

Bericht

Variantenanalyse Flutpolder Bertoldsheim

SKI GmbH + Co.KG
Beratende Ingenieure
für das Bauwesen
Wasserwirtschaft,
Wasserbau, Grundbau

Lessingstraße 9
D-80336 München
T +49(0)89 8904584-70
F +49(0)89 8904584-71
www.ski-ing.de

Auftraggeber

Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt
Auf der Schanz 26
85049 Ingolstadt



Auftragsnummer

65131 (Projektnummer SKI)

München, den 8. September 2017

Verfasser

A blue handwritten signature in cursive script, identifying the author as Stefan Pagger.

Stefan Pagger, M.Sc.

Projektleiter

A blue handwritten signature in cursive script, identifying the project manager as Florian Barnerßoi.

Dipl.-Ing. Florian Barnerßoi

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	5
1.1	Untersuchungsgebiet	5
1.2	Ziel der Variantenanalyse.....	6
2	Datengrundlagen.....	7
2.1	Bemerkung zu den hydraulischen Datengrundlagen	9
2.2	Bemerkung zu den ökologischen Datengrundlagen	9
3	Variantenuntersuchung	9
3.1	Untersuchte Poldervarianten.....	10
3.1.1	Variante Nord.....	10
3.1.2	Variante Süd	10
3.1.3	Variante Süd-klein.....	11
3.1.4	Zusammenfassung der Poldervarianten.....	11
3.2	Kriterienkatalog	12
4	Wertung der Varianten	13
4.1	Punktevergabe im Detail	13
4.2	Vorgehensweise bei den einzelnen Wertungskriterien	14
4.2.1	Abflussreduktion	15
4.2.2	Betriebsweisen und Steuerungsmöglichkeiten	15
4.2.3	Auswirkung auf Seitengewässer / Fischerei	16
4.2.4	Spezifische Kosten (Bau- und Betriebskosten).....	16
4.2.5	(Re-) Aktivierung von Retentionsraum.....	17
4.2.6	Dauerhafte Beanspruchung naturschutzfachlich bedeutsamer Lebensräume	18
4.2.7	Vorübergehende Beeinträchtigung von Naturschutzflächen durch Polderflutung.....	18
4.2.8	Betroffene Landwirtschaft.....	18
4.2.9	Betroffener Forst und Wald	19
4.2.10	Erforderliche Fläche für Grunderwerb (Dämme und Bauwerke)	20
4.2.11	Infrastruktur, Zuwegung im Notfall, Beeinträchtigung bestehender Wege	20
4.2.12	Bauleitplanung der Gemeinden.....	21
4.2.13	Störung Landschaftsbild.....	22
4.3	Wertungsergebnisse	22



5 Zusammenfassung und Schlussfolgerung 24

Verwendete Unterlagen

- [1] Arbeitshilfe zur DIN 19700 für Hochwasserrückhaltebecken; Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg; Karlsruhe; Oktober 2007.
- [2] Verzögerung und Abschätzung von Hochwasserwellen entlang der bayerischen Donau, Technische Universität München - Lehrstuhl und Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft, München, 2012.
- [3] Vertiefte Wirkungsanalyse zu Verzögerung und Abschätzung von Hochwasserwellen entlang der bayerischen Donau, Technische Universität München - Lehrstuhl und Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft, München, 2014.

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Im Rahmen des Aktionsprogrammes 2020plus plant der Freistaat Bayern gesteuerte Flutpolder, mit dem Zielen der Erhöhung des Hochwasserschutzes entlang der Donau, der Resilienz, sowie das Restrisiko für den Überlastfall zu mindern. Hierfür wurden im Zuge einer Hochwasserstudie an der bayrischen Donau durch die Technische Universität München mögliche Polderstandorte definiert. Einen wichtigen Baustein zum Hochwasserschutz stellt ein möglicher Flutpolder im Bereich der bestehenden Staustufe des Kraftwerks Bertoldsheim dar.

Das Ingenieurbüro SKI wurde vom Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt mit der Analyse unterschiedlicher Poldervarianten im Untersuchungsbereich beauftragt. Hierfür sollen anhand von messbaren Kriterien die einzelnen Varianten untereinander verglichen werden, um so eine Einschätzung hinsichtlich der Qualität der Varianten zu erhalten. Die Zwischenergebnisse der Variantenanalyse sollen im Rahmen von Runden Tischen den Vertretern der Verbände, Kommunalpolitik und einer Bürgerinitiative vorgestellt werden.

1.1 Untersuchungsgebiet

Das zu untersuchende Gebiet erstreckt sich über Teile der Gemeinden Rennertshofen, Marxheim, Burgheim und Niederschönenfeld und der Stadt Rain am Lech in den Landkreisen Donau-Ries und Neuburg-Schrobenhausen. Der mögliche Standort des Flutpolders Bertoldsheim befindet sich im Donau-Abschnitt Lech bis Naab. Die Donaualtarme bis zur Bundesstraße B16 südlich, sowie die Landwirtschafts- und Forstflächen nördlich der Donau stellen Flächen für mögliche Poldervarianten dar. Das westliche Ende des Untersuchungsgebietes markiert die Mündung des Lech in die Donau (Donau-km 2496,60) und das östliche Ende das Kraftwerk Bertoldsheim (Donau-km 2490,20).

Im betrachteten Gebiet befindet sich die Staustufe Bertoldsheim mitsamt den dazugehörigen Stauhaltungsdämmen.

Im Untersuchungsgebiet befindet sich rechtsufrig bereits ein natürliches Überschwemmungsgebiet. Ab der Lechmündung fließt der bei Hochwasser vorhandene Auestrom südlich der Stauhaltung Bertoldsheim parallel zur Donau. Im Bereich der Steppberger Enge wird der Auestrom wieder zur Donau zurückgeführt. Die natürliche Ausuferung wird durch eine "künstliche" Überlaufstrecke am orografisch rechten Ufer und einen planmäßigen Überstau entsprechend der Betriebsvorschrift der Staustufe Bertoldsheim unterstützt.

In der nachfolgenden Abbildung ist das Untersuchungsgebiet der Variantenanalyse dargestellt.

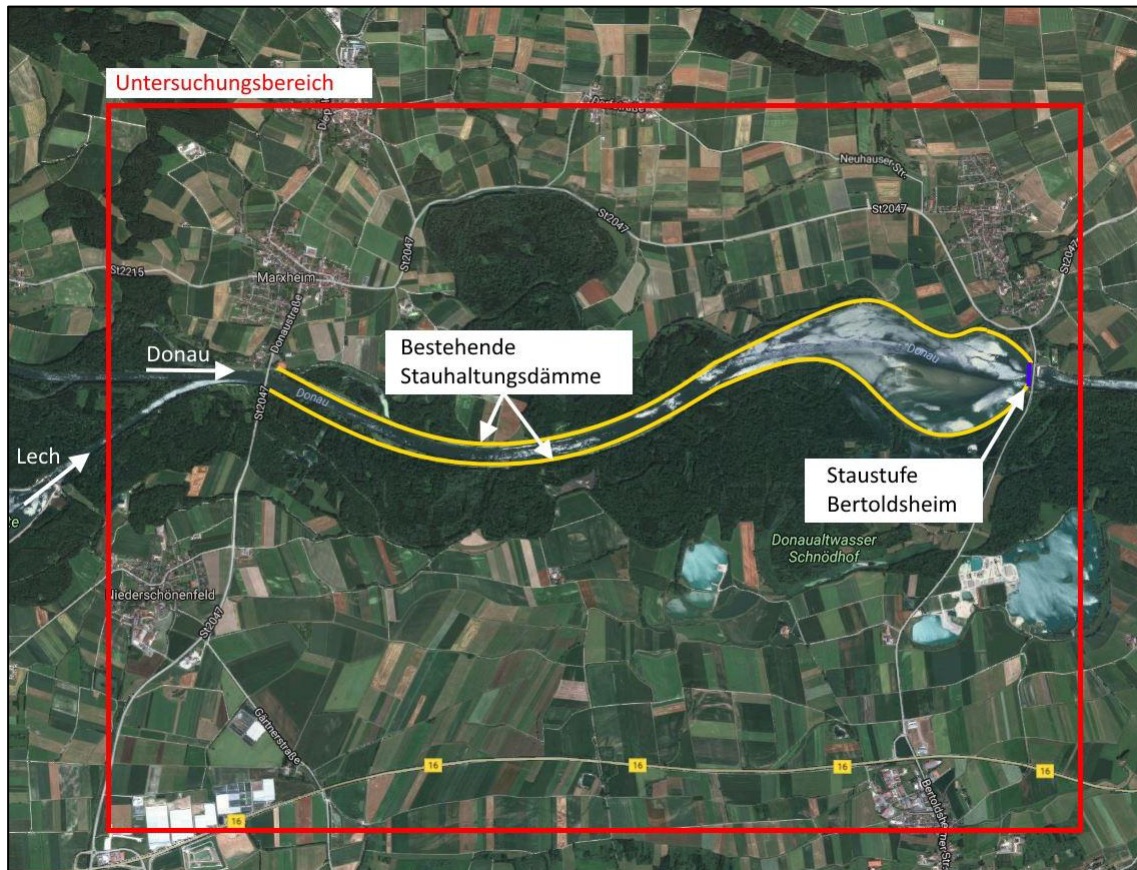


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet der Variantenanalyse

1.2 Ziel der Variantenanalyse

Auf Basis der Auftragsbeschreibung wurden im Rahmen der gegenständlichen Variantenanalyse mögliche Poldervarianten im definierten Bearbeitungsgebiet untersucht. Die untersuchten Varianten wurden anhand von definierten Wertungskriterien miteinander verglichen. Diese Kriterien sollen Aspekte der hydraulischen Wirkung, der Ökologie und Auswirkungen auf Mensch und Infrastruktur abdecken.

Ziel war es, ein Werkzeug zu schaffen, das anhand von messbaren Größen einen objektiven Vergleich der Varianten ermöglicht. Die so erhaltene Wertungsmatrix kann ohne besondere Anpassung als Grundlage für die Gegenüberstellung möglicher zusätzlicher Varianten und zur weiteren Planung (der Vorbereitung des Raumordnungsverfahrens) verwendet werden.

2 Datengrundlagen

Für die Variantenanalyse standen folgende Daten zur Verfügung. Diese Daten wurden größtenteils vom Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt bereitgestellt. Ergänzende Unterlagen wurden über die Internetseite des Bayrischen Landesamts für Umwelt bezogen.

Tabelle 1: Dateneingangsliste

Daten Nr.	Datenbeschreibung		Quelle
1	Protokolle zu 1. und 2. Runder Tisch	pdf	Internetseite WWA Ingolstadt
2	Im vorliegenden Bericht als Anlage 4.1 beigelegt: Bericht zu hydraulischen Berechnungen von RMD Consult vom 30.03.2015	pdf	WWA Ingolstadt
3	Im vorliegenden Bericht als Anlage 4.2 beigelegt: Ergänzungsbericht zu hydraulischen Berechnungen von RMD Consult vom 25.11.2015	pdf	WWA Ingolstadt
4	Im vorliegenden Bericht als Anlage 4.3 beigelegt: Ergänzungsbericht zu hydraulischen Berechnungen (Variante Süd klein) von RMD Consult vom 05.12.2016	pdf	WWA Ingolstadt
5	Artenschutzkartierungen	shp	WWA Ingolstadt
6	Bericht zu naturschutzfachlichen Kartierungen für das Raumordnungsverfahren (Vögel, Kammmolch)	pdf	WWA Ingolstadt
7	Kartierungen für das Raumordnungsverfahren (Vögel, Kammmolch)	shp	WWA Ingolstadt
8	Bestandskarten Natura 2000 Lebensraumtypen zwischen Leitheim und Neuburg	pdf	WWA Ingolstadt
9	Bestandskarten Vogelschutzgebiete zwischen Lechmündung und Ingolstadt	pdf	WWA Ingolstadt

Daten Nr.	Datenbeschreibung		Quelle
10	Natura 2000 - FFH - Kartierung	shp	Internetseite Bayrisches Landesamt für Umwelt
11	Kartierung zu Bodendenkmälern	shp	WWA Ingolstadt
12	Kartierung Naturschutzgebiete, Naturparke, Biosphärenreservate, Biotopflächen, Landschaftsschutzgebiete	shp	Internetseite Bayrisches Landesamt für Umwelt
13	Digitales Geländemodell 1m-Raster	shp, csv	WWA Ingolstadt
14	Digitale Flurkarte	gdb	WWA Ingolstadt
15	Digitale Orthofotos	sid	WWA Ingolstadt
16	Kartierung tatsächliche Nutzung	gdb	WWA Ingolstadt
17	Topografische Karte TK 25	tif	WWA Ingolstadt
18	Verwaltungsgrenzen	shp	WWA Ingolstadt
19	Überschwemmungsgebiet bei HQ ₁₀₀	shp	WWA Ingolstadt
20	Flächennutzungsbereich und Bauleitplanung der Gemeinden	pdf	WWA Ingolstadt
21	Wasserspiegellagen aus hydraulischen Berechnungen von RMD Consult	pts	WWA Ingolstadt
22	Hochwasser-Ganglinien Donau-Hochwasser	xlsx	WWA Ingolstadt
23	Variante Süd klein	shp	WWA Ingolstadt
24	Kostenschätzung Polder Leipheim	pdf	WWA Ingolstadt
25	Natura 2000 - FFH - Lebensraumtypen	shp	WWA Ingolstadt
26	Hochwasser-Ganglinien Vergleich Donau-Hochwasser - Lech-Hochwasser	xlsx	WWA Ingolstadt
27	Bodenschätzung Land- und Forstwirtschaftsflächen	shp	WWA Ingolstadt
28	Geplante Gewerbeflächen der Gemeinden	shp	WWA Ingolstadt

2.1 Bemerkung zu den hydraulischen Datengrundlagen

In Anlage 4.1 findet sich der Bericht zur hydraulischen Berechnung für den Polder Bertoldsheim vom 30.03.2015 (RMD Consult). Dabei wurden 4 mögliche Poldervarianten, allesamt nördlich der Donau untersucht. Im Zuge einer ersten ergänzenden Untersuchung vom 25.11.2015 wurden die Berechnungen um eine südliche Variante erweitert (Anlage 4.2).

Die aus dem 2. Runden Tisch hervorgegangene Variante Süd-klein wurde im 2. Ergänzungsbericht von RMD Consult vom 05.12.2016 untersucht und mit den beiden Varianten aus den vorangegangenen Berechnungen verglichen. (Anlage 4.3)

In den hydraulischen Untersuchungen wurden Größen wie Stauhöhen, Poldervolumina, Abflusswerte, etc. ermittelt, die als Grundlage für die Variantenanalyse dienen und für die Wertung einzelner Kriterien herangezogen wurden. Die berechneten Überschwemmungsgebiete der untersuchten Varianten sind die Basis für die Ermittlung der betroffenen Flächen im Untersuchungsgebiet.

2.2 Bemerkung zu den ökologischen Datengrundlagen

Für die Bewertung der Varianten wurden Daten zur Ökologie vom Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt zur Verfügung gestellt. Ergänzend wurden Daten von der Internetseite des Bayerischen Landesamt für Umwelt bezogen. Zu den ökologischen Datengrundlagen zählen unter anderem Artenschutzkartierungen, Natura2000-Lebensraumtypen und Kartierungen zu Biotopflächen, Naturschutzflächen oder Naturschutzgebieten. Eine vollständige Aufstellung der verfügbaren Daten findet sich in Tabelle 1.

3 Variantenuntersuchung

Der Polderstandort im Bereich der Staustufe Bertoldsheim ist ein Ergebnis der Hochwasserstudie der TU München, die unter anderem das Ziel hatte, mögliche Standorte von Flutpoldern entlang der bayrischen Donau zu ermitteln. Der Flutpolder soll im Überlastfall ($HQ_{100} + 15\%$ Klimazuschlag) in Betrieb gehen und somit den Scheitel der Hochwasserwelle von großen Hochwässern kappen.

Im Rahmen der Variantenanalyse sollen mögliche Varianten an diesem Standort näher untersucht werden.

3.1 Untersuchte Poldervarianten

Von der TU München wurde ursprünglich lediglich ein Polderstandort nördlich der Donau betrachtet. Im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung wurde auch eine Variante südlich der Donau gefordert. In weiterer Folge wurde auf Bürgerwunsch die Variantenanalyse auch um eine kleinere Poldervariante südlich der Donau ergänzt.

Nachfolgend wird zwischen Variante Nord (nördlich der Donau), Variante Süd (Große Variante südlich der Donau) und Variante Süd-klein (Kleine Varianten südlich der Donau) unterschieden.

Die drei hier untersuchten Poldervarianten stellen keine finalen Varianten dar. Sie dienen lediglich dazu, ein erstes Gespür für Vorteile bzw. mögliche Beeinträchtigungen und Konflikte nördlich und südlich der Donau zu erhalten. In weiteren Planungsphasen werden diese Varianten aller Voraussicht nach adaptiert, wobei Kenntnisse aus den nachfolgenden noch ausstehenden Untersuchungen (z.B. Grundwassermodell) in den Anpassungsprozess miteinfließen werden.

3.1.1 Variante Nord

Die Variante Nord wird im Süden durch die bestehenden Stauhaltungsdämme der Staustufe Bertoldsheim begrenzt. Der westliche, nördliche und östliche Polderumfang wird durch die Staatsstraße St2047 definiert. Das Stauziel im Polder Nord wurde gemäß den hydraulischen Berechnungen mit 394,66 m ü.NN angesetzt. Der Freibord wurde für die Variantenanalyse auf 1,50 m festgelegt. Aufgrund dieser Randbedingungen müssen die bestehenden Stauhaltungsdämme erhöht werden. Mit dem definierten Stauziel wird ein Poldervolumen von rd. 19 Mio. m³ erreicht. Deiche über eine Länge von 11,30 km müssen hergestellt werden. Eine maximale Deichhöhe im Ortsteils Bertoldsheim von 7,0 m ist erforderlich. Zur Steuerung des Polders wird ein Einlaufbauwerk bei Donau-km 2495,80 und ein Auslaufbauwerk bei Donau-km 2490,60 angeordnet. Eine Darstellung der Variante Nord mitsamt dem Überschwemmungsgebiet findet sich in Anlage 2.1.

3.1.2 Variante Süd

Von den Stauhaltungsdämmen der Staustufe im Norden bis zur Bundesstraße B16 im Süden erstreckt sich die Variante Süd. Die ostseitige Begrenzung bildet die Kreisstraße ND11. Im Westen ist aufgrund der Topografie und des Stauziels die Herstellung eines Deiches nicht mehr erforderlich. Der Polderraum wird durch die Staatsstraße St2047 begrenzt. In der Variante Süd wurde das Stauziel mit 393,50 m ü.NN definiert. Der Freibord beträgt ebenfalls 1,50 m. Der Polder Süd fasst somit rd. 19 Mio. m³.

Bei einer erforderlichen Deichlänge von 11,80 km beträgt die maximale Deichhöhe 5,5 m. Einlaufbauwerke sind bei Variante Süd keine vorgesehen. Ein Zulauf in den Polderraum erfolgt ungesteuert. Eine Steuerung des Polders ist nur über die 4 Auslaufbauwerke (L=1 x 120 m, 2 x 75 m, 1x 30 m) entlang des östlichen Deiches möglich. Im Gegensatz zur Variante Nord wird das Vorland im Bereich der Poldervariante Süd bereits im Ist-Zustand durchströmt. Somit muss auch bei Hochwasserereignissen kleiner $HQ_{100+15\%}$ ein unbehinderter Abfluss gewährleistet sein. Aus diesem Grund wird der Polder von vornherein als sogenannter Fließpolder konzipiert. Die Poldervariante Süd ist in Anlage 2.2 dargestellt.

3.1.3 Variante Süd-klein

Variante Süd-klein stellt eine flächenreduzierte Version der Variante Süd dar. Die westlichen, nördlichen und östlichen Begrenzungen entsprechen jenen der Variante Süd. Lediglich die südliche Deichlinie wird nach Norden verschoben. Das Stauziel der Variante Süd-klein wird ebenfalls auf Höhe 393,50 m ü.NN definiert. Aufgrund der verringerten Polderabmessungen beträgt das Poldervolumen rd. 14 Mio. m³. Die Herstellung von Deichen über eine Länge von 8,3 km ist erforderlich. Die maximale Deichhöhe beträgt ebenfalls 5,5 m. Auch bei Variante Süd-klein sind keine Einlaufbauwerke vorgesehen. Die Auslaufbauwerke (L=1 x 120 m, 2 x 75 m, 1x 30 m) sind identisch mit jenen der Variante Süd, wobei die Poldervariante Süd-klein ebenfalls als Fließpolder betrieben wird. In Anlage 2.3 findet sich die Darstellung der Variante Süd-klein.

3.1.4 Zusammenfassung der Poldervarianten

In der nachfolgenden Tabelle sind alle wichtigen Kenngrößen der drei Varianten zusammengefasst.

Tabelle 2: Zusammenfassung der untersuchten Varianten

	Variante Nord	Variante Süd	Variante Süd-klein
Poldervolumen	rd. 19 Mio. m ³	rd. 19 Mio. m ³	rd. 14 Mio. m ³
Deichlänge	11,30 km	11,80 km	12,10 km
Stauziel	394,66 m ü.NN	393,50 m ü.NN	393,50 m ü.NN
Maximale Deichhöhe	7,0 m	5,5 m	5,5 m

	Variante Nord	Variante Süd	Variante Süd-klein
Einlaufbauwerk	Gesteuerter Einlauf (1 Einlaufbauwerk)	Ungesteuerter Einlauf (kein Einlaufbauwerk)	Ungesteuerter Einlauf (kein Einlaufbauwerk)
Auslaufbauwerk	Gesteuerter Auslauf (1x Auslauf- bauwerk)	Gesteuerter Auslauf (4x Auslaufbauwerk, Gesamt- Überlauflänge: L=300 m)	Gesteuerter Auslauf (4x Auslaufbauwerk, Gesamt- Überlauflänge: L=300 m)

3.2 Kriterienkatalog

Die in Kapitel 3.1 angeführten, zu untersuchenden Varianten sollen anhand von nachvollziehbaren Kriterien bewertet werden. Um eine Vergleichbarkeit der Variantenanalyse des Flutpolder Bertoldsheim mit anderen Polderstandorten zu gewährleisten, wurde die Gliederung in Hauptkriterien und deren Gewichtung mit dem bayerischen Landesamt für Umwelt abgestimmt und an bereits anderorts durchgeführten Variantenvergleichen angelehnt. Folgende Hauptkriterien wurden definiert:

- Hochwasserwirkung
- Ökologie, Land- und Forstwirtschaft
- Bautechnik, Mensch und Infrastruktur

Die größte Gewichtung erhält das Kriterium *Hochwasserwirkung* mit 50% als Hauptziel eines Flutpolders. Das Kriterium *Ökologie, Land- und Forstwirtschaft* wurde mit 35% gewichtet um die Aspekte der Hauptbetroffenen (Natur, Landwirtschaft, Forstwirtschaft) zu unterstreichen. Die verbleibenden 15% Gewichtung wurden unter dem Punkt *Bautechnik, Mensch und Infrastruktur* zusammengefasst, wobei hier die Auswirkungen eines Flutpolders auf die angrenzenden Kommunen und deren Infrastruktur betrachtet werden.

Diese Hauptkriterien werden wiederum in einzelne Teilkriterien untergliedert. Diese Unterkriterien sind dem nachfolgenden Kriterienkatalog in Tabelle 3 zu entnehmen.

Die Beeinträchtigung angrenzender Bebauung infolge Grundwasser-Anstieg wurde in der Wertungsmatrix nicht berücksichtigt, da dies in jedem Fall zu vermeiden ist und somit ein K.o.-Kriterium für die untersuchte Variante darstellt. Der Einfluss der

Maßnahmen, die ein Ansteigen des Grundwassers verhindern sollen, findet sich in den spezifischen Kosten wieder.

Tabelle 3: Kriterienkatalog der Variantenanalyse

Kriterium	Gewichtung
1 Hochwasserwirkung	50%
1.1 Abflussreduktion	20%
1.2 Betriebsweisen und Steuerungsmöglichkeiten	10%
1.3 Auswirkung auf Seitengewässer	5%
1.4 Spezifische Kosten (Bau- und Betriebskosten)	7,5%
1.5 (Re-)Aktivierung von Retentionsraum / Poldervolumina	7,5%
2 Ökologie, Land- und Forstwirtschaft	35%
2.1 Dauerhafte Beanspruchung naturschutzfachlich bedeutsamer Lebensräume	12%
2.2 Vorübergehende Beeinträchtigung durch Polderflutung	3%
2.3 Betroffene Landwirtschaft	9%
2.4 Betroffener Forst und Wald	6%
2.5 Erforderliche Fläche für Grundwerwerb (Dämme und Bauwerke)	5%
3 Bautechnik, Mensch und Infrastruktur	15%
3.1 Infrastruktur, Zuwegung im Notfall, Beeinträchtigung besteh. Wege	3%
3.2 Bauleitplanung der Gemeinden	4%
3.3 Störung Landschaftsbild	4%
3.4 Unmittelbar betroffene Bebauung	4%
	100%

4 Wertung der Varianten

Die in Tabelle 3 definierten Kriterien gehen mit der festgelegten Gewichtung in die Wertung ein. Die Summe der einzelnen Kriterien ergibt schlussendlich das Wertungsergebnis.

4.1 Punktevergabe im Detail

Zur Bewertung der verschiedenen Varianten wurden für die einzelnen Kriterien messbare Kenngrößen verwendet. Solche Kenngrößen sind beispielsweise:

- Abflussreduzierung [m³/s]
- Rückhaltevolumen [Mio. m³]
- Fläche [ha]
- Länge [m oder km]

- Spezifische Kosten [€/m³], Kosten pro gewonnenem Rückhaltevolumen
- Bonität der landwirtschaftlichen Flächen [Ertragsmesszahl]

Es wurden Werte zwischen 0 und 5 Bewertungspunkten vergeben. Der „ungünstigste“ Zustand wurde mit 0 Punkten bewertet, der „günstigste zu erwartende Zustand“ wurde mit 5 Punkten bewertet. Zwischenwerte wurden interpoliert.

Die erläuterte Vorgehensweise wird anhand eines kurzen Beispiels veranschaulicht.

Beispiel: Betroffene landwirtschaftliche Fläche

Die messbare Kenngröße ist hier die Ertragsmesszahl (Produkt aus betroffener Fläche [m²] und Bodenwertzahl). Dadurch wird auch die Bonität der Flächen berücksichtigt.

Vorgehensweise:

- Ermittlung der Flächen, die bei einem Einstau betroffen sind.
- Multiplikation der Teilflächen mit der jeweiligen Bodenwertzahl:
 - Variante Nord: 1.253.381 [m²] (Kenngröße Variante Nord)
 - Variante Süd: 1.085.312 [m²] (Kenngröße Variante Süd)
 - Variante Süd-klein: 22.615 [m²] (Kenngröße Variante Süd klein)

Am besten wäre eine Variante, in der gar keine landwirtschaftlichen Flächen betroffen wären. Eine „fiktive Variante“, bei der das Produkt aus betroffener Fläche und Bodenwertzahl 0 m² beträgt, würde 5 Punkte erhalten. Am schlechtesten von den untersuchten Varianten schneidet Variante Nord ab. Diese erhält 0 Bewertungspunkte. Die Bewertungspunkte für Variante Süd und Süd-klein werden anhand ihrer Kenngrößen (Ertragsmesszahlen) interpoliert.

Für jedes Kriterium der Wertungsmatrix wurden die vergebenen Punkte einer Variante mit einem Faktor (Gewichtung) multipliziert und damit gewichtet. Als Ergebnis erhielt man für jedes Kriterium das Produkt aus Bewertungspunkten und Gewichtungsfaktor. Die gewichteten Punkte konnten nun für jede Variante über alle Kriterien aufsummiert werden.

4.2 Vorgehensweise bei den einzelnen Wertungskriterien

Für die Bestimmung der Kenngrößen für alle Wertungskriterien wurde gemäß Punkt 4.1 vorgegangen. Nachfolgend wird auf die Kenngrößenermittlung im Detail eingegangen. Die vergebenen Wertungspunkte finden sich zusammengefasst in Anlage 1.

4.2.1 Abflussreduktion

Um die hydraulische Wirkung der einzelnen Poldervarianten zu vergleichen, wurden für die Bewertung des Kriteriums *Abflussreduktion*, die Hochwasserwellen im Ist- und Plan-Zustand verglichen. Die maximale Differenz in Y-Richtung zwischen den beiden Kurven im Bereich der Steppberger Enge ergibt die maximale Abflussreduktion für die jeweilige Poldervariante. Grundlage für die Ermittlung der Abflussreduktion stellen die hydraulischen Berechnungen von RMD-Consult dar. Dabei wurde sowohl eine Lech-dominierte Hochwasserwelle als auch eine Donau-dominierte Hochwasserwelle betrachtet. Für die Ermittlung der maximalen Abflussreduktion wurde der Mittelwert der Differenz in Y-Richtung der beiden Hochwasserwellen berechnet.

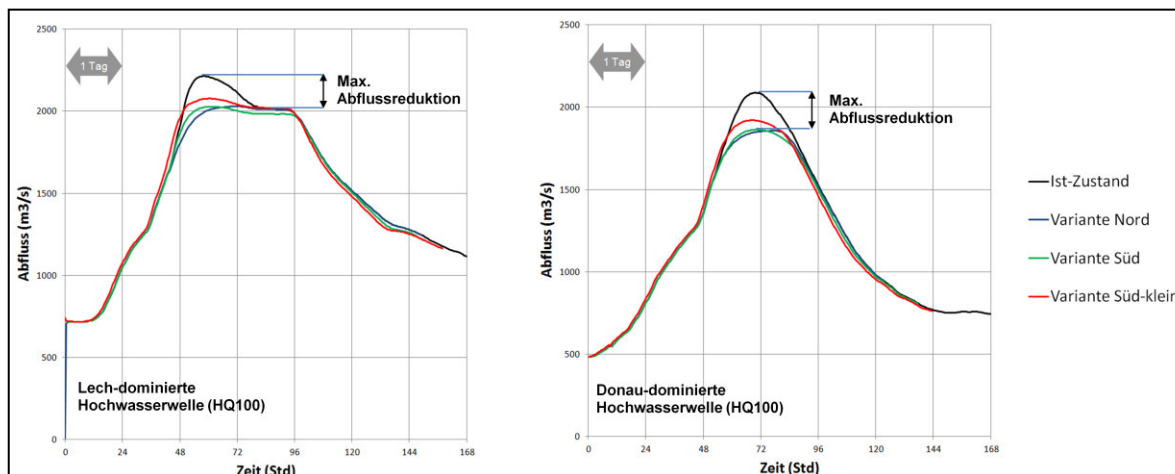


Abbildung 2: Lech-dominierte und Donau-dominierte Hochwasserwelle im Bereich der Steppberger Enge

4.2.2 Betriebsweisen und Steuerungsmöglichkeiten

Die drei Poldervarianten verfügen über Ein- und/oder Auslaufbauwerke, deren Überlaufanlagen und Lagen unter Punkt 3.1 beschrieben sind.

Die ergänzenden hydraulischen Berechnungen ergaben, dass der Einfluss, ob es sich um eine Donau- oder Lech-dominierte Hochwasserwelle handelt, für die Betrachtung des Kriteriums *Betriebsweisen und Steuerungsmöglichkeiten* vernachlässigbar ist.

Somit kann auf einfache Art und Weise über die Anzahl der Steuerungsmöglichkeiten betrachtet werden, inwiefern eine Poldervariante im Betrieb gut gesteuert werden kann oder nicht. Je mehr Steuerungsmöglichkeiten eine Variante aufweist desto besser schneidet sie in diesem Kriterium ab. Zur Ermittlung der Wertungspunkte wurde die

Anzahl der Steuerungsmöglichkeiten (z.B.: 1 Einlaufbauwerk + 1 Auslaufbauwerk = 2 Steuerungsmöglichkeiten) je Variante aufsummiert.

4.2.3 Auswirkung auf Seitengewässer / Fischerei

Nördlich und südlich der Donau verlaufen im Untersuchungsgebiet zahlreiche kleinere Gewässer. Diese reichen von Gewässern II. Ordnung (Friedberger Ach im Süden) über Gewässer III. Ordnung bis hin zu unbenannten kleineren Bäche und Fischteichen. Unter dem Punkt *Auswirkung auf Seitengewässer / Fischerei* wurden die negativen Auswirkungen auf Nutzungen wie Wasserkraft, Fischerei, etc. infolge des Polderbetriebes und z.B. dem damit verbundenen Sedimenteintrag berücksichtigt.

Da die einzelnen Seitengewässer unterschiedliche Wertigkeiten aufweisen, wurden diese für die Bewertung mit unterschiedlichen Gewichtungsfaktoren versehen:

- Gewässer II. Ordnung Faktor: 2,0
- Gewässer III. Ordnung Faktor: 1,5
- Sonstige Gewässer Faktor: 1,0

Es wurde die rückgestaute Länge der Gewässer ermittelt und mit dem passenden Faktor multipliziert. Die Summe der so erhaltenen Werte pro Poldervariante geht in die Wertung des Kriteriums ein.

4.2.4 Spezifische Kosten (Bau- und Betriebskosten)

Die Bau- und Betriebskosten der einzelnen Varianten wurden anhand einer Grobkostenschätzung ermittelt. Die Kosten für Betrieb und Unterhalt wurden dabei auf eine Nutzungsdauer von 100 Jahren kapitalisiert. Zur Berechnung der spezifischen Kosten wurden die errechneten Kosten durch das jeweilige Poldervolumen dividiert. Der so erhaltene Betrag für die spezifischen Kosten der Poldervariante geht in die Wertung ein.

Tabelle 4: Ermittlung der spezifischen Kosten

	Variante Nord:	Variante Süd	Variante Süd - klein
Summe geschätzte Baukosten	53.928.000,00 €	50.990.000,00 €	41.715.000,00 €
Geschätzte Kosten Betrieb und Unterhalt	9.672.000,00 €	8.444.000,00 €	6.790.000,00 €
Kostenbarwert (Baukosten + Betrieb und Unterhalt), netto	63.600.000,00 €	59.434.000,00 €	48.505.000,00 €
Poldervolumen [Mio. m ³]	19,0	19,0	13,8
Spezifische Kosten [€ / m ³]	3,35	3,13	3,51

4.2.5 (Re-) Aktivierung von Retentionsraum

Die unter Punkt 3.1 angegebenen Poldervolumina der einzelnen Varianten wurden für die Bewertung des Retentionsraumes herangezogen. Dabei wurde berücksichtigt, dass die Varianten Süd und Süd-klein im Hochwasserfall bereits im Ist-Zustand durchströmt werden. Somit darf bei diesen beiden Varianten für die Wertung des Poldervolumens nur die Differenz zwischen Plan- und Ist-Zustand (aktivierbarer Retentionsraum) in Rechnung gestellt werden. Im Gegensatz dazu ist Variante Nord im Ist-Zustand nicht überschwemmt. Somit kann hier der gesamte Retentionsraum herangezogen werden.

In der nachfolgenden Abbildung 3 ist ein Querschnitt durch den Stauraum Bertoldsheim dargestellt, der das zur Verfügung stehende Poldervolumen darstellt.

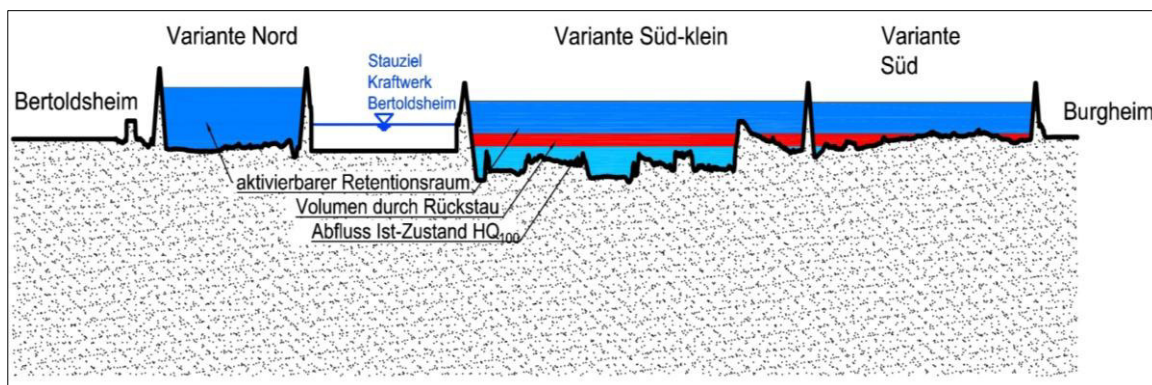


Abbildung 3: Querschnitt durch den Stauraum in Fließrichtung (10-fach überhöht)

4.2.6 Dauerhafte Beanspruchung naturschutzfachlich bedeutsamer Lebensräume

Durch den Bau des Flutpolders und der damit verbundenen Herstellung von Deichen und Betriebsbauwerken gehen naturschutzfachlich bedeutsame Lebensräume dauerhaft verloren. Zu naturschutzfachlich bedeutsamen Lebensräumen zählen im Untersuchungsgebiet Naturparke, Naturschutzgebiete, Biotopflächen und Natura 2000-Gebiete. Diese Flächen wurden nochmals nach folgender Wertigkeit gegliedert und als Unterpunkte 2.1.1 bis 2.1.3 in die Wertungsmatrix aufgenommen:

- 2.1.1. Mittlerer naturschutzfachlicher Wert: Naturparke
- 2.1.2. Hoher naturschutzfachlicher Wert: Naturschutzgebiete, Biotopflächen
- 2.1.3. Höchster naturschutzfachlicher Wert: Natura 2000-Gebiete

Die betroffenen Flächen für die einzelnen Unterkategorien wurden ermittelt. Die Summe der betroffenen Flächen geht dabei in die Wertung ein.

4.2.7 Vorübergehende Beeinträchtigung von Naturschutzflächen durch Polderflutung

Auch im Zuge einer Polderflutung werden naturschutzfachlich bedeutsame Lebensräume vorübergehend beeinträchtigt. Hierbei stellt vor allem der Sedimenteintrag im Polderraum eine Beeinträchtigung dar. Analog zu Kriterium 2.1. wurden auch hier die Flächen nochmals nach folgender Wertigkeit gegliedert und als Unterpunkte 2.2.1 bis 2.2.3 in die Wertungsmatrix aufgenommen:

- 2.2.1. Mittlerer naturschutzfachlicher Wert: Naturparke
- 2.2.2. Hoher naturschutzfachlicher Wert: Naturschutzgebiete, Biotopflächen
- 2.2.3. Höchster naturschutzfachlicher Wert: Natura 2000-Gebiete

Die zusätzlich betroffenen Überschwemmungsflächen (Plan-Zustand - Ist-Zustand) für die einzelnen Unterkategorien wurden ermittelt. Die Summe der betroffenen Flächen geht dabei in die Wertung ein.

4.2.8 Betroffene Landwirtschaft

Neben Naturschutzflächen sind im Zuge einer Polderflutung auch landwirtschaftlich genutzte Flächen betroffen. Dabei stellt vor allem auch hier der Sedimenteintrag mitunter die größte Beeinträchtigung dar. Anhand der Ertragsmesszahlen werden die unterschiedlichen Bonitäten der Landwirtschaftsflächen berücksichtigt.

Die erforderliche Ertragsmesszahl eines Flurstücks errechnet sich wie folgt:

$$\text{Ertragsmesszahl} = \text{Fläche Flurstück} \times \text{Bodenwertzahl (Grünlandzahl)}$$

Für die Errechnung der Ertragsmesszahl wurden die zusätzlich betroffenen Überschwemmungsflächen (Plan-Zustand - Ist-Zustand) herangezogen.

Die Summe der Ertragsmesszahlen je Poldervariante wurde für die Wertung des Kriteriums verwendet.

4.2.9 Betroffener Forst und Wald

Eine Polderflutung und der damit verbundene Sedimenteintrag führt auch zu Beeinträchtigungen bei Forst- und Waldflächen.

Da der Polderraum der Variante Nord im Ist-Zustand nicht überschwemmt ist, müssen alle betroffenen Flächen in die Wertung miteinbezogen werden.

Bei Variante Süd und Süd-klein sind Waldbereiche bereits im Ist-Zustand überschwemmt. Bei großen Fließtiefen infolge der Polderflutung kommt es jedoch auch hier zu Beeinträchtigungen. In Abstimmung mit dem WWA Ingolstadt wurde eine fiktive Grenze gezogen, ab der eine Beeinträchtigung von Forst und Wald aufgrund der großen Fließtiefen auch bei bereits überschwemmten Flächen zu erwarten ist (siehe Abbildung 4). Oberstrom dieser Linie werden nur die zusätzlich überfluteten Flächen in Rechnung gestellt.

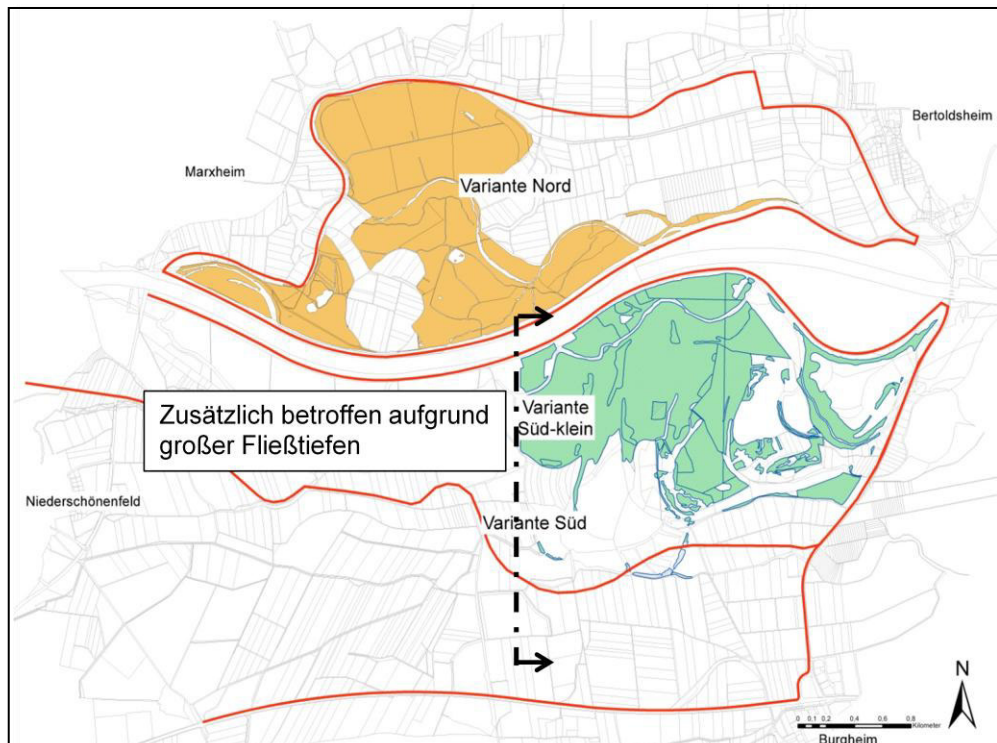


Abbildung 4: Darstellung der festgelegten Grenze

Die Summe der zusätzlich überflutenden bzw. zusätzlich beeinträchtigten Waldflächen wurde für die Wertung des Kriteriums 2.4. herangezogen.

4.2.10 Erforderliche Fläche für Grunderwerb (Dämme und Bauwerke)

Die Flächen, die für den Bau der Deiche und Betriebsbauwerke erforderlich sind, müssen vom Freistaat Bayern erworben werden. Dieses Kriterium spiegelt die Schwierigkeit und den Aufwand wieder, Grunderwerb in größerem Umfang zu tätigen. Die geschätzten Kosten für den Grunderwerb sind in den Baukosten enthalten und werden bereits über dieses Kriterium berücksichtigt.

Die Summe der erforderlichen Flächen für den Grunderwerb je Variante wurden für die Wertung des Kriteriums herangezogen.

4.2.11 Infrastruktur, Zuwegung im Notfall, Beeinträchtigung bestehender Wege

Im Untersuchungsgebiet befinden sich zahlreiche Verkehrswege, die im Falle einer Polderflutung überschwemmt werden. Dazu zählen neben der Staatsstraße St2047 im Norden auch zahlreiche kleinere Feldwege und Hofzufahrtswege im Süden. Für die

Wertung wurden folgende Unterkategorien definiert und in die Wertungsmatrix aufgenommen:

- Übergeordnete Verkehrswege (St2047)
- Untergeordnete Verkehrswege (Feldwege, Zufahrtswege, etc.)

Die zusätzlich überfluteten Weglängen (Plan-Zustand - Ist-Zustand) für die einzelnen Unterkategorien wurden ermittelt. Die Summe der betroffenen Längen geht dabei in die Wertung ein.

4.2.12 Bauleitplanung der Gemeinden

Im Untersuchungsgebiet wurden durch die umliegenden Gemeinden im Zuge der Bauleitplanung neue Gewerbeflächen ausgewiesen. Teile dieser Gewerbeflächen liegen innerhalb der Polderräume der Varianten. Diese Flächen würden somit den Gemeinden für die Bauleitplanung nicht mehr zur Verfügung stehen.

Die betroffenen Flächen in den Polderräumen der einzelnen Varianten wurden ermittelt. Die Summe dieser Flächen je Poldervariante wird für die Wertung herangezogen.

4.2.13 Störung Landschaftsbild

Die Deiche eines Flutpolders stellen gegenüber dem Ist-Zustand eine Störung des Landschaftsbildes dar. Unter der Annahme, dass bei einem 6 m hohen Deich eine dauerhafte Störung nur in Bereichen bis zu einer Entfernung von 120 m (ca. Länge eines Fußballfeldes) besteht, ergibt sich ein optischer Störungsbereich entlang der Deichachse mit einer Breite von $B = 20 \times H$.

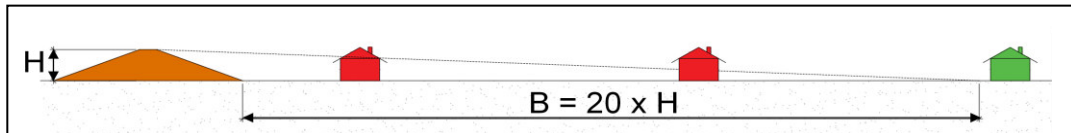


Abbildung 5: Optischer Störungsbereich des Deiches

Um die Störung des Landschaftsbildes in Zahlen ausdrücken zu können, wurden für die Wertung die Flächen von Wohn- und Gewerbegebäuden innerhalb des Störungsbereiches ermittelt. Die Summe dieser Flächen je Variante geht dabei in die Wertung des Kriteriums ein.

4.3 Wertungsergebnisse

Die Kenngrößen je Kriterium wurden gemäß Kapitel 4.2 ermittelt. Die Punktevergabe erfolgt mittels Interpolation gemäß Kapitel 4.1. Über die Gewichtung der einzelnen Kriterien erhält man schlussendlich gewichtete Punkte, deren Summe das Wertungsergebnis bildet.

Nachfolgend wird das Ergebnis der Variantenanalyse dargestellt.

Zusammenfassung Wertung

Variantenwertung	Wertungskriterium		Wertungspunkte			Gewicht	Wertungskoeffizient		
			Variante Nord	Variante Süd	Variante Süd - klein		Variante Nord	Variante Süd	Variante Süd - klein
			[-]	[-]	[-]		[-]	[-]	[-]
Hochwasserwirkung	1.1	Abflussreduktion	5.0	5.0	3.7	20.0	100.0	99.0	73.5
	1.2	Betriebsweisen und Steuerungsmöglichkeiten	5.0	2.5	2.5	10.0	50.0	25.0	25.0
	1.3	Auswirkung auf Seitengewässer	3.7	0.0	1.1	5.0	18.6	0.0	5.3
50%	1.4	Spezifische Kosten (Bau- und Betriebskosten)	1.7	1.9	1.5	7.5	12.4	14.0	11.1
	1.5	(Re-)Aktivierung von Retentionsraum / Poldervolumina	5.0	5.0	3.6	7.5	37.5	37.5	27.2
	1	Summe Hochwasserwirkung				50.0	218.5	175.6	142.1
Ökologie, Land- und Forstwirtschaft	2.1	Dauerhafte Beanspruchung naturschutzfachlich bedeutsamer Lebensräume				12.0			
		<i>Mittlerer naturschutzfachlicher Wert:</i>	0.0	5.0	5.0	2.0	0.0	10.0	10.0
		<i>Hoher naturschutzfachlicher Wert:</i>	2.5	0.1	0.0	4.0	9.9	0.2	0.0
		<i>Höchster naturschutzfachlicher Wert:</i>	0.0	1.6	1.5	6.0	0.0	9.9	9.2
	2.2	Vorübergehende Beeinträchtigung durch Polderflutung				3.0			
		<i>Hoher naturschutzfachlicher Wert:</i>	0.0	4.9	5.0	1.0	0.0	4.9	5.0
		<i>Höchster naturschutzfachlicher Wert:</i>	0.0	5.0	5.0	2.0	0.0	10.0	10.0
35%	2.3	Betroffene Landwirtschaft	0.0	0.7	4.9	9.0	0.0	6.0	44.2
	2.4	Betroffener Forst und Wald	0.0	0.6	0.7	6.0	0.0	3.8	4.0
	2.5	Erforderliche Fläche für Grundwerwerb (Dämme und Bauwerke)	0.0	0.6	0.2	5.0	0.0	3.1	0.9
	2	Summe Ökologie, Land- und Forstwirtschaft				35.0	9.9	48.0	83.3
Bautechnik, Mensch und Infrastruktur	3.1	Infrastruktur, Zuwegung im Notfall, Beeinträchtigung besteh. Wege				3.0			
		<i>Übergeordnete Verkehrswege</i>	0.0	5.0	5.0	2.0	0.0	10.0	10.0
		<i>Untergeordnete Verkehrswege</i>	2.1	0.0	5.0	1.0	2.1	0.0	5.0
	3.2	Bauleitplanung der Gemeinden				4.0			
		<i>Betroffenes Wohngebiet lt. BP und FNP</i>	5.0	5.0	5.0	2.50	12.5	12.5	12.5
		<i>Betroffenes gemischte Bauflächen lt. BP und FNP</i>	5.0	5.0	5.0	1.00	5.0	5.0	5.0
	<i>Betroffenes Gewerbegebiet lt. BP und FNP</i>	5.0	0.0	5.0	0.50	2.5	0.0	2.5	
	3.3	Störung Landschaftsbild	0.0	1.8	2.8	4.0	0.0	7.3	11.1
15%	3.4	Unmittelbar betroffene Bebauung				4.0			
		<i>Betroffene Wohnbebauung</i>	4.8	0.0	5.0	3.0	14.3	0.0	15.0
		<i>Betroffene sonstige Bauwerke</i>	0.0	5.0	5.0	1.0	0.0	5.0	5.0
	3	Summe Bautechnik, Mensch und Infrastruktur				15.0	36.4	39.8	66.1
Summe						100.0	264.8	263.3	291.5

5 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Der Bereich der Staustufe Bertoldsheim gilt als prädestinierter Standort für einen Flutpolder. Das Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt hat die Aufgabe, in diesem Projektbereich verschiedene Varianten für einen Flutpolder zu untersuchen.

Ziel der Variantenanalyse war es, ein Werkzeug zu schaffen, das auf Grundlage von messbaren geometrischen Größen einen objektiven Vergleich der Varianten ermöglicht. Dabei waren für die Gewichtung der Hauptkriterien vorangegangene Analysen an anderen Polderstandorten die Grundlage.

Es stellte sich heraus, dass die Wertungsmatrix unter Berücksichtigung aller Aspekte und Interessen einen objektiven Vergleich der einzelnen Poldervarianten zulässt. Zusätzliche Varianten oder neue Untervarianten können dabei mithilfe des Wertungsschlüssels auf einfache Art und Weise hinzugefügt und mit den bestehenden Varianten verglichen werden. Dazu müssen lediglich die geometrischen Werte und die Wirksamkeit auf den Hochwasserabfluss einer solchen neuen Variante bestimmt werden. Mit relativ wenig Aufwand lässt sich so kurzfristig eine Aussage treffen, ob eine solche neue Variante oder Untervariante in die engere Wahl kommen kann und es wert ist, vertieft untersucht zu werden.

Anlagen:

Anlage 1 Wertung im Detail

Anlage 2 Darstellung der Kenngrößenermittlung

Anlage 3.1 Grobkostenschätzung

Anlage 3.2 Kostenschätzung für Betrieb und Unterhalt

Anlage 4.1 Bericht zu den hydraulischen Berechnungen von RMD Consult
(30.03.2015)

Anlage 4.2 Bericht zu den hydraulischen Berechnungen von RMD Consult
Ergänzungsbericht (25.11.2015)

Anlage 4.3 Bericht zu den hydraulischen Berechnungen von RMD Consult
Ergänzungsbericht (11.10.2016)