel laufende Planungen	13
4	Bemessungsgrößen zum HRB	14
4.1	Hydrologische Bemessungsgrößen	14
4.2	Stauziele und Rückhalteräume	14
5	Teilobjekt 11 – Abschlussbauwerk	15
5.1	Allgemeine Angaben Bestand	15

5.1.1	Abschlussbauwerk	15
5.1.1.1	Technische Angaben	15
5.1.1.2	Baulicher Zustand	17
5.1.1.3	Hydraulische Leistungsfähigkeit	17
5.1.2	Gewässer	17
5.1.2.1	Einlaufbereich	17
5.1.2.2	Auslaufbereich	18
5.1.3	Bediengebäude	19
5.2	Zielstellung und Randbedingungen	20
5.2.1	Allgemeine Zielstellungen	20
5.2.2	Hydraulische Zielstellung	20
5.2.3	Betriebliche Randbedingungen	20
5.2.3.1	Teildauerstau	20
5.2.3.2	Bauzeitliches Hochwasser	20
5.2.3.3	Steuerung	21
5.2.3.4	Treibgut	21
5.2.3.5	Wasserkraft	21
5.2.3.6	Ökologische Durchgängigkeit	22
5.2.4	Konstruktive Randbedingungen	22
5.3	Örtliche Verhältnisse am Teilobjekt	22
5.3.1	Topografie und bestehende Nutzungen	22
5.3.2	Baugrund	23
5.3.2.1	Durchgeführte Baugrunduntersuchungen	23
5.3.2.2	Untergrundaufbau	23
5.3.2.3	Grundwasser	24
5.3.2.4	Gründungshinweise	24
5.3.2.5	Altlasten	24
5.3.2.6	Verwertung/ Entsorgung	24
5.3.3	Schutzgebietskulisse	24
5.4	Voruntersuchungen	25
5.4.1	Sicherheitsbericht Hochwasserrückhaltebecken Straußfurt, 2021	25
5.4.2	Machbarkeitsstudie zum Ersatzneubau Abschlussbauwerk, 2021	25
5.5	Art und Umfang des geplanten Vorhabens	26
5.6	Ergebnisse hydraulische Vorbemessung	27
5.7	Variantenuntersuchung	28
5.7.1	Massive Teilbauwerke	28
5.7.1.1	Wehr	28
5.7.1.2	Flügel	28
5.7.1.3	Tosbecken	30

5.7.1.4	Wehrwangen am Tosbecken	30
5.7.1.5	Wehrbrücke	30
5.7.2	Stahlwasserbau	32
5.7.2.1	Bediensteg	32
5.7.2.2	Revisionsverschlüsse	32
5.7.2.3	Verschlussorgane	33
5.7.2.4	Hubmittel	34
5.7.2.5	Antriebe	34
5.7.2.6	Korrosionsschutz	35
5.7.2.7	Dichtungssystem	35
5.7.2.8	Begleitheizung	35
5.7.3	Kolkschutz	35
5.7.3.1	Allgemeines	35
5.7.3.2	Variantenbeschreibung Deckschicht aus Steinschüttung	36
5.7.3.3	Variantenbeschreibung Deckschicht aus Steinsatz	37
5.7.3.4	Variantenbeschreibung Deckschicht aus teilvergossenen Wasserbausteinen	37
5.7.3.5	Variantendiskussion Kolkschutz	37
5.7.3.6	Gewässerzugangsrampen	40
5.7.4	Treibgutabwehr	40
5.7.5	Ausstattung	41
5.7.5.1	Zugangstreppen	41
5.7.5.2	Bediengebäude	41
5.7.5.3	Technische Ausrüstung (MSR/ EMSR)	42
5.7.5.4	Gewässereinbindung	42
5.7.5.5	Einfriedungen	42
5.7.5.6	Pegelmessungen	42
5.7.5.7	Sonstiges	42
5.7.6	Baugrube	42
5.8	Erforderliche Vorarbeiten	44
5.8.1	Baufeldfreimachung	44
5.8.2	Abbrucharbeiten	44
5.9	Vorzugsvarianten	45
5.10	Umgang mit betroffener Infrastruktur und Schutzgütern	45
5.11	Baudurchführung und technologische Angaben	46
5.11.1	Bauablauf	46
5.11.2	Angaben zur Betontechnologie	47
5.11.3	Erschließung, Baustelleneinrichtung	47
5.12	Kostenschätzung	47

5.12.1	Grundlagen	47
5.12.2	Variantenbezogene Baukosten	48
5.12.2.1	Flügel	48
5.12.2.2	Kolkschutz	48
5.12.3	Baukosten Vorzugsvariante	49
5.13	Rechtsverhältnisse	49
5.14	Naturschutzfachliche Einschätzung	49
6	Zusammenfassung und Ausblick	50
6.1	Weiterer Untersuchungsbedarf	50
6.1.1	Modellierung	50
6.1.2	Abstimmungen mit Behörden und Dritten	50

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Übersicht Teilobjekte des Vorhabens (grün bereits in Ausführung/abgeschlossen)	3
Abbildung 2:	Lage des Vorhabens	4
Abbildung 3:	regionalgeologische Übersicht [43]	8
Abbildung 4:	Schutzgebiete im Umkreis des Vorhabens [69][70]	11
Abbildung 5:	Abschlussbauwerk, Querschnitt [45]	16
Abbildung 6:	Abschlussbauwerk, Längsschnitt [45]	16
Abbildung 7:	Einlaufbereich TO11 - ABW	18
Abbildung 8:	Auslaufbereich TO11 - ABW	19
Abbildung 9:	Bediengebäude TO11-ABW (links) und Lagerort für Dammtafeln und Rechen (rechts)	19
Abbildung 10:	Wehrbrücke Regelquerschnitt 1	31
Abbildung 11:	Wehrbrücke Regelquerschnitt 2	32
Abbildung 12:	Varianten der Revisionsverschlüsse: Gleitdammtafeln (links) und Dammbalken (rechts)	33

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 3-1:	Pegeldaten Hauptzahlen Durchfluss [66]	6
Tabelle 3-2:	bestehende Leitungen Vorhaben Umfeld	12
Tabelle 4-1:	Hydrologische Bemessungsgrößen [54][55][56]	14
Tabelle 4-2:	Hochwasserzuflüsse T = 2, 5, 10, 20, 50, 100 a [55]	14
Tabelle 5-1:	bestehende Leitungen Bereich TO11	23
Tabelle 5-2:	Variantenvergleich Flügel	29

Tabelle 5-3:	Variantenuntersuchung der Hubmittel	34
Tabelle 5-4:	Variantenvergleich Kolkenschutz	39
Tabelle 5-5:	Variantenvergleich Hochwasserschutz	44
Tabelle 5-6:	Zusammenfassung Vorzugsvarianten	45
Tabelle 5-7:	Umgang mit betroffener Infrastruktur und Schützgütern	46
Tabelle 5-8:	Baukosten Vorzugsvariante	49
Tabelle 6-1:	Abstimmungen	51

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1	Festlegungen wasserwirtschaftliche Bemessung
Anlage 2	Fotodokumentation
Anlage 3	Auskünfte Leitungsbestand
Anlage 4	Eigentumsverhältnisse Stauraum
Anlage 5	Vorbemessungen
Anlage 6	Lastenheft
Anlage 7	Kostenschätzung

5.7 Variantenuntersuchung

5.7.1 Massive Teilbauwerke

5.7.1.1 Wehr

Bei dem Teilbauwerk handelt es sich um eine 4-feldrige Wehranlage mit einer lichten Wehrfeldbreite von jeweils 4,00 m. Die Wehrpfeiler und Wehrwangen sind senkrecht zur Achse des Hauptdamms angeordnet.

Die Wehrkonstruktion wird flach gegründet. Sie ist als Rahmentragwerk geplant, d.h. die Wehrwangen und Wehrpfeiler sind monolithisch mit der Bodenplatte verbunden. Die Wangen der Wehranlage und die Pfeiler dienen als Auflager für die Wehrbrücke. Der Brückenüberbau wird ebenfalls monolithisch angeschlossen.

Die Wangenbreite beträgt 1,00 m und die Pfeilerbreite 1,50 m. Wangen und Pfeiler sind oberwasserseitig abgerundet um einen widerstandsfähigen Wasserzufluss zu gewährleisten. Unterwasserseitig wird auf eine Abrundung der Pfeiler verzichtet.

Die Gründungsebene befindet sich auf 139,40 m NHN (2016). Die OK Bodenplatte befindet sich im Bereich der Wehrschwelle bei 142,40 m NHN (2016) und fällt auf 140,40 m NHN (2016) Richtung Tosbecken ab. Um im Bereich der Wehrschwelle eine massive hoch bewehrte Bodenplatte mit einer Höhe von 3,0 m zu vermeiden, wird für die Herstellung der Bodenplatte in diesem Bereich zunächst eine Magerbetonschicht aufgebracht. Auf dieser wird anschließend die 1,0 m hohe Bodenplatte hergestellt.

Aufgrund der Herstellung der Gesamtanlage in 2 Bauabschnitten ist am Übergang vom 1. BA (Nord) zum 2. BA (Süd) eine Arbeitsfuge in der Bodenplatte angeordnet.

Das Wehrbauwerk ist durch Raumfugen von den angrenzenden Flügelwänden und dem Tosbecken getrennt.

Um ein Unterströmen zu verhindern, wird oberwasserseitig eine Sickerwegverlängerung angeordnet.

Ein ausreichender Schutz des Betons vor chemischen und physikalischen Angriffen wird durch die Wahl einer entsprechenden Mindestbetonfestigkeitsklasse gewährleistet. Der Beton des Wehrs wird nach statischen Anforderungen bewehrt. Der Korrosionsschutz des Betonstahls ist durch die Wahl einer ausreichenden Betondeckung sicherzustellen.

Es wird vorgeschlagen, die sichtbaren Betonflächen mit Hilfe vertikal ausgerichteter Brettschalung in der Sichtbetonklasse 2 herzustellen.

Der in das Wehr integrierte Stahlwasserbau (Verschlüsse, Revision) wird gesondert im Kapitel 5.7.2 beschrieben.

5.7.1.2 Flügel

Die massiven Flügelwände schließen nördlich und südlich an das Wehr an und binden in den Hauptdamm ein. Die Flügelwände werden vom Wehr durch eine Raumfuge getrennt.

Im Zuge der Vorplanung wurden drei Konstruktionsvarianten (Schwergewichtswand, Fangedamm und ausgesteifte Winkelstützwand) untersucht. Alle drei Varianten werden massiv aus Beton gefertigt. Ein ausreichender Schutz des Betons vor chemischen und physikalischen Angriffen wird durch die Wahl einer entsprechenden Mindestbetonfestigkeitsklasse gewährleistet. Der Beton der Flügelwände wird nach statischen Anforderungen (bei Variante Schwergewichtswand wird nur Zwang aus abfließender Hydratationswärme maßgebend) bewehrt. Der Korrosionsschutz des Betonstahls ist durch die Wahl einer ausreichenden Betondeckung sicherzustellen.

Es wird vorgeschlagen die sichtbaren Flächen der Flügel mit Hilfe vertikal ausgerichteter Brettschalung in der Sichtbetonklasse 2 herzustellen.

Die Flügelwände werden flach gegründet. Die Gründungsebene befindet sich wie beim Wehrbauwerk auf 139,40 m NHN (2016). An den dem Wehr abgewandten Ende der Flügelwände wird an der Einbindung in den Hauptdamm eine Sickerwegverlängerung angeordnet.

Für alle Varianten konnte im Zuge der Vorplanung die äußere Standsicherheit für die ca. 13,70 m hohen Konstruktionen ohne Einschränkungen nachgewiesen werden.

Variante 1 beschreibt eine Schwergewichtswand. Diese hat eine Fußbreite von 9,00 m und verjüngt sich stetig auf 7,10 m am Wandkopf. Vor dem Hintergrund aktueller Regelwerke wird eine unbewehrte Ausführung des massiven Baukörpers als nicht möglich erachtet. Aufgrund der erforderlichen Mindestbetonfestigkeiten wird eine Mindestbewehrung zur Aufnahme der Zwangsspannungen infolge des Abfließens der Hydratationswärme beim Erhärten des Betons erforderlich.

Variante 2 beschreibt einen Kastenfangedamm. Dessen Sohlplatte ist 9,00 m breit und 1,50 m hoch. An der Sohlplatte sind zwei aufgehende Wände in einem Abstand von 5,10 m mit jeweils 1,0 m Breite monolithisch angeschlossen. Die oberwasserseitige Wand beschreibt die Stauwand. Die ober- und unterwasserseitigen Wände bilden mit der Sohle einen Trog. Dieser wird vollständig mit Erdbaustoff gefüllt. Dabei wird der untere Teil mit schwer durchlässigem Material verfüllt um einen Aufstau von Sickerwasser zu vermeiden. Darüber befinden sich Entwässerungsöffnungen, welche die oberhalb GOK liegende Hinterfüllung nach Unterwasser entwässert. Auf Grund der Wandhöhe sind Querwandscheiben zur Aussteifung und Sicherung der inneren Standsicherheit erforderlich.

Variante 3 beschreibt eine Winkelstützwand. Die Sohlplatte ist 9,00 m breit und 1,50 m hoch. Die oberwasserseitig angeordnete Stauwand ist 1,0 m breit und monolithisch an die Sohlplatte angeschlossen. Die Stauwand muss aus statischen Gründen in Querrichtung ausgesteift werden. Der Abstand der Quersteifen beträgt ca. 6,00 m.

In Tabelle 5-2 sind die Varianten vergleichend gegenübergestellt. Die Bewertung der Varianten erfolgt mittels Vergabe von Punkten, welche wie folgt beschrieben vergeben werden:

Bewertung	Punkteanzahl
günstig/ gut	3
befriedigend	2
ausreichend	1
sehr ungünstig/ schlecht	0

Tabelle 5-2: Variantenvergleich Flügel

Variante	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Bauweise	Schwergewichtswand	Fangedamm	ausgesteifte Winkelstützwand
Kriterium	Punkte	Punkte	Punkte
Prüfbarkeit Stauwand			
Zugänglichkeit Oberwasser	3	3	3
...Zugänglichkeit Unterwasser	3	1	1
Instandsetzungsaufwand	3	1	2
Bauausführung			
Verfüllen / Erdbau Damm	3	1	2
Betontechnologie	1	2	3
Bauzeit	2	1	3
Nachhaltigkeit	1	2	3
Wirtschaftlichkeit			
Herstellungskosten	1	2	3
Unterhaltungskosten	1	1	3
Gesamtsumme	18	14	23

Auf Grundlage der Bewertungsmatrix stellt Variante 3 die Vorzugsvariante dar. Variante 2 scheidet insbesondere vor dem Hintergrund der unzugänglichen Kammern, deren fachgerechte Verfüllung bzw. deren Entwässerung hohe Ansprüche an Herstellung bzw. Unterhaltung stellt, aus. Variante 1 scheidet aufgrund der erforderlichen Mengen an Beton aus Gründen der Nachhaltigkeit sowie Wirtschaftlichkeit aus.

5.7.1.3 Tosbecken

Das massive Tosbecken schließt unterwasserseitig an das Wehr an. Wehr und Tosbecken werden durch eine Raumfuge getrennt. Den seitlichen Abschluss des Tosbeckens bilden Wehrwangen. Das Tosbecken und die Wehrwangen sind ebenfalls durch eine Raumfuge getrennt. Im Anschluss an das Tosbecken ist fugenlos die Endschwelle angeordnet. In der Tosbeckensohle sind Entlastungsöffnungen für den Druckausgleich vorgesehen.

Aufgrund der Herstellung der Gesamtanlage in 2 Abschnitten ist im Übergang vom 1. Bauabschnitt (Nord) zum 2. Bauabschnitt (Süd) eine Arbeitsfuge angeordnet.

Die Gründungssohle des Tosbeckens befindet sich auf 139,40 m NHN (2016). Die massive Platte ist 19,70 m breit und 1,00 m hoch. Aufgrund der hydraulischen Anforderungen (vgl. Abschnitt 5.6) zur Energieumwandlung wird das Tosbecken auf einer Länge von ca. 30 m mit einer Eintiefung von 2 m hergestellt. Die Eintiefung auf 140,40 m NHN (2016) erfolgt unmittelbar hinter den Doppelhakenschützen. Die dadurch entstehende Wehrschwelle wird ausgerundet und mit einer Neigung von 1,7:1 hergestellt. Im Rahmen Entwurfsplanung sind diese Abmessungen auf Grundlage einer 3d-hn-Modellierung oder eines physikalischen Modellversuches zu optimieren. Dabei ist der Einfluss von Störkörpern zu überprüfen.

Ein ausreichender Schutz des Betons vor chemischen und physikalischen Angriffen wird durch die Wahl einer entsprechenden Mindestbetonfestigkeitsklasse gewährleistet. Der Beton des Tosbeckens wird nach statischen Anforderungen bewehrt. Der Korrosionsschutz des Betonstahls ist durch die Wahl einer ausreichenden Betondeckung sicherzustellen.

5.7.1.4 Wehrwangen am Tosbecken

Die Wehrwangen bilden den seitlichen Abschluss des Tosbeckens. Tosbecken und Wehrwangen sind durch eine Raumfuge voneinander getrennt. Die Wehrwangen sind flach gegründet. Sie werden als Winkelstützwand ausgebildet.

Die UK Gründungssohle liegt bei 139,40 m NHN (2016). Die Breite der 1,0 m hohen Sohlplatte wird nach statischen Erfordernissen im Zuge der Entwurfsplanung bestimmt. Die Breite der luftseitigen Spornen beträgt 0,40 m. Die aufgehende Wand der Wange ist 5,50 m hoch (OK 145,90 m NHN (2016)) und 1,00 m breit.

Den oberen Abschluss bildet ein 1,10 m hohes Holmgeländer.

Ein ausreichender Schutz des Betons vor chemischen und physikalischen Angriffen wird durch die Wahl einer entsprechenden Mindestbetonfestigkeitsklasse gewährleistet. Der Beton des Tosbeckens wird nach statischen Anforderungen bewehrt. Der Korrosionsschutz des Betonstahls ist durch die Wahl einer ausreichenden Betondeckung sicherzustellen.

Es wird vorgeschlagen, die sichtbaren Flächen der Wangen mit Hilfe vertikal ausgerichteter Brettschalung in der Sichtbetonklasse 2 herzustellen.

5.7.1.5 Wehrbrücke

Der auf dem Hauptdamm angeordnete Wartungsweg wird im Bereich des Wehres über die Unstrut überführt. Die Wehrbrücke wird als Vierfeld-Stahlbetonplatte ausgeführt. Die lichte Weite der einzelnen Brückenfelder beträgt 4,00 m.

Der 50 cm hohe Brückenüberbau ist biegesteif mit den Wehrwangen bzw. den Wehrpfeilern verbunden. Die Anordnung von Lagern, die lediglich eine Nutzungsdauer von 25 Jahren besitzen und sehr wartungsintensiv sind, entfällt somit.

Der Überbau erhält einen Brückenbelag aus 4 cm Deckschicht, 3,5 cm Schutzschicht, Bitumen-Schweißbahn und Versiegelung.

An den seitlichen Überbaurändern werden auf der Dichtung aufliegende Randkappen mit 20 cm hohen Schrammborden zum Schutz des Fahrzeugverkehrs angeordnet. Auf den Kappen befindet sich

auf der Westseite ein Füllstabgeländer zum Schutz des Fußgängerverkehrs mit einer Höhe von 1,10 m. Auf der Ostseite schließt der Bediensteg für den Stahlwasserbau an.

Um einen LKW mit Ladekran auf den Brückenkappen abprätzen zu können, beträgt die Fahrbahnbreite 5,00 m.

Ein ausreichender Schutz des Betons vor chemischen und physikalischen Angriffen wird durch die Wahl einer entsprechenden Mindestbetonfestigkeitsklasse gewährleistet. Der Beton des Tosbeckens wird nach statischen Anforderungen bewehrt. Der Korrosionsschutz des Betonstahls ist durch die Wahl einer ausreichenden Betondeckung sicherzustellen.

Es wird vorgeschlagen, die sichtbaren Flächen des Überbaus mit Hilfe horizontal ausgerichteter Brett-schalung in der Sichtbetonklasse 2 herzustellen. Die Gesimsflächen der Kappen sind mit glatter saugender Schalung herzustellen. Auf der Kappenoberfläche ist ein Besenstrich quer zur Laufrichtung anzuordnen.

Für die Ausbildung der Wehrbrücken kommen bzgl. der oberwasserseitigen Notverschlüsse zwei Varianten in Betracht.

Die Variante 1 sieht die Anordnung der Notverschlüsse in den Land- und Strömungspfeilern vor. Die darüber liegende Brücke muss dafür nach Unterwasser verschoben werden, wodurch das Wehrbauwerk länger wird.

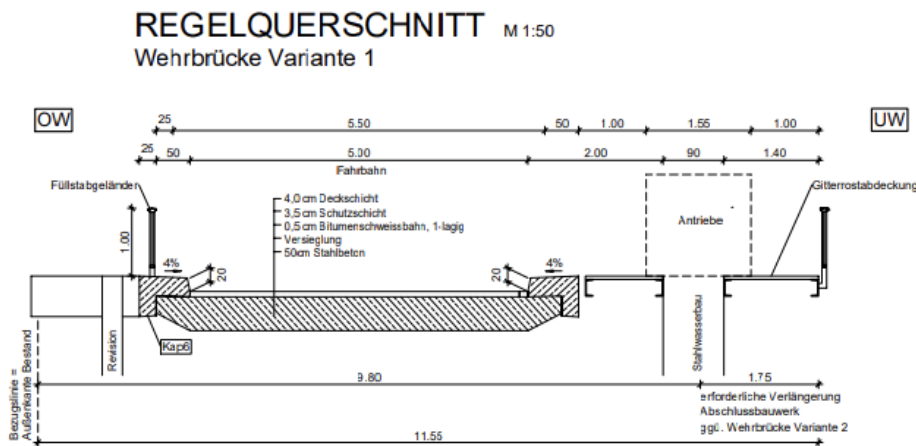


Abbildung 10: Wehrbrücke Regelquerschnitt 1

Die Variante 2 sieht die Anordnung der Revisionsverschlüsse im Bereich des Brückenüberbaus vor. In der Überbauplate werden dazu Aussparungen angeordnet, wodurch im Bedarfsfall die Revisionsverschlüsse gesetzt werden können. Die Öffnungen sind tagwasserdicht zu verschließen. Die Abdeckung muss für Fahrzeugverkehr befahrbar sein.

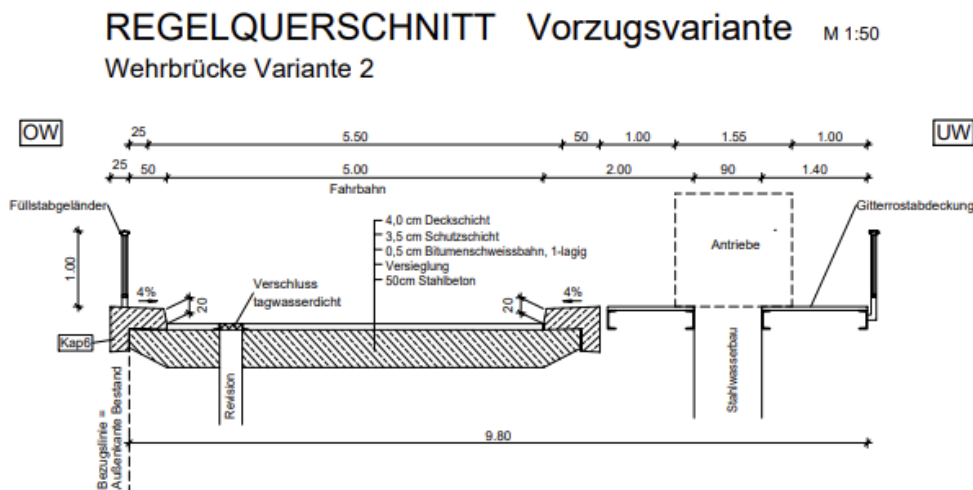


Abbildung 11: Wehrbrücke Regelquerschnitt 2

Variante 2 stellt die Vorzugsvariante dar, da auf eine Verlängerung des Bauwerks, welche deutlich höhere Baukosten zur Folge hat, verzichtet werden kann.

5.7.2 Stahlwasserbau

5.7.2.1 Bediensteg

Die Bedienung der Wehranlage erfolgt von Bedienstegen aus. Die Wehranlage wird mit zwei Bedienstegen ausgerüstet. Der obere Bediensteg dient für Wartungs- und Instandhaltungszwecken für den Maschinenrahmen und der darauf applizierten Antriebstechnik. Der untere Bediensteg dient dem Ein- und Ausbau der Revisionsverschlüsse im Unterwasser.

Beide Bedienstege setzen sich aus zwei parallelen Profilstählen (U- oder TT-Profile) zusammen, auf denen rutschfeste Gitterrostebenen angeordnet werden. Die Gitterrostebenen werden aus GFK-Gitterrosten gebildet. GFK-Gitterroste sind korrosionsbeständig und eine langlebige Alternative zu z.B. Stahlrosten.

5.7.2.2 Revisionsverschlüsse

Ist die lichte Weite des Wehrfeldes nicht zu groß, so dass man mit einer Tafel zur Sperrung des Durchflusses auskommt, ist wegen Verringerung der Undichtigkeit die einteilige einer mehrteiligen Lösung vorzuziehen. Es werden in diesen Fall Gleitdammtafeln gewählt. Sie können im stehenden Wasser abgesenkt und gehoben werden.

Eine alternative Lösung besteht darin, Träger in der Nische abzulassen und diese übereinanderzulegen. Es lassen sich mehrere Profile zu einer Einheit zusammenfassen, dabei werden die Träger an den Flanschen zusammengeschraubt. Gleitkufen sichern in den Nischen die Führung.

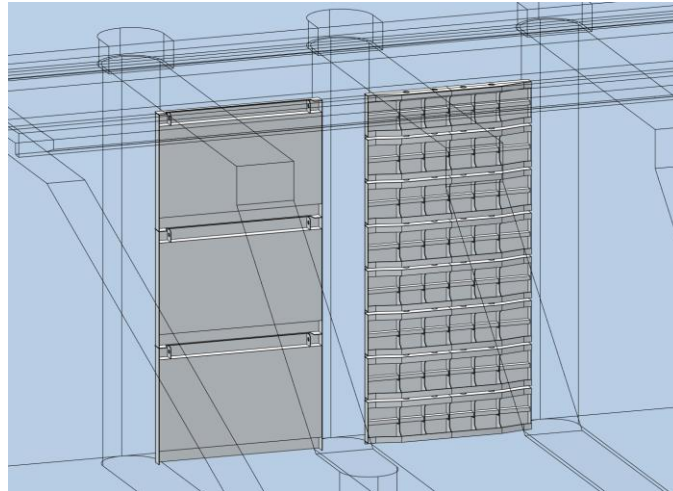


Abbildung 12: Varianten der Revisionsverschlüsse: Gleitdammtafeln (links) und Dammbalken (rechts)

Für die Revisionsverschlüsse werden aufgrund der Verringerungen der Undichtigkeiten und des schnellen Ein- und Ausbaus Gleitdammtafeln gewählt. Während der Lagerung ist darauf zu achten, dass sich die Gleitdammtafeln nicht auf die Aufsatzdichtungen absetzen und diese dadurch schädigen.

Die Lagerung erfolgt analog der Bestandssituation neben dem neuen Bediengebäude.

5.7.2.3 Verschlussorgane

Als Verschlussorgan wird ein Hakendoppelschütz gewählt. Es stellt einen zweiteiligen Verschluss dar, der aus dem Ober- und dem Unterschütz besteht. Das Oberschütz bildet die Form eines Hakens mit Überströmung. Es stützt sich mit Rollen gegen das Unterschütz. Das Unterschütz ist ein Rollschütz mit gerader Stauwand.

Um eine möglichst glatte Fläche (→ Dichtung) zu erzielen, wird die Stauwand durch horizontal durchlaufende Rippen versteift. Diese geben ihrerseits die Kräfte auf Querträger ab. Die Rippen sind mit Aussparungen versehen, so dass trotz Beschränkung der Schweißverbindung auf ein Minimum (mit Rücksicht auf die Verformungen) eine einwandfreie Konservierung möglich ist.

Bei großem Eisstau und Hochwasser, bei dem auch das Unterschütz angehoben ist, wird die Konstruktion zusätzlich stark durch Eisstoß belastet. Deshalb werden die oberwasserseitig vorspringenden Konstruktionsteile des Oberschützes durch eine sogenannte Eiswand (Blechwand) gegen Eisstoß geschützt. Mit dem weiteren Vorteil, hierdurch eine Versteifung des Oberschützes zu erreichen, ist allerdings der Nachteil verbunden, dass bei Unterströmung des komplett ineinander gefahrenen Schützenpakets noch zusätzliche Strömungskräfte auf das Oberschütz einwirken. Durch die konstruktive Anordnung einer geschlossenen Schwimmkammer im Oberschütz, werden diese Nachteile verringert. Durch die Anordnung einer Eiswand wird das Oberschütz gleichzeitig steifer und schwerer, sodass dadurch auftretenden Schwingungen des Oberschützes entgegengewirkt wird.

Durch die Anordnung von Gegen- und Seitenführungsrollen wird das Oberschütz zwängungsfrei geführt und stützt sich mit den in der Ebene seines Hauptträgers gelegenen Hauptlaufrollen gegen die Nischen ab. Seine Lage in Bezug auf das Unterschütz wird bestimmt durch die in regelmäßigen Abständen über die ganze Länge des Verschlusses angeordneten Laufrollen, die auf den Querträgern des Unterschützes angeordneten Schienen aufsitzen und gegen Abheben gesichert sind.

Für eine definierte Absenkbarekeit werden Druckstempel an Unter- und Oberschütz angeordnet. Um ein unbeabsichtigtes Auseinanderfahren beider Schütztafeln zu verhindern, werden an der OK Unterschütz und UK Oberschütz Knaggen angeordnet. Im Revisionsfall (z.B. Austausch des Oberschützes) müssen diese Knaggen im Vorfeld entfernt werden.

5.7.2.4 Hubmittel

Nachfolgend werden die Vor- und Nachteile von in Frage kommenden Hubmittel von elektromechanischen Antrieben beschrieben.

Tabelle 5-3: Variantenuntersuchung der Hubmittel

Antrieb	Variante 1 Spindel	Variante 2 Triebstock	Variante 3 Zugglied
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ selbsthemmend (bei üblichen Steigungen) ⊕ leicht einzuhausen und damit unfallsicherer als Triebstöcke ⊕ erreichbare Genauigkeit ermöglicht hohe Regelgüte (hier nicht erforderlich) 	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ hohe Wirkungsgrade ⊕ nach einem Ausknicken leicht auszurichten ⊕ unempfindlich gegen Fettmangel (gegen Umweltverschmutzung ist vorzusehen) ⊕ geeignet für weniger genaue Einstellungen ⊕ unempfindlich gegen mitgeführte Verunreinigung ⊕ Paarung Ritzel/Triebstock gilt als robust 	<p>Aufgrund der fehlenden Möglichkeit kleinere Störungen (z.B. Verklemmungen durch Treibgut oder Eis) durch Druckausübung zu beheben, werden Zuglieder als Antrieb für die vorliegenden Anwendungsfälle grundsätzlich als ungeeignet erachtet und ausgeschlossen.</p>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ⊖ niedrige Wirkungsgrade eingängiger Spindeln ⊖ nach Ausknicken nicht korrigierbar ⊖ Schutzmaßnahmen gegen Flugsand, Wasser und Schwemmgut erforderlich, Sauberkeit ist Voraussetzung ⊖ empfindlich gegen Fettmangel ⊖ kardanische Ausführung zur Verhinderung von Zwängungen ist aufwendig 	<ul style="list-style-type: none"> ⊖ nicht selbsthemmend, die fehlende Hemmung kann aber mit anderen Mitteln erreicht werden, z.B. über die Antriebe ⊖ aufwendiger einzuhausen ⊖ Unfallschutz meistens hinreichend ⊖ Führungsplatte oder Schnallenplatte, Schnalle und Gegenrolle bei Verzahnung mit viel Lose sind hinreichend 	

Für die Hubmittel der Schütztafeln werden Triebstöcke gewählt. Dieses Hubmittel hat sich bereits bei der Bestandskonstruktion bewährt.

5.7.2.5 Antriebe

Für die Hakendoppelschütze werden getrennte Antriebe für das Ober- und Unterschütz gewählt. Alle Betriebserfordernisse, wie z.B. Absenken des Oberschützes und gleichzeitiges Heben des Unterschützes, können dann erfüllt werden.

Elektromechanischer Antrieb

Ein mechanischer Antrieb wird aus den Haupttriebwerkselementen, wie Übersetzungsgetriebe, Wellen, Lager gebildet, die den Antriebsmotor (Elektromotor), mit dem Ritzel verbinden. Alle Elemente werden auf einem gemeinsamen Rahmen gelagert und so einander zugeordnet, dass sie gut wartbar sind.

Ölhydraulischer Antrieb

Bei einem ölhydraulischen Antrieb erfolgt die Verschlussbewegung durch Arbeitszylinder, die von Öldruckerzeugungsanlagen gespeist werden. Ölhydraulische Antriebe werden aufgrund der hohen Kosten für Wartung, einschließlich des Austauschs des Hydrauliköls, sowie der Umweltbelastung durch das Hydrauliköl bei Undichtigkeiten, für diesen Anwendungsfall als ungeeignet erachtet und ausgeschlossen.

5.7.2.6 Korrosionsschutz

Die Korrosionsschutzsysteme werden nach [11] gewählt. Für die weitere Planung und Ausführung ist die BAW-Liste der zugelassenen Systeme I [22] zu beachten und einzuhalten.

5.7.2.7 Dichtungssystem

Die Stauhaut des Oberschütz liegt auf der Unterwasserseite, die Stauhaut des Unterschütz liegt auf der Oberwasserseite. Um eine funktionierende Abdichtung zu erhalten, wird an der Unter- bzw. Oberwasserseite im Bereich der Wandnischen eine Gummidichtung angeordnet. Die Dichtheit ist, infolge der Vorspannung, bereits ohne Wasserdruck gegeben.

Der Kopfpunkt des Unterschützes wird ebenfalls mit einer Dichtung versehen. Wenn der Wasserdruck steigt, drückt sich die Dichtungslinie des Oberschütz an diese Dichtung.

Die untere horizontale Abdichtung des Unterschützes wird durch eine Aufsatzdichtung realisiert. Die Aufsatzdichtung wird durch die Eigenlast des Unterschützes an das Bodenprofil gedrückt.

5.7.2.8 Begleitheizung

An Stauanlagen können Vereisungen an Dichtungen auftreten, was dazu führen kann, dass Verschlüsse festfrieren und ggf nicht bewegt werden können. Aus diesem Grund können Begleitheizungen in vertikalen Nischen eingebaut werden, die ein Festfrieren verhindern sollen.

Aus Erfahrungswerten der TFW sind Begleitheizungen jedoch sehr störanfällig und wartungsintensiv. Darüber hinaus können im Fall des Abschlussbauwerkes am HRB Straußfurt die Lastfälle Eisgang und Hochwasser ausgeschlossen werden. Aus diesen Gründen wird keine Begleitheizung vorgesehen.

5.7.3 Kolkschutz

5.7.3.1 Allgemeines

Zur Verhinderung von Erosionserscheinungen im Anschluss an das Massivbauwerk wird oberhalb und unterhalb im Gewässer jeweils ein Kolkschutz vorgesehen.

Oberhalb des Staubauwerkes wird zwischen natürlicher Gewässersohle und Bauwerk (Fluss-km 104+705 bis 104+715) für den Vorboden eine 10 m breite Sicherung aus Wasserbausteinen hergestellt. Es findet die gleiche Bauweise wie beim Kolkschutz im Anschluss an das Tosbecken Anwendung. Die vorhandene Böschungssicherung (siehe Kapitel 5.1.2.1) wird zwischen Fluss-km 104+705 bis 104+740 zurückgebaut und ebenfalls durch eine Sicherung aus Wasserbausteinen in gleicher Bauweise ersetzt. Bei Fluss-km 104+740 schließt die Böschungssicherung an die Bestandsböschung an.

Unterhalb des Tosbeckens wird der Kolkschutz als Nachbettsicherung eingebaut. Die Länge des Kolkschutzes wird gemäß [23] aus der Breite des Schussstrahles sowie der Länge des Tosbeckens analytisch abgeschätzt.

Für eine erste Abschätzung der Kolkschutzlänge wurden zum einen die Breite der Endschwelle des Tosbeckens und zum anderen die Breite der Gewässersohle im Bereich des geplanten Kolkschutzes

angesetzt. In der weiteren Planung wird von einer Länge von 55 m ausgegangen (Fluss-km 104+605 bis 104+660).

$$L_K = \left(1,05 \cdot \sqrt{\frac{\max Q}{b}} - 1 \right) \cdot L_T$$

mit: $\max Q = 167 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

$$b_T = 20,5 \text{ m}$$

$$L_T = 30 \text{ m}$$

$$L_{K,1} = 59,91 \text{ m} \approx 60 \text{ m}$$

$$\max Q = 167 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$b_S = 26,5 \text{ m}$$

$$L_T = 30 \text{ m}$$

$$L_{K,2} = 49,08 \text{ m} \approx 50 \text{ m}$$

b_T ...Breite des Schussstrahls: Tosbeckenbreite im Bereich der Endschwelle

b_S ...Breite des Schussstrahls: Sohlbreite des Gewässers

L_T ...Tosbeckenlänge

L_K ...Länge des Kolksschutzes

Der Kolksschutz wird anschließend an die vorhandene Sohl- und Böschungssicherung angeschlossen.

Die Böschungen werden ebenfalls in gleicher Bauweise gesichert und mit einer Neigung von 1:2 hergestellt.

Folgende drei mögliche Ausführungsvarianten für Vorboden und Kolksschutz hinter dem Tosbecken sowie Böschungssicherungen sind in den folgenden Kapiteln beschrieben:

- Variante 1: Deckwerk aus Steinschüttung LMB_{60/300} auf Geotextil
- Variante 2: Deckwerk aus Steinsatz LMB_{10/60} auf Bettungsschicht
- Variante 3: durchlässige Deckschicht aus teilvergossenen Wasserbausteinen LMB_{5/40} auf Geotextil

Luftseitig des Hauptdammes wird analog dem Bestand an ca. Fluss-km 104+620 ein Pegelschacht zur Messung der Beckenabgabe errichtet (vgl. Abschnitt 5.7.5.6). Da in diesem Bereich mit der Herstellung des Kolksschutzes keine Änderungen des Abflussprofils erfolgen (siehe Plan TO11-4.1), hat die Art der Sicherung aus jetziger Sicht keine negativen Auswirkungen auf die Vergleichbarkeit der Messergebnisse.

5.7.3.2 Variantenbeschreibung Deckschicht aus Steinschüttung

Für Variante 1 wird eine Herstellung einer Deckschicht aus loser Steinschüttung LMB_{60/300} untersucht. Der Filter besteht aus einem Geotextil, da die Gefahr von Umlagerungen und Ausspülungen geringer ist, als bei einem Kornfilter.

Die erforderliche Deckwerksdicke beträgt ca. 0,80 m.

Die Deckschicht zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- sehr gute Durchlässigkeit
- hohe Flexibilität, große Anpassungsfähigkeit bei Untergrundverformungen
- geringe Lagestabilität
- geringe Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchung
- hohe Unterhaltungskosten durch starken Bewuchs aufgrund Durchlässigkeit

Der Einbau von Filter und Deckschicht unter Wasser ist möglich. Dabei sind die Anforderungen an den Unterwassereinbau des Geotextils gemäß MAG [20] zu beachten.

5.7.3.3 Variantenbeschreibung Deckschicht aus Steinsatz

Eine weitere Bauweise für den Kolkschutz im Anschluss an das Tosbecken ist die Herstellung eines Deckwerks aus Steinsatz LMB_{10/60} auf einer Bettungsschicht. Die Deckwerksdicke beträgt insgesamt ca. 0,60 m und weist folgende Eigenschaften auf:

- gute Durchlässigkeit
- geringe Flexibilität, wenig Anpassungsfähigkeit bei Untergrundverformungen
- große Lagestabilität
- große Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchung

Der Einbau der Bettungsschicht und des Steinsatzes erfolgt im Trockenen. Bauzeitlich ist die Abführung des HQ₁₀₀ zu gewährleisten, d.h. es ist ein Wasserhaltungskonzept zu erstellen.

5.7.3.4 Variantenbeschreibung Deckschicht aus teilvergossenen Wasserbausteinen

Variante 3 sieht den Aufbau einer durchlässigen Deckschicht aus teilvergossenen Wasserbausteinen auf einem geotextilen Filter vor. Für die Steinschüttung wird die Steinklasse LMB_{5/40} nach MAV [21] verwendet. Die erforderliche Deckwerksdicke beträgt etwa 0,40 m.

Die mit Beton teilvergossene Deckschicht zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- mittlere Durchlässigkeit
- geringe Flexibilität, kaum Anpassungsfähigkeit bei Untergrundverformungen
- große Lagestabilität
- große Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchung
- geringe Unterhaltungskosten, da Bewuchs verhindert wird

Der Einbau von Filter und Deckschicht unter Wasser ist möglich. Dabei sind die Anforderungen an den Unterwassereinbau des Geotextils gemäß MAG [20] zu beachten. Die Ausführungen von Vergussarbeiten unter Wasser sind besonders zu überwachen (MAV [21]).

5.7.3.5 Variantendiskussion Kolkschutz

Die Bewertung der drei Varianten erfolgt unter den Kriterien Unterhaltungsaufwand, Bauausführung, Umweltverträglichkeit, Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit.

Unterhaltungsaufwand

Bei Variante 1 sind auf Grund der geringen Lagestabilität und der Möglichkeit der Umlagerung Fehlstellen nicht auf Anrieb erkennbar. Sie können durch Messungen der Deckschichtdicke festgestellt werden. Die in begrenztem Maße mögliche Steinbewegung bzw. die Möglichkeit der örtlichen Umlagerung führt zu geringerer Schadensgröße im Deckwerk. Jedoch ist diese Bauweise mit einem hohen Unterhaltungsaufwand verbunden, da sich starker Bewuchs insbesondere in den Uferbereichen ansiedelt. Um die Reduzierung des abflusswirksamen Querschnittes zu verhindern, wird eine regelmäßige Bewuchsentfernung notwendig.

Auf Grund der flächenhaften Wirkung bei Variante 2 ist das Deckwerk sehr widerstandsfähig. Auftretende Fehlstellen können bei Inspektionen gut lokalisiert werden. Im Bereich von Schäden sind jedoch Ausspülungen und rasche Ausweitung mit hohem Reparaturaufwand (Trockenlegung, Herstellung Verbund) wahrscheinlich.

Durch den Verguss mit Beton bietet die Bauweise der Variante 3 eine gute Lagestabilität. Bei Kontrollen können Fehlstellen gut erkundet werden. Darüber hinaus werden die Unterhaltungskosten minimal gehalten, da sich Bewuchs aufgrund des Vergusses nur sehr gering ausbreiten kann.

Bauausführung

Der Einbau des Deckwerks erfordert bei Variante 1 einen vergleichsweise großen, bei Variante 3 den geringsten Erdaushub.

Das Auslegen des Geotextils und der Einbau der Wasserbausteine durch Schüttung (Variante 1 und 3) sind im Vergleich zu Variante 2 technologisch einfache Verfahren und ohne aufwendige Wasserhaltung sowie innerhalb kurzer Bauzeit durchführbar. Der zusätzliche Einsatz von Beton (Variante 3) erfordert allerdings besondere Überwachungsmaßnahmen und ist somit geringfügig aufwendiger als Variante 1. Variante 2 ist die technologisch aufwendigste (Setzen der Wasserbausteine, Wasserhaltung) und somit mit der längsten Bauzeit verbundene Ausführungsvariante.

Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit

Die Strukturvarianz der geschütteten Wasserbausteine (hohe Biodiversität) und der natürliche Baustoff bedingen bei Variante 1 eine gute Umweltverträglichkeit. Die einzubauenden Wasserbausteine sind zudem wiederverwendbar und somit nachhaltig. Variante 2 bietet dagegen durch die gepflasterte relativ glatte Sohle weniger Strukturvielfalt. Bei Variante 3 besteht durch den Einsatz von Beton eine Gefahr der Freisetzung von gefährlichen Stoffen (Alkalisierung) mit nachteiligen Auswirkungen auf die Umwelt und durch den Verguss eine geringere Möglichkeit der Wiederverwendung. Mit Variante 3 geht bei Einbau unter Wasser eine strenge Kontrolle bzgl. Abgabe von Zementschlamm in das Gewässer einher.

Wirtschaftlichkeit

Auf Grund des minimierten Erdaushubes weist die Bauweise in Variante 3 die geringsten Herstellungskosten auf. Sie ist zudem die langlebigste und mechanisch stabilste Lösung, was im Hinblick auf den Treibgutanteil wichtig ist. Der bereits aufgeführte geringe Unterhaltungsaufwand erfordert zudem die niedrigsten Unterhaltungskosten im Vergleich der drei Varianten.

Die aufwendige Bauweise der Variante 2, die lange Herstellungszeit und die erforderliche bauzeitliche Wasserhaltung führen zu hohen Investitionskosten.

Variante 1 weist ebenfalls hohe Investitionskosten auf, die mit dem erhöhten Materialanfall begründet werden. Darüber hinaus ergeben sich über den Nutzungszeitraum die höchsten Unterhaltungskosten.

In Tabelle 5-4 werden die drei erläuterten Deckwerksvarianten für den Kolkschutz gegenübergestellt. Die Bewertung der Varianten erfolgt mittels Vergabe von Punkten, welche wie folgt beschrieben vergeben werden. Darüber hinaus sind die Wertungskriterien hinsichtlich ihrer Relevanz gewichtet. Eine Punktauswertung erfolgt für die gewichtete und ungewichtete Punkvergabe.

Bewertung	Punkteanzahl
sehr gut/ günstig	3
gut	2
befriedigend	1
ungünstig/ schlecht	0

Auf Grundlage der Punktebewertung wird Variante 3 als Vorzugslösung ausgewiesen. Sie stellt die langlebigste und mechanisch stabilste Lösung dar. Darüber hinaus ergeben sich die geringsten Herstellungs- sowie Unterhaltungskosten über den Nutzungszeitraum.

Tabelle 5-4: Variantenvergleich Kolkchutz

Variante	Variante 1			Variante 2			Variante 3		
Bauweise	Deckwerk aus Steinschüttung LMB _{60/300} auf Geotextil			Deckwerk aus Steinsatz LMB _{10/60} auf Bettungsschicht			durchlässige Deckschicht aus teilvergossenen Wasserbautei- nen LMB _{5/40} auf Geotextil		
erforderliche Deckwerksdicke	ca. 0,80 m			ca. 0,60 m			ca. 0,40 m		
Kriterium	Punkte	gewichtet	Punkte	gewichtet	Punkte	gewichtet	Punkte	gewichtet	
Unterhaltungsaufwand Kontrollierbarkeit Bewuchs Reparaturaufwand		2,0		1,6				2,8	
	2		2		2		2		
	0		1		1		3		
	3		1		1		2		
Bauausführung Erdbau Einbautechnologie bauzeitliche Wasserhaltung Bauzeit		1,0		0,5				1,0	
	1		2		2		3		
	3		1		1		2		
	3		1		1		3		
Umweltverträglichkeit Nachhaltigkeit Wirtschaftlichkeit Herstellungskosten Unterhaltungskosten	3	0,15	2	0,1	1	0,05			
	2	0,1	2	0,1	1	0,05			
	1	0,4	2	1,6	3	2,4			
	0		2		3				
Gesamtsumme nach Wichtung	21	3,65	17	3,9	25	6,3			

5.7.3.6 Gewässerzugangsrampen

Die beidseitig bestehenden Gewässerrampen an Fluss-km 104+590 werden im Zuge der Herstellung der Sohl- und Böschungssicherung (Kolksschutz, vgl. Abschnitt 5.7.3) wieder hergestellt. Diese dienen dem Zugang zu den Widerlagern der EÜ sowie der Gewässerunterhaltung im Widerlagerbereich.

Es wird derzeit davon ausgegangen, dass die Ausführung so zu gestalten ist, dass eine Befahrbarkeit der Rampen sowie der angrenzenden Sohlbereiche gegeben ist.

Zu Beginn der Entwurfsplanung sind gemeinsam mit der Deutschen Bahn und der TFW folgende Randbedingungen abzustimmen:

- Einsatz Technik/ Fahrzeuge
- Zulässige Rampenneigung

5.7.4 Treibgutabwehr

Am Standort fallen insbesondere im Hochwasserfall größere Mengen Treibgut an, durch welches die Gefahr von Funktionsstörungen der Anlage infolge eines Versatzes der Verschlüsse besteht. Nachfolgend aufgeführte Varianten kommen prinzipiell zur Minimierung dieser Gefahr in Frage:

- Variante 1 Wildholzsperr
Hierfür werden etwa 10 bis 20 m oberhalb des Abschlussbauwerkes, im Abstand von 2 bis 3 m, festinstallierte Einzelpfahlkonstruktionen (z.B. Stahlrohrprofile auf Einzelfundamenten), als Barriere für größere Treibgutkörper errichtet. Zur Treibgutentnahme aus dem Einlaufbereich im Nachgang eines HW, wird eine Gewässerdurchfahrt („Furt“) direkt oberhalb der Wildholzsperr in Form einer befestigten Fahrspur angeordnet und an beiden Ufern an die vorhandenen Betriebswege angebunden. Damit ist die unmittelbare Zuwegung zur Entnahme und Abfahrt des abgelagerten Treibgutes außerhalb des Teildauerstaus möglich.
Im Sommerhalbjahr, während des Teildauerstaus, könnte die Treibgutentnahme nur durch einen vorzeitigen Abstau (und anschließenden Wiedereinstau) erfolgen. Oder der Treibguttepich müsste bis zum Ende des Teildauerstaus verbleiben und könnte erst nach dem regulären Abstau entnommen werden.
- Variante 2 Einlaufrechen
Hierfür werden Rechenelemente mit im Vergleich zur Wildholzsperr feinen Stababständen unmittelbar vor den Doppelhakenschützen angeordnet, wodurch auch kleinere Schwemmgutanteile zurückgehalten werden können. Einlaufrechen reduzieren jedoch auch die hydraulische Leistungsfähigkeit der Anlage. Die Entnahme des Treibgutes nach dem Hochwasser muss in diesem Fall von oben mit Hilfe eines mobilen Kranes erfolgen.
- Variante 3 Überleitung
Es wird auf jegliche Elemente zur Zurückhaltung des Treibgutes verzichtet. Anfallendes Treibgut wird gezielt über die Doppelhakenschütze abgeführt. Bei dieser Variante verbleibt die Gefahr, dass es zur Beschädigung an den Wehrverschlüssen kommen kann.

Die Wildholzsperr wird aufgrund ihrer Nachteile während des Teildauerstaus als Variante zur Treibgutabwehr ausgeschlossen. Im Rahmen der Vorplanung wird der Variante der Überleitung des Treibgutes über die Doppelhakenschütze der Vorzug gegeben, da dies der bisherigen Betriebsweise entspricht, mit der keine negativen Erfahrungen gemacht wurden. Aufgrund der Verbreiterung der Wehrfelder und der zukünftigen Möglichkeit mit einem mobilen Kran von der Brücke aus aktiv in die Treibgutabwehr eingreifen zu können, wird die Gefahr von Beschädigungen an den Verschlüssen weiter minimiert. Diese Variante ist vor Beginn der EP den genehmigenden Behörden vorzustellen und vorabzustimmen.

5.7.5 Ausstattung

5.7.5.1 Zugangstreppen

Die Böschungstreppen werden aus grauen Betonblockstufen mit seitlichen Wangen ausgeführt. Angrenzende Pflasterflächen werden aus in Beton verlegten Betonsteinpflaster hergestellt. Weiterhin erhalten die Böschungstreppen ein einseitiges, 1,10 m hohes Rohrgeländer.

5.7.5.2 Bediengebäude

Allgemeine Beschreibung

Im Rahmen der Gesamtmaßnahme erfolgt für das Betriebsgebäude ein Ersatzneubau. Der neue Standort des Gebäudes ist in Plan-Nr. TO11-2.2 dargestellt.

Das Gebäude erfüllt die Anforderungen an ein Bediengebäude ohne ständigen Arbeitsplatz und dient als Aufstellort für die Technik des Abschlussbauwerkes. Die Ausführung erfolgt ebenerdig und 1-geschossig sowie in rechteckiger Form. Die Kantenlängen ergeben sich in Abhängigkeit der Anforderungen aus der Technischen Ausrüstung. Die Konstruktion erfolgt nach funktionalen Gesichtspunkten.

Der Zugang zum Gebäude erfolgt über eine 1-flügelige Tür, deren Öffnungsweite in der Entwurfsplanung festzulegen ist. Ebenfalls ist zu klären, ob und in welcher Ausführung Fenster für die Belichtung vorgesehen werden.

Die Realisierung der Anforderungen an raumklimatische Verhältnisse durch die vorgesehenen Anlagentechnik (Schaltschränke, aufgestellte Geräte, etc.) ist in der Entwurfsplanung festzulegen und zu präzisieren.

Bauphysikalische Parameter

Es wird davon ausgegangen, dass das Gebäude unbeheizt betrieben wird. Weitere bauphysikalische Parameter ergeben sich in Abstimmung mit dem Los Technische Ausrüstung.

Baukonstruktion

Folgende baukonstruktive Randbedingungen werden für die Planung des Bediengebäudes vorgeschlagen:

- Flachgründung aus Stahlbeton
- Gebäude als Fertigkonstruktion in Stahlbetonbauweise
- Beschichtung der Bodenplatte, Rutschfestigkeitsklasse R10
- Wände und Dachflächen innen gespachtelt einschl. Anstrich
- Außenliegende, wartungsfreundliche Regenentwässerung

Technische Gebäudeausrüstung

Die Schaltanlage im Gebäude soll nebeneinander als Anreihsystem von Schaltfeldern stehen [63]. Es erfolgt ein Anschluss für die Elektro- sowie Daten-Versorgung (MSR/ EMSR).

Die Versorgung des Gebäudes mit Trinkwasser, Abwasser, Fernwärme oder Gas ist nicht vorgesehen.

Im Rahmen der Entwurfsplanung ist die Ausführung des Blitzschutzes festzulegen.

Freianlagen

Für die Sicherstellung der Versorgung des Ersatzneubaus am neuen Standort, erfolgt eine Umverlegung der Elektro- sowie Telekomleitung.

Die Regenentwässerung erfolgt nach Möglichkeit versickert, ggf. ist ein Anschluss an die Steinfußentwässerung denkbar.

5.7.5.3 Technische Ausrüstung (MSR/ EMSR)

Die Planung der MSR- und EMSR-technischen Anlagen am ABW erfolgt separat [63] durch das Büro CT Planungsgesellschaft mbH und ist nicht Teil der vorliegenden Vorplanungsunterlage.

5.7.5.4 Gewässereinbindung

Die vorhandenen Entwässerungsleitungen, welche sich beidseitig der Unstrut den luftseitigen Böschungsfüßen des Hauptdammes anschließen, sind in neuer Lage wiederherzustellen. Der neue Leitungsverlauf ist in Plan-Nr. TO11-2.2 dargestellt.

Die vorhandenen Entwässerungsleitungen, welche sich beidseitig der Unstrut den luftseitigen Böschungsfüßen des Hauptdammes anschließen, sind wiederherzustellen. Der neue Leitungsverlauf ist in Plan-Nr. TO11-2.2 ersichtlich. Die Dimensionierung der Leitungen richtet sich nach dem ankommenden Niederschlagswasser auf der Verkehrsfläche sowie Böschung des Hauptdammes, welches in die Unstrut abgeführt werden soll. Es wird eine Böschungseinbindung mit einem Auslaufstück aus Stahlbeton angedacht, in welches gleichzeitig ein Grobrechen integriert ist. Um einen Rückstau aus der Unstrut in das Entwässerungssystem sowie den Zugang durch Tiere zu unterbinden, ist zusätzlich an den Ausläufen eine Rückstauklappe anzuordnen. Das Auslaufstück gewährleistet eine gute Treibgutabwehr und sorgt somit für die geforderte Dauerhaftigkeit des Verschlusses.

5.7.5.5 Einfriedungen

Im Zugangsbereich zur Wehrbrücke werden beidseitig 2-flügelige Tore aus Metall angeordnet. Diese verhindern das unbefugte Betreten durch Dritte im Betriebsbereich der Anlage. Die Tore sind so anzuordnen, dass ein seitliches Betreten über die Böschungen nicht möglich ist.

Die Tore erhalten eine Schließanlage, welche im weiteren Planungsverlauf mit dem Betreiber abzustimmen ist.

5.7.5.6 Pegelmessungen

Zur Erfassung des Beckenpegels wird die Höhe des Beckenwasserstandes am Abschlussbauwerk erfasst. Die Messung erfolgt mittels Radarmessung [63]. Der Standort der Anlage wird zu Beginn der Entwurfsplanung gemeinsam mit dem AG festgelegt.

Im Zuge des Ersatzneubaus der Anlage ist der vorhandene Abgabepiegel im Unterwasser an Fluss-km 104+577 zu ersetzen und als Schachtbauwerk neu zu errichten. Die Dimensionierung des Schachtes erfolgt in Abhängigkeit der einzusetzenden Technik zu Beginn der Entwurfsplanung.

5.7.5.7 Sonstiges

Die an Fluss-km 104+620 (linkes Ufer) befindliche Gewässerzugangstreppe ist mit Betonblockstufen in vorhandener Lage neu zu errichten. An der Treppenwange ist eine Pegellatte gemäß Bestand anzubringen. Aus Sicherheitsgründen wird analog Bestand ein Holmgeländer nach RiZ Gel 3 angeordnet. Die Oberfläche der Treppenstufen ist in der Rutschfestigkeitsklasse R10 auszuführen.

Der Lagerort der Not- und Revisionsverschlüsse befindet sich auch künftig neben dem Betriebsgebäude. Es ist zu diskutieren, ob der Lagerort durch eine separate Zaunanlage zu sichern ist.

5.7.6 Baugrube

Das neue Bauwerk einschließlich Wehr, Flügelwände, Tosbecken, Wehrwangen und Wehrbrücke wird in 2 Bauabschnitten (BA 1: Nord, BA 2: Süd) errichtet. Dadurch wird sichergestellt, dass bauzeitlich

jeweils 2 Wehrfelder in Betrieb bleiben. Diese Technologie erfordert es, auch die Baugrube in zwei Bauabschnitte zu unterteilen. Die Funktion der Baugrube kann nur sichergestellt werden, wenn das Bestandsbauwerk im Zuge von Bauphase 1 modifiziert wird. Folgende Sicherungsmaßnahmen sind insbesondere erforderlich:

- Herstellen eines bauzeitlichen Provisoriums im 1. und 2. BA bis zum Ende des Tosbeckens,
- Abdichtung der Bereiche zwischen UK Sohlplatte und Keuperschicht durch Bodeninjektion.

Im Zuge der Planung der Baugrubenumschließung wird zwischen Hochwasserschutzkonstruktion bzw. Baugrubenverbau unterschieden. Wasser aus dem Rückhaltebecken bzw. aus der Unstrut wird durch den Hochwasserschutz von der Baugrube ferngehalten. Das Eindringen von Grundwasser wird durch den Baugrubenverbau verhindert.

Die Baugrubensohle befindet sich bei 139,40 m NHN (2016). Die Geländeoberkante ist veränderlich. Oberwasserseitig befindet sie sich bei ca. 145,70 m NHN (2016) und steigt im Bereich des Hauptdammes auf ca. 153,00 m NHN (2016) an. Unterwasserseitig befindet sich die GOK zwischen ca. 146,40 m NHN (2016) und 153,00 m NHN (2016).

Im Zuge der Vorplanung wurde abgestimmt, dass die Baugrube maximal für den bauzeitlichen Wasserstand mit 149,81 m NHN (2016) ($Z_{V,IST}$) zu sichern ist (Vgl. Abschnitt 5.2.3.2). Daraus resultiert unter Berücksichtigung eines Freibordes von 1,20 m (Wind & Welle, gemäß [81]) oberwasserseitig für den Hochwasserschutz eine Oberkante von 151,0 m NHN (2016) und somit einen Abstand zur Baugrubensohle von 11,60 m. Unterwasserseitig liegt die Oberkante des Hochwasserschutzes bei 146,50 m NHN (2016). Hier beträgt der Abstand zur Baugrubensohle 7,10 m.

Die Dichtigkeit der Baugrube wird durch die Einbindung von Hochwasserschutz und Baugrubenverbau in die anstehende schwer durchlässige Keuperschicht gewährleistet.

[a] ... Hochwasserschutz mit 11,60 m Höhe

Für den Hochwasserschutz wurden im Zuge der Vorplanung die nachfolgend genannten 5 Varianten näher betrachtet:

- Variante 1: Spundwand Fangedamm direkt an Baugrube angrenzend
- Variante 2: Spundwand direkt an Baugrube angrenzend mit Zugpfahl im Becken
- Variante 3: mehrlagig ausgesteifte Spundwand direkt an Baugrube angrenzend
- Variante 4.1/ 4.2: Spundwand von der Baugrube abgerückt mit Drucksteifen in der Baugrube
- Variante 5: Mobiler auf massiven Pfahlböcken aus Stahlbeton montierter Hochwasserschutz

Die Darstellung der Varianten ist in Plan-Nr. TO-11-5.8 ersichtlich.

Auf Grund wirtschaftlicher Überlegungen wurde Variante 1 - Spundwand Fangedamm - nicht weiterverfolgt. Die Erfordernis von zwei Spundwänden, die erforderliche mehrlagige Verspannungen sowie das Verfüllen mit geeignetem Material hat hohe nicht tolerierbare Herstellungskosten zur Folge.

Die Variante 3 - mehrlagig ausgesteifte Spundwand direkt an Baugrube angrenzend - wurde ebenfalls im Zuge der Grundlagenermittlung ausgeschlossen. Hier finden die oberen Steifen des oberwasserseitigen Hochwasserschutzes im Unterwasser keinen Gegendruck / kein Widerlager. Das System ist insbesondere aus statischer Sicht nicht zu empfehlen.

Auch Variante 5 – Mobiler auf massiven Pfahlböcken aus Stahlbeton montierter Hochwasserschutz - wurde wie Variante 1 aus wirtschaftlichen Überlegungen ausgeschlossen. Darüber hinaus gestaltet sich der Rückbau der massiven Pfahlböcke wirtschaftlich und zeitlich als zu aufwändig.

Bei Variante 2 und 4 werden die Spundwände des Hochwasserschutzes mittels Schrägstäben ausgesteift. Bei Variante 2 - Spundwand direkt an Baugrube angrenzend mit Zugpfahl im Becken - wird die Spundwand mittels Zugbänder in den Rückhalteraum rückverankert. Hier besteht die Gefahr, dass die Tragglieder im Einstau durch Treibgut beschädigt werden. Bei Variante 4 - Spundwand von der Baugrube abgerückt mit Drucksteifen in der Baugrube - wird die Spundwand baugrubenseitig mittels Drucksteifen gesichert. Dies hat zur Folge, dass die Spundwand des Hochwasserschutzes von der Baugrube abgerückt werden muss. Positiver Nebeneffekt ist jedoch, dass der auf der Passivseite

verbleibende Erdkörper das System aussteift und Profile mit kleineren Querschnittswerten und somit Stahlgewicht verwendet werden können.

In Tabelle 5-5 sind die Varianten vergleichend gegenübergestellt. Die Bewertung der Varianten erfolgt mittels Vergabe von Punkten, welche wie folgt beschrieben vergeben werden:

Bewertung	Punkteanzahl
günstig/ gut	3
befriedigend	2
ausreichend	1
sehr ungünstig/ schlecht	0

Tabelle 5-5: Variantenvergleich Hochwasserschutz

Variante	Variante 2	Variante 4.1	Variante 4.2
Bauweise	Spundwand	Spundwand	Spundwand
Aussteifung	Zugband	Drucksteife	Drucksteife
Kriterium	Punkte	Punkte	Punkte
Flächeninanspruchnahme	3	2	1
Schutz Tragglieder vor Treibgut	1	3	3
Bauzeit	3	2	3
Baukosten	1	2	3
Gesamtsumme nach Wichtung	8	9	10

Variante 4.2 stellt insbesondere aufgrund der geringsten Herstellungskosten die Vorzugsvariante dar.

[b] ... Hochwasserschutz mit 7,10 m Höhe und Baugrubenverbau

Der Hochwasserschutz mit 7,10 m Höhe und der Baugrubenverbau werden als einfach rückverankerte Wand ausgeführt. In Abhängigkeit von der Lage der Wand kommen horizontale Aussteifungen, Schrägstäbe aber auch geneigte Anker zum Einsatz.

5.8 Erforderliche Vorarbeiten

5.8.1 Baufeldfreimachung

Im Zuge der Durchführung des Ersatzneubaus sind im Bereich des ABW keine Fäll- und Rodungsarbeiten erforderlich.

Die Baufeldfreimachung beinhaltet folgende Leistungen:

- Demontage und bauzeitliche Lagerung Schilder, Beleuchtungsmasten
- Bauzeitliche Sicherung Anlagen der Strom- und Telekommunikationsversorgung

Im Zuge der Herstellung des Ersatzneubaus ist darüber hinaus im Baubereich ein bauzeitliches Provisorium für die Versorgungsleitungen (Telekom-Freileitung, erdverlegtes NS-Kabel, siehe Abschnitt 5.3.1) herzustellen. Diese können zur Herstellung der Baugrube unter der Maßgabe des Weiterbetriebes der Wehranlage in der Bauphase nicht in vorhandener Lage belassen werden. Während der Entwurfsplanung ist ein bauzeitliches Provisorium mit den jeweiligen Medienträgern abzustimmen und ein koordinierter Leitungsplan zu erstellen.

5.8.2 Abbrucharbeiten

Es erfolgt ein vollständiger Rückbau des Abschlussbauwerkes. Hierzu zählen insbesondere folgende Teilobjekte:

- Wehrbauwerk Bestand einschl. Flügelwände und Tosbecken
- Bestehende Einrichtungen des Stahlwasserbaus
- Sohl- und Böschungssicherung im Oberwasser (Fluss-km 104+705 bis 104+740) und Unterwasser (Fluss-km 104+605 bis 104+660)
- Entwässerungsleitungen
- Bediengebäude einschl. Technische Ausrüstung

5.9 Vorzugsvarianten

Die im Abschnitt 5.7 ausgewiesenen Vorzugsvarianten sind in nachfolgender Tabelle 5-6 zusammengefasst.

Tabelle 5-6: Zusammenfassung Vorzugsvarianten

Teilobjekt	Vorzugsvariante	
Flügel	Variante 3	Winkelstützwand
Wehrbrücke/ Überbauquerschnitt	Variante 2	Anordnung Revisionsverschlüsse im Bereich Brückenüberbau
Stahlwasserbau/ Verschlüsse	Variantenuntersuchung erfolgte in [47]	Doppelhakenschütz
Stahlwasserbau/ Hubmittel	Variante 2	Triebstöcke
Kolkschutz	Variante 3	Verklammerte Steinschüttung
Hochwasserschutz Bau-grube	Variante 4.2	Spundwand mit Drucksteifen
Treibgutabwehr	Variante 3	Überleitung

5.10 Umgang mit betroffener Infrastruktur und Schutzgütern

Der Umgang mit betroffener Infrastruktur wurde in Abschnitt 5.7 an geeigneten Stellen beschrieben und wird im Folgenden zusammenfassend aufgeführt: