



# Bau des Hochwasserrückhaltebeckens HRB Helsa

## Genehmigungsplanung

### Erläuterungsbericht

23. März 2023

WALD + CORBE Consulting GmbH

Hauptsitz  
Am Hecklehamm 18  
76549 Hügelsheim  
Tel. +49 7229 1876-00

Niederlassung Stuttgart  
Fritz-Reuter-Straße 18  
70193 Stuttgart  
Tel. +49 711 263464-0

Niederlassung Haslach  
Schnellinger Straße 78  
77716 Haslach  
Tel. +49 7832 96094-0

Niederlassung Schwetzingen  
Duisburger Straße 13  
68723 Schwetzingen  
Tel. +49 7229 1876-00

Angaben zur Gesellschaft  
Registergericht Mannheim  
HRB 211092  
USt.-IDNr. DE244600597

Geschäftsführung  
Peter Kirsamer  
Jörg Koch  
Dr. Gregor Kühn

# Inhaltsverzeichnis

---

1	Veranlassung und Zusammenfassung	1
2	Planungsgrundlagen	3
2.1	Datengrundlagen	3
2.2	Wasserwirtschaftliche Grundlagen	3
2.2.1	Niederschlags-Abfluss-Modell (WAGU)	4
2.2.2	Hochwasserschutzkonzept (WAGU)	4
2.2.3	Untersuchung der Bemessungsereignisse BHQ <sub>1</sub> und BHQ <sub>2</sub> (WAGU)	6
3	Planung des HRB Helsa	8
3.1	Wasserwirtschaftliche Aspekte	8
3.1.1	Wasserwirtschaftliche Bemessungsgrößen	8
3.1.2	Beckeninhaltslinie, überstaute Fläche und Einstaudauer	9
3.1.3	Beckenklassifizierung nach DIN 19700	9
3.2	Geotechnik	10
3.2.1	Baugrunderkundungen	10
3.2.2	Untergrundverhältnisse	10
3.2.3	Grundwasser	11
3.3	Ausbildung des Hochwasserschutzdamms	11
3.4	Ausbildung der westlichen Talböschung – Bereich Bundesstraße B7	12
3.5	Ausbildung der östliche Talböschung – Bereich Bahntrasse	12
3.6	Entwässerungsanlagen	13
3.7	Straßen- und Wegebaumaßnahmen	13
3.7.1	Zufahrts- und Unterhaltungswege	13
3.7.2	Anbindung an die Bundesstraße B7	14
3.8	Auslassbauwerk	14
3.8.1	Konstruktive Gestaltung	14
3.8.2	Regelorgane und Antriebe	16
3.8.3	Ökologische Durchgängigkeit	17
3.8.4	Gründung, Baugrube und Wasserhaltung	18
3.9	Technikgebäude	18
3.10	Technische Ausrüstung und Betriebsüberwachung	18
3.10.1	Pegelanlagen	19

3.10.2	Optische Überwachung	19
3.10.3	Überwachung der Setzungen von Damm und Baugrund	20
3.11	Beckensteuerung	20
3.12	Anpassung vorhandener Ver- und Entsorgungsleitungen	22
3.12.1	Wasserversorgungsleitung DN 150 GGG	22
3.12.2	Mischwasserleitung DN 300 Asbestzement	22
3.13	Verlegung der Losse und Ufersicherung	24
4	Hydraulische und hydrologische Nachweise	25
4.1	Schützabfluss	25
4.2	Hochwasserentlastungsanlage	27
4.3	Energieumwandlung und Tosbeckendimensionierung	29
4.4	Freibord	32
5	Weitere Sachpunkte	35
5.1	Energieversorgung und Telekommunikation	35
5.1.1	Stromversorgung - Anschluss durch EAM -Netz GmbH	35
5.1.2	Daten- und Telefonanschluss – Anschluss durch Telekom	35
5.2	Grunderwerb	35
5.3	Unterhaltungsmaßnahmen und Bauwerksüberwachung	36
5.4	Begleitende landschaftspflegerische Maßnahmen	36
5.5	Rückbaukonzept Tiefbrunnen	37
5.6	Anpassung Straßenentwässerung A44 und B7	39
5.7	Maßnahmen im Bereich der Bahntrasse	40
5.8	Baustellenzufahrt	40
5.9	Bauablauf	41
5.10	Bodenschutz und Eingriffsminimierung	42
5.11	Kampfmittel im Projektgebiet	43
5.12	Probestau	44

## Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1.1: Hochwasser Mai 2019 in der Ortslage Kaufungen	1
Abbildung 1.2: Hochwasser Mai 2019 in der Ortslage Kassel-Bettenhausen	1
Abbildung 1.3: Übersichtskarte HRB Helsa	2
Abbildung 2.1: Darstellung der Untergliederung des Gesamteinzugsgebietes der Losse	4
Abbildung 2.2: Vorläufige Kenndaten HRB Helsa (Quelle: N-A-Modell, WAGU, [5]) (	5
Abbildung 2.3: Vorläufige Kenndaten HRB Kaufungen (Quelle: N-A-Modell, WAGU, [5])	5
Abbildung 2.4: Hydrologischer Längsschnitt der Losse unter Berücksichtigung der geplanten Rückhaltebecken	6
Abbildung 3.1: Speicherinhaltslinie und überstaute Fläche des HRB Helsa	9
Abbildung 3.2: Auslassbauwerk HRB Ehringen mit ähnlichem Bauwerkskonzept	15
Abbildung 3.3: Lokale Beschädigungen der bestehenden Faserzementleitungen	23
Abbildung 4.1: Abminderungsbeiwert $\kappa$	26
Abbildung 4.2: Kennlinien eines Schützes für verschiedene Öffnungshöhen (s)	26
Abbildung 4.3: Kennlinie Fischbauchklappen (Hochwasserentlastungsanlage)	28
Abbildung 4.4: Standardbauweise Tosbecken USBR Typ III [Peterka, 1958]	32
Abbildung 5.1: Stillgelegter Tiefbrunnen der ehemaligen Munitionsfabrik	37
Abbildung 5.2: Entwässerungsbauwerk der A44, links unterhalb der B7, rechts oberhalb der B7	39
Abbildung 5.3: Stillgelegte Entwässerung der B7, rechts das teilweise verfüllte Rohr	39

## Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 2-1: Scheitelabflüsse für verschiedene Niederschlagsdauern	7
Tabelle 3-1: Beckensteuerung	21
Tabelle 4-1: Nachweis der Hochwasserbemessungslastfälle (bei Vollstau)	29
Tabelle 4-2: Tosbeckeneintiefung bei verschiedenen Lastfällen	31
Tabelle 4-3: Wellenauflauf und Windstau	34
Tabelle 4-4: Ermittlung der maßgebenden Kronenhöhe	34
Tabelle 5-1: Übersicht Erdmassen; Angabe Lagerfläche bei zeitgleicher Lagerung;	43

## Anhänge

---

Anhang A	Gründerwerbsverzeichnis
Anhang B	Vorläufiger Bauzeitenplan



Projektnummer 102.19.064  
Projektbearbeitung J. Rest, M.Eng.  
Dipl. -Ing. S. Rapp

Bericht H:\WV-Losse\_HRB-Helsa\PO1\_Berichte\03-Entwurfsplanung\2023-03-01\_Bericht\_neues  
Logo.docx

# 1 Veranlassung und Zusammenfassung

In der Vergangenheit kam es an der Losse regelmäßig zu Hochwasserereignissen mit großen Schäden, so z.B. in den Jahren 1969, 2007 und 2019 (s.u.).

Planungen für Hochwasserschutzmaßnahmen an der Losse begannen bereits in den 1970er Jahren. Aufgrund veränderter normativer Vorgaben und neuer hydrologischer Ansätze wurden die alten Ansätze ab 2010 auf Veranlassung des Wasserverbands Losse überprüft und mündeten in einem neuen Hochwasserschutz-Gesamtkonzept für die Losse.



Abbildung 1.1: Hochwasser Mai 2019 in der Ortslage Kaufungen



Abbildung 1.2: Hochwasser Mai 2019 in der Ortslage Kassel-Bettenhausen

Zur Verbesserung des Hochwasserschutzes für die Gemeinden Helsa und Kaufungen sieht das Hochwasserschutzkonzept u.a. die Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens zwischen Helsa und Eschenstruth, östlich der Leipziger Straße (B7) vor. In der Vergangenheit trat die Losse in den Gemeinden Helsa und Kaufungen immer wieder über die Ufer.

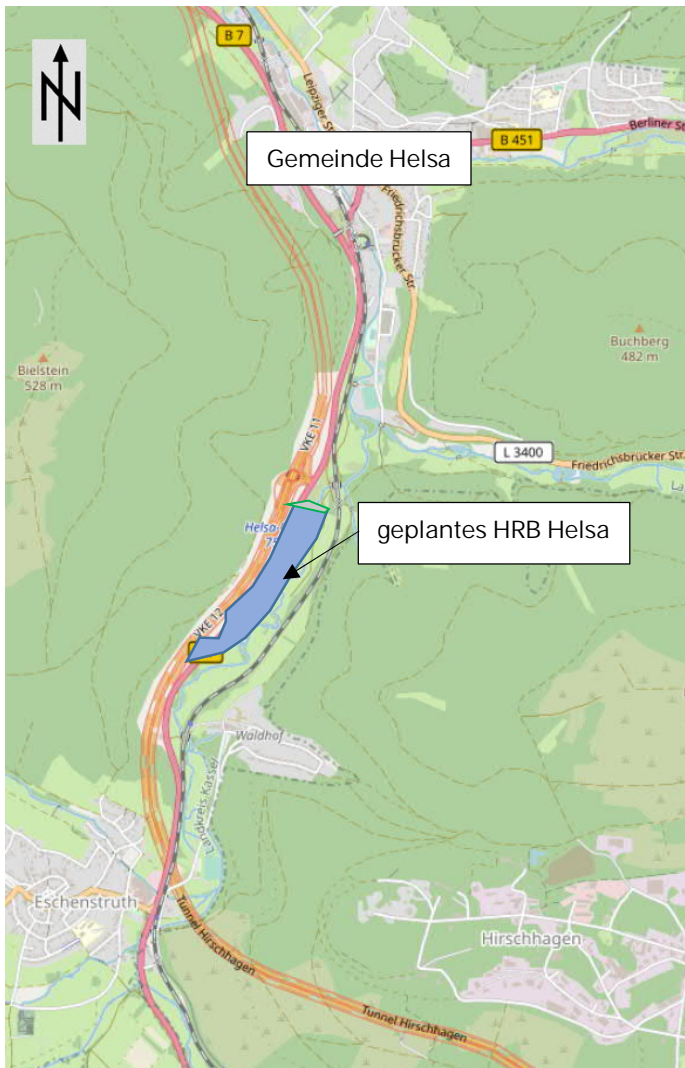


Abbildung 1.3: Übersichtskarte HRB Hessa

Das Hochwasserrückhaltebecken ist als gesteuertes Becken mit einem Rückhaltevolumen von ca. 655.000 m<sup>3</sup> geplant. Die Einstaufläche bei voll eingestautem Becken erstreckt sich vom Hauptdamm im Bereich des bestehenden Regenklärbeckens bis ca. 800 m nach Süden.

Der Abfluss eines 100-jährlichen Hochwassers kann am Beckenstandort so von ca. 53 m<sup>3</sup>/s um rund 70 % auf 16 m<sup>3</sup>/s reduziert werden.

Das Rückhaltebecken besteht aus dem Absperrbauwerk (Damm), einem Auslassbauwerk zur Regulierung des Durchflusses und Seitendämmen bzw. Hangvorschüttungen im Bereich der Talflanken entlang der Bundesstraße im Westen sowie entlang der Bahntrasse der Regionalbahn Kassel im Osten.

Der Hauptdamm mit einer Länge von ca. 200 m wird als Erddamm mit Böschungsneigungen von 1:2,5, einer Kronenbreite von 5 m und einer Höhe von ca. 11,5 m über der Talsohle bzw. bis zu 14 m über der Gewässer- sohle ausgebildet.

Im Hauptdamm wird das Auslassbauwerk mit integrierter Hochwasserentlastungsanlage angeordnet. Das Auslassbauwerk aus Stahlbeton zur Regulierung der Beckenabgabe soll als offenes, zweizüiges Bauwerk mit Rollschützen und Fischbauchklappen ausgebildet werden. Das Rückhaltebecken wird mit einem Technikgebäude, Pegelanlagen, automatischer Steuer- und Messtechnik sowie mit Beleuchtung und Überwachungskameras ausgestattet.

Das nach DIN 19700 als „großes Hochwasserrückhaltebecken“ klassifizierte HRB Hessa ist so bemessen, dass die Stand- sicherheit mindestens bis zu einem extremen Hochwasserereignis mit einer Auftretenswahrscheinlichkeit von einmal in 10.000 Jahren (BHQ<sub>2</sub>) gewährleistet ist.

Mit den vorliegenden Unterlagen wird die Planfeststellung für das HRB Hessa beantragt.

## 2 Planungsgrundlagen

### 2.1 Datengrundlagen

#### Wasserwirtschaftliche Grundlagen

Die wasserwirtschaftlichen Grundlagen für die Planung des HRB Helsa wurden im Rahmen des Niederschlags-Abfluss-Modell als Grundlage für überregionale Hochwasserschutzmaßnahmen an der Losse [WAGU 2012] [5] und den ergänzenden Detailuntersuchungen [WAGU 2020] [6] [7] erarbeitet.

#### Vermessungsdaten

In den Jahren 2011, 2016, 2019 und 2020 wurden durch die Gesellschaft für Wasserwirtschaft, Gewässerökologie & Umweltplanung (WAGU) terrestrische Vermessungen durchgeführt, die durch Daten aus Laserscan-Befliegungen ergänzt wurden. Vermessen wurde das Gewässerbett, die Böschung zur Bundesstraße B7 sowie der Bereich der Bahngleise und die angrenzende Böschung.

#### Geotechnik

Die geotechnische Fachplanung [8] wurde von DAS BAUGRUND INSTITUT, Kassel, erarbeitet. Erkundungsbohrungen, Rammsondierungen und Baggerschürfe wurden in den Jahren 2019 und 2020 durchgeführt.

Vorerkundungen und eine Bewertung der Machbarkeit an einem mittlerweile verworfenen Beckenstandort wurden 2016 und 2017 von der Ingenieurgesellschaft Kärcher, Weingarten, durchgeführt.

#### Umweltplanung

Die Umweltverträglichkeitsuntersuchungen und der Landschaftspflegerische Begleitplan wurden durch die WAGU GmbH, Kassel, erstellt.

#### Leitungsbestand

Zur Erfassung der im Planungsgebiet vorhandenen Ver- und Entsorgungen wurden Leitungsauskünfte der vom Wasserverband Losse benannten Versorgungsträger eingeholt.

#### Tragwerksplanung

Für die Bauwerke wurde eine statische Vorplanung vom Ingenieurbüro Fehling+Jungmann GmbH, Kassel, durchgeführt.

### 2.2 Wasserwirtschaftliche Grundlagen

Der Wasserverband Losse wurde 1972 als Reaktion auf die immer wieder auftretenden, verheerenden Überflutungen entlang der Losse gegründet.

Bereits der zur Gründung des Verbandes aufgestellte Verbandsplan sah den Bau von drei Hochwasserrückhaltebecken in Teichhof, Helsa und Kaufungen vor.

Maßgebliche Planungsgrundlage für den Entwurf und die Dimensionierung des Hochwasserrückhaltebeckens sind die von der Gesellschaft für Wasserwirtschaft, Gewässerökologie & Umweltplanung durchgeführten Untersuchungen [5] [6] [7]. Die wichtigsten Ergebnisse sind im Folgenden zusammengefasst.



## 2.2.1 Niederschlags-Abfluss-Modell (WAGU)

Mit Niederschlags-Abfluss-Modellen wird unter der Berücksichtigung von Konzentrationszeiten (Zeit zwischen Niederschlag und Abfluss im Gewässer), der Abflusswirksamkeit der Flächen und der Niederschlagscharakteristik (Intensität, Dauer und Menge) nachgebildet, wie aus Niederschlägen der Abfluss im Gewässer entsteht.

Die Niederschlagsabflussbeziehungen für das Einzugsgebiet der Losse wurden unter Einsatz des Programms NASIM Vers. 3.7.0 der Firma Hydrotec modelliert [5]. Das Modell umfasst das rund 121 km<sup>2</sup> große Einzugsgebiet der Losse zwischen der Quelle bei Hessisch Lichtenau und der Mündung in die Fulda nach rd. 27 km Fließstrecke in Niesetal bei Kassel. Für den Aufbau des Modells wurden die Topographie, der geologische Aufbau und die Landnutzung in das Modell eingepflegt und das Einzugsgebiet in 63 Teileinzugsgebiete aufgeteilt.

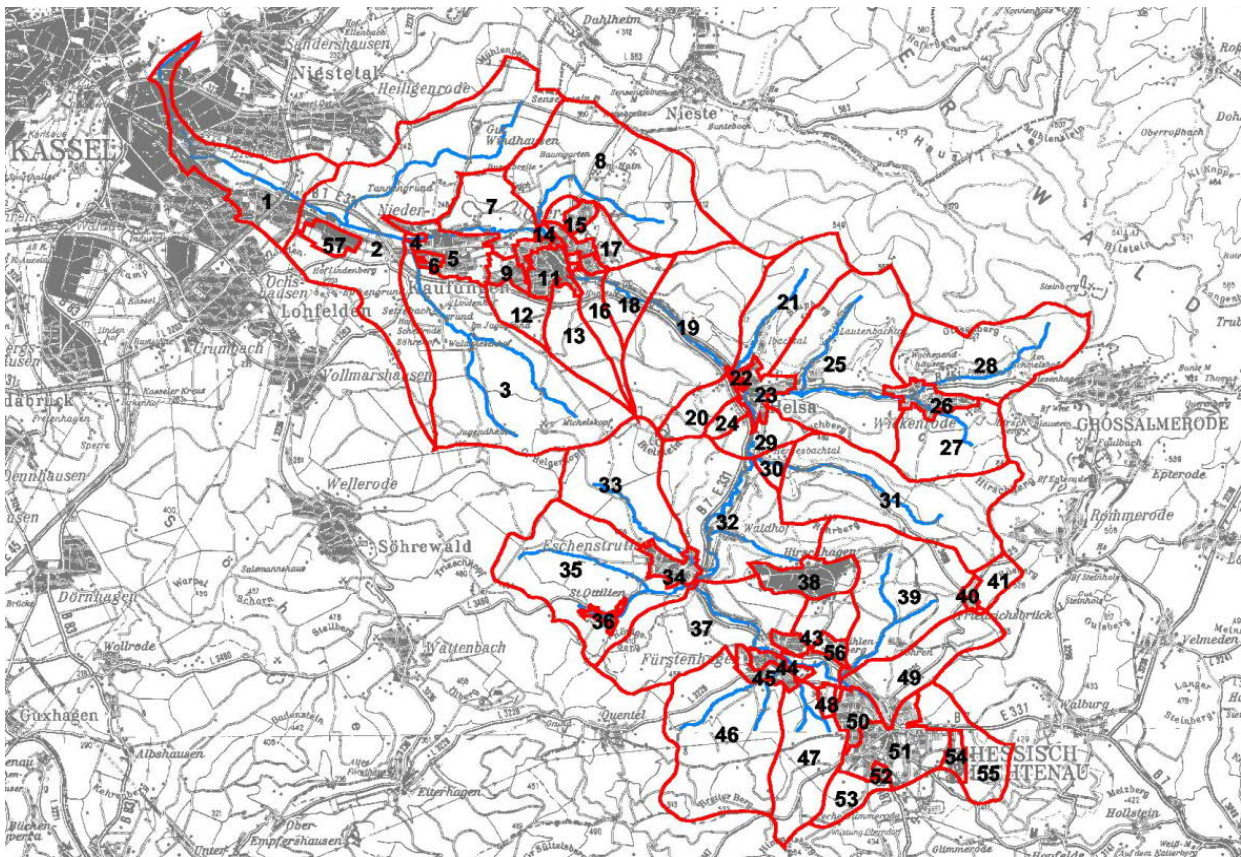


Abbildung 2.1: Darstellung der Untergliederung des Gesamteinzugsgebietes der Losse in den hydrologischen Modellierungen [5]

Das N-A-Modell wurde an dem Hochwasserereignis vom 29.09.2007 kalibriert. Anhand des Modells wurden die Abflusskurven der bemessungsrelevanten Niederschlagsereignisse ermittelt.

## 2.2.2 Hochwasserschutzkonzept (WAGU)

Mit Hilfe eines hydraulischen 1-D-Modells wurde für die Ortslagen Hessisch Lichtenau, Fürstenhagen, Helsa, Kaufungen und Kassel das bordvolle Abflussvermögen des Gewässers ermittelt. Die Gegenüberstellung des bordvollen Abflussvermögens mit der Abflusskurve eines 100-jährlichen Hochwasserereignisses zeigt, dass in Helsa nur etwa 1/3 des Spitzenabflusses abgeführt werden kann, ehe Ausuferungen auftreten. Auch in den anderen Anliegergemeinden und der

Stadt Kassel liegt das Abflussvermögen der Losse deutlich unter dem Spitzenabfluss eines 100-jährlichen Hochwassers. Die Hochwassersituation an der Losse soll deshalb durch die Schaffung von Rückhalteraum entschärft werden.

Abflussereignisse in der Vergangenheit haben gezeigt, dass bisher durchgeführte kleinräumige Retentionsmaßnahmen nur bei schwachen Niederschlagsereignissen Wirkung zeigen.

Durch die WAGU GmbH wurde deshalb ein Hochwasserschutzkonzept [5] erstellt, mit dem der Hochwasserschutz an der Losse insbesondere in den Ortslagen Helsa und Kaufungen durch zwei Hochwasserrückhaltebecken oberhalb der jeweiligen Ortslagen maßgeblich verbessert werden kann, indem die Spitzenabflüsse der Losse bei Hochwasser deutlich reduziert werden.

Die vorläufigen, im Zuge der Studie ermittelten, Kenndaten der beiden Becken sind in Abbildung 2.2 und Abbildung 2.3 dargestellt.

<b>Abschätzungen Standort Helsa</b>	
<b>max. Einstauhöhe:</b>	<b>287,00 m ü.NN</b>
<b>Sperrstelle:</b>	<b>Losse km 17,80</b>
<b>OK Sperrstelle:</b>	<b>288,00 m ü.NN</b>
<b>Einstaufläche:</b>	<b>~ 12,13 ha</b>
<b>Einstauvolumen:</b>	<b>~ 582.000 m³</b>
<b>max. Einstauhöhe:</b>	<b>~ 11,0 m</b>

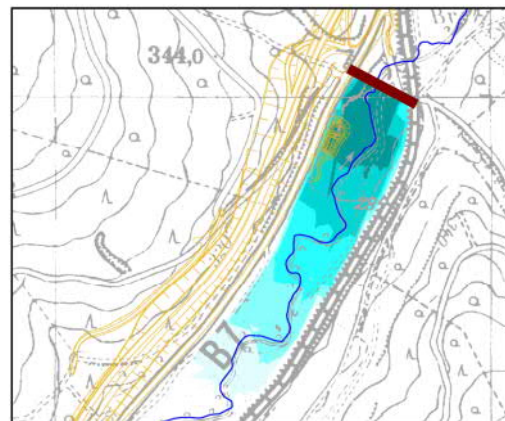


Abbildung 2.2: Vorläufige Kenndaten HRB Helsa (Quelle: N-A-Modell, WAGU, [5]) (Datenstand Hochwasserschutzkonzept)

<b>Abschätzungen Standort Kaufungen</b>	
<b>max. Einstauhöhe:</b>	<b>224,10 m ü.NN</b>
<b>Sperrstelle:</b>	<b>Losse km 12,14</b>
<b>OK Sperrstelle:</b>	<b>225,00 m ü.NN</b>
<b>Einstaufläche:</b>	<b>~ 13,6 ha</b>
<b>Einstauvolumen:</b>	<b>~ 504.000 m³</b>
<b>max. Einstauhöhe:</b>	<b>~ 10,5 m</b>

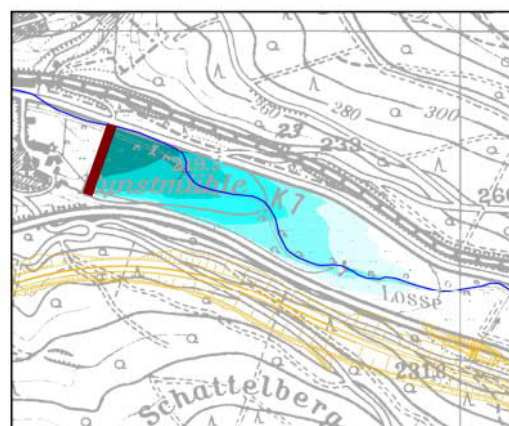


Abbildung 2.3: Vorläufige Kenndaten HRB Kaufungen (Quelle: N-A-Modell, WAGU, [5]) (Datenstand Hochwasserschutzkonzept)

Im Zuge der weiteren Planung konnte das Stauvolumen beider geplanten Becken gegenüber den in Abbildung 2.2: Vorläufige Kenndaten HRB Helsa (Quelle: N-A-Modell, WAGU, [5]) Abbildung 2.3: Vorläufige Kenndaten HRB Kaufungen (Quelle: N-A-Modell, WAGU, [5]) gezeigten Werten aus dem ursprünglichen Hochwasserschutzkonzept gesteigert werden (siehe 3.1.1).

An den beiden Beckenstandorten wurden unterschiedliche Becken- und Drosselabflusskombinationen für die Ereignisse HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>50</sub> und HQ<sub>20</sub> untersucht. Die Vorzugsvariante für ein HQ<sub>100</sub> sieht am Becken Helsa einen Drosselabfluss von 16,0 m<sup>3</sup>/s vor. Das in der Studie für das Becken ermittelte Retentionsvolumen wird dabei nahezu vollständig ausgelastet.

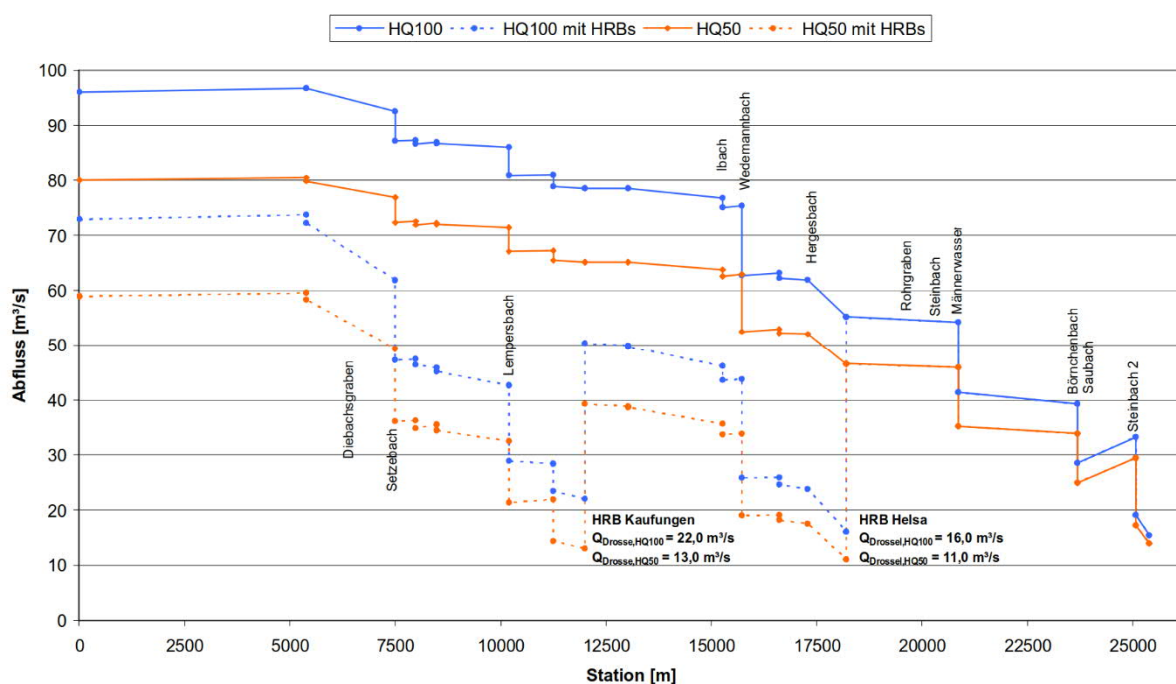


Abbildung 2.4: Hydrologischer Längsschnitt der Losse unter Berücksichtigung der geplanten Rückhaltebecken HRB Helsa und HRB Kaufungen, WAGU [5]

Bei einem 100-jährigen Hochwasserereignis kann der Spitzenabfluss in der Ortslage Helsa von ca. 63 m<sup>3</sup>/s um 40 bis 60% auf ca. 26 m<sup>3</sup>/s gedrosselt werden. Dadurch sinkt der Wasserspiegel in der Ortslage um im Mittel ca. 85 cm gegenüber dem Ist-Zustand.

Wird das HRB Kaufungen realisiert, kann der Spitzenabfluss in Oberkaufungen um ca. 65% und in Kassel um ca. 27% von ca. 97 m<sup>3</sup>/s auf 74 m<sup>3</sup>/s reduziert werden. Die Wirkung der beiden Becken ist im hydrologischen Längsschnitt der Losse in Abbildung 2.4 dargestellt.

Trotz der Abflussdrosselung durch die beiden Becken wird das bordvolle Abflussvermögen der Losse während eines 100-jährlichen Hochwasserereignisses auch im Planzustand bereichsweise überschritten, so dass dort ergänzende Maßnahmen an den Gewässern erforderlich sind, um den 100-jährlichen Hochwasserschutz zu erreichen.

### 2.2.3 Untersuchung der Bemessungsereignisse BHQ<sub>1</sub> und BHQ<sub>2</sub> (WAGU)

Die Bemessungsabflüsse wurden basierend auf den Daten des PEN-LAWA 2010 berechnet. PEN-LAWA 2010 enthält die Ergebnisse des Projektes PEN (Praxisrelevante Extremwerte des Niederschlags), welches vom Institut für

Wasserwirtschaft der Leibniz Universität Hannover im Auftrag der LAWA (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) durchgeführt wurde. Die klassifizierten Extremwerte des Niederschlags in PEN wurden auf der Basis der Daten von KOSTRA-DWD 2000 ermittelt.

Nach Anforderung der DIN 19700 an die Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit eines großen Hochwasserrückhaltebeckens beträgt das Wiederkehrintervall der Bemessungsabflüsse 1.000 (BHQ<sub>1</sub>) bzw. 10.000 Jahre (BHQ<sub>2</sub>). Zur Ermittlung der Bemessungsabflüsse wurde ein endbetonter Regen mit Niederschlagsdauern von 1,5, 2,0, 3,0, 4,0, 5,0, 6,0 und 9,0 Stunden angesetzt.

Die Retentionswirkung des Beckens bleibt bei der Ermittlung der Bemessungszuflüsse unberücksichtigt, so dass auf der sicheren Seite liegend der Beckenzufluss als Bemessungsabfluss angesetzt wurde.

Tabelle 2-1: Scheitelabflüsse für verschiedene Niederschlagsdauern eines 1.000- und 10.000-jährlichen Hochwasserereignisses

Regendauer	1,5 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	9 h
Jährlichkeit	Beckenzufluss $Q_{zu}$ [m <sup>3</sup> /s]						
1.000 (BHQ <sub>1</sub> )	80,2	83,2	83,7	81,4	80,5	79,9	75,9
10.000 (BHQ <sub>2</sub> )	116,8	120,2	123,0	123,7	125,4	125,1	120,7

## 3 Planung des HRB Helsa

Das Hochwasserrückhaltebecken Helsa mit einem Stauraum von rd. 655.000 m<sup>3</sup> wird im Hauptschluss der Losse rd. 1 km südlich der Sportplätze Helsa errichtet. Das Einzugsgebiet der Losse hat an der Sperrenstelle eine Größe von ca. 46,7 km<sup>2</sup>.

Wesentliche Bestandteile des HRB sind der ca. 200 m lange Hauptdamm quer zur Talaue, ein 250 m langer Hauptdammschnitt entlang der Bahntrasse (Regionalbahn Kassel), die ca. 550 m lange Böschungsvorschüttung am Bahndamm, die ca. 600 m lange Böschungsvorschüttung am Straßendamm der Bundesstraße B7, das Auslassbauwerk zur Regulierung der Abflüsse, die Pegelanlagen zur Beckensteuerung, die wasser- und luftseitigen Zufahrts- und Unterhaltungswege sowie das Technikgebäude zur Aufnahme der Mess-, Steuer- und Regeltechnik (MSR-Technik).

### 3.1 Wasserwirtschaftliche Aspekte

#### 3.1.1 Wasserwirtschaftliche Bemessungsgrößen

Im Zuge der Planung fand eine detaillierte Vermessung der Talgeometrie im vorgesehenen Einstau- und Dammbereich des Beckens sowie im näheren Umfeld statt. Darauf aufbauend wurde der Dammstandort hinsichtlich der günstigsten Lage im lokalen Umfeld überprüft und exakt festgelegt.

Die der Studie von WAGU [5] zugrundeliegenden Annahmen hinsichtlich des Einstauvolumens wurden überprüft und die Beckencharakteristiken mit den tatsächlich realisierbaren Randbedingungen ausgearbeitet.

Generell wird versucht, ein HRB auf eine bestimmte Jährlichkeit auszulegen, was bedeutet, dass unter Zugrundelegung der Speicherinhaltslinie und der gewählten Abgabestrategie sowie unter Berücksichtigung aller Regendauern das Becken bei dieser Jährlichkeit gerade nicht überlaufen darf bzw. die Leistungsfähigkeit in der zu schützenden Ortslage nirgends überschritten wird.

Das verfügbare Rückhaltevolumen des Beckens bei Vollstau von 655.000 m<sup>3</sup> ist gegenüber dem im Niederschlags-Abflussmodell [5] angesetzten, erforderlichen Rückhaltevolumen von 582.000 m<sup>3</sup> etwa 12% größer. Dadurch ist eine Optimierung der ursprünglich vorgesehenen, konstanten Regelabgabe von 16 m<sup>3</sup>/s möglich ohne, dass es bei einem 100-jährlichen Hochwasserereignis zum Überlaufen des Beckens kommt. Der Spitzenabfluss eines 100-jährlichen Hochwasserereignisses kann somit im Bereich des Beckens von ca. 55 m<sup>3</sup>/s um mindestens 75% reduziert werden.

Um im weiteren Betrieb des Beckens über Spielraum zu verfügen und die Regelabgabe bzw. Steuerung in Abstimmung mit dem Regierungspräsidium an Betriebserfahrung, wie z.B. die Ergebnisse eines Probestaus oder Erkenntnisse aus in Zukunft auftretenden Hochwasserereignissen anzupassen, werden die Anlagenteile so bemessen, dass eine zukünftige Überarbeitung der Steuerung im Regelbetrieb im Abflussspektrum von bis zu 20 m<sup>3</sup>/s möglich ist.

### 3.1.2 Beckeninhaltslinie, überstaute Fläche und Einstaudauer

Das HRB Helsa wird als gesteuertes Rückhaltebecken mit konstanter Regelabgabe betrieben. Das maximale Speichervolumen von 655.000 m<sup>3</sup> wird beim Vollstau von  $Z_V = 289,80$  m+NHN erreicht. Die überstaute Fläche hat dabei eine Größe von ca. 13,4 ha. Für das 100-jährliche Bemessungsereignis beträgt die Einstaudauer vom Einstartbeginn bis zur vollständigen Entleerung ca. 24 h. Die für den Beckenstandort ermittelte Becken- und Flächeninhaltslinie ist in Abbildung 3.1 dargestellt.

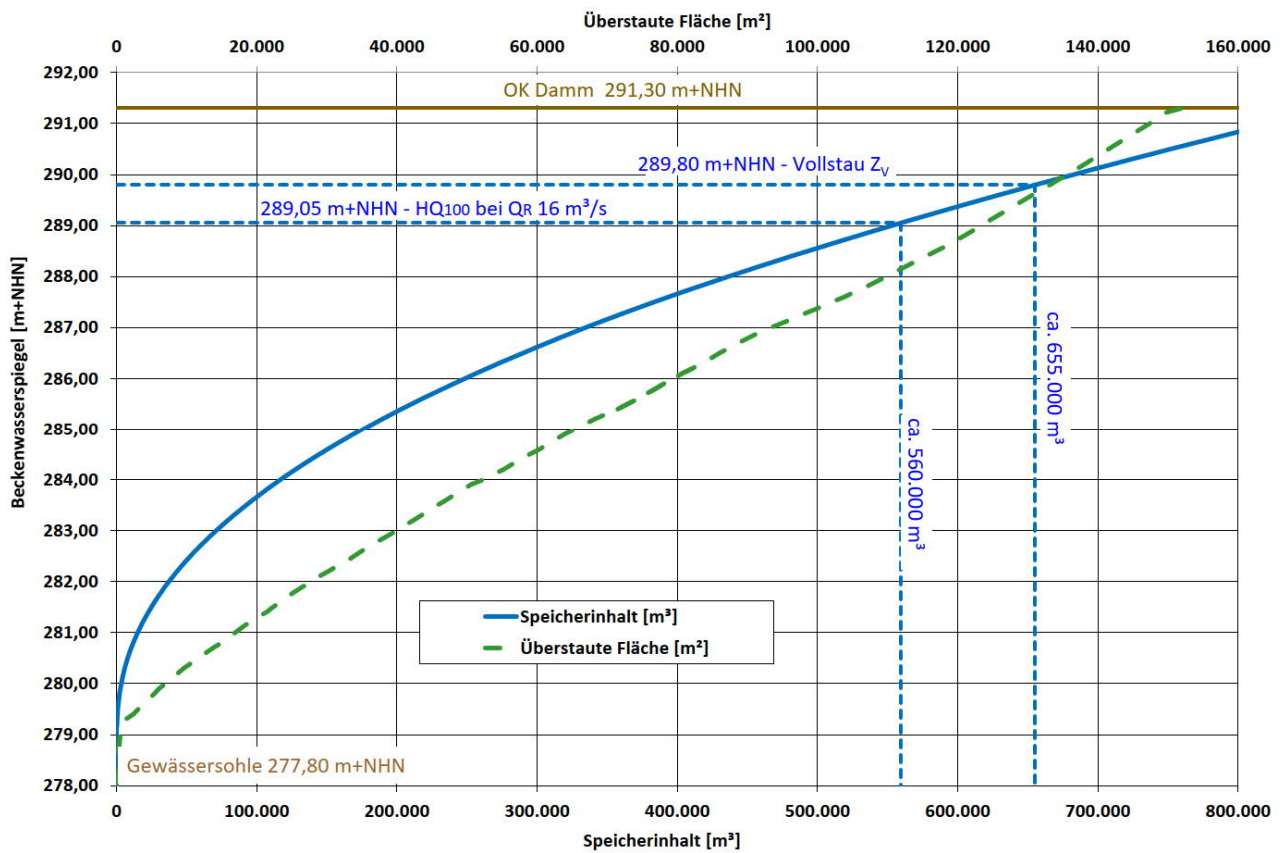


Abbildung 3.1: Speicherinhaltslinie und überstaute Fläche des HRB Helsa

### 3.1.3 Beckenklassifizierung nach DIN 19700

Mit dem Gesamtstauraum von 655.000 m<sup>3</sup> und einer Höhe des Auslassbauwerks von ca. 17,50 m über dem tiefsten Punkt der Gründungssohle (UK Bodenplatte Tosbecken) ist das HRB Helsa gemäß DIN 19700 [3] als

„großes Becken“

klassifiziert. Demzufolge ist zum Schutz des gesamten Sperrbauwerkes die Hochwasserentlastungsanlage so zu dimensionieren, dass die Bemessungshochwasserzuflüsse  $BHQ_1$  ( $T = 1.000$  a) und  $BHQ_2$  ( $T = 10.000$  a) sicher abgeleitet werden können.

## 3.2 Geotechnik

Im Hinblick auf die bodenmechanischen und erdstatischen Gegebenheiten und Erfordernisse für die Maßnahme wurde durch die DAS BAUGRUND INSTITUT, Kassel, ein geotechnisches Gutachten erstellt [8]. Dieses liegt der vorliegenden Planung zugrunde und ist den vorliegenden Genehmigungsunterlagen beigelegt.

Die Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen sind in den folgenden Abschnitten zusammengefasst.

### 3.2.1 Baugrunderkundungen

Der Baugrund im Bereich des geplanten HRB Helsa wurde in verschiedenen Kampagnen erkundet. Im Bereich der Baugrube des Bauwerks wurden 5 Bohrungen abgeteuft, wovon zwei Bohrungen zu Grundwassermessstellen ausgebaut wurden.

Der östliche Bahndamm wurde mittels 7 Rammsondierungen und 4 Rammkernsondierungen im Schwellenfach der Bahnstrecke erkundet.

Im Bereich der Dammaufstandsfläche und am Böschungsfuß der Talflanken wurden 19 Rammkernsondierbohrungen und 10 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde ausgeführt.

### 3.2.2 Untergrundverhältnisse

Der Oberboden wurde mit einer Mächtigkeit von 0,1 m bis 0,4 m erkundet. Darunter wurde in allen Bereichen ein im Wesentlichen 3-schichtiger Aufbau des Untergrunds angetroffen:

#### 1. Schicht: Anthropogene Auffüllungen

Im Bereich der östlichen Talflanke (Bahndamm) bestehen diese aus einer 0,5 m mächtigen Schicht Gleisschotter, darunter umgelagerte gemischtkörnige Böden, die gegenüber den anstehenden Böden nicht eindeutig abgegrenzt werden können.

Im Bereich der westlichen Talflanke (B7) wurden die Auffüllungen als Straßenaufbau der B7 im Bereich der Rampen aus überwiegend gemischtkörnigen Böden angetroffen.

Im Bereich des Hauptdamms bestehen bereichsweise Auffüllungen als Wegbefestigungen aus überwiegend gemischtkörnigen Böden.

#### 2. Schicht: Hangschutt/-lehm bzw. Lehm und Flusskiese/-gerölle

Im Bereich der östlichen Talflanke (Bahndamm) besteht die 2. Schicht aus Hangschutten, die sich aus Sand-Kies-Gemischen mit wechselnden schluffigen und steinigen Anteilen zusammensetzen.

In der westlichen Talflanke (B7) stehen in der 2. Schicht sandig-kiesige Schluffe mit zur Tiefe zunehmenden steinigen Anteilen und steifer Konsistenz an.

Im Talgrund stehen im oberen Bereich der 2. Schicht sandige Schluffe und Tone mit weicher bis steifer Konsistenz an (Auelehm/Schwemmlehm). Darunter liegen kiesig-sandige Ablagerungen der Losse zur Tiefe mit steinigen Anteilen (Gerölle).

### 3. Schicht: Buntsandstein Verwitterungszone

Im Bereich der östlichen Talflanke (Bahndamm) und der westlichen Talflanke (B7) wurde ein fließender Übergang zwischen Hangschutten zur Buntsandsteinverwitterungszone erkundet. Mit zunehmender Tiefe ist eine zunehmend eingeregelter Schichtung erkennbar.

Im Talgrund sind die Buntsandsteinformationen aus Sand- und Tonstein an der Oberfläche zu tonigem Kies/Sand verwittert und wirken als Kluftgrundwasserleiter.

Der Einstaubereich weist oberflächlich dichtende Schichten aus Aue- und Decklehm auf, die bereichsweise nur wenige Dezimeter mächtig sind. Nur im Bereich der Losse selbst fehlt die Überdeckung des Grundwasserleiters.

Im Bereich des Auslassbauwerks liegt der Buntsandstein rd. 6 m unter Gelände.

Bei den Erkundungen ergaben sich keine sensorischen Hinweise auf mögliche Kontaminationen. Chemische Analysen im Hinblick auf die Verwertung/Entsorgung von Böden wurden nicht durchgeführt.

#### 3.2.3 Grundwasser

Wegen des Einschnitts der Losse in die wasserführenden Kiese und Sande ist von einer hydraulischen Verbindung zwischen Fließgewässer (also auch dem Einstaubereich) und dem Grundwasserleiter auszugehen. Die Grundwasserführung in den Klüften des Buntsandsteins scheint wegen sandig-tonigen Lagen an der Oberfläche vom oberen Grundwasserleiter getrennt zu sein.

### 3.3 Ausbildung des Hochwasserschutzdamms

Der Hauptdamm des HRB Helsa ist als Erddamm mit einer Kronenbreite von 5 m und Böschungsneigungen von 1:2,5 auf der Wasser- und der Luftseite geplant. Die Dammkrone (Mitte des Dammkronenwegs) liegt bei 291,30 m+NNH. Der Hauptdamm bindet bei ca. Station HD 0+1000 unmittelbar südlich des bestehenden RRB 4 in die westliche Talflanke ein, durchquert in leicht geschwungenem Verlauf das rd. 200 m breite Lossetal und verläuft dann zwischen ca. Station HD 0+800 und ca. Station 0+550 parallel zum Bahndamm. Im Bereich der Bahntrasse liegt die Dammkrone um bis zu 4 m über der Gleisebene. Bewuchs auf dem Bahndamm muss im Bereich des Damms und der Vorschüttung entfernt werden.

Unter einer Oberbodenschicht wird eine 30 cm mächtige Schotterschicht als Wühltierschutz angeordnet. Das Dammbauwerk kann grundsätzlich als homogener Damm aus gering durchlässigem Bodenmaterial oder als Zonendamm mit einer wasserseitigen Dichtungsschicht ausgebildet werden.

Um eine Unterströmung des Hauptdamms im Talgrund durch die grundwasserführenden Kiese auszuschließen, wird der Talgrund mittels einer überschnittenen Bohrpfahlwand im Fußbereich des luftseitigen Damms abgedichtet, so dass die Bohrpfahlwand am Fuß bis ca. 1 m in die Verwitterungszone des anstehenden Buntsandsteins und oben in den dichtenden Dammkörper einbindet.

Am Dammfuß der luftseitigen Böschung wird ein Drainageprisma aus durchlässigem Material angeordnet, um unkontrollierte Austritte von Sickerwasser aus der Dammböschung zu vermeiden. Der Drainagekörper wird mit einem Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4 von den Erdstoffen des Damms und der anstehenden Böden getrennt.



Am luftseitigen Dammfuß wird beidseitig des Gewässers ein ca. 20-30 m langer Filterschlitz angelegt, um die durchlässigen Bodenschichten an die im Gewässerbereich offenliegenden Lossekiese anzuschließen. Dadurch werden unkontrollierte Qualmwasseraustritte und Piping im Dammvorland verhindert.

Die erforderliche Tiefe, Länge und genaue Lage des Filterschlitzes wird im Zuge der Bauausführung, in Abhängigkeit von der Baugrundbeschaffenheit, durch die geotechnischen Baubegleitung festgelegt.

An der Bahnböschung austretendes Wasser wird mittels eines 50 cm mächtigen Flächenfilters zwischen bestehendem Bahndamm gefasst und mittels einer Rohrleitung nach unterstrom des Dammbauwerks abgeleitet.

Im Anschlussbereich des Hauptdamms an die westliche Talflanke liegt die Dammkrone höher als die Bundesstraße. Um auch zur B7 hin das erforderliche Freibordmaß sicherzustellen, wird wasserseitig der Dammkrone und der B7 eine rd. 100 m lange Hochwasserschutzwand mit einer Höhe von bis zu 1,20 m angeordnet.

### 3.4 Ausbildung der westlichen Talböschung – Bereich Bundesstraße B7

An der westlichen Talböschung im Bereich der Bundesstraße B7 wird eine Vorschüttung aus dichtem Bodenmaterial mit einer Böschungsneigung von 1:2,5 angeordnet, so dass die Böschung bei Einstauereignissen standsicher ist. Die Länge der Vorschüttung beträgt rd. 600 m und geht am nördlichen Ende in den Hauptdamm über.

Das Vorschüttungsmaterial besitzt die gleichen Eigenschaften wie das Material des Hauptdamms bei homogener Bauweise bzw. wie das Dichtmaterial bei einem Zonendamm. Aufgrund der bereits vorhandenen sehr flachen Böschungen bzw. geringen Einstauhöhen im südlichen Einstaubereich kann südlich der Station S 0+200 auf eine Vorschüttung verzichtet werden, so dass der vorhandene Bewuchs größtenteils erhalten werden kann.

### 3.5 Ausbildung der östliche Talböschung – Bereich Bahntrasse

An der östlichen Talböschung im Bereich des Bahndamms südlich des vorgelagerten Hauptdamms wird analog zur gegenüberliegenden Talseite eine Vorschüttung mit einer Böschungsneigung von 1:2,5 angeordnet. Die Vorschüttung beginnt im Bereich der südlichen Stauwurzel, besitzt eine Länge von rd. 550 m und geht im Norden bei ca. Station B 0+550 in den Hauptdamm über.

Von Station B 0+000 bis B 0+210 wird die Vorschüttung als wasserdurchlässige Auflastschüttung ohne Oberbodenauftrag und Flächenfilter zum bestehenden Bahndamm hin ausgebildet.

Zwischen Station B 0+210 bis B 0+500 besitzt das Vorschüttungsmaterial die gleichen Eigenschaften wie das Material des Hauptdamms bei homogener Bauweise bzw. wie das Dichtmaterial bei einem Zonendamm. Zur Ableitung von anstehendem Hangwasser wird die Vorschüttung in regelmäßigen Abständen (nach örtlicher Festlegung durch die geotechnische Bauüberwachung) mit Dränageschlitzten versehen. Bei Station B 0+500 wird das Vorschüttungsmaterial als hydraulische Sperre quer zur Vorschüttung in die bestehende Bahnböschung eingebunden werden, um bei Einstau des Beckens den Zustrom in den Flächenfilter zu minimieren. Die Einbindetiefe beträgt ca. 2-3 m und wird im Zuge der Bauausführung durch den Geotechniker in Abhängigkeit vom anstehenden Baugrund festgelegt.

Im Bereich B 0+500 bis HD 0+850 in dem die Dammkrone oberhalb der Bahntrasse liegt, wird das aus der Bahnböschung austretende Wasser mittels eines 50 cm mächtigen Flächenfilters zwischen Vorschüttung und bestehendem Bahndamm gefasst und mittels zweier Drainageleitungen DN 200 in einer Rigolenschüttung bis unterstrom des Dammbauwerks abgeleitet.

Um eine Hinterströmung der Vorschüttung ab Station B 0+210 im Bereich des Flächenfilters zu verhindern, wird dort ein Dichtungsschlitz im Bahndamm angeordnet, welcher mit Dichtmaterial verfüllt wird. So wird ein hydraulischer Kurzschluss zwischen Auflastfilter und anschließendem Flächenfilter verhindert, der unkontrollierte Wasserverluste aus dem Rückhalteraum zur Folge hätte.

### 3.6 Entwässerungsanlagen

Gemäß geotechnischem Gutachten ist auf der gesamten Strecke der Vorschüttung bzw. des Dammkörpers am Fuß der östlichen Talböschung mit einem Wasserandrang von rd. 10 – 20 l/s zu rechnen. Dieses Wasser wird mittels des oben beschriebenen Flächenfilters bzw. den Rigolenschüttungen gefasst. Von dort wird es über zwei Drainagerohre DN 200, die ein Längsgefälle von i. M. 1,2 % besitzen, nach unterstrom abgeführt. Die Leistungsfähigkeit der beiden Rohre beträgt je Rohr rd. 40 l/s und ist damit ausreichend groß bemessen.

Im Bereich des Bahndamms wird derzeit Wasser von der östlichen Talflanke oberhalb des Gleiskörpers mittels bestehender Durchlässe unter der Gleisanlage hindurch zur tiefer liegenden Bahnböschung abgeleitet. Es ist geplant, Wasser in Bereichen, in denen der Hauptdamm höher als der Gleiskörper ist, zusammen mit dem oberflächlich ablaufenden Wasser der geplanten luftseitigen Dammlächen in einer gepflasterten Entwässerungsmulde zu fassen und über Sinkkästen einer Sammelleitung DN 500 zuzuführen und bis zur Luftseite des Hochwasserschutzdamms zu führen.

Die beschriebenen Entwässerungsanlagen auf Seite der östlichen Talböschung ersetzen das derzeit vorhandene Grabensystem, das im Bereich der neu angelegten Böschungen verfüllt wird. Das Wasser wird auf der Luftseite des Damms rechts der Losse ins dort vorhandene Quellgebiet abgeleitet, so dass dieses Feuchtbiotop seinen bisherigen Charakter behält.

Im Beckenraum werden entlang des wasserseitigen Böschungsfußes von Hauptdamm und Vorschüttungen an den Talflanken Entwässerungsmulden angelegt, die im Bereich des Auslassbauwerks der Losse zugeführt werden.

Auf der Luftseite des Hauptdamms sind Entwässerungsmulden oberhalb des Bermenwegs geplant, die im Unterwasserbereich des Auslassbauwerks in die Losse bzw. in den Graben am Fuß der Bahnböschung geführt werden.

### 3.7 Straßen- und Wegebaumaßnahmen

#### 3.7.1 Zufahrts- und Unterhaltungswege

Die Zufahrt zum Technikgebäude, dem Auslassbauwerk und der Dammkrone erfolgt von der Leipziger Straße (B7) an der bestehenden Zufahrt zum Regenklärbecken. Um das Befahren des Damms durch Unbefugte zu verhindern, ist dort eine Schranke vorgesehen.

Der Bermenweg dient als Zufahrt zu den Flächen nördlich des Damms, zum Tosbecken und zu den Kontrollschächten der Dränage sowie zur Dammverteidigung.

Der 3,50 m breite Dammkronenweg und der 3,00 m breite Unterhaltungsweg auf der luftseitigen Berme werden als Schotterwege ausgebildet.

Die Zufahrt von Süden in den Beckenraum (westlich der Losse) und zum Treibholzfang ist ebenfalls von der B7 über eine bestehende Wirtschaftswegzufahrt möglich. Der bestehende Wirtschaftsweg wird am Böschungsfuß der

Straßenböschung parallel zur B7 mit einer Breite von 3,00 m im Bereich des neuen Böschungsfußes wiederhergestellt. Bis Station S 0+400 wird der Zufahrtsweg auf einer Länge von ca. 650 m als Schotterweg ausgebildet.

Um nach Einstauereignissen auch bei stark vernässten Böden eine zügige Räumung des Treibholzfangs gewährleisten zu können, werden die Abschnitte der Unterhaltungswege die bei häufigen, kleineren Einstauereignissen überstaut sind, asphaltiert. Das betrifft die wasserseitigen Unterhaltungswege in den Bereichen ab Station S 0+400 bzw. ab Station B 0+570 jeweils bis zum Treibholzfang.

Der Dammkronenweg auf dem Hauptdamm wird bis Station ca. 0+690 als Schotterweg ausgeführt. Die Abfahrt in den Beckenraum und der Unterhaltungsweg am westlichen wasserseitigen Dammfuß werden als 3,00 m breite Asphaltwege hergestellt.

Zur Unterhaltung und Kontrolle der Vorschüttung am Bahndamm, des dortigen Dränagesystems und der Losseufer wird ein 3,0 m breiter Schotterweg von der Abfahrt bei Station B 0+570 bis zu Station B 0+450 geführt. Die Losse verläuft zwischen Station B 0+410 und B 0+460 nahe am Böschungsfuß der Vorschüttung und muss dort deshalb für Ausbesserungsarbeiten an der Ufersicherung mit Baumaschinen erreichbar sein.

Die Zufahrt zum Unterwasserpegel und zum luftseitigen Dammfuß kann über die Dammkrone oder von Norden, von der B7 kommend, über den bestehenden Wirtschaftsweg erfolgen. Die Brücke über die Losse ist dort jedoch auf 3,5 t Fahrzeuggewicht beschränkt.

Als Unterbau für alle beschriebenen Wege wird eine 30 cm mächtige Schottertagschicht der Körnung 0/32 bis 0/56 vorgesehen. Die Asphaltwege erhalten eine 8 cm starke bituminös gebundene Tragdeckschicht, die Schotterwege eine 5 cm starke Deckschicht aus einem Schotter-Splitt-Sand-Gemisch 0/16.

Alle Wege werden mit einer Querneigung von 2,5% hergestellt.

### 3.7.2 Anbindung an die Bundesstraße B7

Als Auffahrt auf den Damm von der Bundesstraße B7 wird die bestehende Zufahrt zum RRB 4 so angepasst, dass das bestehende Zauntor auf gleichem Höhenniveau weiterhin genutzt werden kann. Die Abfahrt zum Tor besitzt ein Längsgefälle von rd. 8%. Im Anschluss teilt sich der Weg so auf, dass entweder zur Dammkrone des Rückhaltedamms mit Technikgebäude aufgefahren oder über den luftseitigen Bermenweg zum Auslassbauwerk und zur unterstromseitigen Talaue abgefahren werden kann.

## 3.8 Auslassbauwerk

### 3.8.1 Konstruktive Gestaltung

Das Auslassbauwerk wird zur Regelung der Abflüsse und Bewirtschaftung des Stauraums bei Dammstation HD 0+890 in den Damm integriert. Es wird als offenes, zweizüiges Durchlassbauwerk aus Stahlbeton errichtet. Bei der Gestaltung des Bauwerks wurde auf die Erhaltung der Durchwanderbarkeit des Gewässers für Fische und Kleinlebewesen besonderen Wert gelegt.

Der linke Bauwerkszug wird als Durchgangsgerinne (Ökogerinne) für die aquatische und terrestrische Durchgängigkeit mit rauer Sohle und seitlicher Berme ausgestattet. Er wird bei ansteigendem Hochwasser geschlossen und kann zur

Hochwasserentlastung herangezogen werden. Die Regulierung der Abflüsse im Einstaufall erfolgt im rechten Bauwerkszug, dem Betriebsauslass.

Das Auslassbauwerk hat eine Gesamtlänge von rd. 73 m. Die Stahlbetonkonstruktion besteht aus einer Bodenplatte mit seitlich aufgehenden Wänden, einem Staubalken sowie einem Mittelpfeiler zur Trennung der beiden Bauwerkszüge. Die lichte Gesamtweite zwischen den seitlichen Wänden beträgt 9,50 m. Die beiden Bauwerkszüge werden unterstrom des Mittelpfeilers durch eine Stahlbetonwand getrennt. Die Oberkannte der Trennwand liegt etwa auf Höhe des Wasserspiegels bei Regelabgabe. Um die Energieumwandlung durch die Aufweitung des Abflussquerschnittes zu begünstigen, endet die Trennwand ca. 14 m vor dem Auslauf aus dem Bauwerk (zur Energieumwandlung siehe 4.3).

Im Bereich der Dammkrone und im Bereich der luftseitigen Berme wird jeweils eine 4,80 m breite Brückenplatte errichtet.

Die Gewässersohle des Auslassbauwerks liegt im Einlaufbereich auf etwa 278,15 m+NHN. Von dort fällt sie entsprechend dem natürlichen Sohlgefälle der Losse bis auf die Höhe 277,15 m+NHN am Bauwerksende ab. In der Ebene der Schütze liegt die Bauwerkssohle auf 277,80 m+NHN.

Die aufgehenden Stahlbetonwände des Auslassbauwerkes werden zum besseren Anschluss des Dammkörpers an den Außenseiten mit einem seitlichen Anzug von von 20:1 ausgebildet. Dies wirkt dem Entstehen von Fugen und Wasserewigkeiten im Dammkörper im Verlauf des Setzungsvorgangs entgegen.

Die Hochwasserentlastungsanlage ist in das Auslassbauwerk integriert. Die Entlastung erfolgt zuerst durch das Öffnen der Fischbauchklappen, dann durch das zusätzliche Öffnen der Schütze (Klappe bzw. Schütz des Betriebsauslasses zuerst).



Abbildung 3.2: Auslassbauwerk HRB Ehringen mit ähnlichem Bauwerkskonzept

Die Fischbauchklappen, die auf dem Staubalken über den Schützen angeordnet sind, haben eine Höhe von 2,50 m. Das Hydraulikaggregat und die Antriebe der Fischbauchklappen sind in den beiden Antriebskammern untergebracht, die beidseitig des Auslassbauwerks in die Dammkrone integriert sind.

Zur Verhinderung konzentrierter Umströmungen des Auslassbauwerks werden an beiden Außenwänden Dichtwände als Sickerwegverlängerungen bzw. Umläufigkeitssperren angeordnet, die 4,30 m in den Dammkörper hineinreichen und bis 50 cm unter die Dammoberkante geführt werden. Die Dichtwände bilden in ihrem oberen Abschnitt die Rückwand der seitlichen Antriebskammern. Die Unterkanten der Dichtwände reichen jeweils bis zur Gründungssohle des Bauwerks (Unterkante der Bodenplatte).

Unterstrom der Schützquerschnitte wird auf einer Länge von rd. 30 m ein Tosbecken angeordnet, das gegenüber der Fließsohle um 2,30 – 2,80 m eingetieft ist. Um eine möglichst gute Energieumwandlung zu erreichen, werden am Tosbeckeneinlauf Strahlaufreißer und im Tosbecken Prallblöcke angeordnet. Im linken ökologisch durchgängigen Bauwerkszug wird das Tosbecken mit feinkörnigem kohäsionslosem Bodenmaterial (z.B. Sand-Kies-Gemisch) verfüllt, um eine durchgehende Gewässersohle herzustellen. Von dieser Gewässersohle ist eine Räumung von Sedimentablagerungen im Tosbecken des Betriebsauslasses z. B. mittels Kettenbagger möglich. Muss der linke Bauwerkszug aufgrund eines Ausfalls des Betriebsauslasses zur Abflussregelung herangezogen werden, wird die Verfüllung bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten ausgespült, so dass auch dort die Energieumwandlung im Tosbecken erfolgen kann.

Zur Herstellung eines erosionssicheren Überganges vom Gewässer zum Auslassbauwerk werden ein- und auslaufseitig Flügelwände angeordnet. An diese Flügelwände werden die Gewässerböschungen angelegt. Die Gewässerböschungen werden jeweils mit Steinsatz gesichert.

Vor dem Bauwerkseinlauf wird im Gewässer ein Grobrechen (Treibholzfang) angeordnet. Dieser wird aus Stahlrohren hergestellt, die mit einem lichten Abstand von 80 cm zueinander in das Gewässer und die Böschungsbereiche gerammt werden.

Zum Schutz gegen Erosion wird die Sohle oberstrom des Bauwerks mit einer Schüttung aus Wasserbausteinen der Größenklassen LMB<sub>5/40</sub> – LMB<sub>10/60</sub> gesichert. Im Bereich des Treibholzfangs sowie des Beckenwasserstandspegels muss eine Sohl- und Böschungssicherung durch einen in Beton versetzten Steinsatz (100 – 500 kg-Steine) erfolgen, da dort (z.B. wenn der Treibholzfang verlegt ist) zeitweilig hohe Strömungskräfte, Turbulenzen und Umströmungen auftreten können. Der Steinsatz in Beton wird bis zur Vorderkante des Bauwerks hergestellt.

Auch unterstrom des Auslassbauwerkes können noch starke Strömungskräfte wirken. Daher ist auch dort die Anordnung eines in Beton versetzten Steinsatzes erforderlich, der als Kolkchutz im Abstrombereich dient. Um die Besiedlung der Sohle durch Mikroorganismen und die Anlagerung von Lockersubstrat zu erleichtern, werden alle in der Sohle angeordneten Steine mit großen Fugenräumen versetzt.

Der Übergang zum natürlichen Gewässerbett wird ein- und auslaufseitig mit Steinschüttungen aus Wasserbausteinen LMB<sub>5/40</sub> - LMB<sub>10/60</sub> hergestellt.

### 3.8.2 Regelorgane und Antriebe

Der ständige Abfluss aus dem Becken und die Abflusssteuerung erfolgen über zwei durch den Mittelpfeiler getrennte Tiefschütze.

Die lichten Abmessungen der Tiefschütze im Durchgangsgerinne und im Betriebsauslass betragen jeweils B x H = 4,0 x 2,0 m. Zu den Schützhöhen ist anzumerken, dass diese etwas größer dimensioniert sind als rechnerisch

für die Hochwasserentlastung erforderlich. Aus ökologischen, betrieblichen und optischen Gründen sind diese Höhen jedoch sinnvoll, da ein größerer Abstand zwischen der Schützunterkante und der Gewässersohle (rd. 2,00 m) die Barriere Wirkung des Bauwerks reduziert (z.B. hinsichtlich dem Durchflug für Vögel und Insekten) und den Lichteinfall verbessert. Weiterhin begünstigt die große lichte Öffnung die Kaltluftabfuhr und kommt damit der Taldurchlüftung zugute. Die größeren Schützöffnungen ermöglichen zudem das Abschwemmen von Treibholz durch den Schützquerschnitt.

Die Tiefschütze werden als Rollschütze ausgebildet und können unabhängig voneinander bedient werden. Der Antrieb der Schütze erfolgt über beidseitig angeordnete Hydraulikzylinder. Zwischen den Schützen befindet sich ein 1,50 m breiter, auf der Oberwasserseite halbkreisförmig abgerundeter Mittelpfeiler.

Die zur Hochwasserentlastung über dem Staubalken montierten Wehrklappen werden mit einer Breite von je 4,00 m als Fischbauchklappen ausgebildet. Die Höhe der Wehrklappen in Staustellung beträgt 2,50 m. Der Antrieb der Klappen erfolgt ölhydraulisch über Torsionsrohre. Antriebszylinder und Torsionsrohrlager sind in den seitlich am Auslassbauwerk angeordneten Antriebskammern untergebracht. In der südöstlichen Antriebskammer ist zusätzlich das Hydraulikaggregat für die Antriebszylinder untergebracht. Der Zugang zu den Antriebskammern erfolgt von der Dammkrone aus.

Um beim Überströmen der Klappen Eigenschwingungen infolge wechselnder Druckverhältnisse zu verhindern, werden in den Seitenwänden unterhalb der Überfallschwelle je zwei Belüftungsrohre DN 200 angeordnet.

Die Steuer- und Regeltechnik (Schaltschrank, Steuereinheit etc.) wird im Technikgebäude installiert. Von dort verlaufen die erforderlichen Versorgungs- und Steuerleitungen zu den einzelnen Antrieben. Das Hydraulikaggregat verfügt über zwei Pumpen, so dass auch bei Ausfall einer Pumpe der Betrieb mit der zweiten Pumpe sichergestellt werden kann. Bei Ausfall der zentralen Stromversorgung wird die Versorgung über ein Notstromaggregat im Technikgebäude sichergestellt. Zusätzlich ist es möglich, die Verschlussorgane manuell über eine Handpumpe bzw. ein mobiles Aggregat (Traktor) anzutreiben.

Für die Hochwasserentlastung werden- je nach Ereignis - alle Verschlussorgane des Auslassbauwerkes herangezogen. Deren Querschnitte sind so ausgelegt, dass auch bei Ausfall des leistungsfähigsten Verschlusses im Hochwasserbemessungsfall 1 das Bemessungshochwasser von 83,7 m<sup>3</sup>/s ohne Gefahr für den Rückhaltedamm abgeführt werden kann (DIN 19700, n-1 Regel). Trifft ein Hochwasser auf das bereits gefüllte Becken, so wird das Stauziel durch Absenken der Fischbauchklappen bzw. weiteres Öffnen der Schütze konstant gehalten (siehe Abschnitt 3.11 Beckensteuerung).

### 3.8.3 Ökologische Durchgängigkeit

Der linke Bauwerkszug wird für den ständigen Abfluss der Losse als ökologisches Durchgangsgerinne ausgebildet. Die Sohlbreite entspricht in etwa der natürlichen Sohlbreite von ca. 3,00- 6,0 m. Durch die Gewässergestaltung im Durchgangsgerinne wird erreicht, dass die Abflussverhältnisse (Fließtiefe und -geschwindigkeit) bei Mittel- und Niedrigwasser nicht verändert werden.

Die Ausbildung dieses Gerinnes erfolgt mittels Steinschüttung aus Wasserbausteinen verschiedener Größenklassen und Substratdeckung, die die Besiedelung der Sohle durch Kleinlebewesen ermöglicht. Hierbei ist die Verwendung von Sohlsubstrat aus dem im Bereich des Damms entfallenden Gewässerabschnitt vorgesehen. Bei Extremhochwasser und Entlastung über das Durchgangsgerinne kann das Sohlsubstrat aus der Rinne ausgetragen werden.

### 3.8.4 Gründung, Baugrube und Wasserhaltung

Aufgrund der Höhenlage und der anstehenden durchlässigen Bodenschichten wird die Baugrube für das Auslassbauwerk gemäß dem Vorschlag im geotechnischen Gutachten mit einer überschnittenen Bohrpfahlwand als Baugrubenverbau hergestellt. Die Bohrpfahlwand wird im Bereich des Tosbeckens ins Erdreich rückverankert. Die Bohrpfahlwand wird ohne Arbeitsraum unmittelbar neben dem Bauwerk angeordnet, baugrubenseitig mit einer Lage Spritzbeton versehen und für die Herstellung des Bauwerks als verlorene Schalung verwendet. Unter der Gründungssohle wird eine 10 cm dicke Betonsauberkeitsschicht und darunter ein 30 cm mächtiger Flächenfilter für Wasserhaltungsmaßnahmen vorgesehen.

## 3.9 Technikgebäude

Für den Betrieb des Hochwasserrückhaltebeckens ist ein Technikgebäude erforderlich. Es wird am westlichen Ende der Krone des Hauptdamms neben der B7 angeordnet. Das Gebäude liegt so, dass der Einblick in den Stauraum möglich und die direkte Zufahrt von der Bundesstraße gewährleistet ist, ohne dass die Dammkrone befahren werden muss. Das Gebäude besitzt einen Abstand von ca. 8 m zum Fahrbahnrand der B7.

Mögliche Standorte am Dammfuß und auf der Ostseite der Losse wurden untersucht aber aufgrund der genannten Vorteile am gewählten Standort verworfen.

Im Technikgebäude sind die Steuerungs-Technik in einem Schaltschrank und das Notstromaggregat untergebracht. Es dient zudem als geschützter Raum für das Betriebspersonal bei anstehenden Büroarbeiten im Rahmen von Instandhaltungsarbeiten, Inspektionen, Funktionsprüfungen, Probetrieb, Wartungs- und Kontrollarbeiten sowie im Einstaufall.

Das Gebäude wird auf einer Stahlbetonbodenplatte mit einer Grundfläche von ca. 8,60 x 4,50 m errichtet und weist eine Dachhöhe von rd. 4,20 m auf. Der Brutto-Rauminhalt beträgt rund 150 m<sup>3</sup>. Der Innenraum ist in Schaltwarte, Toilettenraum und einen Raum zur Aufnahme des Notstromaggregats unterteilt. In der Schaltwarte befinden sich die Schaltschränke für die MSR-Technik sowie die Bedienungs- und Überwachungseinrichtungen, ein Aktenschrank, Garderobe und ein Regal. Der Toilettenraum wird mit WC und Waschgelegenheit ausgestattet.

Das Technikgebäude wird mit Strom-, Telekom- und Wasseranschluss ausgestattet.

Die Trinkwasserleitung wird mit einer automatischen Spüleinrichtung ausgestattet. Das Wasser der Hygienespülung wird in den angrenzenden Entwässerungsgraben abgeleitet.

Das Abwasser wird aufgrund der ungünstigen Lage zur Abwasserleitung in einen Sammelbehälter mit einem Volumen von ca. 3.000l geleitet, der regelmäßig entleert wird.

Zwischen Technikgebäude, dem Auslassbauwerk und den Pegelschächten werden Leerrohre zur Aufnahme sämtlicher Steuer-, Mess- und Versorgungsleitungen verlegt.

## 3.10 Technische Ausrüstung und Betriebsüberwachung

Für die Regelung der Beckenabgabe sowie zur Erfassung und Dokumentation des Beckeneinstaus ist die Installation entsprechender Mess-, Steuer- und Regeltechnik erforderlich.

Die Steuerung und Überwachung der Anlage erfolgt über eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS), die im Schaltschrank des Technikgebäudes eingebaut wird. Im Technikgebäude wird ein Arbeitsplatz für das stationäre

Leitsystem eingerichtet. Ergänzend dazu wird die Anlage so ausgelegt, dass eine Fernüberwachung über das Internet möglich ist.

### 3.10.1 Pegelanlagen

Zur Messung des Beckenwasserstandes und des Abflusses in der Losse unterhalb des Rückhaltebeckens sind zwei Pegelanlagen vorgesehen.

Im Beckenraum wird der Beckenpegel 20 m vom Auslassbauwerk entfernt angeordnet, um Beeinträchtigungen der Wasserspiegelmessung durch erhöhte Fließgeschwindigkeiten und lokale Wasserspiegelabsenkungen im Bauwerksbereich zu vermeiden. Der im Einstaufall überstaute Pegel wird mit zwei redundanten piezometrischen Druckmesssonden ausgestattet. An diesem Pegel wird der Beckenwasserstand (Stauhöhe) gemessen, und damit indirekt über die hinterlegte Speicherinhaltslinie der Beckeninhalt bestimmt. Neben der automatischen Messung kann der Beckenwasserstand auch an der im Bereich der Böschungstreppe vorgesehenen Pegellatte abgelesen werden.

Der Unterwasserpegel wird ca. 260 m unterhalb des Auslassbauwerks oberhalb der Wirtschaftswegbrücke angeordnet. Über die Wasserstandsmessung am Unterwasserpegel wird mit Hilfe der von WAGU im hydraulischen Modell [5] ermittelten Wasserstands-Abfluss-Beziehung (Abflusskurve/Schlüsselkurve) der Abfluss in der Losse ermittelt. Der Standort wurde so gewählt, dass sich dort gegenüber einem Standort direkt unterhalb des Auslassbauwerks auch für hohe Abflüsse ( $> 15 \text{ m}^3/\text{s}$ ) mit zunehmendem Abfluss eine gut messbare Änderung des Wasserspiegels ergibt (steile Abflusskurve). Zudem bietet der Standort den Vorteil eines unterhalb des Pegels bereits befestigten Gewässerquerschnittes, so dass auf den Bau einer zusätzlichen, befestigten Pegelstrecke verzichtet werden kann und die Veränderungen des Abflussquerschnitts durch Bewuchs oder Erosion gering bleiben.

Die rechnerisch ermittelte Abflusskurve muss im Zuge des Probetaus überprüft und kalibriert werden (s. 5.12).

Der Unterwasserpegel wird mit einer piezometrischen Druckmesssonde und einer Radarsonde, die mit einem Ausleger über dem Gewässer befestigt ist, ausgestattet. Auf eine Befestigung der Messsonden an der Wirtschaftswegbrücke soll aufgrund des schlechten Zustands ihrer Bausubstanz abgesehen werden. Bei Regelabgabe ist der Unterwasserpegel zugänglich. Auch hier kann der Wasserstand anhand einer Pegellatte an den Böschungstrepfen abgelesen werden.

### 3.10.2 Optische Überwachung

Zur optischen Überwachung des Bauwerks und des Betriebs werden insgesamt sechs schwenkbare Überwachungskameras installiert, die auch per Fernzugriff angesteuert werden können. Die Kameras werden am Technikgebäude, am Unterwasserpegel sowie je zwei ein- und auslaufseitig des Auslassbauwerks angeordnet.

Sowohl das Technikgebäude als auch das Auslassbauwerk und der Unterwasserpegel werden zur mit LED-Strahlern als Außenbeleuchtung versehen. Die LED-Beleuchtung dient nicht als Dauerbeleuchtung der Bauwerke, sondern zur Beleuchtung während eines nächtlichen Einstaubetriebs oder während Wartungsarbeiten bei schlechten Lichtverhältnissen. Auch bei einem nächtlichen Einstauereignis muss der planmäßige Betrieb der Anlage im Hinblick auf die Stauanlagensicherheit vom Betriebspersonal kontrolliert werden können. Die Beleuchtung wird durch den Stauwärter nach Bedarf an- und ausgeschaltet.



### 3.10.3 Überwachung der Setzungen von Damm und Baugrund

Auf dem Auslassbauwerk und dem Damm werden Setzungsmesspegel installiert, um durch regelmäßige Kontrollmessungen Bewegungen der Bauwerke frühzeitig erkennen zu können. Setzungen der Dammaufstandsfläche sollen durch zusätzliche Setzungspegel (Stangenpegel) überwacht werden. Die Lage und Anzahl der Messpunkte wird im Zuge der Ausführungsplanung durch die geotechnische Bauüberwachung festgelegt.

Zur Kontrolle der Grundwasserverhältnisse werden in Abstimmung mit dem HLNUG vier Doppelmessstellen, mit Filterstrecke im Flusskies bzw. im Buntsandstein vorgesehen. Je zwei Messstellen sind im Bereich der Dammkrone und im Bereich des luftseitigen Böschungsfußes vorgesehen.

### 3.11 Beckensteuerung

Die Steuerung erfolgt über die Messwerte der beiden Steuerpegel. Der Unterwasserpegel regelt Eintaubeginn und Beckenabgabe im planmäßigen Betrieb bis zum Vollstau. Der Oberwasserpegel (Beckenwasserstand) regelt den Beginn und die Steuerung des Hochwasserentlastungsbetriebs. Die Steuerung des Beckens erfolgt vollautomatisch und wird im Eintaubetrieb durch einen Stauwärter überwacht. Im Notfall hat der Stauwärter jederzeit die Möglichkeit aus dem Technikgebäude oder von der Steuerkonsole auf dem Auslassbauwerk manuell in die Beckensteuerung einzugreifen.

Bei der Programmierung der Beckensteuerung wird die Fließzeit zwischen Auslassbauwerk und Unterwasserpegel von drei bis fünf Minuten berücksichtigt. Dazu wird bei den Regelungsschritten der Schütze der Beckenwasserstand und/oder die Abweichung zum Soll-Abfluss berücksichtigt, um eine effizientere Regelung zu ermöglichen.

Die Abflussaufteilung und Abflusssteuerung zwischen den Bauwerkszügen und der Hochwasserentlastungsanlage ist wie folgt vorgesehen:

#### Einstaufreie Zeiten (NW und MW):

- Beide Schütze sind voll geöffnet. Beide Bauwerkszüge werden durchströmt.
- Aufgrund der Ausbildung der Gerinnesohle im Bauwerk fließt ein Großteil des Abflusses durch den Ökodurchlass, das Tosbecken wird nur geringfügig durchströmt.

#### Erhöhter Abfluss größer 12 m<sup>3</sup>/s:

- Das Tiefschütz im Ökogerinne wird geschlossen.
- Der Abfluss wird vollständig durch den Betriebsauslass geleitet. Das Tiefschütz im Betriebsauslass fährt in Bereitschaftsstellung (Schützöffnung s = 140 cm).

#### Betriebsfall Q = 16 m<sup>3</sup>/s (planmäßiger Betrieb):

- Der Abfluss am Unterwasserpegel erreicht bzw. überschreitet die planmäßige Regelabgabe des Beckens von 16 m<sup>3</sup>/s.
- Das Tiefschütz im Durchgangsgerinne bleibt geschlossen.
- Das Tiefschütz im Betriebsauslass fährt auf eine Schützöffnung von s = 115 cm.
- Bei Abflussänderungen im Unterwasser fährt das Tiefschütz im Betriebsauslass soweit auf oder zu, bis die vorgesehene Regelabgabe von 16 m<sup>3</sup>/s wieder erreicht wird.

- Im weiteren Verlauf, d.h. mit steigendem Einstau des HRB wird das Schütz so gesteuert, dass die Regelabgabe von 16 m<sup>3</sup>/s bis zum Erreichen des Vollstaus nicht überschritten wird.
- Bei Vollstau ist das Schütz im Betriebsauslass ca. 43 cm geöffnet.

Hochwasserentlastung (überplanmäßiger Betrieb):

- Sobald der Beckenwasserstand den Vollstau von  $Z_V = 289,80 \text{ m+NHN}$  überschreitet, beginnt die Hochwasserentlastung, so dass die Beckenabgabe dem Beckenzufluss entspricht. Die Abflusssteuerung erfolgt dann nur noch über den Beckenpegel.
- Zur Einhaltung des Vollstaus werden zuerst die beiden Fischbauchklappen (zuerst über dem Betriebsauslass, dann über dem Ökodurchlass) geöffnet.
- Sind beide Fischbauchklappen vollständig geöffnet und der Beckenzufluss nimmt weiter zu, öffnet das Schütz im Betriebsauslass aus der letzten Regelstellung weiter bis zu einer Öffnung von maximal 90 cm. Danach wird das Schütz im Ökodurchlass geöffnet.
- Im Hochwasserbemessungsfall 1 ( $BHQ_1 = 83,70 \text{ m}^3/\text{s}$ ) sind beide Klappen gelegt und das Schütz im Betriebsauslass 62 cm weit geöffnet
- Im Hochwasserbemessungsfall 2 ( $BHQ_2 = 125,40 \text{ m}^3/\text{s}$ ) sind beide Klappen gelegt und beide Schütze 90 cm weit geöffnet
- Für die Hochwasserstauziele 1 und 2 gilt damit  $Z_V = Z_{H1} = Z_{H2}$

In der folgenden Tabelle 3-1 sind die gemäß dieser Abflusssteuerung gegebenen Abfluss- und Wasserstandsverhältnisse zusammengestellt.

Tabelle 3-1: Beckensteuerung

Betriebszustand	Abfluss		Wasserstände				Schützöffnung / Abfluss		Überfallhöhe / Abfluss
			UW-Pegel (PNP 274,70 m+NHN)		Beckenpegel (PNP 277,80 m+NHN)		Betriebsauslass	Öko durchlass	
	[m <sup>3</sup> /s]	~ Jährlichkeit	Ablesung [m]	Wsp [m+NHN]	Ablesung [m]	Wsp [m+NHN]			[cm] / [m <sup>3</sup> /s]
Einstaufreie Zeiten	< 12,0	< HQ <sub>2</sub>	< 1,47	< 276,17	< 1,20	< 279,00	200 / < 12	200 / < 12	0,0 / 0,0
Erhöhter Abfluss Einstaubeginn	12,0-16,0	HQ <sub>2</sub> - HQ <sub>5</sub>	1,47-1,65	276,17	1,20-1,40	279,00	140 / < 16	zu	0,0 / 0,0
Planmäßiger Einstau	16,0	≤ HQ <sub>100</sub>	1,65	276,35	1,40 - 12,00	279,20 - 289,80	~125 / 16 - ~43 / 16	zu	0,0 / 0,0
HWBF 1	83,7	HQ <sub>1.000</sub>	4,47	279,17	12,0	289,80	62 / 23,0	zu	250 / 60,7
HWBF 2	125,4	HQ <sub>10.000</sub>	-	-	12,0	289,80	90 / 32,4	90 / 32,4	250 / 60,7

Die geplante Steuerungsweise für den Entlastungsbetrieb (d.h. die zunächst vollständige Öffnung der Fischbauchklappe im Betriebsauslass und das erst spätere Öffnen der Klappe im Durchgangsgerinne) hat in erster Linie wirtschaftliche Gründe: das Ausspülen großer Stein- und Geröllmassen aus dem Ökogerinne durch das dortige Schütz und den von den Klappen herabstürzenden Überfallstrahl tritt vergleichsweise spät ein. Die Kosten für das Beseitigen ausgespülter und angelandeter Steinmassen sowie das aufwändige Wiederherstellen des Substratauflagers entstehen damit entsprechend selten.

Die dem Steuerpegel zugeordneten Wasserstände wurden im Zuge der vorliegenden Planung mit dem in der Flussgebietsuntersuchung verwendeten hydraulischen Fließgewässermodell durch WAGU bestimmt. Zur genauen Feststellung bzw. zur Absicherung des Berechnungswertes sind nach Fertigstellung des Beckens im Rahmen des Probestaus (vgl. Abschnitt 5.12) Abflussmessungen bei verschiedenen Abflüssen zur Aufstellung einer Abflusskurve (am Steuerpegel) und ggf. Anpassungen der Steuerwasserstände vorzunehmen.

### 3.12 Anpassung vorhandener Ver- und Entsorgungsleitungen

Im Bereich des Beckens verlaufen auf einer Länge von ca. 1.000 m eine Wasserversorgungsleitung und ein Mischwasserkanal. Beiden Leitungen verlaufen parallel am Böschungsfuß der Straßenböschung der B7 und queren bei Station S 0+350 die Talaue und die Losse. Von dort verlaufen Sie zunächst entlang des Böschungsfußes der Bahnböschung, dann in Talmitte, rechts der Losse weiter in Richtung Helsa.

Die Leitungen liegen südlich des Hauptdamms und im Bereich des Auslassbauwerks auf einer Länge von ca. 400 m in der Aufstandsfläche der geplanten Bauwerke und müssen deshalb verlegt bzw. neu hergestellt werden.

Die Neuverlegung wurde geplant und wird im Zuge der Ausführungsplanung weiter mit den Netzbetreibern und Versorgungsträgern abgestimmt.

#### 3.12.1 Wasserversorgungsleitung DN 150 GGG

Die Wasserleitung DN 150 aus duktilem Gusseisen (GGG) wurde im Jahr 1993 gebaut. Die Leitung wird auf einer Länge von ca. 490 m als HDPE-Leitung neu verlegt. Die neue Leitungstrasse beginnt ca. bei Station S 0+350, an der Stelle wo die bestehende Leitung das Tal quert. Ab hier verläuft sie zukünftig entlang des Böschungsfußes der Vorschüttung an der B7 bis zum Hauptdamm und quert diesen dort. Luftseitig des Damms quert die Leitung das Tal und die Losse, ehe sie wieder an die bestehende Leitung anschließt.

Die Verlegung der Wasserversorgungsleitung auf der neuen Trasse bietet die Vorteile, dass die Länge der Anschlussleitung zum Technikgebäude kürzer ausfällt und dass auf eine zusätzliche Gewässerunterquerung der Anschlussleitung verzichtet werden kann. Die neue Leitung kann hergestellt werden, ohne dass die bestehende Leitung währenddessen außer Betrieb genommen wird.

Im Bereich der Dammunterquerung muss die Leitung in einem Schutzrohr DN 300 verlegt werden. Dadurch wird sichergestellt, dass bei einem Leck in der Druckleitung kein Wasser in den Dammkörper dringt, das zu Austrag von Bodenmaterial und Schwachstellen im Dammbauwerk führen kann. Luftseitig des Damms wird ein Kontrollschacht angeordnet durch den Leckagewasser austreten und erkannt werden kann. Für das Schutzrohr wird eine Durchdringung der Bohrpfahlwand hergestellt. Diese Durchdringung, für die die Bohrpfahlwand lokal abgebrochen werden muss, wird nach Vorgaben der geotechnischen Baubegleitung abgedichtet.

Im Bereich der Gewässerquerung des neu geplanten Gewässerabschnitts wird die Wasserversorgungsleitung ebenfalls in einem Schutzrohr DN 300 verlegt. Die Querung erfolgt ca. 1 m unter der Gewässersohle. Falls abhängig von der Tiefenlage der bestehenden Leitung ein Hochpunkt in der Leitung entsteht, muss eine Belüftung vorgesehen werden.

#### 3.12.2 Mischwasserleitung DN 300 Asbestzement

Die von Eschenstruth kommende Mischwasserleitung wurde am 01.06.2021 von der Fa. Müller-Kanalservice kamerabefahren. Die Leitung besteht aus Asbestzement und weist stellenweise kleinere Risse auf. Um zu verhindern, dass bei

Einstau des Beckens Wasser aus dem Stauraum mit hohem Druck in die Freispiegelleitung eindringen kann, müssen alle Schächte im Stauraum druckdicht ausgebildet werden und sichergestellt werden, dass die Rohre dem Wasserdruk standhalten können. Um das zu erreichen, kommen sowohl eine Inlinersanierung als auch ein Neubau der Leitung in Frage.

Um die Nutzungsdauer zu erhöhen, wurde entschieden die Mischwasserleitung im gesamten Beckenraum auf einer Länge von ca. 950 m neu als HDPE-Leitung herzustellen. Der Neubau der Leitung ermöglicht es außerdem, die bestehende Leitung während des Neubaus in Betrieb zu halten, verhindert eine Querschnittsreduzierung der Rohrleitung durch einen Inliner und vermeidet den Eingriff in ökologisch sensible Bereiche in der Talaue.

Da bis zur aktuellen Planungsphase keine Bemessungsabflüsse für den bestehenden Kanal bekannt sind, wird der Rohrdurchmesser DN 300 und das mittlere Gefälle beibehalten.

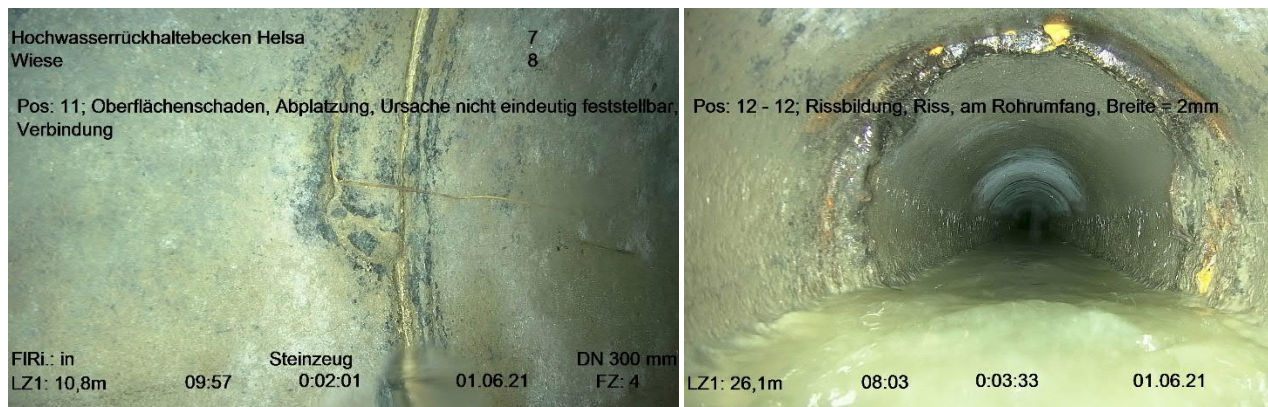


Abbildung 3.3: Lokale Beschädigungen der bestehenden Faserzementleitungen [Müller Kanalservice / Witzenhausen]

Da die Leitung in einer Tiefe von 2,0 bis 3,0 m in wasserdurchlässigen Kiesschichten und teilweise im Grundwasser verläuft, ist für den Neubau das grabenlose Verlegen im Bohrspühlverfahren vorgesehen. Um sicherzustellen, dass in diesem Bauverfahren das Leitungsgefälle von ca. 1 % auch im kiesigen Boden gehalten werden kann und die für dieses Verfahren notwendige Überdeckung des Rohres ausreichend ist, muss zu Baubeginn eine Probebohrung durchgeführt werden.

Im Bereich der Dammquerung und im Bereich der Gewässerquerung wird die MW-Leitung in einem Schutzrohr DN 450 verlegt. Unter dem Hauptdamm kreuzt die Leitung die dichtende Bohrpfahlwand.

Dazu muss die Bohrpfahlwand in diesem Bereich freigelegt und durchbrochen werden. Das dabei entstehende Fenster wird dann mit dichtendem Erdmaterial, nach Vorgaben der geotechnischen Baubegleitung, verfüllt.

Da das bestehende Lossebett noch vor der Gewässerverlegung, unmittelbar unter der Gewässersohle, gequert werden muss, muss die Losse in diesem Bereich temporär in Rohren DN 1000 Stb gefasst werden. Nach Überschüttung der Rohre kann der Abschnitt im Bohrspühlverfahren hergestellt werden. Die neue Wasserversorgungsleitung muss in diesem Bereich bauzeitlich oberflächennah verlaufen und gedämmt werden.

Entlang der Leitungstrasse müssen zwölf Schächte DN 1000 neu hergestellt werden. Zur Herstellung der Schächte ist eine offene Wasserhaltung vorgesehen. Besonders im Bereich unterhalb der Dammquerung nahe der Losse ist mit

hohen Grundwasserspiegeln zu rechnen. Drei der Schächte werden mit Belüftungsrohren versehen, die in der Straßenböschung bis über das Vollstauziel ( $Z_v = 289,80 \text{ m} + \text{NHN}$ ) geführt werden. Alle Schächte werden druckdicht ausgebildet.

Die bestehende Rohrleitung wird im Bereich der Vorschüttung an der Bahntrasse und im Bereich des Auslassbauwerks auf einer Länge von ca. 380 m rückgebaut und in den verbleibenden Abschnitten verdämmt.

### 3.13 Verlegung der Losse und Ufersicherung

Nach Herstellung des Auslassbauwerks wird die Losse im Bereich der Dammaufstandsfläche und unterstrom des geplanten Damms mit Dammbaumaterial verfüllt. Oberstrom des Damms wird ein rd. 40 m Altarm der Losse aus umweltfachlichen Gründen belassen.

Im Bereich des geplanten Damms wird ein Losse-Mäander durch einen neuen gestreckten Gewässerverlauf von rd. 200 m Länge ersetzt, in dem sich auch die Durchführung durch das ca. 80 m lange Auslassbauwerk befindet.

In Bereichen, in denen die Losse im Beckenraum unter der geplanten Böschungsvorschüttung bzw. unter dem geplanten Unterhaltungsweg am Böschungsfuß des östlichen Talhangs liegt, wird das Gewässer so weit in Richtung Talmitte verlegt, dass ein Mindestabstand von 5 m zu den neuen geplanten baulichen Anlagen vorhanden ist. Um eine Entwicklung des Gewässerlaufs in Richtung Vorschüttung bzw. Unterhaltungsweg zu unterbinden, werden die Prallhänge der Losse in diesen Bereichen, soweit technisch erforderlich, mit Schüttungen aus Wasserbausteinen LMB<sub>5/40</sub> und LMB<sub>10/60</sub> gesichert.

## 4 Hydraulische und hydrologische Nachweise

### 4.1 Schützabfluss

Die Kontrolle des Abflusses aus dem Hochwasserrückhaltebecken erfolgt über Tiefschütze mit den lichten Abmessungen von jeweils  $b_S \times h_S = 4,00 \times 2,00$  m. Der Abfluss aus dem Becken ist von der Öffnungshöhe  $s$  des Schützes, der Wassertiefe  $h_0$  über der Bauwerkssohle und dem Unterwasserstand abhängig. Die Leistungsfähigkeit eines Tiefschützes bei freiem Abfluss ins Unterwasser berechnet sich nach der Beziehung:

$$Q_S = c_q \cdot s \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (4.1)$$

wobei  $c_q$  einen Abflussbeiwert und  $b$  die lichte Öffnungsbreite bezeichnet. Zunächst wird in Abhängigkeit von  $h_0$  und  $s$  der Kontraktionsbeiwert  $c_c$  für senkrechte Planschütze nach der Beziehung

$$c_c = \frac{1}{1 + 0,64 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{s}{h_0}\right)^2}} \quad (4.2)$$

berechnet. Mit dem Kontraktionsbeiwert  $c_c$  kann die Wassertiefe  $h_1$  des schießenden Ausflusstrahls ermittelt werden:

$$h_1 = c_c \cdot s \quad (4.3)$$

Für den Abflussbeiwert  $c_q$  gilt:

$$c_q = \frac{c_c}{\sqrt{1 + c_c \cdot \frac{s}{h_0}}} \quad (4.4)$$

Steigt die Wassertiefe im Unterwasser des Auslassbauwerks über einen Wert  $h_2$  an, stellt sich rückgestauter Abfluss ein und die Abflussleistung des Bauwerkes wird reduziert. Mit der Fließgeschwindigkeit  $v_1$  des schießenden Strahles berechnet sich  $h_2$  zu (Wechselsprungleichung):

$$h_2 = h_1 \cdot \frac{1}{2} \left( \sqrt{1 + \frac{8 \cdot v_1^2}{g \cdot h_1}} - 1 \right) \quad (4.5)$$

Der reduzierte Abfluss berechnet sich dann zu:

$$Q_S = \kappa \cdot c_q \cdot s \cdot b_S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_0} \quad (4.6)$$

Der Abminderungsbeiwert  $\kappa < 1$  ist dabei abhängig vom Wasserstand im Ober- und Unterwasser des Bauwerks sowie von der Schützöffnung. Der funktionale Zusammenhang  $\kappa = f(h_0, h_2, s)$  ist in

Abbildung 4.1 dargestellt.

Das Hochwasserrückhaltebecken wird als gesteuertes Becken mit beweglichen Verschlussorganen ausgelegt, daher sind beliebig viele Kombinationen zwischen  $h_0$ ,  $s$  und  $h_2$  möglich.

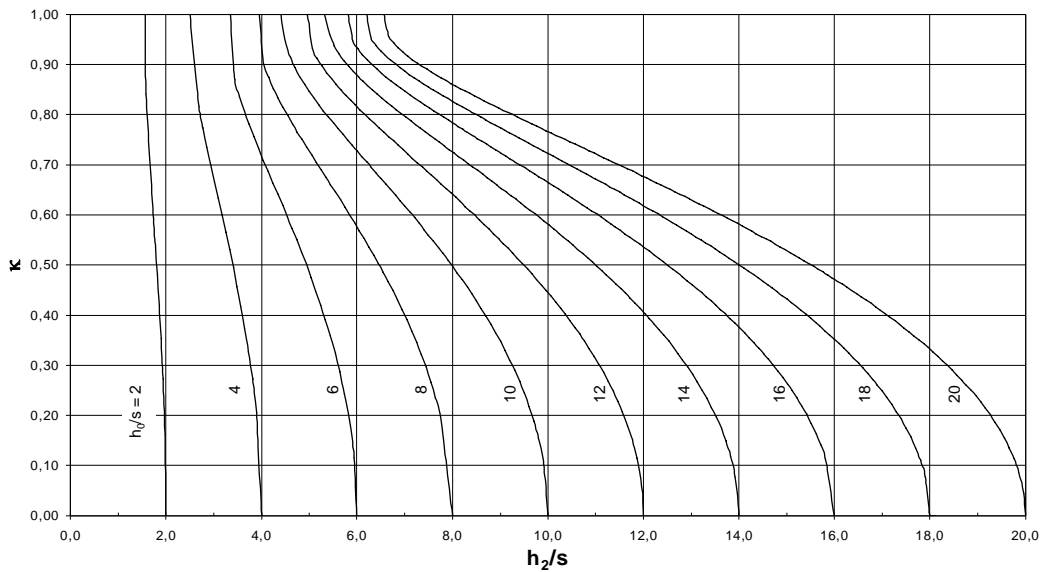


Abbildung 4.1: Abminderungsbeiwert  $\kappa$

Ein Vergleich der Abflusskurven, mit der Wasserstand-Abflussbeziehung für den Fließquerschnitt unterhalb des Auslassbauwerks (UW-Kurve) zeigt, dass für fast alle Kombinationen von  $h_0$ ,  $s$  und  $h_2$  die UW-Kurve unterhalb der Grenzlinie zum rückgestauten Abfluss liegt und somit im Einstaufall stets freier Abfluss vorliegt. Für den Betriebsfall (Einstau des Hochwasserrückhaltebeckens bis zum Vollstau) ist somit zur Stabilisierung des Wechselsprungs ein Tosbecken erforderlich (siehe Abschnitt 4.3).

Die maximale Leistungsfähigkeit eines Tiefschützes bei Einstau bis zum Vollstau (289,80 m+NHN) beträgt ca. 72 m<sup>3</sup>/s je Schütz.

In Abbildung 4.2 sind die Leistungskennlinien eines Schützes für verschiedene Öffnungshöhen dargestellt.

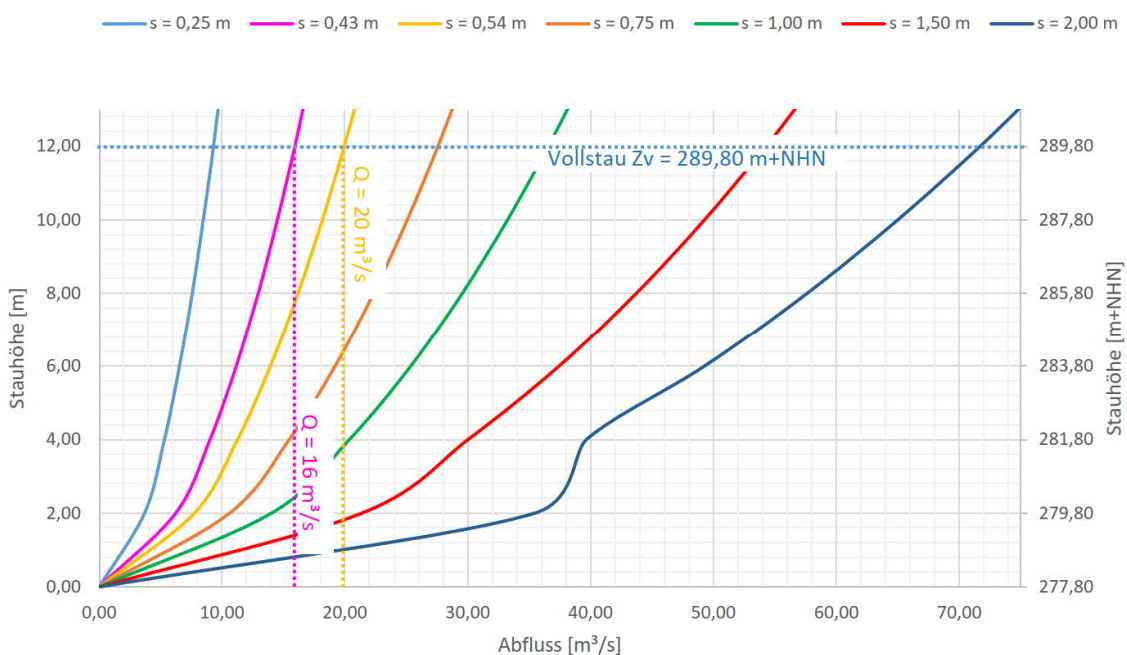


Abbildung 4.2: Kennlinien eines Schützes für verschiedene Öffnungshöhen ( $s$ )

Die Grafik zeigt, dass sich die Schützöffnungshöhen zur Einhaltung der geplanten Regelabgabe von 16 m<sup>3</sup>/s zwischen ca. 115 cm bei Einstaubbeginn und 43 cm bei Erreichen des Stauziels Z<sub>V</sub> bewegen.

Da die Steuerung automatisch auf die Wasserstandsmessung des Unterwasserpegels erfolgt, sind die Leistungskennlinien der Schütze nur zur manuellen Steuerung bei Ausfall des Unterwasserpegels erforderlich.

## 4.2 Hochwasserentlastungsanlage

Ist das Becken voll eingestaut, also der Vollstau Z<sub>V</sub> erreicht, kann der Beckenzufluss nicht mehr vollständig im Stauraum zurückgehalten werden. Der über dem Regelabfluss von 16,0 m<sup>3</sup>/s liegende Anteil des Beckenzuflusses muss dann über die Hochwasserentlastungsanlage abgeführt werden.

Für den Nachweis der Hochwassersicherheit der Hochwasserentlastung sind dabei die Bemessungsfälle 1 (BHQ<sub>1</sub>) und 2 (BHQ<sub>2</sub>) nachzuweisen. Die Nachweise erfolgen gemäß DIN 19700-12. Beim HRB Helsa handelt es sich um ein „großes Becken“ (Klassifizierung nach DIN 19700-12, siehe Abschnitt 3.1.3). In diesem Fall ist beim Lastfall BHQ<sub>1</sub> ein HQ<sub>1.000</sub> und beim Lastfall BHQ<sub>2</sub> ein HQ<sub>10.000</sub> nachzuweisen.

Die Bemessungsabflüsse betragen

$$BHQ_1 = HQ_{1.000} = 83,7 \frac{m^3}{s}$$

$$BHQ_2 = HQ_{10.000} = 125,4 \frac{m^3}{s}$$

Eine Retentionswirkung des Beckens wurde bei der Ermittlung der Bemessungsabflüsse im vorliegenden Fall nicht angesetzt, so dass der Bemessungsabfluss stets dem jeweiligen Beckenzufluss entspricht.

Die Hochwasserentlastung des HRB Helsa erfolgt zuerst durch das Absenken (Überströmen) der beiden Fischbauchklappen, danach durch Ziehen der Schütze (zuerst im Betriebsauslass dann im Durchgangsgerinne). Die maximale Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastungsanlage ist so ausgelegt, dass der Vollstau Z<sub>V</sub> im Lastfall BHQ<sub>1</sub> und im Lastfall BHQ<sub>2</sub> nicht überschritten wird. Für das Hochwasserstauziel Z<sub>H1</sub> des BHQ<sub>1</sub> und Z<sub>H2</sub> des Lastfall BHQ<sub>2</sub> gilt damit:

$$Z_V = Z_{H1} = Z_{H2}$$

Der Nachweis der Abflussleistung der Klappen erfolgt nach der Beziehung für überströmbare Wehre (Poleni-Formel)

$$Q_K = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b_K \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_U^{\frac{3}{2}} \quad (4.7)$$

Für den Überfallbeiwert  $\mu$  wurde gemäß Literaturangaben und auf der sicheren Seite liegend ein Wert von  $\mu = 0,65$  angesetzt. Für die Fischbauchklappen ergibt sich mit einer lichten Breite von  $b_K = 2 \cdot 4,00 \text{ m} = 8,00 \text{ m}$  und einer überströmbaren Höhe von  $h_U = 2,50 \text{ m}$  (bei vollständig gelegten Klappen) eine Leistungsfähigkeit von

$$Q_K = \frac{2}{3} \cdot 0,65 \cdot 8,0 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 2,5^{1,5} = 60,7 \frac{m^3}{s} \quad (4.8)$$

Mit der Leistungsfähigkeit der Fischbauchklappen von 60,7 m<sup>3</sup>/s (~ 73 % des BHQ<sub>1</sub>) ist gewährleistet, dass ein möglichst großer Teil des BHQ<sub>1</sub> über den überlastbaren, oben liegenden Teil der Hochwasserentlastungsanlage abgeführt werden soll.

Die Leistungskurve der HWEA ist in Abbildung 4.3 als Funktion der Überfallhöhe h<sub>U</sub> für verschiedene Lastfälle dargestellt.



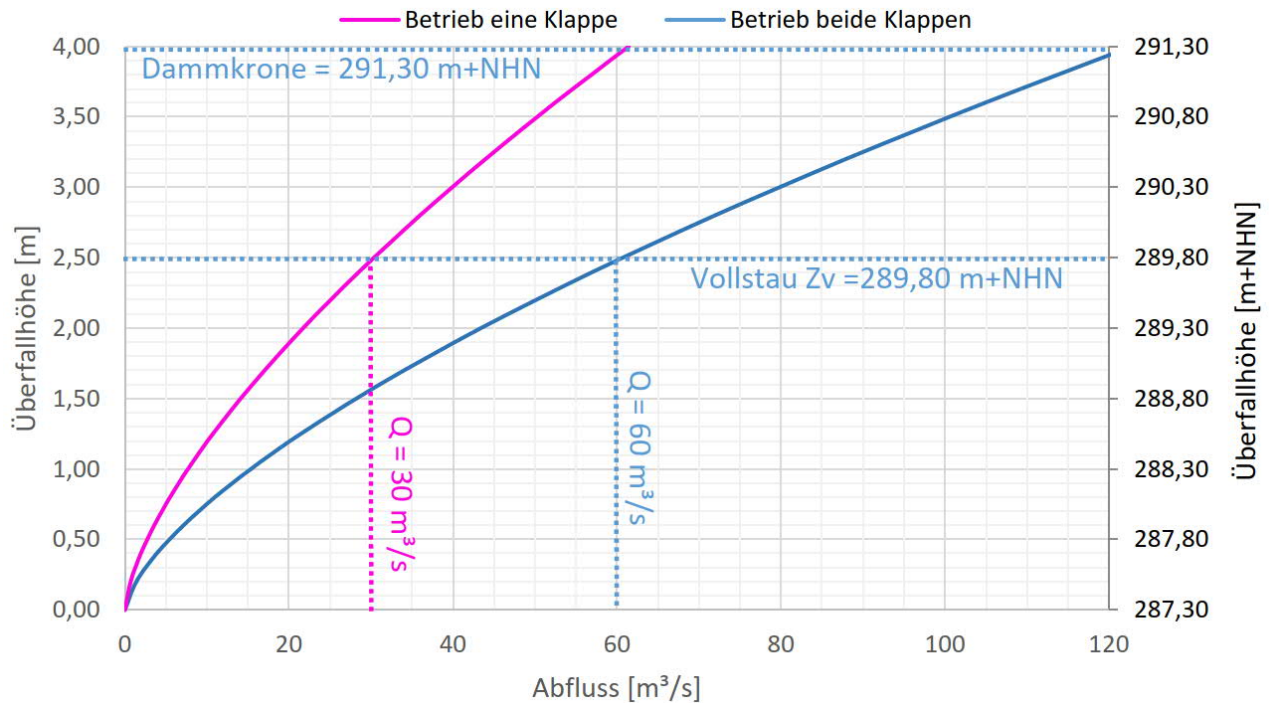


Abbildung 4.3: Kennlinie Fischbauchklappen (Hochwasserentlastungsanlage)

Nachweis Hochwasserbemessungsfall 1 (HWBF 1):

Nach DIN 19700 ist für den Bemessungslastfall 1 nachzuweisen, dass das  $HQ_{1.000}$  von  $83,7 \text{ m}^3/\text{s}$  ohne Inanspruchnahme des Freibords abgeführt werden kann, wobei der leistungsfähigste Verschluss nicht angesetzt werden darf [(n-1)-Regel]. Diese Abflussleistung ist gegeben, wenn die Fischbauchklappen vollständig gelegt sind ( $Q_{2 \text{ Klappen,max}} = 60,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ) und das Schütz des Betriebsauslasses von der letzten Staustellung ( $0,44 \text{ m}$  zur Ableitung des Regelabflusses) auf eine Öffnungshöhe von  $0,62 \text{ m}$  gezogen wird, so dass dort  $23,0 \text{ m}^3/\text{s}$  abfließen. Damit beträgt der Gesamtabfluss  $23,0 + 60,7 = 83,7 \text{ m}^3/\text{s} = B HQ_1$ .

Nachweis Hochwasserbemessungsfall 2 (HWBF 2):

Für den Bemessungslastfall 2 ist nachzuweisen, dass das  $HQ_{10.000} = 125,4 \text{ m}^3/\text{s}$  ohne Berücksichtigung der (n-1)-Regel abgeführt werden kann. Diese Abflussleistung ist gegeben, wenn die Fischbauchklappen vollständig gelegt sind ( $Q_{2 \text{ Klappen,max}} = 60,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ) und beide Schütze (Betriebsauslass und Durchgangserinne) auf eine Öffnungshöhe von  $0,90 \text{ m}$  gezogen werden, so dass dort insgesamt  $64,7 \text{ m}^3/\text{s}$  abfließen. Damit beträgt der Gesamtabfluss  $60,7 + 64,7 = 125,40 \text{ m}^3/\text{s} = B HQ_2$ .

Die Leistungsfähigkeiten der Hochwasserentlastung sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 4-1: Nachweis der Hochwasserbemessungslastfälle (bei Vollstau)

Lastfall	HWBF 1	HWBF 2
Bemessungshochwasser	HQ <sub>1.000</sub>	HQ <sub>10.000</sub>
Abfluss	83,7 m <sup>3</sup> /s	125,4 m <sup>3</sup> /s
Abfluss über Klappen bei Überfallhöhe	60,7 m <sup>3</sup> /s h <sub>Ü</sub> = 2,50 m	60,7 m <sup>3</sup> /s h <sub>Ü</sub> = 2,50 m
Abfluss Betriebsauslass	23,0 m <sup>3</sup> /s	33,4 m <sup>3</sup> /s
Abfluss Ökodurchlass	0,00 m <sup>3</sup> /s (n-1)-Regel	33,4 m <sup>3</sup> /s
Schützöffnungshöhe	62 cm	beide je 0,90 m
Gesamtabfluss Auslassbauwerk	83,7 m <sup>3</sup> /s	125,4 m <sup>3</sup> /s

Die gesamte hydraulische Leistungsfähigkeit aller Regelorgane beträgt ca. 200 m<sup>3</sup>/s bei Vollstau und ca. 270 m<sup>3</sup>/s bei Kronenstau. Damit ist eine große Reserve gegeben, die bei Änderungen der Bemessungsniederschläge berücksichtigt werden kann.

### 4.3 Energieumwandlung und Tosbeckendimensionierung

Unterstrom des Schützquerschnitts tritt im Einstaufall schießender Abfluss mit sehr hohen Fließgeschwindigkeiten auf (bei Volleinstau des Beckens ca. 15 m/s). Im weiteren Verlauf wird der Abfluss gebremst und es findet ein Fließwechsel von schießendem zu strömendem Abfluss statt. Der Fließwechsel wird abhängig von den Strömungsverhältnissen (Froudzahl etc.) von Turbulenzen in der Strömung begleitet. Findet dieser Fließwechsel außerhalb des Bauwerks statt sind Gewässersohle- und Böschungen starker Erosion ausgesetzt.

Ist im Unterwasser ein ausreichend hoher Wasserstand h<sub>2</sub> gegeben, stellt sich rückgestauter Abfluss ein und der Fließwechsel wird auf eine vergleichsweise kurze Strecke begrenzt und ist in seiner Lage weitgehend stabil (stationärer Wechselsprung).

Bei zu geringem Wasserstand im Unterwasser h<sub>2</sub> kann der Wechselsprung durch eine Eintiefung der Sohle erzwungen werden (Tosbecken oder Kolksee). Eine solche Energieumwandlungsanlage ist nach DIN 19700 so zu bemessen, so dass bis zur Ableitung des BHQ<sub>1</sub> keine Schäden an der Stauanlage entstehen.

Die Eintiefung z berechnet sich aus der Differenz der tatsächlich vorhandenen Wassertiefe h<sub>2,vorh</sub> und der aus der Wechselsprungleichung (vgl. Abschnitt 4.1) berechneten erforderlichen Wassertiefe h<sub>2</sub> mit einem Sicherheitszuschlag von 5% zu:

$$z = 1,05 \cdot h_2 - h_{2,vorh} \quad (4.9)$$

Der Abfluss im Tosbecken setzt sich aus dem Schützabfluss und, je nach Betriebszustand, aus dem Abfluss der Fischbauchklappen zusammen.

Die Fließtiefe  $h_1$  eines freien Überfallstrahls unterstrom seines Aufpralls auf der Bauwerkssohle (unterh. der Fischbauchklappen) kann unter Berücksichtigung der dabei umgewandelten Energie nach *Naudascher* zu

$$\frac{h_{1,K}}{h_{\text{grenz},K}} = \frac{\sqrt{2}}{1,06 + \sqrt{\frac{\Delta z_0}{h_{\text{grenz},K}} + \frac{3}{2}}} \quad (4.10)$$

berechnet werden. Hierbei ist  $h_{\text{grenz},K}$  die Grenztiefe auf der Überfallschwelle (hier die Fischbauchklappen) und  $\Delta z_0$  die Falltiefe des Überfallstrahls. Mit der Bauwerksbreite  $B$  und dem Abfluss  $Q_K$  über die Klappen lässt sich eine Geschwindigkeit  $v_{1,K}$  ermitteln:

$$v_{1,K} = \frac{Q_K}{h_{1,K} \cdot B} \quad (4.11)$$

Die Geschwindigkeit des Schützstrahls berechnet sich zu

$$v_{1,S} = \frac{\sqrt{2 \cdot g \cdot h_0}}{\sqrt{1 + \frac{c_c \cdot s}{h_0}}} \quad (4.12)$$

Im Hochwasserentlastungsfall 1 tritt gleichzeitig Überströmung der Fischbauchklappen und Unterströmung der Schütze auf. Für die Bemessung des Tosbeckens sind im HWBF1 Geschwindigkeit und Fließtiefe des vereinigten Strahls aus Klappen- und Schützabfluss maßgebend. Zur Ermittlung dieser Größen wurde davon ausgegangen, dass der vereinigte Strahl eine gewichtete Geschwindigkeit besitzt die sich nach Formel 4.13 berechnet.

$$v_1 = \frac{Q_K}{Q_{\text{gesamt}}} \cdot v_{1,K} + \frac{Q_S}{Q_{\text{gesamt}}} \cdot v_{1,S} \quad (4.13)$$

Je nach Unterwasserstand und Abflussanteil der verschiedenen Regelorgane können verschiedene Lastfälle maßgebend für die Dimensionierung des Tosbeckens werden. Betrachtet wurden die Regelabgabe von 16 m<sup>3</sup>/s, die maximale Bemessungsregelabgabe von 20 m<sup>3</sup>/s und der Hochwasserbemessungsfall BHO1 mit einem Abfluss 83,7 m<sup>3</sup>/s.

In der folgenden Tabelle 4-2 sind die Bemessungsgrößen und rechnerisch ermittelten Tosbeckeneintiefungen für verschiedene Lastfälle zusammengestellt.

Tabelle 4-2: Tosbeckeneintiefung bei verschiedenen Lastfällen

Abfluss Q	Stauziel	Zahl der Schütze in Betrieb	Schützöffnung s	Überfallhöhe $h_U$ (Klappe)	Geschwindigkeit des vereinigten Strahls $v_1$	Fließtiefe des vereinigten Strahls	Froude-Zahl $Fr_1$ des vereinigten Strahls	$h_2$ erforderlich	$h_{2,UW}$ vorhanden	Tosbeckeneintiefung z
[m <sup>3</sup> /s]	[m+NHN]	[-]	[m]	[m]	[m/s]	[m]	[-]	[m]	[m]	[m]
Regelbetrieb										
16	289,80	1	0,43	0	15,2	0,26	9,44	3,39	1,50	1,98
20	289,80	1	0,54	0	15,1	0,33	8,41	3,77	1,55	2,33
Hochwasserbemessungsfall 1										
83,7	289,80	1	0,62	2,50	8,2	1,64	2,04	3,96	2,50	1,53

Für die betrachteten Fälle ergibt sich die größte rechnerische Tosbeckeneintiefung bei Vollstau und maximaler Regelabgabe ( $Q_{ab} = 20 \text{ m}^3/\text{s}$ ) zu 2,22 m. Die Tosbeckeneintiefung wird mit 2,30 m am Tos Beckenende gewählt.

Um eine effektive Energieumwandlung auf verhältnismäßig kurzer Länge des Tosbeckens zu erzielen, werden Bemessung und Gestaltung des Tosbeckens in Anlehnung an die Standard-Tos Beckenbauweise Typ III des U.S. Bureau of Reclamation (Peterka, 1958) durchgeführt. Bei dieser Ausführung kann die Tos Beckenlänge auf bis zu etwa 1/3 der normalen Wechselsprunglänge reduziert werden kann.

Die erforderliche Tos Beckenlänge nach Peterka ergibt sich für die maximale Bemessungsregelabgabe ( $Q_{ab} = 20 \text{ m}^3/\text{s}$ ) zu 10,20 m.

Die erforderliche Höhe der Prallböcke für diesen Tos Beckentyp III werden für einen Abfluss von  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $Q_{Rmax}$ ) an Hand der Bemessungsregeln nach Peterka zu  $h_3 = 0,66 \text{ m}$  ermittelt und konstruktiv auf eine Höhe von 1,0 m festgelegt.

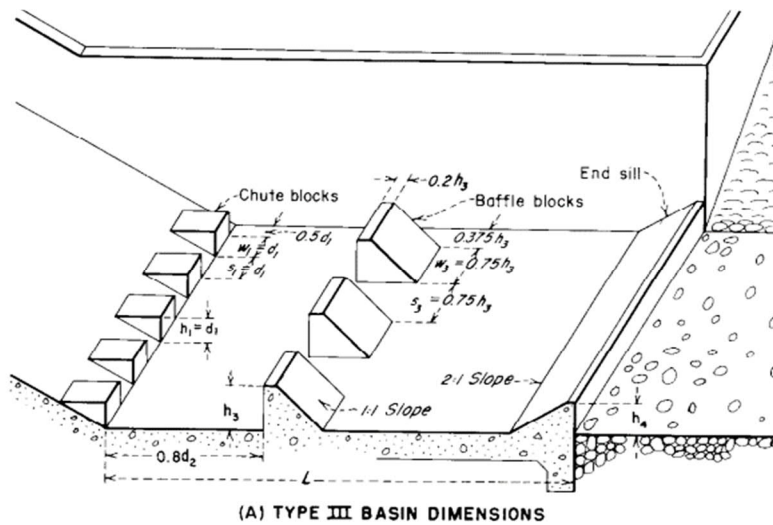


Abbildung 4.4: Standardbauweise Tosbecken USBR Typ III [Peterka, 1958]

In den Bemessungshochwasserfällen 1 und 2 stellen sich Froude-Zahlen in einer Größenordnung von  $Fr < 4$  ein. In diesen Abflussbereichen lässt der Wirkungsgrad des Tosbeckentyps III zur Energieumwandlung nach.

In diesem Fall wird die Länge des Wechselsprungs und des Tosbeckens unter Vernachlässigung der Einbauten nach *Smetana* berechnet:

$$L = 3 \cdot h_1 \cdot \left( \sqrt{1 + 8 \cdot Fr_1^2} - 3 \right) \quad (4.14)$$

Für den Lastfall  $BHQ_1 = 83,7 \text{ m}^3/\text{s}$  ergibt sich diese zu 14,0 m. Die Länge des Tosbeckens wird mit 14,0 m gewählt.

Unter Berücksichtigung der Einbauten sind somit entsprechende Reserven gegeben. In den sehr seltenen Hochwasserfällen 1 und 2 ist unterstrom des Bauwerks mit gewelltem Abfluss zu rechnen. Im Bereich des Auslaufs wird die Bohrfahlwand der Baugrubenumschließung als Sicherung gegen rückschreitende Erosion belassen.

Die Berechnungen zur Dimensionierung des Tosbeckens wurden jeweils für den am stärksten beaufschlagten Bauwerkszug geführt. Die Aufweitung nach der Trennwand bzw. die Überströmung der Trennwand im Betriebszustand der Hochwasserentlastung wurden nicht berücksichtigt und wirken sich zusätzlich positiv auf die Energieumwandlung aus.

Unterhalb des Tosbeckens werden Ufer und Sohle der Losse auf einer Länge von ca. 65 m mit Steinschüttungen und Steinsatz zusätzlich gegen Erosion gesichert.

#### 4.4 Freibord

Nach DIN 19700 ist für den Hochwasserbemessungsfall 1 zwischen dem Hochwasserstauziel 1 ( $Z_{H1}$ ) und der Dammkrone ein Freibord  $f_1$  zum Schutz des Sperrbauwerkes einzuhalten, der sich zu Anteilen aus Wellenauflauf und Windstau ( $f_{wi}$ ) zusammensetzt.

Für den Hochwasserbemessungsfall 2 ist zwischen dem Hochwasserstauziel 2 ( $Z_{H2}$ ) und der Dammkrone zusätzlich zum Freibord  $f_{Wi}$  ein Sicherheitszuschlag  $f_{Si}$  anzusetzen, wenn dies auf Grund der im Hochwasserbemessungsfall 2 und darüber hinaus verbleibenden Gefahren als notwendig erachtet wird.

Aufgrund der Beckensteuerung mit beweglichen Tiefschützen und Fischbauklappen zur Hochwasserentlastung wird der Vollstau von 289,80 m+NHN bei den nachzuweisenden Lastfällen nicht überschritten ( $Z_{H1} = Z_{H2} = Z_V$ ). Der Nachweis der hierfür ausreichenden Leistungsfähigkeit der Verschlussorgane wurde in Abschnitt 4.1 und 4.2 geführt.

Die Bemessung des Freibordes erfolgt nach DVWK-Merkblatt 246/1997 „Freibordbemessung an Stauanlagen“. Die Bemessungswindgeschwindigkeit  $w_{10}$  wurde für Hochwasserbemessungsfall 1 (HWBF 1) in Abhängigkeit der geodätischen Höhe sowie der Lage im Hinblick auf ein Windgutachten für ein Hochwasserrückhaltebecken in unmittelbarer geographischer Nähe auf 26 m/s festgelegt. Als Windgeschwindigkeit für HWBF 2 wurde dieser Wert um 10 % auf 23,4 m/s reduziert, um der Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens seltener Ereignisse Rechnung zu tragen. Als Umrechnungsfaktor des Stundenmittels für Ausreifzeiten < 60 min wurde auf der sicheren Seite liegend 1,25 gewählt.

Als weitere Parameter wurden die nachfolgenden Werte angesetzt:

S	=	855 m	Max. Streichlänge (m)
$\beta$	=	0°	Winkel zwischen Dammbau und Windrichtung
$\bar{d}$	=	5,0 m	Mittlere Wassertiefe (m)

Die Höhe des Windstaus wurde entsprechend o.g. Merkblatt über die empirische Zuidersee- Formel ermittelt:

$$h_{Wi} = \frac{w_{10}^2 \cdot S \cdot \cos \beta}{4861110 \cdot \bar{d}} \quad (4.15)$$

Der orthogonale Wellenaufbau wird nach DVWK 1997 für Böschungsneigungen flacher als 1:2 wie folgt bestimmt:

$$h_{Au,x\%} = k_D \cdot k_R \cdot k_x \cdot \sqrt{\overline{h_{We}} \cdot \overline{l_{We}}} \cdot \tan \alpha \quad (4.16)$$

Die Faktoren  $k_D$  und  $k_R$  beschreiben den Einfluss der Rauheit und Durchlässigkeit der Böschungsoberfläche. Für eine Böschungsoberfläche mit Rasenansaat wurde nach DVWK 1997  $k_D \cdot k_R = 0,8$  gewählt. Der Koeffizient  $k_x$  berücksichtigt die Überschreitungswahrscheinlichkeit  $x$  des Wellenaufbaues. Für Erddämme wird dieser Faktor zu  $k_{1\%} = 2,4$  gesetzt. Der Winkel  $\alpha$  gibt die Neigung der wasserseitigen Böschung an.

Die maßgebenden Wellenkennwerte mittlere Wellenhöhe  $\overline{h_{We}}$ , mittlere Wellenperiode  $\overline{T_{We}}$  und die mittlere Wellenlänge  $\overline{l_{We}}$  werden über die Spektralmethode nach KRYLOW II ermittelt.

Die Freibordberechnungen wurden an drei Untersuchungspunkten am Hauptdamm durchgeführt. Die Berechnungsergebnisse sind in Tabelle 4-3 dargestellt.

Im Hochwasserbemessungsfall 2 ist im Rahmen der Freibordbetrachtung ein Sicherheitszuschlag  $f_{Si}$  vorzusehen, wenn dies aufgrund der verbleibenden Gefahren und Risiken als notwendig erachtet wird. Gründe hierfür sind z.B. die Möglichkeit der Dammvverteidigung, die Zugänglichkeit der Hochwasserentlastungsanlage aber auch der aus durchlässigen Materialien hergestellte Wegaufbau auf der Dammkrone. Üblicherweise bewegt sich der Sicherheitszuschlag bei Becken dieser Größenordnung in einer Höhe von rd. 50 cm.

Tabelle 4-3: Wellenauflauf und Windstau

Anzahl Untersuchungspunkte			3	
Böschungsneigung			1:2,5	
Lastfall			HWBF 1	HWBF 2
Windgeschwindigkeit	$w_1/w_2$	[m/s]	32,5	29,3
Max. mittl. Wellenhöhe	$\overline{h_{We}}$	[cm]	33	30
Mittlere Wellenlänge	$\overline{l_{We}}$	[m]	4,68	4,36
Orth. Wellenauflauf	$h_{Au,1\%}$	[cm]	95	88
Windstau	$h_{Wi}$	[cm]	4	3
Freibord infolge Wind	$f_{Wind}$	[cm]	99	91

Auch im vorliegenden Fall wird ein Sicherheitszuschlag in Höhe von 50 cm für den Hochwasserbemessungsfall 2 als angemessen erachtet und für die weitere Bearbeitung zugrunde gelegt. Damit ergeben sich für die zu betrachtenden Lastfälle die folgenden Dammhöhen (Tabelle 4-4):

Tabelle 4-4: Ermittlung der maßgebenden Kronenhöhe

Bemessungsgröße			HWBF 1	HWBF 2
Stauhöhe	$Z_{H1}, Z_{H2}$	[m+NHN]	289,80	289,80
Freibord infolge Wind	$f_{Wind}$	[m]	0,99	0,91
Sicherheitszuschlag bei HWBF 2 $h_{Si}$	$h_{Si}$	[m]	-	0,50
Freibordmaß insgesamt	$f_1/f_2$	[m]	0,99	1,41
Min. erforderliche Kronenhöhe		[m+NHN]	290,79	291,21
				Maßgebender Lastfall

Die Dammkrone wird auf 291,30 m+NHN angeordnet.

## 5 Weitere Sachpunkte

### 5.1 Energieversorgung und Telekommunikation

#### 5.1.1 Stromversorgung - Anschluss durch EAM -Netz GmbH

Die Stromversorgung soll über das bestehende Anschlusskabel der stillgelegten Radaranlage („Blitzer“) an der B7 erfolgen. Von dort wird das Kabel auf ca. 380 m Länge entlang des westlichen Unterhaltungsweges im Beckenraum bis zum Hauptdamm und zum Technikgebäude geführt. Das von Waldhof kommende Anschlusskabel der Radaranlage ist im Eigentum des Ordnungsamtes Kaufungen-Helsa und kann vom Wasserverband übernommen werden.

Das Kabel ist entsprechend seiner technischen Spezifikationen ausreichend leistungsfähig. Eine Zustandserfassung wird momentan durchgeführt. Sollte der Zustand des bestehenden Kabels schlechter sein als erwartet, muss ein neues Anschlusskabel ab der Zähleranschluss säule in Waldhof verlegt werden. Dafür wäre eine gesamte Kabellänge von ca. 1.200 m und Querungen des Gewässers sowie der Bahntrasse erforderlich.

Für das Hochwasserrückhaltebecken wird ein Stromanschluss mit einer Leistungsfähigkeit ca. 25 kVA benötigt.

#### 5.1.2 Daten- und Telefonanschluss – Anschluss durch Telekom Deutschland GmbH

Zur Überwachung des Beckens und zur Gewährleistung der Alarmierungskette wird das Technikgebäude mit einem Telefon- und Internetanschluss ausgestattet. Mögliche Anschlusspunkte befinden sich in der Ortslage Helsa und im Bereich des Technikgebäudes des Autobahntunnels bei Waldhof. Die bestehende Telekomleitung parallel zur Leipziger Straße (B7) ist außer Betrieb und kann nicht ohne größeren Aufwand reaktiviert werden. Die Planung sieht vor, den Anschlusspunkt bei Waldhof zu nutzen und das Kabel zusammen mit der Stromversorgung parallel zum westlichen Unterhaltungsweg im Beckenraum zu verlegen. Dazu muss eine Querung der Bundesstraße hergestellt werden. Die Querung wird im weiteren Planungsverlauf mit Hessen Mobil abgestimmt.

### 5.2 Grunderwerb

Für die Realisierung der Baumaßnahme ist es erforderlich, dass alle funktionellen Teile wie das Dammbauwerk (Hauptdamm), das Auslassbauwerk mit Pegelstrecke sowie Unterhaltungswege auf Flächen der Gemeinde errichtet werden. Weiterhin ist für die Baumaßnahme selbst die vorübergehende Inanspruchnahme von zusätzlichen Flächen für Baustelleneinrichtung und als Lagerflächen notwendig. Die zu erwerbenden Flurstücke, sowie die vorübergehend benötigten Flächen, sind im Grunderwerbsplan sowie im Grunderwerbsverzeichnis (Anhang A) dargestellt. Darin enthalten sind auch die für den ökologischen Ausgleich benötigten Flächen.

Der Verband steht mit den Grundstückseigentümern der Flurstücke im Einstaubereich in Kontakt und ist bestrebt die betroffenen Flächen zu erwerben.



### 5.3 Unterhaltungsmaßnahmen und Bauwerksüberwachung

Zum Betrieb und der Instandhaltung des Hochwasserrückhaltebeckens müssen ein Beckenbuch und eine Betriebsvorschrift nach den Vorgaben der DIN19700-11 Nummer 11 und DIN19700-12 Nummer 9.2 erstellt werden.

Die Unterhaltungsmaßnahmen am HRB werden vom Betreiber durchgeführt. Dies beinhaltet die regelmäßige Kontrolle und Wartung sämtlicher Bauwerke, der beweglichen Teile und der Messeinrichtungen, sowie die Bewirtschaftung bzw. die Pflege des Damms, der Wege, des Gewässers und der sonstigen Anlagen gemäß der Betriebsvorschrift.

Der Betreiber übernimmt ferner das Abräumen von Geschwemmsel und sonstigen Ablagerungen und das ordnungsgemäße Herrichten der Grundstücke im Beckenraum nach Einstauereignissen.

Für Rückhaltebecken der Klassifizierung „großes Becken“ ist jährlich ein Sicherheitsbericht (Teil B) zu erstellen und der Unteren Wasserbehörde vorzulegen.

Weil sich die allgemein anerkannten Regeln der Technik ändern, müssen nach einem angemessenen Zeitraum die statistischen, hydrologischen und hydraulischen Bemessungsgrundlagen sowie die betrieblichen Vorgaben und das Überwachungskonzept im Rahmen einer vertieften Sicherheitsüberprüfung überprüft werden. Die vertiefte Überprüfung ist je nach Größe und Gefährdungspotential der Anlage, nach aktuellem Regelwerk, mindestens alle 20 Jahre durchzuführen.

### 5.4 Begleitende landschaftspflegerische Maßnahmen

Die Errichtung der geplanten Dammbauwerke und der Nebenanlage des HRB wird unvermeidbare Eingriffe in Natur- und Landschaft verursachen, da das Vorhaben nach vorläufigem Sachstand die dauerhafte Überbauung einer Fläche von rund 60.000 m<sup>2</sup> Größe und die temporäre Beanspruchung von Teilflächen einer Gesamtgröße von rund 12.000 m<sup>2</sup> erfordert. Die resultierenden Eingriffe sind naturschutzrechtlich konfliktträchtig, weil der vorgesehene Beckenstandort in einem ökologisch sehr hochwertigen Abschnitt des Losse-tals liegt und die Baumaßnahme sowohl nach § 30 Bundesnaturschutzgesetz besonders geschützte Biotop- und Lebensraumtypen als auch in Anhang I der FFH-Richtlinie gelistete Lebensraumtypen betrifft.

Daher wurden bereits im Vorfeld des wasserrechtlichen Planfeststellungsverfahrens naturschutzfachliche Grundlagen erhoben und die Genehmigungsfähigkeit des Vorhabens vorlaufend geprüft. Als Ergebnis dieser Vorprüfung wurde die jetzt planerisch konkretisierte Lösung zum Bau des HRB im Einvernehmen mit der Oberen Naturschutzbehörde des Regierungspräsidiums Kassel als Vorzugsvariante festgelegt.

Im Zuge der nachfolgenden Erhebungen wurden in den Vegetationsperioden der Jahre 2019 und 2020 die Standard-Nutzungstypen gemäß der hessischen Kompensationsverordnung, die Biotop- und Lebensraumtypen des Planungsraums sowie besonders planungsrelevante Tiergruppen vertiefend untersucht und hinsichtlich ihrer Wertigkeit und Empfindlichkeit beurteilt.

Diese Arbeiten bilden die Basis für die Erstellung des Umweltberichtes zu dem Bauvorhaben. Dieser beinhaltet im Wesentlichen einen Landschaftspflegerischen Begleitplan, eine artenschutzrechtliche Prüfung, eine Konformitätsprüfung nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie für die Losse sowie ein Umweltverträglichkeitsbericht nach §16 UVPG und unter Berücksichtigung der Anlage 4 des UVPG.

## 5.5 Rückbaukonzept Tiefbrunnen

Am Fuß der Bahnböschung, im Bereich der geplanten Dammvorschüttung befindet sich ein stillgelegter Tiefbrunnen der ehemaligen Munitionsfabrik Hirschagen. Das Bauwerk besteht aus einem vertikalen Brunnenrohr und einem Überbau aus Stahlbeton. Zum Zeitpunkt der Begehung des Projektgebietes (siehe Abbildung 5.1) war der Eingang zugemauert. Spätere Erkundungen haben gezeigt, dass sich die eigentliche Brunnenstube, die über Steigeisen zugänglich ist, unterhalb des Eingangsbereiches befindet. Die Brunnenstube ist teilweise mit Wasser gefüllt und enthält Abfälle (Fass, Felgen etc.).

Das Stahlbetonbauwerk muss zur Durchführung der geplanten Maßnahmen rückgebaut werden.



Abbildung 5.1: Stillgelegter Tiefbrunnen der ehemaligen Munitionsfabrik

In Abstimmung mit dem Regierungspräsidium Kassel wird für den Tiefbrunnen ein Rückbaukonzept erarbeitet. Eine Kamerabefahrung des Brunnenrohrs wurde bereits durchgeführt. Die Kamerabefahrung musste bei einer Tiefe von 93 m wegen Sichtverlust abgebrochen werden. Laut dem Schichtenverzeichnis aus dem Bohrarchiv des HLNUG (Archivkennzeichen 4724/17) ist der 1939 gebaute Brunnen 150,50 m tief (Bohransatzpunkt 275,00 m NN). Die Befahrung zeigt Flüssigkeiten verschiedener Färbung. Trübung und augenscheinlich verschiedener Dichte. Am 20.07.2022 wurden durch die AWIA Umwelt GmbH Proben entnommen und untersucht. Die Ergebnisse wurden dem Regierungspräsidium Kassel zur Information und Bewertung übersandt.

Das folgende Rückbaukonzept wurde mit dem Regierungspräsidium abgestimmt:

Die im oberen Bereich der Brunnenverrohrung bis zum Wasserspiegel befindliche ausgehärtete Verunreinigung (vermutlich teerhaltiges Material) werden entfernt, dass keine weitere Verunreinigung des Grundwassers erfolgen kann. Hierzu wird die oberste Rohrtour bis 1,0 m unterhalb des Grundwasserspiegels geschnitten und gezogen. Hierbei ist darauf zu achten, dass kein weiteres belastetes Material ins Grundwasser absinkt.

Erforderlichenfalls ist der Brunnen vorab (entsprechend nachfolgend aufgeführter Verfüllschritte) bis zum Rohrschnitt dicht zu verpressen, um dann ggfs. einfallendes Material bergen zu können.

Erforderliche Arbeitsschritte:

1. Verfüllung des Brunnens bis 20 m unter Brunnenkopf mit Sand/Kies.
2. Am Top dieser Verfüllung ist eine mind. 0,50 m dicke Tonsperre einzubauen.
3. Darüber erfolgt eine dauerhaft dichte Zementation/Verpressung der verbleibenden Verrohrung.
4. Alle zum Einsatz kommenden Materialien und Baustoffe müssen für den Einsatz im Trinkwasserbereich zugelassen (DVGW, KTW, DVGW - W 121) sein.
5. Da das Brunnengebäude vollständig (einschließlich Bodenplatte zurückgebaut werden soll, sind sämtliche Abbruchmaterialien unter Einhaltung der abfallrechtlichen Bestimmungen ordnungsgemäß zu entsorgen.
6. Nach der vollständigen Verpressung des Brunnenrohres ist die verpresste Verrohrung mit einer mind. 25 cm starken Betonplatte (Durchmesser mind. 1,5 m) zu verschließen, so dass auch ggfs. vorhandene Umläufigkeiten zwischen äußerer Brunnenverrohrung und Gebirge unterbunden werden.
7. Für den Rückbau/ Verpressung des Brunnens dürfen nur Bohrunternehmen beauftragt werden, die die Qualifikationskriterien des DVGW-Arbeitsblattes W 120 -1 (Teilgebiet Sanierung/Rückbau) erfüllen.
8. Das während der Verfüllung/ Verpressung anfallende verdrängte Brunnenwasser ist restlos aufzunehmen/ abzupumpen und einer ordnungsgemäßen Entsorgung (z.B.: Kläranlage, unter Beachtung der jeweiligen Abwassersatzung) zuzuführen. Sofern eine Einleitung in ein Gewässer angedacht ist, kann dies ggfs. nach einer vorherigen ausreichenden Aufbereitung (z.B. mittels Aktivkohle) unter Einhaltung der Geringfügigkeitsschwellenwerte((GWS-VwV vom 18.07.2021 (StAnz. 32/21 S. 1046)) erfolgen.

## 5.6 Anpassung Straßenentwässerung A44 und B7

In der Straßenböschung der B7 mündet bei ca. Station S 0+455 ein Entwässerungsrohr der höher liegenden BAB A44. Das Wasser der Autobahn wird im Anschluss über eine Pflasterrinne in einen Fallschacht geleitet, von diesem in einem Rohr DN 600 unter dem Wirtschaftsweg am Böschungsfuß hindurch und dann in einem Graben zur Losse geleitet. Die Böschung wird in diesem Bereich ertüchtigt. Es ist geplant, den Fallschacht um ca. 50 cm bis auf neue GOK zu erhöhen und die oberhalb gelegene Pflasterrinne rückzubauen und auf der neuen Böschung neu herzustellen. Die Einleitung in die Losse bleibt bestehen.

Bei Volleinstau des Beckens staut der Wasserspiegel bis in das Rohr in der Böschung zurück. Aufgrund des höher liegenden Schachts in der Böschung zwischen Autobahn und Bundesstraße und des Rohrdurchmessers beeinflusst dieser Rückstau die Abflussleistung der Autobahnenentwässerung nicht.



Abbildung 5.2: Entwässerungsbauwerk der A44, links unterhalb der B7, rechts oberhalb der B7

Bei Station 0+560 besteht ein stillgelegtes Entwässerungsbauwerk der B7. Es ist vorgesehen, das bereits teilweise verfüllte Rohr vollständig zu verdämmen und die Böschungsvorschüttung gegen das Bauwerk zu schütten. Die Bundesstraße entwässert inzwischen in das RRB 4.



Abbildung 5.3: Stillgelegte Entwässerung der B7, rechts das teilweise verfüllte Rohr

## 5.7 Maßnahmen im Bereich der Bahntrasse

Neben den in Abschnitt 3.5 erläuterten Erdbaumaßnahmen sind entlang der Bahntrasse weitere Maßnahmen vorgesehen.

In Abstimmung mit der Regionalbahn Kassel wird zwischen den Unterhaltungswegen auf der Dammkrone bzw. auf der Vorschüttung und den Gleisen ein Zaun angeordnet. Er soll unabsichtliches Betreten des Sicherheitsraumes und der Gleisanlage verhindern.

Der Zaun wird so angeordnet, dass er mindestens 5 m Abstand zur Gleisachse aufweist und somit außerhalb des Sicherheitsraumes der Gleise liegt. Um negative Einflüsse auf die Lebensräume von Wildtieren zu vermeiden, wird er als Weidezaun mit Litzen ausgebildet. Die unterste Litze verläuft dabei 1,0 m über dem Gelände. So soll eine Zerschneidung von Lebensräumen vermieden und Wildwechsel ermöglicht werden.

Um die Entwässerung der Bereiche sicherzustellen, die vorher über die Talböschung entwässert haben, wird zwischen Zaun und Gleiskörper auf ca. 235 m Länge zwischen Station B 0+600 und HD 0+800 eine unbefestigte Entwässerungsmulde angeordnet. Die Entwässerungsmulde wird luftseitig des Hauptdamms zwischen Station HD 0+815 und HD 0+855 über eine Rinne die Böschung hinuntergeführt und dort in das bestehende Grabensystem eingeleitet, so dass sich am Wasserhaushalt der anschließenden Feuchtwiesen und Quellbiotop keine Veränderung einstellt. Zur Vermeidung von Erosion wird die Rinne im Bereich der Böschung auf einer Länge von ca. 70 m mit Natursteinen gepflastert.

Von der bestehenden Entwässerungsmulde östlich der Bahntrasse queren zwei Rohre den Gleiskörper und entwässern ebenfalls über die Talböschung. Diese werden, je nach Lage, entweder in die geplante Entwässerungsmulde eingeleitet oder über eine Plasterinne ins Tal geführt.

## 5.8 Baustellenzufahrt

Die Zufahrt zur Baustelle kann von der B7 im Bereich des bestehenden Regenklärbeckens (Lage geplanter Hauptdamm) und von Süd-Westen auf der Höhe von Waldhof erfolgen.

Die Zufahrt über die B7 von Norden her ist aufgrund der für 3,5 t zugelassenen Brücke nur eingeschränkt möglich. Aufgrund der Einmündungssituation an der B7 müssen entsprechende Verkehrssicherungsmaßnahmen vorgesehen und mit Hessen Mobil abgestimmt werden.

Die Baustellenzufahrten werden im Zuge der Bauausführung separat verkehrsrechtlich beantragt.

## 5.9 Bauablauf

Nachfolgend ist ein möglicher Bauablauf zusammengefasst:

- Baustelleneinrichtung
- Abräumen und Roden der erforderlichen Flächen
- Oberbodenabtrag Bereich Hauptdamm und Vorschüttung B7
- Herstellen der Baustraßen
- Herstellen der bauzeitlichen Gewässerüberfahrten
- Herstellen der Untergrundabdichtung (Teilabschnitt)
- Verlegen der Ver- und Entsorgungsleitungen in der Talsohle
- Rückbau bzw. Verdämmung der bestehenden MW- und WV-Leitungen
- Herstellen des Baugrubenverbau und der Untergrundabdichtung (Teilabschnitt)
- Aushub der Baugrube
- Herstellung des Auslassbauwerks
- Rückbau und Verfüllung des alten Tiefbrunnens
- Oberbodenabtrag Bereich Bahndamm
- Herstellen der Drainageleitungen
- Bau Kontrollschächte Hangdränage
- Dammschüttung Ostböschung
- Herstellen der neuen Gewässerabschnitte
- Verlegung des Gewässers
- Verfüllung des Gewässers im Bereich des Hauptdamms
- Fertigstellen der Untergrundabdichtung
- Einbau der Stahlwasserbauteile
- Fällarbeiten und Oberbodenabtrag Bereich Bundesstraße
- Anpassen des Entwässerungsbauwerks der A44
- Vorschüttung Bundesstraße
- Bau Pegelanlagen
- Dammschüttung Hauptdamm
- Herstellen der Mauer im Freibordbereich
- Herstellen des Technikgebäudes
- Verlegung Strom, Telekom und Steuerkabel
- Oberboden andecken
- Baustelle räumen

Für die Herstellung der Dämme ist es erforderlich, große Mengen Oberboden und Erdmaterial bauzeitlich abzutragen, zwischenzulagern und später wieder anzudecken. Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten kommt unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit nur der Beckenraum als Zwischenlager in Betracht. Das Risiko, dass bei Hochwasserereignissen Material abgeschwemmt werden könnte, muss dann in Kauf genommen werden. Soll das Material anderweitig zwischengelagert werden, würden weite Transportwege, die hohe Kosten mit sich brächten, erforderlich.

## 5.10 Bodenschutz und Eingriffsminimierung

Zur Berücksichtigung der Belange des Bodenschutzes wurde durch das Gutachterbüro Herzog ein Bodenschutzkonzept erstellt, das dem Antrag als Ordner 6 beigefügt ist.

Für eine detaillierte Beschreibung der Vermeidungs- und Ausgleichsmaßnahmen wird auf das Bodenschutzkonzept verwiesen.

In der Planung wurde der Flächenbedarf so weit wie möglich reduziert. Während sich der Platzbedarf der technischen Anlagen wie z.B. Auslassbauwerk, Damm, Unterhaltungswege und Pegel aufgrund ihrer Funktion und denen zur Funktion erforderlichen Randbedingungen nicht weiter reduzieren lässt, kann durch Ausnutzung der überbauten Flächen und durch Optimierung des Bauablaufs, die zusätzliche bauzeitlich beanspruchte Fläche für Baustelleneinrichtung, Zwischenlager und Baustraßen auf ein erforderliches Minimum reduziert werden.

Dazu ist es erforderlich, dass während des Baus des Auslassbauwerks die Aufstandsfläche des Hauptdamms als Zwischenlagerfläche genutzt wird. Zudem müssen die Vorschüttungen auf Seite der B7 und auf Seite der Bahn nacheinander hergestellt werden, sodass der zwischenzulagernde Oberboden nicht zeitgleich anfällt.

Da über die gesamte Bauzeit Flächen zur Baustelleneinrichtung und Lagerung von Bodenmaterial erforderlich sind, kann auf die bauzeitliche Inanspruchnahme von Flächen außerhalb der überbauten Eingriffsflächen nicht vollständig verzichtet werden.

Alle bauzeitlich erforderlichen Baustraßen und Transportwege können im Bereich der geplanten und dauerhaft genutzten Unterhaltungswege hergestellt werden. Über einen großen Abschnitt der Bauzeit bis zur Schüttung des Hauptdamms kann die Anbindung an die B7 im Süden des Stauraums als Baustellenzufahrt und die Anbindung im Bereich des RRB4 als Ausfahrt genutzt werden. So können die Fahrwege verkürzt und Schall- und Staubemission reduziert werden.

Insgesamt werden für Baustraßen, Zwischenlagerflächen, Baustelleneinrichtungsflächen und die Baumaßnahmen ca. 83.200 m<sup>2</sup> (Baukorridor) benötigt. Davon liegen ca. 75 % innerhalb der dauerhaft überbauten Flächen. Die verbleibenden 25% werden zur Zwischenlagerung von Oberboden und als Arbeitsstreifen sowie zum Anschluss der Erdbaumaßnahmen an den Bestand benötigt.

Bei dem Anlegen von Baustraßen oder Fahrspuren wird grundsätzlich der Oberboden nicht ausgebaut, stattdessen auf der Grasnarbe Lastverteilungsplatten ausgelegt oder bei dauerhafter starker Beanspruchung ein Geogitter und darauf die Schottertragschicht aufgebaut. Das gilt auch für die Flächen im Baukorridor, die nicht als BE- oder Bodenlagerfläche ausgewiesen sind.

Der abgetragene Oberboden und das anfallende Aushubmaterial werden vollständig innerhalb der Baumaßnahme weiterverwendet, so dass kein Abtransport erforderlich ist. Die maximal 2,0 m hohen Oberbodenmieten werden zum Schutz vor Erosion durch Niederschlag und Hochwasser eingesät. Der Oberboden der in den Waldflächen abgetragen wird, muss durch grobes Sieben von großen Wurzeln und Holz befreit werden, das Bodengefüge bleibt dabei jedoch weitgehend erhalten (siehe Tabelle 5-1).

Tabelle 5-1: Übersicht Erdmassen; Angabe Lagerfläche bei zeitgl.Lagerung; Annahme Siebverlust Waldboden 40%

	<u>Fläche</u>	<u>Bodenmenge</u>
Abtrag Oberboden	ca. 38.000 m <sup>2</sup>	ca. 13.300 m <sup>3</sup>
Abtrag Waldboden durchwurzelt, sieben	ca. 19.100 m <sup>2</sup>	ca. 2.300 m <sup>3</sup> (gesiebt)
Auftrag Oberboden	ca. 48.000 m <sup>2</sup>	ca. 15.600 m <sup>3</sup>
Aushub/ Abtrag	8.050 m <sup>3</sup>	
Wiedereinbau	8.050 m <sup>3</sup>	
Zwischenlagerfläche Oberboden	max. 9.700 m <sup>2</sup> temporäre Flächeninanspruchnahme	
Zwischenlagerfläche Aushub	ca. 4.000 m <sup>2</sup> vollst. im Bereich überbauter Flächen	
Fläche Baufeld (Baukorridor)	ca. 82.500 m <sup>2</sup>	
Fläche dauerhaft überplant / überbaut	ca. 62.500 m <sup>2</sup>	
Fläche nur bauzeitlich beansprucht	ca. 20.000 m <sup>2</sup> BE-Fläche und Lagerflächen	

Die vorgesehenen Baustelleneinrichtungs- und Lagerflächen sind im Plan Anlage 2.05 dargestellt.

In Abstimmung mit dem Gutachterbüro Herzog wurden die folgenden Materialanforderungen definiert.

Wühltierschutz: Der Wühltierschutz wird in Form eines Stein-Bodengemisches ausgebildet. Wichtig ist, dass ein hoher Anteil schafkantiger Steine enthalten ist. Die Zwischenräume werden mit lehmig-sandigen Substrat ausgefüllt, damit eine durchgängige durchwurzeltbare Bodenschicht gegeben ist. Die Anforderungen an die Bodenarten/Korngrößenverteilung des Feinsubstrates in der Schicht des Wühltierschutzes wird im Rahmen der Ausführungsplanung durch die Bodenbaubegleitung (BBB) in Abstimmung mit dem techn. Planer/Baugrundgutachter abgestimmt.

Oberboden aus Waldflächen: Oberboden, der von zuvor mit Gehölzen bewachsenen Flächen gewonnen wurde, muss, wenn er auf dem Damm wiedereingebaut wird, mit dem Sieb- oder Zinkenlöfel eines Baggers von groben Wurzeln und Holzresten befreit werden. Oberboden, der von den Grünlandflächen der künftigen Dammaufstandsfläche gewonnen wurde, wird nicht weiterbearbeitet. Damit wird insgesamt sichergestellt, dass der aufgetragene Oberboden noch ursprüngliche Merkmale des Bodengefüges aufweist. Oberboden, wie der im Landschaftsbau übliche, auf z.B. Rasenflächen aufgetragene, feinkörnig gesiebte Oberboden, ohne Bodenstruktur findet bei der Maßnahme keine Anwendung.

Zur Wahrung der Belange des Bodenschutzes in der Bauphase muss eine bodenkundliche Baubegleitung (BBB) nach DIN 19639 beauftragt werden, die über entsprechende Fachkenntnisse in den Bereichen Bodenansprache, Bodenphysik und -mechanik, Bodenchemie und Bautechnik verfügt. Die BBB gewährleistet z.B. die Berücksichtigung der Bodenschutzbelange im LV, bei der Bauüberwachung oder bei der Ausführung von Erdarbeiten nach DIN 18915.

## 5.11 Kampfmittel im Projektgebiet

Eine Anfrage beim Kampfmittelräumdienst des Landes Hessen vom 09.06.2020 hat keinen begründeten Verdacht ergeben, dass mit dem Auffinden von Bombenblindgängern zu rechnen ist. Da auch sonstige Erkenntnisse über eine mögliche Munitionsbelastung dieser Fläche nicht vorliegen, ist eine systematische Flächenabsuche nach Angabe des Kampfmittelräumdienstes nicht erforderlich. Die Anfrage wurde unter dem Zeichen K 1420-2020 bearbeitet.



## 5.12 Probestau

Zur Prüfung der Funktionstüchtigkeit des Hochwasserrückhaltebeckens soll nach DIN 19700, Teil 12, vor der Freigabe zum Betrieb ein Probestau bis zur Höhe von mindestens  $\frac{3}{4}$  des Vollstaus, also bis  $277,80 \text{ m+NHN} + \frac{3}{4} \times 12,0 \text{ m} \approx 286,80 \text{ m+NHN}$ , durchgeführt werden.

In der Praxis wird in der Regel oft das erste geeignete Hochwasserereignis für den Probestau verwendet. Ein Probestau sollte auf jeden Fall vor Ablauf der Verjährungsfrist für Mängelansprüche durchgeführt werden.

Im Rahmen dieses Probestaus sollten Abflussmessungen zur Überprüfung der berechneten Schieberöffnungshöhen durchgeführt werden, so dass ggf. Anpassungen der Schieberöffnungshöhen vorgenommen werden können.

Aufgrund der Fließzeit zwischen dem Auslassbauwerk und der Ortslage Helsa gestaltet sich ein Herantasten an die Regelabgabe schwierig. Bereits im Vorfeld des Probestaus sollten Ereignisse mit hohen Abflüssen, auch unabhängig vom Einstaubeginn, genutzt werden, um erste Messungen durchzuführen. Die Messungen können ggf. von der Brücke im Bereich des Unterwasserpegels erfolgen. Während des Probestaus sollte die Leistungskurve der Tiefschütze zur Überprüfung der Beckenabgabe mit herangezogen werden.

Der Probestau ist vom Betreiber in Abstimmung mit der unteren Wasserbehörde zu planen und durchzuführen.

WALD + CORBE Consulting GmbH



Dipl. -Ing. J. Koch



i. A. Dipl. -Ing. S. Rapp

## Quellenverzeichnis

- [1] Norm DIN 19700-10:2004, Stauanlagen Teil 10: Gemeinsame Festlegungen
- [2] Norm DIN 19700-11:2004, Stauanlagen Teil 11: Talsperren
- [3] Norm DIN 19700-12:2004, Stauanlagen Teil 12: Hochwasserrückhaltebecken
- [4] LUBW: Arbeitshilfe zur DIN 19700 für Hochwasserrückhaltebecken. 1. Auflage: Karlsruhe, 2007
- [5] Gesellschaft für Wasserwirtschaft, Gewässerökologie & Umweltplanung: Niederschlags-Abfluss-Modell als Grundlage für überregionale Hochwasserschutzmaßnahmen an der Losse; 2012
- [6] Gesellschaft für Wasserwirtschaft, Gewässerökologie & Umweltplanung: Ermittlung der BHQ1- und BHQ2-Abflusskurven an der Losse für den Standort des geplanten HRB´s Helsa; 2020
- [7] Gesellschaft für Wasserwirtschaft, Gewässerökologie & Umweltplanung: Ermittlung der Ermittlung der zu erwartenden Wasserspiegellagen der Losse im Unterwasser des geplanten HRB´s Helsa für BHQ1, BHQ2 und Regelabfluss; 2020
- [8] DAS BAUGRUND INSTITUT: Hochwasserrückhaltebecken Helsa - Geotechnisches Gutachten, Juli 2021



## Anhang A

### Grunderwerbsverzeichnis

Nr.	Flurstücksnummer	Name und Anschrift des Eigentümers	Grundstücksfläche gesamt (m <sup>2</sup> )	Erwerb/ Gestattung (m <sup>3</sup> )	Restfläche (m <sup>2</sup> )	Restfläche im Einstaubereich (m <sup>2</sup> )	Vorübergehend beanspruchte Fläche (m <sup>2</sup> )	Bemerkung
<b>Gemarkung Helsa</b>								
1	1 / 1	Wasserverband Losse	2.837	229	2.608	2.608	71	Grünland; Flur 24
2	2 / 1	Privateigentümer	2.766	279	2.487	2.487	54	Grünland; Flur 24
3	3 / 1	Bundesrepublik Deutschland - Bundesstraßenverwaltung	1.432	417	1.015	1.015	66	Grünland; Flur 24
4	3 / 2	Bundesrepublik Deutschland - Bundesstraßenverwaltung	1.290	459	831	831	71	Grünland; Flur 24
5	3 / 3	Wasserverband Losse	1.937	221	1.716	1.716	327	Grünland; Flur 24
6	3 / 4	Wasserverband Losse	2.006	335	1.671	1.671	921	Grünland; Flur 24
7	3 / 5	Wasserverband Losse	2.010	414	1.596	1.596	1.141	Grünland; Flur 24
8	4 / 1	Privateigentümer	3.084	642	2.442	2.442	1.661	Grünland; Flur 24
9	5 / 2	Gemeinde Helsa	8	8	0	-	-	Grünland; Flur 24
10	5 / 3	Privateigentümer	7.768	4.549	3.219	221	3.174	Grünland; Flur 24
11	9 / 1	Wasserverband Losse	1.236	59	1.177	1.177	22	Grünland; Flur 25
12	10 / 1	Privateigentümer	4.607	571	4.036	4.036	103	Grünland; Flur 25
13	11 / 1	Privateigentümer	3.031	507	2.524	2.524	238	Grünland; Flur 25
14	12 / 1	Gemeinde Helsa	4.600	628	3.972	3.972	183	Grünland; Flur 25
15	13 / 1	Privateigentümer	987	114	873	873	34	Grünland; Flur 25

Nr.	Flurstücksnummer	Name und Anschrift des Eigentümers	Grundstücksfläche gesamt (m <sup>2</sup> )	Erwerb/ Gestattung (m <sup>3</sup> )	Restfläche (m <sup>2</sup> )	Restfläche im Einstaubereich (m <sup>2</sup> )	Vorübergehend beanspruchte Fläche (m <sup>2</sup> )	Bemerkung
16	14 / 1	Gemeinde Helsa	3.296	137	3.159	3.159	72	Grünland; Flur 25
17	15	Privateigentümer	1.255	-	1.255	-	21	Weg; Flur 24
18	15	Wasserverband Losse	2.500	158	2.342	2.342	47	Grünland; Flur 25
19	16	Privateigentümer	1.979	-	1.979	-	114	Weg; Flur 24
20	16 / 1	Wasserverband Losse	2.510	145	2.365	2.365	31	Grünland; Flur 25
21	17	Privateigentümer	5.771	3.058	2.713	-	192	Grünland; Flur 24
22	17 / 1	Privateigentümer	2.387	99	2.288	2.288	27	Grünland; Flur 25
23	18	Privateigentümer	2.695	2.695	0	-	-	Grünland; Flur 24
24	18 / 1	Wasserverband Losse	2.363	95	2.268	2.268	40	Grünland; Flur 25
25	19	Privateigentümer	6.476	5.617	859	853	746	Grünland; Flur 24
26	19 / 1	Privateigentümer	3.153	162	2.991	2.991	49	Grünland; Flur 25
27	20	Privateigentümer	5.777	4.542	1.235	1.235	1.059	Grünland; Flur 24
28	20 / 1	Wasserverband Losse	2.221	140	2.081	2.081	160	Grünland; Flur 25
29	21	Privateigentümer	1.600	466	1.134	1.134	602	Grünland; Flur 24
30	21 / 1	Wasserverband Losse	2.162	85	2.077	2.077	222	Grünland; Flur 25
31	21 / 2	Gemeinde Helsa	18	-	18	18	7	Grünland; Flur 25

Nr.	Flurstücksnummer	Name und Anschrift des Eigentümers	Grundstücksfläche gesamt (m <sup>2</sup> )	Erwerb/ Gestattung (m <sup>3</sup> )	Restfläche (m <sup>2</sup> )	Restfläche im Einstaubereich (m <sup>2</sup> )	Vorübergehend beanspruchte Fläche (m <sup>2</sup> )	Bemerkung
32	22	Privateigentümer	1.469	340	1.129	1.129	501	Grünland; Flur 24
33	23	Wasserverband Losse	3.095	801	2.295	2.295	1.016	Grünland; Flur 24
34	25	Privateigentümer	1.756	85	1.672	1.672	-	Grünland; Flur 24
35	26	Regionalbahn Kassel GmbH	2.538	2.338	200	-	44	Wald; Flur 24
36	41	Privateigentümer	4.918	223	4.695	4.305	42	Grünland; Flur 25
37	42	Privateigentümer	1.683	144	1.539	1.539	18	Grünland; Flur 25
38	43	Privateigentümer	3.822	381	3.441	3.441	42	Grünland; Flur 25
39	44	Wasserverband Losse	1.809	224	1.585	1.585	22	Grünland; Flur 25
40	45 / 1	Wasserverband Losse	445	63	382	382	6	Grünland; Flur 25
41	45 / 2	Privateigentümer	2.255	468	1.787	1.787	39	Grünland; Flur 25
42	46	Privateigentümer	2.087	798	1.289	1.289	64	Grünland; Flur 25
43	47	Land Hessen Forstverwaltung, Berliner Platz 2 34260 Kaufungen	3.426	661	2.765	2.765	52	Grünland; Flur 25
44	48	Privateigentümer	1.473	272	1.201	1.201	27	Grünland; Flur 25
45	48 / 31	Bundesrepublik Deutschland - Bundesstraßenverwaltung	32.479	6.978	25.501	-	544	Bundesstraße; Flur 24
46	49	Privateigentümer	5.217	484	4.733	4.733	53	Grünland; Flur 25
47	49 / 10	Bundesrepublik Deutschland - Bundesstraßenverwaltung	123	123	0	-	-	Weg; Flur 24

Nr.	Flurstücksnummer	Name und Anschrift des Eigentümers	Grundstücksfläche gesamt (m <sup>2</sup> )	Erwerb/ Gestattung (m <sup>3</sup> )	Restfläche (m <sup>2</sup> )	Restfläche im Einstaubereich (m <sup>2</sup> )	Vorübergehend beanspruchte Fläche (m <sup>2</sup> )	Bemerkung
48	49 / 11	Gemeinde Helsa	115	115	0	-	-	Weg; Flur 24
49	49 / 12	Gemeinde Helsa	960	960	0	-	-	Weg; Flur 24
50	50	Wasserverband Losse	3.340	669	2.672	2.672	128	Grünland; Flur 25
51	51	Privateigentümer	2.644	1.052	1.592	1.592	54	Grünland; Flur 25
52	52	Regionalbahn Kassel GmbH	1.358	1.328	30	-	15	Grünland; Flur 25
53	53 / 1	Gemeinde Helsa	1.193	11	1.182	-	59	Weg; Flur 24
54	54	Regionalbahn Kassel GmbH	10.145	1.703	8.442	-	265	Bahnverkehr; Flur 24
55	55 / 46	Bundesrepublik Deutschland - Bundesstraßenverwaltung	28.963	4.289	24.674	-	654	Bundesstraße; Flur 25
56	56 / 14	Bundesrepublik Deutschland - Bundesstraßenverwaltung	129	48	129	-	47	Weg; Flur 25
57	56 / 15	Gemeinde Helsa	590	7	590	-	2	Weg; Flur 25
58	56 / 16	Bundesrepublik Deutschland - Bundesstraßenverwaltung	530	232	530	-	29	Weg; Flur 25
59	56 / 18	Bundesrepublik Deutschland - Bundesstraßenverwaltung	585	259	326	-	36	Weg; Flur 25
60	56 / 21	Gemeinde Helsa	1.801	1.496	305	285	194	Weg; Flur 25
61	57	Regionalbahn Kassel GmbH	2.656	421	2.235	-	133	Bahn; Flur 25
62	58 / 1	Gemeinde Helsa	2.329	1.062	1.268	1.099	17	Weg; Flur 25
63	63	Gemeinde Helsa	147	5	147	147	138	Grünland; Flur 24

Nr.	Flurstücksnummer	Name und Anschrift des Eigentümers	Grundstücksfläche gesamt (m <sup>2</sup> )	Erwerb/ Gestattung (m <sup>3</sup> )	Restfläche (m <sup>2</sup> )	Restfläche im Einstaubereich (m <sup>2</sup> )	Vorübergehend beanspruchte Fläche (m <sup>2</sup> )	Bemerkung
64	64 / 1	Gemeinde Helsa	4.389	866	3.523	1.994	683	Fließgewässer; Flur 24
65	65 / 7	Bundesrepublik Deutschland - Bundesstraßenverwaltung	5.023	1.042	3.981	-	603	Stehgewässer; Flur 24
66	66	Gemeinde Helsa	140	18	122	122	7	Fließgewässer; Flur 25
67	67 / 6	Gemeinde Helsa	5.835	157	5.678	3.979	154	Losse; Flur 25
68	71 / 13	Regionalbahn Kassel GmbH	5.281	1.072	4.209	-	69	Bahn; Flur 24
69	72 / 14		5.324	121	5.324	-	114	Bahn; Flur 24
70	75 / 52	Gemeinde Helsa	2.374	1.532	843	-	369	Weg; Flur 24
71	81 / 62	Gemeinde Helsa	524	156	368	-	-	Grünland; Flur 24
72	89 / 24	Wasserverband Losse	2.366	21	2.345	2.345	12	Grünland; Flur 24
73	90 / 24	Gemeinde Helsa	623	606	17	17	12	Tiefbrunnen; Flur 24
74	97 / 1	Regionalbahn Kassel GmbH	726	726	0	-	-	Bahn; Flur 23
75	97 / 2	Regionalbahn Kassel GmbH	1.074	500	574	-	100	Bahn; Flur 23
76	143 / 97	Regionalbahn Kassel GmbH	10.031	1.048	8.983	-	277	Bahn; Flur 23
<i>Im Rahmen der Schaffung von landschaftspflegerischen Ausgleichsflächen bzw. von Ausgleichsmaßnahmen wird u.U. bei weiteren Flurstücken ein Erwerb bzw. eine vorübergehende Inanspruchnahme/ Pflege erforderlich.</i>								



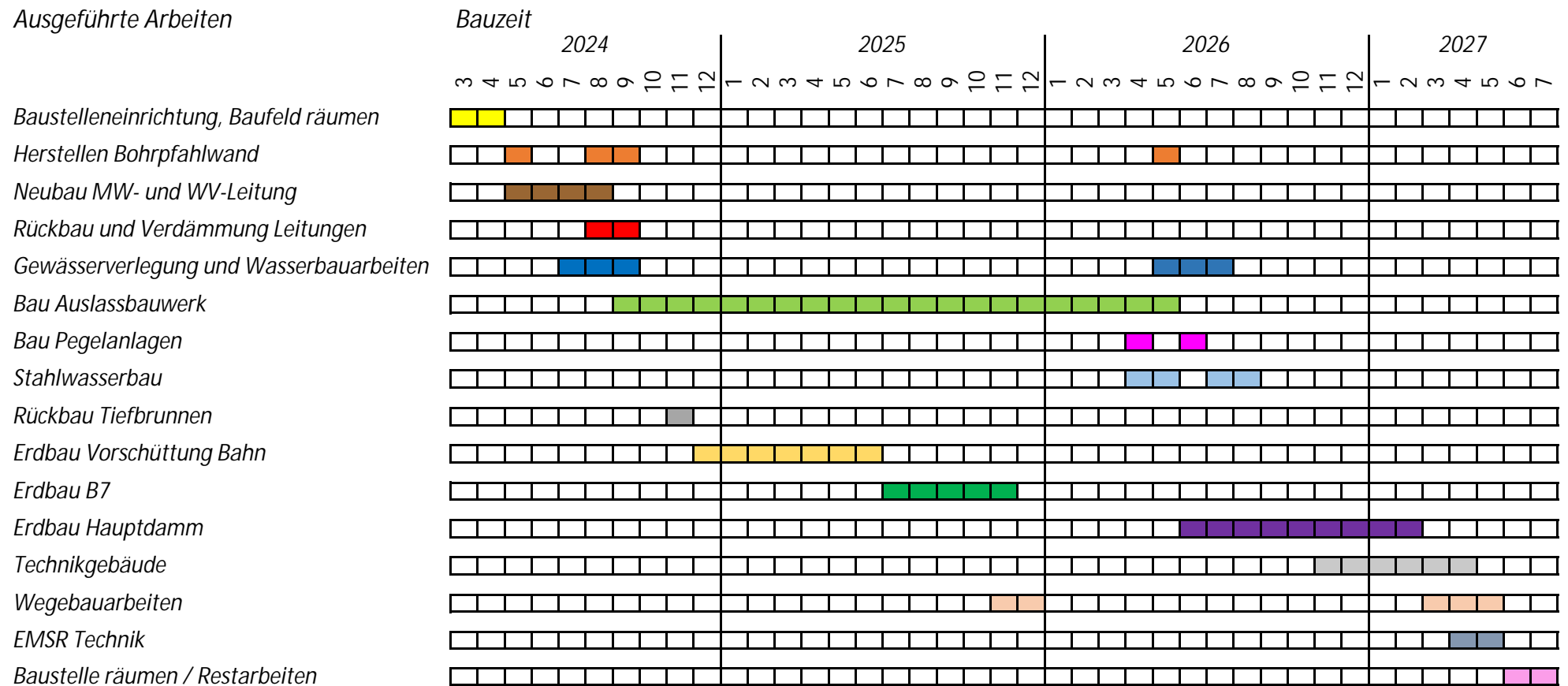
## Anhang B

### Vorläufiger Bauzeitenplan

## Bau des Hochwasserrückhaltebeckens Helsa / Losse

Bauzeitenplan zum Planungsstand Entwurfsplanung

### Ausgeführte Arbeiten



Annahmen : Baubeginn März 2024; Baumfällungen etc. als vorgezogene Arbeiten im Winter; Ökologische Ausgleichsmaßnahmen nicht berücksichtigt