



**Regierungspräsidium Karlsruhe
Abteilung 5, Referat 53.1**



Polder Bellenkopf / Rappenwört

Anlage zur Synopse Nr. 5

Sanierung HWD XXV
Untersuchung von Alternativen zum Ausbau
einschließlich Ergänzung



Juli 2016

Auftraggeber:
Regierungspräsidium Karlsruhe
Abteilung 5, Referat 53.1

Polder
Bellenkopf/Rappenwört

Sanierung HWD XXV

**Untersuchung von Alternativen zum Ausbau
einschließlich Ergänzung**

Version 2

Aufgestellt:
Freiburg/Karlsruhe, 13. Juli 2016


.....
i.A. Dipl.-Ing. W. Schadwinkel


.....
Dr.-Ing. Peter Henigin

INHALT	SEITE
1 Anlass und Aufgabenstellung	4
2 Einzuhaltende Vorgaben und Bewertungskriterien	5
2.1 Einzuhaltende Vorgaben	5
2.2 Zukünftige Funktion des Trenndammes HWD XXV	7
2.2.1 Lastfälle	7
2.2.2 Betriebszustände	7
2.2.3 Stauziel, Inhalt und Kronenhöhen	8
2.3 Derzeitige Abmessungen	10
2.4 Betrachtungskriterien und zugehörige Bewertung	10
3 Alternativenbetrachtungen	10
3.1 Eingereichte Planung	10
3.1.1 Technik	10
3.1.2 Ökologie	14
3.1.3 Wirtschaftlichkeit	14
3.2 Verzicht auf die Sanierung des Dammes (Alternative 1)	14
3.2.1 Technik	14
3.2.2 Ökologie	15
3.2.3 Wirtschaftlichkeit	16
3.3 Einbau einer Hochwasserschutzwand (Spundwand) in der Dammachse (Alternative 2)	16
3.3.1 Technik	16
3.3.2 Ökologie	19
3.3.3 Wirtschaftlichkeit	19
3.4 Änderungen im konstruktiven Aufbau des Dammes, so dass ein schlankerer Damm ohne Eingriff in den Wald möglich wird (Alternative 3)	20
3.4.1 Technik	20
3.4.2 Ökologische Betrachtung	21
3.4.3 Wirtschaftliche Betrachtung	21
4 Alternativenbewertung und Ergebnisdarstellung	22
4.1.1 Technische Bewertung	22
4.1.2 Ökologische Bewertung	24
4.1.3 Wirtschaftliche Bewertung	25
4.1.4 Gesamtbewertung	25
5 Optimierungspotential	27

ANLAGEN:

Anlage 1: Notwendigkeit der Zugänglichkeit

Anlage 2: Verzicht auf Bauwerk 2?

Anlage 3: Technische Betrachtung zur steileren Dammneigung

1 ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG

Das Land Baden-Württemberg plant derzeit den Polder Bellenkopf/Rappenwört. Er liegt zwischen Rheinkilometer 353,8 und 359,3 und ist der erste Rückhalteraum auf der freien Rheinstrecke unterhalb der Staustufe Iffezheim.

Im Laufe des Planungsprozesses wurden für den Rückhalteraum Bellenkopf/Rappenwört bis zur Variantenentscheidung im Mai 2007 die drei Varianten

- Variante I: ungesteuerter Retentionsraum mit Dammöffnungen
- Variante II: gesteuerter Retentionsraum (Polder) mit ungesteuerten ökologischen Flutungen
- Variante III: Retentionsraum mit steuerbaren Bauwerken

untersucht. Unter Berücksichtigung und Würdigung aller wasserbaulichen, ökologischen und wirtschaftlichen Aspekte hat der Vorhabenträger sich in einem dezidierten Entscheidungsprozess für die Variante II - gesteuerter Retentionsraum mit ungesteuerten ökologischen Flutungen - entschieden. Mit dieser Variante ist das Vorhabensziel Hochwasserschutz am besten erreichbar.

Der Polder wird vom Rhein durch den Trenndamm HWD XXV und vom Binnenland durch die Absperrdämme HWD XXVa und XXVI abgegrenzt. Innerhalb dieser Dämme findet die Hochwasserrückhaltung statt. Die Planungen sind aktualisiert in den im April 2015 eingereichten Planfeststellungsunterlagen des Regierungspräsidiums Karlsruhe detailliert dargestellt und erläutert.

Im Rahmen der zweiten Beteiligung der Träger öffentlicher Belange im laufenden Planfeststellungsverfahren wurden von der Stadt Rheinstetten – als Anlage 9 an die Stellungnahme angehängt – folgende Alternativvorschläge zum Ausbau des HWD XXV vorgelegt:

- Alternative 1: Verzicht auf die Sanierung des Dammes**
- Alternative 2: Einbau einer überströmungssicheren Hochwasserschutzwand (Spundwand) in der Dammachse**
- Alternative 3: Änderungen im konstruktiven Aufbau des Dammes, so dass ein schlankerer Damm ohne Eingriff in den Wald möglich wird**

UNGER Ingenieure und **wat** wurden vom Regierungspräsidium Karlsruhe beauftragt, diese Alternativvorschläge zu untersuchen, darzustellen und zu bewerten. Die Bearbeitung erfolgte in Abstimmung mit dem für den naturschutzfachlichen Teil verantwortlichen Büro IUS aus Heidelberg, der Ingenieurgruppe Geotechnik aus Kirchzarten, verantwortlich für baugrundtechnische Beurteilungen und, der Ingenieurgesellschaft Kobus und Partner aus Stuttgart, die sich für die Grundwassermodellierung verantwortlich zeichnet.

2 EINZUHALTENDE VORGABEN UND BEWERTUNGSKRITERIEN

2.1 Einzuhaltende Vorgaben

Mit der Variantenentscheidung im Mai 2007 wurde festgelegt, den Polder Bellenkopf/Rappenwört als gesteuerten Retentionsraum (Polder) mit ungesteuerten ökologischen Flutungen auszuführen. Mit dieser Entscheidung wurde der Hochwasserrückhalteraum als steuerbarer Polder konzipiert. Damit stellt er im Sinne der DIN 19700: 2004-07 ein **Hochwasserrückhaltebecken im Nebenschluss** dar, und muss nach den einschlägigen technischen Regelwerken – zum Zeitpunkt der Planung war dies einzig die DIN 19700: 2004-07, Teile 10 – 12 - geplant, gebaut und betrieben werden. Die 2013 erschienene und überarbeitete neue DIN 19712: 2013-01 „Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern“ wurde um etliche Themenfelder, u.a. auch um die Berücksichtigung der Reihe DIN 19700 mit dem Begriff Flutungspolder erweitert.

Zur Klarstellung sei darauf hingewiesen, dass eine alleinige Einordnung in die DIN 19712: 2013-01 nicht erfolgen kann, da in Abhängigkeit des vorgegebenen Steuerregimes, der Wasserspiegel im Polder gleichzeitig wesentlich höher liegen kann als im Rhein. Dies widerspricht der Definition eines Flutungspolders gemäß Ziffer 3.5 der DIN 19712: 2013-01. Hilfsweise zeigt jedoch auch DIN 19712: 2013-01, dass alle Dämme, also auch der Hochwasserdamm XXV, standsicher auszubilden ist, wenn er als Flutungspolder angesehen wird.

Ein Hochwasserrückhaltebecken im Nebenschluss gemäß DIN 19700: 2004-07, das als gesteuerter Polder betrieben werden soll, setzt folgende Elemente zwingend voraus:

- Trenndamm
- Absperrdamm
- Ein- und Auslassbauwerk(e)

Durch den Wegfall eines einzigen Elementes kann der Hochwasserrückhalteraum nicht mehr die Funktion eines gesteuerten Polders erfüllen. Das wesentliche Ziel zur Kappung der Hochwasserspitze kann nur erreicht werden, wenn alle Dämme standsicher ausgebaut sind und die Ein- und Auslassbauwerke jederzeit sicher erreicht und betrieben werden können.

Im Falle des Polders Bellenkopf stellt der HWD XXV den Trenndamm im Sinne der DIN 19700: 2004-07 dar.

Soweit die DIN 19700: 2004-07 z.B. hinsichtlich der konstruktiven Ausbildung keine Vorgaben macht, werden hilfsweise weitere DIN-Normen, DWA-Merkblätter, Arbeits- und Entscheidungshilfen herangezogen.

Aus den technischen Vorgaben zur Erstellung des Hochwasserdammes XXV ergeben sich folgende Punkte, die zwingend einzuhalten sind:

- **Standsicherheit des Dammes**
Der Damm muss standsicher ausgebildet sein, damit er die Funktion als Trenndamm erfüllt und ständig im Richtungsverkehr, ausgelegt auf SLW 45, befahren werden kann.
- **Hydraulische Trennung**
Die hydraulische Trennung ist zwingend bei den planmäßigen Betriebszuständen sowie bei Extremereignissen über dem Bemessungsabfluss im Rhein erforderlich.
- **Zugänglichkeit (s. Anlage 1)**
Sämtliche Ein- und Auslaufbauwerke sowie die Elemente zur hydraulischen Trennung (HWD XXV) müssen in jedem Betriebszustand so schnell wie möglich erreichbar sein.
- **Dammverteidigung und Dammunterhaltung**
Aus Gründen der Dammverteidigung und Dammunterhaltung muss der gesamte HWD XXV befahrbar sein.

Aus den oben dargelegten einzuhaltenden Vorgaben ergeben sich die nachfolgend aufgeführten wesentlichen Ausbauelemente des Trenndamms HWD XXV:

- **Dammkronenbreite**
Die Dammkrone muss befahrbar sein. Dies erfordert eine Fahrwegbreite von mind. 3,0 m. Des Weiteren ist beidseitig ein Bankett von mind. 0,75 m erforderlich.
Für den HWD XXV wurde eine Dammkronenbreite von 5,0 m gewählt.
- **Böschungsneigung**
In den DIN-Vorschriften werden Böschungsneigungen von 1:3 oder flacher empfohlen. Dies ist u.a. aus Gründen des Arbeitsschutzes bei der Unterhaltung erforderlich.
Für den HWD XXV wurden sowohl rhein- als auch polderseitig grundsätzlich Böschungsneigungen von 1:3,2 gewählt.
- **Bermen**
Zur Erleichterung der Unterhaltung und zur Erhöhung der Standsicherheit sollen Bermen angeordnet werden.
Für den Ausbau des HWD XXV wurde eine Bermenbreite von 5,0 m gewählt.
- **Dammschutzstreifen**
Entlang des Dammes müssen Dammschutzstreifen in einer Breite von 4,0 m ausgewiesen werden. In diesem Streifen, beginnend am Dammfußpunkt, ist jegliche Bebauung und Bepflanzung auszuschließen.
- **baumfreie Zone**
Bäume müssen einen Mindestabstand von 10 m (Pappeln 30 m) vom statisch erforderlichen Dammfußpunkt aufweisen.

2.2 Zukünftige Funktion des Trenndammes HWD XXV

2.2.1 Lastfälle

Im Gegensatz zur heutigen Situation wird sich die Funktion des HWD XXV zukünftig im Rahmen des Polderbetriebs grundlegend verändern. Bisher ist im Hochwasserfall nur ein einseitiger Einstau von der Rheinseite her möglich. Mit dem Polder wird der HWD XXV beidseitig, d.h. sowohl von der Rhein- als auch von der Polderseite her, eingestaut werden. Die Ausbildung des Trenndammes ergibt sich aus den verschiedenen Möglichkeiten des Polderbetriebes und den damit zusammenhängenden, unterschiedlichen Belastungen des Dammes. Damit einhergehen planmäßige Betriebszustände (s. Ziff. 2.2.2) bzw. Einstauszenarien für den Trenndamm, die nachfolgend für drei relevante Fälle erläutert werden:

Fall 1: Einseitiger Einstau von der Rheinseite

Der Polder ist leer oder nahezu leer, während im Rhein ein Hochwasser abgeführt wird. Der Fall tritt i.d.R. vor einem Retentionseinsatz auf oder wenn in Abhängigkeit der Hochwasserwelle der Retentionseinsatz nicht erforderlich wird.

Fall 2: Beidseitiger Einstau

Sowohl im Rhein als auch im Polder ist ein erhöhter Wasserstand vorhanden. Dieser Fall tritt bei ökologischen Flutungen und im Retentionseinsatz auf. Dabei wird bei hohen ökologischen Flutungen und bei Retention der Wasserstand des Rheins im südlichen Bereich über dem des Polders liegen. Im nördlichen Bereich dreht sich dies um, so dass der Wasserstand im Polder über dem des Rheins liegt.

Fall 3: Einseitiger Einstau von der Polderseite

Dieser Fall tritt ein, wenn

- a) der Polderraum aufgrund der Hochwassersituation im Rhein noch nicht entleert werden kann, der Wasserstand im Rhein jedoch schon gefallen ist oder
- b) im Betriebszustand „Sonderbetrieb bei besonderen Schadstoffbelastungen im Rhein“, der ein sofortiges Schließen der Ein- und Auslaufbauwerke bewirkt, unabhängig vom Wasserstand im Polder bzw. im Rhein.

Bei diesen planmäßigen Betriebszuständen kann der Wasserspiegelunterschied sowohl vom Rhein in den Polder, als auch vom Polder in den Rhein mehrere Meter betragen.

2.2.2 Betriebszustände

Für die Festlegung des vorläufigen Betriebsreglements wurde ein Arbeitskreis Steuerungsmodell eingerichtet, in der neben dem RP Karlsruhe, die LUBW und die beteiligten Gutachtern vertreten waren. Dieser Arbeitskreis hat die Randbedingungen und Ziele der Poldersteuerung entwickelt

und festgelegt. Grundlage waren dabei u.a. Randbedingungen der internationalen Unterarbeitsgruppe Wirksamkeitsnachweis (Untergliederung der deutsch-französischen Ständigen Kommission). Weitere Randbedingungen für die Poldersteuerung ergeben sich aus ökologischen Erfordernissen (z.B. anzustrebende Strömungsgeschwindigkeiten) sowie aus hydraulisch-morphologischen Erfordernissen (z.B. Erosionsvermeidung im Einströmbereich der Bauwerke).

Im Rahmen der Planung wurden die nachfolgenden Betriebszustände in ihren Grundsätzen definiert. Diese basieren auf den genannten vorgegebenen Grundlagen und den vom Arbeitskreis Steuerungsmodell erarbeiteten weiteren Randbedingungen.

Das endgültige Reglement wird zuständigkeithalber von der internationalen Arbeitsgruppe Manöver der Ständigen Kommission nach der Planfeststellung festgelegt. Hierbei werden die Vorgaben und Auflagen aus dem Planfeststellungsbeschluss berücksichtigt.

Die Betriebszustände im Einzelnen:

- a) Ökologische Flutungen
- b) Abbruch der Ökologischen Flutungen zur Vorbereitung der Retention
- c) Retention
- d) Abbruch der Retention
- e) Betriebsart „Zufluss gleich Abfluss“ während der Retention (Konstantdurchflussphase)
- f) Wiederaufnahme der Ökologischen Flutungen ohne vorherige Retention
- g) Entleerung nach Retention
- h) Übergang der Entleerung in die Ökologischen Flutungen
- i) Sonderbetrieb bei besonderen Schadstoffbelastungen im Rhein (vgl. Schiffshavarie auf dem Rhein bei km 376,5 am 20. Mai 2016)

Die Beherrschung der zuvor genannten Betriebszustände ist durch die technischen Poldereinrichtungen jederzeit zu gewährleisten. Für Letztere ist auf kürzestem Wege und vor allem in kürzest möglicher Zeit die Zugänglichkeit zu gewährleisten. (siehe Anlage 2).

2.2.3 Stauziel, Inhalt und Kronenhöhen

Den Antragsunterlagen ist der Bericht über die Festlegung der Kronenhöhen beigelegt (UNGER ingenieure, Freiburg, 2008). Darin werden die Grundlagen und die Vorgehensweise zur Ermittlung der Kronenhöhe beschrieben. Zusammenfassend wird folgendes hierzu ausgeführt.

Das Hochwasserschutzziel des Polders Bellenkopf/Rappenwört ist die Scheitelreduktion des 200-jährlichen Hochwasserabflusses (nach Fertigstellung aller Rückhaltemaßnahmen in Baden-Württemberg) $HQ_{\text{Rhein}} = 5.000 \text{ m}^3/\text{s}$, was den Bemessungsfall darstellt. Dieses Hochwasserschutzziel wird mit einem Stauziel von 108,55 müNN (= Vollstau) erreicht. Dann ist der Polder vollständig mit einem Volumen von rund 14 Mio. m^3 gefüllt.

Durch die Grundwasserhaltungsmaßnahmen werden dem Polder weitere Wassermengen zugeführt, die, ohne Überschreitung des Stauziels, über das Bauwerk 5 in den Rhein ausgeleitet werden können.

Für den Extremfall ist im Rhein ein Wasserspiegelanstieg bis zur bordvollen Auslastung des Rheinprofils denkbar. Beim Anstieg des Rheinabflusses über den Bemessungsfall von $H_{Q_{\text{Rhein}}} = 5.000 \text{ m}^3/\text{s}$ werden zuerst die Bauwerke 1 bis 4 und nach Verlust der Vorflut auch das Bauwerk 5 geschlossen. Damit wird ein Anstieg des Polderwasserstandes von der Rheinseite her unterbunden. Die Grundwasserhaltungsmaßnahmen fördern nach wie vor in den Rückhalteraum hinein und bewirken somit ein für die Festlegung des Freibords maßgebenden Wasserstand von 108,75 müNN, der als außergewöhnliches Stauziel bezeichnet wird. Dieses außergewöhnliche Stauziel ist für die Ermittlung der Kronenhöhe die maßgebende Ausgangsgröße.

Berechnungen zum Freibord wurden nach DIN 19700: 2004-07 und dem DVWK-Merkblatt 246/1997 durchgeführt. Als zusammenfassendes Ergebnis wird im Bericht „Festlegung der Kronenhöhen“ (UNGER ingenieure, Freiburg, 2008) festgehalten:

Der Hauptdamm XXV, der den Polder vom Rhein abtrennt (Trenndamm) wird in der Kronenhöhe 0,80 m über den Wasserspiegel $Q_{\text{Rhein}} = 5.000 \text{ m}^3/\text{s}$ gelegt. Das entspricht der Mindestforderung der Ländervereinbarung (Vereinbarung zwischen den Ländern Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz über Fragen des Hochwasserschutzes am Oberrhein, Stand: 01.07.2002).

Die Absperrung des Polders gegen das Hinterland durch die Hauptdämme XXVa, Verbindungsdamm und XXVI erfolgt mindestens auf der Höhe der in Zahlen festgelegten Höhenangaben der Ländervereinbarung¹⁾, sofern nicht die Kronenhöhe nach DIN 19700: 2004-07 darüber liegt. Das ergibt im Ergebnis - von Süden nach Norden erläutert - die Verwendung der Höhen aus der Ländervereinbarung vom südlichen Polderende bis nahezu in Höhe der Hermann-Schneider-Allee und ab dort die Verwertung der Höhen nach DIN 19700: 2004-07 bis zum nördlichen Polderabschluss.

Das wesentliche Element für die Ermittlung der Kronenhöhe stellt die hydraulische Trennung zwischen Rhein und Polder dar. Sollte diese nicht dauerhaft gegeben bzw. gewährleistet sein, so müsste für den Absperrdamm die Ermittlung der Kronenhöhen - unter Berücksichtigung des dann zu ermittelten maßgebenden Wasserstandes - neu erfolgen.

¹⁾ Hinweis: In der Ländervereinbarung sind die maximalen Dammkronenhöhen bezogen auf den jeweiligen Rhein-km festgelegt. Damit soll verhindert werden, dass einseitige Dammkronenerhöhungen vorgenommen werden, die beim gegenüberliegenden Anrainer den Hochwasserschutz verringern würden.

2.3 Derzeitige Abmessungen

Der heutige Erddamm weist Böschungsneigungen an der Wasserseite von ca. 1:2,2 bis 1:2,3 und an der Landseite von ca. 1:2,4 bis 1:2,5 auf. Die Dammkrone mit dem Weg und den beidseitigen Banketten hat eine Breite von ca. 3,20 m bis 3,50 m. Die Dammaufstandsbreiten betragen im Ist-Zustand je nach Dammhöhe zwischen ca. 20 m und 33 m.

2.4 Betrachtungskriterien und zugehörige Bewertung

Für die Alternativenbetrachtungen in Ziff. 3 werden die Kriterien:

- Technik
- Ökologie
- Wirtschaftlichkeit

herangezogen. Diese Kriterien stellen auch die Basis für die Bewertung in Ziff. 4 dar.

3 ALTERNATIVENBETRACHTUNGEN

3.1 Eingereichte Planung

3.1.1 Technik

3.1.1.1 Wesentliche Bestandteile des Polders und technische Ausbildung

In Abbildung 1 sind die wesentlichen Bestandteile der Polderplanung dargestellt. Der Polderraum wird durch den Hauptdamm XXV (orange) vom Rhein abgetrennt (= Trenndamm) und gegen das binnenseitige Hinterland durch die Hauptdämme (grün) XXVa, Verbindungsdamm und XXVI abgesperrt (= Absperrdamm). Zur Füllung, Durchströmung und Entleerung sind im Hauptdamm XXV und in der L 566 insgesamt fünf Ein- und Auslaufbauwerke (rot) vorgesehen. Die Bauwerke sind unterschiedlich groß mit Gesamtöffnungsbreiten zwischen 3 m und 27 m. Diese Bauwerke sind in der Regel mehrzünftig und haben doppelte Schützenverschlüsse, so dass sie drossel- und verschließbar sind. Südlich der L 566 erfolgt ein Damئابtrag (gelb) auf einer Länge von 550 m.

Über die drei Pumpwerke (blau) Neuburgweier, Süd und Nord wird die binnenseitige Vorflut der Gewässer und Gräben sichergestellt. Im Pumpbetrieb wird das Wasser in den Polder gefördert. Ein Großteil der binnenseitigen Grundwasserhaltungsmaßnahmen fördert das Wasser ebenfalls in den Rückhalteraum hinein.

Mit den v. g. Dammbauwerken ist das wesentliche Merkmal der hydraulischen Trennung zwischen dem Hauptgewässer und dem Polderraum gewährleistet.

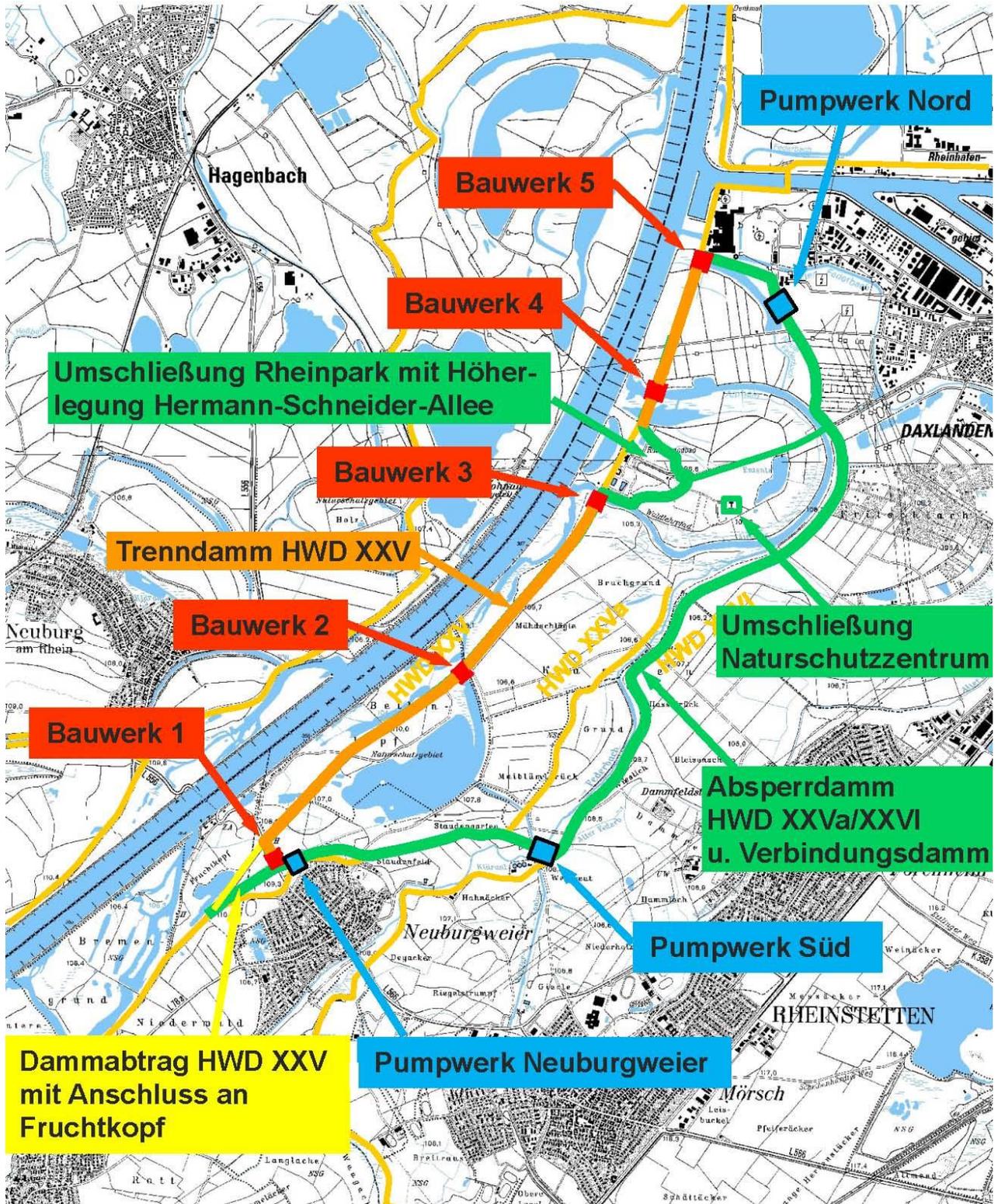


Abbildung 1: Übersichtslageplan mit eingereichter Planung

Anhand der vorliegenden Regelwerke und aus den geotechnischen Berechnungen - unter Berücksichtigung der im Abstand von ca. 500 m vorliegenden Baugrundaufschlüsse - wurde das neue Regelprofil entwickelt. Entscheidend hierfür waren die Nachweise für eine ausreichende Standsicherheit der Lastfälle „Durchströmung bei Vollstau“ und „Teilstau“ sowie „schnelle Wasserspiegelabsenkung“. Die Böschungsneigungen wurden mit 1:3,2 festgelegt. Diese oder flachere Neigungen haben sich an zahlreichen Dämmen hinsichtlich der Unterhaltung bewährt. In der Regel wird der erforderliche Dammverteidigungs- bzw. unterhaltungsweg auf der landseitigen Berme bzw. am Dammfuß angeordnet. Durch den beidseitigen Einstau ist dies beim Trenndamm HWD XXV nicht möglich. D.h. der Weg ist auf der Dammkrone anzulegen. Der Dammkronenweg muss auch im Hochwasserfall zur Erreichbarkeit der Ein- und Auslaufbauwerke befahrbar sein. Aufgrund der erforderlichen Fahrsicherheit bei Sturm, Regen und Hochwasser wurde eine Kronenbreite von 5,00 m gewählt.

Die Kronenhöhe wurde, wie unter Pkt. 2.2.3 beschrieben, 0,80 m über den Wasserspiegel $Q_{\text{Rhein}} = 5.000 \text{ m}^3/\text{s}$ gelegt. Dies entspricht in etwa dem heutigen Zustand. Höhenmäßig sind lediglich kleinere Anpassungen vorzunehmen.

In der folgenden Abbildung 2 ist der Trenndamm im Querschnitt und in der Draufsicht mit folgenden Parametern dargestellt:

- Böschungsneigung Rheinseite 1:3,2
- Böschungsneigung Polderseite 1:3,2
- Dammkronenbreite 5,0 m
- Bermenbreite 5,0 m
- Dammkronenhöhe gemäß Ländervereinbarung
- Dammschutzstreifen 4,0 m
- Baumfreie Zone 10,0 m

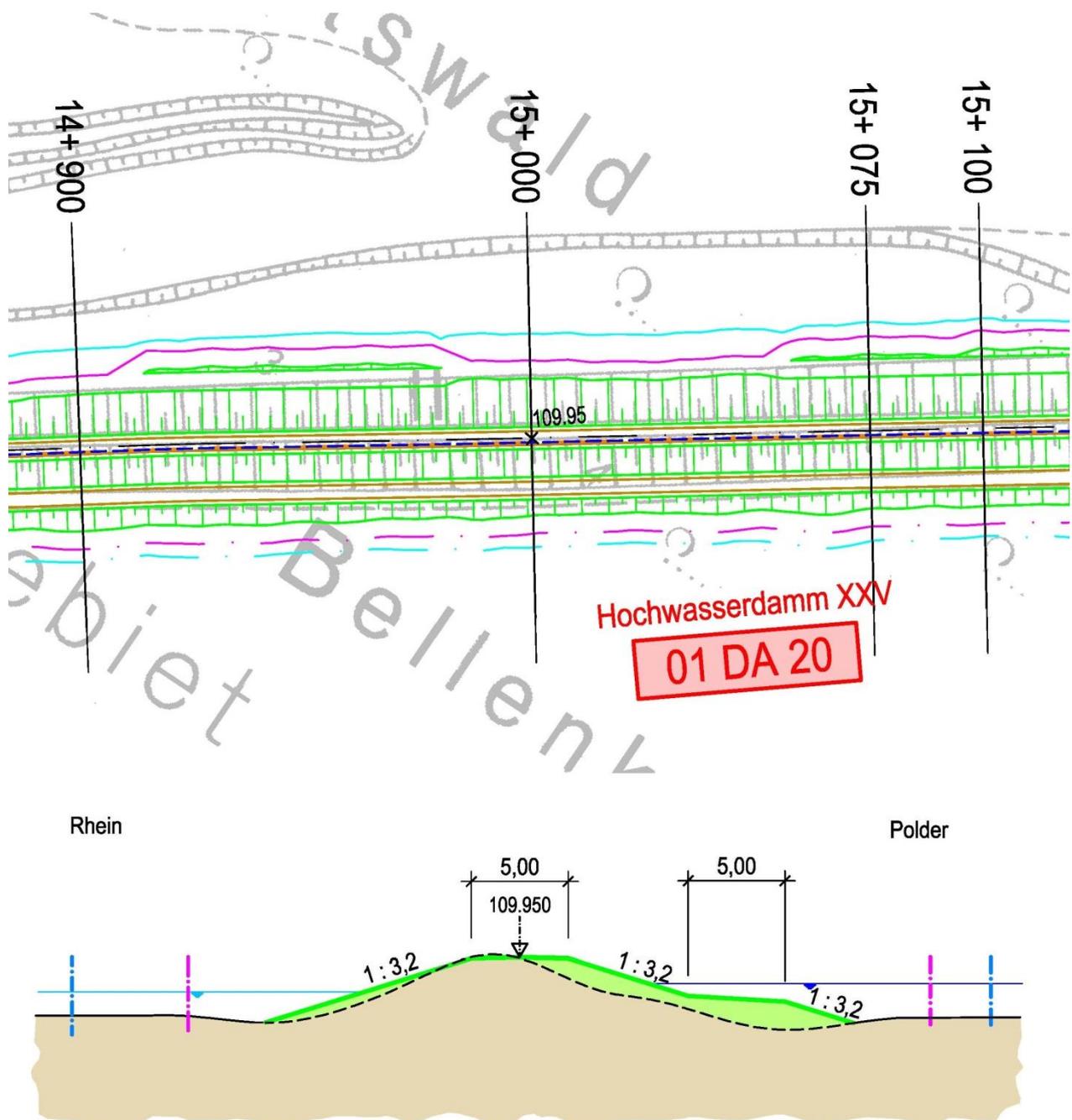


Abbildung 2: Lageplan und Querschnitt der Antragslösung

Die Konstruktion des in den Planfeststellungsunterlagen dargestellten HWD XXV entspricht weitestgehend den Empfehlungen der maßgebenden Regelwerke und Arbeitshilfen. Breitere und flachere Dämme sind in Hinblick auf die Unterhaltung und auch in Hinblick auf die hydraulische Sicherheit der Dämme (u.a. Erosionserscheinungen im Untergrund) von Vorteil, da durch einen längeren Sickerweg bei gleich bleibendem Wasserdruckunterschied zwischen Rhein- und Polderseite der hydraulische Gradient abnimmt. Für die im Großraum Karlsruhe weit verbreiteten

Fein-/Mittelsand (Rheinsande) ist festzustellen, dass diese vergleichsweise stark erosionsempfindlich sind.

Die Dammaufstandsbreiten betragen bei der eingereichten Planung, je nach Dammhöhe, zwischen ca. 24 m und 41 m.

Auf der überwiegenden Strecke des Trenndammes wurde der nach IRP-Standard vorgesehene Ausbau mittels eines reinen Erddammes gewählt. Lediglich im Bereich des beidseits des HWD XXV anstehenden Gewässers Hedel wurde eine Sonderlösung mit steileren Böschungen und innenliegender Spundwand in die Planung mit aufgenommen.

3.1.2 Ökologie

Der Ausbau des HWD XXV entsprechend der Antragsvariante führt zur anlagebedingten Inanspruchnahme von Waldflächen auf 5,7 ha, davon 3,12 ha mit (sehr) hoher Bedeutung für den Naturschutz. Es handelt sich um überwiegend alte Bestände von Wäldern, die FFH-Lebensraumtypen entsprechen und Fortpflanzungs- und Ruhestätten europäisch geschützter Tierarten sind. Auf 1,4 ha werden (sehr) bedeutsame Bestände baubedingt in Anspruch genommen. Der Ausbau führt weiterhin zur Inanspruchnahme von 199 Höhlenbäumen (potentielle Quartiere von Fledermäusen als Tierarten des Anhangs IV und teilweise des Anhangs II der FFH-Richtlinie). Er führt zum Verlust von Brutverdachts- und Brutbäumen- sowie Potentialbäumen des Heldbocks (Art der Anhänge II und IV der FFH-Richtlinie).

Zusätzlich führt der Ausbau zur Inanspruchnahme des bestehenden Dammgrünlands (auf 3,88 ha Magerwiesen und auf 0,56 ha Magerrasen als Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie).

3.1.3 Wirtschaftlichkeit

Aus der Kostenermittlung ergeben sich für den Ausbau des HWD XXV, beginnend ab der Landesstraße 566 bis zum oberen Ende des Polderraumes beim Rheinhafendampfkraftwerk, Brutto-Baukosten in Höhe von rd. 6,65 Mio. EUR. Hinzu kommen Kosten für Ausgleichsmaßnahmen (naturschutz- und forstrechtlicher Ausgleich) in Höhe von brutto rd. 0,73 Mio. EUR. In der Gesamtsumme ergeben sich für die in den Planfeststellungsunterlagen dargestellte Lösung somit anzusetzende Kosten von brutto rd. 7,38 Mio. EUR.

3.2 Verzicht auf die Sanierung des Dammes (Alternative 1)

3.2.1 Technik

Bei dieser Alternative soll auf die Sanierung des Dammes HWD XXV komplett verzichtet werden. Begründet wird dies mit Beobachtungen der in den letzten Jahren abgelaufenen Hochwasserwellen. Daraus wird der Rückschluss auf eine ausreichende Standsicherheit des Dammes für ein mehr als 20-jährliches Hochwasser gezogen.

Bei darüber liegenden Ereignissen und der somit aus Beobachtungen nicht mehr ableitbaren Standsicherheit des Damms werden Szenarien mit einem Dammbuch aufgezeigt. Für die dann unkontrollierbaren Zuflüsse sind die Bauwerke entsprechend zu öffnen bzw. zu schließen. Des Weiteren wird zur Beherrschung der unkontrollierbaren Zuflüsse eine Aufdimensionierung der Bauwerke 3, 4 und 5 sowie der vier Durchlässe in der Hermann-Schneider-Allee angeregt.

Für eine sichere und dauerhafte Zugänglichkeit der Bauwerke wird nicht zwingend der Zugang über den HWD XXV erachtet. Die Bauwerke 1 und 5 sollen über die rückwärtigen Absperrdämme HWD XXVa und XXVI erreichbar und über die Hermann-Schneider-Allee und den Rheinpark die Bauwerke 3 und 4 erreichbar sein. Hierzu wäre noch der Abschnitt des HWD XXV zwischen dem Rheinpark und dem Bauwerk 4 beidseitig mit Spundwänden zu sichern. Für das Bauwerk 2 soll die Erreichbarkeit mittels eines Motorbootes vom Betriebshof aus erfolgen.

Aufgrund festgestellter Sickerwasseraustritte auf der Binnenseite wurden in den 90er Jahren auf weiten Strecken des HWD XXV Anschüttungen zur Stabilisierung des Damms vorgenommen. Aus Anlage 7 des Planfeststellungsantrags „Geotechnischer und dammbautechnischer Bericht“, Ingenieurgruppe Geotechnik, Kirchzarten, Februar 2011 geht hervor, dass für den bestehenden Damm die rechnerische Standsicherheit nicht gegeben ist. Damit müsste der bestehende HWD XXV aus geotechnischer Sicht aufgrund fehlender Standsicherheit auch ohne den Bau des Polders ertüchtigt werden.

Hinsichtlich der vorliegenden Planung bzw. der Genehmigungsfähigkeit ist folgendes festzuhalten.

Derzeit ist bei einem Belassen des Damms im heutigen Zustand die rechnerisch erforderliche Standsicherheit – gerade im Hinblick auf den zukünftig von beiden Seiten eingestauten HWD XXV - nicht gegeben, weshalb es im Hochwasserfall zu Abrutschungen im Böschungsbereich – im Extremfall zu einem Dammbuch - kommen kann. Damit ist die für das Gesamtsystem Polder notwendige hydraulische Trennung nicht gewährleistet.

Hinsichtlich Dammverteidigung und –unterhaltung sowie hinsichtlich Zugänglichkeit der Bauwerke ist die bestehende Dammkrone bzw. der bestehende Dammkronenweg nicht breit genug, um im Hochwasserfall die geforderte gefahrlose Befahrung zu gewährleisten. Des Weiteren ist wegen der fehlenden Standsicherheit in diesem Fall eine Befahrung oder Begehung aus Sicherheitsgründen nicht möglich. Damit sind die technischen Vorgaben mit dieser Lösung nicht zu erfüllen.

Die Grundwassersituation wird durch das Belassen des vorhandenen Damms nicht verändert.

3.2.2 Ökologie

Der Verzicht auf einen Ausbau des Damms wäre aus ökologischer Sicht günstig, weil jedwede bau- und anlagebedingten Eingriffe vermieden würden. Die Verluste von Wald und Einzelbäumen mit Habitatfunktion blieben vollständig aus. Insbesondere unterbliebe die anlagebedingte Inan-

spruchnahme von über 3 ha Wald, der Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie entspricht, von 199 Höhlenbäumen als potentielle Fledermausquartiere und von 12 Brutverdachts- und Brutbäumen- sowie 10 Potentialbäumen des Heldbocks.

Das Dammgrünland bliebe zwar nicht unverändert, weil die Überflutungen mit Trübstoff-ablagerungen langfristig eine in den nährstoffärmsten Bereichen wirksam werdende Nährstoffanreicherung bewirken würden und überflutungsempfindliche Pflanzenarten ausfielen. Die Beeinträchtigungen des Dammgrünlands blieben aber geringer als bei den anderen Alternativen, die seine Beseitigung und Neuanlage beinhalten. Es wäre vom Verlust der Magerrasen (0,56 ha) durch ihre Entwicklung zu Magerwiesen auszugehen.

3.2.3 Wirtschaftlichkeit

Mit dem Belassen des vorhandenen Dammes sind keine Ausgleichsmaßnahmen für den Wald notwendig. Die Kompensation der Magerrasen verursacht Kosten in Höhe von brutto ca. 5.000 € für die Anlage und jährlich ca. 600 € für die Pflege. Die eingesparten Kosten für die Ausgleichsmaßnahmen der beantragten Lösung belaufen sich für den HWD XXV auf brutto rd. 0,73 Mio. EUR.

Baukosten können für diese Alternative nicht angegeben werden. Wie groß die Bauwerke 3, 4 und 5 sowie die Durchlässe in der Hermann-Schneider-Allee auszubilden wären, ist kaum auszuweisen, da die jeweilige Leistungsfähigkeit von der Länge eines möglichen Dammbruches abhängt.

3.3 Einbau einer Hochwasserschutzwand (Spundwand) in der Dammachse (Alternative 2)

3.3.1 Technik

Anstelle eines Erddammes wird mit der Alternative 2 eine Hochwasserschutzwand in Form einer tiefengestaffelten Spundwand in der Dammachse (Krone) des HWD XXV vorgeschlagen (s. Abbildung 3).

Die Spundwand übernimmt bei dieser Alternative den Schutz vor Hochwasser. Der vorhandene Damm ist nur noch als Vorschüttung bzw. Hinterfüllung der Spundwand vorhanden.

Vorgesehen ist der Einbau der Spundwand unter Inanspruchnahme des Weges auf der Dammkrone und der vorhandenen Zufahrtsrampen. Der Weg bzw. die Dammkrone weist jedoch eine zu geringe Breite für die Aufstellung des Rammgerätes auf. Zur Erlangung einer erforderlichen Aufstandsfläche für das Rammgerät ist die Dammkrone zu kappen und tiefer zu legen. Nach dem Einbringen der Spundwand ist die erforderliche Dammkronenhöhe durch Einbau von Erd- und Wegebbaumaterial wieder herzustellen.

Bei einem Belassen des Dammes im heutigen Zustand ist dessen Standsicherheit – gerade im Hinblick auf den zukünftig von beiden Seiten eingestauten HWD XXV - nicht gegeben (vgl. Ziff.

3.2.1). Mit dem vorgesehenen Einbau einer Spundwand im Dammkronenbereich kann die Standsicherheit für das Bauteil „Hochwasserschutzwand gleich Spundwand“ erlangt werden. Entsprechend dem wasserseitigen Einstau steht an der Spundwand der volle Wasserdruck an. Die Spundwand muss in erdstatischer und hydraulischer Hinsicht dimensioniert werden. Beim erdstatischen Nachweis müssen u.a. Verkehrslasten, unterschiedliche Wasserstände und der Einfluss gegebenenfalls hydraulisch bedingter Böschungsruhschaltungen oder auch eines Böschungsabtrages berücksichtigt werden. Hierbei ist für die Spundwand eine freie Auskragung anzusetzen. Diese wird überschlägig auf höchstens ca. 2,50 m geschätzt.

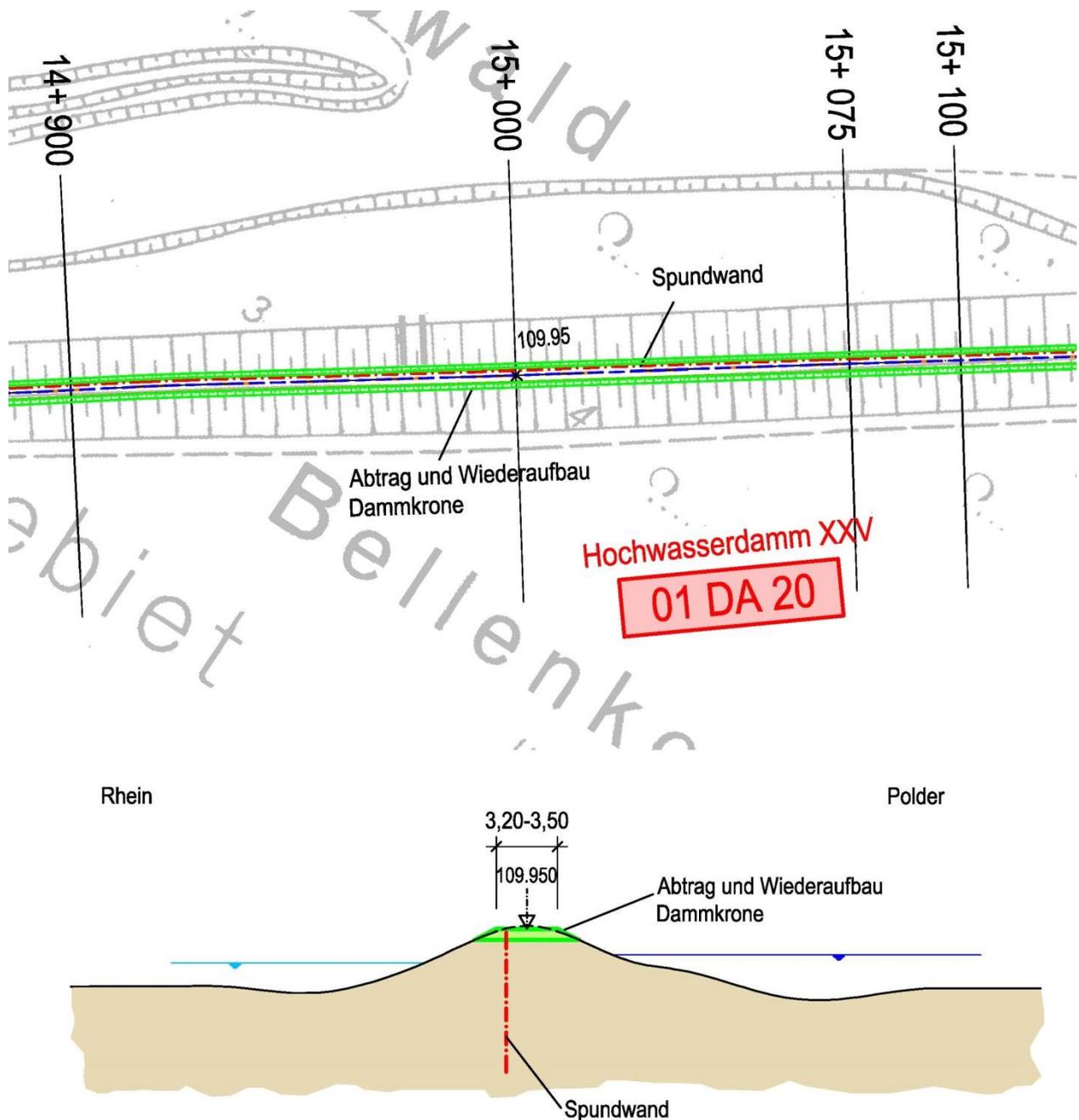


Abbildung 3: Lageplan und Querschnitt der Alternative 2

Durch den Einbau der Spundwand wird eine direkte Durchsickerung des Dammes und auch der Kontaktfläche mit gewachsener Decklage/Kiessande (Rheinkiese) behindert, was grundsätzlich positiv im Hinblick auf die Standsicherheit der Böschungen und der Erosionsgefahr entlang der Schichtgrenze Decklage/Kiessande ist. Allerdings wird die Sickerlänge im Bereich der Dammaufstandsfläche deutlich verringert, wenn keine Sanierung des Bestandsdammes mit Dammverbreiterung und Dammbermenwegen durchgeführt wird. Im Hinblick auf die Erosionssicherheit ist die Spundwand aus hydraulischen Gründen ca. 8 bis 12 m lang auszubilden. Eine Tiefenstaffelung kann daher nicht erfolgen.

Die Gefahr von Böschungsrutschungen am bestehenden Damm ist im Hochwasserfall nicht auszuschließen. Nach Hochwasserereignissen auftretende Böschungsrutschungen sind auszubessern und zu sanieren.

Die Wiederherstellung der Dammkrone und des Dammkronenweges erfolgt auf dem bestehenden Damm unter Berücksichtigung der in der Ländervereinbarung festgelegten Dammkronenhöhen. Eine Verbreiterung der Dammkrone und des Dammkronenweges kann unter der Prämisse des Belassens der Dammfußpunkte nicht durchgeführt werden, d.h. im Hochwasserfall ist eine gefahrlose Befahrung aufgrund der zu geringen Dammkronenbreite und damit auch einer zu geringen Breite des Dammkronenweges nicht möglich. Dementsprechend können Leckagen in der Spundwand sowie die Ein- und Auslaufbauwerke bei Störungen nicht erreicht werden (weitere Ausführungen hierzu siehe Anlage 2).

Hinsichtlich der Grundwassersituation liegt der HWD XXV näherungsweise in Strömungsrichtung bei mittleren Grundwasserverhältnissen, wobei auch bei mittleren Grundwasserständen eine geringfügige Einströmung vom Rhein in den Grundwasserleiter zu erkennen ist. Bei Hochwasser kann sich diese verstärken und bei niedrigen Rhein- und Grundwasserständen ist der Rhein Hauptvorfluter, so dass die Grundwasserströmung zum Rhein verläuft. Hieraus wird deutlich, dass insbesondere bei niedrigen und hohen Grundwasserständen das Grundwasser teilweise senkrecht zum HWD XXV strömt. Die Basis des oberen Grundwasserleiters liegt auf 92 müNN im Norden und ca. 94,5 müNN im Süden. Die Mächtigkeit des oberen Grundwasserleiters liegt bei ca. 10 m. Bei einer Spundwandlänge von 8 bis 12 m reicht diese bis in eine Höhe von maximal 97,5 beim Fermasee bis 98,4 müNN im Norden. Damit verbleibt in einigen Abschnitten eine Restmächtigkeit von 3,8 bis 5 m und vermindert den Durchflussquerschnitt um mehr als 50 %. In diesem Falle ist mit einer nicht zu vernachlässigenden Beeinflussung der Grundwasserströmung zu rechnen. Bei Niedrigwasser wird der Abstrom in den Rhein behindert und bei Hochwasser wird die Unterströmung des HWD XXV verringert. Dementsprechend wäre bei Wahl dieser Alternative die Grundwassersituation genau zu untersuchen.

Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass bei Realisierung der Alternative 2 die hydraulische Trennung erreicht wird, während die Vorgabe, Zugänglichkeit der Bauwerke einschließlich Spundwand und Dammverteidigung nicht erfüllbar sind. Daraus wird ersichtlich, dass die technischen Vorgaben nicht eingehalten werden.

3.3.2 Ökologie

Beidseitig des Hochwasserdammes HWD XXV grenzt fast auf der ganzen Länge der Baumbestand an den vorhandenen Böschungsfuß an. Unter der Maßgabe, dass Baumaßnahmen lediglich auf der Dammkrone stattfinden, treten somit keine Beeinträchtigungen von Wald und Bäumen mit Habitatfunktionen auf.

Die Variante wäre aus ökologischer Sicht günstig, weil u.a. die Verluste von Wald und Einzelbäumen mit Habitatfunktion ausblieben. Insbesondere unterbliebe die anlagebedingte Inanspruchnahme von über 3 ha Wald, der Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie entspricht, von 199 Höhlenbäumen als potentielle Fledermausquartiere und von 12 Brutverdachts- und Brutbäumen- sowie 10 Potentialbäumen des Heldbocks.

Für die Magerrasen und Magerwiesen des Damms wären erhebliche Beeinträchtigungen auf ihrer gesamten Fläche zu erwarten, nicht nur auf den baubedingt unmittelbar in Anspruch zu nehmenden Bereichen. Es wird beim Abtrag der Dammkrone nicht vermeidbar sein, dass Erdmaterial auf die Böschungen fällt. In Magerwiesen und mehr noch beim Magerrasen führt die partielle Übererdung voraussichtlich zur Etablierung von Störzeigern wie Goldruten, Kratzbeeren und dem am HWD XXV besonders zahlreich vertretenen, neophytischen Einjährigen Feinstrahl. Bodenrutschungen würden zum Verlust der Bestände auf den jeweiligen Abschnitten führen. Bei der Beurteilung der Umweltverträglichkeit und der naturschutzrechtlichen Situation (Natura 2000) müsste im Sinn einer Worst-Case-Betrachtung vom Verlust der Magerrasen und Magerwiesen ausgegangen werden.

3.3.3 Wirtschaftlichkeit

Die Baukosten für diese Alternative wurden überschlägig abgeschätzt. Die reinen Investkosten belaufen sich auf brutto ca. 8,46 Mio. EUR. Für die laufende Unterhaltung fallen je nach Auftrenshäufigkeit von Hochwasserereignissen zusätzliche Kosten für Ausbesserungen zur Wiederherstellung des Erddammes an.

Ausgleichsmaßnahmen sind für die Magerwiesen und die Magerrasen erforderlich. Sie verursachen Kosten in Höhe von Brutto ca. 42 TSD. EUR für die Anlage und jährlich ca. 5 TSD. EUR für die Pflege. Die Fettwiesen würden durch die Wiederbegrünung des Damms kompensiert und erfordern keine gesonderten Maßnahmen.

In der Gesamtsumme ergeben sich Kosten für den Bau des Trenndammes HWD XXV und die erforderlichen Ausgleichsmaßnahmen in Höhe von brutto ca. 8,51 Mio. EUR. Damit liegen die anzusetzenden Kosten für die Alternative 2 ohne den Aufwand für Ausbesserungen um ca. 1,13 Mio. EUR über denen der eingereichten Planung.

3.4 Änderungen im konstruktiven Aufbau des Dammes, so dass ein schlan- kerer Damm ohne Eingriff in den Wald möglich wird (Alternative 3)

3.4.1 Technik

In der Alternative 3 wird ausgeführt, dass durch einen geänderten konstruktiven Aufbau des Dammes ein schmalerer Damm möglich ist und dadurch Eingriffe in den Wald in gewissem Maße reduziert bzw. vermieden werden können.

In Ziff. 3.1 wurde der in den Planfeststellungsunterlagen gewählte Dammaufbau beschrieben. Vom Grundsatz her ist es möglich, auch etwas steilere Dämme erdstatisch sicher nachzuweisen. Hierbei sind zwingend folgende Randbedingungen zu beachten:

- a) Lokal ausgedehnte ungünstige Untergrundverhältnisse in Form von weit verbreiteten Fein-/Mittelsandschichten (Verflüssigungsgefahr)
- b) Verschiedene Lastfälle (vgl. Ziff. 2.2.1)
- c) Bemessung der Berme gegen Abschieben unter Auftrieb
- d) Berücksichtigung der Druckwassersituation (I_{krit} -Linie)
- e) Anforderungen an den Arbeitsschutz hinsichtlich Unterhaltung und Pflege der Dämme und
- f) aktuell noch nicht vorhandene Beschleunigungswerte für das Bemessungserdbeben gemäß der „Arbeitshilfe zum Erdbebennachweis für Stauhaltungen in Baden-Württemberg“ (derzeit in Bearbeitung).

Soweit diese Randbedingungen in Abhängigkeit der örtlichen Verhältnisse und der noch fehlenden Parameter zum Erdbebennachweis erfüllt sind, sind grundsätzlich steilere Böschungsneigungen denkbar. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass infolge der zahlreichen Imponderabilien ein beträchtlicher technischer Aufwand erforderlich ist. Dementsprechend stellen zugehörige Bauweisen auf keinen Fall Lösungen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik dar wie sie in § 60 IV WG BW gefordert werden („*Dämme sind nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik zu errichten, zu betreiben und zu unterhalten.*“). Sie sollten nach dem Stand der Technik nur als begründete Ausnahme und auf räumlich begrenzten Abschnitten zur Anwendung kommen.

Zusammenfassend sind folgende Parameter für die Trenndammkonstruktion festzuhalten:

- | | |
|--------------------------------|---|
| – Böschungsneigung Rheinseite | steiler 1 : 3,2 (genauer Wert abhängig von den genannten Restriktionen) |
| – Böschungsneigung Polderseite | steiler 1 : 3,2 (genauer Wert abhängig von den genannten Restriktionen) |
| – Dammkronenbreite | 5 m |

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| – Bermenbreite | 5 m |
| – Dammkronenhöhe | gem. Ländervereinbarung |
| – Dammschutzstreifen | 4 m |
| – baumfreie Zone | 10 m |

Damit entspricht - mit Ausnahme der Böschungsneigung - die Dammkonstruktion der eingereichten Planung. Die erforderliche Dammaufstandsbreite kann sich gegenüber der eingereichten Planung in Abhängigkeit der steileren Böschungsneigung reduzieren.

In Anlage 3 werden technische Betrachtungen für eine Dammneigung von 1:2,5 angestellt.

Es zeigt sich, dass sich die insgesamt in Anspruch zu nehmende Breite bei einer Dammneigung von 1:2,5 gegenüber 1:3,2 von ca. 47,5 m auf ca. 42,5 m reduzieren würde. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass wegen der noch vorhandenen Imponderabilien (örtliche Verhältnisse und nicht zu führender Erdbebennachweis) die Genehmigungsfähigkeit auch für begrenzte Abschnitte aktuell nicht gegeben ist.

Nach Ausräumung der Imponderabilien durch zugehörige Maßnahmen kann die Befahrung des Dammkronenweges möglich und damit auch die Erreichbarkeit der Ein- und Auslaufbauwerke gegeben sein. Dies gilt auch hinsichtlich der hydraulischen Trennung Rhein/Polder.

3.4.2 Ökologische Betrachtung

Gegenüber der Antragsvariante besteht grundsätzlich die Möglichkeit die Inanspruchnahme von Wald zu reduzieren. Dies hat besondere Bedeutung hinsichtlich des Eichenmischwaldes (Eichen-Hainbuchen-Bestände, Fragmente von Hartholz-Auwäldern) auf der Polderseite mit Relevanz für Natura 2000 und den speziellen Artenschutz. Dies gilt auch hinsichtlich der Beseitigung von Brut- und Potentialbäumen des Heldbocks (FFH-Anhänge II und IV) am polderseitigen Waldrand.

Die Magerrasen und Magerwiesen auf dem Damm als Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie wären in gleicher Weise wie bei der Antragsvariante von der Flächeninanspruchnahme betroffen.

3.4.3 Wirtschaftliche Betrachtung

Die Baukosten für diese Alternative können eventuell geringer ausfallen als bei der Antragsvariante, sind allerdings erst nach Verifizierung der einzuhaltenden Randbedingungen genau abzuschätzen. Der geringen Kubatur stehen eventuell zusätzliche Maßnahmen im Aufstandsbereich bzw. die Verwendung höherwertigeren Materialien (z.B. Schotter) zur Gewährleistung der Standicherheit entgegen. Die Kosten für die Ausgleichsmaßnahmen sollten geringer sein, als in der Antragsvariante.

4 ALTERNATIVENBEWERTUNG UND ERGEBNISDARSTELLUNG

4.1.1 Technische Bewertung

4.1.1.1 Eingereichte Planung

Die in den Planfeststellungsunterlagen dargestellte Lösung mit dem Ausbau des Trenndammes HWD XXV als reiner Erddamm erfüllt alle zwingend einzuhaltenden Vorgaben.

4.1.1.2 Alternative 1 „Verzicht auf die Sanierung des Dammes“

Die untersuchte Alternative 1 mit dem Verzicht auf die Sanierung des Trenndammes HWD XXV kann die zwingend einzuhaltenden Vorgaben:

- Standsicherheit des Dammes
- Hydraulische Trennung
- Zugänglichkeit zu den Bauwerken
- Dammverteidigung und Dammunterhaltung

nicht erfüllen.

Somit ist die Alternative 1 aus technischer Sicht nicht umsetzbar.

4.1.1.3 Alternative 2 „Einbau einer Hochwasserschutzwand (Spundwand) in der Dammachse“

Die untersuchte Alternative 2 mit dem Verzicht auf die Sanierung des Trenndammes HWD XXV kann die zwingend einzuhaltenden Vorgaben

- Standsicherheit des Dammes
- Zugänglichkeit zu den Bauwerken
- Dammverteidigung und Dammunterhaltung

nicht erfüllen.

Erfüllt wird die Vorgabe:

- Hydraulische Trennung

Somit ist die Alternative 2 aus technischer Sicht nicht umsetzbar.

4.1.1.4 Alternative 3 „Änderungen im konstruktiven Aufbau des Dammes, so dass ein schlankerer Damm ohne Eingriff in den Wald möglich wird“

Die untersuchte Alternative 3 mit Änderungen im konstruktiven Aufbau des Dammes kann die zwingend einzuhaltenden Vorgaben

- Standsicherheit des Dammes
- Hydraulische Trennung
- Zugänglichkeit zu den Bauwerken
- Dammverteidigung und Dammunterhaltung

unter Umständen erfüllen und ist nach aktuellem Kenntnisstand eventuell auf Teilstrecken umsetzbar. Dies ist insbesondere in Bereichen zu prüfen, wo aus naturschutzrechtlicher Sicht der Eingriff im Vergleich zur eingereichten Planung in relevantem Umfang reduziert werden kann. Die Festlegung ist nach Beantwortung der noch offenen Fragen (Untergrund, Erdbebensicherheit, Arbeitsschutz) im Rahmen der Ausführungsplanung zu treffen.

Somit ist die Alternative 3 aus technischer Sicht eventuell, und wenn ja nur auf Teilabschnitten als Sonderlösung umsetzbar.

Die technischen Bewertungsmerkmale der eingereichten Lösung und der untersuchten Alternativen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt:

	Antragslösung	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
Standsicherheit des Dammes	erfüllt	nicht erfüllt	nicht erfüllt	mit Einschränkungen erfüllt
Hydraulische Trennung	erfüllt	nicht erfüllt	erfüllt	erfüllt
Zugänglichkeit zu den Bauwerken	erfüllt	nicht erfüllt	nicht erfüllt	mit Einschränkungen erfüllt
Dammverteidigung und Dammunterhaltung	erfüllt	nicht erfüllt	nicht erfüllt	mit Einschränkungen erfüllt

Tabelle 1: Zusammenstellung der Bewertungsmerkmale

4.1.2 Ökologische Bewertung

Eine vergleichende Gegenüberstellung wird nachfolgend wiedergegeben.

	Antragslösung	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
Beeinträchtigung von Dammgrünland	Inanspruchnahme von 3,88 ha Magerwiesen und 0,56 ha Magerrasen	Betriebsbedingter Verlust der Magerrasen (0,56 ha)	Baubedingter Verlust der Magerwiesen (3,88 ha) und Magerrasen (0,56 ha)	Inanspruchnahme von 3,88 ha Magerwiesen und 0,56 ha Magerrasen
Anlagebedingte Inanspruchnahme von Wald (insgesamt)	5,7 ha	-	-	geringer als in der Antragsvariante
Anlagebedingte Inanspruchnahme von Wald mit hoher Bedeutung	3,12 ha	-	-	geringer als in der Antragsvariante
Verlust von Brut- und Brutverdachtsbäumen bzw. Potentialbäumen des Heldbocks	mehrere	-	-	geringer als in der Antragsvariante
Verlust von Höhlenbäumen	199	-	-	geringer als in der Antragsvariante

Tabelle 2: Gegenüberstellung der ökologischen Belange

4.1.3 Wirtschaftliche Bewertung

Eine Kostengegenüberstellung zum Invest der eingereichten Lösung und der untersuchten Alternativen ist in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt:

	Antragslösung [brutto]	Alternative 1 [brutto]	Alternative 2 [brutto]	Alternative 3 [brutto]
Investkosten Dammbau	6,65 Mio. EUR	k.A.	8,46 Mio. EUR	eventuell geringer als in der Antragsvariante
Investkosten Ausgleichsmaßnahmen	0,73 Mio. EUR	k.A.	0,05 Mio. EUR	geringer als in der Antragsvariante
Gesamtkosten	7,38 Mio. EUR	k.A.	8,51 Mio. EUR	eventuell geringer als in der Antragsvariante

Tabelle 3: Kostengegenüberstellung der Alternativen

4.1.4 Gesamtbewertung

Bei den Alternativenbetrachtungen hat sich gezeigt, dass die Alternativen 1 und 2 aus technischer Sicht nicht umsetzbar sind. Alternative 3 erfüllt mit Einschränkungen die technischen Voraussetzungen, die für den Ausbau des Trenndammes HWD XXV erforderlich sind. Auf keinen Fall ist davon auszugehen, dass Variante 3 auf der Gesamtstrecke umzusetzen ist. Vielmehr wird sich eine eventuelle Realisierung in Abhängigkeit der spezifischen, kleinräumigen Verhältnisse in entsprechenden Teilabschnitten anbieten.

Aus ökologischen Gesichtspunkten ist die Alternative 1 als die Vorteilhafteste anzusehen. Die Alternative 2 hat Vorteile gegenüber der Alternative 3 und diese wiederum gegenüber der Antragslösung.

Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zeigt sich, dass die Gesamtkosten der Alternative 2 um ca. 15 % über denen der Antragslösung liegen. Der Unterschied in den Gesamtkosten zwischen der Alternative 3 und der Antragslösung ist aktuell nur qualitativ zu diskutieren. Eventuell liegen die Gesamtkosten der Alternative 3 unter den Gesamtkosten der Antragslösung.

	Antragslösung	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
Technik	erfüllt	nicht erfüllt	nicht erfüllt	Mit Einschränkungen erfüllt
Ökologie	Eingriffe	Minimale Eingriffe	Minimale Eingriffe	Eingriffe geringer als in der Antragslösung
Wirtschaftlichkeit	positiv	keine Bewertung	mittel	eventuell positiv

Tabelle 4: Zusammenstellung der Gesamtbewertung aller Alternativen

Unter Abwägung der Bewertungskriterien Technik, Ökologie und Wirtschaftlichkeit bleibt festzuhalten, dass die eingereichte Planung mit dem reinen Erddamm aktuell als die einzig genehmigungsfähige Lösung anzusehen ist.

Die mit Einschränkungen umsetzbare Alternative 3 sollte in Abhängigkeit spezifischer Standort-situationen im Rahmen der Ausführungsplanung weiterverfolgt werden (vgl. Ziff. 5).

5 OPTIMIERUNGSPOTENTIAL

Wie in Ziff. 3.4.1 bereits ausgewiesen, ist es vom Grundsatz her möglich, als Sonderlösung steilere Dämme als in der Antragslösung vorgesehen nachzuweisen. Dieser Aspekt ist im Rahmen der Ausführungsplanung in Teilabschnitten in Abhängigkeit der örtlichen Situation zu berücksichtigen. Grundlage für die dortige Vorgehensweise bildet im ersten Schritt die Verdichtung der Baugrundaufschlüsse, insbesondere in den naturschutzfachlich sensiblen Bereichen. Zeigen die Untergrundverhältnisse, dass steilere Neigungen bei der Dammgeometrie aus Standsicherheitsgründen möglich sind, ist in den folgenden Schritten zu prüfen, ob auch die restlichen Restriktionen, wie z.B. die Erdbebensicherheit mit den aktuell noch nicht vorliegenden Parametern sowie den Kriterien des Arbeitsschutzes in Zusammenhang mit der Pflege und Unterhaltung der jeweiligen Dammabschnitte gewährleistet sind.

Zusammenfassend kann mit dieser Vorgehensweise die aktuell noch nicht genehmigungsfähige „Verschlankung“ des Dammes in entsprechenden Abschnitten zur Ausführung kommen, wenn dies aus naturschutzfachlicher Sicht anzustreben ist.

ANLAGE 1: NOTWENDIGKEIT DER ZUGÄNGLICHKEIT

Insbesondere im Zusammenhang mit Alternative 2 ist die Notwendigkeit der Zugänglichkeit zur Hochwasserschutzwand (Spundwand) und zu den Bauwerken zu hinterfragen.

a) Hochwasserschutzwand

Die Hochwasserschutzwand ist das hydraulische Trennelement der westlichen Polderbegrenzung und seine Funktion ist grundsätzlich zu gewährleisten. Dies gilt insbesondere oder gerade auch bei den Betriebszuständen „Retention“ und „Sonderbetrieb bei besonderen Schadstoffbelastungen im Rhein“ (vgl. Ziff. 2.2.2). Zwar treten diese Betriebszustände vergleichsweise selten auf, sind jedoch gerade wegen ihrer Bedeutung besonders zu würdigen.

Entsprechend der Ausführungen in Ziff. 3.2.1 ist die Standsicherheit des beidseitig an die Spundwand anschließenden Dammes nicht gegeben, weshalb ein Wegspülen des Dammes bei Hochwasser grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden kann. Verstärkt wird ein solcher Effekt beim Auftreten von Leckagen in der Spundwand, die z.B. infolge mechanischer Belastungen, Fehlstellen im Schlossbereich der Spunddielen oder Strömungsvorgängen im Einbindebereich entstehen können. Für diesen Fall ist seitens des Betreibers dafür Sorge zu tragen, mit verhältnismäßigen Mitteln die Leckagen zu beseitigen bzw. einzudämmen. Dies kann in Abhängigkeit von der Leckageart und dem Auftretungszeitpunkt auf verschiedene Arten erfolgen. Zwingende Voraussetzung dafür ist jedoch immer die Zugänglichkeit. Dies ist je nach Betriebszustand allein über den Damm möglich, der dafür vorhanden und befahrbar sein muss.

b) Ein- und Auslassbauwerke

Wie im Gesamterläuterungsbericht zum Polder dargestellt, sind die Ein- und Auslassbauwerke hinsichtlich ihrer Funktion erforderlich, um die einzelnen Betriebszustände zu beherrschen. Alle fünf Ein- und Auslassbauwerke sind mit Rollschützen in zwei Verschluss-ebenen ausgestattet. Ein Versagen kann zwangsläufig zu einem Versagen der gesamten Schutzmaßnahme führen. Hieraus leitet sich die Notwendigkeit der Zugänglichkeit ab.

Funktionsstörungen bzw. Schäden, z.B. in Form von Defekten bei den elektrischen und elektronischen Ausstattungen, Verklausungen und insbesondere Personenschäden bedürfen eines schnellen und möglichst effizienten Einsatzes. Je nach Schadensbild müssen die Bauwerke von beiden Seiten angefahren und inspiziert werden können (Ringverkehr), um im Anschluss entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. In diesem Zusammenhang sind besondere Betriebssituationen z.B. Nachtbetrieb, Sturm, Schnee etc. ebenfalls zu berücksichtigen.

Die beidseitige Zugänglichkeit leitet sich neben der Randbedingung „Ringverkehr“ auch aus dem Bauordnungsrecht ab. Dort werden für Bauwerke zwei unterschiedliche Rettungswege gefordert, um den Zugang für die Einsatzkräfte zur Rettung oder Verletztenbergung von zwei Seiten zu gewährleisten. Die beidseitige Zugänglichkeit erfordert auch der Betriebszustand „Sonderbetrieb“. Tritt dieser im Falle von Verklausungen bzw. Blockaden der Verschlussorgane auf, so ist eine schnelle und wirksame Beseitigung der Störung nur zu gewährleisten, wenn der relevante Bereich von beiden Seiten der Bauwerke zugänglich ist.

In Alternative 2 ist entgegen der Antragslösung die Zugänglichkeit allein zu den Bauwerken 1, 3 und 5 gegeben und dies auch nur einseitig, während die Bauwerke 2 und 4 nur dann zugänglich sind, wenn der aktuell nicht standsichere Damm XXV befahren werden kann. Da dies grundsätzlich in Abhängigkeit des jeweiligen Betriebszustandes nicht gewährleistet werden kann, ist die erforderliche Zugänglichkeit in Alternative 2 nicht gegeben.

ANLAGE 2: VERZICHT AUF BAUWERK 2?

Mit E-Mail vom 17. Mai 2016 hat die Genehmigungsbehörde den Vorhabenträger darüber informiert, dass die Stadt Rheinstetten auf die Forderung des reduzierten Eingriffs beim Dammbau bestehe. In diesem Zusammenhang hat die Stadt Rheinstetten Alternativüberlegungen angestellt, wie das Bauwerk 2 mit vergleichsweise geringen baulichen Modifikationen erreichbar bleibt bzw. warum auf das Bauwerk 2 verzichtet werden könne. Im Folgenden wird hierzu Stellung genommen.

Wie in Ziff. 2.2.2 ausgeführt, ist die Beherrschung der genannten Betriebszustände durch die technischen Poldereinrichtungen jederzeit zu gewährleisten. Insbesondere ist es dafür erforderlich, sämtliche Ein- und Auslassbauwerke auf kürzestem Wege und vor allem in kürzest möglicher Zeit anfahren zu können.

Das Bauwerk 2 ist zu Beginn der Retention beim Überschreiten des Abflusses von 4.500 m³/s am Pegel Maxau zusammen mit dem Bauwerk 3 zuerst zu öffnen bis sich eine Wasserspiegellage im Polder von ca. 106 m+NN einstellt. Dabei fließen über das Bauwerk 2 ca. 43 m³/s und über das Bauwerk 3 ca. 45 m³/s dem Polder zu. Danach werden die weiteren Bauwerke miteinbezogen, damit ein Rückhaltegradient von 90 m³/s erreicht und eingehalten werden kann. Im Betriebszustand „Sonderbetrieb bei besonderen Schadstoffbelastungen im Rhein“ ist das Bauwerk kurzfristig zu schließen, um einen Schadstoffeintrag in den Polderraum beim Bauwerk unmittelbar in den Fermasee, zu verhindern.

Die angesprochene Steuerung im Retentionsfall ist das Ergebnis umfangreicher Berechnungen.

Auch bei den Betriebszuständen mit ökologischer Flutung (Ökologische Flutung, Abbruch der Ökologischen Flutungen zur Vorbereitung der Retention, Wiederaufnahme der Ökologischen Flutungen ohne vorherige Retention, Übergang der Entleerung in die Ökologischen Flutungen) ist das Bauwerk 2 im Einsatz und muss dementsprechend auch bei größeren Rheinabflüssen betrieben werden können. Ohne Bauwerk 2 käme es im Bereich von Bauwerk 2 und dem nördlich anschließenden zu keiner Durchströmung, was wiederum negative Auswirkungen auf die dort vorhandene Flora und Fauna hätte.

Darüber hinaus ist gerade im Betriebszustand „Sonderbetrieb bei besonderen Schadstoffbelastungen im Rhein“ dafür Sorge zu tragen, dass das Bauwerk 2 funktionsfähig ist bzw. verschlossen werden kann.

Aus diesen Ausführungen folgt, dass in den verschiedenen Betriebszuständen die Funktionsfähigkeit des Bauwerks 2 gewährleistet sein muss bzw. Störungen bis hin zum Versagen schnellstmöglich zu beseitigen sind. Daraus wiederum resultiert die zwingend erforderliche Zugänglichkeit zum Bauwerk 2 in sämtlichen Betriebszuständen, d.h. auch im Retentionsfall, bei hohen Ökologischen Flutungen und im „Sonderbetrieb bei besonderen Schadstoffbelastungen im Rhein“.

ANLAGE 3: „TECHNISCHE BETRACHTUNG ZUR STEILEN DAMMNEIGUNG “

In Ergänzung zu Ziffer 3.4 „Änderungen im konstruktiven Aufbau des Dammes, so dass ein schlankerer Damm ohne Eingriff in den Wald möglich wird (Alternative 3)“ werden an dieser Stelle technische Betrachtungen für eine Dammneigung 1 : 2,5 durchgeführt und deren Auswirkungen diskutiert.

Technik:

Für die Betrachtungen sind folgende Parameter für die Trenndammkonstruktion festzuhalten:

- Böschungsneigung Rheinseite 1 : 2,5
- Böschungsneigung Polderseite 1 : 2,5
- Dammkronenbreite 5 m
- Bermenbreite 5 m
- Dammkronenhöhe gem. Ländervereinbarung
- Dammschutzstreifen 4 m
- baumfreie Zone 10 m

Diese veränderte Trenndammkonstruktion ist in nachfolgender Abbildung 1 dargestellt. Gestrichelt eingetragen ist die eingereichte Planung mit Böschungsneigungen von jeweils 1:3,2 sowie zum Vergleich die Ränder des Dammschutzstreifens und der baumfreien Zone.

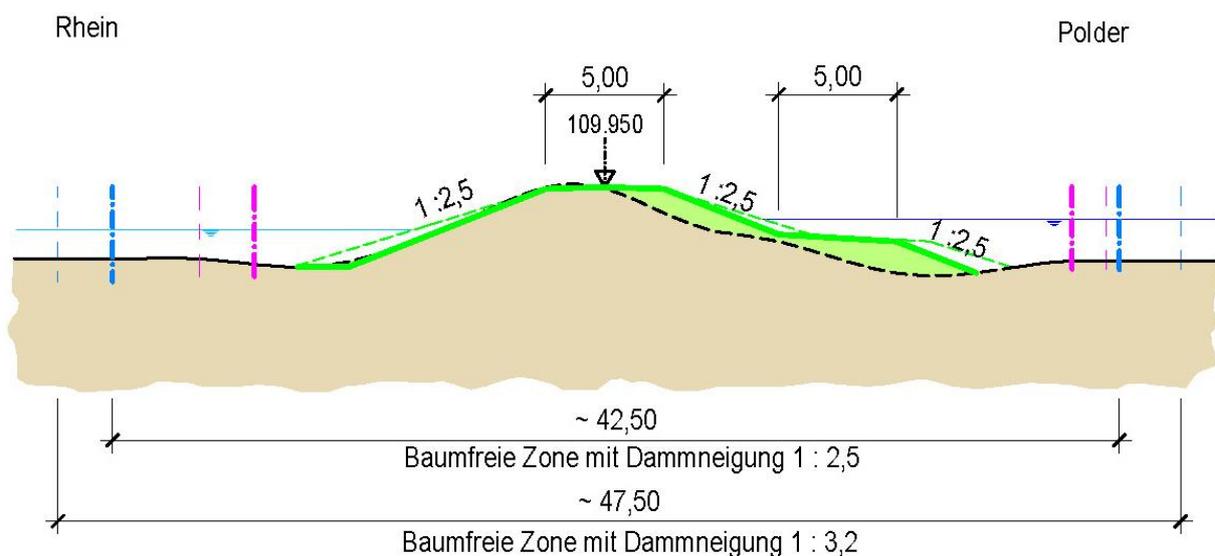


Abbildung 1: Querschnitt mit Böschungsneigungen 1 : 2,5

Geotechnik:

Vom Grundsatz her ist es möglich, den HWD XXV mit einer Neigung von 1:2,5 erdstatisch sicher nachzuweisen. Hierbei müssen die im Kapitel 3.4.1 aufgeführten Randbedingungen zwingend beachtet werden. Aus geotechnischer Sicht wird nach derzeitigem Kenntnisstand von Böschungsneigungen steiler als 1:2,5 abgeraten, da ansonsten ein höheres Risiko besteht, dass bei ungünstigen Verhältnissen im Damm und im Untergrund keine ausreichende statische Standsicherheit nachgewiesen werden kann.

Neben der statischen Standsicherheit muss auch der Nachweis für die hydraulische Sicherheit erbracht werden. Die kontrollierte Entspannung des Grundwassers am polderseitigen Böschungsfuß kann entweder durch Überdeckung der sog. i-Krit-Linie (größerer Flächenverbrauch als in der Antragslösung) oder durch Entspannungsdräns erreicht werden. Auch bei fachgemäßer ingenieurmäßiger Nachweisführung und fachgerechter Bauausführung verbleibt ein Restrisiko hinsichtlich Schäden infolge Erosionsvorgängen, weil z.B. im Untergrund örtlich auf größerer Länge durchgehende, sehr stark wasserdurchlässige Rollkieslagen vorhanden sind und hier somit annähernd kein Potentialdruckabbau stattfindet. Durch den Einbau von den Sickerweg verlängernden Untergrundabdichtungen, z.B. Spundwand oder wasserseitiger Dichtungsteppich, kann dieses Restrisiko reduziert werden. Im Falle des Dichtungsteppichs ist eine zusätzliche Flächeninanspruchnahme auf der Rheinseite erforderlich.

Auswirkungen auf den Flächenverbrauch:

Die Höhen des zukünftigen Trenndammes variieren zwischen ca. 2,50 m und ca. 4,75 m. Für die Betrachtung wurde das Profil 15 + 000 mit einer Dammhöhe von ca. 3,40 m herangezogen.

In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die Dammaufstandsbreiten und die insgesamt in Anspruch zu nehmenden Breiten für das dargestellte Profil gegenübergestellt und die jeweiligen Differenzen ausgewiesen.

	Eingereichte Planung, Neigung 1:3,2	Alternativbetrachtung, Neigung 1:2,5	Differenz
	[m]	[m]	[m]
Dammaufstandsbreite	ca. 30,00	ca. 26,50	ca. 3,50
gesamt in Anspruch zu nehmende Breite (einschl. Dammschutzstreifen und baumfreie Zone)	ca. 47,50	ca. 42,50	ca. 5,00

Tabelle 1: Gegenüberstellung der in Anspruch zu nehmenden Breiten

Aus obiger Tabelle geht hervor, dass bei dem betrachteten Profil, mit einer von 1:3,2 auf 1:2,5 reduzierten Dammneigung, eine Flächeneinsparung für die gesamt in Anspruch zu nehmende

Breite von ca. 5,00 m festzustellen ist. Auf die Ausbaustrecke von ca. 4,5 km hochgerechnet beträgt die Flächeneinsparung gegenüber der eingereichten Planung ca. 2,25 ha.

Auswirkungen auf Unterhaltung und Betrieb:

Auch bei einer steileren Dammneigung ist diese beidseitig intensiv zu unterhalten, um z.B. die Grasnarbenbildung zu fördern; andererseits hat diese Bewirtschaftung aus Gründen des Umweltschutzes so schonend wie möglich zu erfolgen. Dabei ist festzuhalten, dass die Bearbeitung steiler Böschungen aufwendigere Arbeitsschutzmaßnahmen und schwereres Gerät erfordert. Unter Aspekten der Unterhaltung ist eine Böschungsneigung von 1:2,5 grenzwertig.

ZUSAMMENFASSUNG

Wegen der kaum beherrschbaren Erosionsrisiken und den erschwerten Bedingungen bei der Unterhaltung konnte die Aufsteilung konform zu den DIN-Vorschriften, in denen Böschungsneigungen von 1:3 oder flacher empfohlen werden, nicht weiter verfolgt werden.