

## Unterlage 01.03.03 – Verbindungsbauwerk

### Teilbericht 03.01 - Variantenbetrachtung zu den Bauwerken im Trenndamm

#### Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Veranlassung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Planungsrandbedingungen</b> .....	<b>1</b>
2.1	Vorbemerkungen.....	1
2.2	Einordnung der geplanten Bauwerke in die aktuelle Normung .....	2
2.3	Bestandsbeschreibung zum Trenndamm .....	2
2.4	Bestandsbeschreibung zum Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK) .....	4
2.5	Derzeitiges Betriebsregime der Oberauer Schleife .....	5
2.6	Allgemeine Anforderungen .....	7
2.7	Anforderungen des Betreibers/Nutzers.....	7
<b>3</b>	<b>Variantenbetrachtungen</b> .....	<b>8</b>
3.1	Vorbemerkungen.....	8
3.2	Konzeptionelle Varianten .....	8
3.3	Beschreibung der Bauwerke .....	9
3.3.1	Überlaufstrecke im Trenndamm.....	9
3.3.2	Verbindungsbauwerk im Trenndamm im Bereich der Altwasser .....	10
3.3.3	Bestehendes Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK) .....	13
3.4	Variante TD1: Flutung/Entleerung über Überlaufstrecke in Trenndamm und über das bestehende Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK).....	14
3.4.1	Variantenbeschreibung .....	14
3.4.2	Füllung untere Schleife über Überlaufstrecke und Regulierungsbauwerk zur Kößnach .....	14
3.4.3	Entleerung untere Schleife durch Überlaufstrecke und Regulierungsbauwerk zur Kößnach.....	16
3.5	Variante TD2: Flutung/Entleerung über Verbindungsbauwerk im Trenndamm.....	18
3.5.1	Variantenbeschreibung .....	18
3.5.2	Füllung untere Schleife über Verbindungsbauwerk .....	18
3.5.3	Entleerung untere Schleife über Verbindungsbauwerk .....	19
3.6	Variante TD3: Flutung/Entleerung über eine Überlaufstrecke und ein Verbindungsbauwerk im Trenndamm .....	21
3.6.1	Variantenbeschreibung .....	21
3.6.2	Füllung untere Schleife über Überlaufstrecke und Verbindungsbauwerk.....	22
3.6.3	Entleerung untere Schleife über Überlaufstrecke und Verbindungsbauwerk .....	23
3.7	Variantenvergleich und Vorschlag einer Vorzugsvariante .....	24
<b>4</b>	<b>Weitere Betrachtungen</b> .....	<b>27</b>
4.1	(n – 1)-Bedingung .....	27
4.2	Revisions- und Notverschlüsse, doppelte Verschlussebene .....	27

4.3	Baugrube und Wasserhaltung .....	28
4.4	Grobrechen .....	28
4.5	Weitere Anlagenteile .....	29
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>30</b>
<b>6</b>	<b>Literatur- und Quellenverzeichnis .....</b>	<b>32</b>

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1:	Zusammenfassung der Deicheigenschaften des Trenndamms aus Anhang A .....	3
Tabelle 2:	Breite und Leistung der Überlaufstrecke bei unterschiedlicher Höhe der Überlaufkante.....	10
Tabelle 3:	Anzahl und Leistung der Durchlässe bei unterschiedlicher Durchlassbreite.....	12
Tabelle 4:	Abfolge des Flutungsprozesses bei Variante TD1 .....	15
Tabelle 5:	Größe und Leistung der Bauwerke bei Variante TD1.....	15
Tabelle 6:	Abfolge des Entleerungsprozesses bei Variante TD1 .....	16
Tabelle 7:	Leistungsfähigkeit und Entleerungsdauer des RzK bei Variante TD1.....	17
Tabelle 8:	Abfolge des Flutungsprozesses bei Variante TD2 .....	19
Tabelle 9:	Abfolge des Entleerungsprozesses bei Variante TD2 .....	19
Tabelle 10:	Leistungsfähigkeit und Entleerungsdauer des VBW und des RzK bei Variante TD1 .....	20
Tabelle 11:	Abfolge des Flutungsprozesses bei Variante TD3 .....	22
Tabelle 12:	Größe und Leistung der Bauwerke bei Variante TD3.....	22
Tabelle 13:	Abfolge des Entleerungsprozesses bei Variante TD3.....	23
Tabelle 14:	Leistungsfähigkeit und Entleerungsdauer der Bauwerke bei Variante TD3 .....	24
Tabelle 15:	Variantenvergleich zu den konzeptionellen Varianten.....	25
Tabelle 16:	Zusammenstellung der Vorzugsvarianten und Entwurfsparameter .....	31

**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1:	Übersicht bestehender Trenndamm .....	2
Abbildung 2:	Auszug Bestandsplan Trenndamm im Altwasserbereich (Quelle: WSV) .....	3
Abbildung 3:	geotechnischer Querschnitt des Trenndammes (TO 11) bei Station 0+778 aus [6] .....	4
Abbildung 4:	Darstellung der Ablaufleitungen und Verschlüsse im Regulierungsbauwerk zur Kößnach.....	5
Abbildung 5:	derzeitige Wasserstände der Öberauer Schleife (Quelle: WSV).....	6

Abbildung 6:	beispielhafte Darstellung zur Überlaufstrecke im Trenndamm.....	9
Abbildung 7:	beispielhafte Darstellung zum Verbindungsbauwerk im Trenndamm .....	11
Abbildung 8:	Bauwerke bei Variante TD1 .....	14
Abbildung 9:	Bauwerke bei Variante TD2.....	18
Abbildung 10:	Bauwerke bei Variante TD3.....	21

## **Anhangverzeichnis**

Anhang A	Geometrische Analyse zum bestehenden Trenndamm zwischen der oberen und unteren Oberauer Schleife
----------	--

## **Anlagenverzeichnis**

Anlage 1	Bestandsunterlagen zum Trenndamm und zum Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK)
Anlage 2	Breite der Überlaufstrecke bei unterschiedlichen Höhen der Überlaufkante
Anlage 3	Breite und Anzahl der Rechteckdurchlässe des Verbindungsbauwerks
Anlage 4	Leistungsfähigkeit des bestehenden Regulierungsbauwerks zur Kößnach
Anlage 5	überschlägige Berechnung der Flutung und Entleerung bei Variante TD1
Anlage 6	überschlägige Berechnung der Flutung und Entleerung bei Variante TD2
Anlage 7	überschlägige Berechnung der Flutung und Entleerung bei Variante TD3
Anlage 8	Plandarstellungen zur Überlaufstrecke im Trenndamm
Anlage 9	Plandarstellungen zum Verbindungsbauwerk im Trenndamm

## 1 Veranlassung

Im Rahmen der Bearbeitung der Planungsleistungen zur Errichtung einer gesteuerten Hochwasserrückhaltung an der Oberauer Schleife der Donau wurden Variantenuntersuchungen zu den einzelnen Bauwerken durchgeführt, die zur Umsetzung der Aufgabenstellung und der im Rahmen der Vorplanung herausgearbeiteten Vorzugsvariante für die Hochwasserrückhaltung erforderlich werden.

Gegenstand der nachfolgenden Unterlage ist die Variantenuntersuchung für die Bauwerke im bestehenden Trenndamm, der den Flutungsbereich der geplanten Hochwasserrückhaltung (HWR) in die untere und obere Schleife teilt. Die Variantenuntersuchung zu den Bauwerken im Trenndamm ist als Teilbericht 03.01 Bestandteil der Vorplanungsunterlage.

Zielstellung dieser Unterlage ist es, verschiedene Lösungsmöglichkeiten zum Standort sowie der Konstruktion von Bauwerken im Trenndamm aufzuzeigen, untereinander zu vergleichen und zu bewerten. Abschließend wird als Grundlage für die Entwurfsplanung eine Vorzugsvariante empfohlen.

## 2 Planungsrandbedingungen

### 2.1 Vorbemerkungen

Im Ergebnis eines Raumordnungsverfahrens (ROV) [3], das im Jahr 2012 durchgeführt und mit der Landesplanerische Beurteilung [2] im Jahre 2013 abgeschlossen wurde, ist die Oberauer Donauschleife als Überflutungsfläche zur Rückhaltung im Hochwasserfall vorgesehen. Im Zuge der Vorplanung konnten die im Raumordnungsverfahren prognostizierten Wirkungen für die raumgeordnete „Variante 4 mod LaB“ anhand weiterführender hydraulischer Berechnungen, die auf der Grundlage des fortgeschriebenen Oberflächenwassermodells und für verschiedene Hochwasserwellen durchgeführt wurden sowie aufgrund der geänderten Randbedingungen und der Vorgaben aus dem Hochwasserschutz-Aktionsprogramm 2020plus aus dem Jahr 2013 nicht bestätigt werden.

Im Rahmen der Vorplanung zur Umsetzung der Hochwasserrückhaltung wurden verschiedene Varianten untersucht, mit denen sich die im Raumordnungsverfahren prognostizierten Wirkungen erreichen lassen. Im Ergebnis wurde eine favorisierte Planung entwickelt, für die im Jahr 2017 ein Scopingverfahren [1] durchgeführt wurde. Die favorisierte Planung ist die Grundlage für die weitere Planung.

Vorgesehen ist eine gesteuerte Hochwasserrückhaltung, die ab einem HQ30, HQ100 bzw. HQ200 in der Donau geflutet werden soll. Die Hochwasserrückhaltung soll maximal bis zu einem Binnenwasserstand von 320,20 m ü. NN angestaut werden. Bei Erreichen des Stauziels in der Hochwasserrückhaltung wird das Einlaufbauwerk geschlossen und das Auslaufbauwerk je nach Wasserstand im Unterwasser geöffnet, um den Stauinhalt mit der abfließenden Hochwasserwelle zu entleeren.

Die Bauwerke im Trenndamm dienen bei der Flutung der Hochwasserrückhaltung der schadlosen Verteilung der einströmenden Wassermengen in die untere Schleife und bei Entleerung der Zuleitung des in der unteren Schleife rückgehaltenen Wassers zum Auslaufbauwerk an der oberen Schleife.

Aufgrund der Höhenlage des Trenndammes von im Mittel etwa 318,50 m ü. NN wird dieser sowie die geplanten Bauwerke bei Flutung der Hochwasserrückhaltung bis zum Stauziel von 320,20 m ü. NN mindestens ca. 1,7 m hoch überstaut.

## 2.2 Einordnung der geplanten Bauwerke in die aktuelle Normung

Die Bestimmung der maßgebenden Normen für die Bauwerke im Trenndamm und weitere durch das Planungsvorhaben betroffene wasserbaulichen Anlagen beruht auf folgenden Überlegungen:

Zur Unterstützung der Füllung und Entleerung der Hochwasserrückhaltung ist im Trenndamm zwischen der unteren und oberen Schleife die Errichtung von Bauwerken (Verbindungsbauwerk, Überlaufstrecke) geplant. Die Bauwerke sind so zu gestalten, dass die Trennung der beiden Schleifenteile weiterhin sichergestellt werden kann. Vor Flutung der Hochwasserrückhaltung sind die Bauwerke ggf. zu öffnen.

Die Bauwerke dienen während der Flutung der raschen Füllung der unteren Schleife und wirken einer unkontrollierten Überströmung des Trenndammes (Deichbruchgefahr) entgegen.

Während der Entleerung fungieren die Bauwerke zur Überleitung des Wassers aus der unteren Schleife in die obere Schleife, wo es über das geplante Auslaufbauwerk in den Kößnach-Ableiter abfließt.

Beide Bauwerke, dienen der Füllung und Entleerung der unteren Schleife und sind wie der Trenndamm selbst in die DIN 19712 [17] einzuordnen. Das Verbindungsbauwerk wird in der DIN 19712 als Durchlass- und Entleerungsbauwerk gemäß Abschnitt 13.2.1 und die Überlaufstrecke gemäß Abschnitt 7.5.4 eingeordnet.

## 2.3 Bestandsbeschreibung zum Trenndamm

Der Trenndamm zwischen oberer und unterer Oberauer Schleife ist ca. 1.160 m lang und dient der Aufteilung sowie der ökologischen Wasserstandsregulierung der Altwasserbereiche. Er wurde zusammen mit dem Regulierungsbauwerk zur Kößnach in den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts errichtet. Die Stationierung des Trenndammes beginnt am bestehenden Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK) und endet am ehemaligen rechten Donaudeich der Oberauer Schleife.

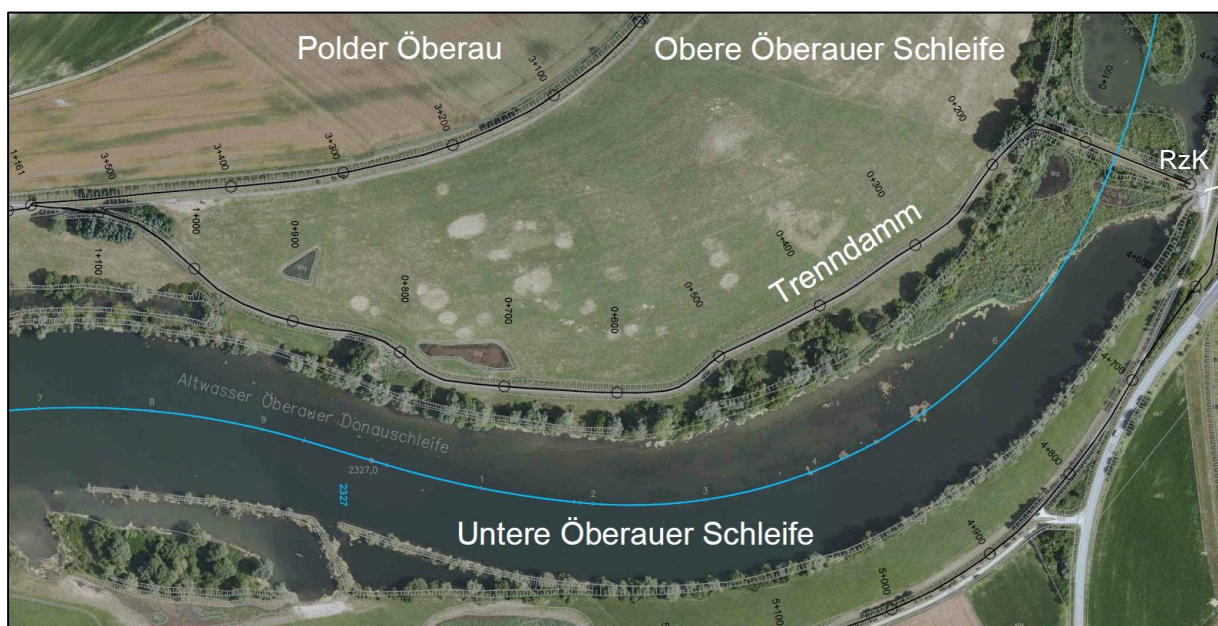


Abbildung 1: Übersicht bestehender Trenndamm

Die Kronenbreite des Dammes beträgt im Altwasserbereich von Station 0+000 bis 0+150 bis zu ca. 12 m und auf dem nach Westen verlaufenden Deichabschnitt von Station 0+150 bis 1+160 etwa 3 m. Auf der Dammkrone verläuft ein ca. 3 m breiter Unterhaltungsweg, der von Station 0+000 bis 0+150 ca. 30 ... 40 cm höher liegt als der Damm.

Die bestehenden beidseitigen Böschungsneigungen liegen im Bereich von 1:2,7 bis 1:6,0 (im Mittel ca. 1:3,5). Damit sind die Böschungsneigungen in vielen Deichbereichen flacher als 1:3. Die Deichhöhe in Deichachse variiert zwischen 318,35 und 318,85 m ü. NN und liegt damit ca. 1,35 bis 1,85 m niedriger als das geplante Stauziel von 320,20 m ü. NN.

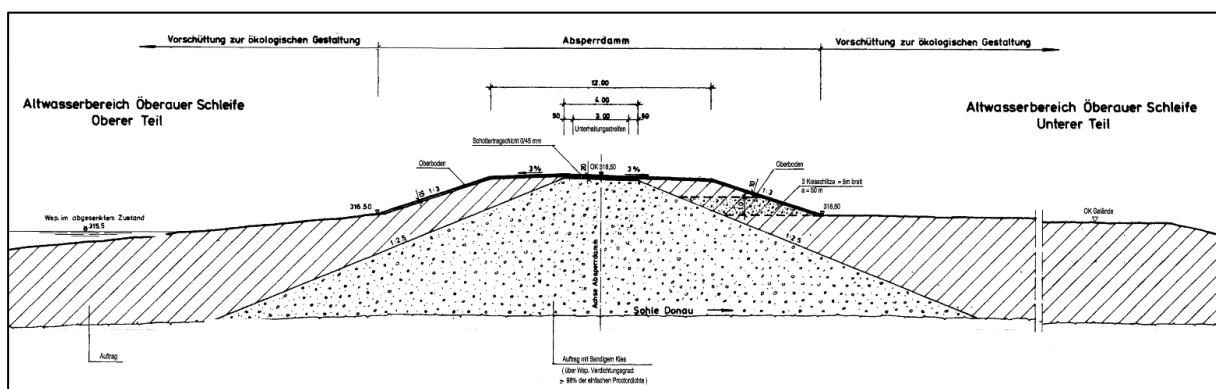
Die geometrischen Kennwerte des Trenndammes sind in Anhang A und Tabelle 1 dargestellt.

**Tabelle 1: Zusammenfassung der Deicheigenschaften des Trenndamms aus Anhang A**

Eigenschaften	Station 0+000 bis 0+150 (Altwasser)	Station 0+150 bis 1+160 (Vorland)
Kronenbreite	11,48 ... 11,75	2,79 ... 3,74
Kronenhöhe	318,38 ... 318,41	318,47 ... 318,58
Höhe Kronenweg	318,60 ... 318,85	
Böschungsneigung obere Schleife	2,65 ... 2,82	3,09 ... 4,19
Böschungsneigung untere Schleife	2,74 ... 5,36	2,74 ... 5,97

Im Altwasserbereich besteht der Trenndamm gemäß dem Bestandsplan der WSV aus einem sandig, kiesigem Kern und einer beidseitigen Abdeckung, s. Abbildung 2 und Anlage 1.1.

In den Baugrunduntersuchungen aus den Jahren 2015/2016 [5], [6] konnte dieser Aufbau bestätigt werden. Der Stützkörper wurde als stark sandiger, teils schwach schluffiger, teils schwach steiniger Kies aufgeschlossen. Für die beidseitigen Abdeckungen wurden bindige Materialien unregelmäßig verteilt. Es konnten unter dem Oberboden sandige, tonige Schluffe sowie sandige, teilweise auch schwach kiesige Schluffe und Tone größer 1,0 m Mächtigkeit angetroffen werden.



**Abbildung 2: Auszug Bestandsplan Trenndamm im Altwasserbereich (Quelle: WSV)**

Zum Aufbau des nach Westen verlaufenden Deichabschnittes liegen hingegen keine Bestandsunterlagen vor. Hier kann der Deichaufbau nur aus den Baugrunderkundungen abgeleitet werden, s. Abbil-

dung 3. Zwischen Station 0+150 bis 1+160 weist der Trenndamm keinen Stützkörper auf. Stattdessen besteht der Deich aus gemischtkörnigen bis bindigen Dichtungsmaterialien. Unter einer nicht bindigen Auffüllung für den Unterhaltungsweg (BGS 2c) bzw. dem Oberboden (BGS 1) stehen überwiegend sandige bis stark sandige, schwach tonige bis tonige Schluffe an, linsen- und lagenweise sind schluffige bis stark schluffige, teilweise tonige Sande (BGS 2a) eingeschaltet.

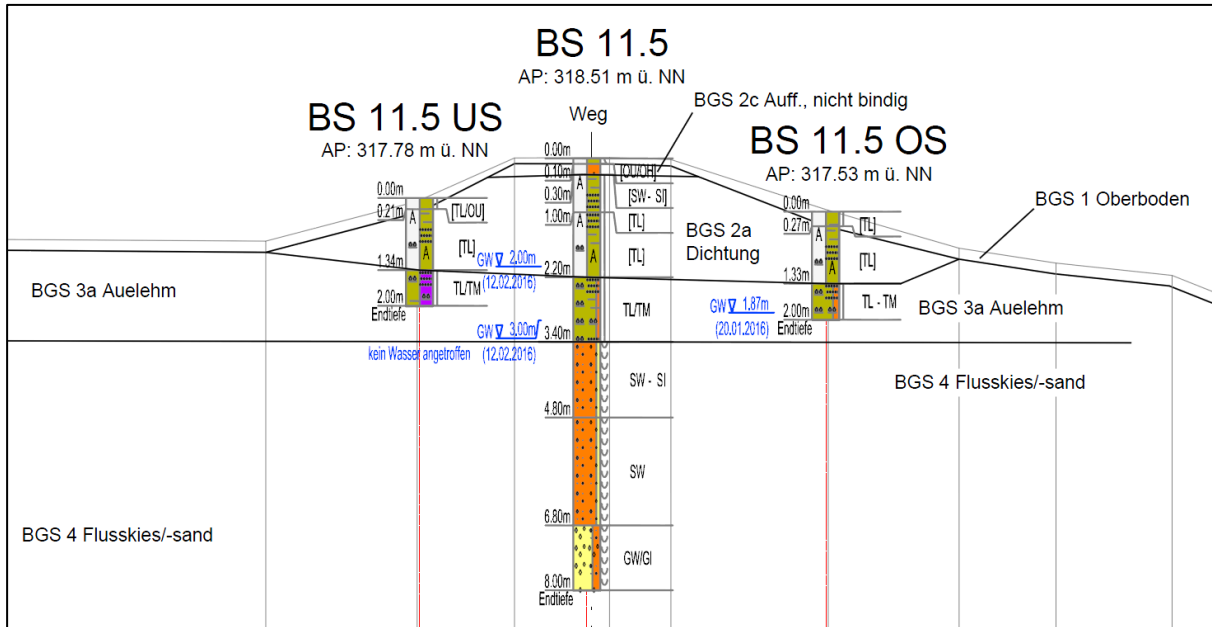


Abbildung 3: geotechnischer Querschnitt des Trenndammes (TO 11) bei Station 0+778 aus [6]

## 2.4 Bestandsbeschreibung zum Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK)

Östlich des Trenndammes im ehemaligen linken Donaudeich wurde das Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK) errichtet, s. Abbildung 1. Das Bauwerk dient der Wasserstandsregulierung in den beiden Schleifenteilen, s. Kapitel 2.5. Es besteht aus zwei Rechteckdurchlässen, welche sowohl die untere als auch obere Schleife über zwei separate Ablaufleitungen mit dem Kößnach-Ableiter verbindet.

Die Bestandsunterlagen zum Regulierungsbauwerk sind in Anlage 1.2 dokumentiert. Eine schematische Darstellung des Bauwerks zeigt Abbildung 4.

Beide Ablaufleitungen bestehen jeweils aus einem Einlaufbauwerk auf Seiten der oberen Schleife, einem Schieberschacht in Deichmitte und einem Auslaufbauwerk in den Kößnach-Ableiter. Beide Durchlässe vom Einlaufbereich bis zum Schieberschacht sind mit einem Querschnitt von 1,6 x 1,6 m und einer Sohlhöhe von 314,50 m ü. NN ausgeführt. Zwischen den beiden Ablaufleitungen befindet sich im Bereich des Einlaufes zusätzlich eine Öffnung mit Zwischenschieber 1600 x 1200 mm (Schnitt G-G und H-H).

Im Schacht im HWS-Deich sind auf Seiten der Oberauer Schleife je Leitung ein Absperrschieber 1600 x 1600 mm (Schnitt D-D) angeordnet. Für die südliche Ablaufleitung der unteren Schleife wurde im Schacht auf Seiten des Kößnach-Ableiters die Öffnungshöhe von 314,50 m ü. NN beibehalten und ein zweiter Absperrschieber 1600 x 1600 mm (Schnitt A-A) installiert. Die nördliche Ablaufleitung der oberen Schleife besitzt hingegen im Schacht auf Seiten des Kößnach-Ableiters eine Stauwand mit Oberkante auf 316,00 m ü. NN. Hier beträgt die Öffnung 1,6 x 2,5 m (Schnitt C-C und E-E) und ist mit einem Stahlschütz 1600 x 2000 mm ausgerüstet. Das Schütz dient zum Einstellen einer Überlaufkante

von 318,00 m ü. NN für die Frühjahrsflutung, kann den Öffnungsquerschnitt jedoch nicht vollständig verschließen.

Die Ablaufleitungen zwischen dem Schieberschacht und dem Auslaufbauwerk weisen Abmessungen von 2,2 x 2,8 m auf und besitzen eine Sohlhöhe von 313,60 ... 313,70 m ü. NN. Am Auslaufbauwerk sind zusätzlich noch Rückstauklappen 1500 x 1500 mm (Schnitt B-B) angeordnet.

Die nördliche Ablaufleitung für die obere Schleife besitzt somit im Schieberschacht eine Schwelle (Stauwand), die den Wasserstand in der Oberen Oberauer Schleife auf 316,00 m ü. NN hält. Um in der oberen Schleife einen niedrigeren Wasserstand als 316,00 m ü. NN einzustellen, muss der Zwischenschieber geöffnet werden und die obere Schleife über die südliche Ablaufleitung in den Kößnach-Ableiter entleert werden. Die untere Oberauer Schleife kann jedoch aufgrund der Stauwand in der nördlichen Ablaufleitung nicht über beide Leitungen entleert werden.

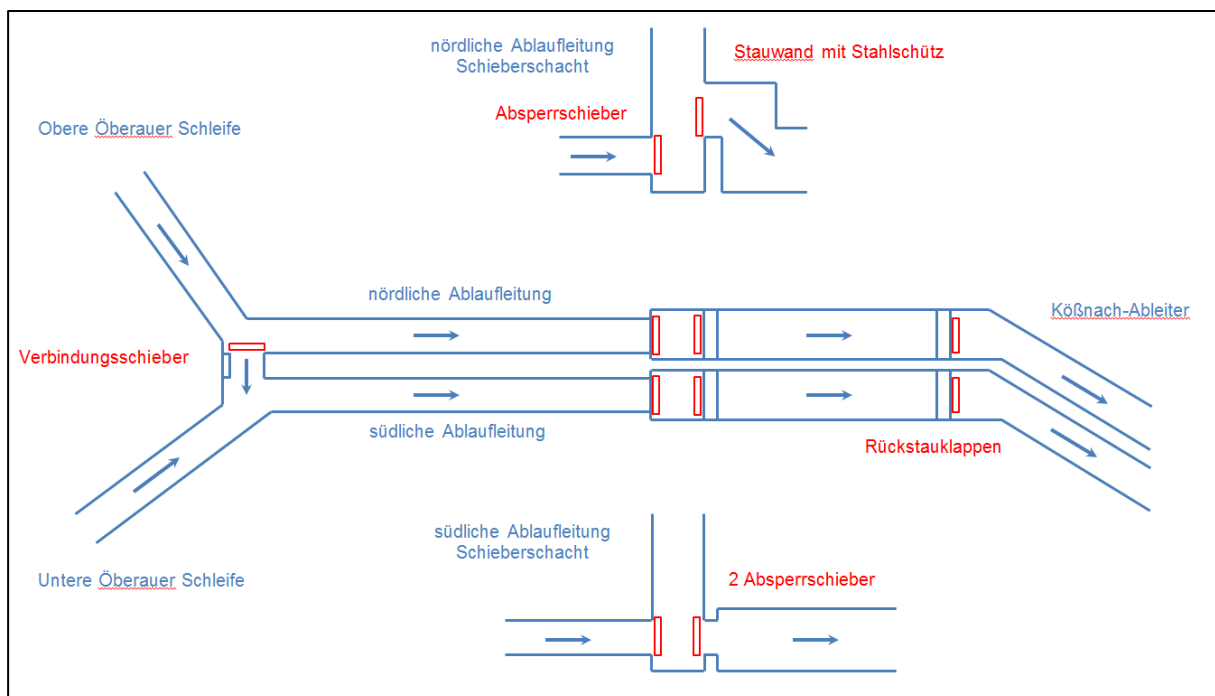


Abbildung 4: Darstellung der Ablaufleitungen und Verschlüsse im Regulierungsbauwerk zur Kößnach

## 2.5 Derzeitiges Betriebsregime der Oberauer Schleife

Der Oberauer Schleife wird über eine Heberanlage bei Donau-km 2332,633 ständig Wasser aus der Donau in den Zulaufgraben zum Absetzbecken der oberen Schleife zugeführt. Dieses Wasser dient dem Verdunstungsausgleich und der Sauerstoffanreicherung.

Der größte Teil des Frischwassers wird über das Absetzbecken im Altwasserbereich sowie die anschließende Fließstrecke in die obere Schleife weiter geleitet. Über das Regulierungsbauwerk zum Hauptkanal (RzH) im Bereich des Zulaufgrabens zum Absetzbecken unmittelbar an der Heberanlage wird ein kleinerer Teil in den Hauptkanal im Polder Öberau abgeschlagen und in den unteren Schleifenteil der Oberauer Schleife geleitet.

Der Ablauf der beiden Schleifenteile erfolgt am Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK). Die Abläufe des oberen und unteren Teils der Oberauer Schleife entwässern über dieses Bauwerk unabhängig voneinander in freier Vorflut in den Kößnach-Ableiter.



In der Oberauer Schleife wird zum ökologischen Ausgleich eine regelmäßige Wasserstandsregulierung in jährlichem Turnus durchgeführt (ökologische Frühjahrsflutung). Die Wasserstandsganglinie in der Oberauer Schleife ist in Abbildung 5 dargestellt.

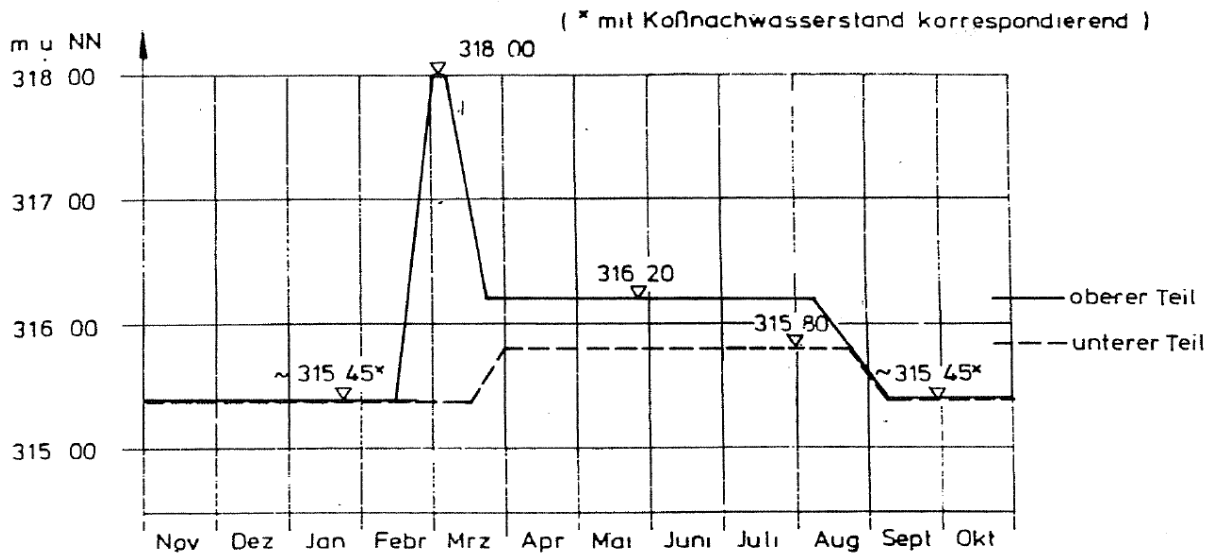


Abbildung 5: derzeitige Wasserstände der Oberauer Schleife (Quelle: WSV)

Das Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK) wird wie folgt betrieben:

- Nördliche Kammer des Auslaufbereiches: Schütz fungiert als Schwelle, die den Wasserstand in der Oberen Oberauer Schleife hält (UK = 316,00 m ü. NN).
- Südliche Kammer des Auslaufbereiches: Schütz fungiert als Abflussbegrenzer für die Untere Oberauer Schleife (UK = 314,50 m ü. NN).
- Zwischen den beiden Kammern gibt es einen Zwischenschieber.
- Grundsätzlich können die nördliche und südliche Kammer gleichzeitig zur Entleerung der oberen Oberauer Schleife genutzt werden. Die untere Oberauer Schleife kann jedoch aufgrund der unterschiedlichen Höhenlage der Kammern nicht mit beiden Kammern entleert werden.
- Zwischen Anfang September und Mitte Februar sind beide Kammern und der Zwischenschieber voll geöffnet. Dann korrespondiert der Wasserstand in den beiden Schleifenteilen mit dem Wasserstand im Kößnach-Ableiter.
- Mitte Februar beginnt die Frühjahrsflutung der oberen Oberauer Schleife und der Wasserstand wird auf ca. 318,00 m ü. NN eingestellt (Erhöhung Leistung am Heber von 0,25 m<sup>3</sup>/s auf 2,5 m<sup>3</sup>/s).
- Der Zwischenschieber am Regulierungsbauwerk zur Kößnach wird geschlossen.
- Das Schütz für den oberen Teil wird auf 318,00 m ü. NN eingestellt, das Schütz für den unteren Teil bleibt offen. Der Wasserspiegel in der Unteren Oberauer Schleife entspricht dann dem Wasserspiegel im Kößnach-Ableiter.
- Mitte März wird das Schütz für den oberen Teil auf 316,90 m ü. NN eingestellt und der Abstau beginnt.
- Einige Tage später wird das Schütz für den oberen Teil auf 316,20 m ü. NN eingestellt und der Wasserstand in der oberen Oberauer Schleife bis Anfang September gestützt.

- Ab Anfang April wird das Schütz für den unteren Teil geschlossen und die untere Oberauer Schleife bis auf 315,80 m ü. NN angestaut. Dieser Wasserstand wird in der unteren Oberauer Schleife bis Anfang September gehalten. Die Regulierung des Wasserstandes erfolgt durch ein leichtes Öffnen des Schützes.

Die Wasserstände in den beiden Schleifenteilen werden im jährlichen Turnus durch die Heberanlage an der Donau sowie das Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK) wie folgt reguliert:

- obere Schleife 315,45 ... 316,20 m ü. NN (sowie zur Frühjahrsflutung 318,00 m ü. NN)
- untere Schleife 315,45 ... 315,80 m ü. NN

## 2.6 Allgemeine Anforderungen

Für die Variantenbetrachtung zu den Bauwerken am Trenndamm gelten folgende Prämissen:

- schadlose Überströmung des Trenndammes (ohne Deichbruch) bei Flutung und Entleerung der Hochwasserrückhaltung,
- Entleerung der unteren Schleife über die obere Schleife und das Auslaufbauwerk in den Kößnach-Ableiter bzw. die Donau,
- möglichst rasche Entleerung der Hochwasserrückhaltung,
- möglichst geringe Eingriffe in Natur und Landschaft,
- Funktions- und Überlastungssicherheit der Bauwerke (ausreichende hydraulische Leistungsfähigkeit mit möglichst geringen Auswirkungen auf die Strukturen am Trenndamm),
- geringe Baukosten, geringe Folgekosten,
- einfache Wartung und Unterhaltung der Bauwerke.

Das bedeutet u.a. Erhalt der Uferstrukturen und -vegetation am Trenndamm, Erhalt der Wegebeziehungen, ästhetische Anforderungen an das Bauwerk und das Landschaftsbild.

## 2.7 Anforderungen des Betreibers/Nutzers

Betreiber der geplanten Bauwerke im Trenndamm wird künftig das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf sein. Der Trenndamm, das Heberbauwerk an der Donau und das Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK), die der Regulierung der Wasserstände in der Oberauer Schleife dienen, werden auch zukünftig weiterhin durch das Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Regensburg betrieben. An die Bauwerke im Trenndamm werden folgende Grundanforderungen gestellt:

- einfacher Einsatz von Revisions- und Notverschlüssen, Berücksichtigung des Arbeitsschutzes für das Setzen der Verschlüsse (geringer Personaleinsatz, Verwendung betriebseigener Hebeteknik),
- ständige Erreichbarkeit der Anlage mit schweren Fahrzeugen (SLW60),  
einfache Revisions-, Unterhaltungs- und Überwachungsmöglichkeiten, ggf. Fernüberwachung und Fernsteuerung der Bauwerke.

Weitere Anforderungen des Betreibers an die Gestaltung und Ausrüstung der Bauwerke (z.B. Stromversorgung, Beleuchtung, Umzäunung, ...) werden im Rahmen dieser Variantenuntersuchung nicht betrachtet.

### 3 Variantenbetrachtungen

#### 3.1 Vorbemerkungen

Der Trenndamm teilt die Altwasserbereiche der Oberauer Schleife in einen oberen und unteren Teil. Für den Einsatz der Oberauer Schleife als Hochwasserrückhaltung stellt der Trenndamm ein Hindernis bei der Verteilung des einströmenden Wassers während der Flutung sowie beim Entleeren dar.

Daher sind geeignete Bauwerke in den Trenndamm zu integrieren, welche die unterschiedlichen Zielstellungen bei der Flutung und Entleerung der Hochwasserrückhaltung erfüllen.

So ist bei der Flutung ein Bruch des Trenndammes zu vermeiden, um Erosionsprozesse am Damm sowie in der unteren Schleife zu vermeiden. Weiterhin muss bei der Flutung sehr rasch eine Wasserüberleitung von der oberen in die untere Schleife erfolgen, um die Teilstauräume der Hochwasserrückhaltung frühzeitig und mit zunehmenden Stauspiegel gleichmäßig zu fluten.

Bei der Entleerung ist wiederum das rückgehaltene Wasser aus der unteren Schleife, dem Polder Oberau sowie teilweise auch aus dem Polder Sossau West über oder durch den Trenndamm zur oberen Schleife oder direkt in den Kößnach-Ableiter abzuführen. In wieweit das bestehende Regulierungsbauwerk zur Kößnach bei der Entleerung zur Wasserableitung beitragen kann, ist zu untersuchen.

Aufgabe der nachfolgenden Variantenbetrachtungen ist es daher, verschiedene konzeptionelle Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen, untereinander zu vergleichen und zu bewerten sowie abschließend eine Vorzugsvariante zu empfehlen. In einem ersten Schritt werden dazu denkbare Varianten aufgezeigt sowie die jeweils erforderlichen Bauwerke und deren Lage und Konstruktion erläutert.

Im zweiten Schritt werden die Vor- und Nachteile der Varianten verglichen, bewertet und eine Vorzugsvariante vorgeschlagen.

#### 3.2 Konzeptionelle Varianten

Für die Über- oder Durchleitung des ein- und ausströmenden Wassers bei Einsatz der Hochwasserrückhaltung sind grundsätzlich folgende Bauwerkstypen bzw. die Verwendung folgender bestehender Bauwerke am Trenndamm möglich:

- Überlaufstrecke im Trenndamm
- Verbindungsbauwerk im Trenndamm im Bereich der Altwasser
- Einsatz des bestehenden Regulierungsbauwerks zur Kößnach (RzK)

Auch eine Kombination verschiedener Bauwerkstypen kann sinnvoll sein. Unter Verwendung der o. g. Bauwerke wurden folgende konzeptionelle Varianten erarbeitet:

Variante TD1: Flutung/Entleerung über Überlaufstrecke in Trenndamm und über das bestehende Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK)

Variante TD2: Flutung/Entleerung über Verbindungsbauwerk im Trenndamm, Restentleerung untere Schleife über bestehendes Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK)

Variante TD3: Flutung/Entleerung über eine Überlaufstrecke und ein Verbindungsbauwerk im Trenndamm, Restentleerung untere Schleife über bestehendes Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK)

In den nachfolgenden Kapiteln werden die drei Bauwerke und anschließend die drei konzeptionellen Varianten detailliert beschrieben.

### 3.3 Beschreibung der Bauwerke

#### 3.3.1 Überlaufstrecke im Trenndamm

Die Überlaufstrecke dient während der Flutung der raschen Ausbildung eines Wasserpolsters in der unteren Schleife bevor der Trenndamm auf seiner gesamten Länge überströmt wird. So soll ein Bruch des Trenndammes sowie Erosionsprozesse am Damm sowie in der unteren Schleife verhindert werden. Aber auch bei der Entleerung unterstützt die Überlaufstrecke die Wasserableitung von der unteren in die obere Schleife, von wo es über das Auslaufbauwerk in den Kößnach-Ableiter abgeführt wird.

Als Standort für die Überlaufstrecke wird der Deichbereich zwischen Station 0+200 bis 0+700 eingegrenzt. Hier befinden sich auf Seiten der unteren Schleife zwischen Trenndamm und den Auwaldstrukturen am Altwasser mehr oder weniger ausgedehnte Grünlandflächen. Weiter westlich von Station 0+700 bis 1+100 schränken hingegen hochwertige Kleingewässer in der oberen Schleife und ein Altarm an der unteren Schleife mit hochwertiger Unterwasser- und Schwimmblattvegetation die Standortwahl ein. Ein Standort westlich des Regulierungsbauwerks zur Kößnach von Station 0+000 bis 0+200 ist ebenfalls auszuschließen, da hier durch die große Deichbreite auch eine sehr breite Überlaufschwelle erforderlich wird. Zudem wären hier in beiden Schleifenteilen hochwertige Auwaldstrukturen und Röhrichte durch den Bau und Betrieb der Überlaufstrecke betroffen.

Die Konstruktion der Überlaufstrecke erfolgt als befestigte Dammscharte nach DWA-M 507-1 [11] und nach dem Leitfaden des LUBW [22]. Als Deckwerk auf Seiten der unteren Schleife ist ein im Betonbett verlegter Steinsatz mit einer Neigung von 1:5 geplant. Die an das Deckwerk anschließende Tosmulde aus Wasserbausteinen dient der Energieumwandlung und Begrenzung von Erosionen, s. Abbildung 6.

Die Höhe der Überlaufkante ergibt sich aus dem maximalen Wasserstand in der oberen Schleife bei der ökologischen Frühjahrsflutung. Die obere Schleife wird dabei jährlich bis zu einem Wasserstand von 318,0 m ü. NN geflutet. Da die Wasserstandshöhe bei der Frühjahrsflutung manuell eingestellt wird, ergeben sich Schwankungen von +/- 10 cm. Um ein unkontrolliertes Fluten der unteren Schleife zu verhindern, muss die Überlaufkante mindestens 318,0 m ü. NN betragen. Aufgrund der Schwankungen sollte diese jedoch höher liegen.

Die Länge der Überlaufstrecke ist abhängig von der Höhenlage der Überlaufkante. Die höchste Leistungsfähigkeit ergibt sich beim Flutungsprozess und sollte so groß sein, dass bei vollständiger Überströmung des Trenndammes ab 318,5 m ü. NN nur noch ein Wasserspiegelunterschied zur unteren Schleife von ca. 1,0 m besteht. Dann ist auch das Vorland des Trenndammes auf Seiten der unteren Schleife mindestens 0,5 m hoch von Wasser überdeckt, was die Energieumwandlung begünstigt und Erosionen begrenzt.

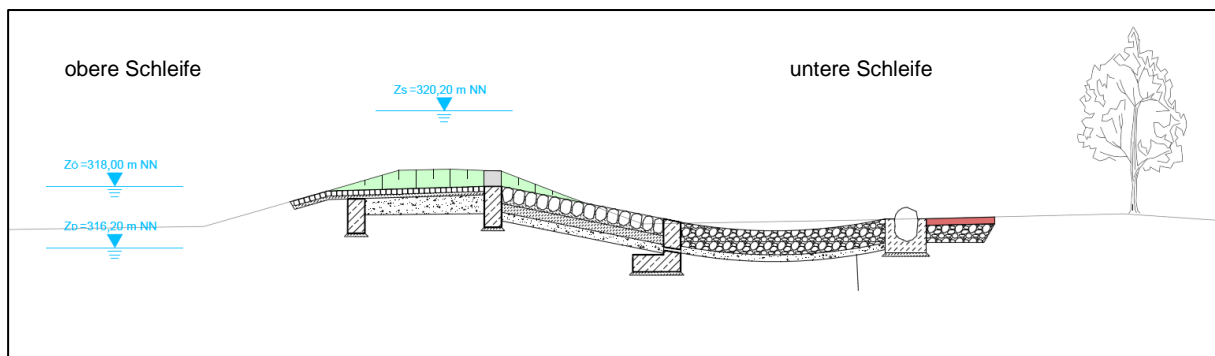


Abbildung 6: beispielhafte Darstellung zur Überlaufstrecke im Trenndamm

Die Leistungsfähigkeit der Überlaufstrecke kann als breittkroniges Wehr nach der Überfallformel von *Poleni* ermittelt werden:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{3/2}$$

Der Überfallbeiwert  $\mu$  ist im Grunde variabel, wurde aber aufgrund der geringen Schwankungsbreite für die Vordimensionierung als konstant angenommen. Im vorliegenden Fall wird gemäß THM1 [23] von einem breittkronigen Wehr mit einem Überfallbeiwert von 0,577 ausgegangen.

Maßgebender Bemessungsfall ist der Flutungsprozess sowie das HQ200 auf Basis des Hochwassers 2011, da dieses Ereignis eine hohe Leistung am Einlaufbauwerk und eine rasche Verteilung in der Hochwasserrückhaltung erfordert. Die erforderliche Länge und Leistung der Überlaufstrecke für unterschiedliche Höhenlagen der Überfallkante zeigen die Anlage 2 sowie Tabelle 2.

**Tabelle 2: Breite und Leistung der Überlaufstrecke bei unterschiedlicher Höhe der Überlaufkante**

Höhe Überlaufkante	erforderliche Überfallbreite	erforderliche Leistung bei 318,50 m ü. NN	erforderliche Leistung bei 20 cm Überfallhöhe
318,00 m ü. NN	225 m	135,09 m <sup>3</sup> /s	34,31 m <sup>3</sup> /s
318,10 m ü. NN	350 m	150,45 m <sup>3</sup> /s	53,37 m <sup>3</sup> /s
318,20 m ü. NN	600 m	167,19 m <sup>3</sup> /s	91,50 m <sup>3</sup> /s

Die Höhenlage der Überlaufkante bestimmt maßgeblich die Zeitdauer und Leistungsfähigkeit mit der die untere Schleife geflutet werden muss. Liegt die Überlaufkante hoch, besteht nur ein begrenzter Zeitraum bis der Trenndamm auf seiner vollständigen Länge überströmt wird, was eine sehr hohe Leistungsfähigkeit und aufgrund der geringen Überfallhöhe eine sehr breite Überlaufstrecke erfordert.

### 3.3.2 Verbindungsbauwerk im Trenndamm im Bereich der Altwasser

Die Alternative zu einer Überlaufstrecke ist die Anordnung eines Verbindungsbauwerks im Trenndamm. Durch das Bauwerk soll während der Flutung die Füllung der unteren Schleife über die obere Schleife erfolgen. Die Entleerung vollzieht sich in entgegengesetzter Richtung von der unteren Schleife hin zur oberen Schleife, von wo das rückgehaltene Wasser über das Auslaufbauwerk in den Kößnach-Ableiter abgeführt wird.

Als Standort für das Verbindungsbauwerk kommt nur der Bereich des Trenndammes westlich des bestehenden Regulierungsbauwerks von Station 0+000 bis 0+150 in Betracht. Nur hier befinden sich beidseitig des Trenndammes die Altwasser der unteren und oberen Schleife. Weiter westlich liegt der Trenndamm auf den ehemaligen rechten Vorlandbereichen der Donau mit Geländehöhen von 1,0 ... 1,5 m über den Wasserständen der Altwasser, die eine Entleerung der unteren Schleife in die obere Schleife damit nicht zulassen.

Aufgrund der hochwertigen Auwaldstrukturen und Röhrichtbestände im Bereich der Altwasser sollte das Bauwerk unmittelbar am bestehenden Regulierungsbauwerk zur Kößnach liegen, vorzugsweise zwischen Station 0+000 und 0+020. Hier sind weniger hochwertige Strukturen und nicht so ausgedehnte Vorlandbereiche vorhanden wie zwischen Station 0+020 und 0+150.

Als Konstruktion des Verbindungsbauwerks kommen grundsätzlich offene oder geschlossene Bauweisen in Betracht. Bei der offenen Bauweise muss der Trenndamm durch ein mehrfeldriges Wehrbauwerk mit darüber führender mind. 5,0 m breiter Betriebswegebücke unterbrochen werden. Aufgrund der großen Breite des Trenndammes von ca. 12 m verursacht eine offene Bauweise einen hohen Betonanteil mit sehr langen Flügelwänden und Pfeilern. Die geschlossene Bauweise, bei der in den Trenndamm mehrere Durchlässe integriert werden, benötigt hingegen nur einen geringen Betonanteil und passt sich gefälliger in das Landschaftsbild ein. Daher ist der geschlossenen Bauweise mit Rechteckdurchlässen der Vorzug zu geben.

Als Verschlusselemente werden aufgrund der geringen Durchlasshöhe und des geringen Platzbedarfes Gleitschütze favorisiert. Andere Verschlussarten, wie Klappen oder Stemmtore können nur in eine Richtung öffnen und sind aufgrund der zweiseitigen Fließrichtung (Entleerung/Flutung) nicht geeignet.

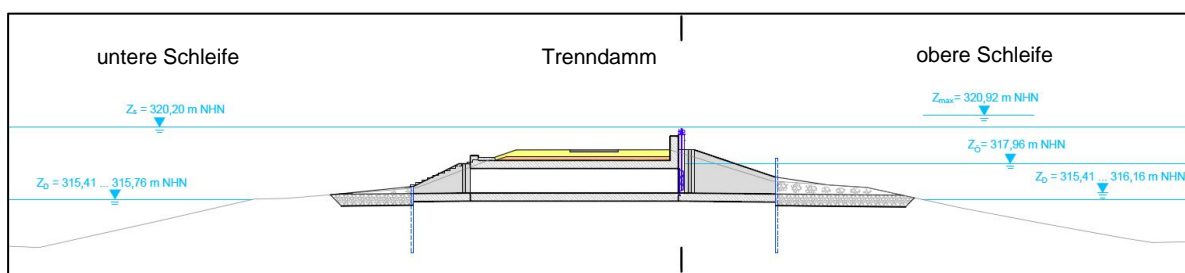
Als Antriebe für Gleitschütze haben sich Elekterspindelantriebe in zweiseitiger Ausführung und zentralem Elektromotor bewährt. Als Antriebsvariante mit „nicht steigenden“ Trapezgewindespindeln sind sie auch aus optischen Gründen besonders für Hubschütze geeignet.

Aufgrund der geringen Höhe des Trenndammes im Bauwerksbereich von ca. 318,80 ... 318,85 m ü. NN (= OK Betriebsweg) wird dieser beim Stauziel von 320,20 m ü. NN ca. 1,4 m überstaut. Um die Funktionstüchtigkeit des Bauwerks sicherzustellen, sollte die Antriebsbrücke mit den Antriebseinheiten über dem Stauziel bei ca. 320,40 m ü. NN angeordnet werden. Damit liegen die Antriebe somit ca. 1,6 m über dem Trenndamm.

Im Überlastfall bei HQ1000 Donau kann sich bei Versagen eines Feldes am Einlaufbauwerk ein Wasserstand von maximal 320,94 m ü. NN in der Hochwasserrückhaltung einstellen. In diesem Fall liegen die Antriebe unter Wasser und sind nach Rückgang des Wassers nicht mehr benutzbar, sondern müssen in Stand gesetzt werden.

Die Sohlhöhe der Durchlässe ergibt sich aus dem derzeitigen Betriebsregime in den beiden Schleifenteilen. Der höchste reguläre Wasserstand in der oberen Schleife beträgt 316,20 m ü. NN, in der unteren Schleife hingegen 315,80 m ü. NN, s. Kapitel 2.5. Bei der Entleerung der Hochwasserrückhaltung müssen beide Schleifenteile bis auf diese Wasserstände entleert werden.

Um ein Entleeren der oberen Schleife nur bis auf 316,20 m ü. NN sicherzustellen, sollte auch die Sohlhöhe des Verbindungsbauwerks nicht niedriger liegen. Ansonsten würde die obere Schleife über das offene Verbindungsbauwerk bis auf den Wasserstand in der unteren Schleife von 315,80 m ü. NN abgesenkt.



**Abbildung 7: beispielhafte Darstellung zum Verbindungsbauwerk im Trenndamm**

Zudem ist das Verbindungsbauwerk vor Beginn der Flutung der oberen Schleife zu öffnen, um die rasche Verteilung des einströmenden Wassers zu ermöglichen. Infolge der unterschiedlichen Wasserstände in den beiden Schleifenteilen würde bei einer Sohlhöhe kleiner 316,20 m ü. NN das Wasser aus der oberen Schleife noch vor Beginn der Flutung in die untere Schleife mit einem Wasserstand von 315,80 m ü. NN einströmen.

Die Höhe der Rechteckdurchlässe wird durch die Oberkante des Trenndammes von Station 0+000 bis 0+020 eingeschränkt, der im Bereich des derzeitigen Betriebsweges ca. 318,80 m ü. NN beträgt. Unter Berücksichtigung des Wegeaufbaus sind damit nur 1,5 m hohe Durchlassquerschnitte realisierbar.

Die Rechteckdurchlässe erhalten kein Gefälle, da das Bauwerk sowohl der Flutung als auch Entleerung dient.

Die Breite und Anzahl der Durchlässe wird von der Sohlhöhe und der Durchlasshöhe bestimmt. Die höchste Leistungsfähigkeit der Durchlässe wird beim Flutungsprozess benötigt und sollte so groß sein, dass bei vollständiger Überströmung des Trenndammes ab ca. 318,5 m ü. NN nur noch ein Wasserspiegelunterschied zur unteren Schleife von ca. 1,0 m besteht. Dann ist auch das Vorland des Trenndammes auf Seiten der unteren Schleife mindestens 0,5 m hoch von Wasser überdeckt, was die Energieumwandlung begünstigt und Erosionserscheinungen bei Überströmung des Trenndammes begrenzt.

Für die Leistungsermittlung anhand der Breite und Anzahl werden die Rechteckdurchlässe als Rohre mit Druckabfluss verstanden. Die hydraulischen Berechnungen zu den Rechteckdurchlässen erfolgten mit der Kontinuitäts- und Bernoulligleichung:

$$Q = v \cdot A = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta h}{\lambda \cdot \frac{L}{D} + \Sigma \zeta}} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

darin sind:	$\lambda$	Rohrreibungsbeiwert		aus Iteration (abhängig von Durchlassbreite)
	L	Länge des Rohres	15 m	(Annahme)
	D	Durchmesser		äquivalenter Rohrdurchmesser (abhängig von Durchlassbreite)
	$\Sigma \zeta$	Einzelverluste	1,6	Einlauf- und Auslaufverlust sowie Verluste durch Armaturen (Schieber)
	$\Delta h$	Druckhöhe zwischen unterer und oberer Schleife	variabel	

Maßgebender Bemessungsfall ist der Flutungsprozess sowie das HQ200 auf Basis des Hochwassers 2011, da dieses Ereignis eine hohe Leistung am Einlaufbauwerk und eine rasche Verteilung in der Hochwasserrückhaltung erfordert. Die erforderliche Anzahl der Durchlässe und deren Leistung für unterschiedliche Durchlassbreiten zeigen die Anlage 3 sowie Tabelle 3.

**Tabelle 3: Anzahl und Leistung der Durchlässe bei unterschiedlicher Durchlassbreite**

Durchlassbreite	Durchlasshöhe	Anzahl der Durchlässe	Leistung je Durchlass bei 1,0 m Druckhöhe
2,00 m	1,50 m	4	7,67 m³/s
6,00 m	1,50 m	2	15,29 m³/s

Die Durchlasshöhe ist durch die Höhe des Trenndammes auf 1,5 m begrenzt. Die Anzahl der Durchlässe hängt wiederum von der Durchlassbreite ab. Aufgrund der geringeren Gesamtabmessungen und

der kleineren Verschlüsse werden 4 Rechteckdurchlässe mit einer Breite von 2,0 m und einer Höhe von 1,5 m empfohlen.

Da auch die untere Schleife nahezu unmittelbar nach Flutungsbeginn durch das Verbindungsbauwerk gefüllt wird, besteht ein langer Zeitraum bis das Überströmen des Trenndamms einsetzt. Dadurch ist über das Verbindungsbauwerk eine geringere Leistungsfähigkeit erforderlich als bei einer Überströmstrecke, die erst ab einem späteren Zeitpunkt die Flutung der unteren Schleife ermöglicht.

### 3.3.3 Bestehendes Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK)

Das bestehende Bauwerk ist ausführlich in Kapitel 2.4 beschrieben und in Anlage 1.2 dargestellt.

Die Leistung des Regulierungsbauwerks wird maßgeblich durch die Öffnungsquerschnitte im Einlaufbereich sowie am Zwischenschieber bestimmt. Da die Öffnung am Zwischenschieber mit 1,6 x 1,2 m kleiner ist als die Ablaufleitungen im Einlaufbereich (1,6 x 1,6 m) sind Verluste infolge der Querschnittsverengung zu berücksichtigen, was die Leistungsfähigkeit verringert.

Für die Leistungsermittlung werden die Ablaufleitungen des Regulierungsbauwerks (Rechteckdurchlässe mit  $B = H = 1,6$  m) als Rohre mit Druckabfluss verstanden. Die hydraulischen Berechnungen zu den Rechteckdurchlässen erfolgten mit der Kontinuitäts- und Bernoulligleichung:

$$Q = v \cdot A = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta h}{\lambda \cdot \frac{L}{D} + \Sigma \zeta}} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

darin sind:	$\lambda$	Rohrreibungsbeiwert	0,0208	aus Iteration
	L	Länge des Rohres	45 m	(Annahme)
	D	Durchmesser	1,6 m	äquivalenter Rohrdurchmesser
	$\Sigma \zeta$	Einzelverluste	1,6	Einlauf- und Auslaufverlust sowie Verluste durch Armaturen (Schieber)
	$\Delta h$	Druckhöhe zwischen unterer und oberer Schleife	variabel	

Der Verlust infolge der Querschnittsverengung am Zwischenschieber wird anhand des Querschnittsvergleiches von  $A_1/A_2 = (D_1/D_2)^2$  und anhand THM 1, Tafel 5.4 [23] zu  $\xi_v = 1,0$  bestimmt. Die Ermittlung der Abflussgesetze ist in Anlage 2 dokumentiert:

Abflussgesetz für eine Ablaufleitung bei Flutung:  $Q = 4,990 \cdot h^{0,5}$

(von obere in untere Schleife über Zwischenschieber)

Abflussgesetz für eine Ablaufleitung bei Entleerung:  $Q = 6,025 \cdot h^{0,5}$

(von untere/obere Schleife in Richtung Kößnach-Ableiter)



### 3.4 Variante TD1: Flutung/Entleerung über Überlaufstrecke in Trenndamm und über das bestehende Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK)

#### 3.4.1 Variantenbeschreibung

Die Variante TD1 beinhaltet die Verwendung des bestehenden Regulierungsbauwerks zur Kößnach (RzK) für die Flutung und Entleerung sowie den Neubau einer Überlaufstrecke im Trenndamm.

Am Regulierungsbauwerk besteht bei der Flutung durch Öffnen des Zwischenschiebers frühzeitig die Möglichkeit der Wasserableitung von der oberen in die untere Schleife. Jedoch wird die Leistung des Bauwerks durch die Abmessungen der Ablaufleitungen, der Öffnung zwischen den Leitungen und der Wasserspiegeldifferenz von oberer und unterer Schleife begrenzt. Bei der Entleerung können wiederum beide Ablaufleitungen im Regulierungsbauwerk das in der unteren Schleife rückgehaltene Wasser in Richtung Kößnach-Ableiter abführen.

Da die Leistung des Regulierungsbauwerks bei der Flutung begrenzt ist, wird zusätzlich die Anlage einer Überlaufstrecke im Trenndamm erforderlich. Diese führt maßgeblich zur raschen Wasserüberleitung von der oberen in die untere Schleife. Bei der Entleerung ermöglicht die Überlaufstrecke jedoch nur bis zur Höhe der Überfallkante eine Wasserableitung von der unteren zur oberen Schleife. Die Entleerung der unteren Schleife muss damit hauptsächlich durch das Regulierungsbauwerk erfolgen.

In den nachfolgenden Kapiteln sollen die erforderlichen Bauwerksabmessungen für die beiden Betriebszustände der Flutung und Entleerung ermittelt werden. Zusätzlich werden etwaige Umbauten am bestehenden Regulierungsbauwerk benannt.

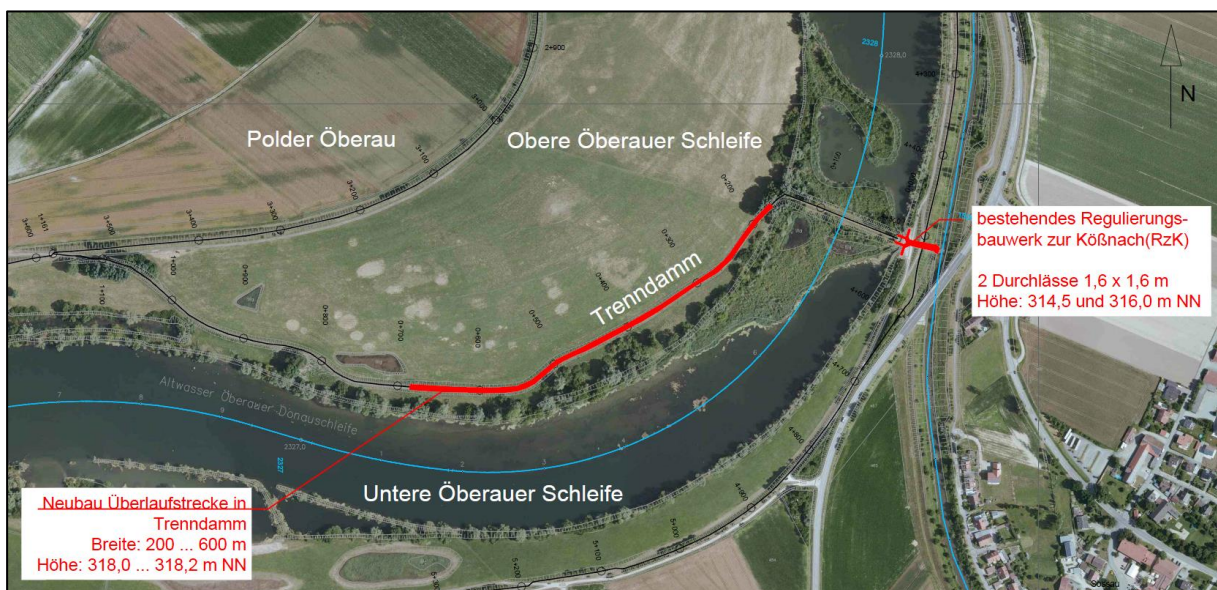


Abbildung 8: Bauwerke bei Variante TD1

#### 3.4.2 Füllung untere Schleife über Überlaufstrecke und Regulierungsbauwerk zur Kößnach

Bei der Flutung ermöglicht das Regulierungsbauwerk über das Öffnen des Zwischenschiebers die Wasserableitung von der oberen in die untere Schleife. Die Absperrschieber in den Schächten der beiden Ablaufleitungen sind dabei geschlossen (Trennung Hochwasserrückhaltung von Kößnach-Ableiter). Ab einem Wasserstand in der oberen Schleife in Höhe der Überfallkante wird die Füllung der unteren Schleife durch die Überlaufstrecke unterstützt. So entsteht in der unteren Schleife ein ausreichendes Wasserpolster bevor ab einem Wasserstand von 318,5 m ü. NN der Trenndamm nahezu auf seiner gesamten Länge überströmt wird. Die Abfolge des Flutungsprozesses über den Trenndamm zeigt Tabelle 4.

**Tabelle 4: Abfolge des Flutungsprozesses bei Variante TD1**

WSP HWR in m ü. NN	Beschreibung des Flutungsprozesses
316,2	Beginn der Flutung der oberen Schleife durch Öffnen des Einlaufbauwerks; Öffnen des Zwischenschiebers im Regulierungsbauwerk zur Kößnach
316,2 bis OK Überlaufstrecke	Flutung untere Schleife durch das Regulierungsbauwerk zur Kößnach
OK Überlaufstrecke bis 318,5	Flutung untere Schleife durch das Regulierungsbauwerk zur Kößnach und die Überlaufstrecke im Trenndamm
≥ 318,5	Flutung untere Schleife durch das Regulierungsbauwerk zur Kößnach, die Überlaufstrecke im Trenndamm und durch Überströmen des Trenndammes

Der in Tabelle 4 beschriebene Einsatz des Regulierungsbauwerks zur Kößnach (RzK) sowie der Überlaufstrecke für die Flutung der unteren Schleife ist in Anlage 5.1 für das Bemessungsereignis HQ200 auf Basis des Hochwassers 2011 dargestellt. Die Leistungsfähigkeit des Regulierungsbauwerks über den Zwischenschieber ist jedoch gering und führt nur zu einer geringen Vorfüllung der unteren Schleife. Somit muss die Überlaufstrecke weiterhin eine sehr hohe Leistungsfähigkeit aufweisen, auch wenn diese infolge der Vorfüllung durch das Regulierungsbauwerk etwas reduziert wird. Durch den Einsatz des Regulierungsbauwerks kann die Länge der Überlaufstrecke ebenfalls nur geringfügig verringert werden, s. Tabelle 5.

**Tabelle 5: Größe und Leistung der Bauwerke bei Variante TD1**

Höhe Überlaufkante	Überfallbreite der Überlaufstrecke	Leistung der Überlaufstrecke bei 318,50 m ü. NN	Leistung des RzK bei 318,50 m ü. NN
318,00 m ü. NN	200 m	120,87 m <sup>3</sup> /s	5,23 m <sup>3</sup> /s
318,10 m ü. NN	325 m	138,55 m <sup>3</sup> /s	5,19 m <sup>3</sup> /s
318,20 m ü. NN	550 m	155,47 m <sup>3</sup> /s	5,25 m <sup>3</sup> /s

Wie Tabelle 5 zeigt, ist die Leistung des Regulierungsbauwerks bei der Flutung der unteren Schleife begrenzt und verringert die Überfallbreite der Überlaufstrecke nur um etwa 8 ... 10 %.

### 3.4.3 Entleerung untere Schleife durch Überlaufstrecke und Regulierungsbauwerk zur Kößnach

Bei der Entleerung kann die Überlaufstrecke im Trenndamm den Wasserstand in der unteren Schleife nur bis auf Höhe der Überfallkante absenken. Das restliche Volumen muss über das Regulierungsbauwerk in Richtung Kößnach-Ableiter entleert werden. Die Abfolge des Entleerungsprozesses über den Trenndamm zeigt Tabelle 6.

**Tabelle 6: Abfolge des Entleerungsprozesses bei Variante TD1**

WSP HWR in m ü. NN	Beschreibung des Entleerungsprozesses
≥ 318,5	Entleerung untere in obere Schleife durch Überströmung Trenndamm
318,5 bis OK Überlaufstrecke	Entleerung untere Schleife über Überlaufstrecke in obere Schleife
< 318,4	Entleerung Polder Öberau über Grabensystem in die untere Schleife
OK Überlaufstrecke bis 318,0	Entleerung Polder Sossau West in untere Schleife, Entleerung des Polders bei WSP < 318,0 m ü. NN nur über Druckkanal möglich
OK Überlaufstrecke bis 315,8	Entleerung untere Schleife über Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK) in Kößnach-Ableiter bzw. obere Schleife

Die Leistungsfähigkeit der Überlaufstrecke ist für die Entleerung ausreichend, da dieses Bauwerk für die rasche Flutung bemessen wurde und der Prozess der Entleerung langsamer erfolgt als der Prozess der Flutung. Bei der Entleerung wird am Auslaufbauwerk eine Leistung von maximal etwa 40 m<sup>3</sup>/s benötigt, s. Anlage 5.2. Die max. Leistung der Überlaufstrecke beträgt hingegen je nach Höhe der Überfallkante 135 bis 167 m<sup>3</sup>/s, s. Tabelle 2.

Die Entleerung ab der Oberkante der Überlaufstrecke (Wasserstand 318,0 ... 318,2 m ü. NN) bis auf 315,8 m ü. NN umfasst dabei das Volumen des Polders Öberau, eines Teils des Polders Sossau West sowie das Volumen der unteren Schleife. Am Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK) kann dieses Volumen mit der südlichen Leitung (OK Sohle 314,5 m ü. NN) und ein Teil auch über die nördliche Leitung (OK Stauwand 316,00 m ü. NN) in den Kößnach-Ableiter abgeschlagen werden.

Es ist jedoch zu beachten, dass bei Einsatz der nördlichen Leitung infolge des Zwischenschiebers und der Stauwand nicht von einer vergleichbaren Leistungsfähigkeit wie bei der südlichen Leitung ausgegangen werden kann. Weiterhin ist durch die Stauwand mit einer Oberkante von 316,0 m ü. NN eine Entleerung der unteren Schleife über die nördliche Leitung nicht bis aus 315,8 m ü. NN möglich. Zudem ist das Setzen des Notverschlusses am Einlaufbauwerk der nördlichen Leitung erforderlich, da ansonsten auch die obere Schleife über das Regulierungsbauwerk entleert werden würde.

Der in

Tabelle 6 beschriebene Einsatz des Regulierungsbauwerks zur Kößnach (RzK) für die Entleerung ist in Anlage 5.2 für das Bemessungsereignis HQ30 auf Basis des Hochwassers 2011 dargestellt. Das Hochwasserereignis HQ30 ist maßgebend für die Entleerung, da dieser Lastfall die größte Leistungsfähigkeit und die geringste Entleerungszeit erfordert. Dabei bezeichnet die Oberkante der Überlaufstrecke (Wasserstand 318,0 ... 318,2 m ü. NN) den Anfangswasserstand für die Entleerung der unteren Schleife über das Regulierungsbauwerk und definiert das zu entleerende Volumen.

Nachfolgende Tabelle zeigt die erforderliche Leistung und die Entleerungsdauer.

**Tabelle 7: Leistungsfähigkeit und Entleerungsdauer des RzK bei Variante TD1**

Oberkante Überlaufkante	zu entleerendes Volumen	Anzahl Ablauf- leitungen am RzK	max. Abfluss über RzK	Entleerungsdauer (opt. Entleerungsdauer)
m ü. NN	Mio. m <sup>3</sup>	-	m <sup>3</sup> /s	h
318,00	1,37	1	7,31	65 (47)
		2	14,21	50 (47)
318,20	1,79	1	7,70	76 (53)
		2	14,57	56 (53)

Tabelle 7 zeigt, dass die Entleerungsdauer weniger vom zu entleerenden Volumen sondern viel mehr von der Leistungsfähigkeit und damit der Anzahl der Ablaufleitungen am Regulierungsbauwerk bestimmt wird. Der Einsatz nur der südlichen Ablaufleitung zur Entleerung der unteren Schleife in den Kößnach-Ableiter ist nicht ausreichend und verursacht eine längere Entleerungsdauer. In diesem Fall wäre im Kößnach-Ableiter bereits ein Wasserstand von 315,8 m ü. NN unterschritten, während in der unteren Schleife noch ein höherer Wasserstand besteht.

Ein optimales Entleerungsende besteht dann, wenn nach Absinken des Wasserstandes im Kößnach-Ableiter unter den Anfangswasserspiegel in der unteren Schleife von 315,8 m ü. NN, dieses Absenkenziel möglichst zeitnah auch in der unteren Schleife erreicht wird. Das bedeutet, der Wasserspiegelunterschied zwischen Kößnach-Ableiter und unterer Schleife sollte zu Entleerungsende nur wenige Zentimeter betragen. Dies ist nach Tabelle 7 erst bei zwei Ablaufleitungen sichergestellt.

Die nördliche Ablaufleitung kann durch den Zwischenschieber und die Stauwand im Schieberschacht nicht als voll hydraulisch wirksam angesetzt werden, s. obige Erläuterungen. Zudem ist fraglich, ob durch den begrenzten Einlaufquerschnitt der südlichen Ablaufleitung beide Leitungen entsprechend beaufschlagt werden können. Es ist somit davon auszugehen, dass der Einsatz des bestehenden Regulierungsbauwerks zu einer längeren Entleerungsdauer führt.

Um die Entleerungsdauer zu verkürzen, wäre bei dieser Variante südlich des bestehenden Regulierungsbauwerks noch eine dritte Ablaufleitung neu zu errichten. Diese sollte mindestens die Abmessungen der bestehenden Ablaufleitungen von 1,6 m x 1,6 m besitzen. Ein Umbau des bestehenden Regulierungsbauwerks wird hingegen nicht empfohlen, da dieses Bauwerk speziell für die Einstellung der Wasserstände in den beiden Schleifenteilen konzipiert wurde. Etwaige Umbauten wie eine Vergrößerung der Öffnung am Zwischenschieber oder die Entfernung der Stauwand in der nördlichen Leitung sind nur sinnvoll, wenn auch der Einlaufbereich der südlichen Leitung vergrößert wird. Mit solchen Umbauten müsste jedoch massiv in den Bestand eingegriffen werden sowie infolge der Entfernung der Stauwand zusätzliche Anlagen für die Wasserstandsregulierung in der oberen Schleife (ggf. zweites Stahlschütz im Schieberschacht) installiert werden.

### 3.5 Variante TD2: Flutung/Entleerung über Verbindungsbauwerk im Trenndamm

#### 3.5.1 Variantenbeschreibung

Bei der Variante TD2 wird statt einer Überlaufstrecke ein Verbindungsbauwerk in den Trenndamm integriert, welches die Wasserflächen der oberen und unteren Schleife mit einander verbindet. Das Bauwerk besteht aus vier Rechteckdurchlässen ( $H = 1,5 \text{ m}$ ;  $B = 2,0 \text{ m}$ ) mit einer konstanten Sohlhöhe von  $316,20 \text{ m ü. NN}$ . Die Konstruktion des Bauwerks ist in Kapitel 3.3.2 näher beschrieben.

Im Normalfall (ohne Hochwasser) ist das Verbindungsbauwerk ständig geschlossen und trennt die beiden Schleifenteile. Erst bei Einsatz der Hochwasserrückhaltung wird vor Beginn der Flutung über das Einlaufbauwerk das Verbindungsbauwerk geöffnet. Nach Ende der Entleerung wird das Bauwerk wieder geschlossen.

Über das Verbindungsbauwerk erfolgt sowohl die Flutung der unteren Schleife als auch die Entleerung. Nach Überströmung des Trenndammes ist das Bauwerk nicht mehr erreichbar, da es unter Wasser liegt. Erst nach Entleerung der Hochwasserrückhaltung bis auf ca.  $318,50 \text{ m ü. NN}$  kann das Verbindungsbauwerk wieder angefahren und die Verschlusselemente bewegt werden.

Da die Entleerung der unteren Schleife durch das Bauwerk jedoch nur bis auf  $316,20 \text{ m ü. NN}$  ermöglicht wird, ist für die Restentleerung bis auf den regulären Wasserstand von  $315,80 \text{ m ü. NN}$  der Einsatz des bestehenden Regulierungsbauwerks zur Kößnach (RzK) erforderlich.

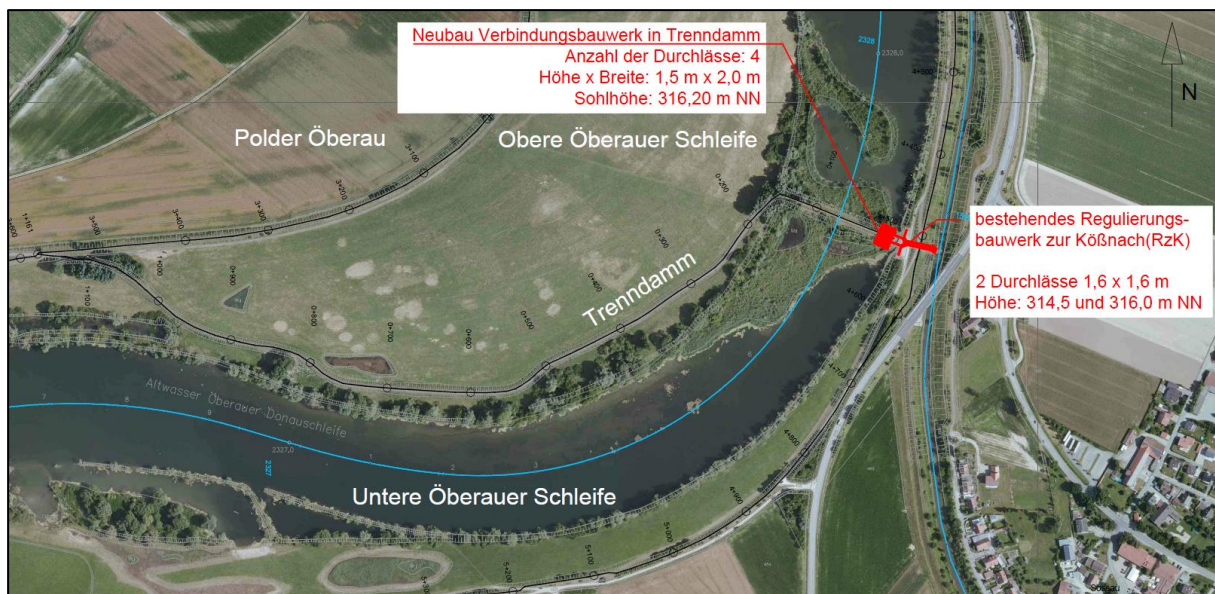


Abbildung 9: Bauwerke bei Variante TD2

In den nachfolgenden Kapiteln werden die beiden Prozesse der Flutung und Entleerung unter Verwendung des Verbindungsbauwerks erläutert und die gewählten Bauwerksabmessungen überprüft.

#### 3.5.2 Füllung untere Schleife über Verbindungsbauwerk

Durch Öffnen der Durchlässe am Verbindungsbauwerk erfolgt bei der Flutung bereits frühzeitig die Wasserableitung von der oberen in die untere Schleife. Das Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK) wird für den Flutungsvorgang nicht genutzt, sondern bleibt geschlossen. Die Abfolge des Flutungsprozesses bei Variante TD2 zeigt die nachfolgende Tabelle.



**Tabelle 8: Abfolge des Flutungsprozesses bei Variante TD2**

WSP HWR in m ü. NN	Beschreibung des Flutungsprozesses
316,2	Öffnen des Verbindungsbauwerks im Trenndamm; Beginn der Flutung der oberen Schleife durch Öffnen des Einlaufbauwerks
316,2 bis 318,5	Flutung untere Schleife durch das Verbindungsbauwerk im Trenndamm
≥ 318,5	Flutung untere Schleife durch das Verbindungsbauwerk im Trenndamm und durch Überströmen des Trenndammes

Der in Tabelle 8 beschriebene Einsatz des Verbindungsbauwerks für die Flutung der unteren Schleife ist in Anlage 6.1 für das Bemessungsereignis HQ200 auf Basis des Hochwassers 2011 dargestellt.

Aufgrund des frühzeitigen Öffnens kann sich trotz der geringen Durchlassgrößen die untere Schleife rasch füllen, so dass in der unteren Schleife ein ausreichendes Wasserpolster entsteht bevor ab einem Wasserstand von 318,5 m ü. NN der Trenndamm nahezu auf seiner gesamten Länge überströmt wird.

### 3.5.3 Entleerung untere Schleife über Verbindungsbauwerk

Bei der Entleerung kann das Verbindungsbauwerk die Wasserableitung von der unteren zur oberen Schleife nur bis zu einer Höhe von 316,20 m ü. NN realisieren. Das restliche Volumen muss über das bestehende Regulierungsbauwerk in Richtung Kößnach-Ableiter entleert werden. Die Abfolge des Entleerungsprozesses bei Einsatz des Verbindungsbauwerks zeigt Tabelle 9.

**Tabelle 9: Abfolge des Entleerungsprozesses bei Variante TD2**

WSP HWR in m ü. NN	Beschreibung des Entleerungsprozesses
≥ 318,5	Entleerung untere in obere Schleife durch Überströmung Trenndamm
318,5 bis 316,2	Entleerung untere Schleife über Verbindungsbauwerk in obere Schleife
< 318,4	Entleerung Polder Öberau über Grabensystem in die untere Schleife
318,5 bis 318,0	Entleerung Polder Sossau West in untere Schleife, Entleerung des Polders bei WSP < 318,0 m ü. NN nur über Druckkanal möglich
316,2 bis 315,8	Entleerung untere Schleife über Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK) in Kößnach-Ableiter

Die Leistungsfähigkeit des Verbindungsbauwerks mit vier Rechteckdurchlässen ist für die Entleerung ausreichend, da das Bauwerk für die Flutung bemessen wurde und der Prozess der Entleerung langsamer erfolgt als der Flutungsprozess. Bei der Entleerung wird am Verbindungsbauwerk eine Leistung von maximal etwa 20 m<sup>3</sup>/s benötigt, s. Tabelle 10. Die max. Leistung des Verbindungsbauwerks beträgt hingegen je nach Wasserspiegeldifferenz zwischen unterer und oberer Schleife bis zu etwa 30 m<sup>3</sup>/s (4 x 7,67 m<sup>3</sup>/s), s. Tabelle 3.

Die Entleerung über das Verbindungsbauwerk von 318,5 bis auf 316,2 m ü. NN umfasst dabei das Volumen des Polders Öberau, eines Teils des Polders Sossau West sowie das Volumen der unteren Schleife.

Für die Restentleerung der unteren Schleife von 316,2 m ü. NN bis auf 315,8 m ü. NN kann am Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK) nur die südliche Leitung (OK Sohle 314,5 m ü. NN) verwendet werden. Der Einsatz der nördlichen Leitung des Regulierungsbauwerks ist nicht möglich. Aufgrund der Stauwand ist eine Entleerung zudem nur bis 316,0 m ü. NN (= Oberkante Stauwand) möglich. Es muss jedoch auf den Einsatz der nördlichen Leitung bei der Entleerung verzichtet werden, da ansonsten die obere Schleife über den offenen Zwischenschieber ebenfalls entleert werden würde. In der oberen Schleife erfolgt aber die Entleerung nur bis zum Absenkziel von 316,20 m ü. NN und nicht wie bei der unteren Schleife bis auf 315,80 m ü. NN.

Der in Tabelle 9 beschriebene Einsatz des Verbindungsbauwerks sowie des Regulierungsbauwerks zur Kößnach (RzK) für die Entleerung ist in Anlage 6.2 für das Bemessungsereignis HQ30 auf Basis des Hochwassers 2011 dargestellt. Das Hochwasserereignis HQ30 ist maßgebend für die Entleerung, da dieser Lastfall die größte Leistungsfähigkeit und die geringste Entleerungszeit erfordert. Dabei bezeichnet die Oberkante des Trenndammes mit ca. 318,5 m ü. NN den Anfangswasserstand für die Entleerung der unteren Schleife über die beiden Bauwerke und definiert das zu entleerende Volumen. Nachfolgende Tabelle zeigt die erforderliche Leistung und die Entleerungsdauer.

**Tabelle 10: Leistungsfähigkeit und Entleerungsdauer des VBW und des RzK bei Variante TD1**

Oberkante Trenndamm	zu entleerendes Volumen	max. Abfluss über VBW	Anzahl Ablaufleitungen am RzK	max. Abfluss über RzK	Entleerungsdauer (opt. Entleerungsdauer)
m ü. NN	Mio. m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /s	-	m <sup>3</sup> /s	h
318,50	2,47	20,13	1	1,85	67 (62)
			2	3,48	64 (62)

Die Anlage 6.2 zeigt, dass die Entleerung über das Verbindungsbauwerk bis auf 316,2 m ü. NN zu keiner Verzögerung bei der Entleerungsdauer führt. Erst der Einsatz des Regulierungsbauwerks zur Absenkung der unteren Schleife von 316,2 auf 315,8 m ü. NN führt zu einer etwas längeren Restentleerung, s. auch Tabelle 10.

Ein optimales Entleerungsende besteht dann, wenn nach Absinken des Wasserstandes im Kößnach-Ableiter unter den Anfangswasserspiegel in der unteren Schleife von 315,8 m ü. NN, dieses Absenkziel möglichst zeitnah auch in der unteren Schleife erreicht wird. Das bedeutet, der Wasserspiegelunterschied zwischen Kößnach-Ableiter und unterer Schleife sollte zu Entleerungsende nur wenige Zentimeter betragen. Dies ist nach Tabelle 10 bei Ansatz der südlichen Leitung des Regulierungsbauwerks erst bei einer ca. 5 h längeren Entleerung gegeben.

Die zusätzliche Verwendung der nördlichen Ablaufleitung des Regulierungsbauwerks verkürzt die Entleerungsdauer nur geringfügig um 3 h. Die nördliche Ablaufleitung kann durch den Zwischenschieber und die Stauwand im Schieberschacht jedoch nicht als voll hydraulisch wirksam angesetzt werden. Zudem ist fraglich, ob durch den begrenzten Einlaufquerschnitt der südlichen Ablaufleitung beide Leitungen entsprechend beaufschlagt werden können.

Für die Restentleerung der unteren Schleife ist somit von einer etwas längeren Entleerungsdauer auszugehen. Da die optimale Entleerungsdauer aber nur um wenige Stunden überschritten wird und die Hochwasserrückhaltung da bereits zu 99 % entleert ist, hat dies keinen nennenswerten Einfluss auf die Einsatzbereitschaft für ein etwaiges zweites zu kappendes Hochwasserereignis.

### 3.6 Variante TD3: Flutung/Entleerung über eine Überlaufstrecke und ein Verbindungsbauwerk im Trenndamm

#### 3.6.1 Variantenbeschreibung

Mit der Variante TD3 wird sowohl eine Überlaufstrecke als auch ein Verbindungsbauwerk in den Trenndamm integriert. Die Verwendung beider Bauwerke hat zum Ziel die Bauwerksabmessungen zu reduzieren. Das Verbindungsbauwerk wird hier mit mindestens zwei Rechteckdurchlässen ( $H = 1,5 \text{ m}$ ;  $B = 2,0 \text{ m}$ ) angesetzt und besitzt eine Sohlhöhe von 316,20 m ü. NN. Die Breite der Überlaufstrecke variiert je nach Höhe der Überlaufkante von 125 bis 400 m. Beide Bauwerke sind in den Kapitel 3.3.1 und 3.3.2 näher beschrieben.

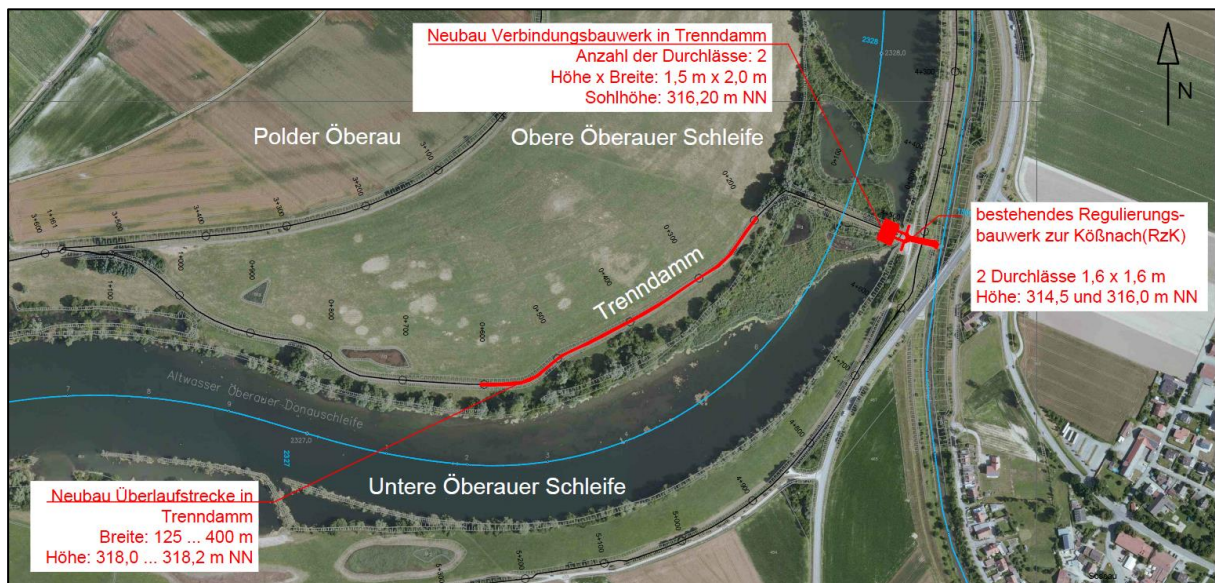


Abbildung 10: Bauwerke bei Variante TD3

Im Normalfall (ohne Hochwasser) ist das Verbindungsbauwerk ständig geschlossen und trennt die beiden Schleifenteile. Erst bei Einsatz der Hochwasserrückhaltung wird vor Beginn der Flutung über das Einlaufbauwerk das Verbindungsbauwerk geöffnet. Nach Ende der Entleerung wird das Bauwerk wieder geschlossen.

Über beide Bauwerke erfolgt sowohl die Flutung der unteren Schleife als auch die Entleerung. Nach Überströmung des Trenndammes sind die Bauwerke nicht mehr erreichbar, da sie unter Wasser liegen. Erst nach Entleerung der Hochwasserrückhaltung bis auf ca. 318,50 m ü. NN kann das Verbindungsbauwerk und die Überlaufstrecke wieder angefahren werden.

Da die Entleerung der unteren Schleife durch beide Bauwerke jedoch nur bis auf 316,20 m ü. NN ermöglicht wird, ist für die Restentleerung bis auf den regulären Wasserstand von 315,80 m ü. NN der Einsatz des bestehenden Regulierungsbauwerks zur Kößnach (RzK) erforderlich.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die beiden Prozesse der Flutung und Entleerung unter Verwendung beider Bauwerke erläutert und die vorgeschlagenen Bauwerksabmessungen überprüft.



### 3.6.2 Füllung untere Schleife über Überlaufstrecke und Verbindungsbauwerk

Zur frühzeitigen Wasserableitung von der oberen in die untere Schleife sind die beiden Durchlässe am Verbindungsbauwerk vor Beginn der Flutung zu öffnen. Bis zum Anstieg des Wasserstandes in der Hochwasserrückhaltung in Höhe der Überfallkante der Überlaufstrecke erfolgt die Füllung der unteren Schleife nur über das Verbindungsbauwerk. Ab einem Wasserstand in der oberen Schleife in Höhe der Überfallkante wird die Füllung der unteren Schleife durch die Überlaufstrecke unterstützt. Das Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK) bleibt hingegen geschlossen und wird für die Flutung nicht benutzt. Die Abfolge des Flutungsprozesses bei Variante TD3 zeigt die nachfolgende Tabelle.

**Tabelle 11: Abfolge des Flutungsprozesses bei Variante TD3**

WSP HWR in m ü. NN	Beschreibung des Flutungsprozesses
316,2	Öffnen des Verbindungsbauwerks im Trenndamm; Beginn der Flutung der oberen Schleife durch Öffnen des Einlaufbauwerks
316,2 bis OK Überlaufstrecke	Flutung untere Schleife durch das Verbindungsbauwerk im Trenndamm
OK Überlaufstrecke bis 318,5	Flutung untere Schleife durch das Verbindungsbauwerk und die Überlaufstrecke im Trenndamm
≥ 318,5	Flutung untere Schleife durch das Verbindungsbauwerk, die Überlaufstrecke im Trenndamm und durch Überströmen des Trenndammes

Der in Tabelle 11 beschriebene Einsatz des Verbindungsbauwerks und der Überlaufstrecke für die Flutung der unteren Schleife ist in Anlage 7.1 für das Bemessungsereignis HQ200 auf Basis des Hochwassers 2011 dargestellt.

Aufgrund des frühzeitigen Öffnens und das spätere Einsetzen der Überlaufstrecke kann sich auch bei nur zwei Durchlassöffnungen am Verbindungsbauwerk (VBW) die untere Schleife rasch füllen. Je nach Höhenlage der Überlaufstrecke verringert sich zudem die erforderliche Überlaufbreite, s. Tabelle 12.

**Tabelle 12: Größe und Leistung der Bauwerke bei Variante TD3**

Höhe Überlaufkante	Überfallbreite der Überlaufstrecke	Leistung der Überlaufstrecke bei 318,50 m ü. NN	Leistung des VBW bei 318,50 m ü. NN
318,00 m ü. NN	125 m	70,63 m³/s	16,47 m³/s
318,10 m ü. NN	200 m	81,59 m³/s	16,70 m³/s
318,20 m ü. NN	400 m	105,04 m³/s	16,77 m³/s

Wie Tabelle 12 zeigt, kann bei niedriger Höhe der Überfallkante die Breite der Überfallstrecke deutlich reduziert werden.

### 3.6.3 Entleerung untere Schleife über Überlaufstrecke und Verbindungsbauwerk

Bei der Entleerung kann die Überlaufstrecke im Trenndamm den Wasserstand in der unteren Schleife nur bis auf Höhe der Überfallkante absenken. Durch das Verbindungsbauwerk erfolgt die Wasserab-  
leitung von der unteren zur oberen Schleife wiederum nur bis zu einer Höhe von 316,20 m ü. NN. Das  
restliche Volumen bis zum Anfangswasserstand von 315,80 m ü. NN muss über das Regulierungs-  
bauwerk in Richtung Kößnach-Ableiter entleert werden. Die Abfolge des Entleerungsprozesses über  
den Trenndamm zeigt Tabelle 13.

**Tabelle 13: Abfolge des Entleerungsprozesses bei Variante TD3**

WSP HWR in m ü. NN	Beschreibung des Entleerungsprozesses
≥ 318,5	Entleerung untere in obere Schleife durch Überströmung Trenndamm
318,5 bis OK Überlaufstrecke	Entleerung untere Schleife über Überlaufstrecke und Verbindungsbauwerk in obere Schleife
< 318,4	Entleerung Polder Öberau über Grabensystem in die untere Schleife
318,5 bis 318,0	Entleerung Polder Sossau West in untere Schleife, Entleerung des Polders bei WSP < 318,0 m ü. NN nur über Druckkanal möglich
OK Überlaufstrecke bis 316,2	Entleerung untere Schleife über Verbindungsbauwerk in obere Schleife
316,2 bis 315,8	Entleerung untere Schleife über Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK) in Kößnach-Ableiter

Da die Überlaufstrecke und das Verbindungsbauwerk für die rasche Flutung der unteren Schleife be-  
messen wurden und der Entleerungsvorgang langsamer abläuft, sind die Bauwerksabmessungen und  
die Leistungsfähigkeit der beiden Bauwerke auch bei der Entleerung ausreichend. Mit der Überlauf-  
strecke und dem Verbindungsbauwerk erfolgt die Entleerung von 318,50 bis auf 316,20 m ü. NN. Die  
Restentleerung der unteren Schleife von 316,20 auf 315,80 m ü. NN kann hingegen nur das beste-  
hende Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK) ermöglichen. Aus den in Kapitel 3.5.3 beschriebenen  
Gründen kann für die Restentleerung nur die südliche Ablaufleitung verwendet werden.

Der in Tabelle 13 beschriebene Einsatz der Bauwerke für die Entleerung ist in Anlage 7.2.1 für das  
Bemessungsereignis HQ30 auf Basis des Hochwassers 2011 dargestellt. Nachfolgende Tabelle zeigt  
die erforderliche Leistung und die Entleerungsdauer der einzelnen Bauwerke.

Anlage 7.2.1 und Tabelle 14 zeigen, dass die Entleerungsdauer nicht von der Überlaufstrecke und  
dem Verbindungsbauwerk abhängt, sondern letztendlich von der Leistungsfähigkeit des bestehenden  
Regulierungsbauwerks, da nur dieses Bauwerk die untere Schleife bis auf 315,8 m ü. NN entleeren  
kann. Auch eine Variation der Höhe und Breite der Überlaufstrecke hat hier keinen Einfluss, da das  
Verbindungsbauwerk ausreicht, um dies zu kompensieren. Auch ein größeres Verbindungsbauwerk  
mit beispielsweise 3 Rechteckdurchlässen führt hier zu keiner Verkürzung der Entleerung, s. Anlage  
7.2.2.

Die Entleerungsdauer bestimmt sich bei Variante TD3 somit aus der Anzahl der anzusetzenden Ab-  
laufleitungen am Regulierungsbauwerk und entspricht damit den Aussagen und Angaben zur Variante  
TD2, s. Kapitel 3.5.3.

**Tabelle 14: Leistungsfähigkeit und Entleerungsdauer der Bauwerke bei Variante TD3**

<b>Überlaufstrecke</b>				
OK Überlaufkante	m ü. NN	318,00	318,10	318,20
Breite Überlaufstrecke	m	125,00	200,00	400,00
max. Leistung	m <sup>3</sup> /s	34,39	30,70	23,68
Entleerungsdauer	h	20,00	16,00	12,00
<b>Verbindungsbauwerk (VBW)</b>				
OK VBW	m ü. NN	316,20	316,20	316,20
Anzahl Durchlässe	m	2,00	2,00	2,00
max. Leistung	m <sup>3</sup> /s	13,41	14,12	14,82
Entleerungsdauer	h	52,00	52,00	52,00
<b>Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK)</b>				
OK RzK	m ü. NN	314,50	314,50	314,50
Anzahl Ablaufleitung	m	1,00	1,00	1,00
max. Leistung	m <sup>3</sup> /s	2,46	2,47	2,85
Entleerungsdauer	h	15,00	15,00	15,00
<b>Entleerungsdauer</b>				
Gesamtentleerungsdauer	h	67,00	67,00	67,00
(opt. Entleerungsdauer)	h	62,00	62,00	62,00

### 3.7 Variantenvergleich und Vorschlag einer Vorzugsvariante

Die drei oben beschriebenen Varianten werden in der nachfolgenden Tabelle gegenübergestellt. Im Ergebnis des Variantenvergleiches ist aus wasserfachlicher Sicht der Variante TD2 mit Verbindungsbauwerk (VBW) im Trenndamm der Vorzug zu geben.

Die Variante TD1 mit Verwendung des bestehenden Regulierungsbauwerks zur Kößnach (RzK) ist hydraulisch nicht ausreichend, um eine rasche Entleerung der unteren Schleife zu gewährleisten. Hier ist entweder mit einer längeren Entleerungsdauer zu rechnen oder das bestehende Regulierungsbauwerk ist durch eine weitere Ablaufleitung zu ertüchtigen. Zudem ist bei dieser Variante eine sehr breite Überlaufstrecke im Trenndamm erforderlich.

Bei Variante TD3 mit Neubau einer Überlaufstrecke und eines Verbindungsbauwerks im Trenndamm können zwar die Abmessungen beider Bauwerke verringert werden, jedoch ist weiterhin eine breite Überlaufstrecke erforderlich. Da zwei Bauwerke errichtet werden müssen, werden die naturschutzfachlichen Eingriffe bei dieser Variante am größten eingeschätzt.

Das Verbindungsbauwerk bei Variante TD2 liegt zwar auch in hochwertigen naturschutzfachlichen Bereichen, sind hier die wasserwirtschaftlichen Zielstellungen jedoch mit den geringsten Aufwendungen und Eingriffen zu erreichen.

**=> Empfohlene Vorzugsvariante: Variante TD2 mit Verbindungsbauwerk im Trenndamm**

**Tabelle 15: Variantenvergleich zu den konzeptionellen Varianten**

Varianten	Vorteile	Nachteile
TD1 (Überlaufstrecke + RzK)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verzicht auf ein Verbindungsbauwerk im Trenndamm im Bereich der Altwasser</li> <li>- keine naturschutzfachlichen Eingriffe in den Trenndamm im Bereich der Altwasser, da Lage der Überlaufstrecke im Trenndamm außerhalb der Altwasserbereiche</li> <li>- Baugrube für Überlaufstrecke außerhalb von Wasserflächen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bei hoher Lage der Überfallkante sehr große Breite der Überlaufstrecke erforderlich (200 bis 550 m) =&gt; große Flächeninanspruchnahme</li> <li>- sehr lange Befestigungsstrecke erforderlich, dadurch großflächige Bodenversiegelung, zwischen 3.700 m<sup>2</sup> bis über 10.000 m<sup>2</sup></li> <li>- erhebliche naturschutzfachliche Eingriffe: u.a. Inanspruchnahme von Weichholzauwald, alte Ausprägung (L522; ca. 700 m<sup>2</sup>) sowie junge-mittelalte Ausprägung (L521; ca. 250 m<sup>2</sup>), da der Auwald in mehreren Bereichen bis an den Trenndamm heranreicht</li> <li>- das bestehende Regulierungsbauwerk ist nicht ausreichend leistungsfähig, um eine rasche Entleerung sicherzustellen,</li> <li>- für eine rasche Entleerung ist ggf. der Neubau einer zusätzlichen Ablaufleitung erforderlich</li> <li>- Einsatz des Regulierungsbauwerks der WSV bei Flutung und Entleerung erforderlich (ggf. Zuständigkeitskonflikte)</li> <li>- hoher Unterhaltungsaufwand, da sehr breite Überlaufstrecke</li> </ul>
TD2 (VBW + RzK)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verzicht auf eine sehr lange Überlaufstrecke im Trenndamm mit großflächiger Bodenversiegelungen und Flächeninanspruchnahme u.a. von wertvollen Auwaldbeständen</li> <li>- kompaktes Bauwerk mit guter Integration in den Trenndamm (Landschaftsbild) =&gt; geringe Flächeninanspruchnahme</li> <li>- hohe Leistungsfähigkeit bei geringer Größe (4 Rechteckdurchlässe, H x B = 1,5 m x 2,0 m)</li> <li>- klare Trennung von Bauwerken des WWA (VBW für Hochwasserrückhaltung) von den Bauwerken der WSV (RzK zur Wasserstandsregulierung in den Schleifenteilen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- für Restentleerung der unteren Schleife von 316,2 auf 315,8 m ü. NN ist das bestehende RzK erforderlich</li> <li>- Bodenversiegelung in einer Größenordnung von ca. 350 m<sup>2</sup> (Betonbauwerk und Befestigungsbereiche)</li> <li>- erheblicher naturschutzfachlicher Eingriff, da Lage des VBW im Trenndamm im Bereich der Altwasser u.a. Gehölzfällungen erforderlich macht: Gesamtinanspruchnahme ca. 500 m<sup>2</sup>, davon im unteren Schleifenteil ca. 90 m<sup>2</sup> Auengebüsche (B114) sowie im oberen Schleifenteil ca. 100 m<sup>2</sup> Feldgehölze mittlerer Ausprägung (B212) und ca. 40 m<sup>2</sup> Altwasserbereiche</li> </ul>

Varianten	Vorteile	Nachteile
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geringer Unterhaltungsaufwand, da Durchlassbauwerk geringer Breite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antriebe für die Verschlusseinrichtungen am VBW müssen zur Sicherstellung der Betriebsfähigkeit über dem Stauziel liegen</li> <li>- Baugrube für Verbindungsbauwerk angrenzend an Wasserflächen, Spundwandkasten erforderlich</li> </ul>
TD3 (Überlaufstrecke + VBW + Rzk)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- durch Kombination der Bauwerke Verringerung der Bauwerksabmessungen für die Überlaufstrecke und das VBW (Breite Überlaufstrecke 125 bis 400 m, 4 VBW mit zwei Rechteckdurchlässen, H x B = 1,5 m x 2,0 m)</li> <li>- erheblicher naturschutzfachlicher Eingriff bei Lage des VBW im Trenndamm im Bereich der Altwasser geringer als bei TB 2</li> <li>- erheblicher naturschutzfachlicher Eingriff durch kürzere Befestigungsstrecke geringer als bei TB 1</li> <li>- klare Trennung von Bauwerken des WWA (VBW und Überlaufstrecke für Hochwasserrückhaltung) von den Bauwerken der WSV (Rzk zur Wasserstandsregulierung in der Schleife)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- für Restentleerung der unteren Schleife von 316,2 auf 315,8 m ü. NN ist das bestehende Rzk erforderlich</li> <li>- sehr lange Befestigungsstrecke erforderlich, dadurch großflächige Bodenversiegelung, zwischen ca. 2.300 m<sup>2</sup> bis über 7.000 m<sup>2</sup></li> <li>- erheblicher naturschutzfachlicher Eingriff, da Lage des VBW im Trenndamm im Bereich der Altwasser u.a. Gehölzfällungen erforderlich macht; Gesamtinanspruchnahme geringer als bei TB 2</li> <li>- erhebliche naturschutzfachliche Eingriffe: u.a. Inanspruchnahme von Weichholzauwald, alte Ausprägung (L522) sowie junge-mittelalte Ausprägung (L521), da der Auwald in mehreren Bereichen direkt an den Trenndamm heranreicht; Gesamtinanspruchnahme geringer als bei TB 1</li> <li>- bei hoher Lage der Überfallkante weiterhin eine große Breite der Überlaufstrecke erforderlich (125 bis 400 m)</li> <li>- sehr hoher Unterhaltungsaufwand, da zwei Bauwerke und sehr breite Überlaufstrecke</li> </ul>

## 4 Weitere Betrachtungen

### 4.1 (n – 1)-Bedingung

Die (n - 1)-Bedingung bezeichnet ein Beurteilungskriterium für die Ausfallwahrscheinlichkeit anhand von zusätzlich vorhandener Redundanz. Sind für eine Aufgabe n Anlagen zuständig oder verfügbar, so kann bei Einhaltung der (n - 1)-Bedingung beim Ausfall einer Anlage der Betrieb oder die Funktionstüchtigkeit durch die anderen n - 1 Anlagen sicher gewährleistet werden. Anwendung findet die Regel z.B. bei der Planung und im Betrieb von Stromnetzen oder bei Stauanlagen im Gewässer.

Das Verbindungsbauwerk fungiert bei der geplanten Hochwasserrückhaltung als Durchlass- und Entleerungsbauwerk. Es ist ständig geschlossen.

Da das Bauwerk bei Einsatz der Hochwasserrückhaltung der raschen Füllung und Entleerung der unteren Schleife dient, besteht bei Ausfall einer Öffnung keine Gefährdung für das Verbindungsbauwerk, die Hochwasserrückhaltung oder die Unterlieger. Bleibt das Bauwerk geschlossen, besteht die Möglichkeit die untere Schleife über das bestehende Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK) zu fluten und zu entleeren. Es verlängert sich dadurch einzig die Flutungs- und Entleerungszeit.

Daher kann auf die Anwendung der (n - 1)-Bedingung am Verbindungsbauwerk verzichtet werden. Es sollten jedoch mindestens zwei Öffnungen (mehrfeldrige Bauweise) vorgesehen werden, so dass bei Ausfall einer Öffnung die Flutung und Entleerung zumindest über eine Öffnung sichergestellt werden kann.

### 4.2 Revisions- und Notverschlüsse, doppelte Verschlussenebene

Revisionsverschlüsse sind erforderlich, um Bauteile und bauliche Anlagen im Trockenen inspizieren, warten, reparieren und ggf. austauschen zu können. Aufgrund der Lage im Bereich der Altwasser werden Revisionsverschlüsse gemäß Sicherheitskonzept [9] auf Seiten der unteren Schleife sowie auf Seiten der oberen Schleife für eine Durchlassöffnung erforderlich (einzelne Revision pro Öffnung).

Bei niedrigen Wasserständen in den beiden Schleifenteilen, von September bis Februar (s. Kapitel 2.5), liegt das Bauwerk trocken und die Revision kann ggf. ohne Einsatz von Revisionsverschlüssen durchgeführt werden. Im Zeitraum von Februar bis August wird das Verbindungsbauwerk von Seiten der oberen Schleife geringfügig und während der Frühjahrsflutung etwa bis zur OK des Verschlusses eingestaut. Auf Revisionsverschlüsse sollte daher nicht verzichtet werden.

Revisionsverschlüsse sollen möglichst einfach in der Handhabung sein und eine gute Dichtwirkung aufweisen. Die Revisionsverschlüsse müssen nicht zwingend vor Ort vorgehalten werden, wenn sie nicht auch als Notverschluss eingesetzt werden sollen.

Am Verbindungsbauwerk können folgende Systeme zum Einsatz kommen:

- Nadelwehr,
- Dammbalken,
- Dammtafeln.

Beim Nadelwehr werden die Nadeln schräg eingestellt, die Nadeln stützen sich an Auflagebalken ab. Der Vorteil des Nadelwehres liegt in der einfachen Handhabung, bei entsprechenden Abmessungen lassen sich die Nadeln per Hand setzen. Die Dichtwirkung ist eingeschränkt, so dass für Revisions- und Unterhaltungsarbeiten im Trockenen zusätzliche Abdichtungsmaßnahmen (z.B. Folieneinsatz) und eine Wasserhaltung vorgesehen werden müssen.

Beim Einsatz von Dammbalken und Dammtafeln werden Hebezeuge und spezielle Anschlagmittel erforderlich. Die Dichtigkeit dieser Systeme ist deutlich höher. Von Vorteil ist auch, dass sich die Ele-

mente als Notverschluss einsetzen lassen. Dabei sind die Dammtafeln besser geeignet als die Dammbalken, da sie beim Setzen durch ihre Abmessungen weniger zum Verkanten neigen.

Aufgrund der geringen Bauwerksabmessungen werden mobile Revisionsverschlüsse in Form von Dammbalken empfohlen. Auf einen Mobilkran kann verzichtet werden, da die Dammbalken mit der Hebetchnik des WWA bewegt werden können. Zudem müssen die Dammbalken zu Revisionszwecken nicht über die gesamte Bauwerkshöhe eingesetzt werden, sondern nur in den untersten 2,0 m über Bauwerkssohle (316,20 m ü. NN), da die Wasserstände in der oberen Schleife während der Frühjahrsflutung maximal 318,0 ... 318,10 m ü. NN betragen.

Als Revisionsverschlüsse können Aluminium-Dammbalken vergleichbar dem Dammbalkensystem HW-B150H der IBS Technics GmbH verwendet werden. Mit einer Länge von 2,1 m, einer Höhe von 0,225 m und einer Breite von 0,15 m sind etwa 12 Dammbalken (9 Stück auf Seiten der oberen Schleife und 3 Stück auf Seiten der unteren Schleife) erforderlich. Das Gewicht pro Dammbalken beträgt ca. 25 kg. Bei Bedarf können die Dammbalken auch zu Tafeln verblockt werden. Ein Dammbalkenlager in unmittelbarer Nähe (z. B. am Auslaufbauwerk) wird empfohlen. Auf ein Lager vor Ort sollte aufgrund des Überstaus des Bauwerks im Einsatzfall verzichtet werden.

Notverschlüsse sind am Verbindungsbauwerk nicht erforderlich. Kann ein Verschluss nach Einsatz der Hochwasserrückhaltung nicht mehr geschlossen werden, entsteht keine Gefährdung. Die Sohle der Durchlässe liegt mit 316,20 m ü. NN so hoch, dass die Wasserstände in den beiden Schleifenteilen eingehalten werden können, s. Kapitel 2.5.

Auf eine doppelte Verschlussenebene kann daher am Verbindungsbauwerk verzichtet werden. Einzig beim unwahrscheinlichen Fall einer nachfolgenden Frühjahrsflutung in der oberen Schleife wäre das offene Feld zu verschließen, um einen Anstieg der Wasserstände in der unteren Schleife zu verhindern. In diesem Fall können die Revisionsverschlüsse (Dammbalken) verwendet werden.

Auch bei den regelmäßigen Funktionsproben der Hubschütze sind die Dammbalken zu verwenden, um eine Wasserüberleitung von der oberen Schleife in die untere Schleife zu vermeiden.

### 4.3 Baugrube und Wasserhaltung

Durch den beidseitigen Einstau des Bauwerks und die Lage inmitten des Trenndammes ist eine geschlossene Baugrube erforderlich, die von den Wasserflächen der oberen und unteren Schleife abgetrennt werden muss. Als Baugrubenumschließung ist ein Spundwandkasten zu errichten. Die Oberkante der Baugrubenumschließung auf Seiten der oberen Schleife ist bis über den Wasserstand während der Frühjahrsflutung von 318,0 m ü. NN zu ziehen.

Zusätzlich sind Maßnahmen zur Wasserhaltung notwendig. Dazu sind innerhalb der Baugrube mehrere Brunnen vorzusehen. Um die Wassermenge zu begrenzen, ist die Einbindung der Baugrubenumschließung in den undurchlässigen Untergrund (Tertiärton) vorgesehen.

Das Erreichen der Baugrube im Trenndamm ist über den bestehenden Unterhaltungsweg von der Westtangente (SRs 48) bis zum Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK) möglich. Das RzK ist für das Überfahren mit schweren Baufahrzeugen ggf. zu ertüchtigen.

### 4.4 Grobrechen

Die Installation eines Grobrechens oder von Dalben am Verbindungsbauwerk ist nicht erforderlich, da sperriges Treibgut oder verdriftete Schiffe aus der Donau nicht an das Bauwerk gelangen können. Zudem wird das Bauwerk im Einsatzfall mit zunehmenden Wasserstand in der Hochwasserrückhal-

tung überstaut. Aufgrund der geringen Öffnungsbreiten ist grundsätzlich ein Rechen zu empfehlen. Dieser steht jedoch dem Fischschutz entgegen.

Fische, die bei der Flutung über das Einlaufbauwerk von der Donau in die Oberauer Schleife verdriftet werden, müssen über das Verbindungsbauwerk und über das Auslaufbauwerk wieder in den Kößnach-Ableiter und von da in die Donau gelangen können. Um die Fischbewegungen nicht zu behindern, sollte daher auf Rechen verzichtet werden.

Um Treibgut im Normalbetrieb (ohne Hochwasser) sowie im Einsatzfall dennoch fernzuhalten, wird empfohlen Treibgutabweiser in Form von Schwimmbalken oder Schwimmkörpern zu installieren. Diese sollten aufgrund des beidseitigen Einstaus sowie der Überleitung von Wasser in und aus der unteren Schleife auf beiden Seiten des Bauwerks vorgesehen werden.

#### **4.5 Weitere Anlagenteile**

Weitere Anlagenteile wie Pegel, Zuwegungen und die elektrische Anbindung wurden bereits im Sicherheitskonzept [9] benannt und werden hier kurz beschrieben:

##### Pegel

Messtechnische Anlagen zur Erfassung der Wasserstände (automatisch registrierende Messsonden) am Verbindungsbauwerk sind nicht erforderlich. Beckenpegel für die untere und obere Schleife sind am Auslaufbauwerk, sowie am Schöpfwerk des Ringdeiches Öberau vorhanden.

Es werden jedoch Lattenpegel an den Flügelwänden und Pfeilern auf Seiten der oberen und unteren Schleife empfohlen.

##### Stromversorgung

Am Verbindungsbauwerk ist sowohl der Anschluss an das öffentliche Stromnetz, als auch eine Ersatzstromversorgung vorgesehen. Die Ersatzstromversorgung kann aufgrund der geringen Anzahl und Größe der Öffnungsquerschnitte mit einem tragbaren Elektro-Antrieb und einem mobilen Notstromaggregat realisiert werden. Eine rasche und ggf. gestaffelte Freigabe der Öffnungsquerschnitte wie am Einlaufbauwerk ist am Verbindungsbauwerk nicht erforderlich, da es nur vollständig geöffnet und geschlossen werden muss.

In der Nähe des Bauwerks (Entfernung unter 500 m) liegt ein 1kV Niederspannungsnetz an, so dass auf den Neubau einer Trafostation verzichtet werden kann.

##### Steuerhaus

Die Betriebseinrichtungen am Verbindungsbauwerk werden nicht mit Mess-, Steuerungs- und Regeltechnik (MSR-Technik) ausgestattet. Aufgrund des Überstaus bei Einsatz der Hochwasserrückhaltung wird auf ein Steuerhaus oder einen „Outdoor“-Schrank verzichtet. Einzig die Anzeige der Verschlussstellungen am Verbindungsbauwerk wird durch ein Datenkabel an das Betriebsgebäude am Einlaufbauwerk übertragen.



## Wegeanbindung

Die Zuwegung des Verbindungsbauwerks erfolgt zukünftig von Süden und Norden über den Deichverteidigungsweg auf der Deichkrone des geplanten Polderdeiches. Die kürzeste Verbindung besteht von Süden über die Westtangente (SRs 48) und den Kronenweg zum Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK), der in den Deichverteidigungsweg des Polderdeiches übergeht. Aber auch das Anfahren aus Richtung Norden über die Ortslage Kößnach und den Unterhaltungsweg am rechten Kößnachdeich sowie dem Deichverteidigungsweg auf der Deichkrone des künftigen Polderdeiches ist möglich. Beide Zufahrtsstrecken sind auch bei Einsatz der Hochwasserrückhaltung befahrbar. Jedoch wird das Verbindungsbauwerk bei ansteigendem Wasserstand in der Hochwasserrückhaltung überstaut und ist nicht mehr erreichbar.

## **5 Zusammenfassung**

In den vorangegangenen Kapiteln wurden verschiedene Bauwerke und Möglichkeiten zur Überleitung des ein- und ausströmenden Wassers zwischen den Schleifenteilen bei Einsatz der Hochwasserrückhaltung untersucht und gegenübergestellt. Durch spezifische Berechnungen, die Abwägung der jeweiligen Vor- und Nachteile der zur Wahl stehenden Varianten und der Einbeziehung der geforderten Prämissen, Festlegungen und sonstigen Anforderungen wurde als Vorzugsvariante der Neubau eines Verbindungsbauwerks im Trenndamm ermittelt.

Das geplante Verbindungsbauwerk fungiert im Einsatzfall, während der Flutung, der raschen Füllung der unteren Schleife und wirkt einer unkontrollierten Überströmung des Trenndammes (Deichbruchgefahr) entgegen. Bei der Entleerung dient das Bauwerk zur Überleitung des Wassers aus der unteren Schleife in die obere Schleife, wo es über das geplante Auslaufbauwerk in den Kößnach-Ableiter abfließt. Zusätzlich wird zur Restentleerung der unteren Schleife von 316,2 m ü. NN bis auf 315,8 m ü. NN das bestehende Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK) verwendet.

Da das Verbindungsbauwerk auf beiden Seiten an die Altwasser der unteren und oberen Schleife angrenzt, wird es als Durchlass- und Entleerungsbauwerk der DIN 19712 [17] zugeordnet. Um die beiden Schleifenteile und deren unterschiedliche Wasserstände weiterhin zu gewährleisten, ist das Verbindungsbauwerk ständig geschlossen.

Als Standort für das Verbindungsbauwerk eignet sich einzig der Bereich des Trenndammes unmittelbar westlich des Regulierungsbauwerks zur Kößnach (RzK) zwischen Station 0+000 und 0+020. Hier befinden sich beidseitig des Trenndammes die Altwasser der unteren und oberen Schleife und auch nur hier können die Eingriffe in den hochwertigen Auwald- und Röhrichtbestand am Trenndamm minimiert werden.

Als Konstruktion des Verbindungsbauwerks wird aufgrund des geringeren Betonanteils und der gefälligeren Einbindung in das Landschaftsbild eine geschlossene Bauweise mit 4 Rechteckdurchlässen (Breite = 2,0 m, Höhe = 1,5 m) empfohlen. Als Verschlusselemente werden aufgrund der geringen Durchlasshöhe und des geringen Platzbedarfes Gleitschütze favorisiert. Als Antriebe für die Gleitschütze haben sich Elektrospeilantriebe in zweiseitiger Ausführung und zentralem Elektromotor bewährt.

Die Vorzugsvarianten und Entwurfparameter des geplanten Verbindungsbauwerks sind in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt.

**Tabelle 16: Zusammenstellung der Vorzugsvarianten und Entwurfparameter**

Anlagenbestandteile	Vorzugsvarianten / Entwurfparameter
Bauwerke	Verbindungsbauwerk im Trenndamm (sowie Einsatz des bestehenden Regulierungsbauwerks zur Kößnach für die Restentleerung der unteren Schleife)
Standort	im Trenndamm von Station 0+000 und 0+020
Funktionsprinzip und Bauweise	geschlossene Bauweise mit Druckabfluss (Druckrohrströmung)
Steuerung	keine, nur Auf und Zu-Stellung
Anzahl der Öffnungen	4 Rechteckdurchlässe mit Breite = 2,0 m und einer Höhe = 1,5 m
Einlaufhöhe	316,20 m ü. NN
Art der Verschlusseinrichtung und Antriebe	Gleitschütz mit zweiseitigem Elektroschraubenantrieb, zentralem Motor und nichtsteigenden Gewindespindeln
Energieumwandlungsanlage	Beidseitige Befestigungen mit Wasserbausteinen
Revisionsverschlüsse	beidseitige Aluminium-Dammbalken; Länge ca. 2,1 m; Breite 0,15 m; Höhe 0,225 m; Anzahl 12 Stück; Lagerung in der Nähe (ABW)
Baugrube	Baugrube im Trenndamm mit Spundwandkasten und Wasserhaltung, da beidseitig Wasserflächen anstehen
Grobrechen	Treibgutabweiser (Kette aus Schwimmbalken) auf Seiten der oberen und unteren Schleife
Messeinrichtungen	keine Messpegel, Lattenpegel auf Seiten der oberen und unteren Schleife
Stromversorgung	Anschluss an öffentliches Niederspannungsnetz (Entfernung ca. 500 m) sowie mobiles Notstromaggregat als Ersatzstromversorgung
Bedien- und Überwachungsanlage	keine, Datenübertragung zur Verschlussstellung über Datenkabel zum Betriebsgebäude am EBW
Zuwegung	von Süden über die Westtangente (SRs 48) und den Kronenweg/Deichverteidigungsweg zum Regulierungsbauwerk zur Kößnach (RzK); von Norden über die Ortslage Kößnach und den Unterhaltungsweg am rechten Kößnachdeich sowie dem Deichverteidigungsweg auf der Deichkrone des künftigen Polderdeiches
Absturzsicherungen	Füllstabgeländer (da öffentlich zugänglich)

Als Bauzeit für die Errichtung des Verbindungsbauwerks werden zum gegenwärtigen Stand ca. 8 Monate abgeschätzt. Dieser Zeitraum beinhaltet zusätzlich zu den Beton-, Stahlbau- und Erdarbeiten die Betoneignungsprüfungen, Holzungen, die Fertigung der Stahlwasserbauteile, eine Winterpause sowie die technische Ausrüstung des Bauwerks.

Statische und geotechnische Bemessungen sind nicht Bestandteil dieser Unterlage. Alle Betrachtungen zur Gründung und abschließenden Bauteildicke der Anlagenbestandteile basieren auf Vorabschätzungen und Erfahrungswerten. Diese werden im Rahmen der weiteren Planungsphasen konkretisiert.

## 6 Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] Scopingunterlage Hochwasserrückhaltung Oberauer Schleife, Gewässer Donau (Gew. I), Ingenieurgemeinschaft Lahmeyer Hydroprojekt - Lahmeyer München - Büro Prof. Kagerer, 28.04.2017
- [2] Landesplanerische Beurteilung für die geplante Hochwasserrückhaltung Oberauer Schleife, Regierung von Niederbayern (Höhere Planungsbehörde), August 2013
- [3] Raumordnungsverfahren (ROV) Hochwasserrückhaltung Oberauer Schleife, SKI GmbH + Co. KG, München 24.09.2012
- [4] Entwurfsvermessung Hochwasserrückhaltung Oberauer Schleife, Ingenieurgemeinschaft Lahmeyer Hydroprojekt – Lahmeyer München – Büro Prof. Kagerer, 09/2015
- [5] Abschlussdokumentation Baugrunderkundung 2015/2016, IFB Eigenschenk GmbH, 11/2016
- [6] Hochwasserrückhaltung Oberauer Schleife, Geotechnische Berichte 1.0 (Gesamtübersicht) und 2.1 bis 2.10 – Weimar, Ingenieurgemeinschaft Lahmeyer Hydroprojekt – Lahmeyer München – Büro Prof. Kagerer, 03/2017
- [7] Entscheidungsvorlage Planungsgrundsätze Hochwasserrückhaltung Oberauer Schleife, Ingenieurgemeinschaft Lahmeyer Hydroprojekt – Lahmeyer München – Büro Prof. Kagerer, 11/2017
- [8] Entscheidungsvorlage Deiche Hochwasserrückhaltung Oberauer Schleife, Ingenieurgemeinschaft Lahmeyer Hydroprojekt – Lahmeyer München – Büro Prof. Kagerer, 11/2017
- [9] Sicherheitskonzept Hochwasserrückhaltung Oberauer Schleife, Ingenieurgemeinschaft Lahmeyer Hydroprojekt – Lahmeyer München – Büro Prof. Kagerer, 09/2017
- [10] DWA-Themen Flutpolder (04/2014), Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA)
- [11] DWA-M 507-1 (12/2011) Deiche an Fließgewässern, Teil 1: Planung, Bau und Betrieb, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA)
- [12] DWA-M 512-1 (02/2012), Dichtungssysteme im Wasserbau, Teil 1: Erdbauwerke, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA)
- [13] DIN 19700-13 (07/2004) Stauanlagen - Teil 13: Staustufen, Normenausschuss Wasserwesen (NAW), Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)
- [14] DIN 19702 Standsicherheit von Massivbauwerken im Wasserbau, Normenausschuss Wasserwesen (NAW), Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)
- [15] DIN 19704-1 (05/1998) Stahlwasserbauten, Teil 1: Berechnungsgrundlagen, Normenausschuss Wasserwesen (NAW), Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)
- [16] DIN 19704-2 (05/1998) Stahlwasserbauten, Teil 2: Bauliche Durchbildung und Herstellung, Normenausschuss Wasserwesen (NAW), Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)
- [17] DIN 19712 (01/2013) HWS-Anlagen an Fließgewässern, Normenausschuss Wasserwesen (NAW), Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)
- [18] DIN 19661-1 (07/1998) Wasserbauwerke, Teil 1: Kreuzungsbauwerke, Durchleitungs- und Mündungsbauwerke, Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)
- [19] DVWK-M 246/1997: Freibordbemessung an Stauanlagen. Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn

- [20] DVWK-M 249/1998: Betrieb von Verschlüssen im Stahlwasserbau. Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn
- [21] WAPRO 4.09, Bl. 1 bis 9: Hydraulische Bemessung von Hochwasserentlastungsanlagen und Grundablässen. VEB Projektierung Wasserwirtschaft Halle/Saale
- [22] Überströmbare Dämme und Deichscharten, Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2004
- [23] Bollrich, G.; Preißler, G.: Technische Hydromechanik Bd. 1, 3. Auflage. Verlag für Bauwesen, Berlin 1992
- [24] Buja, H.-O.: Praxishandbuch Ramm- und Vibrationstechnik. Bauwerk Verlag Berlin 2007
- [25] Wickert, G., Schmauß, G.: Stahlwasserbau. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1971
- [26] Csallner, K.: Flussbau. Universitätsverlag Weimar 2007
- [27] DIN 103 (04/1977) - Metrisches ISO-Trapezgewinde, Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)