



## Wasserverband Würm

# Hochwasserrückhaltebecken Maurener Tal Genehmigungsplanung

### Anlage 1

### Erläuterungsbericht

Januar 2019

WALD + CORBE Consulting GmbH

Hauptsitz Hügelsheim

Am Hecklehamm 18

Tel. +49 7229 1876-00

76549 Hügelsheim

Fax +49 7229 1876-777

[www.wald-corbe.de](http://www.wald-corbe.de)

■ Hügelsheim

■ Stuttgart

■ Haslach

■ Speyer



# Hochwasserrückhaltebecken Maurener Tal

## Genehmigungsplanung

Hügelsheim, am 18.01.2019

Projektnummer 102.15.042  
Projektbearbeitung Dipl.-Ing. Ch. Stieler

Bericht W:\WV-Würm\_HRB-  
MaurenerTal\Bericht\4\_Genehmigungsplanung\201  
9-01-18\_Bericht Genehmigungplanung.docx



WALD + CORBE Consulting GmbH



## Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Veranlassung und Ziele</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Planungsrandbedingungen</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Festlegung des Dammstandortes</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Planung des HRB Maurener Tal</b>	<b>4</b>
4.1	Untersuchte Trassenvarianten	4
4.2	Hydrologische Bemessungsgrößen	4
4.3	Stauwurzel/ Oberstromiges Planungsende	7
4.4	Beckenkenngrößen, Beckenklassifizierung	7
4.5	Geotechnisches Gutachten	8
4.5.1	Allgemeines	8
4.5.2	Untergrund	8
4.6	Ausbildung des Hochwasserschutzdammes	8
4.6.1	Allgemeines	8
4.6.2	Dammregelquerschnitt	9
4.6.2.1	Flächendrainage und Dammfuß-Mulde	9
4.6.2.2	Wasserseitiger Dichtungsteppich	10
4.6.2.3	Dammkrone	10
4.6.3	Regelprofil Dammscharte	10
4.6.3.1	Überfallkante (Sporn)	10
4.6.3.2	Deckwerk	11
4.6.4	Dammaufstandsfläche	11
4.6.5	Setzungen	12
4.7	Wegebaumaßnahmen	12
4.7.1	Zufahrtswege, Anbindung an die K 1001	12
4.7.2	Unterhaltungswege	13
4.8	Schutzeinrichtung an der K 1001 und deren Sperrung der K 1001	13
4.8.1	Einstau-Situation an der K 1001	13
4.8.2	Schutzdamm entlang der K 1001	13
4.8.3	Quermauer und Dammbalkenverschluss für die K 1001	14
4.9	Anpassung der vorhandenen Gewässer	14
4.9.1	Anpassung der Würm, Erfordernis der Pegelstrecke	14
4.9.2	Umleitungsgerinne während der Bauzeit	15

4.10	Auslassbauwerk	15
4.10.1	Konstruktive Gestaltung	15
4.10.2	Sohlgestaltung und Böschungssicherung im Ein- und Auslaufbereich	16
4.10.3	Tiefschütze	16
4.10.4	Durchwanderbarkeit / Durchgangsgerinne	17
4.10.5	Betriebsauslass	17
4.10.6	Gründung, Baugrube, Wasserhaltung	18
4.11	Umleitungsgerinne und Gewässerüberfahrt während der Bauzeit	18
4.12	Ausbau der Pegelstrecke für den Steuerpegel	19
4.12.1	Allgemeines	19
4.12.2	Flussbauliche Maßnahmen	19
4.13	Beckensteuerung und generelle Abflussaufteilung	20
4.14	Betriebsgebäude mit Frischwasseranschluss	21
4.15	Technische Ausrüstung, MSR-Technik	22
<b>5</b>	<b>Hydraulische Nachweise</b>	<b>24</b>
5.1	Schütze	24
5.2	Hochwasserentlastungsanlage	29
5.2.1	Allgemeines	29
5.2.2	Nachweis der Leistungsfähigkeit	29
5.3	Tosbecken	32
5.3.1	Allgemeines	32
5.3.2	Tosbeckenbemessung	33
5.4	Freibord	34
<b>6</b>	<b>Weitere Sachpunkte</b>	<b>37</b>
6.1	Straßendurchlass des Glemsbachs	37
6.2	Rückbau der Teichanlage im Einstaubereich	37
6.3	Wasserschutzgebiet „Füllesbrunnen“	38
6.4	Bestehende Versorgungsleitungen	38
6.5	Verlegung Solarstromeinspeisung	38
6.6	Stromversorgung, Leitungen der Netze-BW	38
6.7	Anpassung Abwasserdruckleitung	39
6.8	Grunderwerb	39
6.9	Unterhaltungsmaßnahmen	39
6.10	Entschädigungszahlungen für Überstauungen und Wertminderungen	39
6.11	Begleitende landschaftspflegerische Maßnahmen	40

6.12	Probestau	40
------	-----------	----

<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>41</b>
----------	------------------------	-----------

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 3.1</b>	Grobstandort des HRB (symbolisch)	3
<b>Abbildung 4.1</b>	Speicher- und Flächeninhaltslinie	6
<b>Abbildung 5.1</b>	Abminderungsbeiwert $\kappa$	25
<b>Abbildung 5.2</b>	Leistungskurven des Tiefschützes im Betriebsauslass	26
<b>Abbildung 5.3</b>	Steuerkurve des Tiefschützes im Betriebsauslass	28

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 4.1</b>	Zuflussscheitelwerte verschiedener Jährlichkeiten [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]	5
<b>Tabelle 4.2</b>	Einstaudauern verschiedener Jährlichkeiten [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]	6
<b>Tabelle 4.2</b>	Kenngößen des Dammbauwerks	9
<b>Tabelle 5.1</b>	Maximale Leistungsfähigkeit des Tiefschützes bei Einstau bis zum Vollstau	27
<b>Tabelle 5.2</b>	Hochwasser-Bemessungsabflüsse	29
<b>Tabelle 5.3</b>	Abflüsse bei Hochwasserentlastung	32
<b>Tabelle 5.4</b>	Tosbeckenabmessungen	34
<b>Tabelle 5.5</b>	Wellenauflauf und Windstau	36
<b>Tabelle 5.6</b>	Ermittlung der maßgebenden Kronenhöhe	36

## 1 Veranlassung und Ziele

Die aktuellen, dem Landratsamt und den Kommunen vorliegenden Hochwassergefahrenkarten (HWGK) zeigen, dass in der Gemeinde Ehningen bereits bei 10-jährlichen Hochwassern (HW) erste innerörtliche Überflutungen auftreten. Bei großen, z.B. 100-jährlichen Hochwassern, werden weite Ortsbereiche überflutet. Dass tatsächlich solch katastrophale Überflutungen auftreten können, zeigt das HW vom 24. Mai 1978, bei dem es zu katastrophalen Überflutungen in Ehningen kam.

Die Bestandanalyse, die im Rahmen der „Entwicklung einer HW-Schutzkonzeption für Ehningen“ [WALD + CORBE, 2014] durchgeführt wurde, hat gezeigt, dass ein ausreichender Schutz für Ehningen durch lokale Schutzmaßnahmen innerhalb der Ortslage allein nicht hergestellt werden kann. Insbesondere, weil aufgrund der örtlichen Gegebenheiten (eingestaute Brücken, Bebauung, Wegenetz, Infrastruktureinrichtungen, Rückstau in den Rohrbach, ...) eine innerörtliche Erhöhung der Leistungsfähigkeit nur in sehr geringem Umfang machbar ist.

Gemeinsam mit dem Landratsamt und der Gemeinde Ehningen wurde eine Hochwasser-schutzkonzeption ausgearbeitet, die als wesentlichen Baustein ein Hochwasserrückhaltebecken (HRB) an der Würm im „Mau-rener Tal“, unmittelbar oberstrom der Autobahnbrücke der A 81 vorsieht.

Bei der Planung des Hochwasserrückhaltebeckens im Maurener Tal sind die folgenden Vorgaben aus der Hochwasserschutzkonzeption zu berücksichtigen:

- HRB oberstrom der Brücke A 81 (am Flussgebiets-Modellknoten Nr. 180)
- Auslegung des Beckens auf ein HQ 100 (Vollstau beim 100-jährlichen Bemessungsereignis)
- Trockenbecken mit gesteuerter Beckenabgabe im Einstaufall
- Vollstauvolumen mindestens ca. 305.000 m<sup>3</sup>
- Überprüfung des verfügbaren Beckenvolumens hinsichtlich einer Reserve (> 305.000 m<sup>3</sup>)

## 2 Planungsrandbedingungen

Bei der Planung des HRB und insbesondere zur Optimierung des Dammstandorts und des nutzbaren Rückhaltevolumens waren u.a. folgende Grundlagen und Unterlagen des Auftraggebers zu berücksichtigen:

- Höhe der entlang des Stauraums verlaufenden Kreisstraße 1001 (OK Straße = OK des maximal nutzbaren Stauraums)
- Radweg parallel zur K 1001
- Landwirtschaftliche Gebäude am Rand des Einstaubereichs
- Teiche im Einstaubereich
- Über das Tal verlaufende Brücke der BAB 81
- Leitungen und Anlagen entlang der K 1001 sowie unter der Autobahnbrücke
- Brücken im Einstaubereich
- Einleitung des Glemsbachs

Weiterhin waren folgende Schutzgebiete zu beachten:

1. geschützte Biotope im Maurener Tal (Nasswiese, Großseggen-Ried in der Aue, geschützte Feldhecke sowie drei Waldbiotope)
2. Landschaftsschutzgebiet "Oberes Würmtal"
3. An die Stauwurzel angrenzendes Wasserschutzgebiet (Zone III/ IIIA "Füllesbrunnen, Schachtbrunnen Maurener Tal – Ehningen")

### 3 Festlegung des Dammstandortes

Grundsätzlich soll der Absperr-Damm des geplanten Beckens nahe der Ortslage liegen, um das unkontrollierte Zwischeneinzugsgebiet zwischen Becken und der Ortslage möglichst klein zu halten. Ein Standort zwischen der Autobahn und der Ortslage scheidet hierbei aus. Zum einen läge der für das Beckenvolumen erforderliche Vollstau (ZV) von ca. 443,00 m+NN deutlich über der (in Richtung Ehningen fallenden) K 1001, so dass diese beim Vollstau des HRB eingestaut wäre. Weiterhin wären die unter der Autobahnbrücke gelegenen Regenwasserbehandlungsanlagen dabei überstaut. Als Dammstandort kommt daher nur eine Trasse oberstrom der A 81-Brücke in Frage.

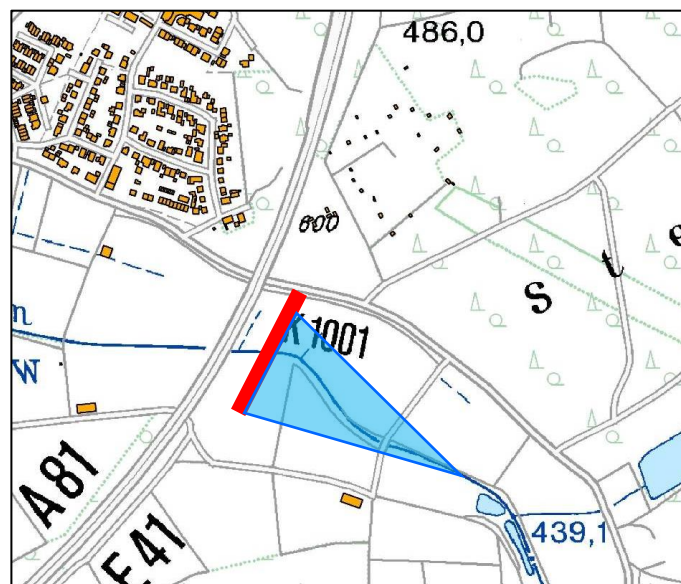


Abbildung 3.1 Grobstandort des HRB (symbolisch)



## 4 Planung des HRB Maurener Tal

Das HRB wird mit einem nutzbaren Rückhaltevolumen von rd. 320.000 m<sup>3</sup> im Hauptschluss der Würm, unmittelbar oberhalb der Ortslage bzw. der Brücke der BAB 81 errichtet. Beim 100-jährlichen Vollstau reicht der Wasserspiegel im Becken fast bis an die Kreisstraße 1001. Das Einzugsgebiet des HBB hat eine Größe von ca. 24,3 km<sup>2</sup>. Wesentliche Bestandteile sind der ca. 210 m lange und im Mittel etwa 3,4 m hohe Damm, das Auslassbauwerk zur Regulierung der Abflüsse, die wasser- und luftseitigen Zufahrts- und Unterhaltungswege sowie das Betriebsgebäude zur Aufnahme der Mess-, Steuer- und Regeltechnik (MSR-Technik).

### 4.1 Untersuchte Trassenvarianten

Im Zuge der Planung fand eine detaillierte Vermessung der Talgeometrie im vorgesehenen Einstau- und Dammbereich der Beckens (in der FGU festgelegter Grobstandort) sowie im näheren Umfeld statt. Darauf aufbauend wurden im Rahmen der Vorplanung 3 denkbare Trassenvarianten untersucht und hinsichtlich verschiedener Kriterien überprüft und bewertet. Die Untersuchung der Varianten und das Erarbeiten der Vorzugslösung erfolgten in enger Abstimmung mit der Gemeinde Ehningen und dem Landratsamt Böblingen. Sie kam zu dem Ergebnis, dass die Variante 1 gegenüber allen anderen Varianten die meisten Vorteile bietet (siehe WALD + CORBE, Bericht zur Vorplanung) und weiterverfolgt werden soll. Diese Variante beinhaltet folgende Aspekte:

- Es ist eine geschwungene Linienführung gegeben (das Dammbauwerk fügt sich gut in die Landschaft ein).
- Das Auslassbauwerk liegt in Gewässerachse (keine Verschwenkung des Bachbetts außerhalb des Dammes erforderlich).
- Der Damm liegt sehr nahe an der BAB-81 - Brücke, so dass kein Rückhaltevolumen „verschenkt“ wird.
- Es verbleiben nur wenige ungünstig zu bewirtschaftende Rest-Grundstücke zwischen Damm und Autobahn.

### 4.2 Hydrologische Bemessungsgrößen

Im Rahmen der Flussgebietsuntersuchung (FGU) wurde aufgezeigt, dass zur Auslegung des Beckens auf ein 100-jährliches Bemessungsereignis ein Rückhaltevolumen von mindestens rd. 305.000 m<sup>3</sup> erforderlich wird.

In der FGU wurde darüber hinaus untersucht, wie sich die Folgen der Klimaänderung auf die Hochwasserabflüsse auswirken. Der sogenannte „Lastfall Klimaänderung“ wurde gemäß dem Leitfaden „Festlegung des Bemessungshochwassers für den technischen Hochwasserschutz“ (LfU, 2005) berücksichtigt, in dem der 100-jährliche Hochwasserabfluss gegenüber dem im Flussgebietsmodell ermittelten Wert um 15% erhöht wurde.

Bezüglich der Auslegung des HRB auf den „Lastfall Klimaänderung“ ist zu beachten, dass der verfügbare Retentionsraum durch die Höhenlage der K 1001 begrenzt wird. Dieser wird bereits beim HQ100 nahezu vollständig ausgenutzt, d.h. es findet beim gewählten Vollstau von ZV = 443,00 m+NN gerade noch kein Überstau der K 1001 statt.

Das bereits gegebene Reserve-Volumen von ca. 15.000 m<sup>3</sup> (ca. 5 % des Beckenvolumens) gegenüber dem beanspruchten Rückhaltvolumen beim 100-jährlichen Hochwasser (305.000 m<sup>3</sup>) reicht nicht aus, um den „Lastfall Klimaänderung“ zu beherrschen. Hierfür müsste die Regelabgabe des HRB (gesteuerter Drosselabfluss im Einstaufall) erhöht werden. In Folge dessen müsste der Gewässerausbau in der Ortslage Ehningen angepasst werden. Da beim Lastfall „Klima“ auch entsprechend höhere Seitenzuflüsse (Krebsbach) berücksichtigt werden müssen, wurde in der FGU auch der eventuelle Bau eines zusätzlichen HRB am Krebsbach aufgezeigt. Diese zusätzlichen Schutzmaßnahmen können bei Bedarf zu einem späteren Zeitpunkt vertieft untersucht und ggf. geplant werden.

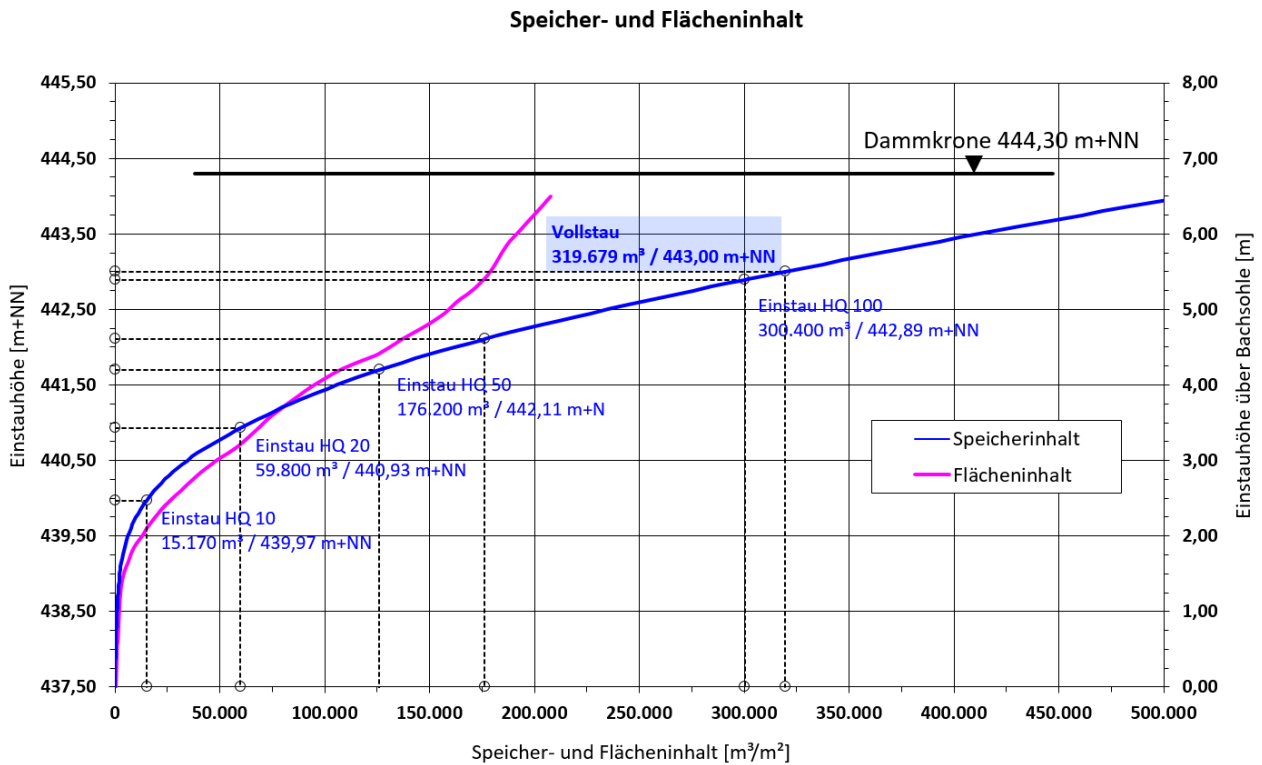
Um mit dem Volumen von 320.000 m<sup>3</sup> ein 100-jährliches Hochwasser beherrschen zu können, muss das HRB als gesteuertes Becken betrieben werden. Der Abfluss aus dem Hochwasserrückhaltebecken wird dabei im Einstaufall auf einen einstauabhängigen Regelabfluss von 8,7 m<sup>3</sup>/s (Einstaubeginn) bis 9,6 m<sup>3</sup>/s (Vollstau) gesteuert. Aus den hydrologischen Berechnungen mit dem Flussgebietsmodell ergeben sich die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Bemessungsabflüsse.

**Tabelle 4.1** Zuflussscheitelwerte verschiedener Jährlichkeiten [m<sup>3</sup>/s]

Abfluss Jährlichkeit [m <sup>3</sup> /s]	HQ 5	HQ 10	HQ 20	HQ 50	HQ 100	HQ 100- Klima
IST / Beckenzufluss	8,3	10,1	12,2	15,4	18,0	20,5
PLAN / Beckenabgabe (FGM-Var. P 2)	8,3	8,7	9,4	9,4	9,6	17,3

Der Regelabfluss von 8,7 m<sup>3</sup>/s bei Einstaubeginn entspricht einem 6-7-jährlichen Hochwasser. Das bedeutet, dass das Rückhaltebecken erst bei Überschreitung dieses Abflusses, also etwa alle 6 bis 7 Jahre in Einstau geht. Die Abgabemengen des HRB sind auf die vorgeschlagen innerörtlichen Maßnahmen abgestimmt, so dass im Zusammenwirken aller Maßnahmen der angestrebte 100-jährliche HW-Schutzgrad erreicht wird.

Die in Abbildung 3.1 dargestellte Speicher- und Flächeninhaltslinie wurde mit einem digitalen Geländemodell erstellt, das anhand von Befliegungsdaten (Laser-Scanning-Befliegung) sowie umfangreichen Detailvermessungen aufgebaut wurde. Anhand dieses Modells erfolgten auch die Festlegung des Vollstaus und die Überprüfung des Rückhaltvolumens.



**Abbildung 4.1** Speicher- und Flächeninhaltslinie

Die Einstaudauer des HRB (der gesamte Einstau- und Entleerungsvorgang ab Beginn der Abflussdrosselung) beträgt im Fall des 100-jährlichen Bemessungsereignisses ca. 40 h. Bei kleineren HW ist die Einstaudauer entsprechend kürzer – siehe Tabelle 4.2

**Tabelle 4.2** Einstaudauern verschiedener Jährlichkeiten [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

Abfluss Jährlichkeit [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]	HQ 5	HQ 10	HQ 20	HQ 50	HQ 100	HQ 100- Klima
Einstau- und Entleerungsdauer [h]	0	9,2	15,6	31,8	40,3	44,1

Die Öffnungsweiten der Kontrollorgane im Auslassbauwerk (Tiefschütze) werden dazu mit steigendem Beckenwasserstand immer weiter reduziert, um den Abfluss konstant zu halten. Die Entleerung des Beckens beginnt, sobald der Zufluss zum Becken kleiner wird als der Regelabfluss von  $9,7 \text{ m}^3/\text{s}$ . Mit sinkendem Wasserstand im Becken wird die Öffnungshöhe der Verschlüsse soweit vergrößert, dass die Abgabe weiterhin konstant  $9,7 \text{ m}^3/\text{s}$  beträgt.

### **4.3 Stauwurzel/ Oberstromiges Planungsende**

Die Stauwurzel definiert das Ende der Rückstauwirkung, die bei einem Volleinstau des Beckens gegeben ist. Die Stauwurzel liegt etwa 1000 m oberstrom des Dammes. Sie reicht dabei wenige Meter in die Zone III des angrenzenden Wasserschutzgebiets "Füllesbrunnen" (Schachtbrunnen Maurener Tal – Ehningen) hinein. Der Abstand zum Beginn der Schutzzone II beträgt etwa 90 m. Die Schutzzone I mit Brunnenstube liegt etwa 330 m außerhalb der Stauwurzel. Weiteres hierzu ist (insbesondere hinsichtlich einer möglichen Beeinflussung des Schutzgebiets bei einem 100-jährlichen Beckeneinstau) ist in Kapitel 6.3 erläutert.

### **4.4 Beckenkenngrößen, Beckenklassifizierung**

Mit dem Stauraum von 320.000 m<sup>3</sup> sowie einer Höhe des Auslassbauwerks von über 8 m über Gründungssohle (UK Bodenplatte Tosbecken) ist das HRB Maurener Tal gemäß DIN 19700 als „mittleres Becken“ zu klassifizieren. Demzufolge ist zum Schutz des gesamten Sperrenbauwerkes die Hochwasserentlastungsanlage so zu dimensionieren, dass die Bemessungshochwasserzuflüsse BHQ1 (T = 500 a) und BHQ2 (T = 5.000 a) sicher abgeleitet werden können.

## **4.5 Geotechnisches Gutachten**

### **4.5.1 Allgemeines**

Im Hinblick auf die bodenmechanischen und erdstatischen Gegebenheiten und Erfordernisse an die Maßnahme wurde durch die Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH – Institut für Geotechnik, Heidengaß 16, 76356 Weingarten, ein Gutachten erstellt. Im Zuge der Untersuchungen wurde der Baugrund mit 2 Kernbohrungen (BK), 2 schweren Rammsondierungen (RS) und 8 Kleinbohrungen (BS) erkundet.

Aufbauend auf den geologischen Gegebenheiten wurden im Gutachten sowohl die Gründung für das Bauwerk und den Rückhaltedamm, als auch der erforderliche Dammaufbau hinsichtlich den Anforderungen an das Schüttmaterial vorgegeben. Die Planung des Hochwasserrückhaltebeckens erfolgte nach diesen Vorgaben. Das geotechnische Gutachten liegt als Anlage 6 der Genehmigungsplanung bei.

### **4.5.2 Untergrund**

In den relativ hoch liegenden Bohrsondierungen BS 1, 4 und 7 wurde kein Wasser angetroffen. In der Talsohle lag der Grundwasserstand zum Zeitpunkt der Erkundung auf einem Niveau von ca. 438 m+NN und damit nur wenig unter Gelände. Es handelt sich um gespanntes Grundwasser.

## **4.6 Ausbildung des Hochwasserschutzdammes**

### **4.6.1 Allgemeines**

Der etwa 210 m lange Absperrdamm wird als begrünter Erddamm mit einem Gesamtschüttvolumen von ca. 15.000 m<sup>3</sup> errichtet. Die beidseitigen Böschungen des Dammes werden mit einer Neigung von 1:3 ausgebildet. Um einen fließenden Übergang zwischen bestehendem Gelände und dem Dammkörper zu erreichen, wird der Böschungsfuß wasser- und luftseitig leicht ausgerundet.

Die Dammkrone liegt entsprechend den Freibordberechnungen auf 444,30 m+NN. Die maximale Dammhöhe beträgt damit rd. 5,3 m, die mittlere Dammhöhe ca. 3,4 m. Die Dammkrone wird mit einer Breite von 4,0 m ausgebildet. Auf der Dammkrone wird ein 3,0 m breiter Weg hergestellt, um die Befahrung für Unterhaltungszwecke zu ermöglichen.

Das geplante Auslassbauwerk liegt bei Station 0+110. In den Anschlussbereichen wird die Dammkrone von 4 m auf 7,5 m Breite aufgeweitet, so dass dort ausreichend Arbeitsraum und Standfläche zum Montieren, Warten sowie Ein- und Ausheben der Verschlussorgane (Schütze und deren Antriebe) gegeben ist.

Zur Hochwasserentlastung wird in dem südlich der Würm liegenden Dammabschnitt eine Dammscharte mit einer Länge von 50,0 m (Kernbereich) angelegt, deren Oberkante auf Höhe des Vollstaus (ZV = 443,00 m+NN) liegt.

Die luftseitige Dammböschung wird dort mit einer Neigung von 1:6,0 ausgebildet und mit einem erosionsstabilen Deckwerk befestigt.

Die wichtigsten Kenngrößen des Dammbauwerkes sind in Tabelle 4.3 zusammengestellt. Die Querprofile sowie der Längsschnitt des Dammes sind in den Anlagen 3.1 bis 3.4 und 4.1 dargestellt.

**Tabelle 4.3** Kenngrößen des Dammbauwerkes

<b>Dammlänge</b>	210 m
<b>Maximale Dammhöhe</b>	5,3 m
<b>Mittlere Dammhöhe</b>	3,4 m
<b>Maximale Dammbreite (inkl. Ausrundungen am Dammfuß)</b>	45 m
<b>Dammvolumen (Schüttkörper)</b>	15.000 m <sup>3</sup>
<b>Rückhaltevolumen</b>	320.000 m <sup>3</sup>
<b>Kronenbreite</b>	4,0 m
<b>Böschungsneigung (luft- und wasserseitig)</b>	1:3,0
<b>Böschungsneigung Dammscharte</b>	1:6,0
<b>Vollstau (ZV)</b>	443,00 m+NN
<b>Freibord</b>	1,30 m
<b>Kronenhöhe</b>	444,30 m+NN

#### 4.6.2 Dammregelquerschnitt

Der Aufbau des Dammquerschnitts entspricht den im geotechnischen Gutachten aufgestellten Anforderungen. Für den Dammkörper ist eine homogene bindige oder gemischtkörnige Dammschüttung geplant, die (im Gegensatz zum sog. „Zonendamm“ mit grobkörnigem Stützkörper und bindiger Dichtungszone) die wirtschaftlichere Variante darstellt. Der homogene Damm wird aus einem einheitlichen Bodenmaterial geschüttet. Hierfür kann sowohl bindiges Erdmaterial der Gruppen TM, TL (leicht bis mittelplastische Tone, Lößlehm) als auch gemischtkörniger Boden (Bodengruppen GT\*, ST\*, Kies-Ton oder Sand-Ton) verwendet werden.

##### 4.6.2.1 Flächendrainage und Dammfuß-Mulde

Am luftseitigen Böschungsfuß muss der Damm zur Absenkung der Sickerlinie in Einstaufall sowie zur Verhinderung eines hydraulischen Grundbruches einen Fußfilter erhalten. Dieser wird als 1,5 m mächtiger Flächenfilter (Flächendrainage) aus durchlässigem Schotter aufgebaut. Die Unterkante des Filters wird 0,5 m unter dem Dammplanum angeordnet. Zur filterfesten Trennung ist allseitig ein Geotextil anzuordnen, welches in Kontaktflächen an feinteilfreie Böden (Kiese, Gerölle) nach Rücksprache mit der geotechnischen Fachbauleitung ggf. entfallen kann. Zur Abführung des Wassers in Richtung Auslassbauwerk bzw. Bach werden Dränrohre DN 150 angeordnet.

Gegebenenfalls sind ergänzend in einigen Bereichen grabenartige Vertiefungen des Filters (Entspannungsschlitze) erforderlich, die an die Sandschichten angeschlossen werden. Nähere Festlegungen hierzu erfolgen im Zuge der Bauausführung durch die geotechnische Fachbauleitung.

Für den Flächenfilter wird gemäß geotechnischem Gutachten ein zusätzliches, redundantes Sicherheitselement erforderlich. Hierfür wird parallel zum luftseitigen Dammfuß eine Mulde angelegt, welche die bindige Deckschicht schwächt und auf diese Weise eine Sollbruchstelle im Fall eines Filterversagens bildet. Wenn der Wasserdruck unter der Deckschicht nach dem Versagen des Flächenfilters ansteigt, wird der Boden im Bereich der Mulde – d.h. deutlich abgerückt vom Dammfuß - aufbrechen (geringste Deckschichtmächtigkeit) und damit die Standsicherheit des Dammes nicht gefährden.

#### **4.6.2.2 Wasserseitiger Dichtungsteppich**

Grundsätzlich kann es aufgrund der gering mächtigen Deckschichten im Stauraum im Einstaufall zu einer Unterströmung des Dammes kommen. Daher muss vor dem wasserseitigen Dammfuß in einem 5 m breiten Streifen ein 1,5 m mächtiger Dichtungsteppich aus Dichtungsmaterial angeordnet werden. Der Dichtungsteppich ist auch im Einlaufbereich des Auslassbauwerks und damit auch im Gewässer selbst vorzusehen.

Im unmittelbaren Einlaufbereich des Auslassbauwerkes wird der Dichtungsteppich hergestellt, indem unter den Wasserbausteinen zur Sohlsicherung eine 30 cm starke Schicht aus unbewehrtem Beton eingebaut wird.

#### **4.6.2.3 Dammkrone**

Auf der 4,0 m breiten Dammkrone wird ein 3,0 m breiter Dammkronenweg angelegt. Der Dammkronenweg wird entsprechend den „Richtlinien für den ländlichen Wegebau“ aus einer 25 cm starken Schottertragsschicht und einer 5 cm starken Deckschicht (0/16 mm) aufgebaut. Die Querneigung der Dammkrone beträgt ca. 2,7 % (Gefälle zur Wasserseite).

Mit Ausnahme des Dammkronenweges wird der Damm nach Abschluss der Dammschüttung mit einer 20 cm mächtigen Oberbodenschicht abgedeckt. Es ist vorgesehen, hierbei den im Bereich der Dammaufstandsfläche abgeschobenen Oberboden zu verwenden.

### **4.6.3 Regelprofil Dammscharte**

Zwischen Dammstation 0+028 und 0+078 wird die zur Hochwasserentlastung vorgesehene 50 m breite Dammscharte ausgebildet (Kernbereich). Die luftseitige Dammböschung wird dort mit einer Neigung von 1:6,0 angelegt. Grundsätzlich wird in diesem Bereich der gleiche Dammaufbau wie außerhalb der Dammscharte realisiert. Aufgrund der zusätzlichen mechanischen Beanspruchungen bei einem Überströmen der Dammscharte sind hier jedoch weitere Sicherungsmaßnahmen zu treffen.

#### **4.6.3.1 Überfallkante (Sporn)**

Zur Vermeidung von lokalen Abflusskonzentrationen und zur Herstellung einer definierten Überfallkante wird auf der Dammkrone an der luftseitigen Böschungsoberkante ein 40 cm breiter Betonsporn angeordnet.

Die Oberkante des Sporns liegt durchgehend auf Höhe des Vollstaus von 443,00 m+NN. Der Sporn dient insbesondere auch als Anfangswand für das luftseitig aufzubringende Deckwerk.

In dem Sporn wird eine 15 cm breite und 15 cm tiefe Nut ausgespart. Diese erlaubt es, durch das Einsetzen von Tiefbordsteinen eine nachträgliche Höhenregulierung der Überfallkante vorzunehmen - z.B. für den (sehr unwahrscheinlichen) Fall von Setzungen, die eine Schiefstellung und ungleichmäßige Beaufschlagung der Dammscharte zur Folge hätten.

#### **4.6.3.2 Deckwerk**

Zur Sicherung des anschließenden Böschungsbereichs gegen Erosion ist ein Mastix-Schotter-Deckwerk vorgesehen. Dieses besteht aus einer Schicht aus wasserdurchlässigem (dränfähigem) bituminös gebundenen Einkornsplitt. Im Gegensatz zu einem Deckwerk aus Wasserbausteinen ist hier nach dem Andecken von Oberboden und der Einsaat eine geschlossene, ebene Grasfläche gegeben. Dies hat vor allem Vorteile hinsichtlich des Landschaftsbildes und bei der Unterhaltung (Mäharbeiten). Bei einer Steinschüttung sind Mäharbeiten dagegen deutlich aufwändiger, da (auch bei Oberbodenauftrag und Einsaat) häufig größere Steine aus dem Boden herausragen.

Gemäß der Bemessung des Deckwerks im beiliegenden geotechnischen Gutachten (vgl. Anlage 6) ist folgender Aufbau erforderlich (das entsprechende Regelprofil liegt als Anlage 3.1 den Antragsunterlagen bei):

- 10 cm Oberboden
- 20 cm Mastix-Schotter-Deckwerk
- 30 cm Tragschicht (Sand-Splitt-Schottergemisch)

Am luftseitigen Böschungsfuß wird das mit Oberboden abgedeckte Mastix-Schotter-Deckwerk in einer 5,0 m breiten und ca. 40 cm tiefen Mulde weitergeführt. Im Entlastungsfall dient die Mulde zur Stabilisierung des Wechselsprungs und zur Energieumwandlung.

Die Dammkrone wird im Bereich der Dammscharte einschließlich der Rampen mit Natursteinplatten aus standortgerechtem Material befestigt. werden auf einer 25 cm dicken Schottertragschicht versetzt. Die Anordnung des Steinsatzes erfolgt so, dass die Oberkante der Steine rd. 2-3 cm unterhalb der Spornoberkante liegt.

#### **4.6.4 Dammaufstandsfläche**

Der Oberboden muss zunächst abgeschoben werden. Anschwemmungen im Bachbett, durchwurzelter Bereiche der Uferböschungen und aufgeweichte Lehmböden in der Abtragssole sind ebenfalls auszuheben. Baustraßen und andere wasserdurchlässige Schüttungen in der Dammaufstandsfläche müssen vor Beginn der Schüttung vollständig rückgebaut werden.

Der freigelegte Boden ist wasserempfindlich. Witterungsbedingt und beim Befahren mit schweren Baumaschinen und der damit einhergehenden dynamischen Belastung kann es zu Aufweichungen kommen. Deshalb wird eine Verbesserung des Planums durch Einfräsen eines hydraulischen Bindemittels (Mischbinder



mit 50 % bis 70 % Kalkanteil) erforderlich. Die Bindemittelmenge ist witterungsabhängig und kann erst im Zuge der Baumaßnahme festgelegt werden. Bei günstigen Randbedingungen kann auf die Bodenverbesserung zumindest in Teilen verzichtet werden.

#### **4.6.5 Setzungen**

Aufgrund der angetroffenen Bodenverhältnisse ist im Bereich des Dammlagers mit Untergrundsetzungen von maximal etwa 6 cm zu rechnen. Mehrere Zentimeter Setzungen können durch Eigenkonsolidierung des Schüttmaterials hinzukommen. Die Setzungen sind nach Einschätzung des Bodengutachters hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit des Dammkörpers unkritisch. Aufgrund von Erfahrungswerten des Bodengutachters werden etwa 50 % der Setzungen bereits während der Lastaufbringung eintreten.

Da Setzungen einen Einfluss auf die Einhaltung des erforderlichen Freibords haben, soll das Setzungsverhalten während der Bauzeit mittels Setzungsmesspegeln beobachtet werden. In Abhängigkeit der während der Bauzeit festgestellten Setzungen ist zu entscheiden, ob und in welchem Umfang ggf. eine Überhöhung der Dammkrone (z.B. 5 cm) vorzunehmen ist.

Nach Beendigung der Bauzeit sind regelmäßige Nivellements der Dammkrone durchzuführen. Hierzu werden Messpunkte auf der Dammkrone angeordnet. Bei Eintritt längerer Pausen im Bauablauf, soll eine Höhenkontrolle des Dammes vor und nach der Pause durchgeführt werden.

## **4.7 Wegebaumaßnahmen**

### **4.7.1 Zufahrtswege, Anbindung an die K 1001**

Der Bau des Hochwasserrückhaltebeckens bringt Wegebaumaßnahmen mit sich, die für die Unterhaltung und insbesondere für die Betriebssicherheit (Zugänglichkeit zum Betriebsgebäude und zum Auslassbauwerk) erforderlich sind.

Die Zufahrt zur Dammkrone und den Unterhaltungswegen erfolgt über eine neu herzustellende Anbindung an die K 1001. Die Anbindung wird in Form einer leichten Anrampung hergestellt, die von der Fahrbahn (OK ca. 442,70 m+NN) auf die etwa 1,6 m höher liegende Dammkrone (444,30 m+NN) führt. Es ist geplant, die Anbindung so auszulegen, dass eine Zu- und Abfahrt mit einem LKW (z.B. für Montagearbeiten) möglich ist. Auch die Zufahrt zu den luft- und wasserseitigen Unterhaltungswegen am Dammfuß erfolgt an dieser Stelle.

Weiterhin wird dort auch eine Dammüberführung des parallel zur K 1001 verlaufenden Wirtschaftsweges hergestellt. Aus diesen Anforderungen ergibt sich ein etwa 30 m langer Anschlussbereich. Für die Befestigung der dortigen Weganbindungen ist eine Asphalt-Tragdeck-Schicht vorgesehen.

Südlich des Damms wird eine weitere asphaltierte Zufahrt hergestellt und an den bestehenden Wirtschaftsweg angeschlossen.

Die Zufahrt zur Dammkrone sowie die wasser- und luftseitigen Unterhaltungswege werden für den öffentlichen Verkehr gesperrt. Hierzu werden entsprechende Absperrungen angeordnet. Für den landwirtschaftlichen Verkehr können soweit erforderlich die wasser- und luftseitigen Unterhaltungswege zur Bewirtschaftung der Grundstücke genutzt werden.

#### **4.7.2 Unterhaltungswege**

Am wasser- und luftseitigen Dammfuß wird jeweils ein 3,0 m breiter Unterhaltungsweg angeordnet. Hinsichtlich der besseren Unterhaltungsmöglichkeit (Reinigung nach einem Einstau) werden die wasserseitigen Wege mit einer 8 cm starken Asphalt-Tragdeckschicht befestigt. Als Unterbau ist eine 25 cm starke Schottertragschicht vorgesehen. Der luftseitige Dammfußweg auf der Südseite erhält aufgrund der Überströmung im Entlastungsfall ebenfalls eine Asphaltdecke.

### **4.8 Schutzeinrichtung an der K 1001 und deren Sperrung der K 1001**

#### **4.8.1 Einstau-Situation an der K 1001**

Die Fahrbahn der K 1001 liegt entlang des gesamten Stauraums mehr als 0,5 m über dem Vollstau des 100-jährlichen Hochwassers (443,00 m+NN). Lediglich im Bereich des Dammanschlusses liegt die ab Höhe der Autobahnbrücke in Richtung Ehningen fallende Straße etwa 10-20 cm unter dem Vollstau. Um eine Überstauung der Straße und insbesondere eine Umströmung des Damms im Fall der Hochwasserentlastung zu verhindern (Wasserstand im Becken steigt um 35 cm) sind folgende Maßnahmen vorgesehen.

#### **4.8.2 Schutzdamm entlang der K 1001**

Unmittelbar oberstrom des Dammanschlusses wird entlang der Straße auf etwa 30 m Länge ein Schutzdamm angeordnet. Dieser soll allein verhindern, dass das Wasser beim Vollstau auf die Fahrbahn tritt - so dass die Straße bis zu diesem Ereignis (HQ 100) noch befahrbar ist.

Der Schutzdamm bildet jedoch kein für die Sicherheit der Stauanlage erforderliches Bauteil im Sinne der DIN 19700. Daher erscheint es nicht erforderlich, mit diesem Damm die gleiche Freibordanforderung einzuhalten wie beim Absperrdamm (was eine etwa 1,6 m hohe und entsprechend lange Leiteinrichtung an der Straße erfordern würde). Zudem ist zu beachten, dass entsprechend der Beckenwasserstände im Entlastungsfall (>> HQ 100) ohnehin ein Dammbalkenverschluss quer zur Fahrbahn vorgesehen ist, dessen Oberkante die Freibordanforderungen der DIN 19700 erfüllt und die Anlagensicherheit für diese Lastfälle gewährleistet.

Unter diesen Gesichtspunkten ist geplant, den Schutzdamm mit einer Höhe von ca. 40 cm (OK 443,15 m+NN) anzuordnen, so dass dieser einen Freibord von 15 cm hat zum Vollstau hat.

### 4.8.3 Quermauer und Dammbalkenverschluss für die K 1001

Im Hochwasserentlastungsfall stellt sich im Becken ein maximaler Wasserstand von  $ZH\ 1 = ZH\ 2 = 443,35\text{ m+NN}$  (BHQ 2 entsprechend einem HQ 5.000). Dieser Wasserstand liegt etwa 60 cm über der Fahrbahn der K 1001 (OK  $\sim 442,70\text{ m+NN}$ ). In Verlängerung des Dammbauwerks (mit Kronenhöhe  $444,30\text{ m+NN}$ ) muss daher ein Absperr-Element geplant werden, welches quer zur Fahrbahn verläuft und nördlich der K 1001 in die steil ansteigende Böschung der BAB 81 einbindet.

Hierfür ist eine insgesamt etwa 30 m lange Stahlbetonmauer vorgesehen, die im Bereich der Fahrbahn und der beidseitigen Wege auf insgesamt etwa 10 m Länge unterbrochen wird. Für diese Abschnitte ist ein mobiler, 4-feldriger Dammbalkenverschluss vorgesehen.

Bei Erreichen des Vollstaus (bzw. einem noch abzustimmenden Wasserstand) werden die Dammbalken (mit den erforderlichen Zwischenstützen) eingesetzt und die Straße wird für den Durchgangsverkehr gesperrt. Für die Lagerung der Dammbalken wird neben der Straße ein Lagerraum erreicht. Für diesen ist eine Stahlbetonkonstruktion vorgesehen, die in den ansteigenden Dammkörper eingebunden ist bzw. (bis auf die Zugangsseite) von diesem überschüttet ist.

Für den Dammbalkenverschluss und die Quermauer wird eine Oberkante von  $444,75\text{ m+NN}$  vorgeschlagen (entsprechend einer Höhe von ca. 1,0 m über der Fahrbahn). Damit ist mit diesem Bauwerk ein Freibord gegenüber dem ZH 1 und ZH 2 von 40 cm gegeben ist. Dieses Maß erscheint ausreichend, da dieses Bauteil überströmungsfest ist und dessen Standsicherheit auch im Fall überschlagender Wellen nicht gefährdet ist.

## 4.9 Anpassung der vorhandenen Gewässer

### 4.9.1 Anpassung der Würm, Erfordernis der Pegelstrecke

Im Zulaufbereich des Auslassbauwerks muss die Würm auf etwa 20 m Länge neu gestaltet und befestigt werden. In diesem Zuge werden dort auch ein Grobrechen (Treibholzfang) sowie eine Baggerabfahrt zum Bauwerk angeordnet. Eine grundlegende Verschwenkung des Gewässerbetts ist nicht vorgesehen.

Unterstrom des Auslassbauwerks wird das Gewässer auf etwa 65 m Länge mit gestrecktem Verlauf und einheitlichem, leicht aufgeweitetem Abflussquerschnitt neu angelegt, so dass dort eine Mess- und Beruhigungstrecke (Pegelstrecke) gegeben ist, in welcher der Abfluss bei der Regelabgabe ( $9,6\text{ m}^3/\text{s}$ ) ohne Ausbuchtung und mit stabiler „Wasserstands-Abfluss-Beziehung“ abfließt.

In diesem Zuge muss auch der lokale Hochpunkt in der Sohle (kleine Verblockung mit Steinen, ca. 60 m unterstrom des Bauwerks) überbaut werden. Für die Steuerung und den sicheren Betrieb des Beckens ist der Ausbau als Pegelstrecke unerlässlich. Details zum Ausbau dieses Gewässerabschnitts sind in Kapitel 4.12 beschrieben.

#### **4.9.2 Umleitungsgerinne während der Bauzeit**

Das geplante Auslassbauwerk liegt vollständig im Bereich des bestehenden Gewässerbetts. Vor den Bauarbeiten am Auslassbauwerk muss für die Würm ein provisorisches Umleitungsgerinne angelegt werden, welches auf etwa 130 m Länge um die Baugrube herum führt. Am Beginn des Umleitungsgerinnes wird eine bauzeitliche Behelfsüberfahrt angeordnet.

### **4.10 Auslassbauwerk**

#### **4.10.1 Konstruktive Gestaltung**

Das Auslassbauwerk wird zur Regelung der Abflüsse und Bewirtschaftung des Stauraumes bei Dammsstation 0+110 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 der zwei Züge wird als Durchgangsgerinne (Ökogerinne) für die aquatische und terrestrische Durchgängigkeit mit rauer, besiedelbarer Sohle und seitlicher Berme ausgestattet. Er wird bei ansteigendem Hochwasser geschlossen und kann zum Zweck der Notentlastung bei extremer Hochwassersituation mit herangezogen werden. Die Regulierung der Abflüsse im Einstaufall erfolgt im rechten Bauwerkszug, dem Betriebsauslass.

Das Auslassbauwerk (Stahlbetonkonstruktion) hat eine Gesamtlänge von rd. 30 m. Es besteht aus einer Bodenplatte mit seitlich aufgehenden Wänden, einer Stauwand sowie einem Mittelpfeiler zur Trennung der beiden Bauwerkszüge. Die lichte Gesamtweite zwischen den seitlichen Wänden beträgt 8,50 m. Ober- und unterstrom des Mittelpfeilers wird zwischen den beiden Bauwerkszügen eine Trennwand angeordnet. Im Bereich der Dammkrone wird über den Seitenwänden eine 3,80 m breite Brückenplatte errichtet.

Der Betriebsauslass bildet (in Zusammenwirken mit der Dammscharte) einen Teil der Hochwasserentlastungsanlage. Zur Energieumwandlung befindet sich unterstrom des Schützes im Betriebsauslass ein Tosbecken.

Die Gewässersohle des Auslassbauwerks liegt im Einlaufbereich auf etwa 437,40 m+NN. Von dort fällt sie entsprechend dem natürlichen Sohlgefälle der Würm bis auf die Höhe 437,20 m+NN am Bauwerksende ab. Im Schützquerschnitt liegt die Bauwerkssohle auf Höhenkote 437,30 m+NN (Ökogerinne mit Substratauf-lage) bzw. 436,90 m+NN (Betonsohle im Betriebsauslass).

Die seitlichen Stahlbetonwände werden zum besseren Anschluss des Dammkörpers an den Außenseiten mit einer Neigung von 20:1 ausgebildet. Dies wirkt dem Entstehen von Fugen und Wasserwegigkeiten im Dammkörper im Verlauf von Setzungen entgegen.

Zum Verhindern konzentrierter Umströmungen um das Auslassbauwerk herum, sind beidseitig an den Außenwänden Dichtwände als Sickerschikanen bzw. Umläufigkeitssperren anzuordnen, die 5,00 m in den Damm hineinreichen und bis 50 cm unter die Dammoberkante zu führen sind.

Die Unterkante der Dichtwände reicht bis zur angetroffenen Verwitterungszone (ca. 434,50 m+NN und damit etwa 1,5 m tiefer als die Unterkante der Bodenplatte). Unter der Bodenplatte wird die Dichtwand zum Schutz vor Unterläufigkeit in Form einer Dichtungsschürze (mit unbewehrtem Beton verfüllter Graben) fortgesetzt. Als weitere Maßnahme gegen Unterläufigkeit wird am oberstromigen Beginn der Bodenplatte eine weitere, etwa 1,0 m tiefe Dichtungsschürze angeordnet, die über die ganze Breite der Bodenplatte (einschl. der dortigen Flügelwände) verläuft.

Zur Herstellung eines erosions sicheren Überganges vom Gewässer zum Auslassbauwerk werden die seitlichen Bauwerkswände ein- und auslaufseitig rechtwinklig abgekantet. An diese Flügelwände wird die Gewässerböschung angelegt. Die Böschungen werden ein- und auslaufseitig der Flügelwände mit einer Neigung von rd. 70 ° angeordnet und mit einem Blocksatz befestigt.

Vor dem Bauwerkseinlauf wird im Gewässer ein Grobrechen (Treibholzfang) angeordnet. Dieser wird aus Stahlträgern/ -rohren hergestellt, die im Abstand von 80 cm in das Gewässer und die Böschungsbereiche gerammt werden.

#### **4.10.2 Sohlgestaltung und Böschungssicherung im Ein- und Auslaufbereich**

Zum Schutz gegen Erosion wird die Sohle oberstrom des Bauwerks mit einer Schüttung aus Wasserbausteinen der Größenklassen LMB 10/60 - 40/200 gesichert. Im Bereich des Treibholzfangs sowie im Zulaufbereich des Betriebsauslasses muss eine Sohl- und Böschungssicherung durch einen in ein Beton versetzten Steinsatz (LMB 60 / 300) erfolgen, da dort (z.B. wenn der Treibholzfang verlegt ist), zeitweilig hohe Strömungskräfte und starke Turbulenzen auftreten können. Ein etwa 10-30 cm breiter und ca. 20 cm tiefer Fugenraum wird dabei von Beton freigehalten, so dass sich dort Bachsubstrat anlagern kann, welches die Besiedelbarkeit der Sohle ermöglicht.

Auch unterhalb des Auslassbauwerkes können trotz Energieumwandlung bei großen Abflüssen sehr starke Strömungskräfte wirken. Hier wird auf ca. 5 m Länge ebenfalls ein fugenraumreicher Steinsatz in Beton angeordnet. Die Befestigung der daran anschließenden Pegelstrecke ist in Kapitel 4.12 beschrieben. Der Übergang zum natürlichen Gewässerbett wird ein- und auslaufseitig mit Wasserbausteinen LMB 5/40 – 10/60 hergestellt. Um die Besiedlung der Sohle und das Anlagern mit Lockersubstrat zu erleichtern, werden alle in der Sohle angeordneten Steine mit großen Fugenräumen versetzt.

#### **4.10.3 Tiefschütze**

Der ständige Abfluss aus dem Becken und die Abflusssteuerung erfolgen über zwei durch den Mittelpfeiler getrennte Tiefschütze. Die lichten Abmessungen der Tiefschütze betragen B x H = 4,00 x 2,00 m im Durchgangsrinne und 3,00 x 2,00 m im Betriebsauslass.

Zu den Schützhöhen ist anzumerken, dass diese eine hohe, und für die Beckensteuerung nicht erforderliche maximale Leistungsfähigkeit mit sich bringen. Aus ökologischen und optischen Gründen sind diese Höhen jedoch sinnvoll, da der Abstand zwischen der Schützunterkante und der Gewässersohle (bei voller Öffnung rd. 2,00 m) die Barrierewirkung des Bauwerks reduziert (z.B. hinsichtlich dem Durchflug für Vögel und Insekten) und den Lichteinfall verbessert.

Die Schütze werden als Rollschütze ausgebildet und sind unabhängig voneinander zu bedienen. Der Antrieb erfolgt elektromechanisch über beidseitig angeordnete Drehhubantriebe (nicht-steigende Spindelstangen), die hinsichtlich eines geringen Wartungsaufwandes mit Perma-Schmierbuchsen ausgestattet werden. Zwischen den Schützen befindet sich ein 1,50 m breiter, auf der Oberwasserseite halbkreisförmig abgerundeter Pfeiler. Das Schütz im Durchgangsgerinne wird im Bereich der Berme ausgeklinkt.

Die Steuer- und Regeltechnik wird im Betriebsgebäude installiert. Von dort verlaufen die erforderlichen Versorgungs- und Steuerleitungen zu den einzelnen Antrieben. Bei Ausfall der zentralen Stromversorgung wird die Versorgung über das Notstromaggregat im Betriebsgebäude sichergestellt. Zusätzlich ist es möglich, die Schütze über ein mobiles Akku-Schütz-Drehgerät oder manuell anzutreiben.

#### **4.10.4 Durchwanderbarkeit / Durchgangsgerinne**

Der linke Bauwerkszug wird für den ständigen Abfluss der Würm als „ökologisches Durchgangsgerinne“ ausgebildet. Die Sohlbreite wird durch Anlage von seitlichen Anböschungen auf die natürliche Breite von ca. 3,0 m reduziert. Weiterhin wird eine linksseitige Berme mit terrestrischer Anbindung ausgebildet. Das im Bauwerksbereich vorhandene natürliche Gefälle der Würm von ca. 0,3-0,5 % wird beibehalten. 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 LMB 10/60 mit einzelnen Störsteinen und Substratandeckung, die nach Fertigstellung des Bauwerks auf der Bodenplatte aufgebracht wird, und die Besiedelbarkeit der Sohle ermöglicht. Hierbei ist die Verwendung von natürlichem Bachsubstrat aus dem im Bereich des Bauwerks liegenden Gewässerabschnitt vorgesehen. Bei Extremhochwasser und unplanmäßiger Entlastung über das Durchgangsgerinne kann die Steinschüttung aus der Rinne ausgetragen werden.

Im Bereich der Schützebene kann keine lose Belegung der Sohle mit natürlichem Substrat erfolgen. Hier ist die Anordnung eines in Beton versetzten Steinsatzes erforderlich. Um die Besiedlung der Sohle in diesem Bereich zu erleichtern, werden die Steine so versetzt, dass große Fugenräume für die Ansammlung von Bachsubstrat vorhanden sind. Zusätzlich wird zum dichten Schließen des Schützes eine sohlgleiche Stahlschwelle angeordnet, die sich auch über die Berme erstreckt.

#### **4.10.5 Betriebsauslass**

Bei Mittel- und Niedrigwasser erhält der Betriebsauslass nur einen schwachen Zulauf durch eine Überströmung der Trennschwelle im Bauwerkseinlauf. Es wird vorgeschlagen, dass bei Überschreiten des Abflusses von  $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$  (entspricht einem etwa 3-4 jährlichen Hochwasser) das Durchgangsgerinne geschlossen wird.

Die Ableitung und Steuerung des Abflusses erfolgt dann (wie auch im Einstaufall) nur noch über das Tiefschütz des Betriebsauslasses.

Im Unterwasser des Tiefschützes stellt sich bei Einstau des Beckens ein Wechselsprung ein, in dem die Energie des Abflusstrahls umgewandelt wird. Um den Wechselsprung innerhalb des Betriebsauslasses zu stabilisieren, wird im Unterwasser des Tiefschützes ein Tosbecken angeordnet. Entsprechend der hydraulischen Verhältnisse im Unterwasser muss die Tosbeckensohle dabei über eine Rampe um 0,85 m gegenüber der Gewässersohle im Unterwasser eingetieft werden. Am Ende des Tosbeckens steigt die Bauwerkssohle wieder bis auf Höhe der Gewässersohle an.

In der Trennwand zwischen den Bauwerkszügen werden Schlitze ausgespart. Der Betriebsauslass wird auf diese Weise an das frei fließende Gewässer angeschlossen, so dass ein Frischwassereintrag / Wasseraustausch stattfinden kann.

#### **4.10.6 Gründung, Baugrube, Wasserhaltung**

Die Gründung des Bauwerks erfolgt als Flachgründung in den auf Höhe der Bodenplatte (bzw. knapp darunter) anstehenden ausreichend tragfähigen Böden. Die im Bauwerksbereich zu erwartenden Setzungen maximal 3-4 cm (siehe Bodengutachten) können von der Rohbaukonstruktion aufgenommen werden und erfordern keine weiteren Gründungsmaßnahmen. Wenn auf der Gründungssohle bereichsweise gering-tragfähige Boden (weicher Schluff) ansteht, was in geringem Umfang zu erwarten ist, muss dieser zwingend ausgebaut und durch unbewehrten Beton ersetzt werden.

Zum Schutz gegen eine Um- und Unterläufigkeit im Einstaufall werden am Auslassbauwerk die in Kapitel 4.10.1 beschriebenen Dichtwände angeordnet. Mit einer schädlichen Unterläufigkeit/ Untersickerung des Bauwerks ist bei der erwähnten Gründung nicht zu rechnen.

Zum Aushub einer standsicheren Baugrube muss zwingend eine Grundwasserabsenkungsanlage mit Vakuumpumpen eingerichtet werden.

Die Baugrube kann gemäß Bodengutachten als abgeböschte Baugrube (ohne Verbau) ausgeführt werden. Aufgrund der wenig scherfesten Schichten wird jedoch eine vergleichsweise flache Abböschung (ca. 30°) erforderlich. Die verfüllte Baugrube bildet einen Teil des Dammkörpers. Die Material- und Einbauanforderungen für den Damm gelten daher auch für die Baugrubenverfüllung.

#### **4.11 Umleitungsgerinne und Gewässerüberfahrt während der Bauzeit**

Das Auslassbauwerk liegt vollständig im Bereich des bestehenden Gewässerbetts. Zur Erstellung des Bauwerkes (in trockener Baugrube) muss die Würm um die Baugrube herum geführt werden. Das provisorische Umleitungsgerinne hat eine Länge von etwa 120 m, eine Sohlbreite von 3,0 m und ist 1,5 – 2,0 m tief in Gelände eingeschnitten. Es ist so leistungsfähig, dass ein 10 jährliches Hochwasser (ca. 10 m<sup>3</sup>/s) ohne Ausbordung bzw. Fluten der Baugrube abgeführt werden kann.

Oberstrom des Auslassbauwerks ist das Anordnen einer bauzeitlichen Behelfsüberfahrt über die Würm geplant. Hierfür sind 3 nebeneinander verlegte Rohre DN 1000 vorgesehen. Diese werden 60 cm hoch (über dem Rohrscheitel) mit Schotter überschüttet und ein- und auslaufseitig mit Wasserbausteinen gesichert.

## **4.12 Ausbau der Pegelstrecke für den Steuerpegel**

### **4.12.1 Allgemeines**

Der Wasserstand der Würm wird durch einen Steuerpegel registriert, der unterstrom des Bauwerks innerhalb der Mess- und Beruhigungsstrecke am rechten Ufer angeordnet wird. Über diesen Steuerpegel erfolgt das Öffnen bzw. Schließen der Tiefschütze zur Einhaltung des Regelabflusses vollautomatisch. Die messtechnischen Einrichtungen für den Steuerpegel sind in Kapitel 4.15 beschrieben.

Eine einwandfreie Pegelmessung und hydraulisch stabile Abfluss-Verhältnisse sind für den sicheren Betrieb des HRB von entscheidender Bedeutung. Hierzu sind die folgenden Maßnahmen erforderlich.

### **4.12.2 Flussbauliche Maßnahmen**

Im Bereich des Steuerpegels wird die Würm mit gestrecktem Verlauf sowie einheitlichem und befestigten Querprofil ausgebaut, um einen unveränderlichen Messquerschnitt zu schaffen und eine dauerhaft stabile Wasserstands-Abflussbeziehung zu ermöglichen.

Bei der Regelabgabe von  $9,6 \text{ m}^3/\text{s}$  stellt sich im Bereich der Messstrecke eine Wassertiefe von etwa 1,5 m ein. Bei dem derzeit etwa 1,5 - 1,7 m tiefen und zu schmalen Bachbett wären bei diesem Abfluss beidseitig Ausbordungen gegeben. Der vom beidseitigen Gelände zur Würm leicht abfallende Uferstreifen wird entlang der Messstrecke um etwa 0,3 m aufgeschüttet, so dass in der Messstrecke ein durchgängig 1,8 m tiefes Gewässerbett gegeben ist. Gleichzeitig wird die Würm auf eine einheitliche Sohlbreite von 1,8 m leicht aufgeweitet. Durch diese Aufweitung wird erreicht, dass der Regelabfluss (einschl. eines Freibords von ca. 30 cm) vollständig im geschlossenen Gewässerprofil abfließt.

Die Böschungen der Pegelstrecke werden mit einer Neigung von 1:1,5 angelegt. Als Böschungssicherung ist ein Deckwerk aus ca. 20 cm starken Steinmatratzen vorgesehen. Hierbei handelt es sich um mit Geröll (Kantenlänge ca. 5-10 cm) verfüllte Netz-Gewebe, welche durch ihr Flächengewicht ausreichend erosionsstabil sind und die vollständig begrünt werden (Oberbodenandekung und Einsaat). Die Sohle wird mit einer Steinschüttung (LMB 10/60 – 40/200) gesichert. Diese wird leicht muldenförmig ausgebildet, so dass eine gebündelte Mittel- und Niedrigwasserführung gegeben ist.

Die Genauigkeit der Messung und exakte Steuerung des HRB ist maßgeblich vom Unterhaltungszustand der Mess- und Beruhigungsstrecke abhängig. Der aktuelle Zustand ist deshalb regelmäßig zu kontrollieren. Abflusshindernisse, Anlandungen etc. sind zu entfernen. Diese Arbeiten werden Teil der für das HRB zu erstellenden Betriebsvorschrift.



### 4.13 Beckensteuerung und generelle Abflussaufteilung

Die Abflussaufteilung und -steuerung zwischen den Bauwerkszügen und der Hochwasserentlastungsanlage wird wie folgt vorgeschlagen (die Nachweise der erforderlichen Schützöffnungen finden sich in Kapitel X):

**1. Ausgangs- bzw. Dauersituation bis ca. MQ → beide Schütze voll geöffnet**

Beide Schütze sind voll geöffnet. Der Abfluss erfolgt ausschließlich durch das Durchgangsgerinne. Bei Erreichen des mittleren Abflusses (MQ gem. Regionalisierung ca. 200 l/s) liegt die Fließtiefe bei etwa 30 cm. Die vor dem Betriebsauslass in der Sohle angeordnete Trennschwelle (Steinreihe aus quadrigen Steinen) wird noch nicht überströmt. Der Betriebsauslass erhält einen leichten Frischwassereintrag durch die Lücken der Steinschwelle. Bei Überschreiten des MQ (Fließtiefe steigt auf > 40 cm) wird die Schwelle überströmt.

**2. Erhöhter Abfluss bis ca. 3 m<sup>3</sup>/s (ca. HQ 1) → beide Schütze voll geöffnet**

Fließtiefe der Würm ca. 80 cm. Beide Schütze sind voll geöffnet. Die o.g. Trennschwelle wird ca. 40 cm hoch überströmt, d.h. beide Gerinne werden durchströmt.

**3. Abfluss erreicht ca. 6 m<sup>3</sup>/s (ca. HQ 2) → Durchgangsgerinne schließt**

Fließtiefe der Würm ca. 1,2 m. Das Tiefschütz im Durchgangsgerinne schließt. Der Abfluss wird vollständig über den Betriebsauslass geleitet. Das Tiefschütz im Betriebsauslass fährt in Bereitschaftsstellung (Schützöffnung 150 cm). Der OW-Pegel registriert den Beckeneinstau.

**4. Einstaubeginn bei Q = 8,3 m<sup>3</sup>/s (ca. HQ 6) → Durchgangsgerinne zu  
→ Schütz Betriebsauslass drosselt**

Der Wasserstand am Steuerpegel erreicht 1,4 m. Das Tiefschütz im Betriebsauslass fährt in die erste Staustellung von 90 cm und verbleibt zunächst in dieser Stellung. Es taucht dabei in den Wasserspiegel ein. Dies bewirkt, dass der Abfluss zunächst kurzzeitig auf ca. 6,0 m<sup>3</sup>/s sinkt und der Wasserstand oberhalb der Schütze im Bachbett vergleichsweise schnell ansteigt. Bei einem Wasserstand von ca. 1,7 m (dieser liegt in etwa auf Geländehöhe) fließen etwa 8,7 m<sup>3</sup>/s ab.

**5. Einstaubeginn bei Q ≥ 8,7 m<sup>3</sup>/s (bis HQ 100) → Durchgangsgerinne zu  
→ Schütz Betriebsauslass drosselt**

Der Wasserstand am Steuerpegel erreicht nach der zuvor beschriebenen kurzzeitigen Zwischendrosselung erneut 1,4 m (mit steigender Tendenz) und damit die Regelabgabe von 8,7 m<sup>3</sup>/s. Das Tiefschütz im Durchgangsgerinne fährt mit steigenden Wasserstand im HRB sukzessive weiter zu.

**6. Hochwasserentlastung (> HQ 100) → Schütz Betriebsauslass verhart**

Sobald der Beckenwasserstand den Vollstau von ZV = 443,00 m+NN überschreitet, beginnt die Hochwasserentlastung. Die Dammscharte wird überströmt.

**BHQ 1 (24 m<sup>3</sup>/s):**

Der Abflussanteil über die Dammscharte steigt auf max. 14,1 m+NN und Wasserstand um 32 cm auf 443,32 m+NN. Das Schütz im Betriebsauslass bleibt bis dahin in der letzten Staustellung von 51 cm.

*Hinweis: unabhängig von diesem Steuerungskonzept ist die Dammscharte so bemessen, dass beim BHQ 1 dort 2/3 des Beckenzuflusses - d.h. 16 m<sup>3</sup>/s (entsprechende Überfallhöhe 35 cm) abfließen können. Das für die Nachweise des Freibords und die Standsicherheit zugrundegelegte Stauziel ZH1 liegt dementsprechend bei 443,35 m+NN (vgl. Kapitel 5.5.2).*

**BHQ 2 (32,8 m<sup>3</sup>/s):**

Bei weiter steigendem Abfluss bzw. Überschreitung des Beckenwasserstands von 443,35 m+NN erfolgt die zusätzliche Entlastung zur Einhaltung dieses Wasserstandes durch weiteres sukzessives Ziehen des Schützes von 51 cm auf maximal 88 cm. Der Abfluss über die Dammscharte erhöht sich von 14,1 auf 16,0 m<sup>3</sup>/s - wobei der Beckenwasserstand um max. weitere 4 cm ansteigt auf ZH 2 = 443,35 m+NN.

Die dem Steuerpegel zugeordneten Wasserstände wurden im Zuge der Planung mit der Formel nach Gauckler-Manning-Strickler ermittelt. Zur genauen Feststellung bzw. zur Absicherung des Berechnungswertes sind nach Fertigstellung des Beckens im Rahmen des Probestaus (vgl. Kapitel X) Abflussmessungen bei verschiedenen Abflusswerten zur Aufstellung einer Abflusskurve (am Steuerpegel) und ggf. Anpassungen der Steuerwasserstände vorzunehmen.

**4.14 Betriebsgebäude mit Frischwasseranschluss**

Für den Betrieb des HRB ist ein Betriebsgebäude vorgesehen. Diese (einschl. PKW-Stellfläche) wird auf der Dammkrone neben dem Auslassbauwerk angeordnet. Es wird so ausgerichtet, dass der Stauraum vom Gebäude aus einsehbar ist. Das Gebäude beinhaltet die gesamte Mess-Steuer- und Regeltechnik und das Notstromaggregat. Es ist weiterhin als Schutzeinrichtung für das Betriebspersonal bei Büroarbeiten im Rahmen von Funktionsprüfungen, Probetrieb, Wartungs-/ Kontrollarbeiten sowie im Einstaufall vorgesehen.

Das Gebäude wird auf einer Stahlbetonbodenplatte mit einer Grundfläche von ca. 8,3 x 4,3 m errichtet und weist eine Dachhöhe von rd. 4,0 m auf. Es wird als Massivbau (Stahlbeton-Bodenplatte, Wände aus Mauerwerk) mit einem Satteldach (Dachneigung 22°) errichtet. Für die Fassade wird eine Holzverschalung vorgeschlagen.

Zwischen Betriebsgebäude, dem Auslassbauwerk und den Pegelschächten werden Leerrohre zur Aufnahme der erforderlichen Steuer-, Mess- und Versorgungsleitungen verlegt.

Das Betriebsgebäude wird mit einer Waschgelegenheit ausgerüstet. Auf eine Toilette wird in Abstimmung mit der Gemeinde Ehningen auf Grund der Nähe zur Ortslage verzichtet. Die Frischwasserversorgung erfolgt über eine etwa 100 m lange Stichleitung (PE-HD- dA 63 mm), die an die parallel zur Autobahnbrücke verlaufende Wasserleitung (DN 200 GGG) angeschlossen wird. Zum Schutz gegen Verkeimung wird am Betriebsgebäude ein automatisches Spülventil (mit programmierbarer Spüldauer und –häufigkeit) eingebaut. Das Spülventil wird an einem Abzweig montiert. Von dort wird das „Spülwasser“ zum Auslassbauwerk geführt und im Bereich des Tosbeckens in die Würm geleitet.

Das anfallende Schmutzwasser wird in einen etwa 2 m<sup>3</sup> fassenden Sammelschacht (Zisterne) geleitet, der neben dem Ggebäude angeordnet wird. Dieser muss zu gegebener Zeit geleert bzw. abgepumpt werden.

#### **4.15 Technische Ausrüstung, MSR-Technik**

Für den Betrieb des HRB ist eine Mess-, Steuer und Regeltechnik (MSR-Technik) erforderlich. Wesentliche Aufgabe der MSR-Technik ist die Wasserstandserfassung zur Regelung der Beckenabgabe sowie der entsprechende Antrieb und die Steuerung der Schütze im Einstau- und Entlastungsfall. Weiterhin beinhaltet diese die Erfassung und Dokumentation des Beckeneinstaus.

Als Steuerpegel im Unterwasser des Auslassbauwerks wie auch als Oberwasserpegel ist jeweils eine Druckmesssonde vorgesehen. Im Fall des Unterwasser-Steuerpegels wird diese in dem an der Pegelstrecke geplanten Schachtbauwerk angeordnet. Für Reinigungs-, Wartungs- und Kontrollarbeiten kann der Schacht abgeschiebert und leer gepumpt werden.

Die Druckmesssonde für den Oberwasserpegel wird ebenfalls in einem Schacht installiert. Dieser wird hinter der einlaufseitigen Flügelwand des Betriebsauslasses angeordnet. Beide Schachtbauwerke sind über Verbindungsrohre an das Gewässer angeschlossen.

Aus Gründen der Betriebssicherheit sind der Steuer- und der Beckenpegel doppelt vorzuhalten. Als jeweiliger Zweitpegel (redundantes System) ist der Einbau von Radarsonden vorgesehen. Beim Unterwasserpegel wird die Sonde in einem schwenkbaren (über das Gewässer reichenden) Stahlausleger montiert, der neben dem dortigen Schacht angeordnet wird. Für die Beckenwasserstandserfassung wird eine Radarsonde an einem schwenkbaren Stahlmast montiert, der neben der einlaufseitigen Seitenwand des Auslassbauwerks aufgestellt wird.

Die Messwerterfassung und –verarbeitung erfolgt mit einem stationären Leitsystem, das auf einem Computer im Betriebsgebäude eingerichtet wird. Die Steuerung und Überwachung der Anlage erfolgt über eine „Speicherprogrammierbare Steuerung“ (SPS), die im Schaltschrank des Betriebsgebäudes eingebaut wird.

Im Betriebsgebäude ist weiterhin die Installation eines Telefonanschlusses sowie einer Internetanbindung vorgesehen. Der Beckenstandort kann damit an das Flut-Informations- und Warnsystem (FLIWAS) des Landes angebunden werden. (FLIWAS bündelt alle verfügbaren Hochwasserinformationen und erlaubt einen schnellen Überblick über die eingetretene Hochwassersituation. Es ermöglicht Frühwarnungen vor lokalen Hochwassern, Statusmeldungen der technischen Hochwasserschutzanlagen und bildet für jede Kommune die Basis, um Alarm- und Einsatzpläne zu erstellen, die auf die örtlichen Verhältnisse ausgerichtet sind.)

Zur optischen Überwachung der Anlage ist die Installation von schwenkbaren Internetkameras vorgesehen. Eine einlaufseitige Kamera (Ausrichtung auf den Stauraum) wird an dem oben beschriebenen Stahlmast (der auch die Radarsonde trägt) montiert. Auf der Luftseite des Damms wird ein weiterer Mast zur Installation einer Kamera (Blick auf den Auslauf und die Pegelstrecke) aufgestellt.

Zum Schutz gegen Vandalismus wird am Betriebsgebäude eine Rundumbeleuchtung mit Bewegungsmelder eingerichtet.

## 5 Hydraulische Nachweise

### 5.1 Schütze

Die Kontrolle des Abflusses aus dem Hochwasserrückhaltebecken erfolgt über Tiefschütze mit den lichten Abmessungen von  $B \times H = 4,00 \times 2,00$  m im Durchgangsgerinne und  $3,00 \times 2,00$  m im Betriebsauslass. 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:

$$Q_s = c_q \cdot s \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_0} \quad 5.1$$

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:

$$c_c = \frac{1}{1 + 0,64 \cdot \sqrt{1 - (s/h_0)^2}} \quad 5.2$$

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

$$h_1 = c_c \cdot s \quad 5.3$$

Für den Abflussbeiwert  $c_q$  gilt:

$$c_q = \frac{c_c}{\sqrt{1 + c_c \cdot \frac{s}{h_0}}} \quad 5.4$$

Steigt die Wassertiefe im Unterwasser des Bauwerks über einen Wert  $h_2$  an, stellt sich rückgestauter Abfluss ein und die Abflussleistung des Bauwerks wird reduziert. Mit  $v_1$  der Fließgeschwindigkeit des schießenden Strahles berechnet sich die sog. „konjugierte“ Tiefe  $h_2$  zu:

$$h_2 = h_1 \cdot \frac{1}{2} \left( \sqrt{1 + \frac{8 \cdot v_1^2}{g \cdot h_1}} - 1 \right) \quad 5.5$$

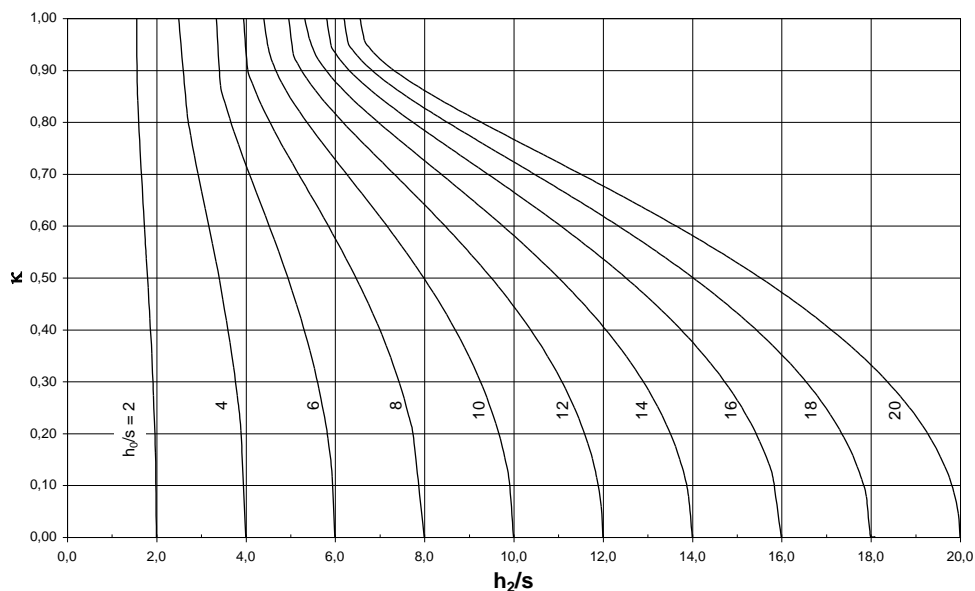
Der reduzierte Abfluss berechnet sich dann zu:

$$Q_s = \kappa \cdot c_q \cdot s \cdot b_s \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_0} \quad 5.6$$

Der Abminderungsbeiwert  $\kappa$  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 5.1 dargestellt.

Das HRB wird als gesteuertes Becken mit beweglichen Verschlussorganen ausgelegt, daher sind beliebig viele Kombinationen zwischen  $h_0$ ,  $s$  und  $h_2$  möglich. In den Abbildung 5.1 und Abbildung 5.2 sind exemplarisch Abflusskurven mit den Öffnungsverhältnissen  $s/h_s = 0,25; 0,50, 0,75$  und  $1,0$  sowie für verschiedene Wassertiefen  $h_0$  und  $h_2$  dargestellt. Die Grenzlinie zwischen freiem und rückgestautem Abfluss ist für die jeweilige Schützöffnung ebenfalls angegeben.

Ein Vergleich der Abflusskurven, mit der Wasserstand – Abflussbeziehung für den Fließquerschnitt unterhalb des Auslassbauwerks (UW-Kurve) zeigt, dass für alle Kombinationen von  $h_0$ ,  $s$  und  $h_2$  die UW-Kurve unterhalb der theoretischen Grenzlinie 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 Kapitel 5.3).



**Abbildung 5.1** Abminderungsbeiwert  $\kappa$

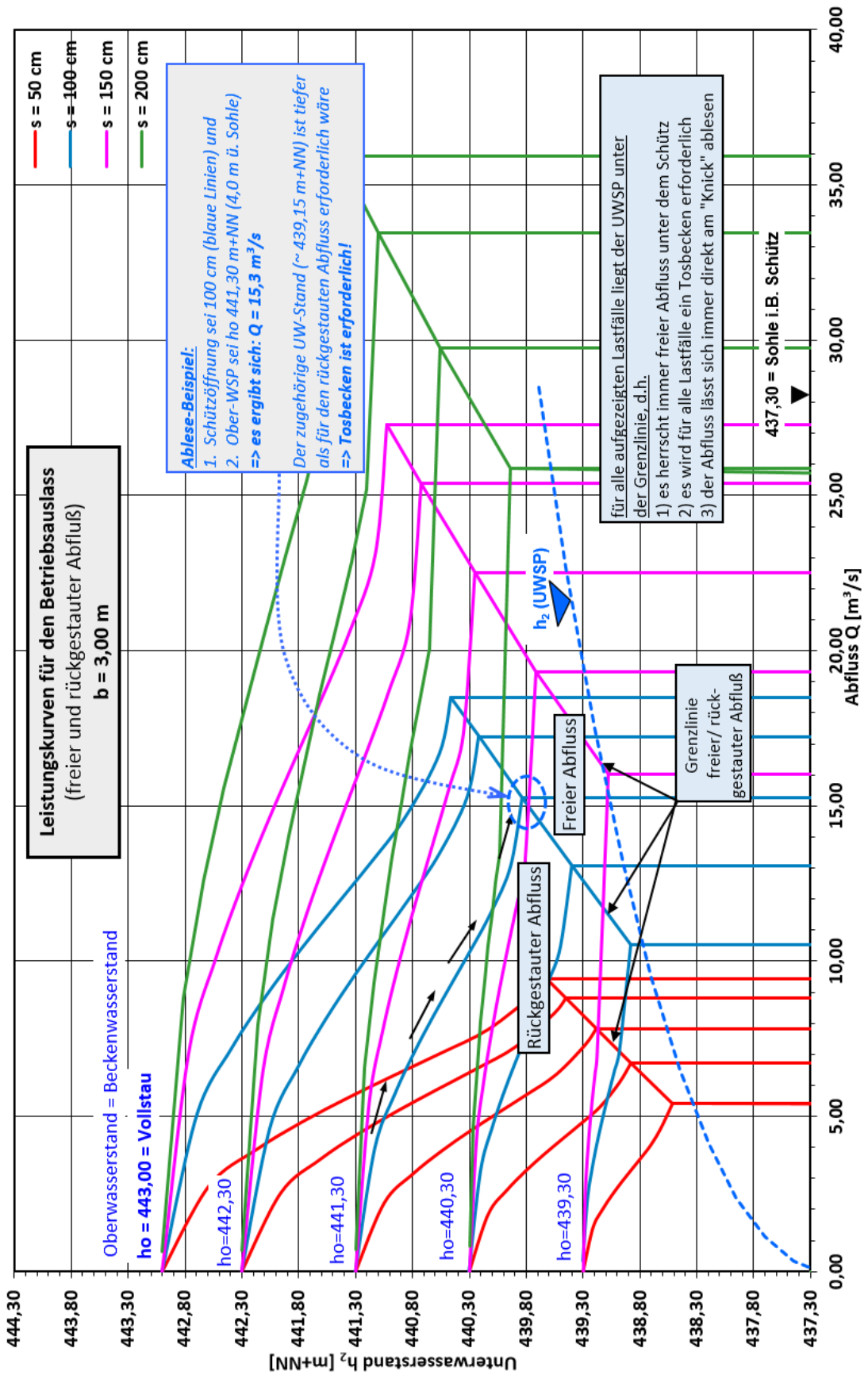


Abbildung 5.2 Leistungskurven des Tiefschützes im Betriebsauslass

Die maximale Leistungsfähigkeit des Tiefschützes bei Einstau bis zum Vollstau (443,00 m+NN) ist für die Öffnungsverhältnisse  $s/h_s = 0,25; 0,50, 0,75;$  und  $1,0$  in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zusammengefasst.

**Tabelle 5.1** Maximale Leistungsfähigkeit des Tiefschützes bei Einstau bis zum Vollstau

Schützöffnung [m]	Betrieb mit 1 Schütz b = 3,0 m
$s/h_s = 0,25; s = 0,50$ m	9,4 m <sup>3</sup> /s
$s/h_s = 0,50; s = 1,00$ m	18,5 m <sup>3</sup> /s
$s/h_s = 0,75; s = 1,50$ m	27,3 m <sup>3</sup> /s
$s/h_s = 1,00; s = 2,00$ m	35,9 m <sup>3</sup> /s

Die jeweiligen Schützöffnungshöhen zur Einhaltung des Regelabflusses (Steuerkurve) lassen sich mit Gleichung 5.6 iterativ berechnen. Die entsprechende Steuerkurve ist in Abbildung 5.3 dargestellt. Die Grafik zeigt, dass sich die Schützöffnungshöhe für die Einhaltung der geplanten Regelabgaben von 90 cm (Einstaubeginn) auf 51 cm (Vollstau) reduziert.

Da zur Hochwasserentlastung planmäßig auch das Schütz im Betriebsauslass herangezogen wird sind in der Abbildung auch die Schützöffnungshöhen dargestellt, die bei der Hochwasserentlastung zur Ableitung des BHQ 1 und BHQ 2 (siehe auch folgendes Kapitel) erforderlich sind.



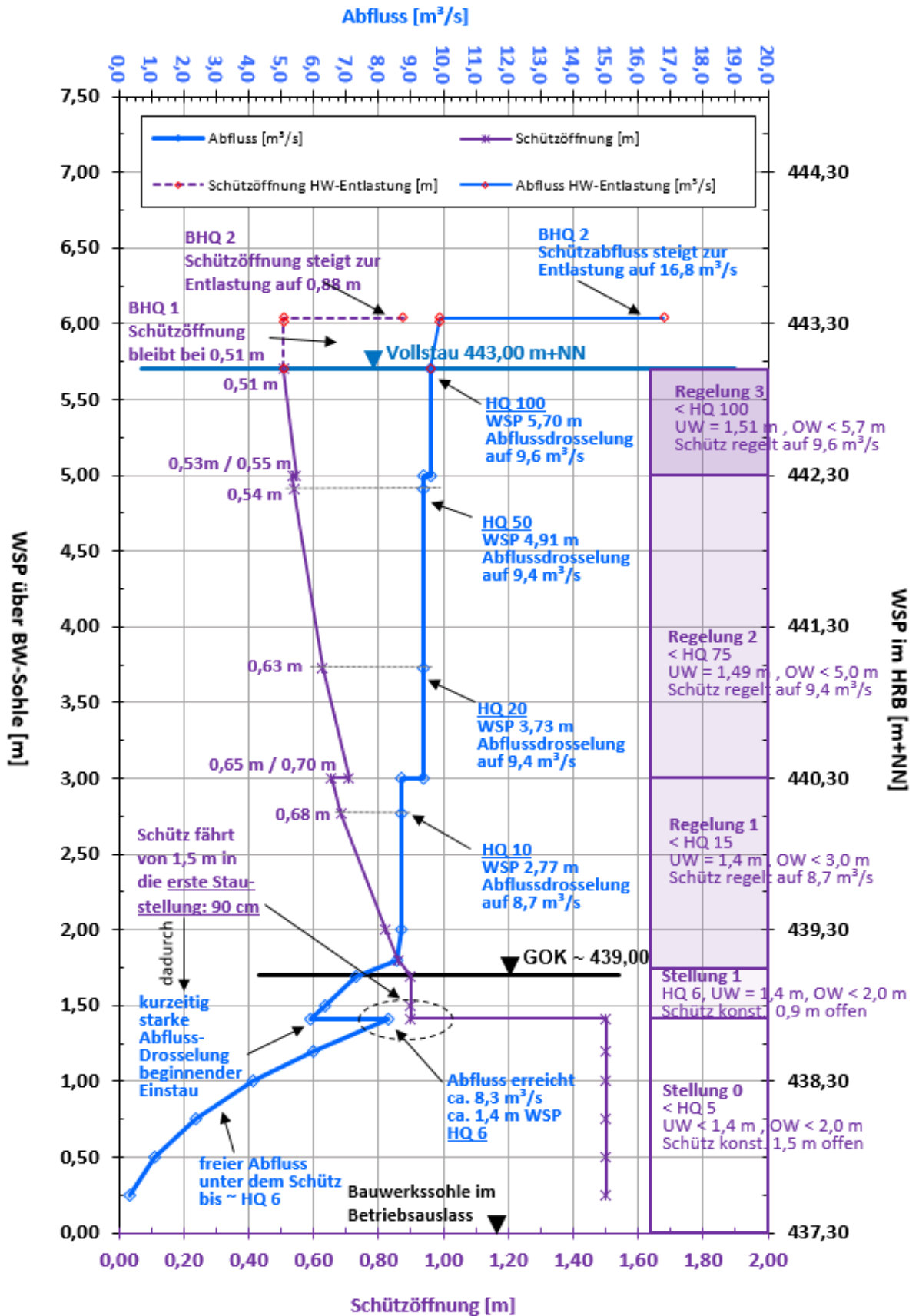


Abbildung 5.3 Steuerkurve des Tiefschützes im Betriebsauslass

## 5.2 Hochwasserentlastungsanlage

### 5.2.1 Allgemeines

Bei größeren Hochwasserereignissen als dem HQ100 (Volleinstau des Beckens) kann der Beckenzufluss nicht mehr vollständig in dem Stauraum zurückgehalten werden. Der über dem maximalen Regelabfluss von 9,6 m<sup>3</sup>/s liegende Anteil des Beckenzuflusses muss dann über die Hochwasserentlastungsanlage abgeführt werden.

Für den Nachweis der Hochwasserentlastung sind dabei die Bemessungsfälle 1 (BHQ 1) und 2 (BHQ 2) nachzuweisen. Die Nachweise erfolgen gemäß DIN 19700-12 und in Anlehnung an die zugehörige Arbeitshilfe für Baden-Württemberg der LUBW. Beim HRB Maurener Tal handelt es sich um ein „mittleres Becken“ (Klassifizierung nach DIN 19700-12, siehe Kapitel 4.4). In diesem Fall ist beim Lastfall BHQ 1 ein HQ500 und beim Lastfall BHQ 2 ein HQ5.000 nachzuweisen.

**Tabelle 5.2** Hochwasser-Bemessungsabflüsse

Bemessungsabfluss	Abfluss
BHQ 1 = HQ500	24,0
BHQ 2 = HQ5.000	32,8

Die Retentionswirkung des Beckens, die zur Folge hat, dass die Zuflusswelle sich durch die Beckenfüllung (Anstieg über den Vollstau) abschwächt (Zuflussspitze des BHQ sinkt geringfügig) wird auf der sicheren Seite liegend im vorliegenden Fall nicht mit angesetzt. Dies bedeutet, dass die Beckenabgabe dem jeweiligen Beckenzufluss gleich gesetzt wird.

### 5.2.2 Nachweis der Leistungsfähigkeit

Die Hochwasserentlastung erfolgt durch das Überströmen der Dammscharte sowie das Ziehen des Schützes im Betriebsauslass. Die Leistungsfähigkeit der Dammscharte ist so ausgelegt, dass über diese 2/3 des BHQ (66,6 %) abfließen kann. Damit wird der Empfehlung der o.g. Arbeitshilfe zur DIN 19700 Rechnung getragen, wonach ein möglichst großer Teil des BHQ über den überlastbaren, oben liegenden Teil der Hochwasserentlastungsanlage abgeführt werden soll.

Der Nachweis der Abflussleistung der 50 m breiten Dammscharte erfolgt nach Beziehung für überströmbare Wehre (Poleni-Formel):

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b_K \cdot \sqrt{2g} \cdot h_u^{3/2} \quad 5.7$$

Für den Überfallbeiwert  $\mu$  wurde gemäß Literaturangaben und auf der sicheren Seite liegend ein Wert von  $\mu = 0,55$  angesetzt. Die Leistungskurve der Dammscharte ist in Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. als Funktion der Überfallhöhe  $h_u$  für verschiedene Lastfälle dargestellt.

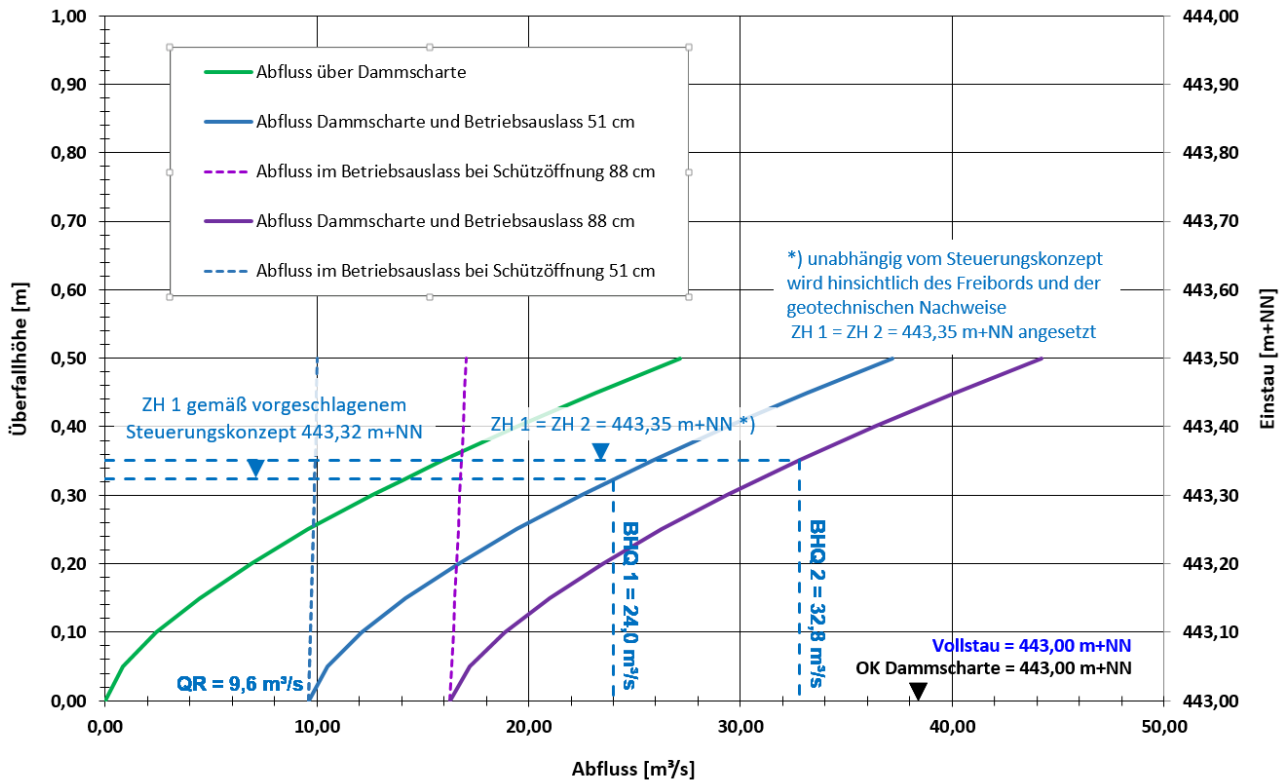


Abbildung 5.4 Leistungskurve der Hochwasserentlastung

### Nachweis der Leistungsfähigkeit nach DIN 19700 - Lastfall BHZ 1

Für den Bemessungslastfall 1 ist nachzuweisen, dass das  $HQ_{500} = 24,0 \text{ m}^3/\text{s}$  ohne eine Inanspruchnahme des Freibords abgeführt wird, wobei der leistungsfähigste Verschluss (das planmäßig geschlossene Schütz im Durchgangsgrinne) nicht angesetzt werden darf (n-1-Regel). Diese Abflussleistung ist gegeben, wenn:

- über die **Dammscharte  $16,0 \text{ m}^3/\text{s}$**  abfließen (2/3 des BHZ, vgl. voriges Kapitel) - dabei stellt sich dort eine Überfallhöhe von 35 cm ein,
- das **Schütz im Betriebsauslass  $8,0 \text{ m}^3/\text{s}$**  ableitet, wozu eine Öffnungshöhe von 41 cm erforderlich ist. Diese ist geringer als die letzte Staustellung (0,51 m zur Ableitung des Regelabflusses) und deutlich geringer als die maximale Öffnungshöhe.

### Nachweis der Leistungsfähigkeit nach DIN 19700 - Lastfall BHQ 2

Für den Bemessungslastfall 2 ist nachzuweisen, dass das  $HQ_{5.000} = 32,8 \text{ m}^3/\text{s}$  ohne Beachtung der n-1-Regel abgeführt werden kann. Diese Abflussleistung ist gegeben, wenn

1. über die **Dammscharte weiterhin  $16,0 \text{ m}^3/\text{s}$**  abfließen und die entsprechende Überfallhöhe von 35 cm bleibt,
2. die Öffnungshöhe des Schützes im Betriebsauslass auf 88 cm erhöht wird, so dass im **Betriebsauslass  $16,8 \text{ m}^3/\text{s}$**  abfließen.

### Hochwasserentlastung bei BHQ 1 und BHQ 2 – Steuerungskonzept

Für die Steuerung des HRB im Entlastungsfall und deren Programmierung wird (unabhängig von den nachgewiesenen Leistungsfähigkeiten nach DIN 19700 und den entsprechenden Schützöffnungen) folgendes vorgeschlagen (siehe auch Kapitel 4.13):

#### 1. BHQ 1:

Bei Überschreiten des Vollstaus **bleibt das Schütz im Betriebsauslass zunächst in der letzten Staustellung von 0,51 m** (Ableitung des Regelabflusses). Es fährt nicht auf 41 cm herunter (vgl. o.g. DIN-Nachweis). Bei dieser Öffnung stellt ich an der Dammscharte eine **Überfallhöhe von 32 cm** (Abfluss  $14,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ein, wenn der Zufluss das BHQ 1 erreicht. Der Schützabfluss steigt in Folge der um 32 cm gestiegenen Druckhöhe von  $9,6$  auf  $9,9 \text{ m}^3/\text{s}$  an.

#### 2. BHQ 2:

Bei weiter steigendem Zufluss wird ein Anstieg der **Überfallhöhe auf 35 cm** (Maximalwert, auf den die Dammscharte bemessen ist) zugelassen, so dass  $16,0 \text{ m}^3/\text{s}$  über die Dammscharte abfließen. Der sich dabei einstellende Beckenwasserstand (Stauziel ZH2) wird durch weiteres Öffnen des Schützes im Betriebsauslass (Öffnung zuletzt bei 51 cm) bei weiter steigendem Abfluss konstant gehalten. Zur Ableitung des BHQ 2 wird das **Schütz auf 88 cm** aufgefahren, so dass dort  $16,8 \text{ m}^3/\text{s}$  abfließen.

Die Leistungsfähigkeiten der Hochwasserentlastung sind in der folgenden Tabelle zusammen-gestellt.

**Tabelle 5.3** Abflüsse bei Hochwasserentlastung

Lastfall	BHQ1 HQ <sub>500</sub>		BHQ2 HQ <sub>5.000</sub>
	24,0 m <sup>3</sup> /s		32,8 m <sup>3</sup> /s
Abfluss	24,0 m <sup>3</sup> /s		32,8 m <sup>3</sup> /s
Nachweis	nach DIN 19700	Steuerungs- konzept	nach DIN 19700 und Steuerungskonzept
Abfluss Betriebsauslass	8,0 m <sup>3</sup> /s	14,1 m <sup>3</sup> /s	16,8 m <sup>3</sup> /s
Abfluss Öko-Durchlass	0,0 m <sup>3</sup> /s (n-1-Regel)	0,0 m <sup>3</sup> /s (n-1-Regel)	0,0 m <sup>3</sup> /s
Schützöffnung (Betriebs- auslass)	41 cm	51 cm	88 cm
Abfluss über die Damm- scharte bei Überfallhöhe	16,0 m <sup>3</sup> /s h <sub>ü</sub> = 35 cm	9,9 m <sup>3</sup> /s h <sub>ü</sub> = 32 cm	16,0 m <sup>3</sup> /s h <sub>ü</sub> = 35 cm
Summe Abfluss	24,0 m <sup>3</sup> /s		32,8 m <sup>3</sup> /s
Stauziele = Vollstau bzw. OK Dammscharte + h <sub>ü</sub>	Z <sub>h1</sub> = 443,35 m+NN	Z <sub>h1</sub> = 443,31 m+NN	Z <sub>h2</sub> = 443,35 m+NN

## 5.3 Tosbecken

### 5.3.1 Allgemeines

Unterstrom des Schützquerschnitts tritt im Einstaufall „schießender“ Abfluss mit sehr hohen Fließgeschwindigkeiten auf (bei Vollstau des Beckens über 10 m/s). Außerhalb des Auslassbauwerks (im Bereich des natürlichen Gewässerbettes) findet ein Übergang vom „schießenden“ Abfluss zum wesentlich langsameren „strömendem“ Abfluss statt (Fließwechsel). Dieser Fließwechsel (Wechselsprung mit hoher Energieumwandlung) ist auf eine vergleichsweise kurze Strecke begrenzt und in seiner Lage stabil (stationärer Wechselsprung), wenn im Unterwasser ein so hoher Wasserstand h<sub>2</sub> gegeben ist, dass sich rückgestauter Abfluss einstellt (vgl. Gleichung 5.5).

Bei zu geringem Wasserstand h<sub>2</sub> kann der Wechselsprung durch eine Eintiefung der Sohle (Tosbecken) mit einer Tiefe z erzwungen werden. Diese Energieumwandlungsanlage ist nach DIN 19700 so zu bemessen, dass bis zur Ableitung des BHQ 1 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 mit Gleichung 5.5 berechneten erforderlichen Wassertiefe h<sub>2</sub> zu:

$$z = h_2 - h_{2, \text{vorh}} \quad 5.8$$

Die Länge des Wechselsprung bzw. der Energieumwandlungsanlage kann über folgende Formel abgeschätzt werden:

$$l = 3 \cdot h_1 \cdot \left( \sqrt{1 + \frac{8 \cdot v_1^2}{g \cdot h_1}} - 3 \right) \quad 5.9$$

### 5.3.2 Tosbeckenbemessung

Im vorliegenden Fall wird die Energieumwandlungsanlage in Form eines Tosbeckens angeordnet und in den Betriebsauslass des Auslassbauwerks integriert.

Die in die Bemessung eingehende Unterwasserfließtiefen  $h_{2, \text{vorh}}$  wurden im Rahmen der vorliegenden Planung mit der Fließformel nach GAUCKLER-MANNING-STRICKLER ermittelt. Anhand dieser Wassertiefen und den Gleichungen 5.8 und 5.9 ergeben sich die in Tabelle 5.4

Tosbeckenabmessungen

aufgeführten Tosbeckenabmessungen. Die Überprüfung (und eventuelle Korrektur) dieses Wertes erfolgt im Zuge des Probetaus (vgl. Kapitel 6.12) anhand von Abflussmessungen.

#### Lastfall: Einstau bis zum Vollstau ( $Q = 9,6 \text{ m}^3/\text{s}$ ):

Bei Einstau bis zum Vollstau wird im Betriebsauslass der Regelabfluss von  $9,6 \text{ m}^3/\text{s}$  abgeleitet. Die Schützöffnungshöhe beträgt dabei  $0,51 \text{ m}$ . Der Unterwasserstand von  $h_{2, \text{vorh}}$  beträgt im IST-Zustand (gemäß der hydraulischen Berechnungen, die im Rahmen der FGU durchgeführt worden) ca.  $1,7 \text{ m}$ . Für den PLAN-Zustand wurde mit der o.g. Fließformel ein Unterwasserstand (in der geplanten Pegelstrecke) von  $h_{2, \text{vorh}}$  von  $1,5 \text{ m}$  berechnet, wobei davon auszugehen ist, dass in der Aufweitung am Ende des Auslassbauwerks (Sohlbreite ca.  $9 \text{ m}$ ) ein etwas höherer Wasserstand gegeben ist.

Für die Bemessung des Tosbeckens wird vorgeschlagen, einen Unterwasserstand von  $h_{2, \text{vorh}} = 1,6 \text{ m}$  anzusetzen. Damit ergibt sich aus den oben aufgeführten Gleichungen eine **Tosbeckeneintiefung von  $0,85 \text{ m}$** .

Der Steinsatz am Ende des Tosbeckens und die dort aus der Sohle ragenden Störsteine bilden Rauheitselemente, welche das Wasser zusätzlich „abbremsen“ und damit zur Energieumwandlung beitragen.

#### Lastfall Hochwasserentlastung:

Die Hochwasserentlastung erfolgt, wie zuvor erläutert, größtenteils über die Dammscharte. Die Öffnungsweite des Schützes im Betriebsauslass muss zur Entlastung daher nicht (BHQ 1) bzw. nur auf maximal  $88 \text{ cm}$  (BHQ 2) vergrößert. Der Unterwasserstand im Gewässer steigt beim BHQ aber deutlich auf bis etwa  $2,3 \text{ m}$

an (gemäß der in der FGU erfolgten hydraulischen Berechnungen). Dies hat zur Folge dass sich im Entlastungsbetrieb keine größeren Tosbeckeneintiefungen ergeben und der Lastfall "Vollstau" maßgebend für die Tosbeckenbemessung ist.

**Tabelle 5.4** Tosbeckenabmessungen

<b>Lastfall: Vollstau -</b>	<b>Regelabgabe mit <math>Q_R = 9,6 \text{ m}^3/\text{s}</math></b>
<b>Schützöffnung im Betriebsauslass</b>	0,51 m
erforderliche Fließtiefe im Unterwasser für Wechselsprung $h_2$	2,44 m
vorhandene Fließtiefe im Unterwasser $h_{2, \text{Vorh}}$	1,60 m
erforderliche Tosbeckeneintiefung $z = h_2 - h_{2, \text{Vorh}}$	0,84 m <b>gewählt: 0,85 m</b>
erforderliche Tosbeckenlänge	12,79 m <b>gewählt: 15,4 m</b>

Die rechnerisch erforderliche Tosbeckenlänge beträgt ca. 12,8 m. Entsprechend der vorhandenen Bauwerkslänge wird das Tosbecken mit einer Länge von 15,4 m angeordnet.

## 5.4 Freibord

Nach DIN 19700 ist für den **Hochwasserbemessungsfall 1** zwischen dem Hochwasserstauziel 1 (ZH1) und der Dammkrone ein Freibord  $f_1$  zum Schutz des Sperrbauwerkes einzuhalten, der sich aus Wellenauflauf sowie Windstau ( $f_{wi}$ ) zusammensetzt. Für den **Hochwasserbemessungsfall 2** ist zwischen dem Hochwasserstauziel 2 (ZH2) 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 erscheint.

Aufgrund der zuvor erläuterten Bemessung der Hochwasserentlastung gilt bei den nachzuweisenden Lastfällen ZH1 = ZH2. Der Nachweis der entsprechenden Leistungsfähigkeit der Schütze und der Dammscharte wurde im vorhergehenden Abschnitt geführt.

Die Bemessung des Freibordes erfolgt nach DVWK-Merkblatt 246/1997 „Freibordbemessung an Stauanlagen“. Die Bemessungswindgeschwindigkeit  $w_{10}$  wurde für den Lastfall BHQ 1 in Abhängigkeit der geodätischen Höhe sowie der Lage auf der sicheren Seite liegend auf 27,6 m/s (Klassenmitte für „normale“ Lage) festgelegt. Als Windgeschwindigkeit für Hochwasserbemessungsfall 2 wurde dieser Wert um 50 % auf = 13,8 m/s reduziert, um der Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens seltener Ereignisse Rechnung zu tragen.

Als weitere Parameter wurden die nachfolgenden Werte angesetzt:

$S$	=	129 m	Überstreichlänge (m)
$\beta$	=	0°	Winkel zwischen Damm und Windrichtung
$\bar{d}$	=	2,8 m	Mittlere Wassertiefe (m)

Die Höhe des Windstaus wurde entsprechend o.g. Merkblatt über die empirische Zuiderseeformel ermittelt:

$$h_{Wi} = \frac{w_{10}^2 \cdot S \cdot \cos \beta}{4861110 \cdot \bar{d}} \quad 5.10$$

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

$$h_{Au,x\%} = k_D \cdot k_R \cdot k_x \cdot \sqrt{\bar{h}_{We} \cdot \bar{l}_{We}} \cdot \tan \alpha \quad 5.11$$

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 Wellenaufwurfes. 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  $\bar{h}_{We}$ , mittlere Wellenperiode  $\bar{T}_{We}$  und die mittlere Wellenlänge  $\bar{l}_{We}$  werden über die Spektralmethode nach KRYLOW II ermittelt.

Im vorliegenden Fall kann aufgrund der gleichmäßigen und „rundlichen“ Form der Einstaufläche davon ausgegangen werden, dass sich für den gesamten Damm annähernd gleiche Werte für den Wellenaufwurf und den Windstau ergeben. Die Berechnungsergebnisse sind in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt.



**Tabelle 5.5** Wellenauflauf und Windstau

Lastfall	BHQ 1	BHQ 2
Windgeschwindigkeit	33,6 m/s	16,8 m/s
Mittlere Wellenhöhe $\overline{h_{We}}$	28 cm	16 cm
Mittlere Wellenlänge $\overline{l_{We}}$	3,80 m	2,61 m
Orthogonaler Wellenauflauf $h_{Au,1\%}$	66 cm	41 cm
Windstau $h_{wi}$	7 cm	2 cm
<b>Freibord infolge Wind</b>	<b>73 cm</b>	<b>43 cm</b>

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 Dammverteidigung oder 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.

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 5.6** Ermittlung der maßgebenden Kronenhöhe

	Lastfall HWBF 1	Lastfall HWBF 2
Vollstau ZV	443,00 m+NN	443,00 m+NN
Hü	0,32 m	0,35 m
ZH 1 / ZH 2	443,31 m+NN	443,34 m+NN
Freibord infolge Wind $f_{wi}$	+ 0,73 m	+ 0,43 m
+ Sicherheitszuschlag $f_{si}$	+ 0,00 m	+ 0,50 m
= Freibord	= 1,05 m	= 1,28 m
= Dammhöhe über Stauziel		
<b>⇒ Erforderliche Kronenhöhe</b>	<b>444,05 m+NN</b>	<b>444,28 m+NN</b>
		<b>maßgebender Lastfall</b>
<b>⇒ gewählte Kronenhöhe</b>		<b>444,30 m+NN</b>

Die Dammkrone wird auf 444,30 m+NN angeordnet, so dass ein **Freibord von 1,30 m** gegeben ist.

## 6 Weitere Sachpunkte

### 6.1 Straßendurchlass des Glemsbachs

Etwa 500 m oberstrom des geplanten Damms fließt der Würm rechtsseitig der Glemsbach zu. Der Glemsbach ist ein kleiner Bach (Waldgraben) mit einer Sohlbreite von ca. 0,3-0,5 m. Im Bereich der Straßenquerung der K 1001 befindet sich ein Rohrdurchlass DN 700.

Aufgrund des bewaldeten Einzugsgebiets sowie der ungünstigen Anströmung des Durchlasses (sehr große Baumwurzel unmittelbar vor dem Einlaufquerschnitt) ist der Durchlass generell als stark verlegungsgefährdet (Verstopfen durch Äste und Zweige) einzustufen. Bei einem starken Verlegen des Durchlasses mit gleichzeitig hohem Abfluss würde sich am Durchlass ein Aufstau ergeben, der zu einer lokalen Überflutung der K 1001 führen kann.

Beim Vollstau des geplanten HRB bis 443,00 m+NN reicht der Rückstau des Beckens bis zum Einlaufbereich des Durchlasses (Sohle dort ca. 442,70 m+NN). Dies bedeutet, dass die Leistungsfähigkeit in diesem Fall leicht reduziert ist.

Das gleichzeitige Auftreten des höchsten Wasserspiegels im HRB (der nur für ca. 1-2 h gegebene Vollstau beim HQ 100) und des Verstopfens des Durchlasses ist extrem unwahrscheinlich. Dies bedeutet, dass die Überflutungsgefahr der K 1001 durch den HRB-Betrieb in vernachlässigbarer Weise beeinflusst wird.

Maßnahmen am Durchlass (Neugestaltung des Einlaufs, Anordnung eines Grobrechens oder dgl.) sind im Zuge des geplanten HRB daher nicht vorgesehen; zumal im Fall einer lokalen Überflutung der K 1001 keine nennenswerten Schäden an der Straße zu erwarten sind (u.a. auch da aufgrund der Geländeverhältnisse keine hohen Strömungsgeschwindigkeiten auftreten).

Hinsichtlich einer eventuellen Verkehrsgefährdung (Aquaplaning bei Überflutung) sollte der Durchlass generell regelmäßig untersucht und loses Holz aus dem Zulaufbereich entfernt werden.

### 6.2 Maßnahmen an den Teichen im Stauraum und der Glemsbachmündung

Im Einstaubereich des HRB befinden sich zwei Fischteiche. Diese liegen auf dem Flurstück -Nr. 671 (etwa 400 m oberstrom des Damms). Die Geländeoberkante im Bereich der Teiche liegt auf etwa 441,50 m+NN. Beim Vollstau wird dieses Gelände - und damit die Teichanlage - etwa 1,50 m hoch überstaut. Der Beckeneinstau bis 441,50 m+NN wird bei einem etwas 30-jährlichen Hochwasser erreicht. Die Teiche waren bis vor kurzem in Privatbesitz und wurden vom Wasserverband Würm erworben.

Im Rahmen der landschaftspflegerischen Begleitplans (LBP) ist am unterstromigen Teich geplant, die harten Uferbefestigungen rückzubauen und die Ufer flacher anzulegen. Der oberstromige Teich wird verfüllt. Anschließend soll in dem dortigen Gelände eine naturnahe Gewässerschleife für die Würm angelegt werden. Die Einmündung des Glemsbachs wird in diesem Zuge ebenfalls naturnah umgestaltet und erhält eine ökologisch durchwanderbare Sohlgleite. Auch diese Flussbaumaßnahmen sind Gegenstand des beiliegenden LBP und Teil der Genehmigungsplanung. Der dort erforderliche Grunderwerb ist bereits erfolgt.

### 6.3 Wasserschutzgebiet „Füllesbrunnen“

Beim Vollstau bis 443,00 m+NN reicht die Einstaufläche geplanten HRB an einigen Randbereichen sowie an der Stauwurzel um wenige Meter in die Zone III des Wasserschutzgebiets „Füllesbrunnen“ hinein. Die Zone II dieses Wasserschutzgebiets beginnt ca. 40-50 m oberstrom der Stauwurzel. Die Zone I mit der Brunnenfassung „Maurener Tal“ liegt ca. 300 oberstrom der Stauwurzel. Auswirkungen durch das Vorhaben auf den Brunnen sind nicht zu erwarten.

### 6.4 Bestehende Versorgungsleitungen

Folgende Leitungen liegen im geplanten Einstaubereich oder im unmittelbaren Umfeld des Dammes und werden nicht überbaut.

- **Wasserversorgungsleitung** der Gemeinde Ehningen quer zur Talaue (unterstrom der A 81 – Brücke)
- **Abwasserleitung** der Gemeinde Ehningen (Straßenentwässerungsleitung) in der K 1001
- **Erdkabel der Telekom** - ca. 50 m oberstrom des Dammes quer zur Talaue
- **Erdkabel der Telekom** - im asphaltierten Wirtschaftsweg (mit Brücke) der die Talaue quert.

Anpassungsmaßnahmen an diesen Leitungen sind im Zuge des geplanten HRB nach derzeitigem Stand nicht erforderlich. Der geplante Anschluss an die Wasserversorgungsleitung ist in Kapitel 4.14 erläutert.

Im Bereich der Dammaufstandsfläche befinden sich zwei Leitungen, deren vorgeschlagene Anpassung in den folgenden Kapiteln erläutert ist:

- **Erdkabel private Solarstromspeisung** parallel zur Würm
- **Abwasser-Druckleitung** entlang der K 1001

### 6.5 Verlegung Solarstromspeisung

Parallel zur Autobahnbrücke verläuft ein von der landwirtschaftlichen Lagerhalle (Flst.-Nr. 615) kommendes Erdkabel in Richtung Ehningen. Es handelt sich dabei um eine Privatleitung zur Solarstromspeisung. Das Kabel quert unterstrom des geplanten Auslassbauwerks die Würm. Unmittelbar nach der Gewässerquerung verläuft das Kabel parallel zur Würm stromaufwärts.

Das Kabel liegt dabei auf etwa 35 m Länge in der geplanten Dammaufstandsfläche. Es wird vorgeschlagen, das Kabel in einem Leerrohr entlang der Außenwand des Auslassbauwerks neu zu verlegen. Weitere Details werden im Zuge der Ausführungsplanung mit dem Eigentümer abgestimmt.

### 6.6 Stromversorgung, Leitungen der Netze-BW

Erdkabel der Netze-BW GmbH (Unternehmen der EnBW) liegen unterstrom der A81 – Brücke und werden durch das Vorhaben nicht tangiert.

Für den Betrieb der Anlage (Schützenantriebe und –steuerung sowie Beleuchtung) wird eine Stromversorgung benötigt. Mit der Netze-BW GmbH wurde bereits Kontakt aufgenommen um entsprechende Anschlussmöglichkeiten und -kosten zu ermitteln.

## **6.7 Anpassung Abwasserdruckleitung**

In dem parallel zur K 1001 verlaufenden Wirtschaftsweg verläuft eine Abwasserdruckleitung dA90 PE-HD. Betreiber der Leitung ist die Gemeinde Ehningen. Auf etwa 30 m Länge wird die Leitung etwa 2,3 m hoch überschüttet. In diesem Bereich wird die Leitung erneuert und in einem Schutzrohr DN 200 GGG geführt.

## **6.8 Grunderwerb**

Für die Realisierung der Baumaßnahme ist es erforderlich, dass alle funktionellen Teile wie das Dammbauwerk, das Auslassbauwerk mit Pegelstrecke sowie Unterhaltungswege auf Flächen des Wasserverbands errichtet werden. Weiterhin ist für die Baumaßnahme selbst die vorübergehende Inanspruchnahme von zusätzlichen Flächen für Baustelleneinrichtung und als Lagerflächen notwendig.

Die zu erwerbenden sowie die vorübergehend benötigten Flächen sind im Grunderwerbsplan (Anlage 2.4) sowie im Grunderwerbsverzeichnis (Anhang A) dargestellt. Nicht enthalten sind die für den ökologischen Ausgleich benötigten Flächen. Diese sind in den separat beiliegenden Unterlagen der UVS und des LBP aufgeführt. Der Wasserverband steht mit den betroffenen Grundstückseigentümern bezüglich des Grunderwerbs in Kontakt.

## **6.9 Unterhaltungsmaßnahmen**

Die Unterhaltungsmaßnahmen am HRB werden vom Wasserverband durchgeführt. Dies beinhaltet die regelmäßige Kontrolle und Wartung sämtlicher Bauwerke, der beweglichen Teile und der Messeinrichtungen, sowie die Bewirtschaftung bzw. die Pflege des Dammes, der Wege, und der sonstigen Anlagen. Der Verband übernimmt ferner das Abräumen von Geschwemmsel und sonstigen Ablagerungen und das ordnungsgemäße Herrichten der Grundstücke im Beckenraum nach Einstauereignissen.

## **6.10 Entschädigungszahlungen für Überstauungen und Wertminderungen**

„Die Benutzung der betroffenen Grundstücke beim Betrieb des Hochwasserrückhaltebeckens bedarf einer privatrechtlichen Umsetzung der mit der Planfeststellung ausgesprochenen öffentlich-rechtlichen Duldungspflicht. Die privatrechtliche Umsetzung kann in Form von Verträgen oder Dienstbarkeiten, notfalls auch im Wege der Enteignung erfolgen. Der Wasserverband Würm macht den betroffenen Eigentümer und Bewirtschaftern der Flächen einen Vorschlag zu einer möglichen Entschädigung.

### **6.11 Begleitende landschaftspflegerische Maßnahmen**

Die UVS und der Landschaftspflegerische Begleitplan (LBP) wurden durch das Büro Landschaftsökologie + Planung, Schorndorf, bearbeitet. Das Gutachten wird als gesonderte Mappe eingereicht. Durch den Bau des Hochwasserrückhaltebeckens werden Ausgleichsmaßnahmen für Eingriffe in die einzelnen Schutzgüter erforderlich. Der LBP enthält geeignete Maßnahmen, die eine vollständige Kompensation aller Beeinträchtigungen auf die einzelnen Schutzgüter ermöglichen.

Die für den Ausgleich vorgesehenen Grundstücke werden vom Wasserverband bereitgestellt, so dass die Umsetzung der Ausgleichsmaßnahmen gesichert ist. Die entsprechenden Grundstücke, auf denen der Ausgleich stattfinden wird, sind im LBP aufgeführt.

### **6.12 Probestau**

Zur Prüfung der Funktionstüchtigkeit des HRB soll nach DIN 19700, Teil 12, vor der Freigabe zum Betrieb ein Probestau bis zur Höhe von mindestens  $\frac{3}{4}$  des Vollstaus durchgeführt werden. Im Rahmen dieses Probestaus können zur Überprüfung der berechneten Schützöffnungshöhen Abflussmessungen durchgeführt werden und ggf. eine Anpassung der Schützöffnungshöhen erfolgen. Die Durchführung des Probestaus ist Teil des Antrags.

## 7 Zusammenfassung

Die aktuellen, dem Landratsamt und den Kommunen vorliegenden Hochwassergefahrenkarten (HWGK) zeigen, dass in der Gemeinde Ehningen bereits bei 10-jährlichen Hochwassern (HW) erste innerörtliche Überflutungen auftreten. Die Bestandanalyse, die im Rahmen der „Entwicklung einer HW-Schutzkonzeption für Ehningen“ [WALD + CORBE, 2014] durchgeführt wurde, hat gezeigt, dass ein ausreichender Schutz für Ehningen nur hergestellt werden kann, wenn neben lokalen Schutzmaßnahmen innerhalb der Ortslage ein Hochwasserrückhaltebecken (HRB) an der Würm im „Maurener Tal“, unmittelbar oberstrom der Autobahnbrücke der A 81 gebaut wird.

Das HRB wird mit einem nutzbaren Rückhaltevolumen von rd. 320.000 m<sup>3</sup> im Hauptschluss errichtet. Um mit diesem Volumen ein 100-jährliches Hochwasser beherrschen zu können, muss das HRB als gesteuertes Becken betrieben werden. Der Abfluss aus dem HRB wird dabei im Einstaufall auf einen einstauabhängigen Regelabfluss von 8,7 m<sup>3</sup>/s (Einstaubeginn) bis 9,6 m<sup>3</sup>/s (Vollstau) gesteuert. Diese Abgabemengen sind auf die vorgeschlagen innerörtlichen Maßnahmen abgestimmt, so dass im Zusammenwirken aller Maßnahmen der angestrebte 100-jährliche HW-Schutzgrad erreicht wird

Beim 100-jährlichen Vollstau reicht der Wasserspiegel im Becken fast bis an die Kreisstraße 1001. Die Einstaudauer des HRB (der gesamte Einstau- und Entleerungsvorgang ab Beginn der Abflussdrosselung) beträgt im Fall des 100-jährlichen Bemessungsereignisses ca. 40 h. Bei kleineren HW ist die Einstaudauer entsprechend kürzer. Die Auslegung des HRB auf den „Lastfall Klimaänderung“ wurde geprüft. Jedoch kann das dafür erforderliche, wesentlich größere Rückhaltevolumen im Hinblick auf die Höhenlage der Straße nicht bereitgestellt werden.

Die Stauwurzel liegt etwa 1000 m oberstrom des Dammes. Sie reicht dabei wenige Meter in die Zone III des angrenzenden Wasserschutzgebiets "Füllesbrunnen". Auswirkungen durch das Vorhaben auf dieses sind nicht zu erwarten.

Der etwa 210 m lange und i.M. etwa 3,4 m hohe Absperrdamm wird als begrünter Erddamm mit einem Gesamtschüttvolumen von ca. 15.000 m<sup>3</sup> errichtet. Die Dammkrone wird mit einer Breite von 4,0 m ausgebildet. Auf der Dammkrone wird ein 3,0 m breiter Weg hergestellt, um die Befahrung für Unterhaltungszwecke zu ermöglichen.

Das Auslassbauwerk zur Regelung der Abflüsse und Bewirtschaftung des Stauraumes wird als offenes, zwei-züiges Durchlassbauwerk aus Stahlbeton errichtet. Bei der Gestaltung wurde auf die Erhaltung der Durchwanderbarkeit für Fische und Kleinlebewesen besonderen Wert gelegt. Der linke Zug wird als Durchgangserinne (Ökogerinne) mit rauer, besiedelbarer Sohle und seitlicher Berme ausgestattet. Die Regulierung der Abflüsse im Einstaufall erfolgt im rechten Bauwerkszug, dem Betriebsauslass.

Unterstrom des Auslassbauwerks wird das Gewässer auf etwa 65 m Länge mit gestrecktem Verlauf und einheitlichem Abflussquerschnitt neu angelegt, so dass dort eine stabile „Wasserstands-Abfluss-Beziehung“ gegeben ist und der Steuerpegel des HRB angeordnet werden kann.

Zur Hochwasserentlastung wird in dem südlich der Würm liegenden Dammbauabschnitt eine Dammscharte mit einer Länge von 50,0 m (Kernbereich) angelegt, deren Oberkante auf Höhe des Vollstaus (ZV = 443,00 m+NN) liegt. Zur Sicherung des anschließenden Böschungsbereichs gegen Erosion ist ein begrüntes Mastix-Schotter-Deckwerk vorgesehen.

Im Hochwasserentlastungsfall stellt sich im Becken ein maximaler Wasserstand ein, der über der Fahrbahn der K 1001 liegt. In Verlängerung des Dammbauwerks ist eine insgesamt etwa 30 m lange Stahlbetonmauer vorgesehen, die im Bereich der Fahrbahn und der beidseitigen Wege auf insgesamt etwa 10 m Länge unterbrochen wird. Für diese Abschnitte ist ein mobiler, 4-feldriger Dammbalkenverschluss vorgesehen. Bei Erreichen des Vollstaus (bzw. einem noch abzustimmenden Wasserstand) werden die Dammbalken (mit den erforderlichen Zwischenstützen) eingesetzt und die Straße wird für den Durchgangsverkehr gesperrt.

Für den Betrieb des HRB ist ein Betriebsgebäude vorgesehen. Das Gebäude beinhaltet die gesamte Mess-Steuer- und Regeltechnik und das Notstromaggregat. Es ist weiterhin als Schutzeinrichtung für das Betriebspersonal bei Büroarbeiten im Rahmen von Funktionsprüfungen, Probetrieb, Wartungs-/ Kontrollarbeiten sowie im Einstaufall vorgesehen.

## **Anhang A**

### **Fotodokumentation des Beispiel-HRB**

Aufgenommen während einer Ortsbegehung am 11.08.2015



## **Anhang B**

### **Kostenschätzung**

Tabellarische Darstellung