

Qualitätssicherung

Dateiname Vorplanung_HWS_Bad_Staffelstein_230210.docx
Datum 10.02.2023
Erstellt von C. Hertle
Gesehen von J. Penn

EDR GmbH
Dillwächterstraße 5
80686 München
Deutschland

Änderungen:

Index	Geprüft am	Angaben	Geändert von:	Gesehen von:

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	7
Anlagenverzeichnis	8
1 Vorhabensträger	10
2 Zweck des Vorhabens	11
3 Bestehende Verhältnisse	11
3.1 Lage des Vorhabens	11
3.2 Verwendete Grundlagendaten	12
3.3 Geologische, bodenkundliche, morphologische und sonstige Grundlagen	12
3.3.1 Geologie.....	12
3.3.2 Geotechnische Untersuchungen	12
3.3.3 Gewässerstruktur und Gewässergüte	16
3.4 Hydrologische Daten.....	17
3.5 Gewässerbenutzungen	18
3.6 Ausgangswerte zur hydraulischen Bemessung.....	18
3.7 Sparten und Kreuzungsbauwerke.....	19
4 Art und Umfang des Vorhabens – Variantenvergleich	19
4.1 Variante 1 – Becken 1	25
4.1.1 Lage und Ausführung.....	25
4.1.2 Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange.....	25
4.1.3 Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange	26
4.1.4 Sparten und Kreuzungsbauwerke.....	27
4.1.5 Nutzen-Kosten-Vergleich.....	28
4.1.6 Bewertung der Variante 1	29
4.2 Variante 2 – Becken 1 und Becken 2.....	30
4.2.1 Lage und Ausführung.....	30
4.2.2 Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange.....	31
4.2.3 Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange	32
4.2.4 Sparten und Kreuzungsbauwerke.....	32
4.2.5 Nutzen-Kosten-Vergleich.....	33
4.2.6 Bewertung der Variante 2	34
4.3 Variante 3 – Becken 1 und Becken 3.....	35
4.3.1 Lage und Ausführung.....	35
4.3.2 Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange.....	36
4.3.3 Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange	37
4.3.4 Sparten und Kreuzungsbauwerke.....	38
4.3.5 Nutzen-Kosten-Vergleich.....	38
4.3.6 Bewertung der Variante 3	39
4.4 Variante 4 – Becken 1 und Becken 4 im Hauptschluss	40
4.4.1 Lage und Ausführung.....	40
4.4.2 Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange.....	42

4.4.3	Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange	43
4.4.4	Sparten und Kreuzungsbauwerke.....	43
4.4.5	Nutzen-Kosten-Vergleich.....	44
4.4.6	Bewertung der Variante 4	44
4.5	Variante 5 – Becken 1 und Becken 4 im Nebenschluss	46
4.5.1	Lage und Ausführung.....	46
4.5.2	Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange.....	47
4.5.3	Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange	48
4.5.4	Sparten und Kreuzungsbauwerke.....	48
4.5.5	Nutzen-Kosten-Vergleich.....	48
4.5.6	Bewertung der Variante 5	49
4.6	Variante 6 – Becken 2	50
4.6.1	Lage und Ausführung.....	50
4.6.2	Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange.....	51
4.6.3	Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange	52
4.6.4	Sparten und Kreuzungsbauwerke.....	52
4.6.5	Nutzen-Kosten-Vergleich.....	52
4.6.6	Bewertung der Variante 6	53
4.7	Variante 7 – Becken 2 und Becken 3.....	54
4.7.1	Lage und Ausführung.....	54
4.7.2	Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange.....	56
4.7.3	Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange	57
4.7.4	Sparten und Kreuzungsbauwerke.....	57
4.7.5	Nutzen-Kosten-Vergleich.....	57
4.7.6	Bewertung der Variante 7	58
4.8	Variante 8 – Becken 2 und Becken 4 im Hauptschluss	60
4.8.1	Lage und Ausführung.....	60
4.8.2	Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange.....	61
4.8.3	Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange	62
4.8.4	Sparten und Kreuzungsbauwerke.....	62
4.8.5	Nutzen-Kosten-Vergleich.....	62
4.8.6	Bewertung der Variante 8	63
4.9	Variante 9 – Becken 2 und Becken 4 im Nebenschluss	64
4.9.1	Lage und Ausführung.....	64
4.9.2	Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange.....	66
4.9.3	Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange	66
4.9.4	Sparten und Kreuzungsbauwerke.....	67
4.9.5	Nutzen-Kosten-Vergleich.....	67
4.9.6	Bewertung der Variante 9	67
4.10	Variante 10 – Becken 3 und Becken 4 im Hauptschluss	69
4.10.1	Lage und Ausführung.....	69
4.10.2	Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange.....	70

4.10.3	Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange	71
4.10.4	Sparten und Kreuzungsbauwerke.....	71
4.10.5	Nutzen-Kosten-Vergleich.....	71
4.10.6	Bewertung der Variante 10	72
4.11	Nicht umsetzbare Varianten	74
4.11.1	Variante 11 – Becken 1 im Nebenschluss	74
4.11.2	Variante 12 – Becken 1 und Flutmulde	74
4.11.3	Variante 13 – Becken 3	75
4.11.4	Variante 14 – Becken 4	75
4.11.5	Variante 15 – Becken 3 und Becken 4 im Nebenschluss	75
4.11.6	Variante 16 – Becken 5	76
4.12	Identifikation von Vorzugsvarianten.....	78
4.13	Konstruktive Gestaltung der gewählten Lösung	79
4.14	Betriebseinrichtungen der gewählten Lösung	79
4.15	Beabsichtigte Betriebsweisen der gewählten Lösung	79
4.16	Anlagenüberwachung der gewählten Lösung	79
5	Auswirkung des Vorhabens	80
5.1	Hauptwerte der beeinflussten Gewässer	80
5.2	Grundwasser und Grundwasserleiter	80
5.3	Wasserbeschaffenheit	80
5.4	Überschwemmungsgebiete	81
5.5	Überschreitung des Bemessungshochwassers	81
5.6	Natur, Landschaft und Fischerei	81
5.7	Wohnungs- und Siedlungswesen.....	81
5.8	Öffentliche Sicherheit und Verkehr	81
5.9	Anlieger und Grundstücke	82
6	Rechtsverhältnisse	83
6.1	Unterhaltungspflicht betroffener Gewässerstrecken.....	83
6.2	Unterhaltungspflicht und Betrieb der baulichen Anlagen	83
6.3	Beweissicherungsmaßnahmen	83
6.4	Privatrechtliche Verhältnisse berührter Grundstücke und Rechte.....	83
6.5	Gewässerbenutzungen	83
7	Durchführung des Vorhabens	84
7.1	Abstimmung mit anderen Maßnahmen	84
7.2	Einteilung in Bauabschnitte	84
7.3	Bauablauf	84
7.4	Bauzeiten	84
7.5	Projektrisiken	84
8	Baukosten	85
8.1	Gesamtkosten	85
8.2	Kostenbeteiligungen	86
9	Wartung und Verwaltung der Anlage	86

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht Projektgebiet (Quelle: Bayern Atlas)	11
Abbildung 2: Überflutungsfläche bei HQ100	17
Abbildung 3: Betrachtete Beckenstandorte (Quelle: Bayern Atlas, [U10]).....	20
Abbildung 4: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 1 – Variante 1 (Anlage 1.01).....	25
Abbildung 5: Überschwemmungsgebiet bei Variante 1 bzw. im Ist-Zustand (Anlage 2.01).....	26
Abbildung 6: Autobahntwässerung.....	27
Abbildung 7: Dammdurchführung Autobahn.....	27
Abbildung 8: Erforderlicher Brückenrückbau (Quelle: Bayern Atlas).....	28
Abbildung 9: Variante 1 - betroffene Gebäude (rot).....	28
Abbildung 10: Variante 1 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung.....	29
Abbildung 11: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 1 – Variante 2 (Anlage 1.01).....	30
Abbildung 12: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 2 – Variante 2 (Anlage 1.02).....	31
Abbildung 13: Überschwemmungsgebiet bei Variante 2 (Anlage 2.02)	32
Abbildung 14: Variante 2 – betroffene / geschützte Gebäude (rot/blau)	33
Abbildung 15: Variante 2 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung.....	34
Abbildung 16: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 1 – Variante 3 (Anlage 1.01).....	35
Abbildung 17: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 3 – Variante 3 (Anlage 1.03).....	36
Abbildung 18: Überschwemmungsgebiet bei Variante 3 (Anlage 2.03)	37
Abbildung 19: Variante 3 – betroffene / geschützte Gebäude (rot/blau)	38
Abbildung 20: Variante 3 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung.....	39
Abbildung 21: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 1 – Variante 4 (Anlage 1.01).....	41
Abbildung 22: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 4 – Variante 4 (Anlage 1.04).....	41
Abbildung 23: Überschwemmungsgebiet bei Variante 4 (Anlage 2.04)	43
Abbildung 24: Variante 4 – betroffene / geschützte Gebäude (rot/blau)	44
Abbildung 25: Variante 4 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung.....	45
Abbildung 26: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 1 – Variante 5 (Anlage 1.01).....	46
Abbildung 27: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 4 – Variante 5 (Anlage 1.05).....	47
Abbildung 28: Variante 5 – betroffene / geschützte Gebäude (rot/blau)	49
Abbildung 29: Variante 5 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung.....	49
Abbildung 30: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 2 – Variante 6 (Anlage 1.02).....	51
Abbildung 31: Überschwemmungsgebiet bei Variante 6 (Anlage 2.05)	52
Abbildung 32: Variante 6 – betroffene / geschützte Gebäude (rot/blau)	53
Abbildung 33: Variante 6 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung.....	53
Abbildung 34: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 2 – Variante 7 (Anlage 1.02).....	55
Abbildung 35: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 3 – Variante 7 (Anlage 1.03).....	55
Abbildung 36: Überschwemmungsgebiet bei Variante 7 (Anlage 2.06)	57
Abbildung 37: Variante 7 – betroffene / geschützte Gebäude (rot/blau)	58
Abbildung 38: Variante 7 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung.....	58
Abbildung 39: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 2 – Variante 8 (Anlage 1.02).....	60
Abbildung 40: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 4 – Variante 8 (Anlage 1.04).....	60
Abbildung 41: Überschwemmungsgebiet bei Variante 8 (Anlage 2.07)	62
Abbildung 42: Variante 8 – betroffene / geschützte Gebäude (rot/blau)	63
Abbildung 43: Variante 8 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung.....	63
Abbildung 44: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 2 – Variante 9 (Anlage 1.02).....	65
Abbildung 45: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 4 – Variante 9 (Anlage 1.05).....	66
Abbildung 46: Variante 9 – betroffene / geschützte Gebäude (rot/blau)	67
Abbildung 47: Variante 9 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung.....	68
Abbildung 48: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 3 – Variante 10 (Anlage 1.03).....	69

Abbildung 49: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 4 – Variante 10 (Anlage 1.04).....	70
Abbildung 50: Überschwemmungsgebiet bei Variante 10 (Anlage 2.08)	71
Abbildung 51: Variante 10 – betroffene / geschützte Gebäude (rot/blau)	72
Abbildung 52: Variante 10 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung.....	72
Abbildung 53: Schematische Darstellung des Nebenschlusses im Becken 1	74
Abbildung 54: Untersuchte Lage der Flutmulde (Quelle: NA-Bericht, BGS Wasser).....	75
Abbildung 55: Maximaler Einstaubereich am Becken 4 – Variante 15	76
Abbildung 56: Untersuchte Aufstaufläche am Becken 5 (Quelle: BayernAtlas)	77
Abbildung 57: Beschränktes Raumprofil unter der Autobahnbrücke	77
Abbildung 58: Matrixdarstellung und Variantenbewertung.....	79

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Maßgebende Hochwasserscheitel des Lauterbachs und seiner Zuflüsse (Quelle [U10]).....	18
Tabelle 2: HQ _{100+15%} an markanten Gewässerstellen des Lauterbachs (Quelle [U10]).....	18
Tabelle 3: Untersuchte Varianten und Beckenkombinationen.....	22
Tabelle 4: Gebäudekategorie und Schadensberechnung nach Leitfaden LfU	23
Tabelle 5: Betrachtete Kriterien der Bewertungsmatrix	24
Tabelle 6: Nutzen-Kosten-Vergleich.....	78
Tabelle 7: Hydraulische Hauptwerte der Varianten.....	80
Tabelle 8: Übersicht Kostenschätzung	85

Anlagenverzeichnis

Anlage 1

Lagepläne Hochwasserrückhaltebecken

Anlage	Plannummer	Planinhalt	Maßstab
Anlage 1.01	BE1-HY-LP-001	Lageplan Variante 1 – Becken 1 (HS) Lageplan Variante 2 – Becken 1 Lageplan Variante 3 – Becken 1 Lageplan Variante 4 – Becken 1 Lageplan Variante 5 – Becken 1	M 1:1000
Anlage 1.02	BE2-HY-LP-001	Lageplan Variante 2 – Becken 2 Lageplan Variante 6 – Becken 2 Lageplan Variante 7 – Becken 2 Lageplan Variante 8 – Becken 2 Lageplan Variante 9 – Becken 2	M 1:1000
Anlage 1.03	BE3-HY-LP-001	Lageplan Variante 3 – Becken 3 Lageplan Variante 7 – Becken 3 Lageplan Variante 10 – Becken 3	M 1:1000
Anlage 1.04	BE4-HY-LP-001	Lageplan Variante 4 – Becken 4 (HS) Lageplan Variante 8 – Becken 4 (HS) Lageplan Variante 10 – Becken 4 (HS)	M 1:1000
Anlage 1.05	BE4-HY-LP-002	Lageplan Variante 5 – Becken 4 (NS) Lageplan Variante 9 – Becken 4 (NS)	M 1:1000

Anlage 2

Lagepläne Überschwemmungsgebiete

Anlage	Plannummer	Planinhalt	Maßstab
Anlage 2.01	BE1-UeG-LP-001	Überschwemmungsgebiet Variante 1	M 1:10.000
Anlage 2.02	BE1+2-UeG-LP-001	Überschwemmungsgebiet Variante 2	M 1:10.000
Anlage 2.03	BE1+3-UeG-LP-001	Überschwemmungsgebiet Variante 3	M 1:10.000
Anlage 2.04	BE1+4-UeG-LP-001	Überschwemmungsgebiet Variante 4 Überschwemmungsgebiet Variante 5	M 1:10.000
Anlage 2.05	BE2-UeG-LP-001	Überschwemmungsgebiet Variante 6	M 1:10.000
Anlage 2.06	BE2+3-UeG-LP-001	Überschwemmungsgebiet Variante 7	M 1:10.000
Anlage 2.07	BE2+4-UeG-LP-001	Überschwemmungsgebiet Variante 8 Überschwemmungsgebiet Variante 9	M 1:10.000
Anlage 2.08	BE3+4-UeG-LP-001	Überschwemmungsgebiet Variante 10	M 1:10.000

Anlage 3	Kostenschätzung
Anlage 3.1	Kostenschätzung Variante 1
Anlage 3.2	Kostenschätzung Variante 2
Anlage 3.3	Kostenschätzung Variante 3
Anlage 3.4	Kostenschätzung Variante 4
Anlage 3.5	Kostenschätzung Variante 5
Anlage 3.6	Kostenschätzung Variante 6
Anlage 3.7	Kostenschätzung Variante 7
Anlage 3.8	Kostenschätzung Variante 8
Anlage 3.9	Kostenschätzung Variante 9
Anlage 3.10	Kostenschätzung Variante 10
Anlage 4	Nutzen-Kosten-Vergleich
Anlage 5	Bewertungsmatrix
Anlage 5.1	Bewertungsmatrix der Variante 1
Anlage 5.2	Bewertungsmatrix der Variante 2
Anlage 5.3	Bewertungsmatrix der Variante 3
Anlage 5.4	Bewertungsmatrix der Variante 4
Anlage 5.5	Bewertungsmatrix der Variante 5
Anlage 5.6	Bewertungsmatrix der Variante 6
Anlage 5.7	Bewertungsmatrix der Variante 7
Anlage 5.8	Bewertungsmatrix der Variante 8
Anlage 5.9	Bewertungsmatrix der Variante 9
Anlage 5.10	Bewertungsmatrix der Variante 10

1 VORHABENSTRÄGER

Die Hochwasserschutzmaßnahmen werden süd-östlich von Bad Staffelstein entlang des Lauterbaches geplant. Dieser ist ab dem Zusammenfluss von Döriz (Gewässer 3.Ordnung) und Döberten bei Stublang als Gewässer 2. Ordnung einzustufen.

Vorhabensträger für das Projekt Hochwasserschutz Bad Staffelstein ist das Wasserwirtschaftsamt Kronach:

Wasserwirtschaftsamt Kronach
Kulmbacher Straße 15
96317 Kronach

Ansprechpartner: Frau Bianca Renk
Telefon: +49 9261 502 223
E-Mail: Bianca.Renk@wwa-kc.bayern.de

Der Planverfasser ist:

EDR GmbH
Dillwächterstraße 5
80686 München

Ansprechpartner: Herr Johann Penn
Telefon: +49 89 547 112 63
E-Mail: j.penn@edr.de

In ARGE mit:

Dr. Blasy – Dr. Overland Ingenieure GmbH
Moosstraße 3
82279 Eching am Ammersee

Ansprechpartner: Herr Benedikt Sander-Kessels
Telefon: +49 8143 997 - 182
E-Mail: benedikt.sander@blasy-overland.de

2 ZWECK DES VORHABENS

Zum Schutz der Stadt Bad Staffelstein vor einem hundertjährigen Hochwasserereignis zuzüglich eines Klimazuschlages von 15% sollen entlang des Lauterbaches Hochwasserschutzmaßnahmen geplant werden. Maßgeblich ist die Begrenzung auf einen maximal möglichen HQ_{100} - Abfluss durch die Stadt Bad Staffelstein von $20 \text{ m}^3/\text{s}$. Um diesen Grenzwert nicht zu überschreiten ist ein entsprechender Retentionsraum in Form eines Hochwasserrückhaltebeckens im Oberlauf zu schaffen. Die Möglichkeit einer zusätzlichen Schutzfunktion für die Ortschaften Horsdorf, Loffeld und Stublang wird mit einer 2-Becken-Variante untersucht. Die Vor- und Nachteile einer Ausführung als Einzelbecken oder als Beckenkombination werden in diesem Bericht aufgezeigt und eine zu favorisierende Variante empfohlen.

3 BESTEHENDE VERHÄLTNISS

3.1 Lage des Vorhabens

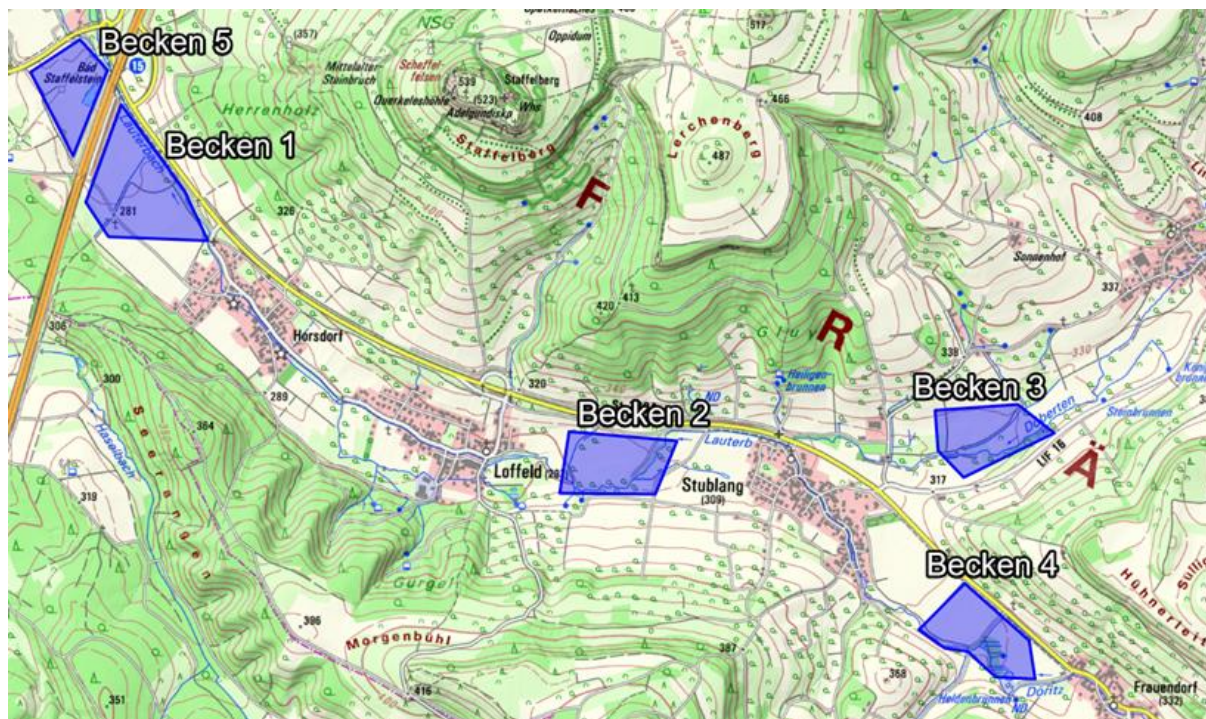


Abbildung 1: Übersicht Projektgebiet (Quelle: Bayern Atlas)

Abbildung 1 zeigt das Projektgebiet, welches süd-östlich von Bad Staffelstein im Landkreis Lichtenfels liegt. Bei Bad Staffelstein überquert die Bundesautobahn A73 den Lauterbach und die Staatstraße 2204 verläuft teilweise am Bach entlang. Dieser wird bei Stublang aus dem Zusammenfluss der Döberten und der Döritz gebildet. In der Abbildung enthalten sind die fünf Beckenstandorte, die im Rahmen der Voruntersuchung betrachtet werden.

3.2 Verwendete Grundlagendaten

- [U1] Baugrunduntersuchungen – Hochwasserschutz für Bad Staffelstein (1994)
- [U2] Variantenstudie – Hochwasserfreilegung Bad Staffelstein (WWA Bamberg, 28.10.2022)
- [U3] Hydrologische Planungsgrundlagen (WWA Bamberg, 11.09.2022)
- [U4] Hochwasserrückhaltebecken Staffelstein – Hydraulischer Nachweis (Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft)
- [U5] Faunistische Kartierungen (2005)
- [U6] Planfeststellungsantrag (01.08.2006)
- [U7] Umweltverträglichkeitsstudie (2006)
- [U8] Spezielle artenschutzrechtliche Prüfung (2009)
- [U9] Landschaftspflegerischer Begleitplan (28.04.2010)
- [U10] Erläuterungsbericht zum N-A-Modell (BGS Wasser)
- [U11] Hydraulikmodell (BGS Wasser)
- [U12] Geodaten
- [U13] Zuflussganglinien je Variante (BGS Wasser)
- [U14] Baugrundgutachten (2022, BLASY + MADER GmbH)

3.3 Geologische, bodenkundliche, morphologische und sonstige Grundlagen

3.3.1 Geologie

Aus geologischer Sicht liegt das Projektgebiet im Bereich des sog. Braunen Juras (Dogger). Dieser wird überwiegend aus eisenreichen Sandsteinen und Tonsteinen gebildet. Untergeordnet können Kalk- und Mergelsteinablagerungen vorkommen. Die Schichten sind teilweise verwittert. Überlagert werden die Festgesteinsschichten bereichsweise von Auenablagerungen. Innerhalb der Lockergesteinsschichten ist mit Grund- und Schichtenwasser zu rechnen.

3.3.2 Geotechnische Untersuchungen

Zur Vorerkundung des anstehenden Untergrunds an den Beckenstandorten 2, 3 und 4 wurden im Zeitraum vom 29.04.2022 bis 13.05.2022 sowie vom 12.07.2022 bis 13.07.2022 Geländearbeiten durch die Firma Bohr- und Brunnenbau Dippold e.K. durchgeführt. Im Zuge der Vorerkundungen wurden insgesamt 16 Kernbohrungen (KB7 bis KB22) und acht Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) niedergebracht.

Am Beckenstandort 1 wurden bereits im Juni und Juli 2001 Baugrunduntersuchungen durch das bayrische Landesamt für Wald und Forstwirtschaft (LfW) durchgeführt. Neben drei Baggerschürfen (S1 bis S3) im geplanten Einstaubereich, umfasste die Baugrunderkundung acht Kernbohrungen (B1 bis B8), darunter drei Aufschlussbohrungen (B5 bis B7) im Bereich des geplanten Dammbauwerks.

Mit den ausgewählten Bodenproben wurden durch das Labor FeBoLab GmbH nachfolgende bodenmechanische Parameter untersucht:

- Atterberg'sche Grenzen nach DIN EN ISO 17892-12 (32)
- Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4 (16)

- Rahmenscherversuch nach DIN EN ISO 17892-10 (3)

Auf Grundlage der Baugrunduntersuchungen und Laborversuche wurde durch das Ingenieurbüro BLASY + MADER GmbH ein geotechnischer Bericht [U14] für die Voruntersuchung erstellt. Die nachfolgend ausgeführten Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen wurden aus dem vorliegenden geotechnischen Bericht des Büros BLASY + MADER GmbH übernommen.

Beckenstandort 1

Der Beckenstandort 1 liegt südöstlich der Stadt Bad Staffelstein, unmittelbar östlich der A 73 parallel zur Staatsstraße 2204. Das Dammbauwerk zieht sich über eine Länge von rund 580 m entlang der Staatsstraße 2204. Die Höhe der Dammkrone liegt nach den hier vorliegenden Plänen auf 283,55 m ü.NN. Das anschließende Gelände des Rückhaltebeckens steigt von rund 277,50 m ü.NN im Nordwesten auf rund 281 m ü.NN im Südosten an. Die Dammhöhe beträgt bis zu rund 6 m.

Entlang der Dammachse wurden im Sommer 2001 die Bohrungen mit den Bezeichnungen B5, B6 und B7 abgeteuft. Nach den vorhandenen Aufschlussbohrungen stehen im Bereich des geplanten Dammes zunächst bis zu 0,5 m mächtige humose Oberböden an. Darunter folgen in der Regel bis maximal rund 2 m unter GOK lehmige Deckschichten. Lokal können zwischen den Oberböden und den Lehmen auch Kieslagen zwischengeschaltet sein (siehe Bohrung B7).

Die Deckschichten sind von weicher bis steifer Konsistenz, die oberflächennahen Kieslagen sind locker gelagert. Die Decklehme und die locker gelagerten Kiese sind setzungsempfindlich. Die Oberböden sind unter dem Damm vollständig auszuräumen. Bei einer Gründung des Dammes auf den Lehmen und lockeren Kiesen ist mit stärkeren Setzungen zu rechnen. Aufgrund der vorhandenen Baugrunduntersuchungen ist von 10 bis 20 cm Setzungen im Dammbereich auszugehen. Im Zuge der Entwurfsplanung und Festlegung der finalen Beckenstandorte sind ergänzende Untersuchungen sowie Setzungsberechnungen durchzuführen. Aufgrund der unterschiedlichen Höhe des Dammes und des inhomogenen Planums (überwiegend Lehme, bereichsweise aber auch locker gelagerte Kiese) ist auch mit deutlichen Setzungsunterschieden zu rechnen. Da die Setzungen überwiegend in den Lehmen stattfinden werden, handelt es sich um Langzeitsetzungen, die langsam und über mehrere Jahre ablaufen.

Um die Setzungen und die Setzungsunterschiede zu minimieren, müsste alternativ die Gründung auf den sehr gut tragfähigen Kiesen ab rund 2 m unter GOK erfolgen. Durchlassbauwerke sollten grundsätzlich auf diesen Kiesen gegründet werden. Bei einer Gründung von Durchlassbauwerken auf den mindestens mitteldicht gelagerten Kiesen treten nur sehr geringe Setzungen auf (bis zu 1 cm bei charakteristischen Lasten von rund 300 kN/m²).

Im Hochwasserfall und bei Gründung des Dammes auf den bestehenden Lehmen ist nicht von einer Unterströmung des Dammes auszugehen. Lediglich in den Bereichen mit oberflächennahen Kieslagen kann eine gewisse Unterströmung auftreten. Eine landseitige Sickerwasserdrainage zur Fassung des Qualmwassers dürfte an diesem Standort ausreichen.

Eine Suffusionsgefährdung ist nicht gegeben. Vorbehaltlich der Ergebnisse von Standsicherheitsberechnungen besteht keine Gefahr für einen hydraulischen Grundbruch.

Standort 2

Der Standort des Hochwasserrückhaltebeckens B2 befindet sich östlich der Gemeinde Loffeld. Das Dammbauwerk zieht sich über eine Länge von rund 345 m in Nord-Süd-Richtung. Die Höhe der Dammkrone liegt gemäß den vorliegenden Plänen auf 309,00 m ü.NN. Die Dammhöhe beträgt bis zu rund 11 m.

Auf dem Lageplan sind zwei Alternativstandorte dargestellt.

Im Umfeld der Dammstandorte wurden die Bohrungen mit den Bezeichnungen KRB 7 bis KB 11 abgeteuft. Weiterhin wurde die Rammsondierung DPH 10 ausgeführt. Die Aufschlüsse liegen alle außerhalb der angedachten Dammstandorte. Eine Abschätzung des Baugrunds kann daher nur auf Basis der nahen gelegenen Aufschlüsse erfolgen und ist mit entsprechender Unsicherheit zu betrachten.

Im Umgriff des geplanten Dammes sind als oberste Schicht weiche bis steife Decklehme zu erwarten. Die Decklehme sind setzungsempfindlich. Die Oberböden sind unter dem Damm vollständig auszuräumen. Bei einer Gründung des Dammes auf den Lehmen und lockeren Kiesen ist von stärkeren Setzungen auszugehen. Gemäß den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung ist mit Setzungen von 20 bis 30 cm zu rechnen. Da die Setzungen überwiegend in den Lehmen stattfinden werden, handelt es sich um Langzeitsetzungen, die langsam und über mehrere Jahre ablaufen. Im Zuge der Entwurfsplanung und Festlegung der finalen Beckenstandorte sind ergänzende Untersuchungen sowie Setzungsberechnungen durchzuführen.

Um die Setzungen und die Setzungsunterschiede zu minimieren, müsste alternativ die Gründung auf den sehr gut tragfähigen Kiesen ab rund 1 m bis 1,5 m unter GOK erfolgen. Durchlassbauwerke sollten grundsätzlich auf diesen Kiesen gegründet werden. Sollten an der Baugrubensohle stark bindige Böden angetroffen werden, wird empfohlen unter den Bauwerken eine rund 0,5 m mächtige Tragschicht (z.B. Kies-Sandgemisch) einzubauen. Bei einer Gründung von Durchlassbauwerken auf den mindestens mitteldicht gelagerten Kiesen treten nur sehr geringe Setzungen auf (bis zu 1 cm bei charakteristischen Lasten von rund 300 kN/m²).

Im Hochwasserfall und bei Gründung des Dammes auf den bestehenden Lehmen sowie einer durchgehenden Lehmschicht im Staubecken ist keine relevante Unterströmung des Dammes zu erwarten.

Eine Suffusionsgefährdung ist nicht gegeben. Vorbehaltlich der Ergebnisse von Standsicherheitsberechnungen ist keine Gefahr für einen hydraulischen Grundbruch ersichtlich.

Standort 3

Beckenstandort 3 liegt nordöstlich von Stublang. Das sichelförmige Dammbauwerk weist eine Länge von rund 430 m auf. Die Höhe der Dammkrone liegt gemäß den vorliegenden Plänen auf 323,40 m ü.NN. Die maximale Dammhöhe beträgt rund 8,3 m.

Am Standort 3 wurden die Bohrungen mit den Bezeichnungen KRB 11 bis KB 16 und die Rammsondierung DPH 11, DPH 14-16 sowie DPH 19 ausgeführt. Lediglich die Aufschlussbohrungen KB14 und KB15 sowie die Sondierungen DPH 14 und DPH 15 wurden im Bereich des geplanten Dammes (am tiefsten Punkt) angesetzt. Die weiteren Aufschlüsse liegen im Beckenbereich bzw. auf der Landseite des Dammes.

Nach den vorhandenen Aufschlussbohrungen stehen im Bereich des geplanten Dammes nur bereichsweise humose Oberböden an. Darunter bzw. unmittelbar ab GOK besteht der Untergrund aus weichen zum Teil auch nur sehr weichen Decklehmen. Lokal stehen unter einem Oberboden unmittelbar Kiese an (siehe KB 15). Die Mächtigkeiten der Lehme variieren stark mit Schwankungen zwischen 0,6 m und 2,4 m an den Bohrpunkten. Unter den Deckschichten folgen Auenkiese. Die Kiese sind mitteldicht bis dicht gelagert und somit sehr gut tragfähig.

Die weichen bis sehr weichen Decklehme und die locker gelagerten Kiese sind setzungsempfindlich. Die Oberböden sind unter dem Damm vollständig auszuräumen.

Auf Grundlage der vorliegenden Baugrunduntersuchungen ist bei einer Gründung des Dammes auf den Lehmen und lockeren Kiesen mit stärkeren Setzungen zu rechnen. Überschlägig ist im Dammbereich mit Setzungen von 15 bis 25 cm auszugehen. Aufgrund der unterschiedlichen Höhe des Dammes und des inhomogenen Planums (überwiegend Lehme, bereichsweise aber auch locker gelagerte Kiese) ist auch mit deutlichen Setzungsunterschieden zu rechnen. Da die Setzungen überwiegend in den Lehmen stattfinden werden, handelt es sich um Langzeitsetzungen, die langsam und über mehrere Jahre ablaufen. Im Zuge der Entwurfsplanung und Festlegung der finalen Beckenstandorte sind ergänzende Untersuchungen sowie Setzungsberechnungen durchzuführen.

Um die Setzungen und die Setzungsunterschiede zu minimieren, müsste alternativ die Gründung auf den sehr gut tragfähigen Kiesen ab spätestens 2,6 m unter GOK erfolgen. Durchlassbauwerke sollten grundsätzlich auf diesen Kiesen gegründet werden. Bei einer Gründung von Durchlassbauwerken auf den mindestens mitteldicht gelagerten Kiesen treten nur sehr geringe Setzungen auf (bis zu 1 cm bei charakteristischen Lasten von rund 300 kN/m²).

Im Hochwasserfall und bei Gründung des Dammes auf den bestehenden Lehmen ist keine relevante Unterströmung des Dammes zu erwarten. Lediglich in den Bereichen mit oberflächennahen Kieslagen kann eine gewisse Unterströmung auftreten. Eine landseitige Sickerwasserdrainage zur Fassung des Qualmwassers dürfte an diesem Standort ausreichen.

Eine Suffusionsgefährdung ist nicht gegeben. Vorbehaltlich der Ergebnisse von Standsicherheitsberechnungen besteht keine Gefahr für einen hydraulischen Grundbruch.

Standort 4

Südwestlich der Gemeinde Stublang liegt der Beckenstandort 4. Das rechteckig ausgebildete Dammbauwerk weist eine Länge von rund 600 m auf. Die Höhe der Dammkrone liegt nach den vorliegenden Plänen auf 327,10 m ü.NN. Die Dammhöhe beträgt bis zu rund 9 m.

Entlang des Damms wurden die Bohrungen mit den Bezeichnungen KRB 12 bis KB 16 abgeteuf. Weiterhin wurde die Rammsondierung DPH 18 und DPH 20 ausgeführt.

Der Untergrund entlang des Damms wird bis zwischen 1,6 m und 2,5 m unter GOK weichen bis maximal steife Lehm Böden aufgebaut. Oberböden wurden an den Bohraufschlüssen nicht angesprochen. Die Decklehme sind setzungsempfindlich. Eventuell anstehende Oberböden sind unter dem Damm grundsätzlich vollständig auszuräumen. Bei einer Gründung des Damms auf den Lehmen ist von stärkeren Setzungen auszugehen. Auf Grundlage der vorhandenen Baugrunduntersuchungen ist überschlägig mit Setzungen von 5 bis 20 cm im Dammbereich zu rechnen. Die großen Setzungsunterschiede begründen sich aus der stark unterschiedlichen Mächtigkeit des Damms. Da die Setzungen überwiegend in den Lehmen stattfinden werden, handelt es sich um Langzeitsetzungen, die langsam und über mehrere Jahre ablaufen. Im Zuge der Entwurfsplanung und Festlegung der finalen Beckenstandorte sind ergänzende Untersuchungen sowie Setzungsberechnungen durchzuführen.

Um die Setzungen und die Setzungsunterschiede zu minimieren, müsste alternativ die Gründung auf den sehr gut tragfähigen Kiesen ab rund 1,6 m bis 2,5 m unter GOK erfolgen. Durchlassbauwerke sollten grundsätzlich auf diesen Kiesen gegründet werden. Sollten an der Baugrubensohle stark bindige Böden angetroffen werden, wird empfohlen unter den Bauwerken eine rund 0,5 m mächtige Tragschicht (z.B. Kies-Sandgemisch) einzubauen. Bei einer Gründung von Durchlassbauwerken auf den mindestens mitteldicht gelagerten Kiesen treten nur sehr geringe Setzungen auf (bis zu 1 cm bei charakteristischen Lasten von rund 300 kN/m²).

Im Hochwasserfall und bei Gründung des Damms auf den bestehenden Lehmen sowie einer durchgehenden Lehmschicht im Staubecken ist mit keiner relevanten Unterströmung des Damms zu rechnen.

Eine Suffusionsgefährdung ist nicht gegeben. Vorbehaltlich der Ergebnisse von Standsicherheitsberechnungen besteht keine Gefahr für einen hydraulischen Grundbruch.

3.3.3 Gewässerstruktur und Gewässergüte

Der rd. 7,2 km lange Lauterbach, auch Lauter genannt, entsteht am nordwestlichen Rand des Bad Staffelsteiner Ortsteils Stublang aus zwei Quellbächen, der Döriz und der Döberten. Von Stublang aus durchläuft der Lauterbach auf seinem Fließweg in westliche Richtung, zunächst die ebenfalls zu Bad Staffelstein gehörenden Ortschaften Loffeld und Horsdorf sowie landwirtschaftlich geprägte Flächen. Nach der Unterquerung der A73 fließt der Lauterbach in nord-westlicher Richtung durch das Stadtgebiet von Bad Staffelstein. Das Bachbett im Stadtgebiet wurde im Laufe vergangener Jahrzehnte durch eine Vielzahl von Maßnahmen neugestaltet und dadurch auf einen Abfluss von $Q_{\text{ausbau}} = 20 \text{ m}^3/\text{s}$ ausgebaut. Etwa einen Kilometer unterhalb des nördlichen Stadtrands mündet der Lauterbach schließlich in den Main.

Der Lauterbach ist ein klares, schnell fließendes Gewässer mit einem gut ausgeprägten und nahezu durchgängigen Uferbewuchs aus Kopfweiden und Erlen. Als kühler und sauerstoffreicher Bach ist die Lauter sowie die beiden Quellbäche der Forellenregion zuzuordnen. Neben der Bachforelle als Leitfischart beherbergt der Bach die Mühlkoppe als weitere heimische Fischart. Beide genannten Fischarten sind in der Roten Liste gefährdeter Fischarten Bayerns in der Vorwarnliste aufgeführt.

Gemäß dem Gewässersteckbrief des Landesamts für Umwelt (LFU) werden der Lauterbach und die beiden Quellbäche als gering bis stark, stellenweise als sehr stark, verändertes Gewässer mit einem mäßigen ökologischen Zustand beschrieben (Quelle Umweltatlas, 2022).

3.4 Hydrologische Daten

Der Lauterbach (Gewässer 2. Ordnung) wird aus zwei Hauptzuflüssen gebildet, der Döritz (Gewässer 3. Ordnung) und der Döberten, die bei Stublang zusammenfließen. Das Einzugsgebiet des Lauterbaches bis zur Unterquerung der A73 umfasst 44,3 km². Die Überflutungsfläche im HQ100-Fall ist in folgender Abbildung dargestellt.

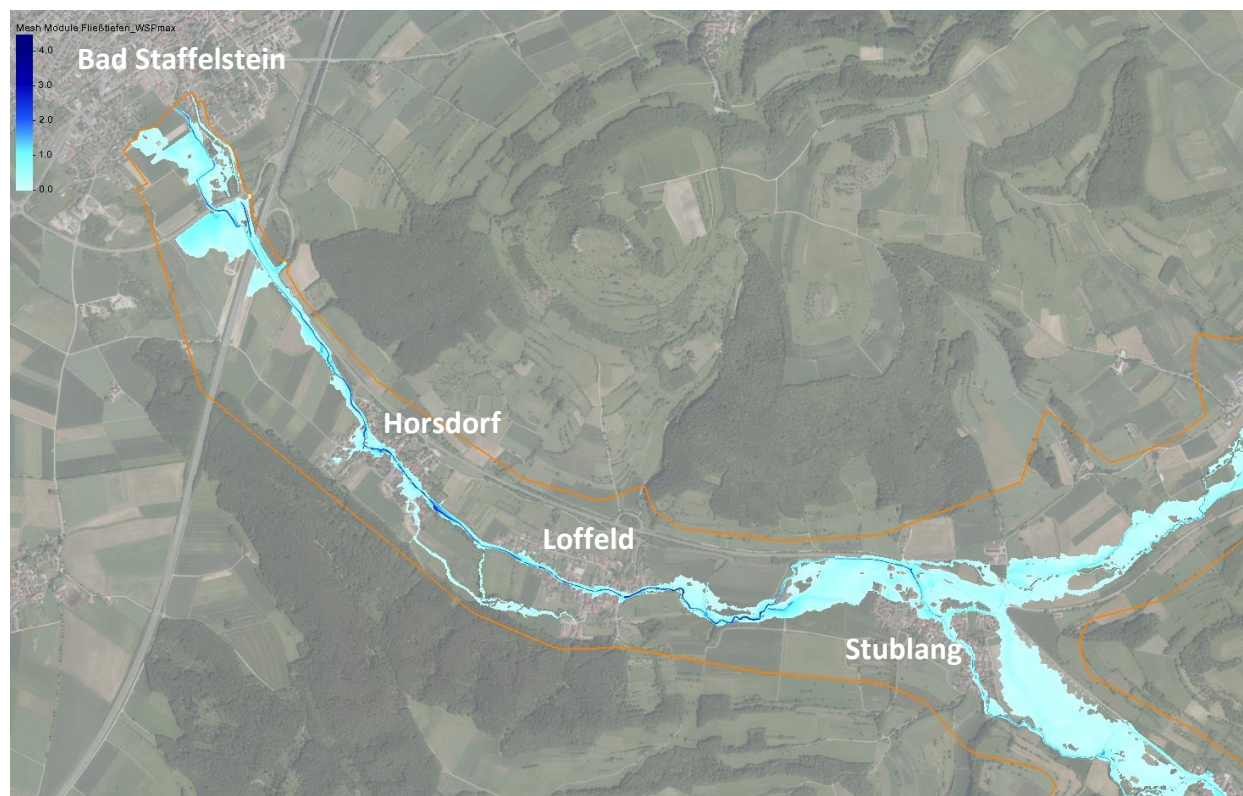


Abbildung 2: Überflutungsfläche bei HQ100

Im Rahmen der bisherigen Projektplanung wurde von der Firma BGS Wasser ein N-A-Modell erstellt und der Abfluss für verschiedene Jährlichkeiten ermittelt. Die Ergebnisse an den jeweiligen Gewässerstellen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Gewässerstelle	Ortslage	HQ ₁₀ [m ³ /s]	HQ ₂₀ [m ³ /s]	HQ ₅₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]
Döriz (km 1+235)	oberhalb Stublang	7,8	10,2	13,7	19,4
Döberten (km 3+965) ¹	oberhalb Stublang	6,5	8,7	11,6	16,7
Lauterbach (km 3+719)	unterhalb Stublang	13,9	18,3	24,0	35,5
Lauterbach (km 2+315)	Loffeld	14,4	18,9	25,5	36,8
Lauterbach (km 1+621)	Horsdorf	14,6	19,1	25,8	37,3
Lauterbach (km 0+000)	A73	14,9	19,6	26,4	37,6

Tabelle 1: Maßgebende Hochwasserscheitel des Lauterbachs und seiner Zuflüsse (Quelle [U10])

Um die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels zu berücksichtigen, wurde in einem weiteren Szenario ein Aufschlag von 15% auf das 100-jährliche Ereignis angenommen. Dabei wurden die KOSTRA-Niederschläge schrittweise erhöht, bis ein um rund 15% erhöhter Scheitelabfluss vorlag.

Gewässerstelle	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]	HQ _{100+15%} [m ³ /s]	Erhöhung um [%]
Lauterbach unterhalb Stublang	35,5	40,3	13,5
Lauterbach in Höhe A73	37,6	43,2	14,9

Tabelle 2: HQ_{100+15%} an markanten Gewässerstellen des Lauterbachs (Quelle [U10])

3.5 Gewässerbenutzungen

An den möglichen Beckenstandorten im Planungsgebiet verlaufen teils Entwässerungsgräben und Drainagerohre der anschließenden landwirtschaftlichen Flächen. Die weitere Funktion muss nach Umsetzung des Hochwasserschutzes sichergestellt sein, um die Flächen nicht nachträglich zu verschlechtern. Die Prüfung der erforderlichen Anpassung ist nach Wahl der Vorzugsvariante in den weiteren Planungsphasen durchzuführen.

3.6 Ausgangswerte zur hydraulischen Bemessung

Zum Schutz der Kernstadt Bad Staffelstein soll im HQ₁₀₀-Fall der maximale Abfluss an der A73 einen Wert von 20m³/s nicht überschreiten. Im Szenario HQ_{100+15%} ist der Abfluss auf 19,5m³/s zu beschränken. In der Planung wird der entsprechende Grenzwert für die untersuchten Beckenvarianten zugrunde gelegt und in den hydraulischen Modellen berücksichtigt.

¹ Für die Kilometrierung der Döberten wurde die des Lauterbachs fortgesetzt. (Quelle [U5])

3.7 Sparten und Kreuzungsbauwerke

Für die Vorplanung wurden bei folgenden Spartenträgern die Bestandsunterlagen abgefragt und geprüft:

- Bayernwerk AG (Strom / Gas)
- Kabeldeutschland / Vodafone
- Telekom
- Kläranlage Bad Staffelstein (Abwasserkanäle)
- Stadt Bad Staffelstein (Wasser, Fernwärme)
- Stadtwerke Lichtenfels (Wasser)
- Autobahn (Entwässerung)

Auf die vorhandenen Sparten am jeweiligen Beckenstandort wird beim Variantenvergleich genauer eingegangen. Gasleitungen sind im Projektgebiet laut Bayernwerk AG nicht verlegt. Fernwärme- und Wasserleitungen der öffentlichen Wasserversorgung sind laut Stadt Bad Staffelstein in den angefragten Bereichen nicht vorhanden. Seitens der Stadtwerke Lichtenfels wird eine Wasserleitung im Projektgebiet betrieben.

Kreuzungsbauwerke, die die Beckenplanung maßgeblich einschränken, sind im Projektgebiet nicht bekannt.

4 ART UND UMFANG DES VORHABENS – VARIANTENVERGLEICH

Um das geplante Hochwasserschutzziel für Bad Staffelstein zu gewährleisten, sind im Projektgebiet mehrere Standorte für ein Hochwasserrückhaltebecken möglich (siehe Abbildung 3). Das Primärziel, der Hochwasserschutz von Bad Staffelstein, wird durch das Becken 1 bereits erreicht. Eine Verlagerung des Beckens weiter bachaufwärts oder eine Kombination von zwei Beckenvarianten ermöglicht je nach Ausführung einen zusätzlichen Schutz der Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang. Unter Berücksichtigung der Topografie und der Flächenverfügbarkeit ergeben sich vier maßgebliche Beckenstandorte, die in diesem Variantenvergleich genauer betrachtet werden sollen.

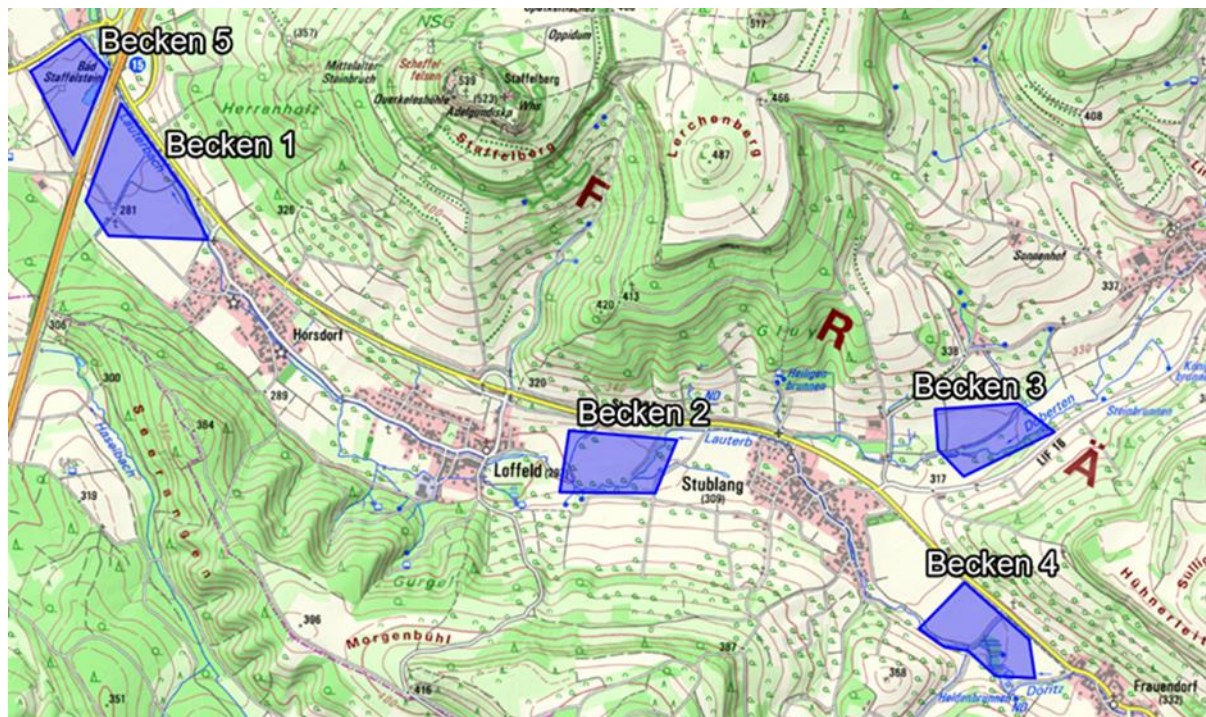


Abbildung 3: Betrachtete Beckenstandorte (Quelle: Bayern Atlas, [U10])

Beckenstandort 1

Der Beckenstandort 1 liegt zwischen der Gemeinde Horsdorf und der A73. Durch die Nähe zur Stadt Bad Staffelstein ergibt sich ein nur sehr kleines Zwischeneinzugsgebiet und der Maximalabfluss aus dem Becken entspricht dem schadfreien Abfluss in der Stadt. Für die Stauhaltung ist ein parallel zum Bach und der Straße verlaufender Deich, sowie die Abdichtung des Autobahndammes erforderlich. Das Becken 1 kann aufgrund der Flächenverfügbarkeit als Einzelbecken oder als Beckenkombination ausgeführt werden.

Beckenstandort 2

Der Beckenstandort 2 liegt zwischen den Gemeinden Loffeld und Stublang südlich der Staatsstraße 2204. Durch den Standort werden rd. 89 % des Einzugsgebiets von Becken 1 beherrscht. Neben der Kernstadt Bad Staffelstein profitieren von der Lage des Beckenstandorts auch die beiden Ortsgemeinden Horsdorf und Loffeld.

Aufgrund der Lage des Standorts im Einzugsgebiet sowie der Flächenverfügbarkeit und den topographischen Verhältnissen kommt für den Beckenstandort neben einer Zwei-Becken-Lösung auch eine Ein-Becken-Lösung in Betracht. Für alle nachfolgend vorgestellten Varianten des Standorts 2 ist der Absperrdamm im Hauptschluss geplant

Beckenstandort 3

Als weiterer Beckenstandort wurde der Talbereich nord-östlich von Stublang entlang der Kreisstraße LIF 16 untersucht. Durch ein Becken an dieser Stelle wird der nord-östliche Teil des Einzugsgebietes von Bad Staffelstein, der in den Bach Döberten entwässert, abgedeckt. Mit diesem Standort werden,

analog zum Beckenstandort 2, neben Bad Staffelstein auch die Gemeinden Horsdorf und Loffeld erfasst. Aufgrund der günstigen Talform kann an diesem Standort bei vergleichsweise kleiner Stauhöhe ein großes Speichervolumen aktiviert werden. Nachteilig für den Beckenstandort 3 ist anzuführen, dass durch diesen Rückhalt nur ca. 40% des Einzugsgebiets von Becken 1 beherrscht werden und das südliche Teileinzugsgebiet unbeherrscht bleibt. Für die nachfolgend vorgestellten Varianten des Standorts 3 ist der Damm im Hauptschluss geplant.

Beckenstandort 4:

Der Beckenstandort 4 liegt zwischen Frauendorf und Stublang. Somit wird der südliche Teil des gesamten Einzugsgebietes abgedeckt. Der Zufluss aus der Döritz wird dadurch im Hochwasserfall geregelt, jedoch fließt der Teil aus dem nördlichen Teileinzugsgebiet ungehindert zu. Die Flächenverfügbarkeit und die Topografie ermöglichen eine Untersuchung des Beckens im Haupt- und Nebenschluss.

Beckenstandort 5:

Der Beckenstandort 5 wurde nachträglich in die Untersuchung mit aufgenommen, um eine Beckenvariante auf Flur der Stadt Bad Staffelstein zu prüfen. Als möglicher Standort ist der Bereich zwischen A73 und dem „Äußeren Frankenring“ betrachtet worden. Der Zufluss zum Becken ist jedoch durch die Unterführung an der A73 beschränkt.

Das in Kapitel 3.1 erwähnte Becken 5 nach der Autobahn A73 wird in Kapitel 4.11.6 thematisiert und im folgenden Hauptteil nicht betrachtet, da es hydraulisch bedingt auszuschließen ist.

Die untersuchten Varianten werden in Tabelle 3 aufgelistet.

Variante	Betrachtetes Becken	Art
Variante 1	Becken 1 (HS)	Einzelbecken
Variante 2	Becken 1 + Becken 2	Beckenkombination
Variante 3	Becken 1 + Becken 3	Beckenkombination
Variante 4	Becken 1 + Becken 4 (HS)	Beckenkombination
Variante 5	Becken 1 + Becken 4 (NS)	Beckenkombination
Variante 6	Becken 2	Einzelbecken
Variante 7	Becken 2 + Becken 3	Beckenkombination
Variante 8	Becken 2 + Becken 4 (HS)	Beckenkombination
Variante 9	Becken 2 + Becken 4 (NS)	Beckenkombination
Variante 10	Becken 3 + Becken 4 (HS)	Beckenkombination
Variante 11	Becken 1 (NS)	Einzelbecken
Variante 12	Becken 1 + Bypass Horsdorf	Beckenkombination
Variante 13	Becken 3	Einzelbecken
Variante 14	Becken 4	Einzelbecken
Variante 15	Becken 3 + Becken 4 (NS)	Beckenkombination
Variante 16	Becken 5	Einzelbecken

Tabelle 3: Untersuchte Varianten und Beckenkombinationen

Nutzen-Kosten-Vergleich für die Ortschaften Horsdorf, Loffeld und Stublang

Im Zuge der Vorplanungen wurde für die Beckenvarianten ein Nutzen-Kosten-Vergleich erstellt und dabei der zusätzliche erwartbare Schutz für die Ortschaften Horsdorf, Loffeld und Stublang mit den geschätzten Baukosten (siehe Kapitel 8) verglichen. Der Schutzwert für Bad Staffelstein wurde hierfür außer Acht gelassen, da dieser bei allen Varianten gleiche Ergebnisse herbeiführt. Grundsätzlich ist der Nutzen einer Hochwasserschutzmaßnahme gegeben, wenn der so errechnete Nutzenkostenfaktor ≥ 1 ist. Dadurch kann davon ausgegangen werden, dass die zu erwartenden durchschnittlichen Schadenskosten ohne Maßnahme im Betrachtungszeitraum höher ausfallen als die Kosten für den Bau der gewählten Hochwasserschutzmaßnahme. Aufgrund der hohen Variantenanzahl wurde die Betrachtung nur in Anlehnung an den Leitfaden zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) durchgeführt und die Berechnung entsprechend vereinfacht. In dieser Teilbetrachtung ist der Schutz der Stadt Bad Staffelstein also nicht berücksichtigt und der Schaden nur für den HQ100 Fall ermittelt. Die Überprüfung von häufigeren Hochwasserereignissen (Stützstellen bei z.B. HQ5, HQ10, HQ20) kann erst nach Wahl einer Vorzugsvariante durchgeführt werden und ist somit derzeit nicht Inhalt der Planungsphase.

Als Grundlage der Schadensermittlung dient ein bestehendes 2D-Hydraulikmodell des WWA. Dieses wurde durch EDR für jede Beckenvariante in Hinblick auf die Abflusskurven aktualisiert. Die Randbedingungen wie Gebietszuflüsse und Drosselabflüsse an den Beckenstandorten wurden gemäß den übergebenen Ganglinien von BGS Wasser angenommen. Die so ermittelten Überschwemmungsgebiete konnten dann zur Identifikation der durch einen HQ₁₀₀-Abfluss betroffenen Gebäude verwendet werden.

In Anlehnung an den Leitfaden des LfU wurden die betroffenen Gebäude in den Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang in verschiedene Nutzungskategorien untergliedert. Für jede Gebäudekategorie wurde ein F_n-Wert gewählt, der das Schadenspotential für dieses Gebäude widerspiegelt. Aufgrund bisher fehlender genauer Angaben zu der Nutzungsart der betroffenen Gebäude, wurden vier Kategorien gewählt, die in der Tabelle 4 aufgezeigt sind. Eine Anfrage zu der Nutzungsart der Gebäude wurde an das Bauamt von Bad Staffelstein mit der E-Mail vom 11.11.2022 gestellt. Aktuell läuft die Bearbeitung der Anfrage im Bauamt. Es wird empfohlen, im weiteren Planungsverlauf eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung gemäß Leitfaden des LfU für die Vorzugsvariante durchzuführen.

Das Gesamtschadenspotential (Gesamtschaden) der einzelnen Varianten wurde daraufhin mit folgender Formel berechnet:

$$\text{Gesamtschaden} = \text{Anzahl Gebäude einer Kategorie} * \text{jeweiliger } F_n - \text{Wert} * 50.000\text{€}$$

Gebäudekategorie	F _n -Wert	Gesamtschaden
Wohngebäude	1	1*50.000€ = 50.000€
Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe	2	2*50.000€ = 100.000€
Mittlere Betriebe	4	4*50.000€ = 200.000€
Gebäude für Öffentliche Sicherheit / Öffentliche Einrichtungen	10	10*50.000€ = 5.000.000€

Tabelle 4: Gebäudekategorie und Schadensberechnung nach Leitfaden LfU

In der durchgeführten Betrachtung wurde das Schadenspotential der Stadt Bad Staffelstein nicht berücksichtigt, da der vorgegebene Maximalabfluss von 20 m³/s an der A73 bei jeder Beckenvariante eingehalten wird und somit nicht ausschlaggebend für den Vergleich der Beckenvarianten untereinander ist.

Der mögliche Schutzmehrwert der verschiedenen Beckenvarianten gegenüber der Variante 1, bei der nur Bad Staffelstein geschützt wird, wurde im Anschluss in ein Verhältnis mit den geschätzten Baukosten gestellt und somit ein Nutzenkostenfaktor für jede Variante ermittelt.

Der Schutzmehrwert ergibt sich nach folgender Formel:

$$\text{Schutzmehrwert Variante } X = \text{Gesamtschaden Variante 1} - \text{Gesamtschaden Variante } X$$

Im Anschluss konnte der Nutzenkostenfaktor jeder Variante mit folgender Formel berechnet werden:

$$\text{Nutzenkostenfaktor Variante } X = \frac{\text{Schutzmehrwert Variante } X}{\text{Baukosten Variante } X}$$

Durch die Nichtberücksichtigung des Schadenspotentials aus Bad Staffelstein ist der Wert der ermittelten Nutzenkostenfaktoren in diesem Betrachtungsfall ≤ 1 . Es ist aber davon auszugehen, dass der Nutzen jeder Variante allein durch den Schutz der Stadt Bad Staffelstein gegeben ist, wodurch die hier ermittelten Nutzenkostenfaktoren allein für den Vergleich der Varianten untereinander herangezogen werden können.

Bewertungsmatrix

Für einen übergreifenden Vergleich aller Varianten wurde eine Bewertungsmatrix erstellt und die betrachteten Kriterien mit Punkten von 1 (=schlecht) bis 5 (=gut) bewertet. Gemäß der festgelegten prozentualen Gewichtung ergibt sich die Gesamtpunktzahl, anhand der die einzelnen Varianten untereinander verglichen werden können. Die vollständige Kriterienbewertung zu jeder Variante ist in Anlage 5 enthalten. Die dabei untersuchten Kriterien sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Kriterium / Auswirkung	Einheit	Gewichtung
Wasserwirtschaftliche Aspekte (30%)		
Kosten-Nutzen-Faktor	[-]	20%
eingestaute Fläche (bei HQ100+K)	m ²	10%
Naturschutzfachlicher Eingriff (20%)		
Eingriff in Natura 2000 -Gebiete	m ²	5%
Biotope nach amtlicher Biotopkartierung	m ²	5%
Hochwertige Biotope und Nutzungstypen nach BNT (≥ 11 Wertpunkte)	m ²	5%
Artenschutzrechtlich relevante Fundpunkte	[-]	5%
Eingriff Dritter (20%)		
Eingriff Landwirtschaft	m ²	8%
Eingriff Sparten	[-]	6%
Eingriff Infrastruktur	[-]	6%
Eignung der Flächenstandorte (20%)		
Baugrundeignung	[-]	5%
Landwirtschaftliche Nutzbarkeit (Bonität)	[EK]	5%
Eingriff Bodendenkmal	[-]	5%
Eingriff ins Landschaftsbild	[-]	5%
Unterhalt + Steuerungsaufwand (5%)		
	[-]	5%
Baukosten (5%)		
	€	5%

Tabelle 5: Betrachtete Kriterien der Bewertungsmatrix

4.1 Variante 1 – Becken 1

4.1.1 Lage und Ausführung

In Variante 1 wird das Becken 1 als Einzelbecken untersucht. Der Beckenstandort befindet sich zwischen der A73 und der Gemeinde Horsdorf (siehe Abbildung 4).



Abbildung 4: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 1 – Variante 1 (Anlage 1.01)

Um das erforderliche Volumen zu gewährleisten, muss entlang der Staatsstraße 2204 ein Damm errichtet werden, der eine Umverlegung des Baches in den Staubeereich erfordert. Das Becken 1 ist somit im Hauptschluss geplant. Der neu errichtete Stauhaltungsdamm wird im Bereich der Autobahnbrücke an den Autobahndamm, welcher zusätzlich abzudichten ist, anschließen. In diesem Bereich befindet sich das Durchlassbauwerk, welches als Stahlbetonbauwerk ausgeführt wird. Die Errichtung des stauhaltenden Dammes entlang der Straße erfordert eine Umverlegung des aktuellen Bachlaufes in den Staubeereich hinein. Um die ökologische Durchgängigkeit zu gewährleisten, wird im Bauwerk eine Ökoschlucht berücksichtigt. Als weitere Bestandteile der Betriebseinrichtung sind hydraulische Schütze zur Regulierung des Abflusses, eine Hochwasserentlastung mit Tosbecken sowie ein Grob – und Feinrechen zum Rückhalt von Treibgut vorgesehen. Die Unterführung des Feldweges unter der A73 ist im Hochwasserfall mit Dammbalken zu verschließen.

Die Baukostenschätzung für die untersuchte Variante ist in Kapitel 8 sowie den entsprechenden Anlagen ausführlich dargestellt. Die Gesamtsumme liegt bei rund 7,82 Mio. € (netto).

4.1.2 Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange

Für den Lastfall $HQ_{100+15\%}$ wurde im N-A-Modell der Drosselabfluss an der A73 von $20 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $19,5 \text{ m}^3/\text{s}$ verkleinert, um einen Zufluss aus dem unterhalb anschließenden, unbeherrschten Zwischeneinzugs-

gebiet zu berücksichtigen. Für das Becken 1 ergibt sich unter diesen Annahmen ein erforderliches Retentionsvolumen von 435.000 m³. Wie im Lageplan (Anlage 1.01) ersichtlich, resultiert dies in einem Wasserspiegel von 282,85 müNHN, wobei eine Fläche von 202.933 m² eingestaut wird. Unter Annahme eines Freibordes von 1,5 m ergibt sich eine maximale Dammkote von 284,35 müNHN.

Zur Ermittlung des Überschwemmungsgebietes je Variante wurden die entsprechenden Ganglinien von BGS Wasser verwendet und die Wasserspiegellagen unter stationären Bedingungen im Hydraulikmodell errechnet. Das Überschwemmungsgebiet im HQ₁₀₀-Fall für das gesamte Projektgebiet ist in Abbildung 5 dargestellt. Durch die Lage des Beckens unterhalb der Ortschaften spiegelt die Variante 1 zugleich den Ist-Zustand (= türkises Überschwemmungsgebiet) wider. Die orange markierten Bereiche in den Ortschaften stellen betroffene Gebäude dar, deren genaue Anzahl im Kapitel des Nutzen-Kosten-Vergleichs genannt und entsprechend bewertet wird.

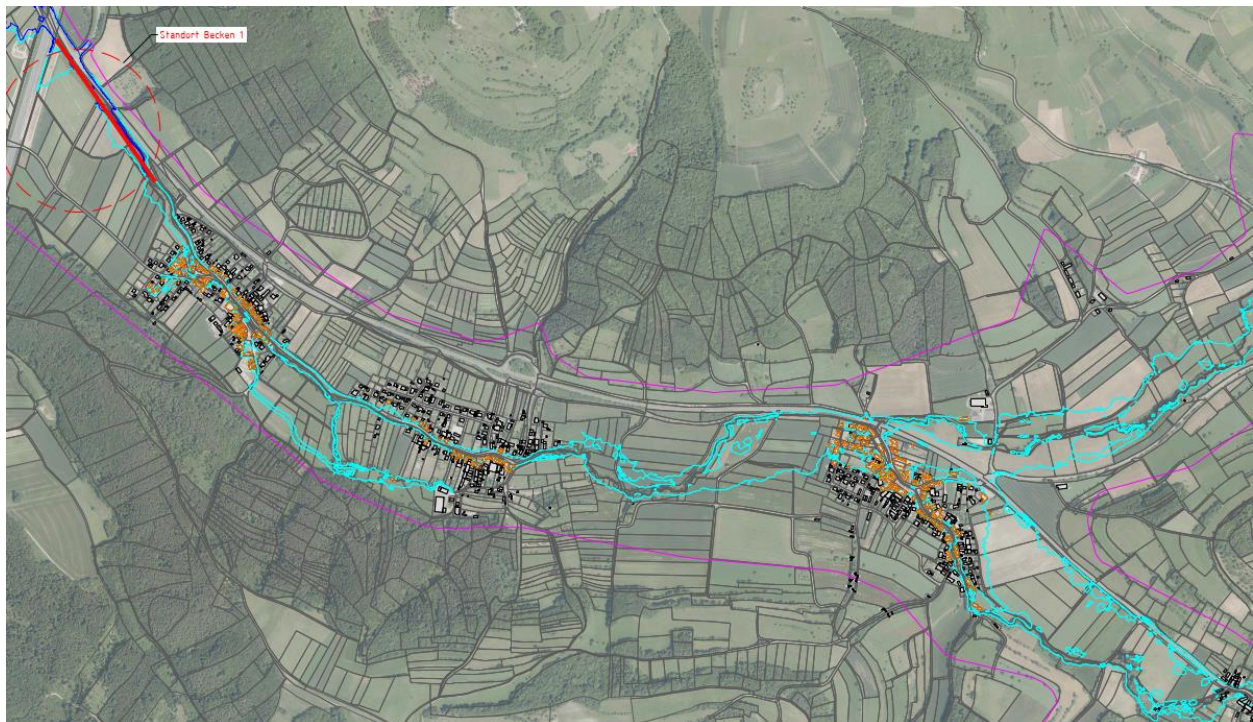


Abbildung 5: Überschwemmungsgebiet bei Variante 1 bzw. im Ist-Zustand (Anlage 2.01)

4.1.3 Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange

Der Beckenraum der Variante 1 ist stark geprägt durch die landwirtschaftliche Nutzung und die im Westen angrenzende Dammböschung der A73. Parallel zur St2204 verläuft der naturnahe Bachlauf des Lauterbachs von Südost nach Nordwest. Hier befindet sich der Großteil der im Beckenstandort 1 vorkommenden Gehölze in Form von alten Kopfbäumen und Gewässerbegleitgehölzen junger bis alter Ausprägung. Dieser Bereich ist als amtliches Biotop Nr. 5932-1323 „Auwaldstreifen am Lauterbach zwischen Loffeld und Bad Staffelstein“ kartiert und ist aufgrund der vielschichtigen Habitatstrukturen als besonders wertvoll für Haselmäuse und Vögel hervorzuheben. Des Weiteren bilden die großflächigen Feld- und Grünlandflächen wertvolle Brut- und Nahrungshabitate für planungsrelevante Vogelarten, besonders für Wiesenbrüter wie die Feldlerche.

4.1.4 Sparten und Kreuzungsbauwerke

Im Einstaubereich des Becken 1 verläuft ausgehend vom Peuntweg in Horsdorf entlang des Weges zur A73 ein Mittelspannungskabel (Erdkabel, Bayernwerk), das dort unterführt wird. Von der Autobahnbrücke aus ist entlang des parallel zur ST2204 geführten Radweges eine Vodafone-Leitung verlegt. Diese kreuzt nach ca. 290 m den Lauterbach und folgt dem Wassergraben zum asphaltierten Weg, dem sie Richtung A73-Unterführung folgt. Denselben Trassenverlauf hat die Telekom-Leitung, jedoch wird diese an der A73 nicht unterführt, sondern entlang des Dammfußes Richtung Süden geführt. Von Horsdorf aus führt eine Abwasserleitung durch den Einstaubereich in Richtung Autobahn, unter der sie durchgeführt ist. Seitens der öffentlichen Wasserversorgung verläuft ca. ab Dammsstationierung 0+180 eine Wasserleitung entlang des Radweges bis nach Horsdorf. Der nötige Dammbau entlang der ST2204 erfordert somit die Verlegung der Telekom-, Vodafone- und der Trinkwasserleitung. Der Abwasserkanal ist ebenfalls zu verlegen, da in diesem Bereich der neue Bachlauf angelegt werden soll.

Die nötige Abdichtung des Autobahndammes erfordert eine Änderung der Autobahntwässerung. Die Fahrbahntwässerung tritt aktuell auf ca. halber Dammhöhe aus und fließt in einem steinverfestigten Gerinne zum Dammfuß ab, von wo aus das anfallende Wasser in einer Verrohrung unter der Autobahn zum nördlich gelegenen Regenrückhaltebecken geleitet wird.



Abbildung 6: Autobahntwässerung



Abbildung 7: Dammdurchführung Autobahn

Der Neubau des Dammes erfordert den Rückbau des vorhandenen Brückenbauwerks am Lauterbach und bewirkt somit eine Abtrennung der direkten Feldzufahrt in diesem Bereich. Eine Erreichbarkeit über den Peuntweg ist weitergegeben. Der momentan parallel zur Straße verlaufende Radweg wird entsprechend auf den Damm verlegt.

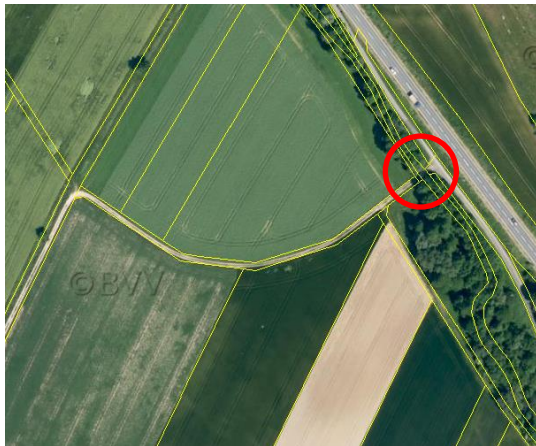


Abbildung 8: Erforderlicher Brückenrückbau (Quelle: Bayern Atlas)

4.1.5 Nutzen-Kosten-Vergleich

Das Vorgehen für den Nutzen-Kosten-Vergleich wurde eingangs im Kapitel 4 beschrieben und für alle Varianten analog durchgeführt. Die nachfolgende Abbildung 9 zeigt die bei einem HQ₁₀₀-Abfluss betroffenen Gebäude (rot) in den Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang für die Variante 1.



Abbildung 9: Variante 1 - betroffene Gebäude (rot)

Bei der Variante 1 sind insgesamt 268 Gebäude bzw. Gebäudeteile betroffen. Die Baukosten für diese Variante liegen gemäß Kostenschätzung bei 9.303.518 € (brutto). Die Schadenspotentialermittlung nach dem oben beschriebenen Muster ergibt ein Gesamtschadenspotential von 23.050.000 €. Da bei dieser Variante in den drei Gemeinden flussaufwärts der A73 keine weiteren Gebäude geschützt werden können ist sowohl der Schutzmehrwert als auch der Nutzenkostenfaktor gleich 0. Im Vergleich zu den anderen Varianten ist die Variante 1 somit als am ungünstigsten anzusehen, da nur Bad Staffelstein geschützt wird.

4.1.6 Bewertung der Variante 1

Wie aus Abbildung 10 hervorgeht, erreicht die Variante 1 in der Bewertungsmatrix eine Gesamtpunktzahl von 30,8 und ist im Vergleich mit den anderen Varianten als grundsätzlich geeignet zu bewerten.

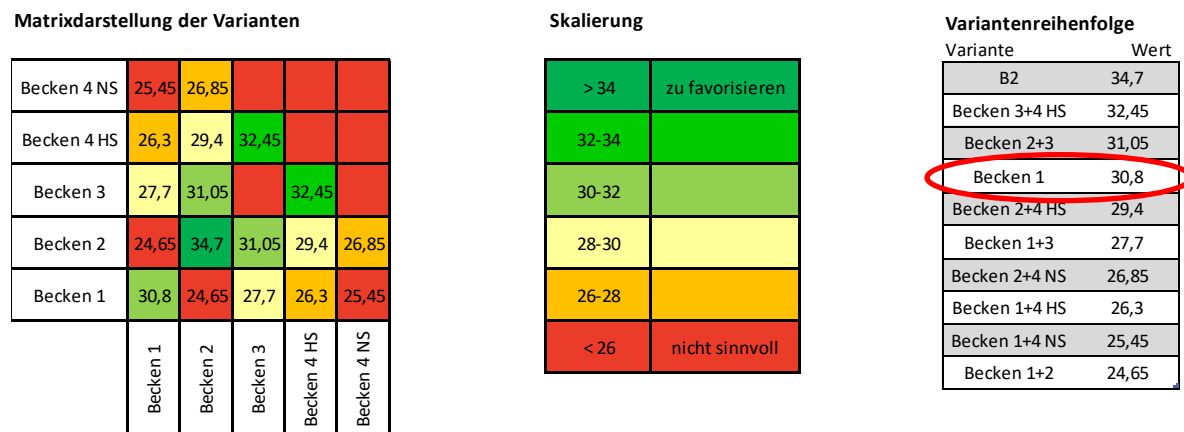


Abbildung 10: Variante 1 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung

Auf Grundlage der im geotechnischen Bericht beschriebenen Baugrundverhältnisse am Standort 1, ist der Bau des Rückhaltebeckens insbesondere im Hinblick auf die Gründung und Unterströmung des Damm- und Durchlassbauwerks als machbar einzustufen.

Bei den im Staubereich für ein $HQ_{100+15\%}$ befindlichen Grundstücken handelt es sich überwiegend um landwirtschaftlich genutzte Flächen. Die Größe der eingestauten Fläche am Beckenstandort bedingt nachteilige Auswirkungen für die Landwirtschaft durch mögliche Ernteauffälle sowie für die dort lebende Flora und Fauna. Für die Variante 1 ergibt sich für ein $HQ_{100+15\%}$ eine eingestaute Fläche von rd. 203.000 m² und damit vergleichsweise geringe Auswirkungen. Für die im Einstaufall betroffenen landwirtschaftlichen Nutzflächen ist eine entsprechende Entschädigungsregelung zu vereinbaren.

Der Eingriff in die Landwirtschaft durch Beanspruchung landwirtschaftlicher Flächen für den Bau des Dammbauwerks ist mit rd. 6.330 m² als sehr gering zu bewerten, da der Damm weitestgehend im Bereich des bestehenden Bachbetts verläuft.

Die landwirtschaftlichen Nutzflächen im Einstaubereich weisen gemäß der landwirtschaftlichen Standortkartierung (LSK) der bayrischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (LBA) mit einem gemittelten Bonitätswert von 4,15 eine hohe Ertragsfähigkeit auf.

Eingriffe in Bodendenkmäler ergeben sich mit der geplanten Lage der Dammaufstandsfläche nicht.

Mit der Umsetzung der Variante 1 gehen rd. 4.700 m² hochwertige Biotopflächen (naturnaher Bachlauf mit Gewässerbegleitgehölzen und Auwaldstrukturen) im Norden verloren bzw. werden beeinträchtigt.

Aus naturschutzfachlicher Sicht führt die Dammaufstandsfläche der Variante 1 zu einem Verlust von ca. 13 Quartierbäumen mit potenziell geeigneten Habitatstrukturen als Brut- und Nistplatz oder Schlafplatz. Gleichzeitig werden 2 Haselmaus- und 1 Reptilienfundpunkt durch den Dammbau beeinträchtigt. Hinsichtlich planungsrelevanter Vogelarten werden durch den Damm 6 Revierzentren beeinträchtigt.

Im Aufstaubereich des Beckens sind in dieser Variante 16 Revierzentren von Vögeln und 2 Reptilienfundpunkte beeinträchtigt.

Nach Umsetzung der Variante 1 werden keine Gebäude in den Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang geschützt. Damit wird kein Schutzmehrwert erzielt, wodurch der Nutzen-Kosten-Faktor mit 0,00 am schlechtesten von allen betrachteten Varianten ausfällt.

4.2 Variante 2 – Becken 1 und Becken 2

4.2.1 Lage und Ausführung

Bei Variante 2 wird eine Kombination der Becken 1 und 2 untersucht. Das Becken 2 liegt dabei zwischen den Ortschaften Loffeld und Stublang. Die Ausführung des Dammes und des Durchlassbauwerkes am Becken 1 erfolgt analog der Variante 1, wobei die Dammhöhe aufgrund des geringeren erforderlichen Volumens niedriger ausfällt.

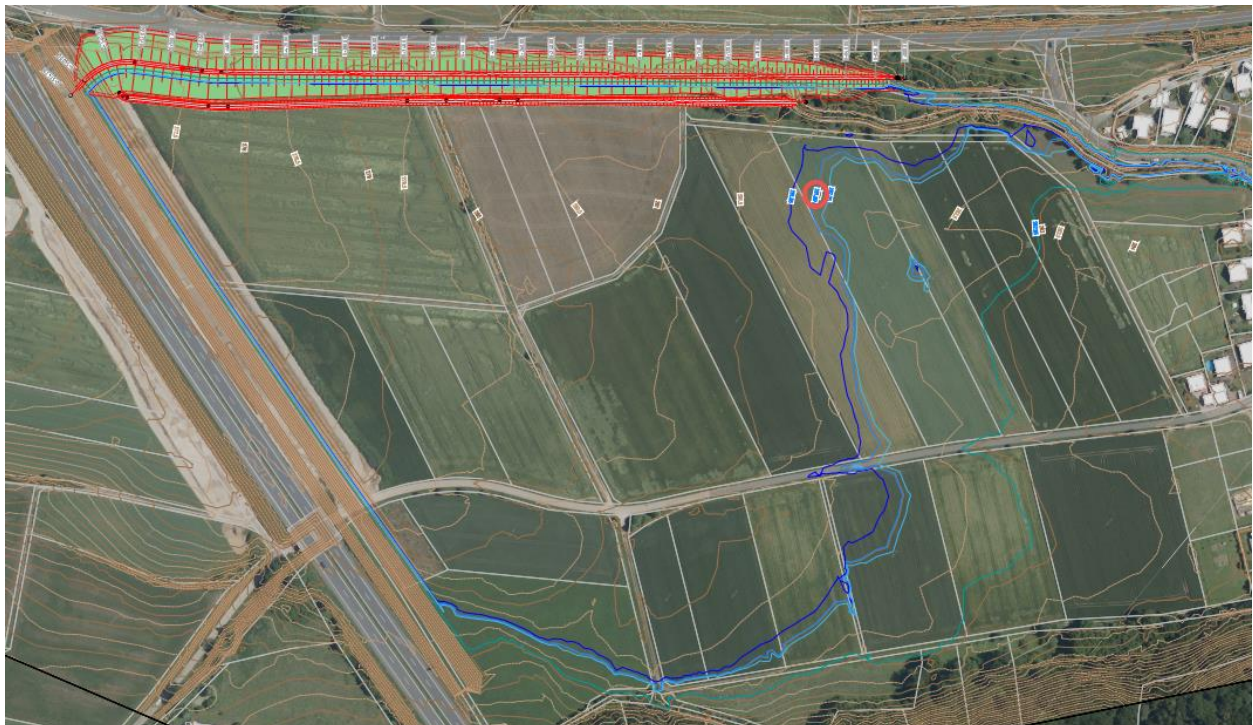


Abbildung 11: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 1 – Variante 2 (Anlage 1.01)

Am Beckenstandort 2 wird der Damm quer zum Lauterbach errichtet und ist somit ebenfalls im Hauptschluss ausgeführt. Um die Dammhöhe und damit die Dammkubatur möglichst gering zu halten, wurden im Rahmen des Vorentwurfs mehrere Standorte für die Dammaufstandsfläche miteinander verglichen. Die Berechnungen ergaben, dass eine Errichtung eines Absperrdamms rd. 230 m vor der Ortslage Loffeld günstige Bedingungen bietet. Mit der Lage der Dammaufstandsfläche wird gleichzeitig ein direkter Eingriff in das nahegelegene FFH-Gebiet (FFH 5932-271.08) vermieden. Grundsätzlich besteht aufgrund des erforderlichen Rückhaltevolumens, der topographischen Verhältnisse sowie der Flächenverfügbarkeit am Standort 2 ebenso die Möglichkeit den Absperrdamm weiter oberstrom zu errichten. Hieraus ergeben sich geringfügig größere Dammhöhen, dafür eine etwas kleinere Dammkubatur.

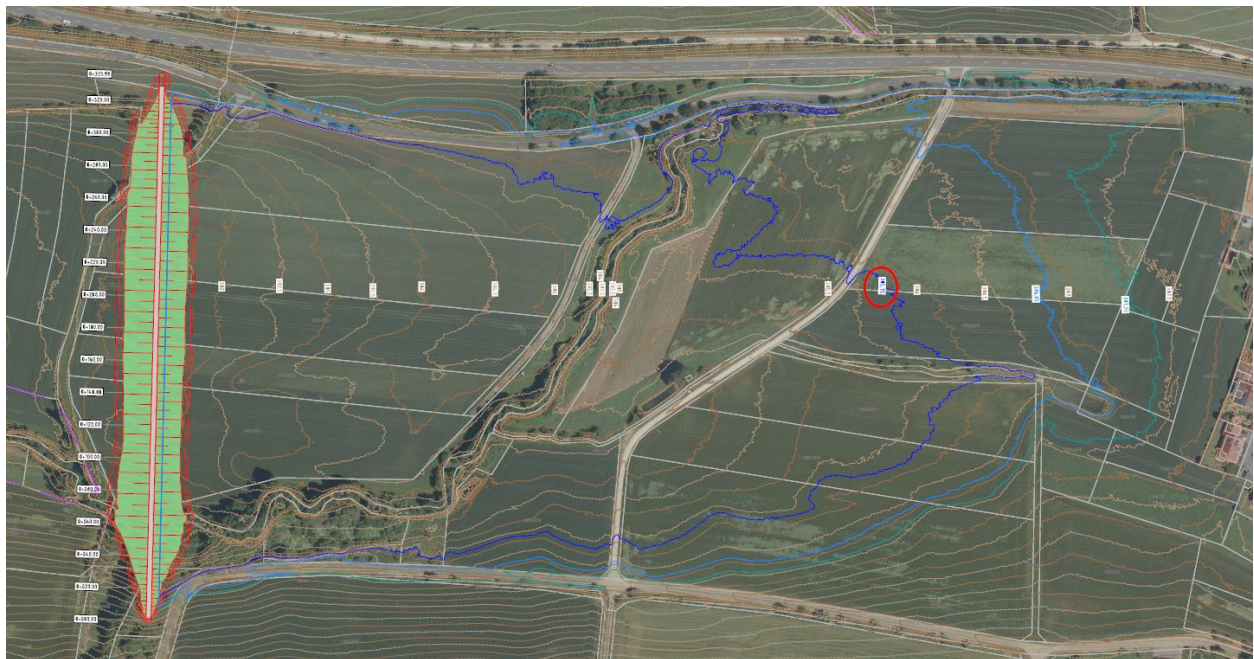


Abbildung 12: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 2 – Variante 2 (Anlage 1.02)

Beide Becken werden über ein Durchlassbauwerk geregelt, welches als Stahlbetonbauwerk ausgeführt wird. Um die ökologische Durchgängigkeit zu gewährleisten, wird im Bauwerk eine Ökoschlucht berücksichtigt. Als weitere Bestandteile der Betriebseinrichtung sind hydraulische Schütze zur Regulierung des Abflusses, eine Hochwasserentlastung mit Tosbecken sowie ein Grob – und Feinrechen zum Rückhalt von Treibgut vorgesehen.

Die Baukostenschätzung für die untersuchte Variante ist in Kapitel 8 sowie den entsprechenden Anlagen ausführlich dargestellt. Die Gesamtsumme liegt bei rund 11,34 Mio. € (netto).

4.2.2 Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange

Für den Lastfall $HQ_{100+15\%}$ wurde im N-A-Modell der Drosselabfluss an der A73 von $20 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $19,5 \text{ m}^3/\text{s}$ verkleinert, um einen Zufluss aus dem unterhalb anschließenden, unbeherrschten Zwischeneinzugsgebiet zu berücksichtigen. Für das Becken 1 ergibt sich unter dieser Annahme ein erforderliches Retentionsvolumen von 280.000 m^3 . Wie im Lageplan (Anlage 1.01) ersichtlich, resultiert dies in einem Wasserspiegel von $281,99 \text{ m}\text{üNHN}$, wobei eine Fläche von 156.882 m^2 eingestaut wird. Unter Annahme eines Freibordes von $1,5 \text{ m}$ ergibt sich eine Dammkote von $283,49 \text{ m}\text{üNHN}$.

Der Drosselabfluss am Becken 2 beträgt im Lastfall $HQ_{100+15\%}$ $17,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Das erforderliche Retentionsvolumen liegt bei 175.000 m^3 und wird bei einem Wasserspiegel von $305,75 \text{ m}\text{üNHN}$ erreicht. Die eingestaute Fläche beträgt dabei 104.511 m^2 . Bei Annahme eines Freibordes von $1,5 \text{ m}$ ergibt sich eine maximale Dammkote von $6,95 \text{ m}$ über der Talsohle (vgl. Anlage 1.02).

Die einzelnen Rückhaltevolumen in der Beckenkombination wurden im N-A-Modell durch eine schrittweise Anpassung der Drosselabgabe und gleichzeitigem Vergleich des Gesamtvolumens, mit dem der Einzelbeckenlösung 1 errechnet.

Das Überschwemmungsgebiet im HQ₁₀₀-Fall für das gesamte Projektgebiet ist in Abbildung 12 dargestellt. Das neu berechnete Überschwemmungsgebiet ist dabei in blau dargestellt, der Ist-Zustand in türkis. Oberhalb des Becken 2 ergeben sich keine Änderungen und es ist weiterhin das Überschwemmungsgebiet gemäß dem Ist-Zustand anzunehmen. Die orange markierten Bereiche zeigen die betroffenen Gebäude. Grüne Markierungen zeigen Gebäude, die in dieser Plan-Variante geschützt werden. Die genaue Anzahl der Gebäude wird im Kapitel des Nutzen-Kosten-Vergleichs genannt und entsprechend bewertet.

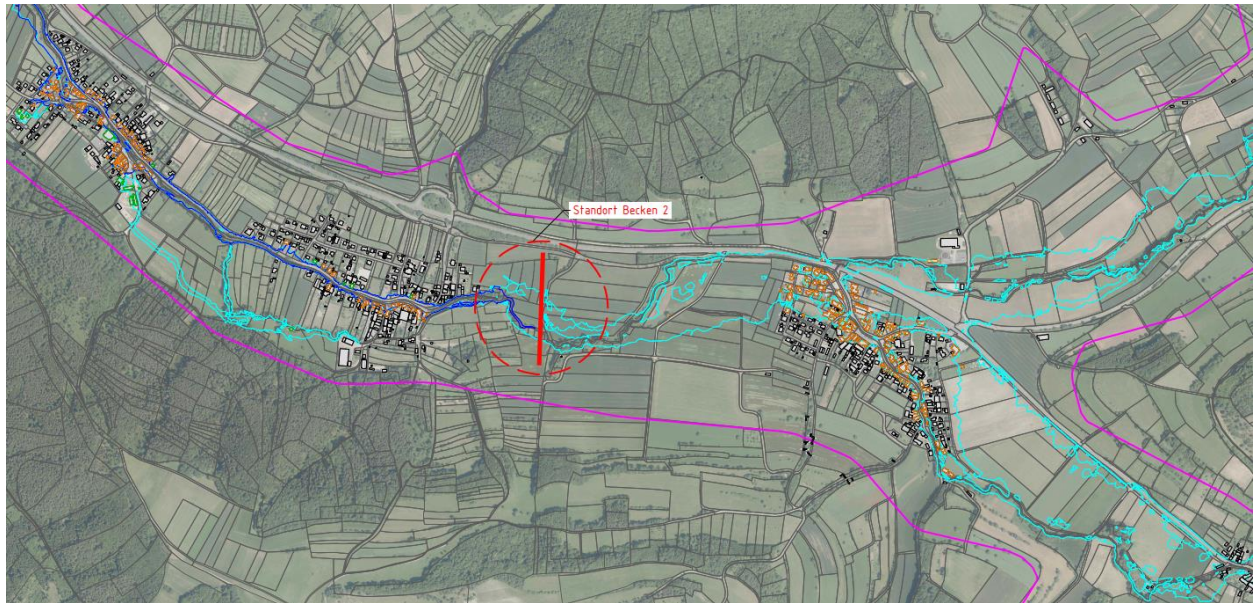


Abbildung 13: Überschwemmungsgebiet bei Variante 2 (Anlage 2.02)

4.2.3 Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange

Das Gesamte Becken befindet sich im Landschaftsschutzgebiet „Fränkische Schweiz – Veldensteiner Forst“. Im Süden grenzt das FFH-Gebiet 5932-371 „Albtrauf im Landkreis Lichtenfels“ an.

Der Damm des Beckens 2 erstreckt sich von Nord nach Süd und zerschneidet den im Süden gelegenen Lauterbach mit seinen gewässerbegleitenden Gehölzsaum. Die angrenzenden Gewässerbegleitgehölze sind bei dieser Variante besonders großflächig ausgeprägt. Sowohl der Bach als auch die Gehölze sind in der amtlichen Biotopkartierung Biotop Nr. 5932-1415 als „Auwälder und Gehölzsäume [...]“ kartiert und aufgrund der vielseitigen Habitat-Strukturen als wertvoll einzustufen. Der Großteil der Damm- und Beckenfläche ist durch Ackernutzung geprägt. Auf den intensiv bewirtschafteten Flächen kommen vereinzelte Bodenbrüter wie die Feldlerche vor.

Für die Bestandsbewertung von Becken 1 vgl. Kap. 4.1.3.

4.2.4 Sparten und Kreuzungsbauwerke

In der Variante 2 sind an beiden Beckenstandorten Spartenverlegungen erforderlich. Die notwendigen Anpassungen im Becken 1 wurden bereits in Kapitel 4.1.4 aufgeführt und sind bei Variante 2 in gleichem Umfang zu beachten.

Am Beckenstandort 2 quert eine Mittelspannungsleitung (Freileitung) der Bayernwerke den Stauhaltungsdamm, die durch den Einstaubereich weiter Richtung Stublang führt. Entlang der Trasse sind die

vorgeschriebenen lichten Höhen einzuhalten, welche eine Höhenanpassung erfordern. Ebenfalls dammquerend ist ein Abwasserkanal zwischen den Gemeinden Loffeld und Stublang verlegt, der umzuverlegen ist.

Zudem verlaufen nach Auskunft der Stadtwerke Lichtenfels entlang des bestehenden Radweges zwischen Loffeld und Stublang beidseitig Wasserversorgungsleitungen. Die Leitungen liegen im Randbereich der Dammaufstandsfläche, ein direkter Konfliktpunkt besteht jedoch nicht. Hier ist im Rahmen der weiteren Planungsphasen die Notwendigkeit einer Umverlegung zu prüfen.

4.2.5 Nutzen-Kosten-Vergleich

Das Vorgehen für den Nutzen-Kosten-Vergleich wurde eingangs im Kapitel 4 beschrieben und für alle Varianten analog durchgeführt. Die nachfolgende Abbildung 14 zeigt die bei einem HQ_{100} -Abfluss betroffenen Gebäude in Rot in den Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang für die Variante 2. Die blau markierten Gebäude würden bei der Umsetzung dieser Variante zukünftig voraussichtlich nicht mehr im Überschwemmungsgebiet liegen und zählen somit zum Schutzmehrwert der Variante 2 gegenüber der Variante 1.



Abbildung 14: Variante 2 – betroffene / geschützte Gebäude (rot/blau)

Es ist zu erkennen, dass vereinzelte Gebäude in Horsdorf und Loffeld zukünftig von einem Hochwasser geschützt wären. Insgesamt bleiben 248 Gebäude von einem HQ_{100} -Abfluss betroffen. Die Baukosten für diese Variante liegen gemäß Kostenschätzung bei 13.512.801 € (brutto). Das Gesamtschadenspotential beträgt 21.300.000 €. Der Schutzmehrwert beziffert sich auf 1.750.000 €, wodurch der Nutzenkostenfaktor der Variante 2 gegenüber der Variante 1 bei 0,13 liegt.

4.2.6 Bewertung der Variante 2

Für alle Varianten wurde, wie bereits in der Bewertung von Variante 1 beschrieben, eine Beurteilung nach festgelegten Kriterien durchgeführt und so eine Vergleichbarkeit der Varianten ermöglicht. Wie aus Abbildung 15 hervorgeht, erreicht die Variante 2 in der Bewertungsmatrix eine Gesamtpunktzahl von 24,65 und ist im Vergleich mit den anderen Varianten die ungeeignetste Lösung.

Matrixdarstellung der Varianten						Skalierung		Variantenreihenfolge	
	Becken 1	Becken 2	Becken 3	Becken 4 HS	Becken 4 NS			Variante	Wert
Becken 4 NS	25,45	26,85				> 34	zu favorisieren	B2	34,7
Becken 4 HS	26,3	29,4	32,45			32-34		Becken 3+4 HS	32,45
Becken 3	27,7	31,05		32,45		30-32		Becken 2+3	31,05
Becken 2	24,65	34,7	31,05	29,4	26,85	28-30		Becken 1	30,8
Becken 1	30,8	24,65	27,7	26,3	25,45	26-28		Becken 2+4 HS	29,4
						< 26	nicht sinnvoll	Becken 1+3	27,7
								Becken 2+4 NS	26,85
								Becken 1+4 HS	26,3
								Becken 1+4 NS	25,45
								Becken 1+2	24,65

Abbildung 15: Variante 2 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung

Auf Grundlage der im geotechnischen Bericht beschriebenen Baugrundverhältnisse an den Standorten 1 und 2, ist der Bau des Rückhaltebeckens insbesondere im Hinblick auf die Gründung und Unterströmung des Damm- und Durchlassbauwerks als machbar einzustufen.

Bei den im Staubereich für ein $HQ_{100+15\%}$ befindlichen Grundstücken handelt es sich überwiegend um landwirtschaftlich genutzte Flächen sowie vereinzelt Wirtschaftswege. Die eingestaute Fläche für ein $HQ_{100+15\%}$ beträgt insgesamt rd. 261.500 m² und bedingt damit im Einstaufall sehr hohe landwirtschaftliche und ökologische Auswirkungen.

Der Eingriff in die Landwirtschaft durch Beanspruchung landwirtschaftlicher Flächen für den Bau der beiden Dammbauwerke ist mit insgesamt rd. 12.420 m² als gering zu bewerten.

Der Umfang erforderlicher Spartenumlegungen am Standort 2 ist als hoch zu bewerten.

Die landwirtschaftlichen Nutzflächen im Einstaubereich der Becken 1 und Becken 2 weisen gemäß der LSK mit einem gemittelten Bonitätswert von 4,36 eine insgesamt hohe Ertragsfähigkeit auf.

Eingriffe in Bodendenkmäler ergeben sich mit der geplanten Lage der Dammaufstandsflächen nicht.

In Anbetracht der Höhe des Dammbauwerks von bis zu 6,95 m sowie der Lage der Dammaufstandsfläche ist mit einem nicht unerheblichen, aber moderaten Eingriff ins Landschaftsbild zu rechnen.

Mit der Umsetzung der Variante 2 gehen in Becken 1 und 2 rd. 8.200 m² hochwertige Biotopflächen (naturnaher Bachlauf mit Gewässerbegleitgehölzen und Auwaldstrukturen) verloren bzw. werden beeinträchtigt.

Die Dammaufstandsfläche der Variante 2 führt zu einem Verlust von ca. 20 Quartierbäumen mit potenziell geeigneten Habitatstrukturen als Brut- und Nistplatz oder Schlafplatz. Gleichzeitig werden

2 Haselmaus- und 1 Reptilienfundpunkt durch den Dammbau beeinträchtigt. Hinsichtlich planungsrelevanter Vogelarten sind durch den Damm 10 Revierzentren betroffen.

Im Aufstaubereich des Beckens sind in dieser Variante 24 Revierzentren von Vögeln, 2 Reptilienfundpunkte und 1 Haselmausfundpunkt beeinträchtigt. Weiterhin liegen im Aufstaubereich 7 Quartierbäume.

Die Variante 2 sorgt neben dem übergeordneten Schutz des Kerngebiets Bad Staffelstein für einen verbesserten Hochwasserschutz der Gemeinden Horsdorf und Loffeld. Nach der Umsetzung der Variante 2 werden 20 Gebäude in den Gemeinden bachaufwärts der A73 geschützt. Der Nutzen-Kosten-Faktor fällt aufgrund höherer Baukosten und einem nur geringen Schutzmehrwert gegenüber der Variante 1 mit 0,13 sehr gering aus.

4.3 Variante 3 – Becken 1 und Becken 3

4.3.1 Lage und Ausführung

Bei Variante 3 wird eine Kombination der Becken 1 und 3 untersucht. Das Becken 3 liegt dabei oberhalb der Ortschaft Stublang an der Döberten, einem Zufluss zum Lauterbach. Die Ausführung wird im Hauptschluss erfolgen. Das Becken 1 ist analog den vorangegangenen Varianten geplant, erfordert in dieser Kombination jedoch weniger Stauvolumen. Folglich kann das Becken 1 mit einem niedrigeren Damm als in Variante 1 und 2 ausgeführt werden.



Abbildung 16: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 1 – Variante 3 (Anlage 1.01)

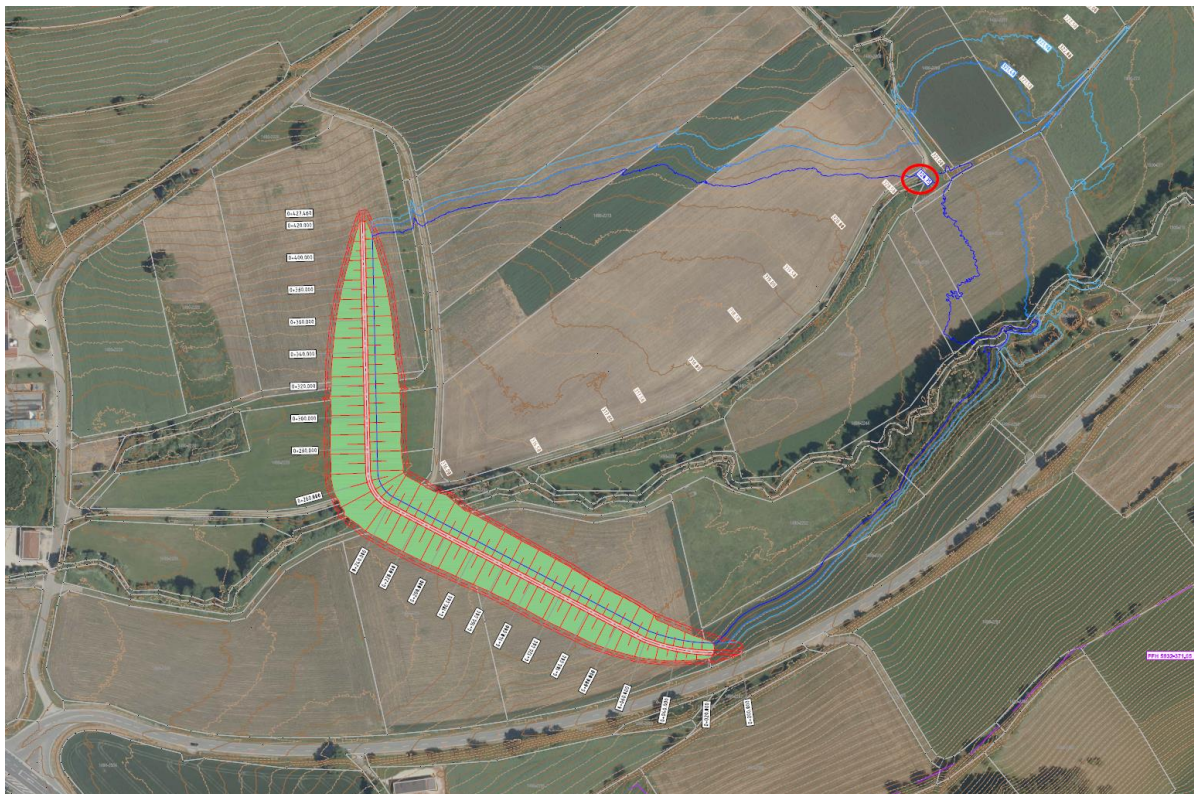


Abbildung 17: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 3 – Variante 3 (Anlage 1.03)

Beide Becken werden über ein Durchlassbauwerk geregelt, welches als Stahlbetonbauwerk ausgeführt wird. Um die ökologische Durchgängigkeit zu gewährleisten, wird im Bauwerk eine Ökoschlucht berücksichtigt. Als weitere Bestandteile der Betriebseinrichtung sind hydraulische Schütze zur Regulierung des Abflusses, eine Hochwasserentlastung mit Tosbecken sowie ein Grob – und Feinrechen zum Rückhalt von Treibgut vorgesehen.

Die Baukostenschätzung für die untersuchte Variante ist in Kapitel 8 sowie den entsprechenden Anlagen ausführlich dargestellt. Die Gesamtsumme liegt bei rund 12,22 Mio. € (netto).

4.3.2 Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange

Für den Lastfall $HQ_{100+15\%}$ wurde im N-A-Modell der Drosselabfluss an der A73 von $20 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $19,5 \text{ m}^3/\text{s}$ verkleinert, um einen Zufluss aus dem unterhalb anschließenden, unbeherrschten Zwischeneinzugsgebiet zu berücksichtigen. Für das Becken 1 ergibt sich unter dieser Annahme ein erforderliches Retentionsvolumen von 260.000 m^3 . Wie im Lageplan (Anlage 1.01) ersichtlich, resultiert dies in einem Wasserspiegel von $281,86 \text{ m} \text{üNHN}$, wobei eine Fläche von 150.219 m^2 eingestaut wird. Unter Annahme eines Freibordes von $1,5 \text{ m}$ ergibt sich eine Dammkote von $283,36 \text{ m} \text{üNHN}$.

Der Drosselabfluss am Becken 3 beträgt im Lastfall $HQ_{100+15\%}$ $8,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Das erforderliche Retentionsvolumen liegt bei 190.000 m^3 und wird bei einem Wasserspiegel von $320,75 \text{ m} \text{üNHN}$ erreicht. Die eingestaute Fläche beträgt dabei 85.800 m^2 . Bei Annahme eines Freibordes von $1,5 \text{ m}$ ergibt sich eine Dammkote von $322,25 \text{ m} \text{üNHN}$ (siehe Anlage 1.03).

Die einzelnen Rückhaltevolumen in der Beckenkombination wurden im N-A-Modell durch eine schrittweise Anpassung der Drosselabgabe und gleichzeitigem Vergleich des Gesamtvolumens, mit dem der Einzelbeckenlösung 1 errechnet.

Das Überschwemmungsgebiet im HQ₁₀₀-Fall für das gesamte Projektgebiet ist in Abbildung 18 dargestellt. Das neu berechnete Überschwemmungsgebiet ist dabei in blau dargestellt, der Ist-Zustand in türkis. Die orange markierten Bereiche stellen weiterhin betroffene Gebäude dar. Grüne Markierungen zeigen Gebäude, die in dieser Plan-Variante geschützt werden. Die genaue Anzahl der Gebäude wird im Kapitel des Nutzen-Kosten-Vergleichs genannt und entsprechend bewertet.



Abbildung 18: Überschwemmungsgebiet bei Variante 3 (Anlage 2.03)

4.3.3 Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange

Das gesamte Becken befindet sich im Landschaftsschutzgebiet „Fränkische Schweiz – Veldensteiner Forst“.

Der Beckenstandort 3 ist großflächig durch landwirtschaftliche Nutzung mit Grünland und Acker geprägt. Die Döberten (Oberlauf des Lauterbachs) quert das Becken von Ost nach West und wird von einem weiteren, aus nordöstlicher Richtung kommenden Zufluss gespeist. Entlang der Döberten befinden sich mehrere Kopfbäume alter Ausprägung in enger Verzahnung mit Gewässerbegleitgehölzen. Letztere säumen auch den von Nordosten herkommenden Zufluss. Einzelne Gehölze und Hecken entlang von Wirtschaftswegen untergliedern ein wenig die Feldflächen. Die ausgedehnten Gehölze entlang der Gewässer und Gräben, als Biotop Nr. 5932-1415 „Auwälder und Gehölzsäume an Döberten, Döriz und Lauterbach zwischen Serkendorf bzw. Schwabthal und Loffeld“ ausgewiesen, bieten hier vor allem für die planungsrelevante Art Haselmaus optimale Habitatstrukturen. Die großflächigen Feldflächen werden dagegen von Wiesenbrütern wie der Feldlerche besiedelt.

Für die Bestandsbewertung von Becken 1 vgl. Kap. 4.1.3.

4.3.4 Sparten und Kreuzungsbauwerke

In der Variante 3 sind an beiden Beckenstandorten Spartenverlegungen erforderlich. Die notwendigen Anpassungen im Becken 1 wurden bereits in Kapitel 4.1.4 aufgeführt und sind bei Variante 3 in gleichem Umfang zu beachten.

Am Becken 3 verläuft entlang des Feldwegs in Richtung Uetzing ein Mittelspannungskabel (Erdkabel) der Bayernwerke, welches den geplanten Damm mittig quert und somit eine Umlegung notwendig macht. Weitere Spartenumlegungen sind im direkten Umgriff der Dammaufstandsfläche nicht erforderlich.

4.3.5 Nutzen-Kosten-Vergleich

Das Vorgehen für den Nutzen-Kosten-Vergleich wurde eingangs im Kapitel 4 beschrieben und für alle Varianten analog durchgeführt. Die nachfolgende Abbildung zeigt die bei einem HQ₁₀₀-Abfluss betroffenen Gebäude in Rot in den Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang für die Variante 3. Die blau markierten Gebäude würden bei der Umsetzung dieser Variante zukünftig voraussichtlich nicht mehr im Überschwemmungsgebiet liegen und zählen somit zum Schutzmehrwert der Variante 3 gegenüber der Variante 1.



Abbildung 19: Variante 3 – betroffene / geschützte Gebäude (rot/blau)

Auch bei der Variante 3 könnten zukünftig vereinzelte Gebäude in Horsdorf und Loffeld vor einem Hochwasser geschützt werden. Hinzu kommen vereinzelte Gebäude in Stublang. Insgesamt bleiben 226 Gebäude von einem HQ₁₀₀-Abfluss betroffen. Die Baukosten für diese Variante liegen gemäß Kostenschätzung bei 14.541.961 € (brutto). Das Gesamtschadenspotential beträgt 19.550.000 €. Der Schutzmehrwert beziffert sich auf 3.500.000 €, wodurch der Nutzenkostenfaktor der Variante 3 gegenüber der Variante 1 bei 0,24 liegt.

4.3.6 Bewertung der Variante 3

Für alle Varianten wurde, wie bereits in der Bewertung von Variante 1 beschrieben, eine Beurteilung nach festgelegten Kriterien durchgeführt und so eine Vergleichbarkeit der Varianten ermöglicht. Wie aus Abbildung 20 hervorgeht, erreicht die Variante 3 in der Bewertungsmatrix eine Gesamtpunktzahl von 27,7 und ist im Vergleich mit den anderen Varianten als eher ungeeignet zu bewerten.

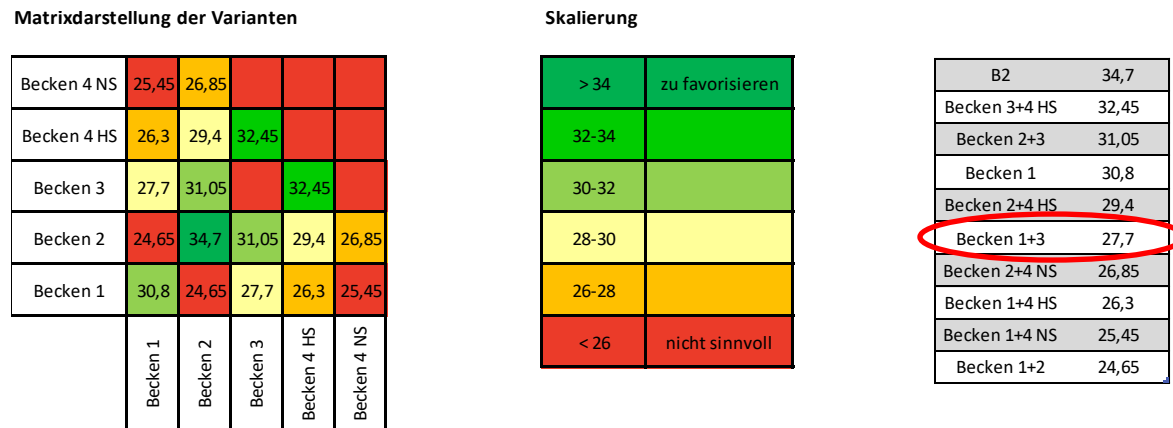


Abbildung 20: Variante 3 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung

Auf Grundlage der im geotechnischen Bericht beschriebenen Baugrundverhältnisse an den Standorten 1 und 3, ist der Bau des Rückhaltebeckens insbesondere im Hinblick auf die Gründung und Unterströmung des Damm- und Durchlassbauwerks als machbar einzustufen.

Bei den im Staubereich befindlichen Grundstücken handelt es sich überwiegend um landwirtschaftlich genutzte Flächen sowie vereinzelt Wirtschaftswege. Die kumulierte Einstaufläche für ein HQ_{100+15%} beträgt rd. 236.300 m² und bedingt damit im Einstaufall moderate landwirtschaftliche und ökologische Auswirkungen.

Der Eingriff in die Landwirtschaft durch Beanspruchung landwirtschaftlicher Flächen für den Bau der beiden Dammbauwerke ist mit insgesamt rd. 16.670 m² als moderat zu bewerten.

Der Umfang erforderlicher Spartenumlegungen am Standort 3 ist als moderat einzustufen.

Die landwirtschaftlichen Nutzflächen im Einstaubereich der Becken 1 und Becken 3 weisen gemäß der LSK mit einem gemittelten Bonitätswert von 4,5 eine insgesamt sehr hohe Ertragsfähigkeit auf.

Eingriffe in Bodendenkmäler ergeben sich mit der geplanten Lage der Dammaufstandsflächen nicht.

Der Eingriff in das Landschaftsbild am Standort 3 ist in Anbracht der Höhe des Dammbauwerks von bis zu 6,65 m sowie der Lage der Dammaufstandsfläche als gering zu bewerten. Aufgrund der günstigen Talform lässt der Damm gut in das umliegende Landschaftsbild integrieren.

Mit der Umsetzung der Variante 3 gehen in Becken 1 und 3 rd. 7.700 m² hochwertige Biotopflächen (naturnaher Bachlauf mit Gewässerbegleitgehölzen und Auwaldstrukturen) verloren bzw. werden beeinträchtigt. Zudem kommt das Becken 3 dieser Variante im Landschaftsschutzgebiet „Fränkische Schweiz – Veldensteiner Forst“ zu liegen.

Aus naturschutzfachlicher Sicht führt die Dammaufstandsfläche der Variante 3 zu einem Verlust von ca. 14 Quartierbäumen mit potenziell geeigneten Habitatstrukturen als Brut- und Nistplatz oder Schlafplatz. Gleichzeitig werden 2 Haselmaus-, 1 Reptilienfundpunkt und 1 Fundpunkt von planungsrelevanten Tagfaltern durch den Dammbau beeinträchtigt. Hinsichtlich planungsrelevanter Vogelarten sind durch den Damm 10 Revierzentren betroffen.

Im Aufstaubereich des Beckens sind in dieser Variante 23 Revierzentren von Vögeln, 2 Reptilien- und 4 Haselmausfundpunkte beeinträchtigt. Weiterhin werden 7 Quartierbäume und 1 Fundpunkt von planungsrelevanten Tagfaltern überstaut.

Die Variante 3 sorgt neben dem übergeordneten Schutz des Kerngebiets Bad Staffelstein für einen verbesserten Hochwasserschutz der Gemeinden Horsdorf und Loffeld. Nach der Umsetzung der Variante 3 werden 42 Gebäude in den Gemeinden bachaufwärts der A73 geschützt. Ähnlich wie bei der Variante 2 fällt der Nutzen-Kosten-Faktor aufgrund von höheren Baukosten und einem relativ geringem Schutzmehrwert gegenüber der Variante 1 mit 0,24 gering aus.

4.4 Variante 4 – Becken 1 und Becken 4 im Hauptschluss

4.4.1 Lage und Ausführung

Bei Variante 4 wird eine Kombination der Becken 1 und 4 untersucht. Der Beckenstandort 4 liegt dabei an der Döritz zwischen den Ortschaften Stublang und Frauendorf. Bei Ausführung des Becken 4 im Hauptschluss wird das Hochwasserrückhaltebecken im südlichen Teil durchflossen und staut im Hochwasserfall bis zur Staatsstraße ST2204. Quer zum Bach und entlang der Straße sind entsprechende Dämme zu errichten. Die Umsetzung des Becken 1 ist dabei analog der Variante 1 geplant, erfordert aber ein geringeres Stauvolumen.



Abbildung 21: Dammvariante und Eintaubereich am Becken 1 – Variante 4 (Anlage 1.01)



Abbildung 22: Dammvariante und Eintaubereich am Becken 4 – Variante 4 (Anlage 1.04)

Beide Becken werden über ein Durchlassbauwerk geregelt, welches als Stahlbetonbauwerk ausgeführt wird. Um die ökologische Durchgängigkeit zu gewährleisten, wird im Bauwerk eine Ökoschlucht

berücksichtigt. Als weitere Bestandteile der Betriebseinrichtung sind hydraulische Schütze zur Regulierung des Abflusses, eine Hochwasserentlastung mit Tosbecken sowie ein Grob – und Feinrechen zum Rückhalt von Treibgut vorgesehen.

Die Baukostenschätzung für die untersuchte Variante ist in Kapitel 8 sowie den entsprechenden Anlagen ausführlich dargestellt. Die Gesamtsumme liegt bei rund 13,0 Mio. € (netto).

4.4.2 Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange

Für den Lastfall $HQ_{100+15\%}$ wurde im N-A-Modell der Drosselabfluss an der A73 von $20 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $19,5 \text{ m}^3/\text{s}$ verkleinert, um einen Zufluss aus dem unterhalb anschließenden, unbeherrschten Zwischeneinzugsgebiet zu berücksichtigen. Für das Becken 1 ergibt sich unter dieser Annahme ein erforderliches Retentionsvolumen von 290.000 m^3 . Wie im Lageplan (Anlage 1.01) ersichtlich, resultiert dies in einem Wasserspiegel von $282,05 \text{ müNHN}$, wobei eine Fläche von 159.657 m^2 eingestaut wird. Unter Annahme eines Freibordes von $1,5 \text{ m}$ ergibt sich eine Dammkote von $283,55 \text{ müNHN}$.

Der Drosselabfluss am Becken 4 beträgt im Lastfall $HQ_{100+15\%}$ $10,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Das erforderliche Retentionsvolumen liegt bei 155.000 m^3 und wird bei einem Wasserspiegel von $325,30 \text{ müNHN}$ erreicht (vgl. Anlage 1.04). Die eingestaute Fläche beträgt dabei 71.994 m^2 . Bei Annahme eines Freibordes von $1,5 \text{ m}$ ergibt sich eine Dammkote von $326,80 \text{ müNHN}$.

Die einzelnen Rückhaltevolumen in der Beckenkombination wurden im N-A-Modell durch eine schrittweise Anpassung der Drosselabgabe und gleichzeitigem Vergleich des Gesamtvolumens, mit dem der Einzelbeckenlösung 1 errechnet.

Das Überschwemmungsgebiet im HQ_{100} -Fall für das gesamte Projektgebiet ist in Abbildung 23 dargestellt. Das neu berechnete Überschwemmungsgebiet ist dabei in blau dargestellt, der Ist-Zustand in türkis. Die orange markierten Bereiche stellen weiterhin betroffene Gebäude dar. Grüne Markierungen zeigen Gebäude, die in dieser Plan-Variante geschützt werden. Die genaue Anzahl der Gebäude wird im Kapitel des Nutzen-Kosten-Vergleichs genannt und entsprechend bewertet.

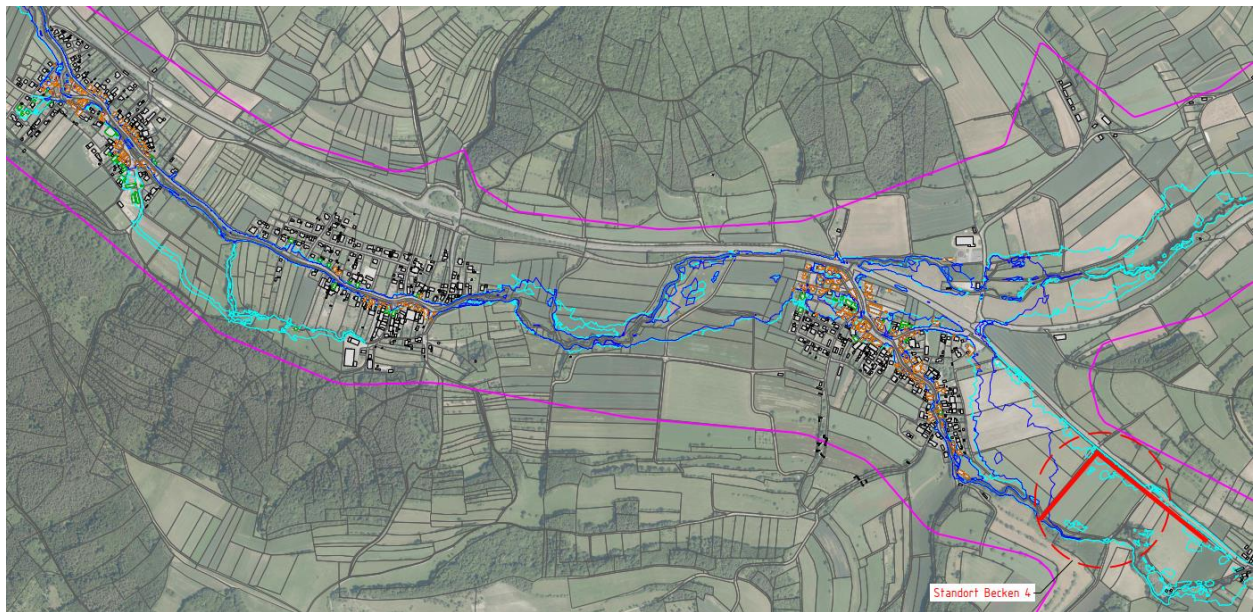


Abbildung 23: Überschwemmungsgebiet bei Variante 4 (Anlage 2.04)

4.4.3 Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange

Das Landschaftsschutzgebiet „Fränkische Schweiz – Veldensteiner Forst“ und das FFH-Gebiet 5932-371 „Albtrauf im Landkreis Lichtenfels“ grenzen im Südwesten an den Beckenstandort randlich an.

Die Dammvariante bei Becken 4 im Hauptschluss erstreckt sich von der St2204 über die gesamte Talbreite bis zur Döriz. Der Beckenstandort ist stark landwirtschaftlich durch Ackerbau genutzt. Das Landschaftsbild wird im Südwesten durch den naturnahen Bachlauf der Döriz mit ihren gewässerbegleitenden Gehölzen geprägt, welche den Bachlauf beidseitig begleiten. Sowohl der Bachlauf der Döriz als auch die Gehölze sind in der amtlichen Biotopkartierung als Biotop Nr. 5932-1415 „Auwälder und Gehölzsäume [...]“ kartiert. Die Gehölzflächen werden vor allem von den planungsrelevanten Arten Haselmaus und Vögel bewohnt. Bei einem Aufstau würden in dieser Variante neben Feld- und Grünlandflächen vor allem die Gehölzbestände betroffen sein. Vereinzelt kommt die Feldlerche in den landwirtschaftlichen Flächen vor.

Für die Bestandsbewertung von Becken 1 vgl. Kap. 4.1.3.

4.4.4 Sparten und Kreuzungsbauwerke

In der Variante 4 sind an beiden Beckenstandorten Spartenverlegungen erforderlich. Die notwendigen Anpassungen im Becken 1 wurden bereits in Kapitel 4.1.4 aufgeführt und sind bei Variante 4 in gleichem Umfang zu beachten.

Am Becken 4 liegt am Radweg entlang der ST2204 ein Mittelspannungskabel (Erdkabel, Bayernwerk), eine Leitung der Telekom und ein neu verlegter Abwasserkanal, der die Gemeinde Frauendorf an das Abwassernetz der Kläranlage Bad Staffelstein anschließt. Das alte Klärwerk bei Frauendorf ist nicht mehr in Betrieb.

Im Hochwasserfall wird die feldwegüberführende Brücke komplett eingestaut.

4.4.5 Nutzen-Kosten-Vergleich

Das Vorgehen für den Nutzen-Kosten-Vergleich wurde eingangs im Kapitel 4 beschrieben und für alle Varianten analog durchgeführt. Die nachfolgende Abbildung zeigt die bei einem HQ_{100} -Abfluss betroffenen Gebäude in Rot in den Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang für die Variante 4. Die blau markierten Gebäude würden bei der Umsetzung dieser Variante zukünftig voraussichtlich nicht mehr im Überschwemmungsgebiet liegen und zählen somit zum Schutzmehrwert der Variante 4 gegenüber der Variante 1.



Abbildung 24: Variante 4 – betroffene / geschützte Gebäude (rot/blau)

Bei der Variante 4 könnten sowohl in Horsdorf als auch in Loffeld und Stublang vereinzelte Gebäude zukünftig vor einem Hochwasser geschützt werden. Insgesamt bleiben 209 Gebäude von einem HQ_{100} -Abfluss betroffen. Die Baukosten für diese Variante liegen gemäß Kostenschätzung bei 15.472.912 € (brutto). Das Gesamtschadenspotential beträgt 18.050.000 €. Der Schutzmehrwert beziffert sich auf 5.000.000 €, wodurch der Nutzenkostenfaktor der Variante 4 gegenüber der Variante 1 bei 0,32 liegt.

4.4.6 Bewertung der Variante 4

Für alle Varianten wurde, wie bereits in der Bewertung von Variante 1 beschrieben, eine Beurteilung nach festgelegten Kriterien durchgeführt und so eine Vergleichbarkeit der Varianten ermöglicht. Wie aus Abbildung 25 hervorgeht, erreicht die Variante 4 in der Bewertungsmatrix eine Gesamtpunktzahl von 26,3 und ist im Vergleich mit den anderen Varianten als eher ungeeignet zu bewerten.

Matrixdarstellung der Varianten

Becken 4 NS	25,45	26,85			
Becken 4 HS	26,3	29,4	32,45		
Becken 3	27,7	31,05		32,45	
Becken 2	24,65	34,7	31,05	29,4	26,85
Becken 1	30,8	24,65	27,7	26,3	25,45
	Becken 1	Becken 2	Becken 3	Becken 4 HS	Becken 4 NS

Skalierung

> 34	zu favorisieren
32-34	
30-32	
28-30	
26-28	
< 26	nicht sinnvoll

Variantenreihenfolge

Variante	Wert
B2	34,7
Becken 3+4 HS	32,45
Becken 2+3	31,05
Becken 1	30,8
Becken 2+4 HS	29,4
Becken 1+3	27,7
Becken 2+4 NS	26,85
Becken 1+4 HS	26,3
Becken 1+4 NS	25,45
Becken 1+2	24,65

Abbildung 25: Variante 4 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung

Auf Grundlage der im geotechnischen Bericht beschriebenen Baugrundverhältnisse an den Standorten 1 und 4, ist der Bau des Rückhaltebeckens insbesondere im Hinblick auf die Gründung und Unterströmung des Dammbauwerks als machbar einzustufen.

Der Eingriff in die Landwirtschaft durch Beanspruchung landwirtschaftlicher Flächen für den Bau der beiden Dammbauwerke ist mit insgesamt rd. 15.860 m² als moderat zu bewerten.

Die landwirtschaftlichen Nutzflächen im Einstaubereich der Becken 1 und Becken 4 (HS) weisen gemäß der LSK mit einem gemittelten Bonitätswert von 4,09 eine insgesamt hohe Ertragsfähigkeit auf.

Eingriffe in Bodendenkmäler ergeben sich mit der geplanten Lage der Dammaufstandsflächen nicht.

Mit der Umsetzung der Variante 4 gehen in Becken 1 und 4 rd. 9.400 m² hochwertige Biotopflächen (naturnaher Bachlauf mit Gewässerbegleitgehölzen und Auwaldstrukturen) verloren bzw. werden beeinträchtigt.

Die Dammaufstandsfläche der Variante 4 führt zu einem Verlust von ca. 13 Quartierbäumen mit potenziell geeigneten Habitatstrukturen als Brut- und Nistplatz oder Schlafplatz. Gleichzeitig werden 2 Haselmaus- und 1 Reptilienfundpunkt durch den Dammbau beeinträchtigt. Hinsichtlich planungsrelevanter Vogelarten sind durch den Damm 9 Revierzentren betroffen.

Im Aufstaubereich des Beckens sind in dieser Variante 27 Revierzentren von Vögeln, 2 Reptilienfundpunkte und 3 Haselmausfundpunkte beeinträchtigt. Weiterhin liegen im Aufstaubereich 12 Quartierbäume.

Die Variante 4 sorgt neben dem übergeordneten Schutz des Kerngebiets Bad Staffelstein für einen verbesserten Hochwasserschutz der Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang. Nach der Umsetzung der Variante 4 werden 59 Gebäude in den Gemeinden bachaufwärts der A73 geschützt. Mit 0,32 fällt der Nutzen-Kosten-Faktor gegenüber den Varianten 2 und 3 höher aus, aber im Vergleich zu allen betrachteten Varianten ist er aufgrund des relativ kleinen Schutzmehrwertes weiterhin als gering zu betrachten.

4.5 Variante 5 – Becken 1 und Becken 4 im Nebenschluss

4.5.1 Lage und Ausführung

Bei Variante 5 wird eine Kombination der Becken 1 und 4 betrachtet, in der das Becken 4 im Nebenschluss untersucht wird. Dabei verläuft entlang des Gewässers ein Trenndamm bis vor die Ortschaft Frauendorf und schützt somit den ökologisch wertvollen Auwald sowie das alte Klärwerk vor Überflutung. Wie bei der Ausführung als Becken im Hauptschluss ist zudem ein Damm quer zum Bach und entlang der Staatsstraße ST2204 erforderlich. Die Umsetzung des Becken 1 ist dabei analog der Variante 1 geplant, erfordert aber ein geringeres Stauvolumen.



Abbildung 26: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 1 – Variante 5 (Anlage 1.01)



Abbildung 27: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 4 – Variante 5 (Anlage 1.05)

Das Becken 1 wird über ein Durchlassbauwerk geregelt, welches als Stahlbetonbauwerk ausgeführt wird. Um die ökologische Durchgängigkeit zu gewährleisten, wird im Bauwerk eine Ökoschlucht berücksichtigt. Als weitere Bestandteile der Betriebseinrichtung sind hydraulische Schütze zur Regulierung des Abflusses, eine Hochwasserentlastung mit Tosbecken sowie ein Grob – und Feinrechen zum Rückhalt von Treibgut vorgesehen.

Der Zulauf zum Becken 4 wird über eine Zulaufbauwerk in Form einer überströmbaren Schwelle geregelt, dem ein Grobrechen vorgeschaltet ist. Das Auslassbauwerk wird als Stahlbetonbauwerk ausgeführt, welches hydraulische Schütze zur Regulierung des Abflusses, eine Hochwasserentlastung mit Tosbecken sowie einen Feinrechen zum Rückhalt von Treibgut enthält.

Die Baukostenschätzung für die untersuchte Variante ist in Kapitel 8 sowie den entsprechenden Anlagen ausführlich dargestellt. Die Gesamtsumme liegt bei rund 18,85 Mio. € (netto).

4.5.2 Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange

Für den Lastfall $HQ_{100+15\%}$ wurde im N-A-Modell der Drosselabfluss an der A73 von $20 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $19,5 \text{ m}^3/\text{s}$ verkleinert, um einen Zufluss aus dem unterhalb anschließenden, unbeherrschten Zwischeneinzugsgebiet zu berücksichtigen. Für das Becken 1 ergibt sich unter dieser Annahme ein erforderliches Retentionsvolumen von 290.000 m^3 . Wie im Lageplan (Anlage 1.01) ersichtlich, resultiert dies in einem Wasserspiegel von $282,05 \text{ müNHN}$, wobei eine Fläche von 159.657 m^2 eingestaut wird. Unter Annahme eines Freibordes von $1,5 \text{ m}$ ergibt sich eine maximale Dammkote von $283,55 \text{ müNHN}$.

Bei der Ausführung im Nebenschluss ergibt sich für das Becken 4 bei $155.000 \text{ m}^3/\text{s}$ erforderlichem Stauvolumen ein Wasserspiegel von $326,65 \text{ müNHN}$. Die eingestaute Fläche beträgt dabei 57.880 m^2 . Bei Annahme eines Freibordes von mindestens $1,5 \text{ m}$ ergibt sich eine Dammkote von $328,15 \text{ müNHN}$.

Die einzelnen Rückhaltevolumen in der Beckenkombination wurden im N-A-Modell durch eine schrittweise Anpassung der Drosselabgabe und gleichzeitigem Vergleich des Gesamtvolumens, mit dem der Einzelbeckenlösung 1 errechnet.

Das Überschwemmungsgebiet im HQ_{100} -Fall für das gesamte Projektgebiet ist identisch mit dem in Kapitel 4.4.2 Angeführten.

4.5.3 Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange

Für die Bestandsbewertung von Becken 1 vgl. Kap. 4.1.3 und von Becken 4 vgl. Kap. 4.4.3.

Bei dieser Beckenvariante wird der Damm jedoch im Nebenschluss parallel zur Döritz weitergeführt. Hierdurch finden nur kleinräumige Eingriffe in den naturnahen Bachlauf die wertbestimmenden und biotopkartierten Gehölze statt. Die Eingriffe beschränken sich nahezu ausschließlich auf die Ackerflächen. Schutzgebiete sind damit nicht betroffen.

4.5.4 Sparten und Kreuzungsbauwerke

In der Variante 5 sind an beiden Beckenstandorten Spartenverlegungen erforderlich. Die notwendigen Anpassungen im Becken 1 wurden bereits in Kapitel 4.1.4 aufgeführt und sind bei Variante 5 in gleichem Umfang zu beachten.

Am Becken 4 liegt am Radweg entlang der ST2204 ein Mittelspannungskabel (Erdkabel, Bayernwerk), eine Leitung der Telekom und ein neu verlegter Abwasserkanal, der die Gemeinde Frauendorf an das Abwassernetz der Kläranlage Bad Staffelstein anschließt. Das alte Klärwerk bei Frauendorf ist nicht mehr in Betrieb, jedoch sind hier alte Zuleitungen entlang des Feldweges bei der Errichtung des erforderlichen Zulaufbauwerkes zu beachten.

4.5.5 Nutzen-Kosten-Vergleich

Das Vorgehen für den Nutzen-Kosten-Vergleich wurde eingangs im Kapitel 4 beschrieben und für alle Varianten analog durchgeführt. Die nachfolgende Abbildung zeigt die bei einem HQ_{100} -Abfluss betroffenen Gebäude in Rot in den Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang für die Variante 5. Die blau markierten Gebäude würden bei der Umsetzung dieser Variante zukünftig voraussichtlich nicht mehr im Überschwemmungsgebiet liegen und zählen somit zum Schutzmehrwert der Variante 5 gegenüber der Variante 1.



Abbildung 28: Variante 5 – betroffene / geschützte Gebäude (rot/blau)

Bei der Variante 4 könnten sowohl in Horsdorf als auch in Loffeld und Stublang vereinzelte Gebäude zukünftig vor einem Hochwasser geschützt werden. Insgesamt bleiben 209 Gebäude von einem HQ₁₀₀-Abfluss betroffen. Die Baukosten für diese Variante liegen gemäß Kostenschätzung bei 22.425.723 € (brutto). Das Gesamtschadenspotential beträgt 18.050.000 €. Der Schutzmehrwert beziffert sich auf 5.000.000 €, wodurch der Nutzenkostenfaktor der Variante 5 gegenüber der Variante 1 bei 0,22 liegt.

4.5.6 Bewertung der Variante 5

Für alle Varianten wurde, wie bereits in der Bewertung von Variante 1 beschrieben, eine Beurteilung nach festgelegten Kriterien durchgeführt und so eine Vergleichbarkeit der Varianten ermöglicht. Wie aus Abbildung 29 hervorgeht, erreicht die Variante 5 in der Bewertungsmatrix eine Gesamtpunktzahl von 25,45 und ist im Vergleich mit den anderen Varianten als eher ungeeignet zu bewerten.

Matrixdarstellung der Varianten

Becken 4 NS	25,45	26,85			
Becken 4 HS	26,3	29,4	32,45		
Becken 3	27,7	31,05		32,45	
Becken 2	24,65	34,7	31,05	29,4	26,85
Becken 1	30,8	24,65	27,7	26,3	25,45
	Becken 1	Becken 2	Becken 3	Becken 4 HS	Becken 4 NS

Skalierung

> 34	zu favorisieren
32-34	
30-32	
28-30	
26-28	
< 26	nicht sinnvoll

Variantenreihenfolge

Variante	Wert
B2	34,7
Becken 3+4 HS	32,45
Becken 2+3	31,05
Becken 1	30,8
Becken 2+4 HS	29,4
Becken 1+3	27,7
Becken 2+4 NS	26,85
Becken 1+4 HS	26,3
Becken 1+4 NS	25,45
Becken 1+2	24,65

Abbildung 29: Variante 5 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung

Auf Grundlage der im geotechnischen Bericht beschriebenen Baugrundverhältnisse an den Standorten 1 und 4, ist der Bau des Rückhaltebeckens insbesondere im Hinblick auf die Gründung und Unterströmung des Damm- und Durchlassbauwerks als machbar einzustufen.

Die hier untersuchte Variante 5 sorgt neben dem übergeordneten Schutz des Kerngebiets Bad Staffelstein für einen verbesserten Hochwasserschutz der Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang.

Der Eingriff in die Landwirtschaft durch Beanspruchung landwirtschaftlicher Flächen für den Bau der beiden Dammbauwerke ist mit insgesamt rd. 33.990 m² als sehr hoch zu bewerten.

Die landwirtschaftlichen Nutzflächen im Einstaubereich der Becken 1 und Becken 4 (NS) weisen gemäß der LSK mit einem gemittelten Bonitätswert von 4,14 eine insgesamt hohe Ertragsfähigkeit auf.

Eingriffe in Bodendenkmäler ergeben sich mit der geplanten Lage der jeweiligen Dammaufstandsflächen nicht.

Mit der Umsetzung der Variante 5 gehen in Becken 1 und 4 NS rd. 5.600 m² hochwertige Biotopflächen (naturnaher Bachlauf mit Gewässerbegleitgehölzen und Auwaldstrukturen) verloren bzw. werden beeinträchtigt. Durch den Nebenschluss ist der Eingriff in Biotope im Becken 4 deutlich geringer.

Die Dammaufstandsfläche der Variante 5 führt zu einem Verlust von ca. 14 Quartierbäumen mit potenziell geeigneten Habitatstrukturen als Brut- und Nistplatz oder Schlafplatz. Gleichzeitig werden 3 Haselmaus- und 1 Reptilienfundpunkt durch den Dammbau beeinträchtigt. Hinsichtlich planungsrelevanter Vogelarten sind durch den Damm 11 Revierzentren betroffen.

Im Aufstaubereich des Beckens sind in dieser Variante 18 Revierzentren von Vögeln und 2 Reptilienfundpunkte beeinträchtigt.

Die Variante 5 sorgt neben dem übergeordneten Schutz des Kerngebiets Bad Staffelstein für einen verbesserten Hochwasserschutz der Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang. Genau wie bei der Variante 4 werden nach der Umsetzung dieser Variante 59 Gebäude in den Gemeinden bachaufwärts der A73 geschützt. Aufgrund der im Vergleich zur Variante 4 deutlich höheren Baukosten ist der Nutzen-Kosten-Faktor mit 0,22 wieder deutlich kleiner als bei der Variante 4 und damit als relativ gering zu betrachten.

4.6 Variante 6 – Becken 2

4.6.1 Lage und Ausführung

Bei Variante 6 wird das Becken 2 als Einzelbecken untersucht. Der Beckenstandort befindet sich zwischen den Gemeinden Loffeld und Stublang. Um das erforderliche Rückhaltevolumen zu ermöglichen, muss der Damm im Vergleich zur Ausführung in Variante 2 weiter unterstrom, rd. 150 m vor der Ortslage Loffeld errichtet werden und führt damit zu einem Eingriff in das ausgewiesene FFH-Gebiet im südlichen Dammbereich. Für weitere Ausführungen hierzu wird auf Kapitel 4.6.3 verwiesen. Eine Verlegung des Damms weiter oberstrom außerhalb des FFH-Gebiets würde aufgrund der zurückreichenden Stauwurzel zu einem teilweisen Einstau der Bebauung von Stublang führen und ist somit nicht möglich bzw.

würde umfangreiche Maßnahmen zum Schutz der Bebauung mit sich ziehen. Die Umsetzung als Becken im Hauptschluss bleibt bestehen.

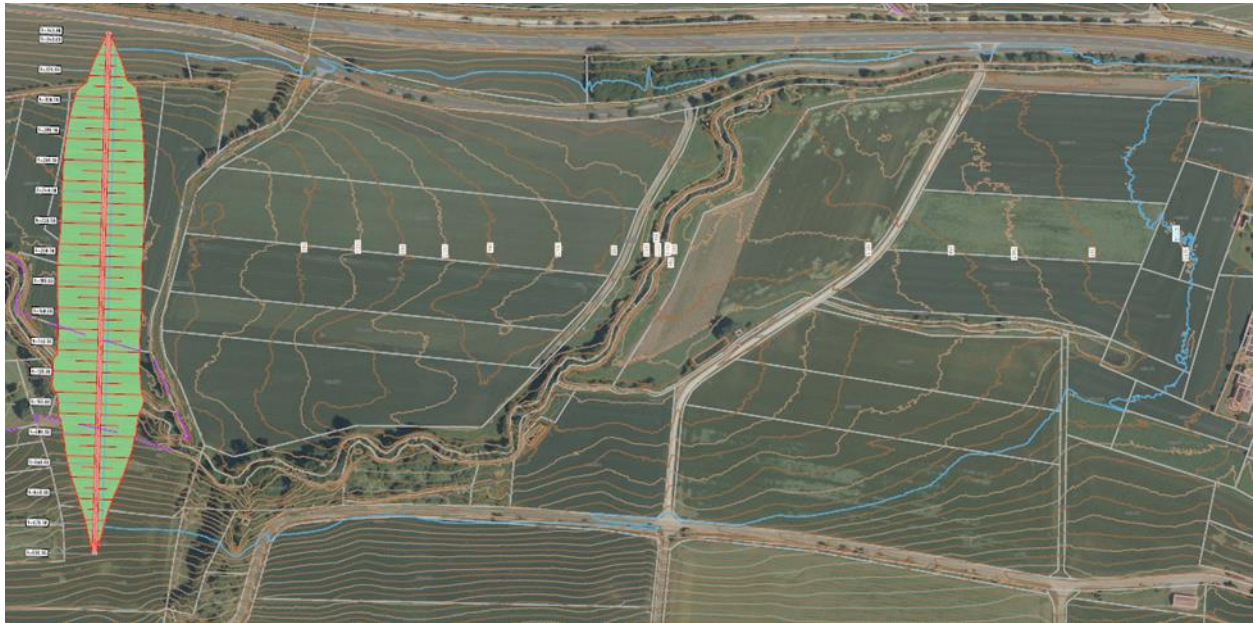


Abbildung 30: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 2 – Variante 6 (Anlage 1.02)

Das Durchlassbauwerk befindet sich in etwa in Dammmitte und wird als Stahlbetonbauwerk errichtet. Um die ökologische Durchgängigkeit zu gewährleisten, wird im Bauwerk eine Ökoschlucht berücksichtigt. Als weitere Bestandteile der Betriebseinrichtung sind hydraulische Schütze zur Regulierung des Abflusses, eine Hochwasserentlastung mit Tosbecken sowie ein Grob – und Feinrechen zum Rückhalt von Treibgut vorgesehen.

Die Baukostenschätzung für die untersuchte Variante ist in Kapitel 8 sowie den entsprechenden Anlagen ausführlich dargestellt. Die Gesamtsumme liegt bei rund 7,8 Mio € (netto).

4.6.2 Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange

Im Lastfall $HQ_{100+15\%}$ sind in der Ausführung als Einzelbecken (Hauptschluss) 550.000 m^3 Retentionsvolumen notwendig. Die maximale Drosselabgabe, um den Grenzwert an der A73 einzuhalten, liegt dabei bei $14 \text{ m}^3/\text{s}$. Wie im Lageplan (Anlage 1.02) ersichtlich, resultiert dies in einem Wasserspiegel von 307,50 müNHN, wobei eine Fläche von 197.000 m^2 eingestaut wird. Unter Annahme eines Freibordes von 1,5 m ergibt sich eine maximale Dammkote von 309,00 müNHN. Aufgrund der Topografie ist hierfür eine Dammhöhe von 11,15 m erforderlich.

Das Überschwemmungsgebiet im HQ_{100} -Fall für das gesamte Projektgebiet ist in Abbildung 31 dargestellt. Das neu berechnete Überschwemmungsgebiet ist dabei in blau dargestellt, der Ist-Zustand in türkis. Oberhalb des Becken 2 ergeben sich keine Änderungen und es ist weiterhin das Überschwemmungsgebiet gemäß dem Ist-Zustand anzunehmen. Die orange markierten Bereiche stellen weiterhin betroffene Gebäude dar. Grüne Markierungen zeigen Gebäude, die in dieser Plan-Variante geschützt

werden. Die genaue Anzahl der Gebäude wird im Kapitel des Nutzen-Kosten-Vergleichs genannt und entsprechend bewertet.

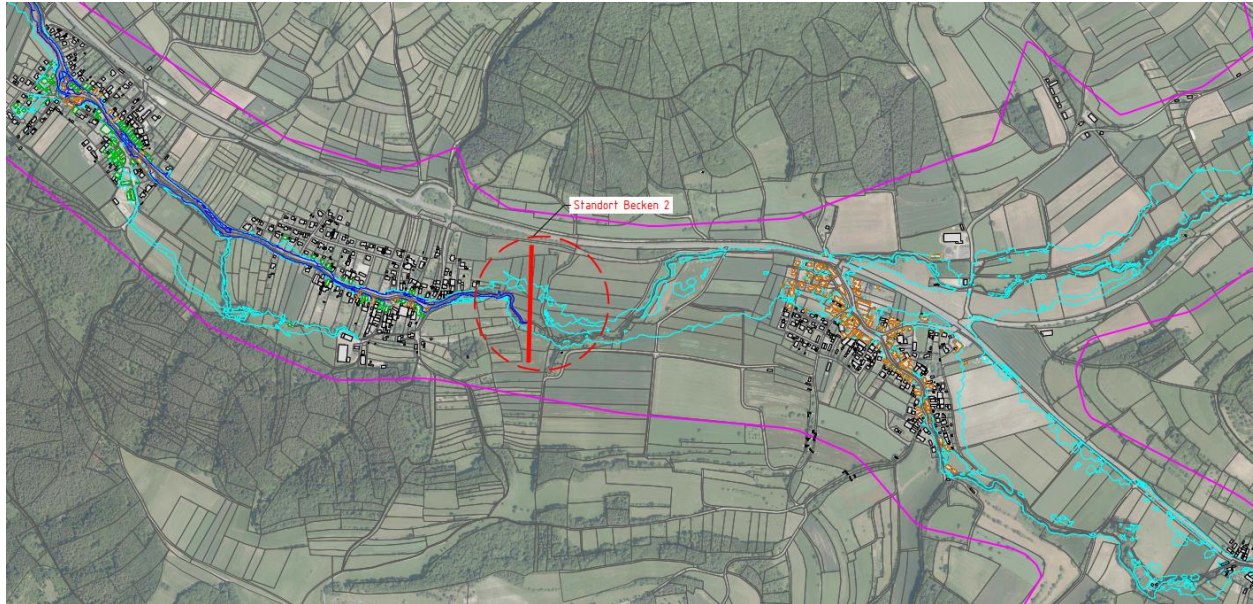


Abbildung 31: Überschwemmungsgebiet bei Variante 6 (Anlage 2.05)

4.6.3 Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange

Eine Beschreibung von Beckenstandort 2 erfolgt im Kapitel 4.2.3.

Bei der hier betrachteten Beckenvariante wird der Standort für den Damms weiter nach Westen bis in die Nähe der Ortschaft Loffeld verlegt, um das Einstauvolumen zu vergrößern. Der Damms tangiert im Süden dabei das FFH Gebiet 5932-371 „Albtrauf im Landkreis Lichtenfels“. Bei dieser Variante werden jedoch im Vergleich zum Damms bei Variante 2 (B1+B2) nur kleinere gewässerbegleitende Gehölzflächen im Biotop entlang des Lauterbachs durch das Dammsbauwerk beeinträchtigt.

4.6.4 Sparten und Kreuzungsbauwerke

Ungeachtet der leicht versetzten Lage des Dammsbauwerks bleibt der Umfang der Spartenverlegungen gegenüber den in Kapitel 4.2.4 beschriebenen Maßnahmen bestehen.

4.6.5 Nutzen-Kosten-Vergleich

Das Vorgehen für den Nutzen-Kosten-Vergleich wurde eingangs im Kapitel 4 beschrieben und für alle Varianten analog durchgeführt. Die nachfolgende Abbildung zeigt die bei einem HQ_{100} -Abfluss betroffenen Gebäude in Rot in den Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang für die Variante 6. Die blau markierten Gebäude würden bei der Umsetzung dieser Variante zukünftig voraussichtlich nicht mehr im Überschwemmungsgebiet liegen und zählen somit zum Schutzmehrwert der Variante 6 gegenüber der Variante 1.



Abbildung 32: Variante 6 – betroffene / geschützte Gebäude (rot/blau)

Ersichtlich ist, dass vor allem in den Gemeinden Horsdorf und Loffeld der Großteil der Gebäude zukünftig vor einem Hochwasser geschützt werden könnte. Insgesamt bleiben 165 Gebäude von einem HQ₁₀₀-Abfluss betroffen. Die Baukosten für diese Variante liegen gemäß Kostenschätzung bei 9.279.223 € (brutto). Das Gesamtschadenspotential beträgt 14.000.000 €. Der Schutzmehrwert beziffert sich auf 9.050.000 €, wodurch der Nutzenkostenfaktor der Variante 6 gegenüber der Variante 1 bei 0,98 liegt.

4.6.6 Bewertung der Variante 6

Für alle Varianten wurde, wie bereits in der Bewertung von Variante 1 beschrieben, eine Beurteilung nach festgelegten Kriterien durchgeführt und so eine Vergleichbarkeit der Varianten ermöglicht. Wie aus Abbildung 33 hervorgeht, erreicht die Variante 6 in der Bewertungsmatrix eine Gesamtpunktzahl von 34,7 und ist im Vergleich mit den anderen Varianten die beste Variante.

Matrixdarstellung der Varianten

Becken 4 NS	25,45	26,85			
Becken 4 HS	26,3	29,4	32,45		
Becken 3	27,7	31,05		32,45	
Becken 2	24,65	34,7	31,05	29,4	26,85
Becken 1	30,8	24,65	27,7	26,3	25,45
	Becken 1	Becken 2	Becken 3	Becken 4 HS	Becken 4 NS

Skalierung

> 34	zu favorisieren
32-34	
30-32	
28-30	
26-28	
< 26	nicht sinnvoll

Variantenreihenfolge

Variante	Wert
B2	34,7
Becken 3+4 HS	32,45
Becken 2+3	31,05
Becken 1	30,8
Becken 2+4 HS	29,4
Becken 1+3	27,7
Becken 2+4 NS	26,85
Becken 1+4 HS	26,3
Becken 1+4 NS	25,45
Becken 1+2	24,65

Abbildung 33: Variante 6 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung

Auf Grundlage der im geotechnischen Bericht beschriebenen Baugrundverhältnisse am Standort 2, ist der Bau des Rückhaltebeckens insbesondere im Hinblick auf die Gründung und Unterströmung des Damm- und Durchlassbauwerks als machbar einzustufen.

Die eingestaute Fläche für ein $HQ_{100+15\%}$ ist mit einem Wert von rd. 197.000 m² als vergleichsweise sehr gering einzustufen, womit auch entsprechend geringe Auswirkungen auf Ökologie und Landwirtschaft zu erwarten sind.

Der Eingriff in die Landwirtschaft durch Beanspruchung landwirtschaftlicher Flächen für den Bau der beiden Dammbauwerke ist mit insgesamt rd. 13.630 m² als gering zu bewerten.

Der Umfang erforderlicher Spartenumlegungen am Standort 2 ist als hoch zu bewerten.

Die landwirtschaftlichen Nutzflächen im Einstaubereich des Beckens 2 weist gemäß der LSK mit einem gemittelten Bonitätswert von 4,49 eine hohe Ertragsfähigkeit auf.

Eingriffe in Bodendenkmäler ergeben sich mit der geplanten Lage der Dammaufstandsflächen nicht.

In Anbetracht der Höhe des Dammbauwerks von bis zu 11,15 m sowie der Lage der Dammaufstandsfläche ist mit einem sehr erheblichen Eingriff ins Landschaftsbild, insbesondere für die Einwohner von Loffeld, zu rechnen.

Mit der Umsetzung der Variante 6 gehen in Becken 2 rd. 21.800 m² hochwertige Biotope (naturnaher Bachlauf mit Gewässerbegleitgehölzen und Auwaldstrukturen) verloren bzw. werden beeinträchtigt. Der Damm tangiert im Süden dabei das FFH Gebiet 5932-371 „Albtrauf im Landkreis Lichtenfels“.

Aus naturschutzfachlicher Sicht führt die Dammaufstandsfläche der Variante 6 zu einem Verlust von 2 Revierzentren planungsrelevanter Vogelarten. Der Aufstau beeinträchtigt in dieser Variante 14 Revierzentren von Vögeln und 1 Haselmausfundpunkt. Weiterhin liegen 14 Quartierbäume im Aufstaubereich.

Die Variante 6 sorgt neben dem übergeordneten Schutz des Kerngebiets Bad Staffelstein für einen verbesserten Hochwasserschutz der Gemeinden Horsdorf und Loffeld. Nach der Umsetzung der Variante 6 werden 103 Gebäude in den Gemeinden bachaufwärts der A73 geschützt. Vor allem in Horsdorf und Loffeld sind der Großteil der Gebäude zukünftig nicht mehr von einem Hochwasser betroffen. Aufgrund vergleichbarer Baukosten mit der Variante 1 und einem hohen Schutzmehrwert fällt der Nutzen-Kosten-Faktor mit 0,98 am besten im Vergleich aller betrachteten Varianten aus.

4.7 Variante 7 – Becken 2 und Becken 3

4.7.1 Lage und Ausführung

Bei Variante 7 wird eine Kombination der Becken 2 und 3 untersucht. Das Becken 2 wird in seiner Lage analog zu Variante 2 und das Becken 3 analog zur Variante 3 angenommen. Aus dem veränderten Einstauvolumen ergibt sich ein abweichender Flächenbedarf und neue Dammdimensionen.

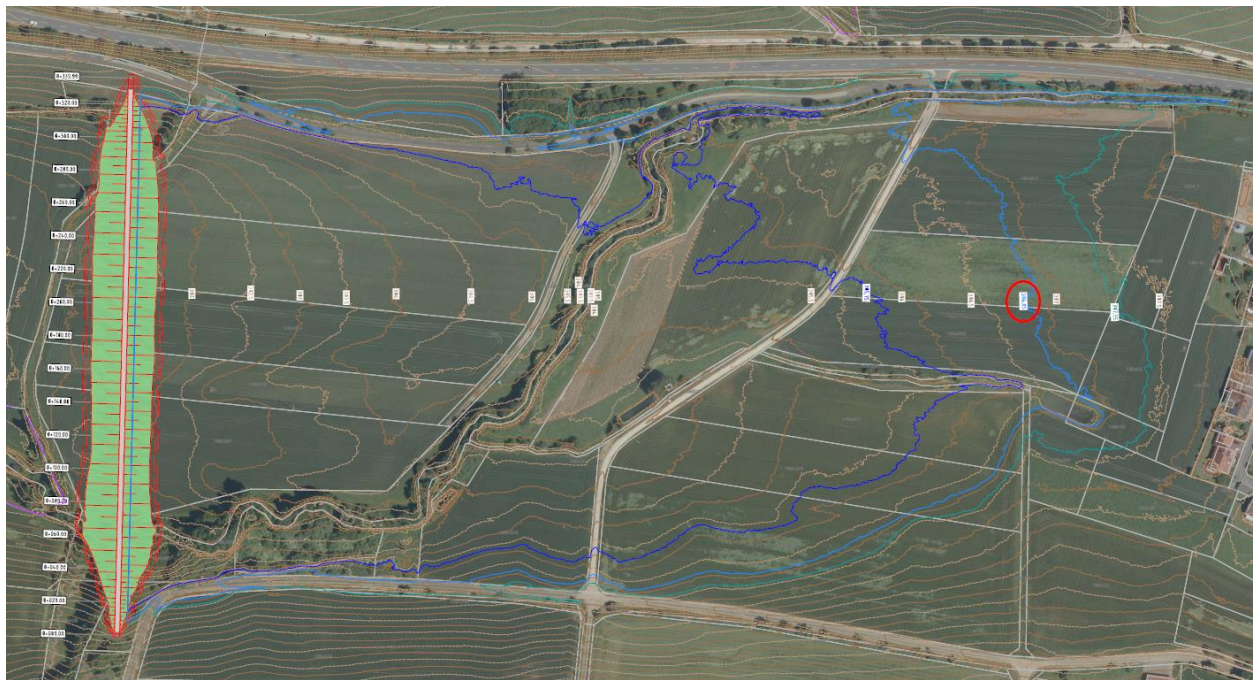


Abbildung 34: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 2 – Variante 7 (Anlage 1.02)



Abbildung 35: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 3 – Variante 7 (Anlage 1.03)

Beide Becken werden über ein Durchlassbauwerk geregelt, welches als Stahlbetonbauwerk ausgeführt wird. Um die ökologische Durchgängigkeit zu gewährleisten, wird im Bauwerk eine Ökoschlucht berücksichtigt. Als weitere Bestandteile der Betriebseinrichtung sind hydraulische Schütze zur Regulierung des Abflusses, eine Hochwasserentlastung mit Tosbecken sowie ein Grob – und Feinrechen zum Rückhalt von Treibgut vorgesehen.

Die Baukostenschätzung für die untersuchte Variante ist in Kapitel 8 sowie den entsprechenden Anlagen ausführlich dargestellt. Die Gesamtsumme liegt bei rund 12,22 Mio. € (netto).

4.7.2 Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange

Für den Lastfall $HQ_{100+15\%}$ ist gemäß N-A-Modell ein Drosselabfluss von $14,0 \text{ m}^3/\text{s}$ auf Höhe der Gemeinde Loffeld einzuhalten, um den maximalen Abfluss an der A73 auf $19,5 \text{ m}^3/\text{s}$ zu beschränken. Für das Becken 2 ergibt sich unter dieser Annahme ein erforderliches Retentionsvolumen von 310.000 m^3 . Wie im Lageplan (Anlage 1.02) ersichtlich, resultiert dies in einem Wasserspiegel von $306,85 \text{ müNHN}$, wobei eine Fläche von 145.713 m^2 eingestaut wird. Unter Annahme eines Freibordes von $1,5 \text{ m}$ ergibt sich eine Dammkote von $308,35 \text{ müNHN}$.

Der Drosselabfluss am Becken 3 beträgt im Lastfall $HQ_{100+15\%}$ $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Das erforderliche Retentionsvolumen liegt bei 250.000 m^3 und wird bei einem Wasserspiegel von $321,40 \text{ müNHN}$ erreicht (vgl. Anlage 1.03). Die eingestaute Fläche beträgt dabei 98.997 m^2 . Bei Annahme eines Freibordes von $1,5 \text{ m}$ ergibt sich eine Dammkote von $322,90 \text{ müNHN}$.

Das Überschwemmungsgebiet im HQ_{100} -Fall für das gesamte Projektgebiet ist in Abbildung 36 dargestellt. Das neu berechnete Überschwemmungsgebiet ist dabei in blau dargestellt, der Ist-Zustand in türkis. Die orange markierten Bereiche stellen weiterhin betroffene Gebäude dar. Grüne Markierungen zeigen Gebäude, die in dieser Plan-Variante geschützt werden. Die genaue Anzahl der Gebäude wird im Kapitel des Nutzen-Kosten-Vergleichs genannt und entsprechend bewertet.

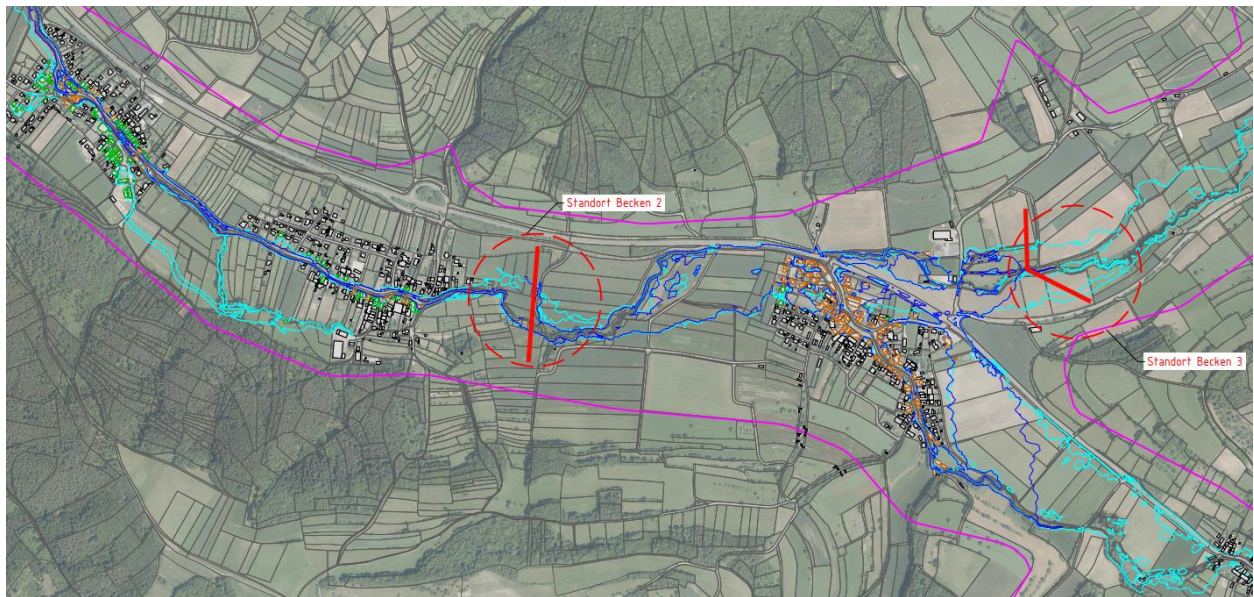


Abbildung 36: Überschwemmungsgebiet bei Variante 7 (Anlage 2.06)

4.7.3 Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange

Für die Beschreibung von Becken 2 vgl. Kap. 4.2.3

Für die Beschreibung von Becken 3 vgl. Kap. 4.3.3

4.7.4 Sparten und Kreuzungsbauwerke

In der Variante 7 sind an beiden Beckenstandorten Spartenverlegungen erforderlich. Die notwendigen Anpassungen am Becken 2 und Becken 3 wurden bereits im Kapitel 4.2.4 bzw. Kapitel 4.3.4 aufgeführt und sind in gleichem Umfang zu beachten.

4.7.5 Nutzen-Kosten-Vergleich

Das Vorgehen für den Nutzen-Kosten-Vergleich wurde eingangs im Kapitel 4 beschrieben und für alle Varianten analog durchgeführt. Die nachfolgende Abbildung zeigt die bei einem HQ_{100} -Abfluss betroffenen Gebäude in Rot in den Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang für die Variante 7. Die blau markierten Gebäude würden bei der Umsetzung dieser Variante zukünftig voraussichtlich nicht mehr im Überschwemmungsgebiet liegen und zählen somit zum Schutzmehrwert der Variante 7 gegenüber der Variante 1.



Abbildung 37: Variante 7 – betroffene / geschützte Gebäude (rot/blau)

Ersichtlich ist, dass wie bei der Variante 7 vor allem in den Gemeinden Horsdorf und Loffeld der Großteil der Gebäude zukünftig vor einem Hochwasser geschützt werden. Zusätzlich kommen vereinzelte Gebäude in Stublang dazu. Insgesamt bleiben 157 Gebäude von einem HQ₁₀₀-Abfluss betroffen. Die Baukosten für diese Variante liegen gemäß Kostenschätzung bei 14.544.454 € (brutto). Das Gesamtschadenspotential beträgt 13.350.000 €. Der Schutzmehrwert beziffert sich auf 9.700.000 €, wodurch der Nutzenkostenfaktor der Variante 7 gegenüber der Variante 1 bei 0,67 liegt.

4.7.6 Bewertung der Variante 7

Für alle Varianten wurde, wie bereits in der Bewertung von Variante 1 beschrieben, eine Beurteilung nach festgelegten Kriterien durchgeführt und so eine Vergleichbarkeit der Varianten ermöglicht. Wie aus Abbildung 38 hervorgeht, erreicht die Variante 7 in der Bewertungsmatrix eine Gesamtpunktzahl von 31,05 und ist im Vergleich mit den anderen Varianten als sehr geeignet zu bewerten.

Matrixdarstellung der Varianten

Becken 4 NS	25,45	26,85			
Becken 4 HS	26,3	29,4	32,45		
Becken 3	27,7	31,05		32,45	
Becken 2	24,65	34,7	31,05	29,4	26,85
Becken 1	30,8	24,65	27,7	26,3	25,45
	Becken 1	Becken 2	Becken 3	Becken 4 HS	Becken 4 NS

Skalierung

> 34	zu favorisieren
32-34	
30-32	
28-30	
26-28	
< 26	nicht sinnvoll

Variantenreihenfolge

Variante	Wert
B2	34,7
Becken 3+4 HS	32,45
Becken 2+3	31,05
Becken 1	30,8
Becken 2+4 HS	29,4
Becken 1+3	27,7
Becken 2+4 NS	26,85
Becken 1+4 HS	26,3
Becken 1+4 NS	25,45
Becken 1+2	24,65

Abbildung 38: Variante 7 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung

Auf Grundlage der im geotechnischen Bericht beschriebenen Baugrundverhältnisse an den Standorten 2 und 3 ist der Bau des Rückhaltebeckens insbesondere im Hinblick auf die Gründung und Unterströmung des Damm- und Durchlassbauwerks als machbar einzustufen.

Bei den im Staubereich für ein $HQ_{100+15\%}$ befindlichen Grundstücken handelt es sich überwiegend um landwirtschaftlich genutzte Flächen sowie vereinzelt Wirtschaftswege. Die kumulierte Einstaufläche für ein $HQ_{100+15\%}$ beträgt rd. 245.000 m² und bedingt damit moderate landwirtschaftliche und ökologische Auswirkungen im Einstaubereich.

Der Eingriff in die Landwirtschaft durch Beanspruchung landwirtschaftlicher Flächen für den Bau der beiden Dammbauwerke ist mit insgesamt rd. 24.235 m² als hoch zu bewerten.

Am Standort 2 führt der Bau des Stauhaltungsdamms zu einem hohen Aufwand an Spartenumlegungen. Der Umfang erforderlicher Spartenumlegungen am Standort 3 ist als moderat einzustufen.

Die landwirtschaftlichen Nutzflächen im Einstaubereich der Becken 2 und Becken 3 weisen gemäß der LSK mit einem gemittelten Bonitätswert von 4,61 eine insgesamt sehr hohe Ertragsfähigkeit auf.

Eingriffe in Bodendenkmäler ergeben sich mit der geplanten Lage der Dammaufstandsflächen nicht.

Das Dammbauwerk am Standort 2 ist mit einer Höhe von bis zu 8,55 m über dem Gelände sehr deutlich in der Landschaft zu erkennen und wird somit das typische Landschaftsbild erheblich verändern.

Am Standort 3 ist in Anbracht der Höhe des Dammbauwerks von bis zu 7,30 m sowie der Lage der Dammaufstandsfläche von einem nicht unerheblichen, aber moderaten Eingriff ins Landschaftsbild auszugehen.

Mit der Umsetzung der Variante 7 gehen in Becken 2 und 3 rd. 8.000 m² hochwertige Biotopflächen (naturnaher Bachlauf mit Gewässerbegleitgehölzen und Auwaldstrukturen) verloren bzw. werden beeinträchtigt.

Aus naturschutzfachlicher Sicht führt die Dammaufstandsfläche der Variante 7 zu einem Verlust von ca. 8 Quartierbäumen mit potenziell geeigneten Habitatstrukturen als Brut- und Nistplatz oder Schlafplatz. Gleichzeitig sind ein Fundpunkt von planungsrelevanten Tagfaltern und insgesamt 12 Revierzentren von Vögeln durch den Dammbau betroffen.

Im Aufstaubereich des Beckens sind in dieser Variante 15 Revierzentren von Vögeln und 1 Tagfalter- und 5 Haselmausfundpunkte beeinträchtigt. Weiterhin liegen 14 Quartierbäume im Aufstaubereich.

Die Variante 7 sorgt neben dem übergeordneten Schutz des Kerngebiets Bad Staffelstein für einen verbesserten Hochwasserschutz der Gemeinden Horsdorf und Loffeld. Nach der Umsetzung der Variante 7 werden 111 Gebäude in den Gemeinden bachaufwärts der A73 geschützt. Aufgrund der hohen Baukosten gegenüber der Variante 1 fällt der Nutzen-Kosten-Faktor trotz eines höheren Schutzmehrwertes im Vergleich zur Variante 6 mit 0,67 geringer als bei dieser aus. Im Vergleich aller Varianten ist dieser trotzdem als hoch zu bewerten.

4.8 Variante 8 – Becken 2 und Becken 4 im Hauptschluss

4.8.1 Lage und Ausführung

Bei Variante 8 wird eine Kombination der Becken 2 und 4 untersucht. Das Becken 2 wird in seiner Lage analog zu Variante 7 und das Becken 4 analog zur Variante 4 (im Hauptschluss) angenommen. Aus den veränderten Volumina ergeben sich ein abweichender Flächenbedarf und eine neu dimensionierte Dammstruktur.

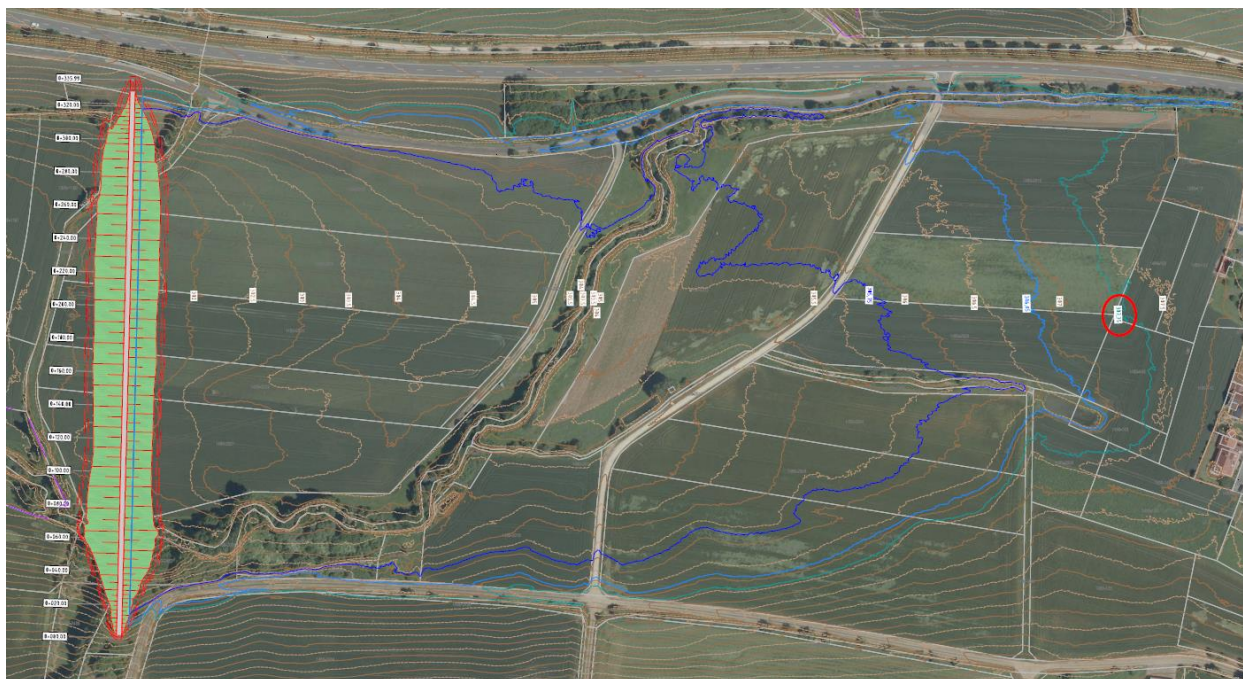


Abbildung 39: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 2 – Variante 8 (Anlage 1.02)



Abbildung 40: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 4 – Variante 8 (Anlage 1.04)

Beide Becken werden über ein Durchlassbauwerk geregelt, welches als Stahlbetonbauwerk ausgeführt wird. Um die ökologische Durchgängigkeit zu gewährleisten, wird im Bauwerk eine Ökoschlucht berücksichtigt. Als weitere Bestandteile der Betriebseinrichtung sind hydraulische Schütze zur Regulierung des Abflusses, eine Hochwasserentlastung mit Tosbecken sowie ein Grob – und Feinrechen zum Rückhalt von Treibgut vorgesehen.

Die Baukostenschätzung für die untersuchte Variante ist in Kapitel 8 sowie den entsprechenden Anlagen ausführlich dargestellt. Die Gesamtsumme liegt bei rund 12,73 Mio. € (netto).

4.8.2 Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange

Für den Lastfall $HQ_{100+15\%}$ ist gemäß N-A-Modell ein Drosselabfluss von $14,0 \text{ m}^3/\text{s}$ auf Höhe der Gemeinde Loffeld einzuhalten, um den maximalen Abfluss an der A73 auf $19,5 \text{ m}^3/\text{s}$ zu beschränken. Die einzelnen Rückhaltevolumen bei der Beckenkombination wurden dabei durch eine schrittweise Anpassung der Drosselabgabe und gleichzeitigem Vergleich des Gesamtvolumens, mit dem der Einzelbeckenlösung 2 errechnet. Für das Becken 2 ergibt sich unter dieser Annahme ein erforderliches Retentionsvolumen von 390.000 m^3 . Wie im Lageplan (Anlage 1.02) ersichtlich, resultiert dies in einem Wasserspiegel von $307,35 \text{ müNHN}$, wobei eine Fläche von 175.127 m^2 eingestaut wird. Unter Annahme eines Freibordes von $1,5 \text{ m}$ ergibt sich eine Dammkote von $308,85 \text{ müNHN}$.

Bei einem Drosselabfluss von $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$ sind am Beckenstandort $4 \text{ } 175.000 \text{ m}^3$ Retentionsvolumen erforderlich. Bei einem Wasserspiegel von $325,60 \text{ müNHN}$ liegt die eingestaute Fläche bei 78.158 m^2 . Unter Annahme eines Freibordes von $1,5 \text{ m}$ ergibt sich eine Dammkote von $327,10 \text{ müNHN}$.

Das Überschwemmungsgebiet im HQ_{100} -Fall für das gesamte Projektgebiet ist in Abbildung 41 dargestellt. Das neu berechnete Überschwemmungsgebiet ist dabei in blau dargestellt, der Ist-Zustand in türkis. Die orange markierten Bereiche stellen weiterhin betroffene Gebäude dar. Grüne Markierungen zeigen Gebäude, die in dieser Plan-Variante geschützt werden. Die genaue Anzahl der Gebäude wird im Kapitel des Nutzen-Kosten-Vergleichs genannt und entsprechend bewertet.

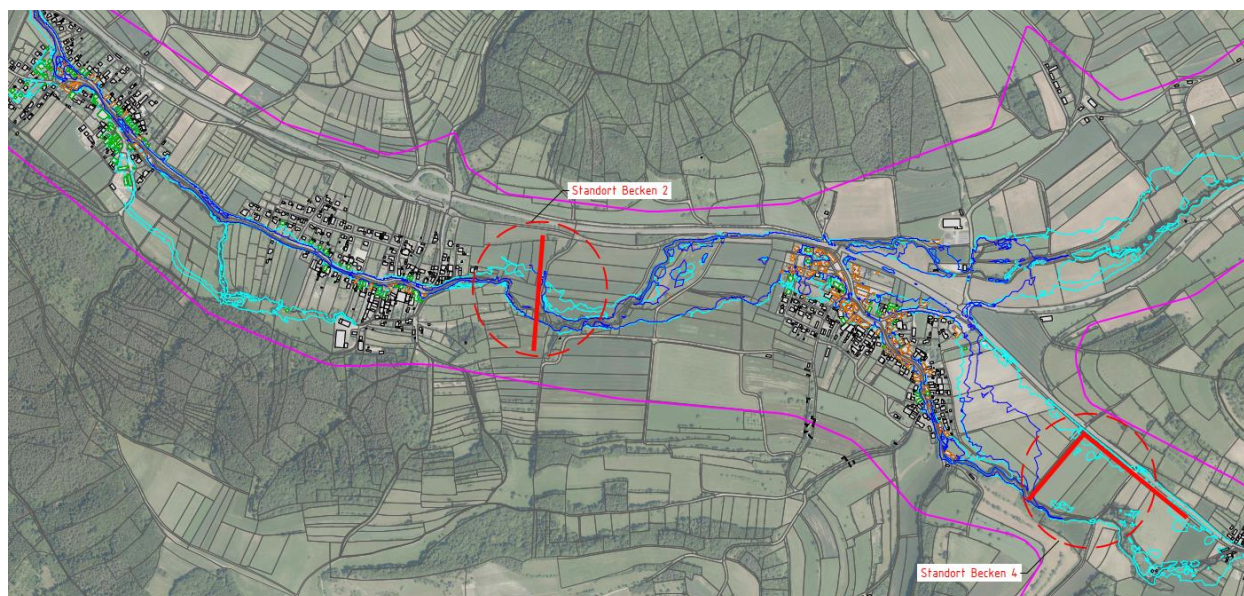


Abbildung 41: Überschwemmungsgebiet bei Variante 8 (Anlage 2.07)

4.8.3 Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange

Für die Beschreibung von Becken 2 vgl. Kap. 4.2.3 und von Becken 4 im Hauptschluss Kap. 4.4.3.

4.8.4 Sparten und Kreuzungsbauwerke

In der Variante 8 sind an beiden Beckenstandorten Spartenverlegungen erforderlich. Die notwendigen Anpassungen am Becken 2 und Becken 4 wurden bereits im Kapitel 4.2.4 bzw. Kapitel 4.4.4 aufgeführt und sind in gleichem Umfang zu beachten.

4.8.5 Nutzen-Kosten-Vergleich

Das Vorgehen für den Nutzen-Kosten-Vergleich wurde eingangs im Kapitel 4 beschrieben und für alle Varianten analog durchgeführt. Die nachfolgende Abbildung zeigt die bei einem HQ_{100} -Abfluss betroffenen Gebäude in Rot in den Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang für die Variante 8. Die blau markierten Gebäude würden bei der Umsetzung dieser Variante zukünftig voraussichtlich nicht mehr im Überschwemmungsgebiet liegen und zählen somit zum Schutzmehrwert der Variante 8 gegenüber der Variante 1.



Abbildung 42: Variante 8 – betroffene / geschützte Gebäude (rot/blau)

Ähnlich wie bei den Varianten 6 und 7 werden zukünftig vor allem in den Gemeinden Horsdorf und Lof-feld der Großteil der Gebäude vor einem Hochwasser geschützt. Zusätzlich kommen einige Gebäude in Stublang dazu. Insgesamt bleiben 137 Gebäude von einem HQ_{100} -Abfluss betroffen. Die Baukosten für diese Variante liegen gemäß Kostenschätzung bei 15.148.014 € (brutto). Das Gesamtschadenspotential beträgt 11.800.000 €. Der Schutzmehrwert beziffert sich auf 11.250.000 €, wodurch der Nutzenkostenfaktor der Variante 8 gegenüber der Variante 1 bei 0,74 liegt.

4.8.6 Bewertung der Variante 8

Für alle Varianten wurde, wie bereits in der Bewertung von Variante 1 beschrieben, eine Beurteilung nach festgelegten Kriterien durchgeführt und so eine Vergleichbarkeit der Varianten ermöglicht. Wie aus Abbildung 43 hervorgeht, erreicht die Variante 8 in der Bewertungsmatrix eine Gesamtpunktzahl von 29,4 und ist im Vergleich mit den anderen Varianten als gut geeignet zu bewerten.

Matrixdarstellung der Varianten

Becken 4 NS	25,45	26,85			
Becken 4 HS	26,3	29,4	32,45		
Becken 3	27,7	31,05		32,45	
Becken 2	24,65	34,7	31,05	29,4	26,85
Becken 1	30,8	24,65	27,7	26,3	25,45
	Becken 1	Becken 2	Becken 3	Becken 4 HS	Becken 4 NS

Skalierung

> 34	zu favorisieren
32-34	
30-32	
28-30	
26-28	
< 26	nicht sinnvoll

Variantenreihenfolge

Variante	Wert
B2	34,7
Becken 3+4 HS	32,45
Becken 2+3	31,05
Becken 1	30,8
Becken 2+4 HS	29,4
Becken 1+3	27,7
Becken 2+4 NS	26,85
Becken 1+4 HS	26,3
Becken 1+4 NS	25,45
Becken 1+2	24,65

Abbildung 43: Variante 8 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung

Auf Grundlage der im geotechnischen Bericht beschriebenen Baugrundverhältnisse an den Standorten 2 und 4 ist der Bau des Rückhaltebeckens insbesondere im Hinblick auf die Gründung und Unterströmung des Damm- und Durchlassbauwerks als machbar einzustufen.

Bei den im Staubereich für ein $HQ_{100+15\%}$ befindlichen Grundstücken handelt es sich überwiegend um landwirtschaftlich genutzte Flächen sowie vereinzelt Wirtschaftswege. Die kumulierte Einstaufläche für ein $HQ_{100+15\%}$ beträgt rd. 253.300 m² und bedingt damit im Einstaufall erhebliche landwirtschaftliche und ökologische Auswirkungen.

Der Eingriff in die Landwirtschaft durch Beanspruchung landwirtschaftlicher Flächen für den Bau der beiden Dammbauwerke ist mit insgesamt rd. 22880 m² als hoch zu bewerten.

Der Umfang erforderlicher Spartenumlegungen am Standort 2 ist als hoch einzustufen.

Die landwirtschaftlichen Nutzflächen im Einstaubereich der Becken 2 und Becken 4 (HS) weisen gemäß der LSK mit einem gemittelten Bonitätswert von 4,24 eine insgesamt hohe Ertragsfähigkeit auf.

Eingriffe in Bodendenkmäler ergeben sich mit der geplanten Lage der Dammaufstandsflächen nicht.

In Anbetracht der Höhe des Dammbauwerks am Standort 2 von bis zu 8,05 m über dem Gelände sowie der Lage der Dammaufstandsfläche ist mit einem erheblichen Eingriff ins Landschaftsbild zu rechnen.

Mit der Umsetzung der Variante 8 gehen in Becken 2 und 4 rd. 9.800 m² hochwertige Biotopflächen (naturnaher Bachlauf mit Gewässerbegleitgehölzen und Auwaldstrukturen) verloren bzw. werden beeinträchtigt.

Die Dammaufstandsfläche der Variante 8 führt zu einem Verlust von ca. 7 Quartierbäumen mit potenziell geeigneten Habitatstrukturen als Brut- und Nistplatz oder Schlafplatz. Hinsichtlich planungsrelevanter Vogelarten sind durch den Damm 11 Revierzentren betroffen.

Im Aufstaubereich des Beckens sind in dieser Variante 19 Revierzentren von Vögeln und 4 Haselmausfundpunkte beeinträchtigt. Weiterhin liegen 19 Quartierbäume im Aufstaubereich.

Die Variante 8 sorgt neben dem übergeordneten Schutz des Kerngebiets Bad Staffelstein für einen verbesserten Hochwasserschutz der Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang. Nach der Umsetzung der Variante 8 werden 121 Gebäude in den Gemeinden bachaufwärts der A73 geschützt. Mit einem Wert von 0,74 erreicht die Variante 8 den zweitbesten Nutzen-Kosten-Faktor aller betrachteten Varianten. Dieser fällt aber aufgrund der deutlich höheren Baukosten im Vergleich zur Variante 6 trotz eines höheren Schutzmehrwertes wieder geringer aus als bei dieser. Im Vergleich zu den übrigen Varianten ist er aber als hoch einzustufen.

4.9 Variante 9 – Becken 2 und Becken 4 im Nebenschluss

4.9.1 Lage und Ausführung

Bei Variante 9 wird eine Kombination der Becken 2 und 4 untersucht. Das Becken 2 wird in seiner Lage analog zu Variante 7 und das Becken 4 analog zur Variante 5 (im Nebenschluss) angenommen. Das Becken 2 wird über ein Durchlassbauwerk geregelt, welches als Stahlbetonbauwerk ausgeführt wird. Um die ökologische Durchgängigkeit zu gewährleisten, wird im Bauwerk eine Ökoschlucht berücksichtigt. Als

weitere Bestandteile der Betriebseinrichtung sind hydraulische Schütze zur Regulierung des Abflusses, eine Hochwasserentlastung mit Tosbecken sowie ein Grob – und Feinrechen zum Rückhalt von Treibgut vorgesehen.



Abbildung 44: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 2 – Variante 9 (Anlage 1.02)

Bei der Ausführung im Nebenschluss muss der Zulauf zum Becken 4 über ein Zulaufbauwerk in Form einer überströmbaren Schwelle geregelt werden. Diesem ist ein Grobrechen vorgeschaltet. Das Auslassbauwerk wird als Stahlbetonbauwerk ausgeführt, welches hydraulische Schütze zur Regulierung des Abflusses, eine Hochwasserentlastung mit Tosbecken sowie einen Feinrechen zum Rückhalt von Treibgut enthält.



Abbildung 45: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 4 – Variante 9 (Anlage 1.05)

Die Baukostenschätzung für die untersuchte Variante ist in Kapitel 8 sowie den entsprechenden Anlagen ausführlich dargestellt. Die Gesamtsumme liegt bei rund 18,53 Mio. € (netto).

4.9.2 Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange

Für den Lastfall $HQ_{100+15\%}$ ist gemäß N-A-Modell ein Drosselabfluss von $14,0 \text{ m}^3/\text{s}$ auf Höhe der Gemeinde Loffeld einzuhalten, um den maximalen Abfluss an der A73 auf $19,5 \text{ m}^3/\text{s}$ zu beschränken. Die einzelnen Rückhaltevolumen bei der Beckenkombination wurden dabei durch eine schrittweise Anpassung der Drosselabgabe und gleichzeitigem Vergleich des Gesamtvolumens, mit dem der Einzelbeckenlösung 2 errechnet. Für das Becken 2 ergibt sich unter dieser Annahme ein erforderliches Retentionsvolumen von 390.000 m^3 . Wie im Lageplan (Anlage 1.02) ersichtlich, resultiert dies in einem Wasserspiegel von $307,35 \text{ müNN}$, wobei eine Fläche von 175.127 m^2 eingestaut wird. Unter Annahme eines Freibordes von $1,5 \text{ m}$ ergibt sich eine Dammkote von $308,85 \text{ müNN}$.

Bei einem Drosselabfluss von $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$ sind am Beckenstandort 4 175.000 m^3 Retentionsvolumen erforderlich. Bei einem Wasserspiegel von $327,00 \text{ müNN}$ liegt die eingestaute Fläche bei 62.705 m^2 . Unter Annahme eines Freibordes von $1,5 \text{ m}$ ergibt sich eine Dammkote von $328,50 \text{ müNN}$.

Das Überschwemmungsgebiet im HQ_{100} -Fall für das gesamte Projektgebiet ist identisch mit dem in Kapitel 4.8.2 Angeführten.

4.9.3 Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange

Für die Beschreibung von Becken 2 vgl. Kap. 4.2.3.

Für die Beschreibung von Becken 4 im Nebenschluss vgl. Kap. 4.5.3.

4.9.4 Sparten und Kreuzungsbauwerke

In der Variante 9 sind an beiden Beckenstandorten Spartenverlegungen erforderlich. Die notwendigen Anpassungen im Becken 2 und Becken 4 wurden bereits in Kapitel 4.2.4 bzw. Kapitel 4.4.4 aufgeführt und sind in gleichem Umfang zu beachten.

4.9.5 Nutzen-Kosten-Vergleich

Das Vorgehen für den Nutzen-Kosten-Vergleich wurde eingangs im Kapitel 4 beschrieben und für alle Varianten analog durchgeführt. Die nachfolgende Abbildung zeigt die bei einem HQ₁₀₀-Abfluss betroffenen Gebäude in Rot in den Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang für die Variante 9. Die blau markierten Gebäude würden bei der Umsetzung dieser Variante zukünftig voraussichtlich nicht mehr im Überschwemmungsgebiet liegen und zählen somit zum Schutzmehrwert der Variante 9 gegenüber der Variante 1.



Abbildung 46: Variante 9 – betroffene / geschützte Gebäude (rot/blau)

Ähnlich wie bei den Varianten 6 und 7 werden zukünftig vor allem in den Gemeinden Horsdorf und Loffeld der Großteil der Gebäude vor einem Hochwasser geschützt. Zusätzlich kommen einige Gebäude in Stublang dazu. Insgesamt bleiben 137 Gebäude von einem HQ₁₀₀-Abfluss betroffen. Die Baukosten für diese Variante liegen gemäß Kostenschätzung bei 22.050.053 € (brutto). Das Gesamtschadenspotential beträgt 11.800.000 €. Der Schutzmehrwert beziffert sich auf 11.250.000 €, wodurch der Nutzenkostenfaktor der Variante 9 gegenüber der Variante 1 bei 0,51 liegt.

4.9.6 Bewertung der Variante 9

Für alle Varianten wurde, wie bereits in der Bewertung von Variante 1 beschrieben, eine Beurteilung nach festgelegten Kriterien durchgeführt und so eine Vergleichbarkeit der Varianten ermöglicht. Wie aus Abbildung 47 hervorgeht, erreicht die Variante 9 in der Bewertungsmatrix eine Gesamtpunktzahl von 26,85 und ist im Vergleich mit den anderen Varianten als eher ungeeignet zu bewerten.

Matrixdarstellung der Varianten

Becken 4 NS	25,45	26,85			
Becken 4 HS	26,3	29,4	32,45		
Becken 3	27,7	31,05		32,45	
Becken 2	24,65	34,7	31,05	29,4	26,85
Becken 1	30,8	24,65	27,7	26,3	25,45
	Becken 1	Becken 2	Becken 3	Becken 4 HS	Becken 4 NS

Skalierung

> 34	zu favorisieren
32-34	
30-32	
28-30	
26-28	
< 26	nicht sinnvoll

Variantenreihenfolge

Variante	Wert
B2	34,7
Becken 3+4 HS	32,45
Becken 2+3	31,05
Becken 1	30,8
Becken 2+4 HS	29,4
Becken 1+3	27,7
Becken 2+4 NS	26,85
Becken 1+4 HS	26,3
Becken 1+4 NS	25,45
Becken 1+2	24,65

Abbildung 47: Variante 9 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung

Auf Grundlage der im geotechnischen Bericht beschriebenen Baugrundverhältnisse an den Standorten 2 und 4 ist der Bau des Rückhaltebeckens insbesondere im Hinblick auf die Gründung und Unterströmung des Damm- und Durchlassbauwerks als machbar einzustufen.

Bei den im Staubereich für ein $HQ_{100+15\%}$ befindlichen Grundstücken handelt es sich überwiegend um landwirtschaftlich genutzte Flächen sowie vereinzelt Wirtschaftswege. Die kumulierte Einstaufläche für ein $HQ_{100+15\%}$ beträgt rd. 237.800 m² und bedingt damit moderate landwirtschaftliche und ökologische Auswirkungen.

Der Eingriff in die Landwirtschaft durch Beanspruchung landwirtschaftlicher Flächen für den Bau der beiden Dammbauwerke ist mit insgesamt rd. 41010 m² als sehr hoch zu bewerten.

Der Umfang erforderlicher Spartenumlegungen am Standort 2 ist als hoch einzustufen.

Die landwirtschaftlichen Nutzflächen im Einstaubereich der Becken 2 und Becken 4 (NS) weisen gemäß der LSK mit einem gemittelten Bonitätswert von 4,30 eine insgesamt hohe Ertragsfähigkeit auf.

Eingriffe in Bodendenkmäler ergeben sich mit der geplanten Lage der Dammaufstandsflächen nicht.

In Anbetracht der Höhe des Dammbauwerks am Standort 2 von bis zu 8,05 m sowie der Lage der Dammaufstandsfläche ist mit einem erheblichen Eingriff ins Landschaftsbild zu rechnen.

Mit der Umsetzung der Variante 9 gehen in Becken 2 und 4 im Nebenschluss rd. 5.900 m² hochwertige Biotopflächen (naturnaher Bachlauf mit Gewässerbegleitgehölzen und Auwaldstrukturen) verloren bzw. werden beeinträchtigt.

Aus naturschutzfachlicher Sicht führt die Dammaufstandsfläche der Variante 9 zu einem Verlust von ca. 8 Quartierbäumen mit potenziell geeigneten Habitatstrukturen als Brut- und Nistplatz oder Schlafplatz. Gleichzeitig ist 1 Haselmausfundpunkt durch den Dammbau betroffen. Hinsichtlich planungsrelevanter Vogelarten sind durch den Damm 13 Revierzentren beeinträchtigt.

Im Aufstaubereich des Beckens sind in dieser Variante 10 Revierzentren von Vögeln und 1 Haselmausfundpunkt beeinträchtigt. Zusätzlich liegen bei einem großen Einstauereignis 7 Quartierbäume im Aufstaubereich.

Mit der Umsetzung der Variante 9 werden rd. 5.900 m² hochwertige Biotope (Gewässerbegleitgehölze und Auwaldstrukturen) beeinträchtigt.

Die Variante 9 sorgt neben dem übergeordneten Schutz des Kerngebiets Bad Staffelstein für einen verbesserten Hochwasserschutz der Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang. Genau wie bei der Variante 8 werden nach der Umsetzung der Variante 9 121 Gebäude in den Gemeinden bachaufwärts der A73 geschützt. Aufgrund der höchsten Baukosten aller betrachteten Varianten fällt der Nutzen-Kosten-Faktor mit 0,51 trotz des hohen Schutzmehrwertes gegenüber der Variante 1 nur mittelmäßig aus.

4.10 Variante 10 – Becken 3 und Becken 4 im Hauptschluss

4.10.1 Lage und Ausführung

Bei Variante 10 wird eine Kombination der Becken 3 und 4 untersucht. Das Becken 3 wird in seiner Lage analog zu Variante 3 und das Becken 4 analog zur Variante 4 (im Hauptschluss) angenommen. Aus den veränderten Volumina ergeben sich ein abweichender Flächenbedarf und eine neu dimensionierte Dammstruktur.

Beide Becken werden über ein Durchlassbauwerk geregelt, welches als Stahlbetonbauwerk ausgeführt wird. Um die ökologische Durchgängigkeit zu gewährleisten, wird im Bauwerk eine Ökoschlucht berücksichtigt. Als weitere Bestandteile der Betriebseinrichtung sind hydraulische Schütze zur Regulierung des Abflusses, eine Hochwasserentlastung mit Tosbecken sowie ein Grob – und Feinrechen zum Rückhalt von Treibgut vorgesehen.



Abbildung 48: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 3 – Variante 10 (Anlage 1.03)



Abbildung 49: Dammvariante und Einstaubereich am Becken 4 – Variante 10 (Anlage 1.04)

Die Baukostenschätzung für die untersuchte Variante ist in Kapitel 8 sowie den entsprechenden Anlagen ausführlich dargestellt. Die Gesamtsumme liegt bei rund 16,32 Mio. € (netto).

4.10.2 Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange

Für den Lastfall $HQ_{100+15\%}$ ist gemäß N-A-Modell am Becken 3 ein Drosselabfluss von $5,5 \text{ m}^3/\text{s}$ einzuhalten, um den maximalen Abfluss an der A73 auf $19,5 \text{ m}^3/\text{s}$ zu beschränken. Für das Becken 3 ergibt sich unter dieser Annahme ein erforderliches Retentionsvolumen von 295.000 m^3 . Wie im Lageplan (Anlage 1.02) ersichtlich, resultiert dies in einem Wasserspiegel von $321,90 \text{ müNHN}$, wobei eine Fläche von 109.226 m^2 eingestaut wird. Unter Annahme eines Freibordes von $1,5 \text{ m}$ ergibt sich eine Dammkote von $323,40 \text{ müNHN}$.

Der Drosselabfluss am Becken 4 beträgt im Lastfall $HQ_{100+15\%}$ $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Das erforderliche Retentionsvolumen liegt bei 335.000 m^3 und wird bei einem Wasserspiegel von $327,35 \text{ müNHN}$ erreicht (vgl. Anlage 1.04). Die eingestaute Fläche beträgt dabei 114.741 m^2 . Bei Annahme eines Freibordes von $1,5 \text{ m}$ ergibt sich eine Dammkote von $328,85 \text{ müNHN}$.

Das Überschwemmungsgebiet im HQ_{100} -Fall für das gesamte Projektgebiet ist in Abbildung 50 dargestellt. Das neu berechnete Überschwemmungsgebiet ist dabei in blau dargestellt, der Ist-Zustand in türkis. Die orange markierten Bereiche stellen weiterhin betroffene Gebäude dar. Grüne Markierungen zeigen Gebäude, die in dieser Plan-Variante geschützt werden. Die genaue Anzahl der Gebäude wird im Kapitel des Nutzen-Kosten-Vergleichs genannt und entsprechend bewertet.



Abbildung 50: Überschwemmungsgebiet bei Variante 10 (Anlage 2.08)

4.10.3 Belange Dritter und naturschutzfachliche Belange

Für die Beschreibung von Becken 3 vgl. Kap. 4.3.3.

Für die Beschreibung von Becken 4 vgl. Kap. 4.4.3.

4.10.4 Sparten und Kreuzungsbauwerke

In der Variante 10 sind an beiden Beckenstandorten Spartenverlegungen erforderlich. Die notwendigen Anpassungen im Becken 3 und Becken 4 wurden bereits in Kapitel 4.3.4 bzw. Kapitel 4.4.4 aufgeführt und sind in gleichem Umfang zu beachten.

4.10.5 Nutzen-Kosten-Vergleich

Das Vorgehen für den Nutzen-Kosten-Vergleich wurde eingangs im Kapitel 4 beschrieben und für alle Varianten analog durchgeführt. Die nachfolgende Abbildung zeigt die bei einem HQ_{100} -Abfluss betroffenen Gebäude in Rot in den Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang für die Variante 10. Die blau markierten Gebäude würden bei der Umsetzung dieser Variante zukünftig voraussichtlich nicht mehr im Überschwemmungsgebiet liegen und zählen somit zum Schutzmehrwert der Variante 10 gegenüber der Variante 1.



Abbildung 51: Variante 10 – betroffene / geschützte Gebäude (rot/blau)

Auch bei der Variante 10 werden vor allem in den Gemeinden Horsdorf und Loffeld der Großteil der Gebäude zukünftig vor einem Hochwasser geschützt. Zusätzlich kommen einige Gebäude in Stublang dazu. Insgesamt bleiben 105 Gebäude von einem HQ₁₀₀-Abfluss betroffen. Die Baukosten für diese Variante liegen gemäß Kostenschätzung bei 19.416.417 € (brutto). Das Gesamtschadenspotential beträgt 9.050.000 €. Der Schutzmehrwert beziffert sich auf 14.000.000 €, wodurch der Nutzenkostenfaktor der Variante 10 gegenüber der Variante 1 bei 0,72 liegt.

4.10.6 Bewertung der Variante 10

Für alle Varianten wurde, wie bereits in der Bewertung von Variante 1 beschrieben, eine Beurteilung nach festgelegten Kriterien durchgeführt und so eine Vergleichbarkeit der Varianten ermöglicht. Wie aus Abbildung 52 hervorgeht, erreicht die Variante 10 in der Bewertungsmatrix eine Gesamtpunktzahl von 32,45 und ist im Vergleich mit den anderen Varianten als sehr geeignet zu bewerten.

Matrixdarstellung der Varianten

Becken 4 NS	25,45	26,85			
Becken 4 HS	26,3	29,4	32,45		
Becken 3	27,7	31,05		32,45	
Becken 2	24,65	34,7	31,05	29,4	26,85
Becken 1	30,8	24,65	27,7	26,3	25,45
	Becken 1	Becken 2	Becken 3	Becken 4 HS	Becken 4 NS

Skalierung

> 34	zu favorisieren
32-34	
30-32	
28-30	
26-28	
< 26	nicht sinnvoll

Variantenreihenfolge

Variante	Wert
B2	34,7
Becken 3+4 HS	32,45
Becken 2+3	31,05
Becken 1	30,8
Becken 2+4 HS	29,4
Becken 1+3	27,7
Becken 2+4 NS	26,85
Becken 1+4 HS	26,3
Becken 1+4 NS	25,45
Becken 1+2	24,65

Abbildung 52: Variante 10 - Gesamtmatrix inkl. Variantenbewertung

Auf Grundlage der im geotechnischen Bericht beschriebenen Baugrundverhältnisse an den Standorten 3 und 4 ist der Bau des Rückhaltebeckens insbesondere im Hinblick auf die Gründung und Unterströmung des Damm- und Durchlassbauwerks als machbar einzustufen.

Bei den im Staubereich für ein $HQ_{100+15\%}$ befindlichen Grundstücken handelt es sich überwiegend um landwirtschaftlich genutzte Flächen sowie vereinzelt Wirtschaftswege. Die kumulierte Einstaufläche für ein $HQ_{100+15\%}$ beträgt rd. 236.300 m² und bedingt damit moderate landwirtschaftliche und ökologische Auswirkungen im Einstaubereich.

Die Einstaufläche für ein $HQ_{100+15\%}$ beträgt für die Becken 3 und Becken 4 zusammengefasst rd. 224.200 m², wodurch mit vergleichsweise moderaten landwirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen zu rechnen ist.

Der Eingriff in die Landwirtschaft durch Beanspruchung landwirtschaftlicher Flächen für den Bau der beiden Dammbauwerke ist mit insgesamt rd. 31190 m² als sehr hoch zu bewerten.

Der Umfang erforderlicher Spartenumlegungen am Standort 3 ist als moderat einzustufen.

Die landwirtschaftlichen Nutzflächen im Einstaubereich der Becken 3 und Becken 4 (HS) weisen gemäß der LSK mit einem gemittelten Bonitätswert von 4,32 eine insgesamt hohe Ertragsfähigkeit auf.

Eingriffe in Bodendenkmäler ergeben sich mit der geplanten Lage der Dammaufstandsflächen nicht.

In Anbetracht der Höhe des Dammbauwerks am Standort 3 von bis zu 7,80 m sowie der Lage der Dammaufstandsfläche ist mit einem nicht unerheblichen, aber moderaten Eingriff ins Landschaftsbild zu rechnen.

Mit der Umsetzung der Variante 10 gehen in Becken 3 und 4 im Hauptschluss rd. 7.800 m² hochwertige Biotopflächen (naturnaher Bachlauf mit Gewässerbegleitgehölzen und Auwaldstrukturen) verloren bzw. werden beeinträchtigt.

Aus naturschutzfachlicher Sicht führt die Dammaufstandsfläche der Variante 10 zu einem Verlust von einem Quartierbaum mit potenziell geeigneten Strukturen. Gleichzeitig wird ein Tagfalterfundpunkt durch den Dammbau beeinträchtigt. Hinsichtlich planungsrelevanter Vogelarten sind durch den Damm 7 Revierzentren beeinträchtigt.

Im Aufstaubereich des Beckens sind in dieser Variante 18 Revierzentren von Vögeln und ein Tagfalterfundpunkt und 7 Haselmausfundpunkte beeinträchtigt.

Die Variante 10 sorgt neben dem übergeordneten Schutz des Kerngebiets Bad Staffelstein für einen verbesserten Hochwasserschutz der Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang. Nach der Umsetzung der Variante 10 werden 163 Gebäude in den Gemeinden bachaufwärts der A73 geschützt. Diese Variante erreicht den mit Abstand höchsten Schutzmehrwert gegenüber der Variante 1. Aufgrund der sehr hohen Baukosten fällt der Nutzen-Kosten-Faktor mit 0,72 allerdings im Vergleich zur Variante 6 geringer aus und ist als hoch im Vergleich aller betrachteten Varianten einzustufen.

4.11 Nicht umsetzbare Varianten

Im Rahmen der Voruntersuchung wurden weitere Beckenvarianten betrachtet, die sich aufgrund unterschiedlicher Kriterien bereits in der Vorauswahl als ungeeignet herausstellten. Zur Vollständigkeit werden sie nachfolgend kurz dargestellt.

4.11.1 Variante 11 – Becken 1 im Nebenschluss

In Variante 11 wurde eine Ausführung des Becken 1 im Nebenschluss untersucht. Dabei wird der Trenndamm zwischen dem Lauterbach und der Überflutungsfläche errichtet, um eine Umverlegung des Baches zu umgehen. Zusätzlich ist entlang der Straße ein Hochwasserschutzdeich erforderlich. Der Zulauf in das Hochwasserrückhaltebecken erfolgt dabei über ein Absperrbauwerk mit einer entsprechenden seitlichen Überlaufschwelle in das Becken sowie einer Drosselfunktion im Querbauwerk zur Regelung der Abgabe in den Lauterbach. Am Beckenauslass ist ebenfalls ein Bauwerk erforderlich, durch welches der Abfluss entsprechend geregelt wird. Durch die eingerückte Dammlage in den Staubereich hinein, wird im Vergleich zum Hauptschluss das mögliche Stauvolumen deutlich minimiert. Eine Ausführung als ungesteuertes Becken mit erhöhtem erforderlichen Retentionsvolumen ist somit nicht umsetzbar. Eine gesteuerte Variante ist in der Ausführung deutlich teurer und kann den Retentionsverlust durch den verlegten Damm nicht kompensieren. Aus diesem Grund wird diese Variante nicht weiterverfolgt.

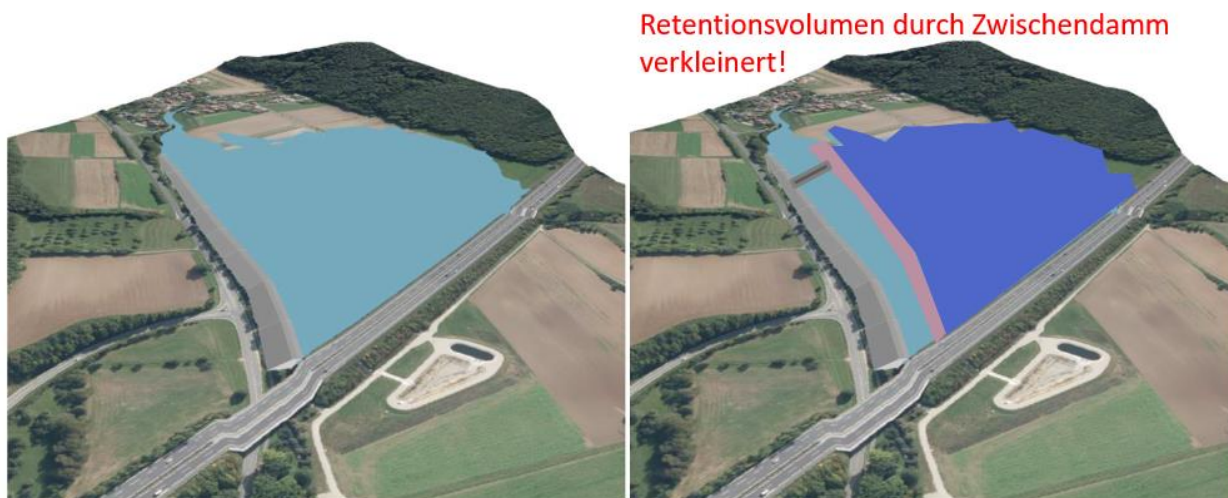


Abbildung 53: Schematische Darstellung des Nebenschlusses im Becken 1

4.11.2 Variante 12 – Becken 1 und Flutmulde

In Variante 12 wurde eine Kombination aus Becken 1 und einer Flutmulde um Horsdorf untersucht. Der durch Horsdorf schadfrei abführbare Abfluss im HQ100 beträgt ca. $8 \text{ m}^3/\text{s}$. Laut dem N-A-Modell liegt der Abflussscheitel bei $37,3 \text{ m}^3/\text{s}$, was eine Ableitung von bis zu $30 \text{ m}^3/\text{s}$ erfordert. Eine Flutmulde, die diesen Abfluss abführen kann, ist aufgrund der topografischen Gegebenheiten nicht wirtschaftlich umsetzbar. Dies ist maßgeblich durch den erforderlichen Erdaushub von ca. 50.000 m^3 und kritischen Engstellen zu bestehender Bebauung begründet.

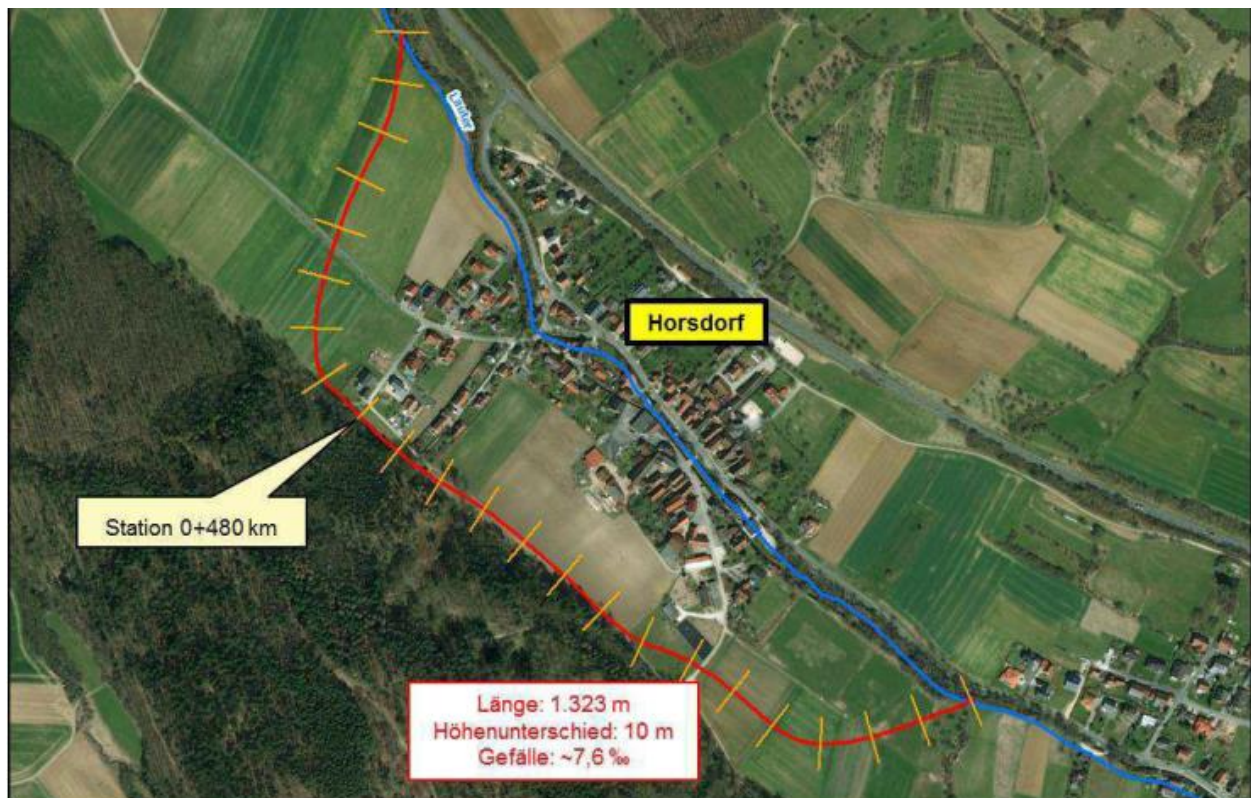


Abbildung 54: Untersuchte Lage der Flutmulde (Quelle: NA-Bericht, BGS Wasser)

4.11.3 Variante 13 – Becken 3

In Variante 13 wurde das Becken 3 als Einzelbecken betrachtet, wodurch nur der nord-östliche Teil des Einzugsgebietes, der in den Bach Döberten entwässert, abgedeckt ist. Aus den Berechnungen des N-A-Modells geht hervor, dass bereits im HQ₁₀₀-Fall und bei extremer Drosselung auf nur 1 m³/s am Beckenauslass der erforderliche Grenzwert an der A73 nicht eingehalten werden kann. Grund hierfür ist das im Verhältnis geringe Einzugsgebiet des Becken 3. Im Fall eines lokal begrenzten Niederschlagsereignisses im südlichen Teil des Gesamteinzugsgebietes bliebe das Becken 3 zudem ohne Wirkung auf die Hochwasserwelle. Aus den genannten Gründen wird das Becken 3 als Einzelbecken nicht weiterverfolgt.

4.11.4 Variante 14 – Becken 4

Eine tiefere Untersuchung des Becken 4 als Einzelbecken wird aus denselben Gründen wie in Variante 13 verworfen. Mit 17,8 km² ist das Teileinzugsgebiet für das Becken 4 vergleichbar gering und der dadurch unregelmäßige Abfluss aus dem restlichen Einzugsgebiet maßgeblich. Zudem liefern die erforderlichen Volumina in den Kombinationslösungen bereits teils maximal mögliche Flächenbeanspruchungen. Somit ist Becken 4 nur in einer Beckenkombination umsetzbar.

4.11.5 Variante 15 – Becken 3 und Becken 4 im Nebenschluss

In Variante 15 wurde eine Beckenkombination aus Becken 3 und Becken 4 in Ausführung als Nebenschluss betrachtet. Das erforderliche Volumen von 335.000 m³ steht im Nebenschluss nicht ausreichend zur Verfügung. Bei einem Wasserspiegel von 328,00 m_{NHN} liegt das mögliche Speichervolumen bei ca. 303.722 m³ und die Stauwurzel bereits sehr nahe an der Ortschaft Frauendorf (siehe Abbildung 55). Das

fehlende Volumen würde die Situation weiter verschlechtern und die hydraulische Ausführbarkeit des Zulaufbauwerkes erschweren.

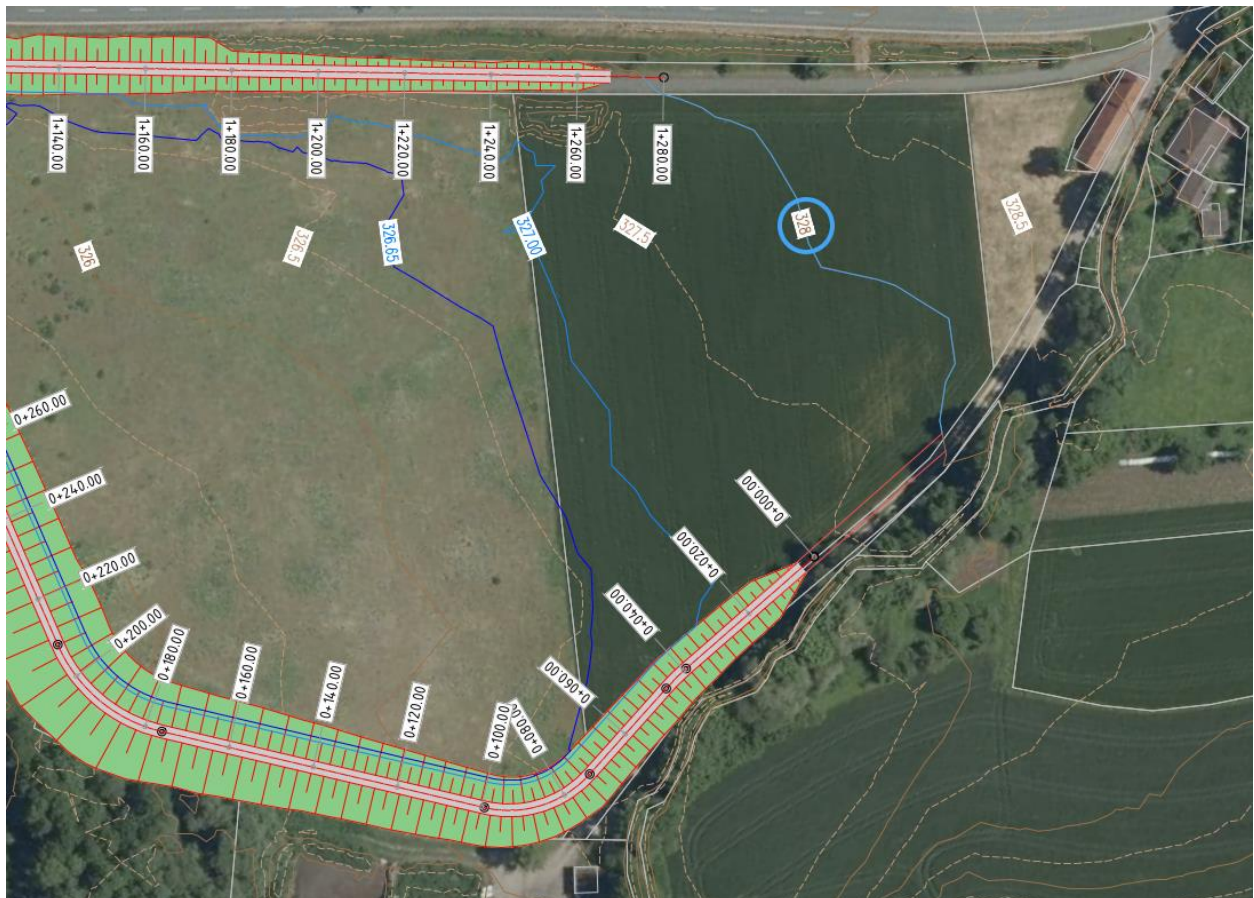


Abbildung 55: Maximaler Einstaubereich am Becken 4 – Variante 15

4.11.6 Variante 16 – Becken 5

In Variante 16 wird mit dem Bereich nördlich der Autobahn A73 ein weiterer Beckenstandort untersucht. Unter Annahme eines Einstaus dieser Fläche auf Höhe der Geländeoberkante unter der Autobahnbrücke von 277,0 müNHN ergibt sich ein maximales Retentionsvolumen von ca. 75.000 m³. Im vorhandenen Gerinne unter der A73 können dabei maximal 6 m³/s abfließen, was eine vorgeschaltete Drosselung des Hochwasserabflusses oberstrom erfordern würde. Bei einem höheren Wasserspiegel von 278,0 müNHN steigt das mögliche Retentionsvolumen auf ca. 145.000 m³, es kommt jedoch zu einem Einstau des Durchlasses unter der A73 und einem Teileinstau im Becken 1. Dies erfordert hohe Leit- und Schutzwände unter der Brücke sowie einen zusätzlichen Damm entlang der Straße am Becken 1. Aufgrund des geringen Retentionsvolumen und des Einstaus des Durchlasses ist der Beckenstandort 5 somit als ungeeignet zu betrachten.

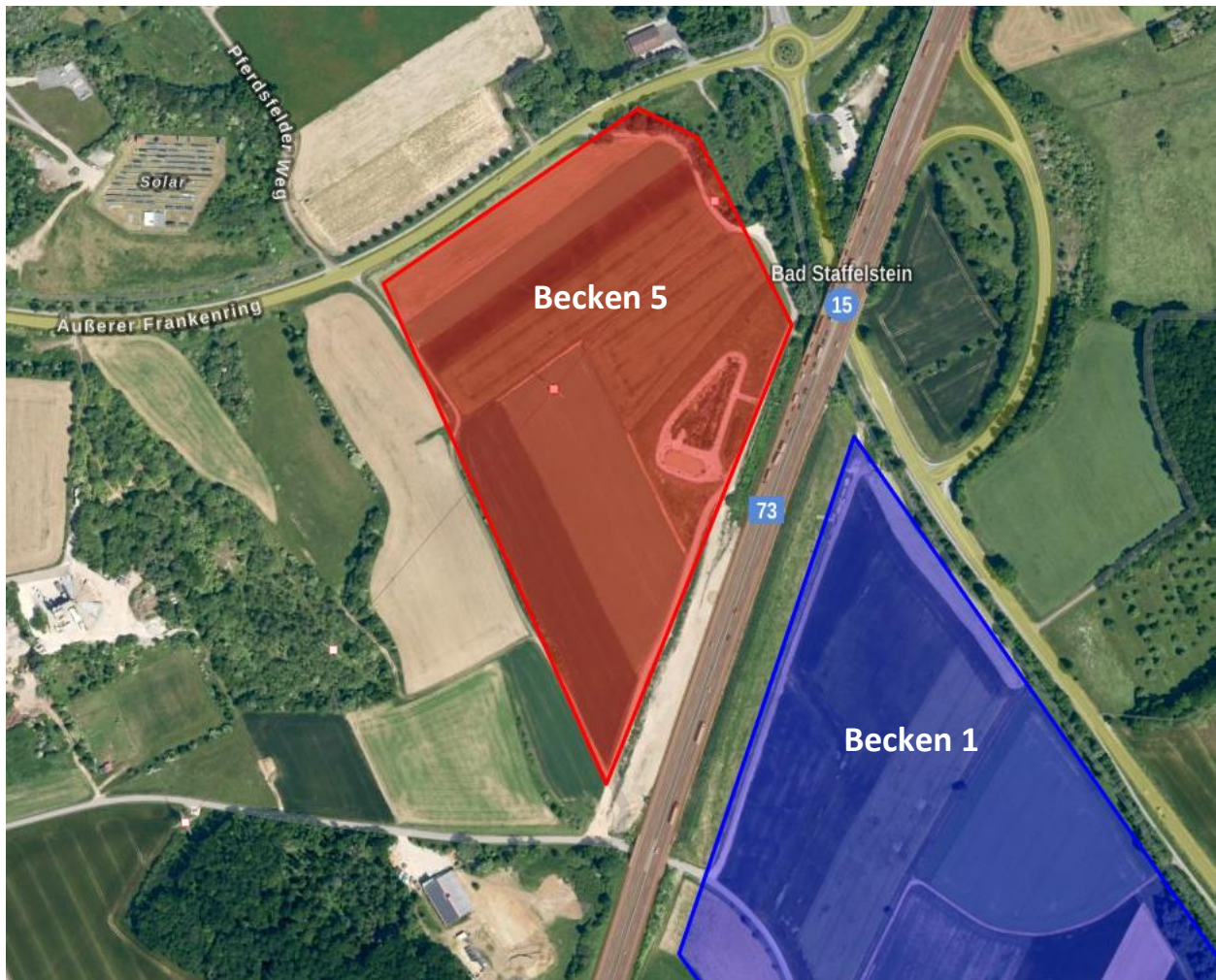


Abbildung 56: Untersuchte Aufstaufläche am Becken 5 (Quelle: BayernAltas)



Abbildung 57: Beschränktes Raumprofil unter der Autobahnbrücke

4.12 Identifikation von Vorzugsvarianten

In den Kapiteln 4.1 bis 4.11 wurden die verschiedenen Varianten und die technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Kriterien erläutert. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei jeder Variante Vor- und Nachteile gegenüber den anderen Varianten entstehen. Ein kompletter Schutz der Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang entlang des Lauterbachs wird mit keiner der betrachteten Varianten erreicht. Das Hauptziel, den Schutz von Bad Staffelstein, erreichen durch die Drosselung des Abflusses auf 19,5 m³/s an der A73 alle näher betrachteten Beckenlösungen.

In Tabelle 6 sind zur Übersicht die Ergebnisse des Nutzen-Kosten-Vergleichs dargestellt. Die zur Berechnung des Nutzenkostenfaktors verwendeten Kosten und Schadenswerte sind Bruttowerte.

Variante	Baukosten brutto	Fn-Wert	Schaden/Fn	Gesamtschaden	Schutzmehrwert	Kostendifferenz	Nutzenkostenfaktor Varianten im Vgl. zu Becken 1
Becken 1	9.303.518 €	461	50.000 €	23.050.000 €	- €	- €	0,00
Becken 1 + 2	13.512.801 €	426	50.000 €	21.300.000 €	1.750.000 €	4.209.283 €	0,13
Becken 1 + 3	14.541.961 €	391	50.000 €	19.550.000 €	3.500.000 €	5.238.443 €	0,24
Becken 1 + 4 (HS)	15.472.912 €	361	50.000 €	18.050.000 €	5.000.000 €	6.169.394 €	0,32
Becken 1 + 4 (NS)	22.425.723 €	361	50.000 €	18.050.000 €	5.000.000 €	13.122.204 €	0,22
Becken 2	9.279.223 €	280	50.000 €	14.000.000 €	9.050.000 €	- 24.296 €	0,98
Becken 2 + 3	14.544.454 €	267	50.000 €	13.350.000 €	9.700.000 €	5.240.935 €	0,67
Becken 2 + 4 (HS)	15.148.014 €	236	50.000 €	11.800.000 €	11.250.000 €	5.844.496 €	0,74
Becken 2 + 4 (NS)	22.050.053 €	236	50.000 €	11.800.000 €	11.250.000 €	12.746.535 €	0,51
Becken 3 + 4	19.416.417 €	181	50.000 €	9.050.000 €	14.000.000 €	10.112.898 €	0,72

Tabelle 6: Nutzen-Kosten-Vergleich

Zu erkennen ist, dass die Variante 6 (Becken 2) mit 0,98 im Vergleich den höchsten Nutzenkostenfaktor erreicht. Das liegt vor allem an den nur gering höheren Baukosten gegenüber der Variante 1 und dem deutlich geringeren Gesamtschadenspotential. Bei der Variante 10 (Becken 3 + 4) wird der höchste Schutzmehrwert erreicht. Die Baukosten gegenüber der Variante 1 fallen hier allerdings deutlich höher aus, wodurch der in dieser Betrachtung berechnete Nutzenkostenfaktor bei 0,72 liegt.

Bei allen untersuchten Varianten, Variante 2 bis Variante 10, fällt der Gesamtschaden teilweise deutlich geringer aus als bei Variante 1. Aus dieser Sicht sind die Beckenvarianten der Variante 1 generell vorzuziehen.

Unter Berücksichtigung des Nutzen-Kosten-Vergleichs für die Orte Horsdorf, Loffeld und Stublang sind vor allem die Varianten 6 (Becken 2), die Variante 7 (Becken 2 + 3), die Variante 8 (Becken 2 + 4 HS), und die Variante 10 (Becken 3 + 4) zu bevorzugen.

In der folgenden Abbildung ist das Gesamtergebnis der Bewertungsmatrix dargestellt und somit alle Kriterien enthalten. Dabei wird deutlich, dass weiterhin das Becken 2, das Becken 3+4 im Hauptschluss sowie das Becken 2+3 die höchsten Werte erreichen und zu favorisieren sind. Die Vorteile des Becken 1 liegen in den niedrigen Baukosten und der geringsten Einstaufläche. Die Kombination von Becken 2+4 im Hauptschluss ist ebenfalls denkbar, da hier Stublang noch mit geschützt werden kann. Die restlichen

Varianten erreichen teils deutlich geringere Werte und sind somit als Optionen nicht zu empfehlen. Eine detaillierte Auflistung der Kriterien je Variante ist der Anlage 5 zu entnehmen.

Matrixdarstellung der Varianten

Becken 4 NS	25,45	26,85			
Becken 4 HS	26,3	29,4	32,45		
Becken 3	27,7	31,05		32,45	
Becken 2	24,65	34,7	31,05	29,4	26,85
Becken 1	30,8	24,65	27,7	26,3	25,45
	Becken 1	Becken 2	Becken 3	Becken 4 HS	Becken 4 NS

Skalierung

> 34	zu favorisieren
32-34	
30-32	
28-30	
26-28	
< 26	nicht sinnvoll

Variantenreihenfolge

Variante	Wert
B2	34,7
Becken 3+4 HS	32,45
Becken 2+3	31,05
Becken 1	30,8
Becken 2+4 HS	29,4
Becken 1+3	27,7
Becken 2+4 NS	26,85
Becken 1+4 HS	26,3
Becken 1+4 NS	25,45
Becken 1+2	24,65

Abbildung 58: Matrixdarstellung und Variantenbewertung

4.13 Konstruktive Gestaltung der gewählten Lösung

Die konstruktive Gestaltung wurde bereits im Kapitel „Lage und Ausführung“ der betrachteten Variante erwähnt. Eine detaillierte Einteilung in Funktionsbereiche, eine Dimensionierung der Baukonstruktionen und das Führen von Nachweisen ist Bestandteil der folgenden Planungsphasen.

4.14 Betriebseinrichtungen der gewählten Lösung

Die Betriebseinrichtungen werden in ihrer Art, Leistungsfähigkeit, Lage und Funktionsweise im Rahmen der Entwurfsplanung betrachtet.

4.15 Beabsichtigte Betriebsweisen der gewählten Lösung

Die beabsichtigte Betriebsweise inkl. Steuerungskonzept, Lastfällen und maximalen Abflüssen werden im Rahmen der Entwurfsplanung betrachtet.

4.16 Anlagenüberwachung der gewählten Lösung

Die Anlagenüberwachung mit den erforderlichen Mess- und Kontrolleinrichtungen sowie dem Alarm- und Betriebsplan werden gemeinsam mit der Betriebsvorschrift und den erforderlichen Überprüfungen im Rahmen der Entwurfs- bzw. Ausführungsplanung betrachtet.

5 AUSWIRKUNG DES VORHABENS

5.1 Hauptwerte der beeinflussten Gewässer

Durch die geplanten Maßnahmen wird die derzeitige Abflusssituation, welche im Hochwasserfall zu starken Schäden in Bad Staffelstein und den oberstrom gelegenen Gemeinden Horsdorf, Loffeld und Stublang führt, verändert. Je nach betrachteter Variante erfolgt an den Beckenstandorten eine entsprechende Drosselung der Hochwasserzuflüsse der Lauter (siehe Tabelle 7).

	Variante		Becken A			Becken B		
	Becken A	Becken B	V _{erf} [m ³]	Q _{Drossel HQ₁₀₀} [m ³ /s]	Q _{Drossel HQ_{100+K}} [m ³ /s]	V _{erf} [m ³]	Q _{Drossel HQ₁₀₀} [m ³ /s]	Q _{Drossel HQ_{100+K}} [m ³ /s]
1	B1		435.000	20,0	19,5	-	-	-
2	B1	B2	280.000	20,0	19,5	175.000	17,7	17,3
3	B1	B3	260.000	20,0	19,5	190.000	8,5	8,0
4	B1	B4 (HS)	290.000	20,0	19,5	155.000	11,0	10,5
5	B1	B4 (NS)	290.000	20,0	19,5	155.000	11,0	10,5
6	B2		550.000	15,0	14,0	-	-	-
7	B2	B3	310.000	15,0	14,0	250.000	7,0	6,5
8	B2	B4 (HS)	390.000	15,0	14,0	175.000	8,0	7,5
9	B2	B4 (NS)	390.000	15,0	14,0	175.000	8,0	7,5
10	B3	B4 (HS)	295.000	6,5	5,5	335.000	7,0	6,0

Tabelle 7: Hydraulische Hauptwerte der Varianten

Die Überflutungsbereiche unterhalb der Hochwasserrückhaltebecken werden dadurch reduziert und in Abhängigkeit der Beckenlage die Ausuferungen innerhalb der Ortschaften geringer.

Die Becken werden als Trockenbecken ohne Dauerstau betrieben. Eine Veränderung der Abflüsse erfolgt deshalb erst ab der beckenspezifischen Regelabgabe. Niedrig- und Mittelwasserabflüsse sowie kleinere Hochwasserabflüsse werden somit nicht verändert. Die natürliche Abflussdynamik bleibt weitgehend erhalten.

5.2 Grundwasser und Grundwasserleiter

Gemäß den Ergebnissen der geotechnischen Untersuchungen ist an keinem der Beckenstandorte mit einer relevanten Unterströmung des Dammes zu rechnen, womit die Notwendigkeit einer Untergrundabdichtung mittels Spundwänden o.ä. nicht gegeben ist. Im Einstaufall anfallendes Qualmwasser kann demnach über eine Sickerwasserdrainage am luftseitigen Dammfuß gefasst und abgeleitet werden. Mit nachteiligen Auswirkungen auf das Grundwasser ist nach jetzigem Kenntnisstand nicht zu rechnen.

Detailliertere grundwasserhydraulische Untersuchungen und Berechnungen zur Bestimmung des Sickerwasserandrangs und somit auch zur Dimensionierung der Dammfußdrainage folgen in den weiteren Planungsphasen. Im Ergebnis dieser Untersuchungen kann daraufhin die Notwendigkeit zusätzlicher Maßnahmen (bspw. Dichtungsporn) geprüft und genauer beurteilt werden.

5.3 Wasserbeschaffenheit

Während der Bauphase ist mit keinen oder nur geringfügigen Beeinträchtigungen der Wasserbeschaffenheit zu rechnen, da die Dammbauwerke fast ausschließlich neben dem Gewässer erstellt werden.

Auf die Gewässergüte ergeben sich durch die geplanten Maßnahmen mittel- bis langfristig keine negativen Auswirkungen. Die Hochwasserrückhaltebecken haben im Normalbetrieb keine Auswirkungen auf die Wasserbeschaffenheit des Lauterbachs, da die Abflüsse über den Betriebsauslass ungehindert durch den Absperrdamm durchgeleitet werden. Auswirkungen können sich daher lediglich im Hochwasserfall durch einen Einstau vor den Absperrdämmen ergeben. Selbst bei einem seltenen Bemessungshochwasser ist mit Einstaudauern von weniger als drei Tagen zu rechnen. Bei solch kurzen Einstaudauern kann davon ausgegangen werden, dass sich die Beschaffenheit der Abflüsse im Lauterbach durch den Betrieb der Rückhaltebecken nicht signifikant verändert.

Zudem ist festzuhalten, dass bei Hochwasserereignissen zukünftig neben Bad Staffelstein die Ortslagen Horsdorf, Loffeld und Stublang (abhängig von der gewählten Variante) deutlich weniger von Überschwemmungen betroffen sind, in denen eher schädliche Stoffeinträge (z.B. Öltanks, Fahrzeuge) für das Gewässer lagern.

5.4 Überschwemmungsgebiete

Die Auswirkungen auf das Überschwemmungsgebiet sind für jede Variante im Kapitel „Hydraulik und wasserwirtschaftliche Belange“ aufgeführt.

5.5 Überschreitung des Bemessungshochwassers

Bei Überschreitung des Bemessungshochwassers kommt es je nach Hochwasserbemessungsfall zur Öffnung des Grund- bzw. Betriebsauslasses sowie zur Beaufschlagung der Hochwasserentlastungsanlage. Die Betrachtung dieser Lastfälle ist in der Leistungsphase 3 – Entwurfsplanung für die gewählte Vorzugsvariante durchzuführen.

5.6 Natur, Landschaft und Fischerei

Die ökologische Durchgängigkeit des Lauterbachs für Gewässerlebewesen wird durch die Errichtung offener Betriebsauslässe („Öko-Schlucht“) im Damm erhalten und nicht wesentlich beeinträchtigt.

5.7 Wohnungs- und Siedlungswesen

Durch den Baubetrieb bei der Errichtung der Dammbauwerke kommt es zeitweise zu einer vorübergehenden Belastung durch Lärm und Luftemissionen, überwiegend außerhalb von Siedlungsbereichen.

Unterstrom der Hochwasserrückhaltebecken wird durch die Hochwasserrückhaltung die Gefahr von Überschwemmungen reduziert, sodass sich günstige Auswirkungen ergeben. Oberstrom der Hochwasserrückhaltebecken sind keine Auswirkungen zu erwarten.

5.8 Öffentliche Sicherheit und Verkehr

Im Zuge der Baumaßnahmen unterliegen die öffentlichen Straßen einer höheren Belastung. Die vorhandenen Wege im Baustellenbereich werden u.U. zeitweise umgeleitet oder geschlossen.

Maßnahmen zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit werden im Rahmen der weiteren Planungsphasen erarbeitet.

5.9 Anlieger und Grundstücke

Die Beeinträchtigung von Anliegern und der (vorübergehende) Erwerb von Grundstücken wird nach Wahl einer Vorzugsvariante in den weiteren Planungsphasen berücksichtigt.

6 RECHTSVERHÄLTNISSE

6.1 Unterhaltungspflicht betroffener Gewässerstrecken

Die Zuständigkeit für die Unterhaltungspflicht betroffener Gewässerstrecken wird durch einen Vertrag zwischen der Stadt Bad Staffelstein bzw. den profitierenden Gemeinden und dem Freistaat Bayern geregelt.

6.2 Unterhaltungspflicht und Betrieb der baulichen Anlagen

Die Zuständigkeit für die Unterhaltungspflicht und dem Betrieb der baulichen Anlagen wird durch einen Vertrag zwischen der Stadt Bad Staffelstein bzw. den profitierenden Gemeinden und dem Freistaat Bayern geregelt.

6.3 Beweissicherungsmaßnahmen

Vor Beginn der Maßnahme wird dem AG empfohlen eine Beweissicherung der betroffenen und angrenzenden Bereiche durchzuführen. Der genaue Umfang ist im Zuge der Ausführungsplanung zu bestimmen.

6.4 Privatrechtliche Verhältnisse berührter Grundstücke und Rechte

Die von den Maßnahmen unmittelbar betroffenen Grundstücke für die Dammaufstandsfläche inkl. Schutzstreifen sind von Seiten des Freistaates zu erwerben. Für die weiteren betroffenen landwirtschaftlichen Flächen ist eine entsprechende Entschädigungsregelung für den Einstaufall zu treffen.

6.5 Gewässerbenutzungen

Das Fischereirecht am Lauterbach ist abschnittsweise an Privatpersonen verpachtet, deren Namen aus Datenschutzgründen hier nicht aufgeführt werden.

Das Fischereirecht im Lauterbach liegt obliegt der Stadt Bad Staffelstein und wird für den Bachabschnitt im Stadtgebiet seit 01.01.2017 an die Mainfischereigemeinschaft Lichtenfels GbR verpachtet.

7 DURCHFÜHRUNG DES VORHABENS

7.1 Abstimmung mit anderen Maßnahmen

Derzeit sind keine Abstimmungen mit anderen Maßnahmen ersichtlich.

7.2 Einteilung in Bauabschnitte

Eine Einteilung in Bauabschnitte ist im Rahmen der Vorplanung noch nicht möglich und erfolgt in den weiteren Planungsphasen.

7.3 Bauablauf

Eine Darstellung des Bauablaufes ist im Rahmen der Vorplanung noch nicht möglich und erfolgt in den weiteren Planungsphasen.

7.4 Bauzeiten

Eine Kalkulation der Bauzeiten ist im Rahmen der Vorplanung noch nicht möglich und erfolgt in den weiteren Planungsphasen.

7.5 Projektrisiken

Eine Untersuchung der Projektrisiken ist im Rahmen der Vorplanung noch nicht möglich und erfolgt in den weiteren Planungsphasen.

8 BAUKOSTEN

8.1 Gesamtkosten

Die Kostenschätzung wurde anhand der drei Hauptbereiche Dammbauwerk, Durchlassbauwerk und weitere Kostenfaktoren erstellt. Zur Berechnung der Kosten für das Dammbauwerk wurde die ermittelte Dammkubatur sowie die Dammaufstandsfläche herangezogen. Zur Kompensation der erwartbaren Setzungen wurde bei allen Varianten eine flächige Überschüttung des Dammes von 0,5 m angenommen. Über die Dammaufstandsfläche wurde ebenfalls für alle Varianten ein erforderlicher Bodenaustausch von 0,5 m Mächtigkeit angesetzt. Die Kosten für das Durchlassbauwerk wurden anhand des umbauten Raumes, der sich aus der Dammhöhe und –breite sowie einer pauschalen Bauwerksbreite von 10 m ergibt, errechnet. Im Bauwerksbereich wurde ein erforderlicher Bodenaustausch bis in ca. 2,5m Tiefe angenommen. Die Ausführung des Stahlwasserbaues ist bei allen Varianten gleich angesetzt. Die Mess- und Regeltechnik wurde in Abhängigkeit der Dammlänge bepreist. Im Teil „weitere Kostenfaktoren“ sind die erforderlichen Spartenverlegungen, Anpassungen der Infrastruktur und Maßnahmen im Stauraum enthalten, welche zur besseren Vergleichbarkeit der Varianten meist mit einem Pauschalbetrag angenommen wurden. Die geschätzten Gesamtkosten je Variante sind der beigefügten Kostenschätzung zu entnehmen. Die verwendeten Einheitspreise stammen aus vergleichbaren Maßnahmen bzw. aus öffentlichen Baupreisdatabanken (Baupreislexikon.de). Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Kosten je Variante.

Variante	Kosten Becken A netto	Kosten Becken B netto	Gesamtkosten netto	Gesamtkosten brutto
B1	7.818.083 €		7.818.083 €	9.303.518 €
B1+2	6.783.434 €	4.571.861 €	11.355.295 €	13.512.801 €
B1+3	6.764.114 €	5.456.021 €	12.220.135 €	14.541.961 €
B1+4 (HS)	6.790.334 €	6.212.113 €	13.002.447 €	15.472.912 €
B1+4 (NS)	6.790.334 €	12.054.811 €	18.845.145 €	22.425.723 €
B2	7.797.666 €		7.797.666 €	9.279.223 €
B2+3	5.932.690 €	6.289.540 €	12.222.230 €	14.544.454 €
B2+4(HS)	6.471.770 €	6.257.653 €	12.729.424 €	15.148.014 €
B2+4(NS)	6.471.770 €	12.057.686 €	18.529.457 €	22.050.053 €
B3+4(HS)	6.985.950 €	9.330.367 €	16.316.317 €	19.416.417 €

Tabelle 8: Übersicht Kostenschätzung

Es wird deutlich, dass die Kombinationslösungen je nach Variante sehr unterschiedliche Netto-Gesamtkosten aufweisen. Besonders eine Umsetzung des Becken 4 im Nebenschluss sowie in Kombination mit Becken 3 im Hauptschluss resultiert in extremen Mehrkosten, da die Dammkubatur hier den größten Wert erreicht. Die Einzelbeckenvarianten von Becken 1 und Becken 2 sind mit ca. 7,8 Mio. € die günstigsten Varianten, jedoch ist hier der fehlende Schutz von Horsdorf, Loffeld und Stublang bei der Wahl von Becken 1 bzw. von Stublang bei der Wahl von Becken 2 zu berücksichtigen. Die restlichen Kombinationsvarianten liegen alle zwischen 11,3 und 18,8 Mio. €, wobei die Schutzwirkungen durchaus unterschiedlich sind und entsprechend abzuwägen sind.

8.2 Kostenbeteiligungen

Vorhabensträger der Maßnahme ist der Freistaat Bayern, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt Kronach. Die Stadt Bad Staffelstein beteiligt sich gemäß der Vereinbarung an den Kosten.

9 WARTUNG UND VERWALTUNG DER ANLAGE

Mit der Fertigstellung der Hochwasserrückhaltebecken muss eine Betriebsvorschrift vorliegen, die alle für Betrieb und Unterhaltung relevanten Maßnahmen und Regeln beinhaltet. Der Betrieb hat ausschließlich nach dieser Betriebsvorschrift zu erfolgen.