

TALSPERRE WEIDA

Generalinstandsetzung der Absperrbauwerke und Nebenanlagen

Hochwasserentlastungsanlage an der Sattelmauer



Vorplanung
November 2024

Planungsarge (PA)

FICHTNER
WATER & TRANSPORTATION

**projekt
werk**
Ingenieurgesellschaft mbH

Vorplanung

Nr.	Datum	Erstellt	Geprüft	Beschreibung
1	20.12.2024	S. Husser	J. Kretzschmar	Endfassung

Digital signiert von
Kretzschmar, Jan
Datum: 2025.01.09 08
:10:48 +01'00'

J. Kretzschmar

Digital signiert von
Husser, Steffen
Datum: 2025.01.08 20
:36:17 +01'00'

S. Husser

Fichtner Water & Transportation GmbH

Löbauer Straße 68, 04347 Leipzig

Deutschland

Telefon: +49-341-24293-0

Fax: +49-341-24293-33

E-Mail: info@fwf.fichtner.de

Copyright © by FICHTNER WATER & TRANSPORTATION GMBH

Disclaimer

Der Inhalt dieses Dokumentes ist ausschließlich für den Auftraggeber der Fichtner Water & Transportation GmbH und andere vertraglich vereinbarte Empfänger bestimmt. Er darf nur mit Zustimmung des Auftraggebers ganz oder auszugsweise und ohne Gewähr Dritten zugänglich gemacht werden. Die Fichtner Water & Transportation GmbH haftet gegenüber Dritten nicht für die Vollständigkeit und Richtigkeit der enthaltenen Informationen.

Inhalts- und Unterlagenverzeichnis

Erläuterungsbericht

Pläne

Variantenunabhängige Pläne

Plan 420 HWE-Lageplan
ohne Konzeptplan zur Abstimmung der Gestaltung der Geländer Mauerkrone

Variante A1/B1 (Vorzugsvariante)

Plan 423 HWE-Grundriss Schnitt A
Plan 424 HWE-Schnitte B, C, I
Plan 425 HWE-Schnitte D, E, F, G, H, Details

Variante A2/B2 Alternativvariante

Plan 430 HWE-Grundriss Schnitt A
Plan 431 HWE-Schnitte B, C, I
Plan 432 HWE-Schnitte D, E, F, G, H, Details

Variante A3/B1 Alternativvariante

Plan 433 HWE-Grundriss Schnitt A
Plan 434 HWE-Schnitte B, C, I

Anlagen

Anlage 1 Kostenschätzung
Anlage 2 Modellversuche zur Optimierung der HWE-Kaskade im Rahmen der Value
Engineering Studie, Abschlussbericht vom 30.05.2023 mit Ergänzungen vom 15.09.2023;
Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie
Anlage 3 Schriftverkehr / Protokolle / Stellungnahmen

Erläuterungsbericht

Inhaltsverzeichnis

1.	Quellen- und Unterlagenverzeichnis	2
2.	Allgemeine Angaben zum Vorhaben	4
2.1	Vorhabensträger	4
2.2	Allgemeine Angaben / Veranlassung und Zielsetzung	4
3.	Planungsgrundlagen / Bestehende Verhältnisse und Rand-bedingungen.....	8
3.1	Vertragsgrundlagen.....	8
3.2	Denkmalschutz.....	8
3.3	Baugrund und Hydrogeologische Verhältnisse.....	8
3.4	Bewertung der Böden nach EBV, LAGA bzw. DepV	14
3.5	Kampfmittel / Verdachts- und Altlastenflächen	15
3.6	Bauzustandsuntersuchung zu Einzelbauteilen	16
3.7	Verfügbarkeit von Natursteinen „Diabas“	18
3.8	Modellversuche	19
4.	Alternativen und Varianten, Beschreibung des Vorhabens.....	22
4.1	Leistungsumfang / Untersuchte Sanierungsvarianten	22
4.2	Instandsetzung der HWE - Beschreibung der Varianten	24
4.2.1	Leistungsabgrenzung / allgemeine Angaben.....	24
4.2.2	Sanierungsvariante A1/B1 (Vorzugsvariante).....	25
4.2.3	Sanierungsvariante A2/B2	38
4.2.4	Sanierungsvariante A3/B1	41
4.2.5	Weitere Variationen zu den Sanierungsvarianten	43
4.3	Umverlegung der Brauchwasserleitungen / Kabeltrassen	44
4.4	Baustellenerschließung / Bauablauf	48
4.5	Unterhaltung und Betrieb	48
4.6	Variantenvergleich / Vorschlag für eine Vorzugsvariante	49
5.	Umweltverträglichkeit	50
6.	Empfehlungen zum weiteren vorgehen	51

1. QUELLEN- UND UNTERLAGENVERZEICHNIS

- [1] Auftrag der Thüringer Fernwasserversorgung Anstalt des öffentlichen Rechts mit Schreiben vom 06.10.2023 zum NA 39 „Wiederholungsleistung bei der Planung der HWE-Kaskade über die LPH 2-4 der HOAI“ zum Hauptauftrag 2011/S 232-376391; Auftrag 1201720 (2300283) vom 03.08.2012 und dem 12. NA vom 04.10.2017.
- [2] Planungsangebot der Planungsarge Fichtner - Projektwerk „NA 32.20 Wiederholungsleistungen zur Planung der HWE“ über die LPH 2-4 der HOAI vom 20.08.2023/08.09.2023.
- [3] Unterlagen der Genehmigungsplanung, Stand - Revision 1 vom 16.05.2022; Planungsarge Fichtner - Projektwerk.
- [4] Unterlagen zum Teiländerungsantrag nach Value Management, Stand - Revision 4 vom 27.04.2023; Planungsarge Fichtner - Projektwerk.
- [5] Planfeststellungsbeschluss für die Generalinstandsetzung der Talsperre Weida vom 14.03.2024; Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz, Referat 52 Wasserrechtliche Zulassungsverfahren, Göschwitzer Straße 41, 07745 Jena.
- [6] Protokoll zur Projektbesprechung zu den Belangen des Denkmalschutzes, am 01.12.2022 beim Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie, Erfurt
- [7] Protokoll zur Projektbesprechung zu den Belangen des Denkmalschutzes, am 13.03.2023 beim Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie, Erfurt
- [8] Generalinstandsetzung der TS Weida / Thüringen - Bauzustandsanalyse, Bericht vom 10.09.2013, F. A. Finger-Institut für Baustoffkunde, Weimar
- [9] Talsperre Weida, Generalinstandsetzung der Absperrbauwerke und Nebenanlagen, Bauzustandsuntersuchung Einzelbauteile von Oktober 2024; Planungsarge Fichtner - Projektwerk.
- [10] Generalinstandsetzung Talsperre Weida, Geotechnischer Bericht zur Hauptuntersuchung vom 07.11.2024; IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH.
- [11] Untersuchung zu potenziellen Kampfmittelbelastungen. Bericht zur Luftbildauswertung vom 30.04.2024, Tauber Delaborierung GmbH
- [12] Talsperre Weida, Generalinstandsetzung der Absperrbauwerke und Nebenanlagen, Teil 7b - Modelluntersuchungen TO4 - Detailmodell zur Untersuchung der Überfallkante, Stand Dezember 2021; Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie GmbH, Weimar.
- [13] Talsperre Weida, Generalinstandsetzung der Absperrbauwerke und Nebenanlagen, Teil 7c - Modelluntersuchungen zur Hochwasserentlastungsanlage an der Sattelmauer, Stand Dezember 2021; Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie GmbH, Weimar.
- [14] Talsperre Weida, Generalinstandsetzung der Absperrbauwerke und Nebenanlagen, Modelluntersuchungen zur Optimierung der HWE-Kaskade im Rahmen der Value Engineering Studie, Stand 30.05.2023 mit Ergänzungen vom 15.09.2023; Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie GmbH, Weimar.
- [15] Talsperre Weida, Generalinstandsetzung der Absperrbauwerke und Nebenanlagen, Value Management Studie: Bewertung der ausgewählten Ideen zur Risikominimierung und Kostenoptimierung, Stand 06.09.2022; Planungsarge Fichtner - Projektwerk.
- [16] Talsperre Weida, Generalinstandsetzung der Absperrbauwerke und Nebenanlagen, Teil 6 - Nachweis der Hochwassersicherheit, Stand vom 23.11.2021; Planungsarge Fichtner - Projektwerk.
- [17] DIN 19700-10; Juli 2004, Stauanlagen - Teil 10, Gemeinsame Festlegungen; DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [18] DIN 19700-11; Juli 2004, Stauanlagen - Teil 11, Talsperren; DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

- [19] DIN EN 1996-1-1/NA, Ausgabe 2019-12, Konstruktion, Ausführung und Bemessung vom Mauerwerk aus Natursteinen, DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

2. ALLGEMEINE ANGABEN ZUM VORHABEN

2.1 Vorhabensträger

Vorhabensträger ist die

Thüringer Fernwasserversorgung AöR

Haarbergstraße 37
99097 Erfurt

Die vorliegenden Planungsunterlagen wurden erstellt durch:

**Planungsarge FICHTNER - Projektwerk
c/o Fichtner Water & Transportation GmbH**

Löbauer Straße 68
04347 Leipzig

2.2 Allgemeine Angaben / Veranlassung und Zielsetzung

Allgemeine Angaben:

Die in den Jahren 1949 bis 1955 errichtete Talsperre Weida der Thüringer Fernwasserversorgung zeigt nach mehr als 65-jährigem Betrieb bei allen Bauwerken, Betriebseinrichtungen und Ausrüstungen stark progressive alterungs- und nutzungsbedingte Verschleißerscheinungen, so dass die Gebrauchstauglichkeit der Anlagen nur noch für einen kurzen Zeitraum gewährleistet ist. An der Talsperre Weida ist deshalb eine Generalinstandsetzung erforderlich.

Die Talsperre Weida gehört zum Speichersystem Weida-Zeulenroda-Lössau. Mit der Aufhebung des Trinkwasserstatus' und des Wasserschutzgebietes im Landkreis Greiz und im Saale-Orla-Kreis im Jahr 2012 entfiel für die Talsperre Weida die Aufgabe der Bereitstellung von Rohwasser für die Trinkwasserversorgung. Die Talsperre Weida erfüllt derzeit und auch zukünftig folgende wasserwirtschaftliche Aufgaben:

- Hochwasserschutz
- Niedrigwasseraufhöhung
- Naherholungsaufgaben

Darüber hinaus soll eine mögliche spätere Energieerzeugung bei den Planungen Berücksichtigung finden.

Zur Umsetzung des Vorhabens „Generalinstandsetzung“ wurden die Talsperre Weida und ihre Nebenanlagen seitens des Betreibers in folgende 9 Teilobjekte/Maßnahmen (TO) eingeordnet:

- Teilobjekt 1 - Brücke Bermichsmühle
- Teilobjekt 2 - Vorsperre Pisselsmühle
- Teilobjekt 3 - Hauptmauer
- Teilobjekt 4 - Sattelmauer
- Teilobjekt 5 - Ausgleichsbecken
- Teilobjekt 6 - Ertüchtigung Hochwasserentlastung
- Teilobjekt 7 - Stauraum, Außenanlagen, sonstige Leistungen
- Teilobjekt 8 - Rohwasserpumpwerk / Neubau Wasserkraftanlage
- Teilobjekt 9 - Abrissarbeiten altes Wasserwerk

Die Teilobjekte 3 (Hauptmauer), 4 (Sattelmauer), 7 (Stauraum und Außenanlagen) und 8 (Rohwasserpumpwerk / Neubau Wasserkraftanlage) sind Teil des 05/2022 gestellten Planfeststellungsantrages.

Das Teilobjekt 6 (Ertüchtigung HWE) beinhaltete ursprünglich lediglich die Verdämmung der Rohwasserleitungen im Kreuzungsbereich mit der Kaskade der Hochwasserentlastung. Im Zuge des Planungsprozesses wurde das Teilobjekt 6 in das Teilobjekt 4 (Sattelmauer) integriert und ist somit Bestandteil der zur Planfeststellung eingereichten Unterlagen.

Das Teilobjekt 1 (Neubau der Brücke Bermichsmühle) wurde bereits fertiggestellt.

Die Teilobjekte 2 (Vorsperre Pisselsmühle), Teilobjekt 5 (Ausgleichsbecken) sowie Teilobjekt 9 (Abrissarbeiten altes Wasserwerk) sind nicht Bestandteil der von der Planungsarge Fichtner - Projektwerk zu bearbeiten Planungsumfänge und sind nicht Teil der 05/2022 zur Planfeststellung eingereichten Genehmigungsunterlagen.

Wie bereits vorstehend erwähnt wurden die Genehmigungsunterlagen [3] zu den Teilobjekten 3, 4, 7 und 8 von der Thüringer Fernwasserversorgung 05/2022 zur Planfeststellung eingereicht.

Im Ergebnis der 2022 auf Veranlassung der Thüringer Fernwasserversorgung durchgeführten Value Management Studie wurden die Planungsunterlagen mit dem vordringlichen Ziel der Kosteneinsparung in Teilen nochmals angepasst. Die geänderten Unterlagen wurden 05/2023 als Teiländerungsantrag [4] zur Planfeststellung nachgereicht.

Veranlassung / Zielsetzung:

Bestandteil der zum Teilobjekt 4 Sattelmauer eingereichten Unterlagen waren auch die Planungsunterlagen zur Instandsetzung der Hochwasserentlastungsanlagen (HWE). Als planerische Lösung war die Ertüchtigung der Hochwasserentlastungsanlage durch einen weitgehenden Ersatzneubau der bestehenden Anlagenteile (siehe Abb. 1) vorgesehen.

Ein wesentlicher Bestandteil der vorgeschlagenen Instandsetzungsvariante war der Ersatz der Kaskaden 1 bis 3 durch eine „Raue Rampe“ sowie der Ersatz der bestehenden Kaskaden 4 und 5 durch zwei hintereinander geschaltete Tosbecken.

Die für Wartungsarbeiten von der Thüringer Fernwasserversorgung geforderten Zufahrtsmöglichkeiten wurden planerisch als Stahlbetontröge, befahrbar mittels kleinem LKW, als seitliche Zufahrten zu den Tosbecken angeordnet.

Infolge der damit verbundenen erheblichen Eingriffe in den nach ThürDschG bestehenden Schutzstatus für die Bestandteile der Sattelmauer einschließlich der HWE, wurde im Zuge des Planfeststellungsverfahrens durch die untere Denkmalschutzbehörde gegen die geplante Lösung zur Instandsetzung der HWE mit Stellungnahme vom 26.09.2022 Einspruch erhoben.

Dem wurde durch die Planfeststellungsbehörde stattgegeben. Im Zuge des weiteren Planfeststellungsverfahrens wurde der Einspruch der Denkmalschutzbehörde mit folgendem Ergebnis aufgegriffen bzw. abgewogen.

Im Planfeststellungsbeschluss vom 14.03.2024 [5] wurde im Teil A unter Pkt. V, Abs. 1 nachstehender Planergänzungsvorbehalt aufgenommen:

- Vor Baubeginn sind Pläne für die Gestaltung der Kaskade bei der Planfeststellungsbehörde einzureichen.
- Auf Seite 44 wird weiter erläutert, dass die Leistungsumfänge zum Umbau der Kaskade noch in der Planung sind und zu einem späteren Zeitpunkt planfestgestellt werden.

Weiterhin wurden im Planfeststellungsbeschluss im Teil A unter Pkt. IX, Abs. 5 und 6 nachstehende Zusagen des Vorhabensträgers protokolliert:

- Der Vorhabensträger verpflichtet sich zu prüfen, ob das Kaskadenbauwerk der HWE erhalten werden kann.
- Der Vorhabensträger verpflichtet sich zu prüfen, ob die Errichtung der beiden Zufahrtsstraßen im Bereich der Kaskade notwendig ist.

Mit den vorstehenden Festlegungen im Planfeststellungsbeschluss vom 14.03.2024 [5] sowie im Ergebnis der durchgeführten Abstimmung zu den Belangen des Denkmalschutzes am 01.12.2022 [6] sowie am 13.03.2023 [7] besteht bezüglich der Gestaltung der HWE folgender Minimalkonsens:

- Als Voraussetzung für die geforderte Überplanung der HWE werden durch die Thüringer Fernwasserversorgung die erforderlichen zusätzlichen Modellversucher veranlasst.
- Im Ergebnis der Modellversuche wird die bisherige Lösung zur Sanierung der HWE an der Sattelmauer überarbeitet. Dabei liegt der Schwerpunkt aus Sicht des Denkmalschutzes auf dem Erhalt des Erscheinungsbildes der Kaskadenstufen im oberen Abschnitt.

Mit dem vorstehend erläuterten Stand im Genehmigungsverfahren und den Vorgaben der Thüringer Fernwasserversorgung zur Umsetzung der geplanten Instandsetzungsmaßnahmen im Zeitraum 2026 bis Ende 2028, ergeben sich mit dem Ziel der Reintegration des Teilvorhabens der HWE an der Sattelmauer in das Gesamtvorhaben die nachstehenden Leistungspakete und terminliche Vorgaben:

- Erneute Durchführung von Modellversuchen zur Sicherstellung der erforderlichen hydraulischen Leistungsfähigkeit bei Abfluss von BHQ_1 und BHQ_2 unter der Maßgabe einer weitgehenden Erhaltung der obersten 3 Kaskadenstufen.
- Wiederholung der LPH 2 bis 4 der HOAI für die Anlagenteile der HWE und Erwirken der erforderlichen nachholenden Genehmigungen.
- Erstellung der Ausschreibungs- und Ausführungsunterlagen bis Ende Juli 2025.

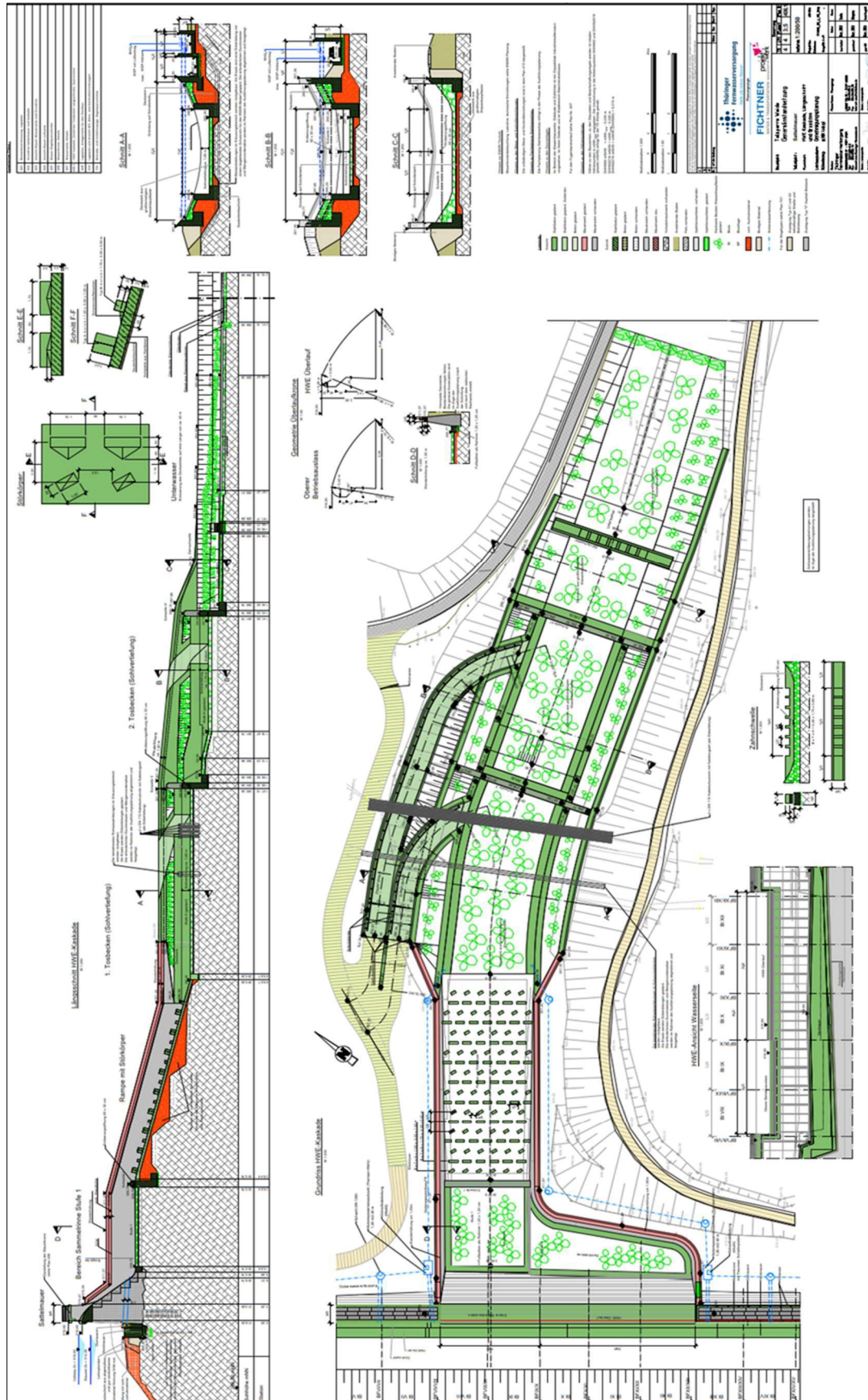


Abb. 1: Vom Denkmalschutz abgelehnte Variante der HWE „Rampe mit nachgeordneten Tosbecken“

3. PLANUNGSGRUNDLAGEN / BESTEHENDE VERHÄLTNISSE UND RAND-BEDINGUNGEN

Bezüglich der Beschreibung der bestehenden Verhältnisse und Randbedingungen sowie der Planungsgrundlagen zum Gesamtvorhaben wird auf die vorliegenden und bereits planfestgestellten Unterlagen der Genehmigungsplanung [3] und [4] verwiesen.

Nachstehend werden lediglich die ab 05/2024 neu hinzugekommenen Planungsgrundlagen bzw. das Teilvorhaben der HWE betreffende neue Randbedingungen aufgeführt:

3.1 Vertragsgrundlagen

- Die Beauftragung der erforderlichen Modellversuche erfolgte durch die Thüringer Fernwasserversorgung am 16.12.2022 direkt an das Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie GmbH aus Weimar.
- Die Beauftragung der Planungsleistungen zur Wiederholung der LPH 2 bis 4 der HOAI für die Anlagenteile der HWE erfolgte durch die Thüringer Fernwasserversorgung am 06.10.2023 [1] an die Planungsarge Fichtner-Projektwerk.

3.2 Denkmalschutz

Im Ergebnis der durchgeführten Abstimmungen zu den Belangen des Denkmalschutzes am 01.12.2022 [6] sowie am 13.03.2023 [7] besteht bezüglich der Gestaltung der HWE folgender Minimalkonsens:

- Im Ergebnis der zusätzlich durgeführten Modellversuche ist die bisherige Lösung zur Sanierung der HWE an der Sattelmauer zu überarbeitet. Dabei liegt der Schwerpunkt aus Sicht des Denkmalschutzes auf dem Erhalt des Erscheinungsbildes der 3 Kaskadenstufen im oberen Abschnitt.

3.3 Baugrund und Hydrogeologische Verhältnisse

Von der Thüringer Fernwasserversorgung wurde das IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH am 15.02.2024 mit der Erstellung des geotechnischen Berichtes zur Hauptuntersuchung beauftragt. Die wesentlichen Erkundungsarbeiten wurden von der Firma Bohr- und Umwelttechnik GmbH im Zeitraum vom 11.03.2024 bis zum 17.05.2024 durchgeführt. Zeitgleich zu den Bohrarbeiten wurden zur Erkundung der Bestandsmauern Baggerschürfe durch die Firma ZeuTie Tiefbau GmbH ausgeführt.

Die Ergebnisse der durchgeführten Baugrunduntersuchungen wurden im Geotechnischen Bericht [7] durch das IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH zusammenfassend dargestellt.

Zur Baugrund- und teilweise auch zur Bauwerkserkundung wurden direkte Aufschlüsse als Kernbohrungen und Rammkernsondierungen ausgeführt. Diese wurden zur Feststellung der Lagerungsdichte, Felsgrenze bzw. der Konsistenz oder der Lagefeststellung der anstehenden Böden durch Sondierungen mit der schweren Rammsonde, ergänzt.

Insgesamt wurden im benannten Zeitraum 26 Kleinrammbohrungen (KRB), 31 Schwere Rammsondierungen (DPH), 23 Rotationskernbohrungen (B) und 3 Baggerschürfe ausgeführt. Die geplante Erkundungstiefe lag zwischen 1,5 und 12 m und wurde mit den Kern- und Kleinrammbohrungen auch weitgehend erreicht. Vereinzelt mussten aufgrund des z.T. sehr hohen Eindringwiderstandes die Ansatzpunkte verschoben werden bzw. die Erkundung wurde mit dem Erreichend des Felshorizontes abgebrochen.

An charakteristischen Bodenproben wurde eine Reihe von bodenphysikalischen Laborversuchen durchgeführt.

Aus den Bohrungen wurden 2 x Grundwasserproben (Mischproben) entnommen und auf betonangreifende Bestandteile nach DIN 4030 und auf stahlangreifende Bestandteile nach DIN 50929 analysiert.

Zur Bestimmung der chemischen Belastung wurden umweltchemische Untersuchungen an weiteren Bodenmisch- und -einzelproben sowie an Asphaltmisch- und -einzelproben wie folgt ausgeführt:

- 3 × Analyse gemäß Ersatzbaustoffverordnung
- 2 × Analyse gemäß Ersatzbaustoffverordnung inkl. Phenolindex
- 4 × Analyse gemäß RuVA-StB 01

Zur Erkundung des Bauwerksbestandes und der Gründungsgeometrie wurden neben den 3 Schürfen im Bereich von Randmauern, Sohlabstürzen und Sohlbefestigungen horizontale sowie geneigte Mauerwerksbohrungen durchgeführt. Die Mauerwerksbohrungen wurden dabei mit Erkundungsbohrungen des darunter folgenden Baugrundes kombiniert.

Bohrung	Neigung	Ansatzpunkt [mDHHN92]	Lage	Mächtigkeit / Länge [m]	Material
B 9/24	0°	291,04	Sohle Tosbecken Hauptmauer	1,2	Naturstein mit Mörtel und Beton mit Zuschlag
B 10/24	0°	305,72	HWE Sattelmauer	0,43	Naturstein mit Mörtel und Beton mit Zuschlag
B 11/24	0°	304,85	HWE Sattelmauer	0,6	Naturstein mit Mörtel und Beton mit Zuschlag
B 12/24	0°	296,27	HWE Sattelmauer	0,5	Naturstein mit Mörtel und Beton mit Zuschlag
B 13/24	90°	306,02	HWE Sattelmauer	2,15	Naturstein mit Mörtel und Beton mit Zuschlag
B 14/24	90°	306,51	HWE Sattelmauer	1,8	Naturstein mit Mörtel und Beton mit Zuschlag
B 15/24	90°	297,49	HWE Sattelmauer	1,9	Naturstein mit Mörtel und Beton mit Zuschlag
B 16/24	60°	296,27	HWE Sattelmauer	1,24	Naturstein mit Mörtel und Beton mit Zuschlag
B 18/24	0°	293,37	HWE Sattelmauer	0,45	Naturstein mit Mörtel und Beton mit Zuschlag
B 21/24	0 °	289,84	HWE Sattelmauer	0,3	Naturstein mit Mörtel und Beton mit Zuschlag

Tabelle 1: Übersicht zu den ausgeführten Mauerwerksbohrungen, Tabelle 1 in [7]

Die Lage aller Erkundungspunkte wurde in die Lagepläne der Objektplanung übernommen. Ausgewählte Bohrprofile wurden in die Schnittdarstellungen zur technischen Planung übernommen.

Zusammenfassend können folgende Aussagen zum Baugrund getroffen werden:

Der für die Baumaßnahme maßgebende Baugrund wird vom Verwitterungshorizont des anstehenden Tonschiefers (Bodengruppe GW, GI, GU, GU*, SU, SU*) und durch den frischen Fels selbst gebildet. Lokal besteht der Verwitterungshorizont aus feinkörnigen Schichten (Bodengruppen UL/TL, UM/TM) mit stark variierender Konsistenz. Überlagert ist der Verwitterungs- bzw. Felshorizont mit quartären Schichten und Auffüllungen.

Die Ergebnisse des Gutachtens beziehen sich auf die erkundeten Bereiche unter Berücksichtigung des regionaltypischen geologischen Charakters.

Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit und -Schichtausbildung zu den in den Aufschlusspunkten lokal angetroffenen Verhältnissen sind möglich.

Gegen die geplante Maßnahme bestehen aus geotechnischer Sicht unter Beachtung der gegebenen Empfehlungen und Hinweise grundsätzlich keine Einwände.

In Auswertung der durchgeführten Baugrunderkundungen sind im Bereich der geplanten Vermessungsfestpunkte Tiefgründungen auszuführen.

Das Tosbecken an der Hauptmauer sowie die neu zu planenden Anlagenteile der HWE an der Sattelmauer können ohne Zusatzmaßnahmen flach gegründet werden.

Unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse wird ein Baugrubenverbau erforderlich. Hierfür wird im Baugrundgutachten ein Trägerbohlverbau empfohlen. In Verbindung mit dem Trägerbohlverbau wird eine offene Wasserhaltung als ausreichend angesehen.

Schichtenfolge und Bodenkennwerte im Talbereich an der Sattelmauer:

Im Detail konnten folgende Schichtungen im abgegrenzten Untersuchungsgebiet an der Sattelmauer festgestellt werden:

Dabei wurden die Aufschlüsse B 10/24 bis B 19/24, B 21/24 sowie die KRB 4/24, KRB 5/24, KRB 7/24, KRB 10/24 bis KRB 15/24, KRB 18/24 bis KRB 21/24 und KRB 23/24 mit den DPH 3/24 bis DPH 8/24, DPH 20/24 bis DPH 22/24 und DPH 25/24 bis DPH 29/24 ausgewertet.

Abseits der Erkundungsaufschlüsse (B, KRB) wurden die DPH 11/24 bis DPH 14/24 und DPH 19/24 niedergebracht.

Horizont / Schicht		Mächtigkeit	Klassifikation	
Nr.	Beschreibung DIN EN ISO 14688-1 / 14689	[m]	DIN 18196	Frostem-pfindlichk. ¹⁾
0	Oberboden Schluff, schwach sandig bis stark sandig, schwach kiesig, schwach steinig, schwach organisch bis organisch, braun, weich/konsistenzlos Lokal Schluff, sandig, schwach steinig bzw. Schluff, organisch, schwach steinig, braun, weich Sand, schwach schluffig bis stark schluffig, schwach kiesig bis stark kiesig, schwach steinig, schwach organisch, braun, braungrau, weich/locker bis lokal mitteldicht gelagert Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig bis schluffig, schwach organisch bis organisch, braun, locker gelagert (nicht flächenhaft ausgebildet)	0,1 – 0,35	TA, SU, SU*, GU, GU*	-
1	Auffüllung			
1.2	ungebundene Tragschicht Kies, schwach sandig bis stark sandig, schwach schluffig (lokal ohne Schluffanteil), schwach steinig, grau, graubraun, mitteldicht gelagert	0,25 – 0,6	[GU], ([GW])	(F1), F2
1.3	grobkörnig Kies, schwach sandig bis sandig (lokal schwach schluffig), schwach steinig, grau bis braun, lokal rot, mitteldicht (Blöcke), hellgrau	0,15 – 0,96	[GW], ([GU])	F1, (F2)
1.4	gemischtkörnig Kies, schwach sandig bis stark sandig, schwach schluffig bis stark schluffig, lokal schwach tonig, schwach steinig, hellbeige bis beige, braungrau, beigegrau, hellgrau bis grau, locker bis dicht gelagert, Sand, kiesig bis stark kiesig, schwach schluffig bis schluffig (lokal stark schluffig, schwach steinig, schwach organisch), braun, beige bis dunkelbeige, locker bis mitteldicht gelagert Lokal Steine/Kies, schluffig, schwach sandig, grau bis braun verbreitet umgelagertes, ortseigenes Material (verwitterter Fels)	0,3 – 6,0	[GU,], [GU*], [SU], [SU*]	F2, F3

1.5	feinkörnig Schluff, schwach sandig bis stark sandig, schwach kiesig bis kiesig, (lokal schwach steinig, Schluff-Kies-Gemisch), hellbraun bis braun, graubraun, hellgrau bis grau, beige bis hellgrau, weich bis steif, steif bis halbfest Kies, stark sandig, schluffig, schwach tonig, braungrau, weich bis steif Sand, stark schluffig, schwach kiesig bis kiesig, graubraun bis braun, halbfest	0,15 – 3,55	[UL/TL], [UM/TM], [ST*]	F3
1.6	Mauerwerk (Naturstein, Beton) grau, graubraun	0,2 – 0,45	-	-
2	Quartäre Schichten			
2.1	gemischtkörnig Kies, schwach sandig bis sandig, schwach schluffig bis schluffig, braun, grau, locker bis mitteldicht gelagert Sand, stark kiesig, schluffig, graubraun, mitteldicht gelagert	0,4 – 2,0	GU, GU*, SU*	F2, F3
2.2	feinkörnig Schluff, tonig bis stark tonig (lokal Schluff-Ton-Gemisch), schwach sandig bis stark sandig, schwach kiesig, lokal stark kiesig, hellgrau bis grau, grau, braun bis graubraun, weich bis steif, lokal halbfest	0,6 -1,7	TA, TM	F3
3	Fels, verwittert			
3.1	zersetzt Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig bis stark schluffig, grau bis dunkelgrau (lokal schwarz), graubraun, mitteldicht bis dicht gelagert Sand, kiesig bis stark kiesig, schwach schluffig bis schluffig (lokal stark schluffig), schwach tonig, dunkelbraun, beigebraun, mitteldicht bis dicht gelagert Schluff/Ton, weiß, weich bis steif Schluff, schwach kiesig bis kiesig, (lokal Schluff-Kies-Gemisch, schwach sandig), grau bis dunkelgrau, steif bis halbfest, lokal fest	0,1 – 2,6	GU, GU*, SU, ST*, UL/TL, UM/TM	F3, (F2)
3.2	vollständig bis stark verwittert Kies, schwach sandig bis stark sandig, schwach schluffig bis stark schluffig, (lokal schwach steinig, tonig), hellgrau bis dunkelgrau, graubraun, beige bis dunkelbeige, graublau bis braunblau, mitteldicht bis dicht gelagert Sand, kiesig bis stark kiesig, schwach schluffig bis schluffig, grau bis dunkelgrau, mitteldicht bis dicht Kies/Steine, dunkelgrau, Kies, schwach sandig bis sandig, graubraun	0,6 – 4,2	GU, GU*, SU, SU*, (GW)	F3, (F1, F2)
3.3	mäßig bis schwach verwittert Kies, schwach sandig, grau, mitteldicht bis dicht gelagert Steine, Kies, lokal schwach sandig, schwach schluffig, grau bis braun Steine/Blöcke, lokal Kies, dunkelgrau	0,3 – 5,2	(GW, GU)	(F1, F2)
3.4	frisch dunkelgrau	1,6	-	-

Tabelle 2; Beschreibung und Klassifikation der Baugrundsichten im Talbereich an der Sattelmauer;
Quelle, Tabelle 4 in [7]

Schicht		maßgebende Boden- gruppe(n) DIN 18196	maßg. Konsistenz bzw. Lagerungs- dichte	Wichte		Reibungs- winkel	Kohäsion	Steife- modul
Nr.	Bezeich- nung			γ_k	γ'_k	ϕ'_k	c'_k	$E_{s,k}$
				[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[MN/m²]
1	Auffüllungen							
1.2	Unge- bundene Tragschicht	[GI/GW]	md	19	11	35	0	70
		[GU], [GU*]	md	20	12	35	0	60
1.3	grobkörnig	[GW], ([GU])	md	19	11	35	0	80
1.4	Gemischt- körnig	[GU], [GU*], [SU], [SU*]	l – md	18,5	10,5	32,5 – 35	0	40 – 60
			md – d	21	13	32,5 – 35	0 – 2	60 – 80
1.5	feinkörnig	[UL/TL], [UM/TM]	w – st	20	10	25 – 27,5	0 – 2	5 – 10
			st – hf	20,5	10,5	25 – 27,5	2 – 5	10 – 15
2	Quartäre Schichten							
2.1	gemischtkör- nig	GU, GU*, SU, SU*	l – md	19	11	32,5	0	40 – 60
2.2	feinkörnig	TA, TM/UM	w – st	19	9	17,5 – 22,5	0 – 5	1 – 5
3	Fels, verwittert							
3.1	zersetzt	UL/TL, UM/TM, ST*	w – st	20	10	25 – 27,5	0 – 2	5 – 10
			st – hf	20,5	10,5	25 – 27,5	2 – 5	10 – 15
			hf – f	21	11	25 – 27,5	5 – 10	15 – 20
		GU, GU* SU, SU*	md – d	21	13	35	0 – 5	70 – 90
3.2	vollständig bis stark verwittert	GI/GW	d	20	10	37,5	0	120
		GU, GU* SU, SU*	md	21	13	32,5 – 35	0 – 2	70 – 90
			d	22	14	32,5 – 35	0 – 5	100
3.3	mäßig bis schwach verwittert	GW (GU)	md – d	21	13	37,5	0	90 – 100
3.4	frisch	- (Fels)	-	26 - 28	-	35 ¹⁾	10 ¹⁾	>500
1) Scherparameter auf Trennflächen								

Tabelle 3 Geotechnische Kennwerte der Baugrundsichten; Quelle, Tabelle 6 in [7]

Stahl- und Betonkorrosivität:

Zur Beurteilung der Aggressivität des Grundwassers gegenüber Beton und Stahl wurden die Grundwasserproben WP 1/24 aus der B 12A/24 sowie die WP 2/24 aus der B 21/24 gemäß DIN 4030 (Betonaggressivität) sowie DIN 50929-3:2018-03 (Stahlaggressivität) analysiert.

Anhand der Untersuchungsergebnisse wird das Grundwasser bezüglich der Betonaggressivität der WP 1/24 der Expositionsklasse XA-1 und die WP 2/24 keiner Expositionsklasse zugeordnet.

Die Ergebnisse der Stahlaggressivität der WP 1/24 zeigen, dass die Korrosionswahrscheinlichkeit gegenüber unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffe sehr gering bis gering ist. Die Korrosionsschutzwirkung bei Einsatz von feuerverzinkte Stählen wird im Wasser/Luft-Bereich mit „gut“ im Unterwasserbereich mit „sehr gut“ eingeschätzt.

Die Ergebnisse der an der WP 2/24 untersuchten Stahlaggressivität zeigen, dass die Korrosionswahrscheinlichkeit für unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe sehr gering ist. Die Korrosionsschutzwirkung

kung bei Einsatz von feuerverzinkte Stählen wird im Wasser/Luft-Bereich mit „gut“ im Unterwasserbereich mit „sehr gut“ eingeschätzt.

Hydrogeologische Verhältnisse:

Während der Aufschlussarbeiten wurden im Bereich an der Sattelmauer folgende Grundwasserstände festgestellt.

Aufschluss	Datum	Ansatzpunkt	Grundwasserstand		Bemerkung
		m DHHN 92	m DHHN 92	m u. GOK	
KRB 4/24	14.03.2024	289,99	289,19	0,8	Grundwasserstand nach Bohrende
KRB 7/24	10.04.2024	291,53	290,33	1,2	Wasserstand nach Bohrende
KRB 12/24	13.03.2024	302,35	296,85	5,5	Wasserstand nach Bohrende
KRB 18/24	15.04.2024	300,30	294,7	5,6	Wasserstand nach Bohrende
KRB 20/24	16.04.2024	298,47	292,27	6,2	Wasserstand nach Bohrende
KRB 23/24	14.03.2024	290,46	290,01	0,45	Wasserstand nach Bohrende
B 20 KRB /24	18.04.2024	294,56	291,36	3,2	Wasserstand nach Bohrende

Tabelle 4, Grundwasserstände im Bereich der Sattelmauer zum Zeitpunkt der Erkundung;
Quelle, Tabelle 11 im [7]

Im Bereich der bestehenden Kaskaden wurde Wasser in den Quartären Schichten angetroffen z.B.: KRB 23/24, KRB 4/24, Schurf 2.

In der nachfolgenden Abbildung sind die Isolinien des Grundwassers (blaue Linien) und die hydrogeologischen Einheiten dargestellt. Die grundsätzlichen Grundwasserfließrichtungen werden über die grünen Pfeile veranschaulicht.

Bedingt durch das wechselhafte Geländeprofil, welches sich über das gesamte Projektareal erstreckt, ist nicht von einem flächig ausgebildeten Grundwasserleiter auszugehen.

Die Isohypsenkarte zeigt an der Hauptmauer und an der Sattelmauer jeweils einen Wasserstand von ca. 315 m ü NN was in etwa dem Stauspiegel entspricht. Direkt hinter der Haupt- und der Sattelmauer fällt der Grundwasserstand stark bis auf ca. 290 m ü NN ab. In diesen Bereichen wird ein quartärer Grundwasserleiter ausgewiesen. Es handelt sich dabei um den lokalen fluviatilen Grundwasserleiter der Weida.

Die im Baugrundgutachten [7] in den Tabellen 9 bis 11 angegebenen Grundwasserstände stimmen sehr gut mit den Darstellungen in der Isohypsenkarte überein. Der Baugrundgutachter kommt damit zu dem Schluss, dass es sich bei den erkundeten Wasserständen (siehe Tabelle 4) wahrscheinlich um Grundwasser handelt.

Bezüglich der für die statischen Bemessungen der Ingenieurbauwerke sowie der Baugrubenumschließungen anzusetzenden Grundwasserstände wird im Baugrundgutachten [7] darauf verwiesen, dass entsprechende Bemessungsannahmen durch den Objektplaner getroffen werden sollten.

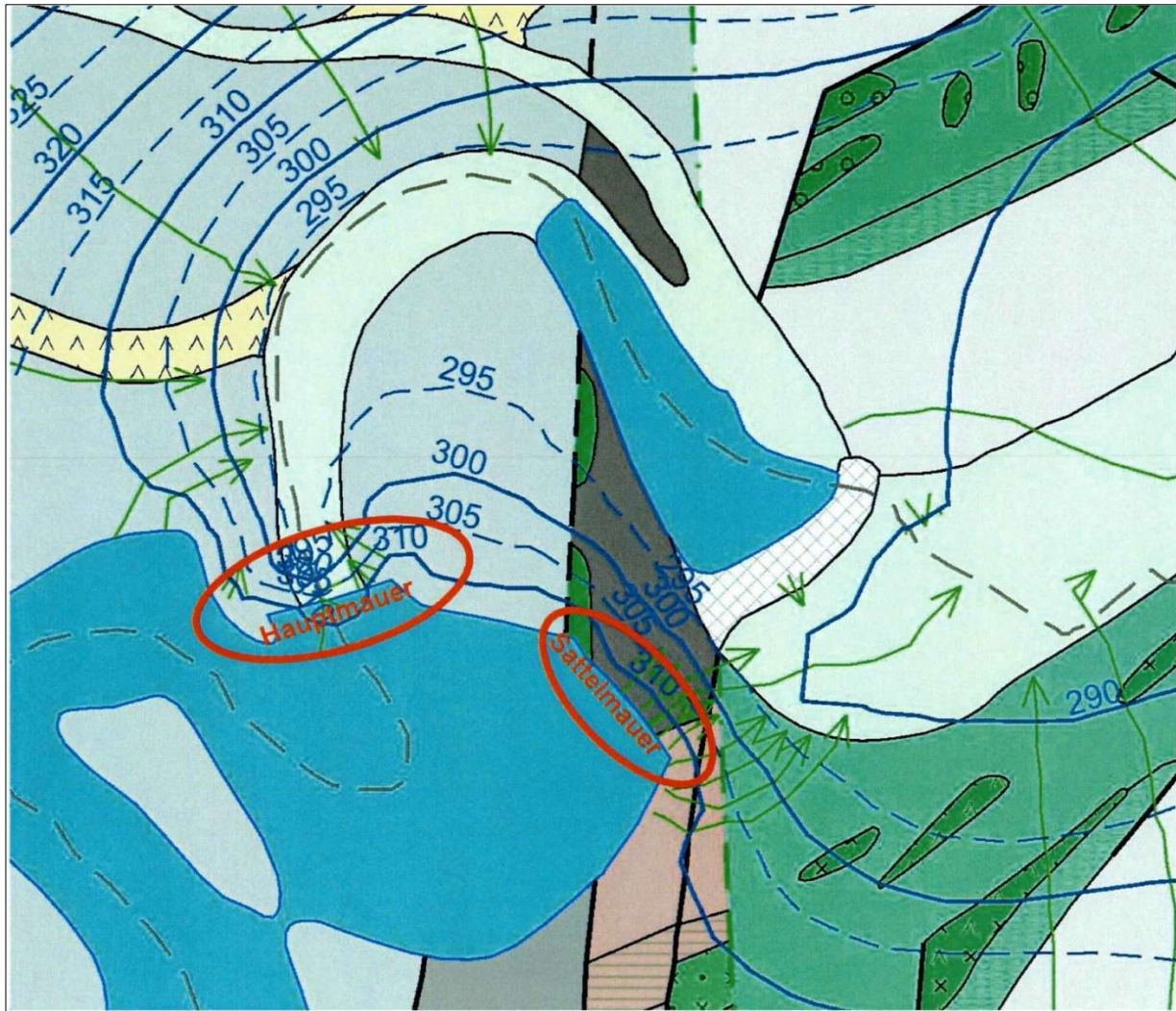


Abb. 2: Kartierung mit eingetragenen Grundwassergleichen und hydrogeologischen Einheiten; Quelle, Abbildung 1 in [7]

3.4 Bewertung der Böden nach EBV, LAGA bzw. DepV

Für die weitere Planung wurde die Kontamination der im Zuge der Baumaßnahme (möglicherweise) in en Aushub fallenden Böden (Schichten 1.2, 1.3 und 1.4 Auffüllungen) untersucht, um deren Verwertungsmöglichkeiten im geplanten Bauvorhaben realisieren bzw. den Massenüberschuss deklarieren zu können.

Dafür wurden chemische Untersuchungen gemäß der Ersatzbaustoffverordnung Anlage 1, Tabelle 3 mit dem Parameterumfang BM-F durchgeführt.

Die maßgebenden Analysen- und entsprechenden Zuordnungswerte der untersuchten Einzel- und Mischproben werden in der nachfolgenden Tabelle ausgewiesen.

Aus den insgesamt entnommenen 400 Einzelproben erfolgte im Labor zunächst eine visuelle und geruchsmäßige Bewertung des Bodens auf etwaige Verunreinigungen bzw. umweltgefährdende Bestandteile, wobei jedoch keine Auffälligkeiten festgestellt wurden.

Probe	Analyse	maßgebende Parameter	Analysewert	Zuordnungswert nach EBV [U22]
EP 1 KRB 05/24	Feststoff	Arsen	60 mg/kg	BM-F3
	Eluat	–	–	BM-0*
EP 2 KRB 09/24	Feststoff	Arsen	92 mg/kg	BM-F3
	Eluat	–	–	BM-0*
EP 4 PiBK 01	Feststoff	Arsen	163 mg/kg	>BM-F3
	Eluat	–	–	BM-0*
EP 5 PiBK 01	Feststoff	Arsen	138 mg/kg	BM-F3
		Chrom ges.	165 mg/kg	
		Nickel	112 mg/kg	
	Eluat	Arsen	22 µg/L	BM-F2
MP 4	Feststoff	Arsen	48 mg/kg	BM-F3
		Nickel	103 mg/kg	
	Eluat	Arsen	15 µg/L	BM-F1

Tabelle 5, Maßgebende Analyse- und Zuordnungswerte des Bodens nach EBV; Quelle, Tabelle 8 im [7]

Die Werte in vorstehender Tabelle lassen eine generelle geologisch bedingte Vorbelastung des Baufeldes mit Arsen vermuten.

Im Zuge der auf dem Baufeld bereits umgesetzten bzw. derzeit noch in Ausführung befindlichen Bau- und Erschließungsmaßnahmen, wurden vorstehende Belastungen der auszuhebenden Böden bereits festgestellt. Legt man die reinen Analysenwerte zugrunde ist eine Verwertung der anfallenden Überschussmassen formalgesehen schwierig. Eher ist mit einer Entsorgung der Überschussmassen auf einer entsprechenden Deponie zu planen.

Im Rahmen des Baugrundgutachtens [7] wird daher empfohlen, dass alles Aushubmaterial über ein Zwischenlager gehandelt wird. Das Aushubmaterial ist hier baubegleitend am Haufwerk zu beproben. Im Ergebnis ist über die weitere Verwendung zu entscheiden.

Auf Nachfrage bei der Thüringer Fernwasserversorgung wurde mitgeteilt, dass im Rahmen der laufenden Erschließungsmaßnahmen mit der Unteren Bodenschutzbehörde derzeit folgende Absprache besteht:

- Ein Wiedereinbau von belasteten Böden auf dem unmittelbaren Baufeld und nach entsprechender Abstimmung auch im weiter gefassten Baufeld zum Zwecke von Baugrubenverfüllungen, Geländeregulierungen, Auffüllungen etc. ist bis einschließlich Z2 nach LAGA möglich. Böden mit höheren Schadstoffbelastungen sind entsprechend den bestehenden gesetzlichen Bestimmungen fachgerecht zu entsorgen.

3.5 Kampfmittel / Verdachts- und Altlastenflächen

Kampfmittel:

Durch die Thüringer Fernwasserversorgung wurde die Tauber Delaborierung GmbH mit der Durchführung einer multitemporalen Luftbilddauswertung für das Vorhabens Gebiet beauftragt. Das Vorhabens Gebiet wurde in diesem Rahmen anhand von Archivalien und Luftbildern aus der Zeit des Zweiten Weltkrieges geprüft.

Im Ergebnisbericht [11] vom 30.04.2024 wurde mitgeteilt, dass kein konkreter Kampfmittelverdacht für das Untersuchungsgebiet besteht.

Vorsorglich wurde darauf hingewiesen, dass Kampfmittelfunde jedoch nicht ausgeschlossen werden können.

Im Rahmen der vorliegenden Planung wird davon ausgegangen, dass im Zuge der Tiefbauarbeiten keine vorausseilende bzw. baubegleitende Kampfmittelerkundung erforderlich wird.

Verdachts- und Altlastenflächen:

Nach derzeitigem Kenntnisstand befinden sich im Plangebiet keine Verdachts- bzw. Altlastenflächen.

3.6 Bauzustandsuntersuchung zu Einzelbauteilen

Im Zuge der Ausführungsplanung zur Generalinstandsetzung der Talsperre Weida wurden durch die Planungsarge Fichtner-Projektwerk ergänzende Bauzustandsuntersuchungen an Einzelbauteilen durchgeführt. Die einzelnen Untersuchungen fanden mit zeitlichen Unterbrechungen im Zeitraum zwischen 08/2023 und 10/2024 statt und schließen auch die Aus- oder Bewertung der im Rahmen der Baugrunderkundung 2024 durchgeführten Baugrund- und Bauwerksbohrungen sowie die luftseitigen Wandfreilegungen im Bereich der Stützwände mit ein. Ein entsprechender Abschlussbericht liegt mit Stand 10/2024 [9] vor.

Die durchgeführten Untersuchungen ergänzen die 2013 vom F. A. Finger-Institut für Baustoffkunde durchgeführten Untersuchungen [8] bzw. führen diese fort.

Die im Zeitraum 2023/2024 durchgeführten Untersuchungen hatten vordringlich das Ziel den baulichen Zustand der einzelnen Bauteile zu beurteilen, Instandsetzungsbereiche anhand der Schädigungsgrade einzugrenzen und bautechnische Erfahrungen mit den Mörteln unter Verwendung von Sulfathüttenzement zu gewinnen, da über diese Mörtel derzeit keine baupraktischen Erfahrungen vorliegen.

Neben der Durchführung der eigentlichen Bauzustandsuntersuchungen waren auf der Mauerluft- und Wasserseite Probefelder für die Erprobung der geplanten Instandsetzungsverfahren anzulegen.

Dabei wurde auf der Mauerluftseite die Sanierung des vorhandenen Bruchsteinmauerwerkes sowie auf der Wasserseite das Anbringen der Geomembran für die Abdichtung der Staumauern einschließlich der dazu erforderlichen Arbeitsschritte erprobt.

In Bezug auf die Bereiche der HWE an der Sattelmauer kann zusammenfassend folgendes Fazit gezogen werden:

Die luftseitige Ansichtsfläche der Sattelmauer einschließlich der HWE besteht aus Natursteinmauerwerk. Es hat das Aussehen eines Bruchstein-Zyklopenmauerwerks gemäß DIN EN 1996-1-1/NA [18]. Nach optischer Beurteilung sind die Bruchsteine geologisch als Grünstein/Diabas anzusprechen.

Das Bruchsteinmauerwerk wurden im Zeitraum 2002 bis 2006 ohne die erdberührten Wandflächen abschnittsweise instandgesetzt.

Dabei wurden die Mauerwerksfugen mittels Höchstdruckwasserstrahlen ausgeräumt und mit C3A-armen, hochsulfatbeständigem Mörtel im Spritzverfahren neu vermörtelt.

Das Bruchsteinmauerwerk des luftseitigen Mauerrückens, die Wände von Sammelrinne, Tosbecken und Kaskaden hat großflächig einen optisch guten Erhaltungszustand.

Anhand der Begutachtung der 3 aus den Wänden entnommenen Bohrkerne, mit einer Tiefe von bis zu 95 cm wurde bestätigt, dass das Mauerwerk auch im Inneren ein festes Gefüge hat.

Nur vereinzelt wurden auf den Außenflächen hohlklingende Steine erkannt. Es sind bisher keine Schadreaktionen zwischen den Instandsetzungsmörteln und dem historischen Mörtel aufgetreten.

Schwach- und Schadstellen:

- Die Sohle im Bereich des Umlenkbeckens sowie einige Bereich des Mauerrückens wurden als sanierungsbedürftig eingestuft. Hier gibt es großflächig Oberflächenabwitterungen im Bereich der Fugen. Zumindest in den kartierten Bereichen ist eine grundhafte Instandsetzung der Fugen erforderlich.
- Die oberen Steinreihen der Schwellen vor den Sohlabstürzen liegen in allen Kaskaden hohl und sind neu aufzumauern.

- Als wesentliche Schwachstelle wurde die Gründung der seitlichen Stützwände und der Sohlbereiche ausgemacht. Eine direkte Gründung auf frischem, kompakten Fels konnte nicht festgestellt werden. Unter den Bauwerken stehen grob bis gemischtkörnige Böden sowie Auffüllungen an. Teilweise handelt es sich um stark verwitterten Fels.
- Bei hoher hydraulischer Belastung infolge von Hochwasserereignissen besteht das Risiko des HerauslöSENS von Einzelsteinen in der Sohle. Dies begünstigt ein kettenartiges, großflächiges Versagen des Natursteinverbundes.
- Die darunter befindlichen Gründungsschichten werden als nicht erosionssicher eingestuft, weshalb in diesem Fall kolkartige Schäden im Untergrund der Kaskade einschließlich der Unterspülung der seitlichen Begrenzungswände zu befürchten sind. Die Folge könnte ein Einstürzen der Wände und damit verbunden das Versagen der gesamten HWE-Kaskade sein.



Abb. 3: Belastungssituation eine HWE-Kaskade bei Hochwasser am Beispiel der TS Klingenberg 2002



Abb. 4: Schadensbild an der HWE-Kaskade der TS Klingenberg 2002

Vorstehende Abbildungen verdeutlichen sehr anschaulich die extremen Belastungen der Bauwerksteile durch die abfließenden Wassermassen.

In Klingenberg bestand 2002 das Glück darin, dass die gesamte Kaskade auf massiven Fels geründet ist. Ohne diesen Umstand, wären mit Sicherheit die seitlichen Führungswände eingestürzt, was wiederum ein völliges Versagen der gesamten Kaskade nach sich gezogen hätte.

3.7 Verfügbarkeit von Natursteinen „Diabas“

Im Rahmen der Grundlagenermittlung / Vorplanung war zu prüfen, ob die am Objekt verbauten Naturstein in vergleichbarer Qualität zu beschaffen sind. Sind neue Steine nicht beschaffbar, müssen von den geborgenen Steinen alle Anhaftungen aus Sulfathüttenzement aufwendig beseitigt werden, um unliebsame Reaktionen zwischen den unterschiedlichen Betonsorten auszuschließen.

An der TS Weida wurden augenscheinlich Natursteinen aus dem Thüringisch-Fränkisch-Vogtländischen Schiefergebirge sogenannter Grünstein bzw. Diabas ein schwach metamorpher Basalt verbaut.

Gewonnen wurden die Bruchsteine in einem im Zuge des Talsperrenneubaues aufgeschlossenen Steinbruch. Das frühere Steinbruchgelände liegt südlich der Karpfenwiese an der süd-östlichen Talsperrenflanke und ist heute geschütztes Brutrevier des Uhu.



Abb. 5: Bruchsteine, Diabas im Steinbruch Lauterbach der Hartsteinwerke Vogtland GmbH & Co. KG



Abb. 6: Mauer aus Bruchsteinen an der TS Weida

Vergleichbare Steine stehen z.B. in Form von klassifizierten Wasserbausteinen in der Steingröße LMB_{40/200} im Steinbruch Lauterbach der Hartsteinwerke Vogtland GmbH & Co. KG als unbehauenen Schüttsteine zur Verfügung. Der Steinbruch liegt ungefähr 50 km von der Baustelle entfernt.

Die Steine besitzen eine Kantenlänge zwischen 20 und 60 cm und haben ein größenabhängiges Steingewicht von 40 bis 200 kg.

Besagte Steine müssten bei Verwendung vorsortiert werden, so dass im Sichtbereich Steine mit einer Kantenlänge von 30 bis 50 cm zum Einsatz kommen. Entlang von Kanten und Fugen müssten die Steine auf der Baustelle von Hand behauen werden.

3.8 Modellversuche

Um die Leistungsfähigkeit der zukünftigen Hochwasserentlastungsanlage an der Sattelmauer in erforderlichem Umfang nachzuweisen, wurden vom Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie im Hydrolabor Schleusingen zwischen 2018 und 2020 grundlegende hydraulische Modellversuche durchgeführt.



Abb. 7: Modell der HWE an der Sattelmauer im Ist-Zustand; Quelle, Abbildung 1 in [14]

Für die Durchführung der Modellversuche wurden nachstehende Bemessungsdurchflüsse (Zuflussscheitelwerte ohne Berücksichtigung der Retentionswirkung der Talsperre) als Versuchsrandbedingungen festgelegt:

BHQ _x = 60 m ³ /s	
BHQ ₃ = 33 m ³ /s	HQ ₁₀₀ → Nachweis Hochwasserschutz für Unterlieger
BHQ ₂ = 159 m ³ /s	HQ ₁₀₀₀₀ → Nachweis der Stauanlagensicherheit
BHQ ₁ = 103 m ³ /s	HQ ₁₀₀₀ → Nachweis der HWE (Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit)

Die Modellierung selbst erfolgte in 2 getrennten Modellschritten bzw. 2 Teilmodellen:

- ❖ TO4 - Detailmodell zur Untersuchung der Überfallkante auf der Sattelmauer und
- ❖ Modelluntersuchungen zur Hochwasserentlastungsanlage an der Sattelmauer.

Die ausgeführten Versuchsanordnungen sowie die zugehörigen Versuchsergebnisse wurden in zwei Abschlussberichten [12] und [13] dokumentiert.

Im Ergebnis der durchgeführten Modellversuche wurden folgende baulichen Maßnahmen konzeptionell vorgeschlagen, planerisch ausgeführt und 05/2022 zur Planfeststellung eingereicht:

- Umgestaltung der Überfallschwelle auf der Sattelmauer
- Erhöhung der Randmauern im Bereich der HWE,
- Anordnung einer geneigten rauen Rampe im Bereich der Kaskadenstufen 1 bis 3,
- Umgestaltung der Kaskadenstufen 4 und 5 zu zwei Tosbecken mit Sohleintiefung,
- Einbau einer Zahnschwelle zur Sicherung der Energieumwandlung.

Zusätzlich wurden von der linken Seite zwei Zufahrtsrampen zu den beiden Tosbecken geplant.

Die Ergebnisse der Modellversuche waren im Hinblick auf die Energiedissipation optimal, allerdings im Hinblick auf die Belange des Denkmalschutzes nicht zufriedenstellend.

Wie bereits unter Pkt. 2.2 erläutert, wurde aus Denkmalschutzgründen zu den vorgeschlagenen Ertüchtigungsmaßnahmen an der HWE im Planfeststellungsbeschluss [5] ein Planergänzungsvorbehalt erlassen, was letztendlich bedeutet, dass die Planungsunterlagen überarbeitet werden müssen und in geänderter Form erneut zur Genehmigung einzureichen sind.

Aus vorstehenden Gründen fand am 01.12.2022 eine erste Abstimmung mit der Denkmalschutzbehörde (Protokoll [6] liegt in der Anlage 3 den Unterlagen bei) zu den im Zuge der Instandsetzung der HWE beabsichtigten Veränderungen statt.

Durch die von Seiten der Thüringer Fernwasserversorgung vorgeschlagenen Veränderungen wird die Erhaltung des Erscheinungsbildes der Kaskadenform mindestens im oberen Teil angestrebt. Die Energieumwandlung muss damit verbunden im unteren Teil der Kaskade, welche als Tosbecken umgestaltet wird, erfolgen.

Der Nachweis zu einer ausreichenden Wirksamkeit der HWE unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen alternativen Gestaltung ist im Zuge neuer Modelluntersuchungen zu erbringen.

Die zusätzlichen Modellversuche wurden im Auftrag der Thüringer Fernwasserversorgung durch das Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie 2023 durchgeführt. Die untersuchten zusätzlichen Versuchsanordnungen sowie die zugehörigen Versuchsergebnisse sind im Abschlussberichten [14] mit Endstand 15.09.2023 zusammenfassend dargestellt. Der Abschlussbericht liegt in der Anlage 2 der vorliegenden Planungsunterlage bei.

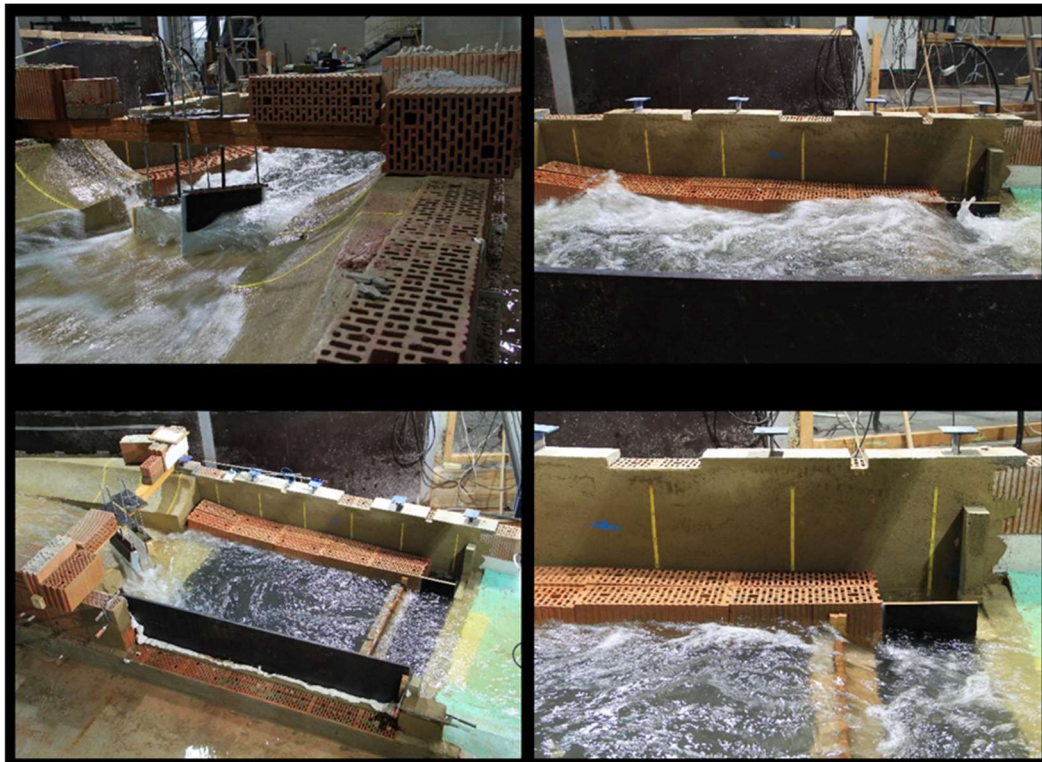


Abb. 8: Modellvariante G.5 - mit Wasser beaufschlagtes Modell; Quelle, Abschlussbericht [14]

Im Abschlussbericht [14] wird als Ergebnis der durchgeführten Modellversuche, unter Berücksichtigung der wesentlichen Forderungen des Denkmalschutzes, als Vorzugsvariante zur Instandsetzung der HWE an der Sattelmauer die Modellvariante G.5 zur planerischen Umsetzung vorgeschlagen.

Modellvariante G.5 - vorgeschlagene Instandsetzungsmaßnahmen:

Oberer Bereich (Sammelrinne/ Umlenkbecken und Kaskade 1 bis 3)

- Erhalt der Kaskadenform
- Erhöhung der Randmauern
- Erhöhung der Endschwelle am Umlenkbecken
- Rückbau der Endschwellen in den Kaskaden 1 bis 3

Unterer Bereich (Kaskade 4 und 5)

- Rückbau der Kaskaden 4 und 5
- Neubau eines einseitig erweiterten Tosbeckens mit tiefliegender horizontaler Sohle und Endschwelle als Prallwand
- Anordnung von 2 Leitwänden zur Strahlumlenkung am Tosbeckeneintritt
- Verbindungsgerinne als gekrümmte Schussrinne zwischen Kaskade 3 und Tosbecken
- Anordnung einer Zahnschwelle hinter dem Tosbecken, Unterbettsicherung

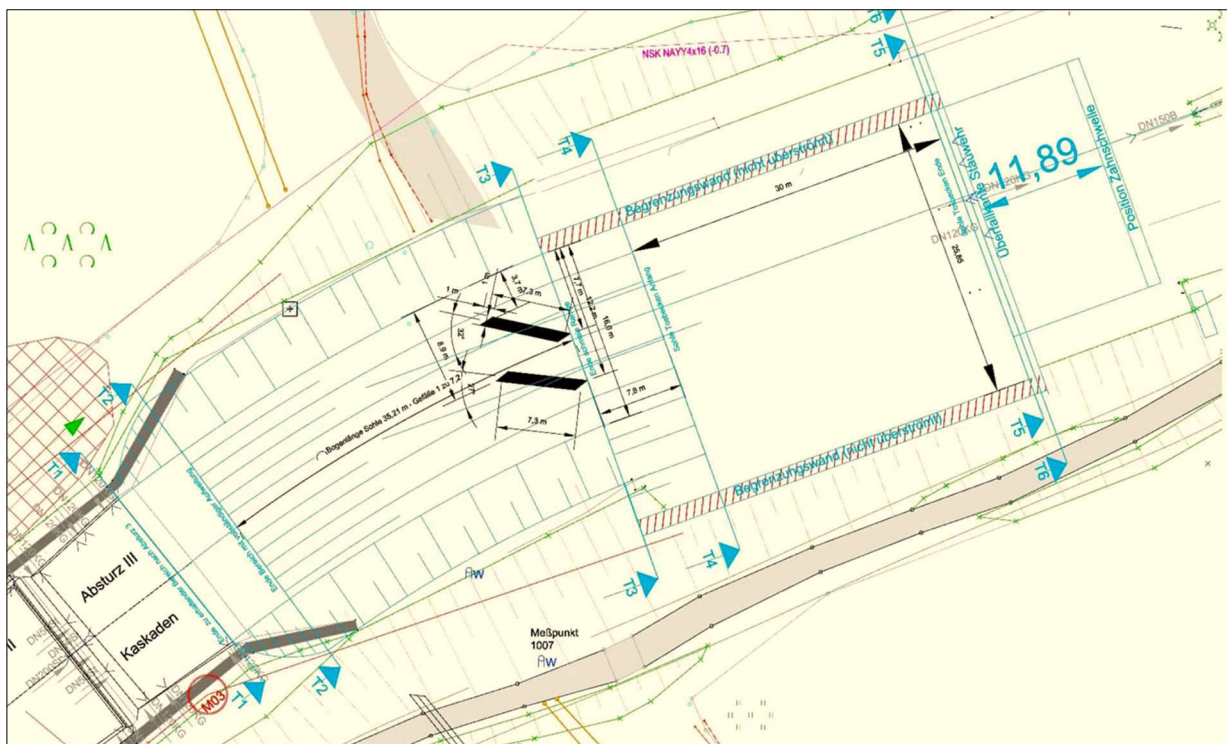


Abb. 9: Modellvariante G.5 - Geometrievorgaben; Quelle, Abbildung 13 Abschlussbericht [14]

4. ALTERNATIVEN UND VARIANTEN, BESCHREIBUNG DES VORHABENS

4.1 Leistungsumfang / Untersuchte Sanierungsvarianten

Der Betrachtungsspielraum für planerische Grundvarianten wurde in zurückliegender Zeit im Zuge der Bearbeitung der Genehmigungsunterlagen sowie dem zeitlich nachgeordneten Value Management - Verfahren bereits weitgehend ausgeschöpft. Verwiesen wird in diesem Zusammenhang auf die Value Management Studie „Bewertung der ausgewählten Ideen zur Risikominimierung und Kostenoptimierung“ von September 2022 [15].

Nachstehendes Bild stammt aus der bezeichneten Studie und zeigt beispielhaft eine alternative Anordnung der HWE an der Sattelmauer. Die gezeigte Variante wurde aufgrund der prognostizierten Mehrkosten seinerzeit nicht weiter betrachtet.



Abb. 10: HWE - Ausführung als gerade Schussrinne, Quelle, Abbildung 3-3 Value Management Studie [14]

Letztendlich wurde mit der Zulassung des Einspruches der Denkmalschutzbehörde im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens der Spielraum für planerische Alternativvarianten, wie z.B. im vorstehenden Beispiel gezeigt, weiter eingeschränkt.

Unter Beachtung des unter Pkt. 2.2 und 3.2 beschriebenen Minimalkonsens zu den Belangen des Denkmalschutzes, ist eine Erhaltung der bestehenden Geometrie im Bereich von Sammelrinne/Umlenkbecken und den Kaskaden 1 bis 3 quasi Bedingung für die Genehmigungsfähigkeit der beabsichtigten Instandsetzung der HWE.

Damit wurden die im Dezember 2022 veranlassten Modellversuchen unter dem Fokus der Sicherstellung der erforderlichen hydraulischen Leistungsfähigkeit bei Abfluss der Bemessungswassermengen unter der Maßgabe einer weitgehenden Erhaltung der obersten 3 Kaskadenstufen durchgeführt.

Das wesentliche Werkzeug zur Gestaltung sowie zur Überprüfung und Nachweisführung für die Wirksamkeit der vorgeschlagenen Veränderungen bei der Umgestaltung der HWE sind aufgrund der komplexen dynamischen Abflussvorgänge die hydraulische Modellversuche.

Von der Planungsarge wurden diese in Zusammenarbeit mit dem Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie sowie der Thüringer Fernwasserversorgung im Rahmen des erteilten Planungsauftrages zur Umplanung der HWE [1] fachlich begleitet.

Der Schwerpunkt hierbei lag bei der Gestaltung des in den Bereich der Kaskaden 4 und 5 verschobenen neuen Tosbeckens, sowie bei der Gestaltung Verbindungsgerinnes ab der zu erhaltenden Kaskade 3.

Mit dem Ziel einer möglichst optimalen Energieumwandlung wurden die Modellbausteine einzeln bzw. in Gruppen in mehreren Variationen umgebaut und getestet. Die untersuchten Varianten sind im Abschlussbericht zu den Modelluntersuchungen [14] dargestellt und werden hier nicht nochmals aufgeführt.

Damit konzentrierte sich der von der Planungsarge zu erbringende Leistungsumfang auf die folgenden Inhalte:

- ❖ Mitwirkung bei den 2023 durchgeführten hydraulischen Modellversuchen mit Variation der Modellvarianten und Mitwirkung bei der Festlegung der Vorzugsvariante für die Modellgeometrie. Prüfung des Abschlussberichtes.
- ❖ Umsetzung der Modellgeometrie in technisch realisierbare Planvarianten.
- ❖ Variation der technischen Querschnitte mit dem Ziel der Findung einer technisch machbaren, stand-sichern, dauerhaften und wirtschaftlichen Lösung.
Dabei waren die vorh. Geländegeometrie, die Baugrundverhältnisse, der bautechnische Zustand des zu erhaltenden Bestandes, die statischen und bautechnologischen Erfordernisse, die betrieblichen Belange sowie Belange des Denkmalschutzes zu berücksichtigen.
- ❖ Festlegung und Begründung einer Vorzugsvariante

Mit der Zielstellung einer weitgehenden Umsetzung der im Ergebnis der durchgeführten Modellversuche vorgeschlagenen Vorzugslösung, sowie der Erbringung der vorstehenden Leistungsvorgaben, wurden im Rahmen der vorliegenden Vorplanung nachstehende Ausführungsvarianten zur Instandsetzung der HWE an der Sattelmauer planerisch untersucht:

Oberer Abschnitt - Sammelrinne/Umlenkbecken und Kaskade 1 bis 3:

- A1 Erhöhung der Randmauern (Bruchsteinmauerwerk), Neubau der Sohl- und Absturzbereiche mit sichtbarer umlaufender Rahmenkonstruktion (Stahlbeton) und Sohlendeckwerk aus Natursteinen in Beton
- A2 Erhöhung der Randmauern (Bruchsteinmauerwerk), Neubau der Sohl- und Absturzbereiche in Stahlbeton mit Natursteinverblendung
- A3 Erhöhung der Randmauern (Bruchsteinmauerwerk), Neubau der Sohl- und Absturzbereiche in Stahlbeton

Unterer Abschnitt - Kaskade 4 bis 5:

- B1 Neubau Schussrinne und Tosbecken in Betonoptik
- B2 Neubau Schussrinne und Tosbecken mit weitgehender Natursteinverblendung

Weitere Variationen:

Weiterhin wurden Möglichkeiten

- ❖ zu einer Strukturierung der Betonsichtflächen (z.B. bei Variante B1) mittels Strukturmatrizen in Natursteinoptik und
- ❖ Gestaltungsvarianten bei den erforderlichen Absturzsicherungen (Variation der Geländer) untersucht.

Betrachtet man den gesamten Verlauf der HWE, so ergeben in Kombination der für die einzelnen Abschnitte vorgeschlagenen Instandsetzungsumfänge, folgende Instandsetzungsvarianten für den Gesamtabschnitt der HWE, welche nachfolgend unter Pkt. 4.2 näher erläutert werden:

- **Variante A1/B1 (Vorzugsvariante)**
- **Variante A2/B2 (Alternativvariante)**
- **Variante A3/B1 (Alternativvariante)**

4.2 Instandsetzung der HWE - Beschreibung der Varianten

4.2.1 Leistungsabgrenzung / allgemeine Angaben

Funktional bildet der neu zu gestaltende Überfall im Bereich der Mauerkrone der Sattelmauer, der Überfallrücken mit Randbegrenzungsmauern im Bereich der Mauerluftseite, Sammelrinne, Umlenkbecken und das sich anschließende Kaskadengerinne einschließlich der neu konzipierten Schussrinne und dem Tosbecken eine Einheit. Alle Einzelbestandteile zusammen bilden die Hochwasserentlastungsanlage (HWE) der Talsperre Weida.

Da sich der Einspruch der Denkmalschutzbehörde schwerpunktmäßig gegen den ursprünglich geplanten Neubau der Kaskade 1 bis 3 richtet bezieht sich der erlassene Planergänzungsvorbehalt gleichfalls auf eine zu erbringende alternative Gestaltung der HWE unter der Maßgabe der Erhaltung der Kaskaden 1 bis 3. Somit behalten die zur Planfeststellung eingereichten Planunterlagen, welche den Teil der Mauerkrone der Sattelmauer, die Wasserseite und die Luftseite beinhalten ihre Gültigkeit.

Die zur Planfeststellung eingereichten Planunterlagen, welche überwiegend den neu zu gestaltenden Bereich der Hochwasserkaskade (Abschnitt mit Sammelrinne, Umlenkbecken und Kaskade 1 bis 5) betreffen, werden im Zuge der im Anschluss an die Vorplanung zu bearbeitenden Entwurfs- und Genehmigungsplanung ersetzt.

Einen Überblick zu den für das TO 4: Sattelmauer mit HWE erforderlichen Unterlagen gibt das nachstehende Planverzeichnis.

Talsperre Weida, Generalinstandsetzung der Absperrbauwerke und Nebenanlagen										
Lfd. Nr.	Genehmigungsplanung / 2. Teiländerungsantrag Planverzeichnis	TO (Teilobjekt)	LPH ¹⁾	Planart ²⁾	Plan Nr.	Index ³⁾				
	TO 4: Sattelmauer mit HWE Unterlagen zur Planfeststellung: Bearbeitungsstand → Revision 1 - Mai/2022 → Teiländerung 1 - April/2023 <input type="checkbox"/> <i>Unterlagen ungültig bzw. ersetzt</i>									
18	Schnitte und Lageplan - Bestandsvermessung	4	4	2	401					
19	Sattelmauer und Kaskade	4	4	2	402	a				
20	Ansicht Mauer-Wasserseite und Grundriss	4	4	3;4	403	a	b			
21	Ansicht Mauer-Luftseite	4	4	4	404	a				
22	Mauer-Regelquerschnitte	4	4	5	405	a	b	c		
23	Mauerkrone, Details	4	4	3;5;6	406	a				
24	Wasserseite, Details	4	4	6	407	a				
25	HWE Kaskade, Grundriss und Längsschnitt	4	4	3;5	408.1	a				
26	HWE Kaskade, Zufahrt Tosbecken, Längsschnitt und Querschnitte	4	4	5	408.2	a				
27	Lageplan, Anlagenteile für den Rückbau	4	4	2	409					
28	Lageplan und Ansicht WS, Mess- und Kontrolleinrichtungen	4	4	2	410	a				
	Unterlagen zur Planfeststellung: Planänderungen infolge Planergänzungsvorbehalt im PFV Bearbeitungsstand → Teiländerung 2 -/2025									
30	HWE - Lageplan	4	4	2	420					
31	Sattelmauer - Ansicht Wasserseite / Grundriss	4	4	3;4	421					
32	Sattelmauer - Mauerquerschnitte A, B, C / Details	4	4	5;6	422					
33	HWE - Grundriss / Schnitt A	4	4	3;5	423					
34	HWE - Schnitte B, C, I	4	4	3;5	424					
35	HWE - Schnitte D, E, F, G, H / Details	4	4	3;5;6	425					
36	Sattelmauer mit HWE - Rückbau- und Abbruchmaßnahmen	4	4	2	426					

Mit vorstehenden Überlegungen wird der Leistungsumfang im Rahmen der vorliegenden Vorplanung bezüglich der HWE auf den neu zu gestaltende Abschnitt mit Sammelrinne, Umlenkbecken und den Kaskaden 1 bis 5 begrenzt. Vorstehende Abgrenzung betrifft die technischen Planungsinhalte sowie die Kostenschätzung.

Die Umfänge zur Instandsetzung des luftseitigen Mauerrückens, des Bereiches der Mauerkrone mit HWE-Überfall sowie die Kontroll- und Messeinrichtungen sind inhaltlich und kostenseitig nicht Bestandteil der vorliegenden Planung.

Die Umverlegung der bestehenden Brauchwasserleitungen 2 x DN 800 sowie der im Baufeld befindlichen Kabeltrassen, allesamt Betriebsanlagen der Thüringer Fernwasserversorgung, ist inhaltlich und kostenseitig Bestandteil der vorliegenden Vorplanung zur HWE (siehe Ausführungen unter Pkt. 4.3).

4.2.2 Sanierungsvariante A1/B1 (Vorzugsvariante)

Die untersuchte Instandhaltungsvariante unterteilt den Gesamtabschnitt in einen oberen und einen unteren Abschnitt. Dabei erfolgt die Instandsetzung im oberen Abschnitt mit dem Ziel einer weitgehenden Erhaltung der Bestandsgeometrie sowie der bestehenden Natursteinoptik. Die Instandsetzung erfolgt als Sanierung im Bestand.

Im unteren Abschnitt, ab der Endschwelle der Kaskade 3 erfolgt ein kompletter Neubau der erforderlichen Anlagenteile.

Die im Zuge der Variante A1/B1 vorgesehenen Instandsetzungsmaßnahmen können wie folgt zusammengefasst werden:

Instandsetzungsvariante A1/B1:

Oberer Abschnitt - Sammelrinne/Umlenkbecken und Kaskade 1 bis 3:

Erhöhung der Randmauern (Bruchsteinmauerwerk), Neubau der Sohl- und Absturzbereiche mit sichtbarer umlaufender Rahmenkonstruktion (Stahlbeton) und Sohlendeckwerk aus Natursteinen in Beton

Unterer Abschnitt - Kaskade 4 bis 5:

Abbruch der Kaskaden 4 und 5 und Neubau einer Schussrinne mit anschließendem Tosbecken und Zahnschwelle in Betonoptik. Umverlegung der vorhandenen Kabeltrassen und der Betriebswasserleitungen 2 x DN 800.

Einen allgemeinen variantenunabhängigen Überblick zur Lage der geplanten HWE mit bauzeitlichen sowie endgültigen Zufahrtsmöglichkeiten und der Lage der geplanten BE- und Lagerflächen zeigt der Plan 420 HWE-Lageplan.

Die zur Umsetzung der Variante A1/B1 erforderlichen Leistungsumfänge sind in den Plänen 423 HWE-Grundriss Schnitt A, Plan 424 HWE-Schnitte B,C,I und Plan 425 HWE-Schnitte D,E,F,G,H, Details dargestellt.

Nachfolgend werden die einzelnen Instandsetzungsmaßnahmen, getrennt für den oberen und den unteren Abschnitt, beschrieben.

Oberer Abschnitt - Sammelrinne/Umlenkbecken und Kaskade 1 bis 3:

Der obere Abschnitt schließt an den Fuß des luftseitigen Mauerrückens an und umfasste die Bereiche der Sammelrinne, Umlenkbecken und die Kaskaden 1 bis 3.

Die zu sanierenden Anlagenteile wurden in den 50-iger Jahren errichtet. Dabei kam ausschließlich Sulfathüttenzement als Bindemittel zur Betonherstellung zum Einsatz. Da nachgewiesenermaßen die früher eingesetzten Sulfathüttenzemente bei Kontakt mit den heute gebräuchlichen Portlandzementen zu Treibreaktionen führen, ist für alle Instandsetzungsarbeiten im oberen Bereich der Einsatz von Sulfathüttenzement als Bindemittel für die Mörtel- und Betonherstellung geplant.

Der erforderliche Beton soll hierzu in einer eigenen Mischanlage auf der Baustelle vor Ort hergestellt werden.

Konstruktiv ist damit am Abschnittsende im Übergang zum Neubauabschnitt eine entsprechende Trennfuge anzuordnen.

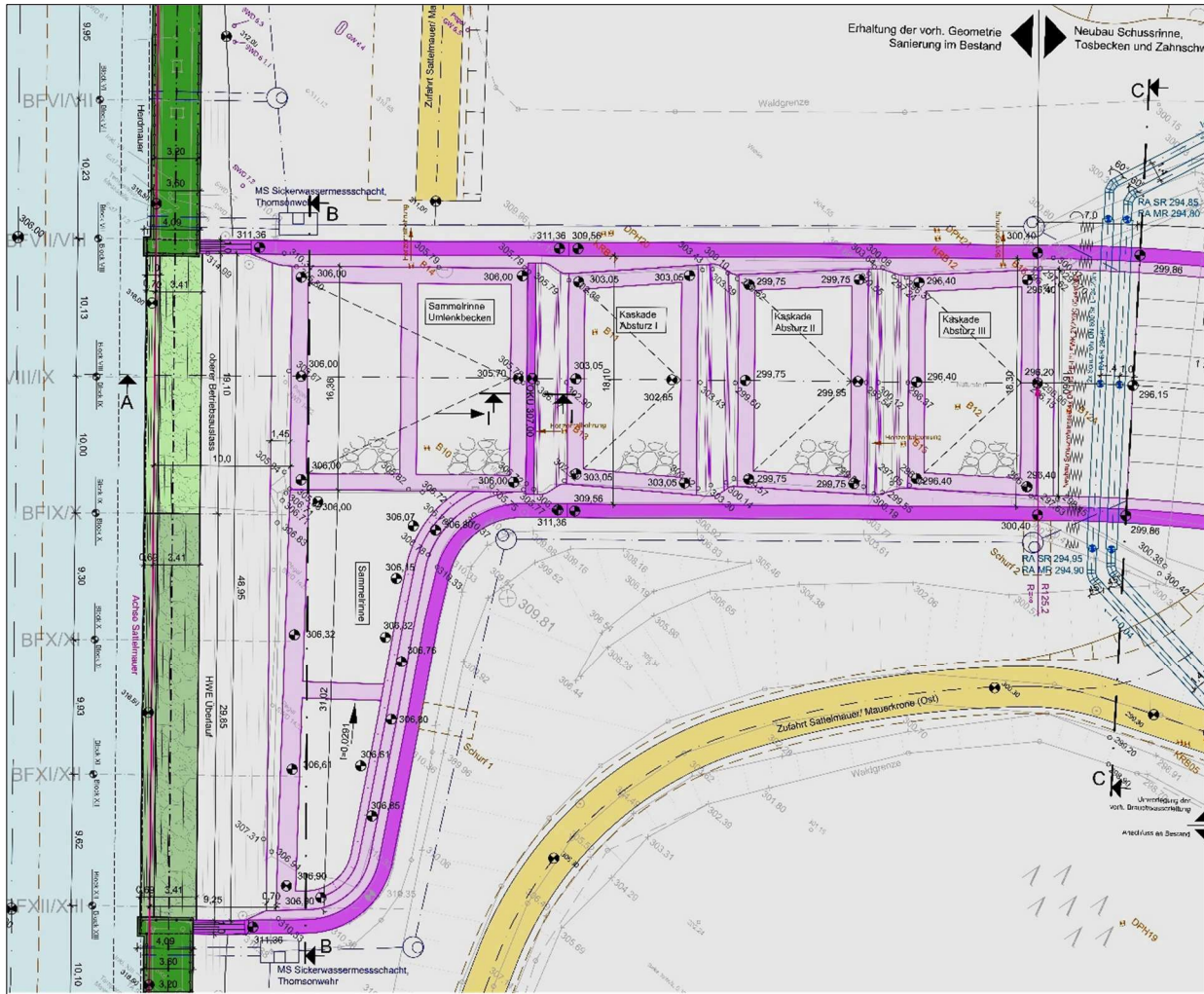


Abb. 11: Variante A1/B1; HWE - oberer Abschnitt-Draufsicht; Ausschnitt aus Plan 423 HWE-Grundriss, Schnitt A

Geplanten Instandsetzungsmaßnahmen:

- ❖ Erhöhung der Randmauern im Bereich von Sammelrinne und Umlenkbecken um ca. 1,0 m auf 311,36 mNN_{lokal} aus Bruchsteinmauerwerk.
- ❖ Sanierung des bestehenden Bruchsteinmauerwerkes der Randmauern in Teilflächen sowie Herstellung von punktuellen Fußdrägen.
- ❖ Erhöhung der Endschwelle des Umlenkbeckens um ca. 20 cm auf 307,00 mNN_{lokal}.
- ❖ Rückbau der Endschwellen in den Kaskaden 1, 2 und 3.
- ❖ Erneuerung der Sohlbefestigungen im gesamten oberen Bereich als eingefasstes Bruchsteinmauerwerk in Beton. Die Einfassung bzw. Ausfachung wird dabei als sichtbarbleibende Stahlbetonrahmenkonstruktion geplant.
- ❖ Anordnung einer Flächendränge unter dem Sohlendeckwerk.
- ❖ Absturzsicherung mittels Geländer und Sicherstellung der Zugänglichkeit über Einstiegsleitern.

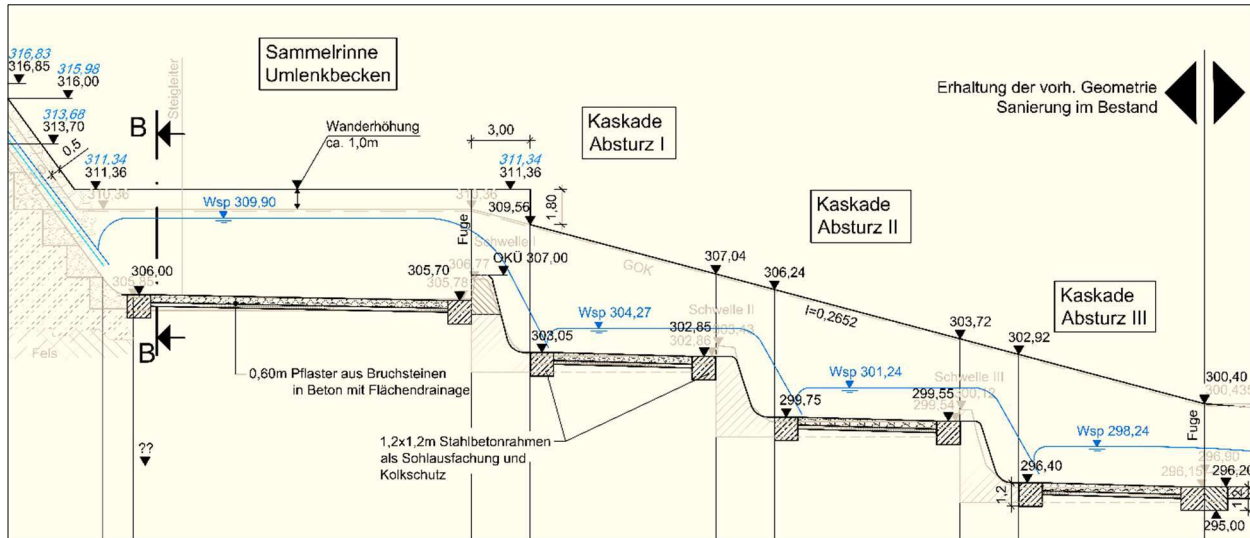


Abb. 12: Variante A1/B1; HWE - oberer Abschnitt - Schnitt A; Ausschnitt aus Plan 423 HWE-Grundriss Schnitt A

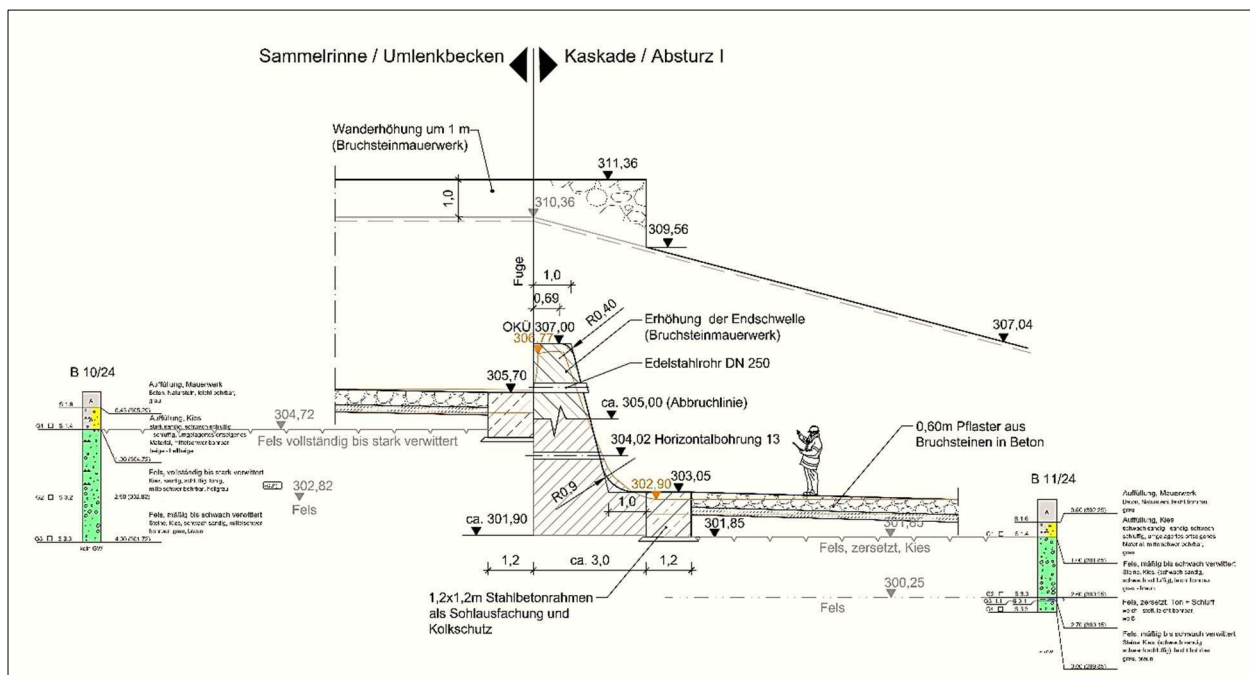


Abb. 13: Variante A1/B1; HWE - oberer Abschnitt - Schnitt I; Ausschnitt aus Plan 424 HWE-Schnitte B, C, I

In den vorstehenden Bildern 12 und 13 sind die geplante Erhöhung der Randmauern im Bereich von Sammelrinne und Umlenkbecken sowie die Veränderungen an den Endschwellen der Kaskaden 1 bis 3 zu sehen.

Erhöhung der Randmauern:

Die Erhöhung der Randmauern erfolgt zur Sicherstellung des erforderlichen Freibordes bzw. vordringlich mit dem Ziel der Verhinderung von Überströmungen bei Abfluss der festgelegten Bemessungswassermengen.

Dazu werden die obersten Steinreihen im Bestand abgetragen und eine Ankerreihe in das bestehende Bruchsteinmauerwerk eingesetzt. Anschließend werden die Mauern unter Verwendung von neuen Bruchsteinen z.B. aus dem Steinbruch Lauterbach der Hartsteinwerke Vogtland GmbH & Co. KG (siehe Erläuterungen unter Pkt. 3.7) entsprechend dem Bestand als Bruchsteinzyklopenmauerwerk aufgemauert. Auf eine Abdeckung mittels Kappen oder Abdeckplatten wird aus denkmalschutzgründen verzichtet.

Die Mauererhöhung gegenüber dem Bestand beträgt durchschnittlich 1,0 m. Die neue Mauerkrone liegt einheitlich auf 311,36 mNN_{lokal}.

Sanierung der Randmauern / Herstellung von punktuellen Fußdränagen:

Im gesamten sichtbarbleibenden Bereich der Randmauern sind partiell Instandsetzungsarbeiten erforderlich. Einzelne z.B. lose oder gerissenen Steine sind zu ersetzen. Schadhafte Blockfugen sind zu erneuern. Punktuell bzw. kleinflächig sind die bestehenden Fugen mittels Trockenspritzverfahren instand zu setzen.

Eine Sanierung der auf der erdberührten Seite der Randmauern mit zum Teil nicht geschlossenen Mauerwerksfugen ist nicht vorgesehen.

Da im Rahmen der Bauwerkserkundungen z.T. von außen drückendes Grund- und Schichtenwasser festgestellt wurde, aber eine generelle erdseitige Wandsanierung bzw. die Herstellung einer erdseitigen Flächendrainage aus Kostengründen nicht vorgesehen ist, wird die konstruktive Anordnung von weiteren punktuellen Fußdränagen im Bereich der Randmauern analog den bereits bestehenden Dränagen vorgeschlagen.

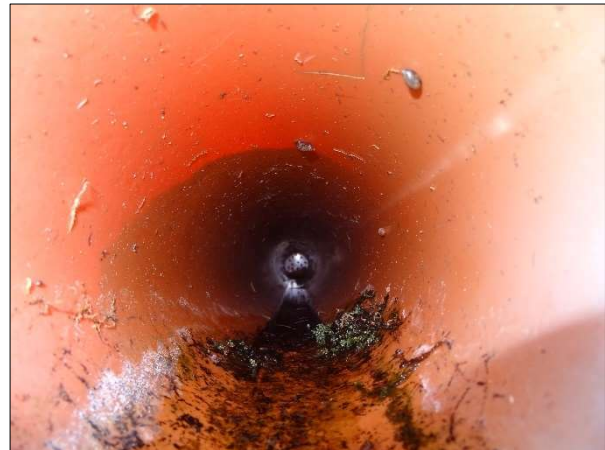


Abb. 14 und 15: Bestehende Punktdränagen im Bereich der Randmauern

Absturzsicherung / Zugänglichkeit für das Betriebspersonal:

Da die Anlagenbereiche sich im öffentlichen Bereich befinden und z.T. erhebliche Absturzhöhen bestehen, wird auf der Krone der Randmauern ein Geländer mit einer Höhe von 1,20 m angeordnet.

Aus denkmalschutzgründen wird als Vorzugslösung die Ausführung des Geländers analog der Ausführung auf der Mauerkrone der Sattel- und Hauptmauer (Geländer siehe beiliegender Plan) vorgeschlagen.

Da die Kaskade 3 zukünftig vom Tosbecken aus fußläufig zu erreichen ist, wird eine Zugänglichkeit über Leitern nur im Bereich der Sammelrinne mit Umlenkbecken und den Kaskaden 1 und 2 erforderlich.

Insgesamt werden hierfür 6 Leitern mit integriertem Fallschutzsystem vorgeschlagen. In den Geländern sind hierzu an den entsprechenden Stellen selbstschließende und verschließbare Türen anzuordnen.

Erneuerung der Sohlbefestigungen:

Im Rahmen der Bauzustandsuntersuchungen [9] wurden als wesentliche Schwachstellen die Gründung der seitlichen Stützwände und die Sohlbereiche ausgemacht. Eine direkte Gründung auf frischem, kompakten Fels konnte auch im Rahmen der Baugrunderkundungen nicht festgestellt werden. Unter den Bauwerken stehen grob bis gemischtkörnige Böden sowie Auffüllungen an. Teilweise handelt es sich um stark verwitterten oder zersetzten Fels.

Bei hoher hydraulischer Belastung infolge von Hochwasserereignissen besteht das Risiko des HerauslöSENS von Einzelsteinen in der Sohle. Dies begünstigt ein kettenartiges, großflächiges Versagen des Natursteinverbundes.

Die darunter befindlichen Gründungsschichten werden als nicht erosionssicher eingestuft, weshalb in diesem Fall kolkartige Schäden im Untergrund der Kaskade einschließlich der Unterspülung der seitli-

chen Begrenzungswände zu befürchten sind. Die Folge könnte ein Einstürzen der Wände und damit verbunden das Versagen der gesamten HWE-Kaskade sein.



Abb. 16 und 17: Schurf an der HWE im Zuge der Baugrunderkundungen



Abb. 18: historische Aufnahme von der Herstellung der Pflasterungen im Bereich der HWE

Die Bilder 16 zeigt den Zustand der erdberührten Bereiche der Randmauern mit zum Teil offenen Mauerwerksfugen. In Auswertung der historischen Aufnahmen von der Herstellung der Pflasterflächen, wie z.B. im Bild 18 zu sehen liegt nahe, dass die Pflasterflächen teilweise direkt auf dem Erdreich ohne größeren Unterbau oder Betonauflage hergestellt wurden.

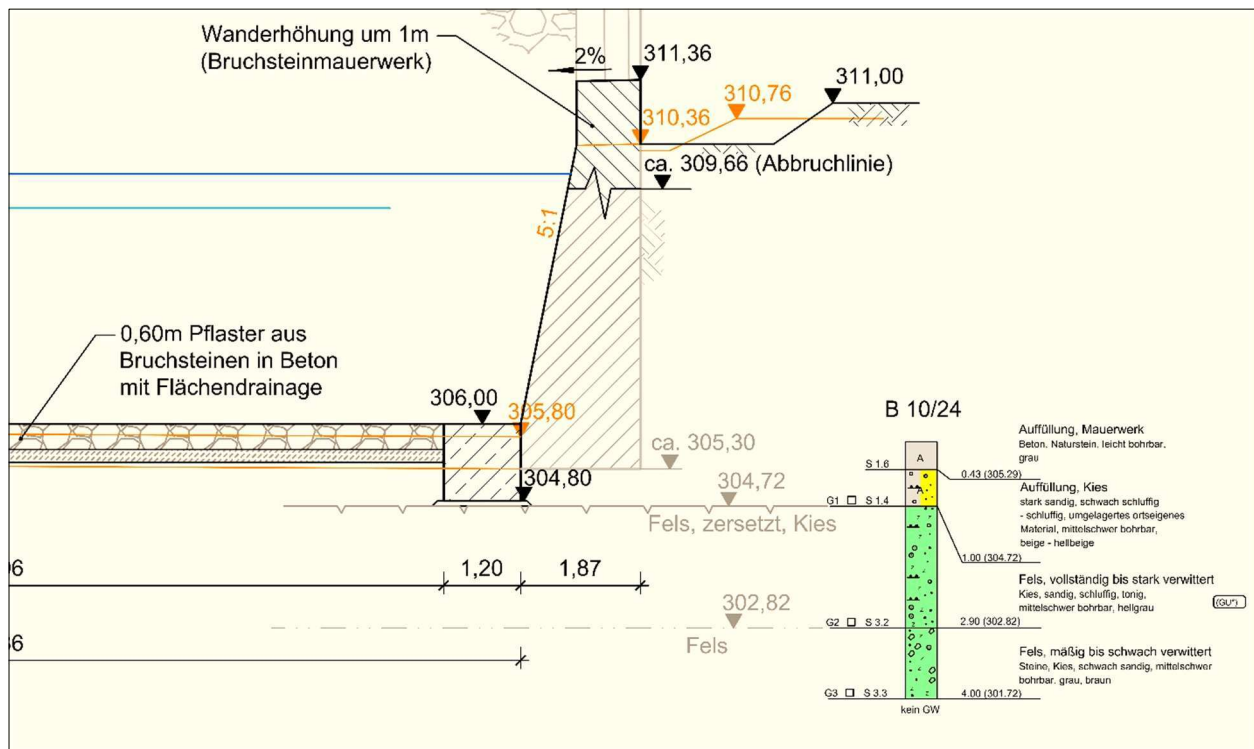


Abb. 19: Variante A1/B1; HWE - oberer Abschnitt - Schnitt B; Ausschnitt aus Plan 424 HWE-Schnitte B, C, I

Bild 17 zeigt den Gründungshorizont.

der Randmauer im Schurf an der HWE, welcher im Zuge der Baugrunderkundungen angelegt wurde. Gut zu sehen ist hier der stark verwitterte bzw. zersetzte Fels. Gleichzeitig sieht man das im Bereich des Schurfs Schichten. bzw. Kluftwasser ansteht.

Die vorstehenden Bilder 17 und 19 verdeutlichen die bestehenden Gründungsverhältnisse im Bereich der HWE, welche als nicht erosionssicher eingeschätzt werden.

Fester Fels in flächiger Ausprägung wird lokal unterschiedlich erst ab ca. 2,0 m unter der vorhandenen Gründungssohle erwartet.

Aufgrund des ungenügenden Standfestigkeit der Sohlpflasterungen sowie der im Falle von Kolkbildungen gefährdeten Standfestigkeit der Randmauern wird vorgeschlagen die vorhandenen Sohlpflasterung im gesamten oberen Bereich zu erneuern.

Die neue Sohlbefestigung wird als 60 cm starke Sohlpflasterung in Beton ausgeführt. Bevorzugt werden hierfür neuen Bruchsteinen z.B. aus dem Steinbruch Lauterbach der Hartsteinwerke Vogtland GmbH & Co. KG (siehe Erläuterungen unter Pkt. 3.7) verwendet. Die Kantenlänge beträgt nach Vorsortierung zwischen 30 und 50 cm. Das Gewicht der Einzelsteine beträgt bis zu 200 kg.

Ausgeführt wird das Mauerwerk analog dem Bestand als Bruchsteinzyklopenmauerwerk. Dabei werden die Bruchsteine im polygonalen Mauerwerksverband verlegt.

Aufgrund der hohen hydraulischen Belastung mit Fließgeschwindigkeiten von bis zu 10,5 m/s sowie zur Abfangung der Randmauern bei örtlicher Kolkbildung wird das Mauerwerk als eingefasstes Bruchsteinmauerwerk in Beton ausgeführt.

Die Einfassung bzw. Ausfachung wird als sichtbarbleibende Stahlbetonrahmenkonstruktion geplant. Die Querschnittsabmessungen der Stahlbetonrahmen betragen im Regelfall 1,2 x 1,2 m (siehe Bild 19 bzw. Plan 424 HWE-Schnitte B,C,I).

Alle Sohlflächen erhalten zur Abführung von Niederschlagswasser bzw. Wässern aus Dränagen ein Quer- und Längsgefälle.

Um möglichen Auftriebskräften entgegenzuwirken, wird unter dem geschlossenen Deckwerk aus Bruchsteinen in Beton eine Flächendränge mit freien Entwässerung in die jeweils unterliegenden Kaskaden angeordnet.

Einen Eindruck vom zukünftigen Erscheinungsbild des oberen Kaskadenabschnittes nach der Instandsetzung kann man bei der Betrachtung der nach dem Hochwasser 2002 instandgesetzten HWE an der TS Klingenberg (siehe nachstehendes Bild 20) erhalten.



Abb. 20: HWE an der TS Klingenberg nach Generalinstandsetzung

Unterer Abschnitt - Kaskade 4 und 5:

Der untere Abschnitt beginnt am Ende der Kaskade 3 und umfasst den Neubauabschnitt mit Schussrinne, Tosbecken, Zahnschwelle sowie den Abschnitt mit Erneuerung des Deckwerkes im Anschluss an die Zahnschwelle.

Im gesamten Abschnitt werden alle Betonbauteile aus Beton unter Verwendung von Portlandzement hergestellt. Zum Einsatz kommt Transportbeton aus einem geeigneten in der Umgebung liegenden Betonmischwerk.

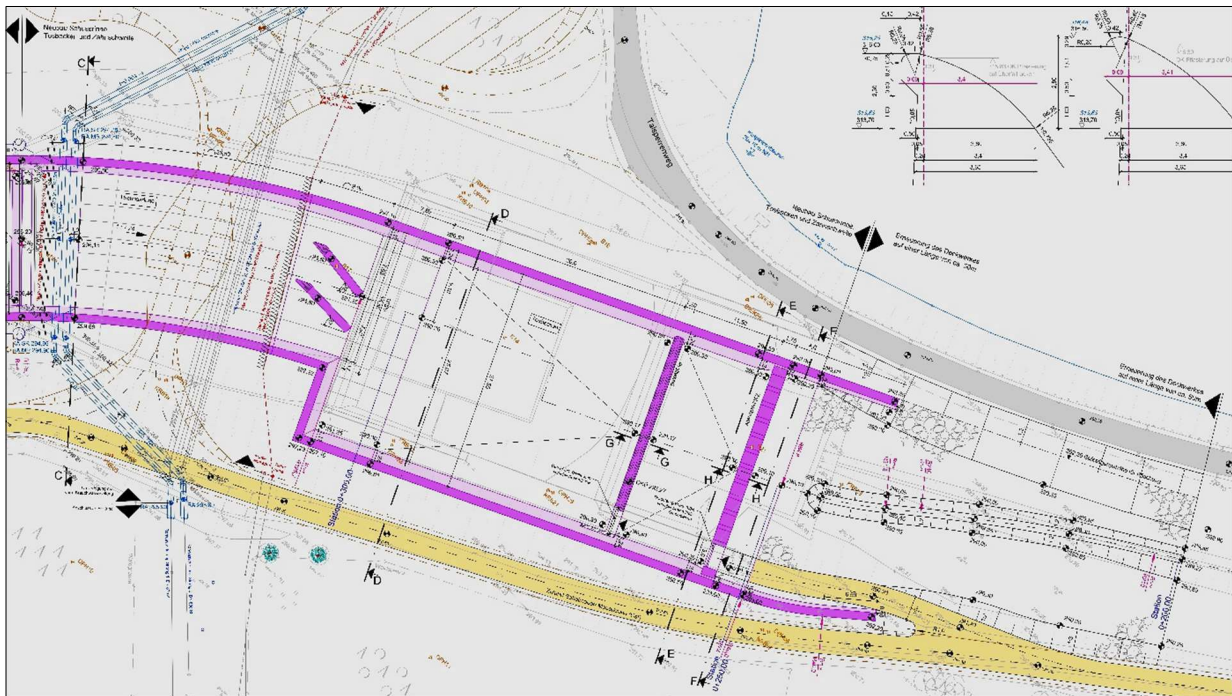


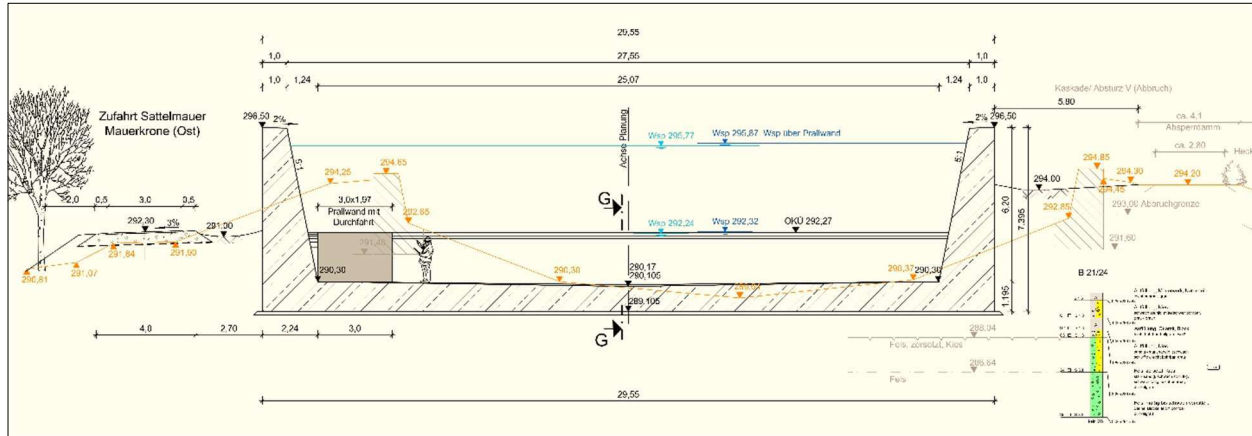
Abb. 21: Variante A1/B1; HWE - unterer Abschnitt - Draufsicht; Ausschnitt aus Plan 423 HWE-Grundriss, Schnitt A

Geplanten Instandsetzungsmaßnahmen:

- ❖ Umverlegung der vorhandenen Kabeltrassen und der Betriebswasserleitungen 2 x DN 800.
- ❖ Abbruch der Kaskaden 4 und 5.
- ❖ Neubau der Schussrinne als gekrümmtes Verbindungsgerinne zwischen Kaskade 3 und Tosbecken
- ❖ Neubau eines einseitig erweiterten Tosbeckens mit tiefliegender ebener Sohle und Endschwelle als Prallwand
- ❖ Anordnung von 2 Leitwänden zur Strahlumlenkung am Tosbeckeneintritt
- ❖ Errichtung einer Zahnschwelle hinter dem Tosbecken
- ❖ Erneuerung des Deckwerkes hinter der Zahnschwelle auf eine Länge von 50 m
- ❖ Anordnung von 2 verschließbaren Durchfahrten in der Prallwand und Zahnschwelle mit einer Durchfahrtsbreite von 3,0 m
- ❖ Absturzsicherung mittels Geländer

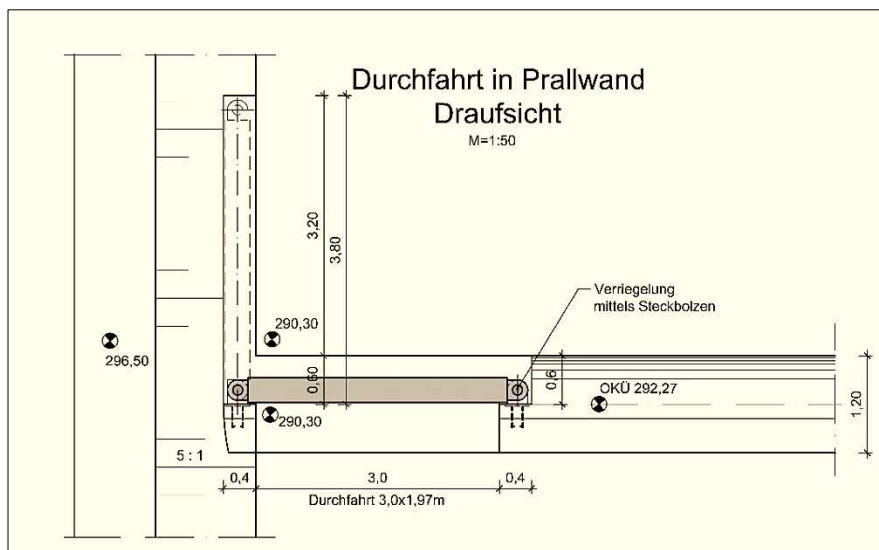
Als Vorleistung für die Herstellung der Baugruben wird im Bereich der Kaskaden 4 und 5 ein Geländevorabtrag einschließlich dem Rückbau der bestehenden Kaskadenbauwerke erforderlich. Dabei können zur Kostenreduzierung Teile der Altbauwerke im Untergrund verbleiben.

Alle Sohlflächen erhalten zur Abführung von Niederschlagswasser bzw. Wässern aus Dränagen ein Quer- und Längsgefälle.



Die erforderliche Auftriebssicherheit wird über das Eigengewicht aus Sohlplatte sowie der Randwände gewährleistet.

Das eigentliche funktionelle Ende des Tosbeckens wird durch die Endschwelle markiert. Die Endschwelle wird als überströmbare senkrechte Prallwand mit einer lichten Höhe von 2,0 m und ausgerundeter Überfallkrone ausgeführt. Die im Hochwasserfall auf die Prallwand wirkenden Kräfte werden in erforderlichem Umfang direkt in die Sohlplatte eingetragen.



Zu Wartungszwecken erhält die Prallwand eine Durchfahrtsöffnung mit einer lichten Breite von 3,0 m. Die Öffnung wird im Hochwasserfall mittels einem fest installierten Tor verschlossen.

[illegible]

Abb. 26: Variante A1/B1; HWE - unterer Abschnitt - Schnitt F; Ausschnitt aus Plan 425 HWE-Schnitte D,E,F,G,H, Details

Hinter der Prallwand wird zur Regulierung der Unterwassertief sowie zur Strömungsberuhigung eine Zahnschwelle angeordnet.

Zu Wartungszwecken erhält die Zahnschwelle analog der Prallwand eine Durchfahrtsöffnung mit einer lichten Breite von 3,0 m. Die in der Zahnschwelle wird im Hochwasserfall mittels Dammbalken, welche von Hand eingebaut werden verschlossen (siehe Abbildung 26 bzw. Plan 425 HWE-Schnitte D,E,F,G,H, Details).

Vier Meter hinter der Zahnschwelle endet die massive Sohlbefestigung aus Beton und es beginnt ein ca. 50 m langer Übergangsabschnitt. Dieser wird zur Verhinderung von Erosionserscheinungen mit einem offenen Deckwerk aus Wasserbauschüttsteinen befestigt und stellt den höhen- und profiltrischen Anschluss an das vorhandene Abflussprofil bis in die Weifda sicher.

Zum Schutz des Absperrdammes am Ausgleichsbecken sowie des Betriebsweges, werden die seitlichen Begrenzungswände aus dem Bereich des Tosbeckens sowie der Zahnschwelle, mit reduzierter Höhe noch ca. 10 bzw. 16 m, im beschriebenen Übergangsbereich, als Leitwände beidseitig weitergeführt.

Absturzsicherung / Zugänglichkeit für das Betriebspersonal:

Da sich auch die Anlagenbereiche im unteren Abschnitt der HWE im öffentlichen Bereich befinden und z.T. erhebliche Absturzhöhen bestehen, wird auf der Krone der Seitenwände entlang der schussrinne sowie des Tosbeckens ein Geländer mit einer Höhe von 1,20 m angeordnet.

Aus denkmalschutzgründen wird als Vorzugslösung die Ausführung des Geländers analog der Ausführung auf der Mauerkrone der Sattel- und Hauptmauer (Geländer siehe beiliegender Plan) vorgeschlagen.

Vom Betriebsweg „Zufahrt Sattelmauer / Mauerkrone Ost“ aus, ist das Tosbecken über die beiden Durchfahrten in der Zahnschwelle sowie der Prallwand mittels der auf dem Wärterhof stationierter Betriebsfahrzeuge (Multicar und Universaltransporter Muli T10) erreichbar.

Über die Schussrinne mit einer Neigung von 1:7,24, sollte auch die Kaskade 3 der HWE mit den bezeichneten Fahrzeugen erreichbar sein.

Gestaltung der freistehenden Betonflächen an der HWE:

Im unteren Abschnitt des Tosbeckens ragen die seitlichen Begrenzungswände aus Beton über die geplante Geländelinie hinaus. Damit blicken Wanderer, welche aus Richtung der Bermichsmühle den Tal Sperrenweg entlangkommen, auf eine ca. 2,5 m hohe Betonwand.

Auf der gegenüber liegenden Seite am Waldrand beträgt die freistehende Wandhöhe bis zu 4,0 m. Auf dieser Seite ist allerdings die Blickwirkung aufgrund des parallel verlaufenden nahen Waldsaumes nicht so markant.

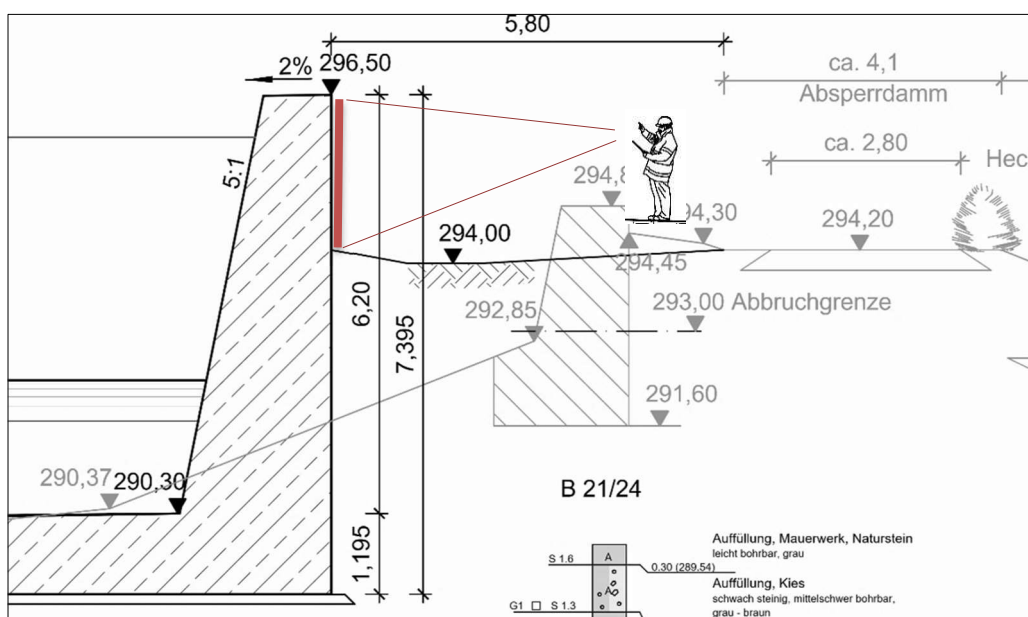


Abb. 27: freistehender Wandabschnitt an der HWE aus Richtung Talsperrenweg

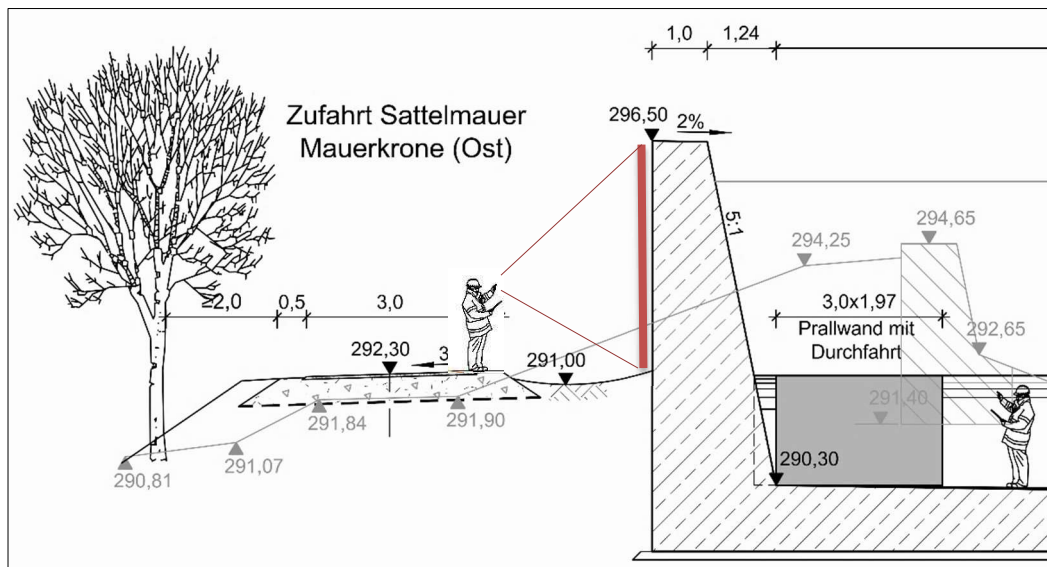


Abb. 28: freistehender Wandabschnitt an der HWE am Wald

In diesem Zusammenhang wäre eine Gestaltung der Wandflächen z.B. mittels Begrünung durch Ranken etc. oder eine auffällige thematische Gestaltung z.B. durch Graffiti denkbar.

In der Kostenschätzung wurden vorerst 20.000,- € (netto) für eine Wandgestaltung eingeplant.

Baugruben / Baugrubenverbau:

Da im oberen Abschnitt der HWE eine Sanierung im Bestand erfolgt, sind bis auf Einzelmaßnahmen hier keine nennenswerten Baugruben erforderlich.

Für den unteren Abschnitt der HWE wurde im Zuge der Vorplanung ein Konzept zu den erforderlichen Baugruben einschließlich dem Baugrubenverbau entwickelt und in wesentlichen Teilen überschlägig statisch vorkonzipiert.

Demnach werden für die Herstellung der Anlagenteile Schussrinne, Tosbecken und Zahnschwelle 3 Baugruben (siehe Skizze in Bild 29) erforderlich.

Aufgrund der beengten Platzverhältnisse, der erforderlichen Tiefe der Baugruben sowie zur Reduzierung der Aushubarbeiten werden Baugruben mit senkrechten Baugrubenwänden vorgeschlagen.

Bauablauftechnisch erfolgt die Errichtung des Tosbeckens sowie der Zahnschwelle in der Baugrube 1. Diese ist von der BE-Fläche am Talsperrenweg aus über die bauzeitliche Überfahrt über die bestehende HWE für Massentransporte mittels LKW aus südlicher Richtung erreichbar.

Anschließend erfolgt die Herstellung der rechtsseitigen Leitwand an der Zahnschwelle in der Baugrube 2. Als letzte Maßnahme erfolgt die Herstellung der Schussrinne als Lückenschluss zwischen der Kaskade 3 und dem Tosbecken. Hierfür wird die bauzeitliche Überfahrt über die bestehende HWE rückgebaut und die Baugrube hergestellt.

Die einzelnen Baugruben werden über eine offenen Wasserhaltung trocken gehalten. Im Rahmen der Planung wird davon ausgegangen, dass das anfallende Wasser entweder indirekt über das Ausgleichsbecken oder direkt in die Weida abgeleitet werden kann.

Den Empfehlungen des Baugrundgutachtens [10] folgend, wird als Baugrubenverbau im Zuge der Vorplanung ein Trägerbohlverbau vorgesehen.

Dabei werden zum Einbau der Träger, aufgrund des nichttrambaren Untergrundes, Vorbohrungen erforderlich. Das hat den Nachteil, dass größere Einspannlängen erforderlich werden. Ein Vorteil der vorgeschlagenen Lösung besteht darin, dass die Träger nach Bauende wieder vollständig ausgebaut werden können.

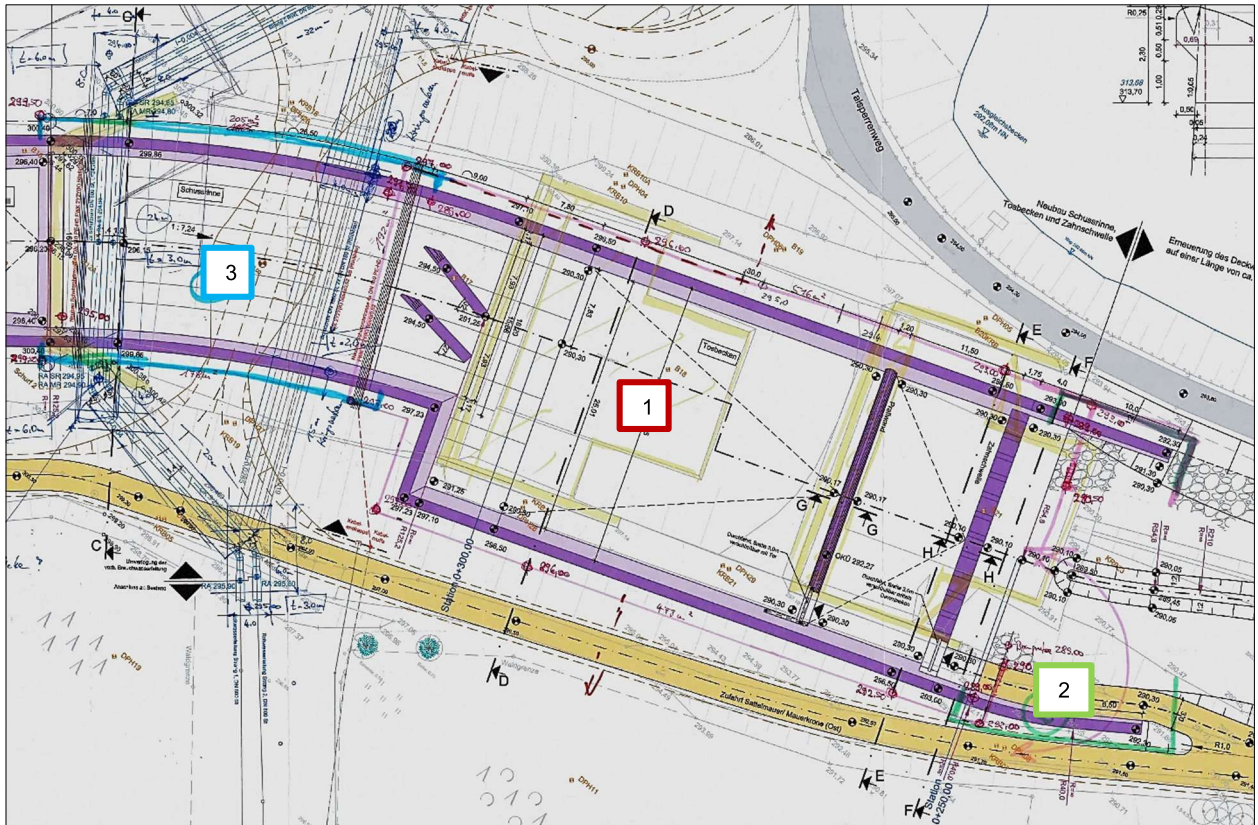


Abb. 29: Konzept der Baugruben - Skizze mit Darstellung der Baugruben 1 bis 3

Im Zuge der weiteren vertiefenden Planungsphasen sollte geprüft werden, ob mit dem Ziel der Verkürzung der Trägerlängen, die Träger unterhalb der geplanten Baugrubensohlen einbetoniert werden können.

Ab freistehenden Wandhöhen von mehr als 4,0 m wird zur Verringerung der Trägerprofile eine Rückverankerung vorgeschlagen. Dabei verbleiben üblicherweise die Anker nach Bauende im Erdreich.

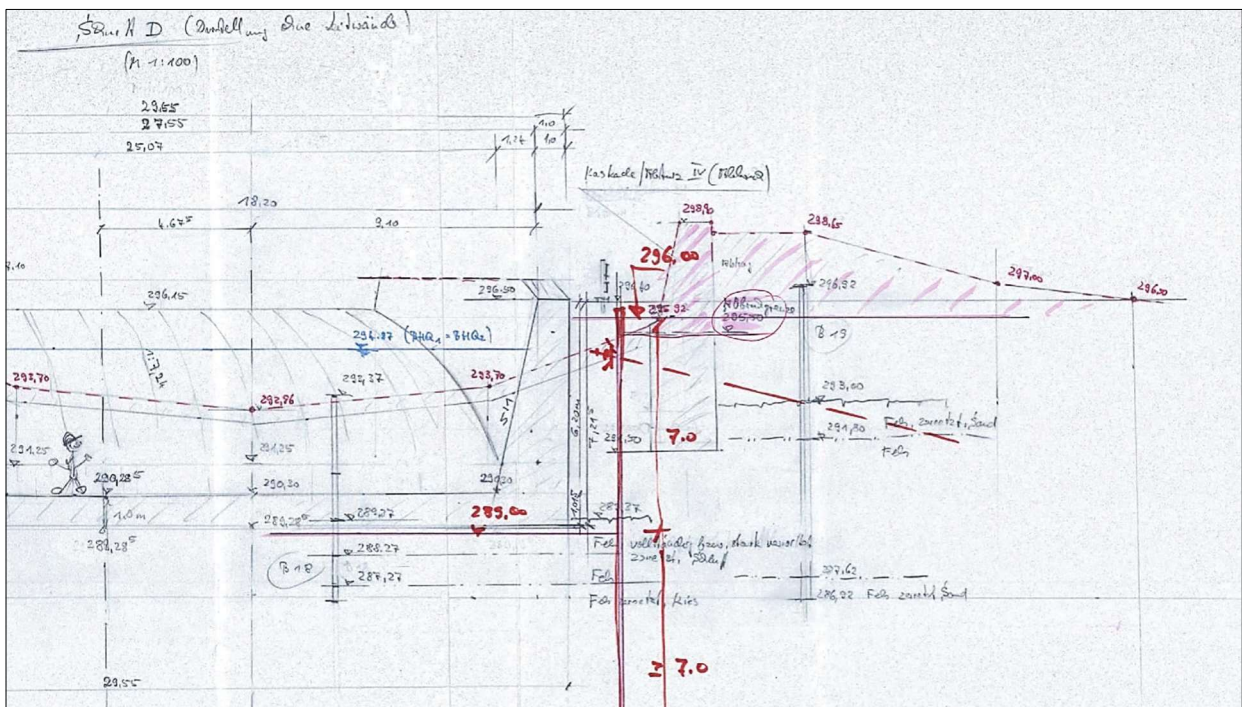


Abb. 30: Konzept der Baugruben - Skizze zum Trägerbohlverbau mit Rückverankerung im Schnitt D

Generell erfolgt zur weiteren Verringerung der erforderlichen Verbauhöhen und damit verbunden auch der Abmessungen für die Verbauträger, die Verbaubohlen sowie die erforderlichen Anker ein bauzeitlicher Geländevorabtrag (siehe Querschnittsskizze im Bild 30).

4.2.3 Sanierungsvariante A2/B2

Die untersuchte Instandhaltungsvariante unterteilt den Gesamtabschnitt in einen oberen und einen unteren Abschnitt. Dabei erfolgt die Instandsetzung im oberen Abschnitt mit dem Ziel einer weitgehenden Erhaltung der Bestandsgeometrie sowie der bestehenden Natursteinoptik. Die Instandsetzung erfolgt als Sanierung im Bestand.

Im unteren Abschnitt, ab der Endschwelle der Kaskade 3 erfolgt ein kompletter Neubau der erforderlichen Anlagenteile. Dabei werden im gesamten Abschnitt die innerhalb der Gerinne liegenden Wand- und Sohlbereiche weitgehend mit einer Natursteinverblendung ausgeführt.

Die im Zuge der Variante A2/B2 vorgesehenen Instandsetzungsmaßnahmen können wie folgt zusammengefasst werden:

Instandsetzungsvariante A2/B2:

Oberer Abschnitt - Sammelrinne/Umlenkbecken und Kaskade 1 bis 3:

Erhöhung der Randmauern (Bruchsteinmauerwerk), Neubau der Sohl- und Absturzbereiche in Stahlbeton mit Natursteinverblendung.

Unterer Abschnitt - Kaskade 4 bis 5:

Abbruch der Kaskaden 4 und 5 und Neubau einer Schussrinne mit anschließendem Tosbecken und Zahnschwelle. Ausführung aller Sohl- und Wandabschnitte mit weitgehender Natursteinverblendung. Umverlegung der vorhandenen Kabeltrassen und der Betriebswasserleitungen 2 x DN 800.

Einen allgemeinen variantenunabhängigen Überblick zur Lage der geplanten HWE mit bauzeitlichen sowie endgültigen Zufahrtsmöglichkeiten und der Lage der geplanten BE- und Lagerflächen zeigt der Plan 420 HWE-Lageplan.

Die zur Umsetzung der Variante A2/B2 erforderlichen Leistungsumfänge sind in den Plänen 430 HWE-Grundriss Schnitt A, Plan 431 HWE-Schnitte B,C,I und Plan 432 HWE-Schnitte D,E,F,G,H, Details dargestellt.

Nachfolgend werden die einzelnen Instandsetzungsmaßnahmen, getrennt für den oberen und den unteren Abschnitt, beschrieben.

Achtung!

Da sich die Variante A2/B2 von der Variante A1/B1 nur im konstruktiven Bereich infolge der Ausführung der Wand- und Sohlbereiche weitgehend mit Natursteinverblendung unterscheidet, werden nachstehend lediglich die variantenspezifischen Veränderungen beschrieben.

Oberer Abschnitt - Sammelrinne/Umlenkbecken und Kaskade 1 bis 3:

Geplanten Instandsetzungsmaßnahmen:

- ❖ Erhöhung der Randmauern im Bereich von Sammelrinne und Umlenkbecken um ca. 1,0 m auf 311,36 mNN_{lokal} aus Bruchsteinmauerwerk.
- ❖ Sanierung des bestehenden Bruchsteinmauerwerkes der Randmauern in Teilflächen sowie Herstellung von punktuellen Fußdrägen.
- ❖ Erhöhung der Endschwelle des Umlenkbeckens um ca. 20 cm auf 307,00 mNN_{lokal}.
- ❖ Rückbau der Endschwellen in den Kaskaden 1, 2 und 3.
- ❖ Erneuerung der Sohlbefestigungen im gesamten oberen Bereich durch eine Stahlbetonsohle mit Natursteinverblendung. Die Stahlbetonsohle erhält eine umlaufenden sichtbarbleibende Stahlbetonrahmenkonstruktion sowie statisch konstruktiv erforderlichen Aussteifungen.
- ❖ Absturzsicherung mittels Geländer und Sicherstellung der Zugänglichkeit über Einstiegsleitern.

Erneuerung der Sohlbefestigungen:

Die vorhandenen Sohlbefestigung werden auch bei der Variante A2/B2 komplett erneuert.

Die neue Sohle wird dabei als 60 cm starke Stahlbetonsohle mit einer aufliegenden 50 cm starken Natursteinverblendung ausgeführt.

In die Stahlbetonsohle werden eine umlaufenden sichtbarbleibende Stahlbetonrahmenkonstruktion sowie statisch konstruktiv erforderliche Queraussteifungen integriert.

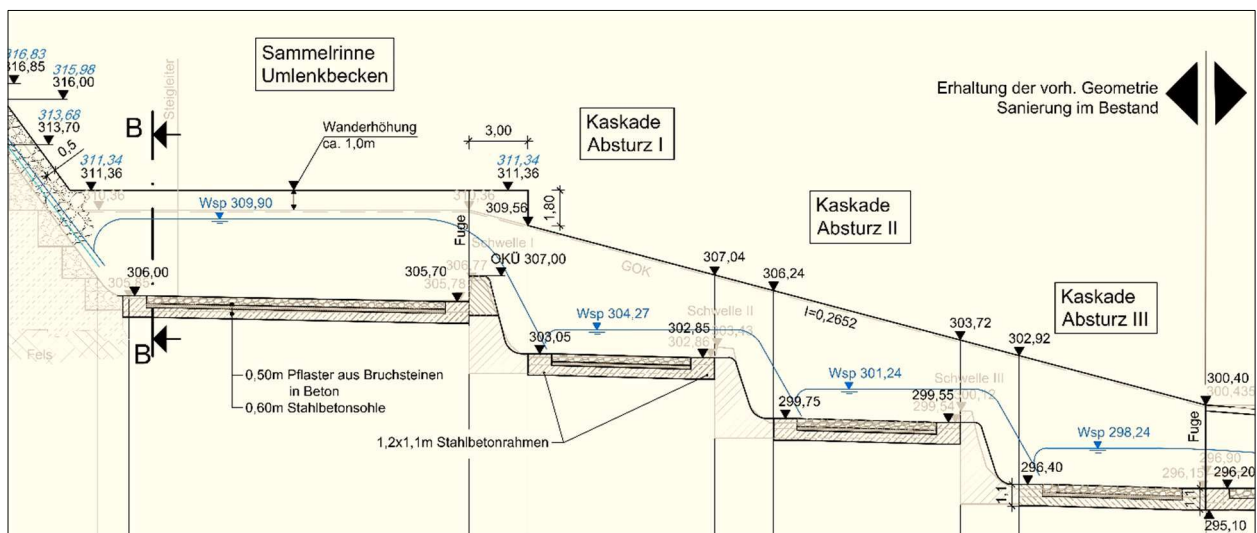
Die Querschnittsabmessungen der Stahlbetonrahmen betragen im Regelfall 1,2 x 1,1 m (siehe Bild 19 bzw. Plan 431 HWE-Schnitte B,C,I).

Für die Ausführung der aufliegenden Natursteinverblendung werden bevorzugt neue Bruchsteinen z.B. aus dem Steinbruch Lauterbach der Hartsteinwerke Vogtland GmbH & Co. KG (siehe Erläuterungen unter Pkt. 3.7) verwendet.

Ausgeführt wird das Mauerwerk analog dem Bestand als Bruchsteinzyklopenmauerwerk. Dabei werden die Bruchsteine im polygonalen Mauerwerksverband verlegt.

Alle Sohlflächen erhalten zur Abführung von Niederschlagswasser bzw. Wässern aus Drägen ein Quer- und Längsgefälle.

Aufgrund der geplanten Sohlstärke sowie der Massivität der geplanten Sohlbefestigung kann bei der Variante A2/B2 auf eine Flächendränge verzichtet werden.



Die bezüglich Funktionalität, Zugänglichkeit und Gestaltung im vorstehenden Abschnitt zur Variante A1/B1 gegebenen Erläuterungen treffen auch für die Variante A2/B2 zu und werden an dieser Stelle nicht wiederholt.

4.2.4 Sanierungsvariante A3/B1

Die untersuchte Instandhaltungsvariante unterteilt den Gesamtabschnitt in einen oberen und einen unteren Abschnitt. Dabei erfolgt die Instandsetzung im oberen Abschnitt mit dem Ziel einer weitgehenden Erhaltung der Bestandsgeometrie sowie der bestehenden Natursteinoptik. Die Instandsetzung erfolgt als Sanierung im Bestand.

Im unteren Abschnitt, ab der Endschwelle der Kaskade 3 erfolgt ein kompletter Neubau der erforderlichen Anlagenteile. Dabei werden im gesamten Abschnitt die innerhalb der Gerinne liegenden Wand- und Sohlbereiche weitgehend mit einer Natursteinverblendung ausgeführt.

Die im Zuge der Variante A3/B1 vorgesehenen Instandsetzungsmaßnahmen können wie folgt zusammengefasst werden:

Instandsetzungsvariante A3/B1:

Oberer Abschnitt - Sammelrinne/Umlenkbecken und Kaskade 1 bis 3:

Erhöhung der Randmauern (Bruchsteinmauerwerk), Neubau der Sohl- und Absturzbereiche in Stahlbeton ohne Natursteinverblendung.

Unterer Abschnitt - Kaskade 4 bis 5:

Abbruch der Kaskaden 4 und 5 und Neubau einer Schussrinne mit anschließendem Tosbecken und Zahnschwelle in Betonoptik. Umverlegung der vorhandenen Kabeltrassen und der Betriebswasserleitungen 2 x DN 800.

Einen allgemeinen variantenunabhängigen Überblick zur Lage der geplanten HWE mit bauzeitlichen sowie endgültigen Zufahrtsmöglichkeiten und der Lage der geplanten BE- und Lagerflächen zeigt der Plan 420 HWE-Lageplan.

Die zur Umsetzung der Variante A3/B1 erforderlichen Leistungsumfänge sind in den Plänen 433 HWE-Grundriss Schnitt A, Plan 434 HWE-Schnitte B,C,I dargestellt.

Achtung!

Da sich die Variante A3/B1 von der Variante A1/B1 im oberen Abschnitt nur in der konstruktiven Ausführung der Sohlbereiche unterscheidet und der untere Abschnitt identisch mit der Variante A1/B1 ist, werden nachstehend lediglich die variantenspezifischen Veränderungen für den oberen Abschnitt beschreiben.

Oberer Abschnitt - Sammelrinne/Umlenkbecken und Kaskade 1 bis 3:

Geplanten Instandsetzungsmaßnahmen:

- ❖ Erhöhung der Randmauern im Bereich von Sammelrinne und Umlenkbecken um ca. 1,0 m auf 311,36 mNN_{lokal} aus Bruchsteinmauerwerk.
- ❖ Sanierung des bestehenden Bruchsteinmauerwerkes der Randmauern in Teilflächen sowie Herstellung von punktuellen Fußdränagen.
- ❖ Erhöhung der Endschwelle des Umlenkbeckens um ca. 20 cm auf 307,00 mNN_{lokal}.
- ❖ Rückbau der Endschwellen in den Kaskaden 1, 2 und 3.
- ❖ Erneuerung der Sohlbefestigungen im gesamten oberen Bereich durch eine Stahlbetonsohle ohne Natursteinverblendung. Die Stahlbetonsohle erhält an der Unterseite eine umlaufende Stahlbetonrahmenkonstruktion sowie statisch konstruktiv erforderlichen Aussteifungen.
- ❖ Anordnung einer Flächendränage unter der Stahlbetonsohle.
- ❖ Absturzsicherung mittels Geländer und Sicherstellung der Zugänglichkeit über Einstiegsleitern.

Erneuerung der Sohlbefestigungen:

Die vorhandenen Sohlbefestigung werden auch bei der Variante A3/B1 komplett erneuert.
Die neue Sohle wird als 60 cm starke Stahlbetonsohle ohne Natursteinverblendung ausgeführt.
In die Stahlbetonsohle werden auf der Unterseite eine umlaufende Stahlbetonrahmenkonstruktion sowie statisch konstruktiv erforderliche Queraussteifungen integriert.
Die Querschnittsabmessungen der Stahlbetonrahmen betragen im Regelfall 1,2 x 1,2 m (siehe Bild 34 bzw. Plan 434 HWE-Schnitte B,C,I).

Alle Sohlflächen erhalten zur Abführung von Niederschlagswasser bzw. Wässern aus Drägen ein Quer- und Längsgefälle.

Um möglichen Auftriebskräften entgegenzuwirken, wird unter der Stahlbetonsohle analog der Variante A1/B1 eine Flächendränge mit freien Entwässerung in die jeweils unterliegenden Kaskaden angeordnet.

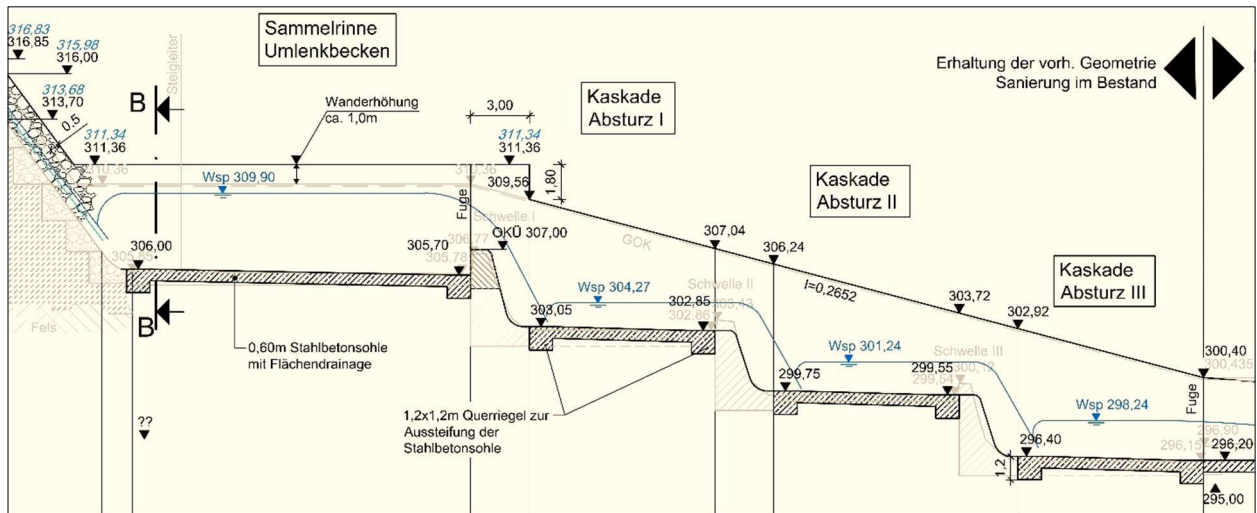


Abb. 35: Variante A3/B1; HWE - oberer Abschnitt - Schnitt A; Ausschnitt aus Plan 433 HWE-Grundriss Schnitt A

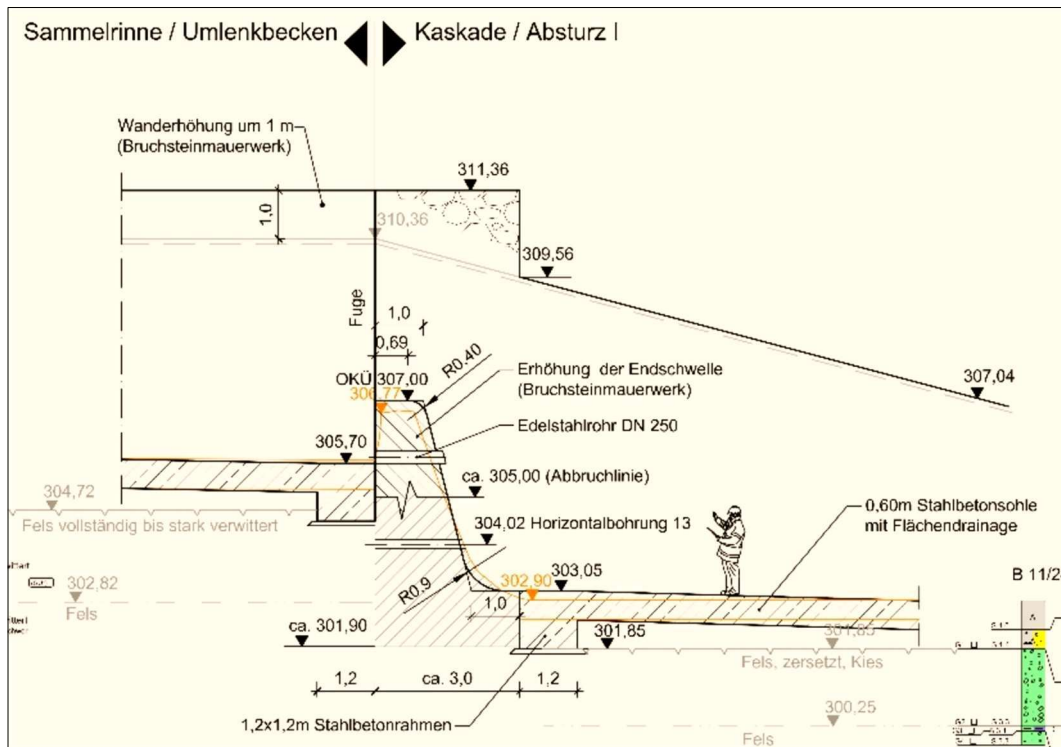


Abb. 36: Variante A3/B1; HWE - oberer Abschnitt - Schnitt I; Ausschnitt aus Plan 434 HWE-Schnitte B, C, I

Die bezüglich Funktionalität, Zugänglichkeit und Gestaltung in den vorstehenden Abschnitten zur Variante A1/B1 und A2/B2 gegebenen Erläuterungen treffen auch für die Variante A3/B1 zu und werden an dieser Stelle nicht wiederholt.

4.2.5 Weitere Variationen zu den Sanierungsvarianten

Als weitere Variationen der einzelnen Sanierungsvarianten wurden Möglichkeiten zu einer Strukturierung der Betonsichtflächen sowie zur Ausführung der Geländer untersucht:

Strukturierung der Betonsichtflächen

Bezüglich der Möglichkeiten für eine Strukturierung der sichtbarbleibenden Betonflächen bestehen bei FWT umfängliche Erfahrungen in der Anwendung von Strukturmatrizen. Zusätzlich wurde im Zuge der Planung Kontakt mit der Firma Reckli GmbH aufgenommen.

Grundlegend kann auf senkrechten bzw. geneigten geschallten Flächen eine Strukturierung mittels Strukturmatrizen hergestellt werden. Dabei können im Regelfalle preisgünstig standardisierte Strukturen der anbietenden Firma genutzt werden. Im besonderen Fällen können auch je nach Objektanforderungen z.B. des Denkmalschutzes oder auf Kundenwunsch spezielle Strukturmatrizen gefertigt werden.

Nachstehendes Foto zeigt eine Stützwand mit standardisierter Natursteinstruktur.

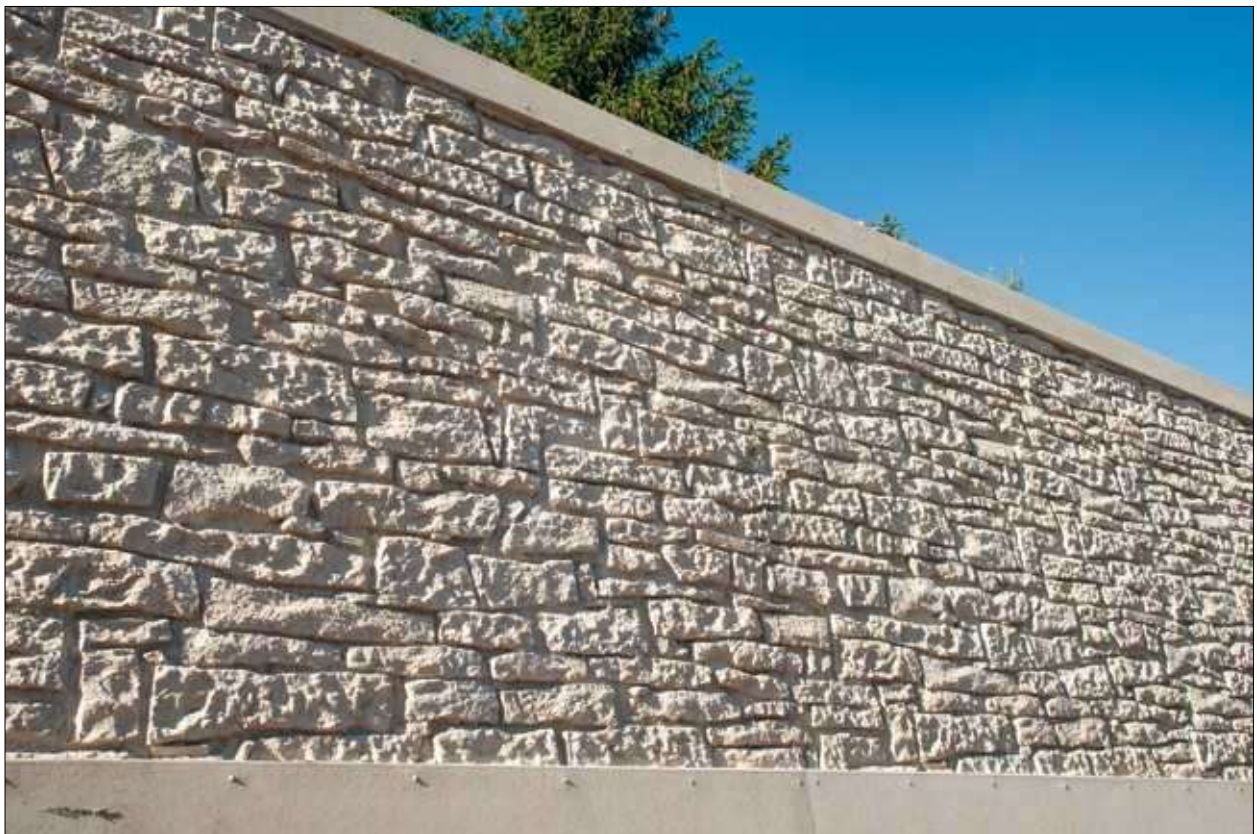


Abb. 37: Wandgestaltung mittels Strukturmatrizen

Im speziellen Fall der HWE wurde im Rahmen der Kostenschätzung eine Strukturierung mit Standardmatrizen sowie mit für den speziellen Anwendungsfall entwickelten Matrizen kalkuliert.

Die Mehrkosten für eine Strukturierung des Betons betragen bei Verwendung von standardisierten Strukturmatrizen ca. 82.305,- € (netto).

Soll die spezielle Steinstruktur Vorort abgebildet werden, fallen für die Herstellung der Matrizen nochmals Mehrkosten von ca. 35.000,- € (netto) an.

Sollen entsprechende Lösungen zum Einsatz kommen, sind dies auch mit dem Denkmalschutz abzustimmen.

Ausführung der Geländer:

Alternativ zu den auf der Mauerkrone vorgeschlagenen und den Anforderungen des Denkmalschutzes genügenden Stahlgeländern, sind für den Bereich der HWE in Anlehnung an die bestehenden Absperungen auch wesentlich preiswertere Geländerausführungen aus Holz in Weidezaunoptik denkbar.

Diese sollten dann nicht auf der Mauerkrone platziert werden, sondern ca. 1,0 m neben der Mauerkrone in Gelände stehen.

Aus sicherheitstechnischen Aspekten heraus ist eine solche Lösung allerdings eher eingeschränkt tauglich.

4.3 Umverlegung der Brauchwasserleitungen / Kabeltrassen

Leistungsbestandteil der Instandsetzungsmaßnahmen zur HWE sind die Umverlegung der im Baufeld befindlichen Brauchwasserleitungen sowie der vorhandenen Kabeltrassen, welche vom Komplexbauwerk Dörtendorf zum Rohwasserpumpwerk an der Hauptmauer führen.

Die Maßnahmen für die Umverlegung der Medientrassen erfolgen im Zuge der Baufeldfreimachung und sind bei allen untersuchten Instandsetzungsvarianten bis auf geringfügige Nuancen gleich.

Nachfolgend werden die einzelnen Maßnahmen kurz beschrieben:

Einen Überblick zur Lage des Plangebietes mit bauzeitlichen sowie endgültigen Zufahrtsmöglichkeiten und der Lage der geplanten BE- und Lagerflächen einschließlich den geplanten Maßnahmen zur Umverlegung der Medientrassen zeigt der Plan 420 HWE-Lageplan.

Die zur Umsetzung der Maßnahmen erforderlichen Leistungsumfänge sind im Einzelnen in den Plänen 423 HWE-Grundriss Schnitt A und Plan 424 HWE-Schnitte B,C,I dargestellt.

Bestehende Verhältnisse / betriebliche Vorgaben für die Umverlegung:

Von der Thüringer Fernwasserversorgung wurden hierzu (siehe E-Mail vom 10.07.2023 und 02.09.2024) folgende Angaben zum Bestand gemacht bzw. Bedingungen für eine Umverlegung vorgegeben:

- ❖ Die vorhandenen Rohwasserleitungen (2 x DN 800) werden Ende 2025 wieder in Betrieb genommen. Dabei wird Strang 1 mit Wasser gefüllt sein und der Strang 2 als leeres Medienrohr vorgehalten.
- ❖ Die auf der Medientrasse befindlichen Mittelspannungskabel sind außer betrieb.
- ❖ Das Datenkabel ist in betrieb.
- Im Bereich der zu planenden Umverlegungsstrecke für die Rohwasserleitungen sind diese als Stahlrohre DN 600 zu verlegen. Im Bereich der Kreuzung mit dem Bauwerk der HWE sind die Medienrohre in Stahlschutzrohren DN 800 zu führen.
- Die vorhandene Tiefpunktentleerung mit Ableitung zum Ausgleichsbecken ist neu herzustellen.
- Wenn eine Brauchwasserentnahme für Baustellenzwecke im Bereich der HWE als erforderlich angesehen wird, ist eine entsprechende provisorische Entnahme im Schacht der Tiefpunktentleerung planerisch vorzusehen.
- Die vorhandenen Mittelspannungskabel werden im Baufeld ausgebaut. Die Kabelenden werden mittels Endkappen verschlossen.
- Das Datenkabel kann bauzeitlich getrennt werden. Spätestens mit Fertigstellung der Gesamtmaßnahme ist das Datenkabel wieder in Betrieb zu nehmen.

This technical drawing illustrates a sewerage system plan, detailing both existing and proposed infrastructure. The plan includes various sewer lines, manholes, and structures, all labeled with specific identifiers and elevations.

- Existing Infrastructure:** Represented by dashed lines and labels such as "Bestand" (existing) and "Kanalisation Ausbau II".
- Proposed Infrastructure:** Highlighted in pink/magenta, showing new sewer lines and structures like "Neubau Schächte" (new shafts) and "Neubau Stollen" (new tunnels).
- Key Features and Labels:**
 - "Erhaltung der vorh. Geometrie Sauerung im Bestand" (Maintenance of existing geometry in the existing structure).
 - "Tiefenprofil" (Depth profile) indicating vertical alignment.
 - "Sewerage" and "Abwasserleitung" (wastewater pipe) labels.
 - Elevations and coordinates are provided throughout the plan.
- Orientation and Scale:** A north arrow is located in the top left corner, and a scale bar is present at the bottom left.

Die wesentlichen Zwangspunkte bei der Umverlegung der Brauchwasserleitung sind die Anschlusshöhen der Brauchwasserleitungen im Bestand links und rechts der HWE, die Bauwerksunterkante der geplanten HWE und die Höhe des Wasserspiegels im Ausgleichsbecken, da eine Entleerung der Leitungen in das Ausgleichsbecken im freien Gefälle die Vorzugslösung darstellt.

Die Schachtsohle des neuen Entleerungsschachtes liegt bei 293,65 mNN_{lokal} und damit ca. 1,65 m über dem Wasserspiegel im Ausgleichsbecken.

Wie von der Thüringer Fernwasserversorgung gefordert wird als Medienrohr in Stahl DN 600 und das Schutzrohr im Kreuzungsbereich mit der HWE als Stahlrohr DN 800 verlegt.

Medienrohr: geschweißtes Stahlrohr 610 x 8,0 mm
außen mit PE-Umhüllung nach DIN 30670
innen mit Epoxidharzbeschichtung nach DIN 30671

Baugruben / Baugrubenverbau:

Die Verlegung der Betriebswasserleitungen einschließlich der Medien- und Kabelschutzrohre erfolgt in offener Baugrube. Auf der Rohrleitungstrasse werden hierzu insgesamt 5 Einzelbaugrube mit einem standardisierten Gleitschienenverbau vorgesehen.

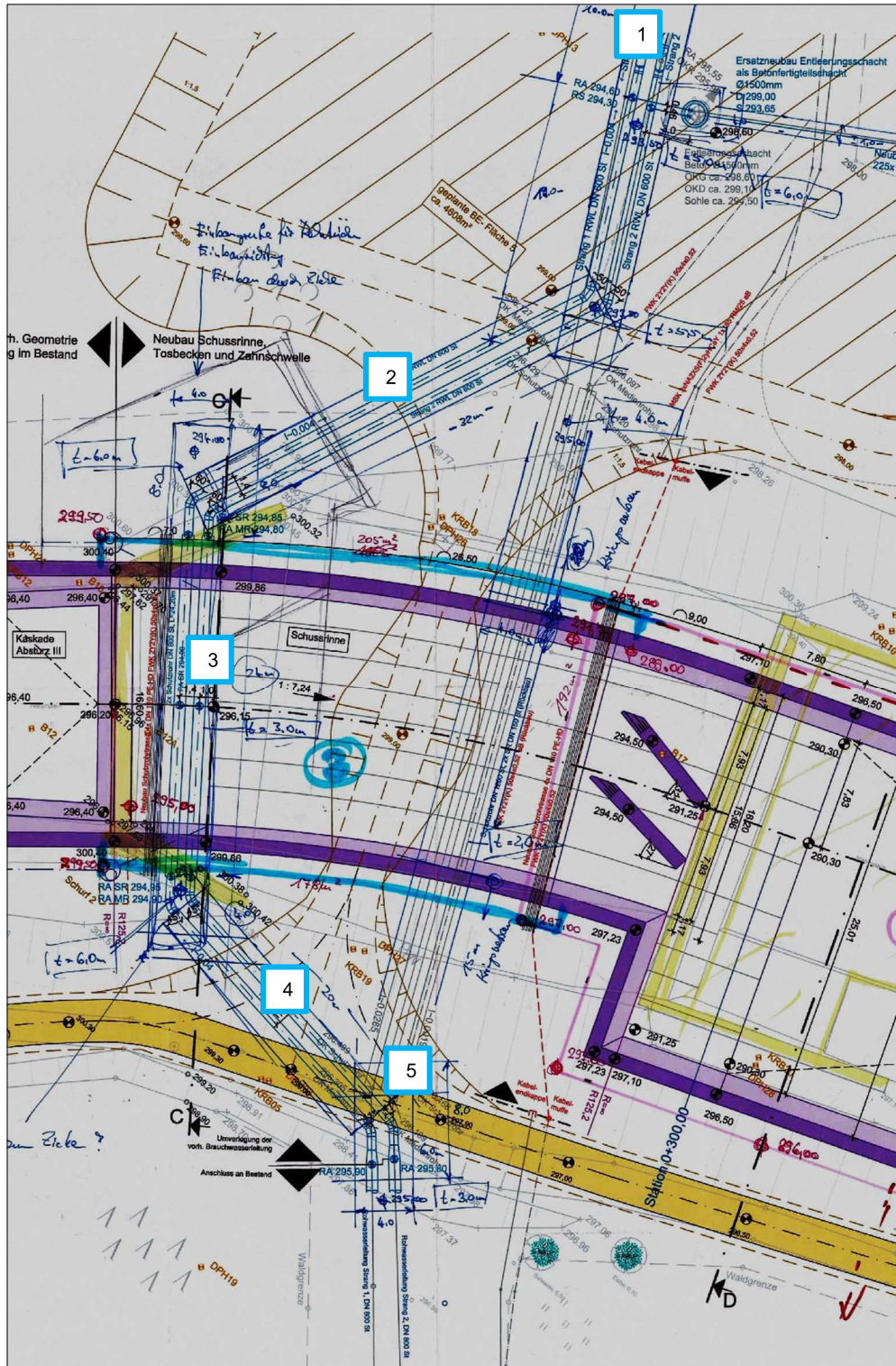


Abb. 40: Konzept der Baugruben - Skizze zum Gleitschienen- und Kringsverbau

Im Bereich der erforderlichen Rückbaumaßnahmen für die Kabel und Rohrleitungen können standardisierte Kringsverbausysteme eingesetzt werden.

4.4 Baustellenerschließung / Bauablauf

Die vorgesehenen bauzeitlichen Erschließungsmaßnahmen sind im Plan 420 HWE-Lageplan variantenunabhängig dargestellt.

Das betrifft Größe und Lage der geplanten BE- und Lagerflächen sowie die bauzeitlichen sowie endgültigen Zufahrtsmöglichkeiten.

Aus bautechnologischen und bauphysikalischen Überlegungen heraus ergeben sich die 6 nachfolgend aufgeführten Bauabschnitte. bzw. Baufelder.

1. Baufeldfreimachung / Umverlegung der Brauchwasserleitungen und Kabeltrassen
2. Neubau Tosbecken und Zahnschwelle
3. Leitwand auf der rechten Seite der Zahnschwelle
4. Befestigungsabschnitt hinter Zahnschwelle
5. Instandsetzung des oberen Abschnitts der HWE
6. Schussrinne als Lückenschluss zwischen Kaskade 3 und Tosbecken

Dabei sollte der Bauabschnitt 1 sofort nach Beauftragung zum Hauptbaulos 2 erfolgen, da hiermit eine unterbrechungsfreie Bauwasserversorgung für die Gesamtbaustelle im Allgemeinen und insbesondere für die geplante Mischanlage sichergestellt wird.

Der Bauabschnitt 6 ist im Bereich an der Sattelmauer die letzte Maßnahme, da mit dem Lückenschluss die bauzeitliche Überfahrt über die Trasse der HWE entfällt und die östlichen Bereich der Sattelmauer für größere LKW nicht mehr zugänglich sind.

Der Bauabschnitt 5 kann in Abhängigkeit von den Instandsetzungsmaßnahmen an der Sattelmauer (Instandsetzung der Mauerkrone bzw. Instandsetzung der Mauerluftseite) zeitlich frei eingeordnet werden. Auch eine zeitlich parallele Instandsetzung mit dem Bauabschnitten 2, 3, und 4 ist möglich.

4.5 Unterhaltung und Betrieb

Die Anforderungen an die Unterhaltung sowie den Betrieb der Anlagen wurden bei der Planung in der Form berücksichtigt, dass alle Anlagenteile in angemessenem Umfang zugänglich und bedienbar sind. Bei der Planung der Anlagen wurden die sicherheitstechnischen Belange wie Absturzsicherungen etc. berücksichtigt.

An dieser Stelle wird auf die Beschreibungen zu den einzelnen Instandsetzungsvarianten, sowie zu den Erläuterungen unter Pkt. 4.3 für die Umverlegung der Brauchwasserleitungen verwiesen.

4.6 Variantenvergleich / Vorschlag für eine Vorzugsvariante

Variantenvergleich / Vor- und Nachteile der Varianten:

Grad der Umsetzung der Modellvorgaben:

- Alle 3 untersuchten Varianten setzt die Vorgaben zur Vorzugslösung aus den hydraulischen Modellversuchen vollständig um.

Überprüfung ob die seitlichen Zufahrten entfallen können:

- Bei allen 3 untersuchten Varianten, werden die in der Kritik stehenden aufwändigen seitlichen Zufahrten zu den Kaskaden 4 und 5 durch einfache Alternativlösungen ersetzt.

Auswirkungen auf die Schutzgüter:

- Bei allen 3 untersuchten Varianten verringern sich gegenüber der ursprünglichen Genehmigungsplanung die dauerhafte in Anspruch genommenen Flächen bzw. die Flächenversiegelung. Damit verbunden ist gegenüber der bisherigen Einschätzung der Auswirkungen auf die Schutzgüter zumindest keine Verschlechterung zu erwarten.

Belange der Anlagensicherheit nach DIN 19700-10 [17]:

Bis zur Größe des BHQ_1 (HQ_{1000}) sind die Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit der Stauanlage ohne Einschränkungen sicherzustellen.

Die Stauanlage muss den Bemessungshochwasserabfluss BHQ_2 (HQ_{10000}) ohne globales Versagern überstehen. Insbesondere darf die Tragsicherheit des Absperrbauwerkes nicht gefährdet werden.

- Alle 3 Varianten erfüllen die vorstehenden Bedingung grundlegend.
- Bei Umsetzung der vorgeschlagenen Instandsetzungsmaßnahmen ist die erforderliche Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit der Anlagenbestandteile der HWE sichergestellt.
- Eine Gefährdung des Absperrbauwerkes ist auch bei eintretenden lokalen Schäden an den einzelnen Bauteilen der HWE nicht zu befürchten.

Belange des Denkmalschutzes:

Die Belange des Denkmalschutzes werden im Rahmen der 3 Varianten in unterschiedlichem Umfang berücksichtigt.

- Variante A1/B1
Dem mit der Denkmalschutzbehörde vorabgestimmten Minimalkonsens zu einer weitgehenden Erhaltung der Bestandsgeometrie sowie der Natursteinoptik im oberen Abschnitt erfüllt die Variante A1/B1 grundlegend. Das Manko bezüglich der Betonoptik im unteren Abschnitt könnte bei Einsatz von Steinstrukturmatrizen bei der Betonage der Wandbereiche entsprechend abgemindert werden. Die reinen Mehrkosten für die Strukturierung des Betons betragen je nach Qualität der verwendeten Strukturmatrizen 82.305,- bis 117.305,- € (netto).
- Variante A2/B2
Bei Umsetzung der Variante A2/B2 wird der mit der Denkmalschutzbehörde vorabgestimmten Minimalkonsens übertroffen, da nicht nur der obere Abschnitt, sondern auch der untere Abschnitt mit einer Natursteinoptik ausgeführt wird.
- Variante A3/B1
Die Variante ist bezüglich der Belange des Denkmalschutzes vergleichbar mit der Variante A1/B1. Es entfällt allerdings die Natursteinoptik im Bereich der Sohlen im oberen Abschnitt. Das könnte vom Denkmalschutz negativ bewertet werden und ist vor Einreichung der Unterlagen zur Genehmigung abzuklären.

Investitionskosten:

In nachstehenden Kosten sind alle Kosten einschließlich der Kosten für die erforderliche Umverlegung der Brauchwasserleitungen, der Kabeltrassen und die Kosten für die anteilige Baustelleneinrichtung enthalten.

➤ Variante A1/B1

Die Gesamtinvestitionskosten für die Variante A1/B1 betragen nach beiliegender Kostenschätzung ohne Nebenkosten

13.862.217,79 € (netto)

➤ Variante A2/B2

Die Gesamtinvestitionskosten für die Variante A1/B1 betragen nach beiliegender Kostenschätzung ohne Nebenkosten

17.666.679,65 € (netto)

➤ Variante A3/B1

Die Gesamtinvestitionskosten für die Variante A1/B1 betragen nach beiliegender Kostenschätzung ohne Nebenkosten

13.580.962,24 € (netto)

Damit ist die Variante A3/B1 mit Blick auf die reine Investitionskosten die günstigste Variante und die Variante A2/B2 mit Abstand die teuerste Variante.

Das liegt hauptsächlich darin begründet, dass im Zuge der Variante A2/B2 eine die Anlagensicherheit wesentlich erhöhende durchgehende Stahlbetonsohle ausgeführt wird und zusätzlich über den gesamten HWE-Bereich aus Denkmalschutzgründen eine sehr preisintensive Natursteinverblendung enthalten ist.

Vorschlag für eine Vorzugslösung:

Die Planungsarge schlägt nach Abwägung der Vor- und Nachteile die

Variante A1/B1 als **Vorzugsvariante** vor.

Die Variante A2/B2 scheidet, außer dass sie im Rahmen der Vorverhandlungen zur Genehmigungsfähigkeit durch die Denkmalschutzbehörde explizit verlangt wird, aus Kostengründen aus.

Die Variante A3/B1 wird von der Planungsarge nicht empfohlen, da wir der Auffassung sind, dass der geringe Kostenvorteil durch den bleibenden Nachteil bei der Optik im Bereich der denkmalgeschützten Kaskade nicht entscheidungsrelevant sein sollte.

5. UMWELTVERTRÄGLICHKEIT

Die Umsetzung der geplanten 3 Varianten ist unter Bezugnahme auf die zu erwartenden Auswirkungen auf die Schutzgüter variantenunabhängig.

Bei allen drei untersuchten Varianten verringern sich gegenüber der ursprünglichen Genehmigungsplanung die dauerhaft in Anspruch zu nehmenden Flächen bzw. der Umfang der zu erwartenden Flächenversiegelung.

Damit verbunden ist gegenüber der bisherigen Einschätzung zu den Auswirkungen auf die Schutzgüter zumindest keine Verschlechterung zu erwarten.

Die Berücksichtigung der Belange des Denkmalschutzes, zumindest bezüglich dem mit der Denkmalschutzbehörde vorabgestimmten Minimalkonsens zu einer weitgehenden Erhaltung der Bestandsgeometrie sowie der Natursteinoptik im oberen Abschnitt wirken sich positiv auf das Schutzgut Kulturelles Erbe & Sachgüter aus.

6. EMPFEHLUNGEN ZUM WEITEREN VORGEHEN

- ❖ Die erstellten Unterlagen zur Vorplanung sollten von der Thüringer Fernwasserversorgung geprüft und freigegeben werden.
- ❖ Im Zuge der Freigabe ist die zukünftig zu planende Vorzugsvariante durch die Thüringer Fernwasserversorgung festzulegen.
- ❖ Abstimmung mit der Denkmalschutzbehörde als Vorbedingung für die Genehmigungsfähigkeit im Rahmen der nachzuholenden Planfeststellung.
- ❖ Abstimmung mit der verfahrensführenden Stelle für die nachzuholende Planfeststellung zum Verfahrensablauf, sowie zu Form und Umfang der einzureichenden Genehmigungsunterlagen.
- ❖ Erstellung der Unterlagen zur Entwurfs- und Genehmigungsplanung in erforderlichem Umfang und Einreichung zur nachholenden Genehmigung.