



Stadt Bruchsal

Hochwasserrückhaltebecken Helmsheim

Anlage 1 Erläuterungsbericht

9. Dezember 2024

WALD + CORBE Consulting GmbH

Hauptsitz

Am Hecklehamm 18
76549 Hügelsheim
Tel. +49 7229 1876-00

www.wald-corbe.de

Niederlassung Stuttgart

Fritz-Reuter-Straße 18
70193 Stuttgart
Tel. +49 711 263464-0

Niederlassung Haslach

Schnellinger Straße 78
77716 Haslach
Tel. +49 7832 96094-0

Niederlassung Schwetzingen

Duisburger Straße 13
68723 Schwetzingen
Tel. +49 7229 1876-00

Angaben zur Gesellschaft

Registergericht Mannheim
HRB 211092
USt.-IDNr. DE244600597

Geschäftsführung

Peter Kirsamer
Jörg Koch
Dr. Gregor Kühn

BKW Engineering Network

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Ziele	1
2	Wasserwirtschaftliche Grundlagen	2
2.1	Allgemeines	2
2.2	Hydrologisches Flussgebietsmodell und Bemessungsgrößen	2
3	Planung des HRB Helmsheim	5
3.1	Planungsgrundlagen	5
3.2	Standort des Absperrdammes	5
3.3	Hydrologische Bemessungsgrößen	5
3.4	Geotechnisches Gutachten	8
3.4.1	Baugrund	8
3.4.2	Grundwasserverhältnisse	9
3.5	Bodenschutzkonzept	9
3.6	Ausbildung der Erddämme	9
3.6.1	Allgemeines	9
3.6.2	Absperrdamm	11
3.6.3	Schutzdamm Bahngleise der DB Netz AG (Bruchsal – Bretten) „Westbahn“	11
3.6.4	Straßendamm Bundesstraße 35	12
3.6.5	Setzungsverhalten	13
3.7	Auslassbauwerk	13
3.7.1	Konstruktive Ausbildung	13
3.7.2	Baugrube und Wasserhaltung	15
3.7.3	Gründung	15
3.7.4	Unterströmungs- und Umströmungssicherung	15
3.7.5	Steuerung	15
3.7.6	Ökologische Durchgängigkeit	16
3.7.7	Treibholzfang	23
3.8	Steuer- und Beckenwasserstandpegel	23
3.9	Maßnahmen an bestehenden Gewässern	24
3.9.1	Anbindung Auslassbauwerk	24
3.9.2	Umlegung Saalbach	24
3.10	Hydraulischer Nachweis Auslassbauwerk	27
3.10.1	Betriebsauslass	27

3.10.2 Tosbecken	28
3.11 Hochwasserentlastungsanlage	30
3.11.1 Allgemeines	30
3.11.2 Nachweis der Leistungsfähigkeit nach DIN 19700	31
3.12 Freibordbemessung	32
4 Weitere Sachpunkte	37
4.1 Wegebauarbeiten	37
4.2 Brücke Gewerbegebiet Gondelsheim	37
4.3 Betriebsgebäude	38
4.4 Technische Ausrüstung, Mess-, Steuer- und Regeltechnik	39
4.5 Betroffenheit von Leitungen und Kanälen	39
4.5.1 Abwasserverband Weißach- und Oberes Saalbachtal	39
4.5.2 Niederspannungsfreileitung der Netze BW GmbH	41
4.5.3 Leitungen der Telekom Deutschland GmbH	41
4.6 Sonstige Betroffenheiten	41
4.6.1 Wasserschutzgebiet Heidelberg	41
4.6.2 Trinkwasserbrunnen der Stadtwerke Bretten	41
4.6.3 Durchlassbauwerke Bahngleise der DB Netz AG (Bruchsal – Bretten) „Westbahn“	42
4.6.4 Private Siedlungsfläche	43
4.6.5 Archäologisches Kulturdenkmal	44
4.7 Kampfmittelerkundung	45
4.8 Grunderwerb	45
4.9 Entschädigungszahlungen	45
4.10 Umweltplanung	45
4.11 Bauausführung	46
4.11.1 Bauablauf	46
4.11.2 Lärmschutz	47
4.12 Unterhaltungsmaßnahmen und Beckenbetrieb	48
4.13 Probestau	48
5 Zusammenfassung	49

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1	Wirkungsweise des HRB Helmsheim beim HQ ₁₀₀	6
Abbildung 3.2	Speicher- und Flächeninhaltslinie HRB Helmsheim	7
Abbildung 3.3	Anordnung der Störsteine in der NW-Rinne (Draufsicht, skizzenhafte Darstellung)	17
Abbildung 3.4	Anordnung der Störsteine in der NW-Rinne (Ansicht, skizzenhafte Darstellung)	17
Abbildung 3.5	Gauckler-Manning-Strickler -Formel, Hydraulik naturnaher Fließgewässer, Teil 2, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (heute: LUBW), 2002	21
Abbildung 3.6	Zustandsbeschreibung entfallender Gewässerabschnitt (Gewässerentwicklungsplan, GefaÖ, 2000)	25
Abbildung 3.7	Abminderungsbeiwert κ	28
Abbildung 4.1	bestehende Brücke Gewerbegebiet Gondelsheim (WALD + CORBE, 2022)	38
Abbildung 4.2	Flächenbetroffenheit des archäologischen Kulturdenkmals	44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1	Hochwasserabflüsse ohne ein HRB Helmsheim (FGM-Var. „P2“, WALD + CORBE, 2015, [4.])	3
Tabelle 2.2	Wirkung eines möglichen HRB Helmsheim, $T = 100a$ (FGM Berechnungen WALD + CORBE, 2016)	3
Tabelle 2.3	Wirkung eines HRB Helmsheim auf die Unterlieger, $Q_R = 28 \text{ m}^2/\text{s}$	4
Tabelle 3.1	Zuflussscheitelwerte verschiedener Jährlichkeiten am HRB Helmsheim (FGM Berechnungen WALD + CORBE, 2022)	6
Tabelle 3.2	Technische Daten HRB Helmsheim	10
Tabelle 3.3	Eingangsgrößen für die Bemessung nach DWA-M 509	18
Tabelle 3.4	Eingangsparameter und Berechnungsergebnisse für den Ökodurchlass nach Gauckler-Manning-Strickler für ein Rechteckgerinne	21
Tabelle 3.5	Tosbeckenabmessungen HRB Helmsheim	30
Tabelle 3.6	Hochwasserbemessungsabflüsse HRB Helmsheim verschiedener Jährlichkeiten (FGM Berechnungen WALD + CORBE, 2022)	31
Tabelle 3.7	Abflussaufteilung bei Hochwasserentlastung	32
Tabelle 3.8	Wellenlauf und Windstau, Absperrdamm	33
Tabelle 3.9	Wellenlauf und Windstau, Schutzdamm Bahngleise	33
Tabelle 3.10	Wellenlauf und Windstau, Straßendamm B 35	34
Tabelle 3.11	Ermittlung der maßgebenden Kronenhöhe, Absperrdamm	35
Tabelle 3.12	Ermittlung der maßgebenden Kronenhöhe, Schutzdamm Bahngleise	35
Tabelle 3.13	Ermittlung der maßgebenden Kronenhöhe, Straßendamm B 35	36

Anhänge

Anhang A	Grunderwerbsverzeichnis
Anhang B	Kostra-DWD 2020 und mögliche Auswirkungen auf die „Flussgebietsuntersuchung Saalbach / Hochwasserschutz Bruchsal“

Projektnummer 102.19.060
Projektbearbeitung Dipl.-Ing. J. Koch
Dipl.-Ing. H. Lauer

Bericht W:\Bruchsal_HRB_Helmsheim\P01_Berichte\03_Entwurfsplanung\HRB_Helmsheim_Anlage1.docx

1 **Veranlassung und Ziele**

Der Hochwasserschutz entlang des Saalbachs kann mit dem Bau eines Hochwasserrückhaltebeckens (HRB) oberhalb der Ortslage von Helmsheim vorwiegend für den Innenstadtbereich von Bruchsal und die Ortslage Heildesheim entscheidend verbessert werden.

Eine im Dezember 2015 abgeschlossene Machbarkeitsstudie [4.] kommt zu dem Ergebnis, dass in der Saalbachtalaue zwischen den Ortslagen von Helmsheim und Gondelsheim mit vertretbarem Aufwand ein ausreichend großes Rückhaltevolumen von mindestens rd. 280.000 m³ hergestellt werden kann. Aus wasserwirtschaftlicher Sicht wird in der Studie der Bau eines HRB Helmsheim empfohlen.

Neben einer Reduzierung der Wasserstände in den unterstromigen Ortslagen kann mit der Rückhaltung auch der mit der Realisierung von Hochwasserschutzmaßnahmen innerhalb von Bruchsal einhergehende Retentionsraumverlust kompensiert werden.

Im Zuge der Vorplanung wurden für den vorgesehenen Beckenstandort drei verschiedene Varianten mit unterschiedlichen Vollstauzielen und aktivierbaren Rückhaltevolumina untersucht. Nachdem die Ergebnisse in den unterschiedlichen Gremien (Orts- und Gemeinderäte, Ausschuss für Umwelt und Technik) der betroffenen Anlieger vorgestellt wurden, hat sich eine Vorzugsvariante herauskristallisiert. Das HRB Helmsheim wird demnach auf ein Schutzziel HQ₁₀₀ mit einem Rückhaltevolumen von ca. 380.000 m³ (einschl. einer Reserve von ca. 100.000 m³) ausgelegt.

Die vorliegenden, zur Planfeststellung eingereichten Unterlagen beziehen sich auf die Planung der Vorzugsvariante des Hochwasserrückhaltebeckens Helmsheim auf Flächen der Stadt Bruchsal (Gemarkung Helmsheim), der Stadt Bretten (Gemarkung Neibsheim) sowie der Gemeinde Gondelsheim.

2 Wasserwirtschaftliche Grundlagen

2.1 Allgemeines

Die Planung des Hochwasserrückhaltebeckens Helmsheim basiert auf zahlreichen, im Rahmen von Voruntersuchungen erhobenen Daten, Modellen und Modellrechnungen. Die wichtigsten hydrologischen und hydraulischen Grundlagen sind nachfolgend aufgeführt:

- [1.] „Gewässerentwicklungsplan Saalbach, Hydrologisch-hydraulische Bestandsanalyse“, WALD + CORBE, 02/2002
- [2.] „Fortschreibung der Flussgebietsuntersuchung Saalbach“, WALD + CORBE, 02/2012
- [3.] „Hydrologische und hydraulische Berechnungen im TBG 352 Saalbach“, WALD + CORBE, 10/2015
- [4.] „Mögliches Hochwasserrückhaltebecken HRB-Helmsheim, -Machbarkeitsstudie-“, WALD + CORBE, 12/2015
- [5.] „Hochwasserrückhaltebecken Helmsheim“, Vorplanung, WALD + CORBE, 02/2018

2.2 Hydrologisches Flussgebietsmodell und Bemessungsgrößen

Hochwasserschutzmaßnahmen wie Hochwasserrückhaltebecken werden für einen bestimmten Hochwasserschutzgrad bemessen. Die Berechnungen erfolgen für unterschiedliche Bemessungsereignisse unter der Prämisse, dass räumlich verteilte Niederschläge einer bestimmten Jährlichkeit, die auf das Gebiet niedergehen, in den Gewässern Abflüsse bzw. Wasserstände der gleichen Jährlichkeit hervorrufen.

Die in einem Gebiet anzusetzenden Bemessungsniederschläge können z. B. aus dem KOSTRA-Atlas (KOSTRA = Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertung) des Deutschen Wetterdienstes (DWD) abgeleitet werden. Da es für eine Jährlichkeit (Wiederkehrzeit) in Abhängigkeit von der Niederschlagsdauer aber unterschiedliche Niederschlagshöhen bzw. Niederschlagsintensitäten gibt, müssen je Jährlichkeit immer mehrere Niederschlagsdauern mit dem hydrologischen Flussgebietsmodell untersucht werden, um so die maßgebenden Niederschlagsdauern in Bezug auf Scheitelabflüsse, maximale Überflutungen und maximale Beckenfüllungen festlegen zu können.

Für die Berechnungen wurde das bestehende hydrologische Flussgebietsmodell des Saalbachs aus den Voruntersuchungen angewandt (siehe 2.1). Hierbei wurde als Basis die FGM-Variante „P2“ verwendet. Darin sind bereits die im Untersuchungsraum geplanten (bekannten) Neubebauungen, aber noch kein Hochwasserrückhaltebecken Helmsheim, berücksichtigt. Die Einzugsgebietsfläche für die Ermittlung der auftretenden Abflüsse beträgt rd. 130 km². In Tabelle 2.1 sind die an den maßgebenden Engstellen auftretenden Hochwasserabflüsse zusammengefasst.

Tabelle 2.1 Hochwasserabflüsse ohne ein HRB Helmsheim (FGM-Var. „P2“, WALD + CORBE, 2015, [4.])

FGM Knoten-Nr.	Gewässerstelle	HQ ₁₀ [m³/s]	HQ ₂₀ [m³/s]	HQ ₅₀ [m³/s]	HQ ₁₀₀ [m³/s]	HQ _{100, Kl.} [m³/s]
638	Pegel Gondelsheim	18,7	22,3	28,5	35,1	
710 / 711	Standort HRB Helmsheim	22,6	26,7	33,1	40,3	46,2
765	OE Heildelsheim	23,5	27,9	35,0	42,7	48,8
822	OA Heildelsheim	24,1	28,6	36,2	44,2	50,5
840	OE Bruchsal	26,1	30,7	39,4	48,0	54,8
877	Pegel Bruchsal	26,1	30,7	39,2	47,8	54,5
942	Bahndurchlass Bruchsal	26,1	30,7	39,2	47,8	54,6
946	Unterhalb Bahndurchlass	26,2	30,8	39,3	47,9	54,8

Im Rahmen der Vorplanung wurden 3 verschiedene Varianten untersucht:

- Variante 1: Vollstau $Z_V = 146,00$ m+NN / Rückhaltevolumen: ca. 277.000 m³
- Variante 2: Vollstau $Z_V = 146,50$ m+NN / Rückhaltevolumen: ca. 381.000 m³
- Variante 3: Vollstau $Z_V = 147,00$ m+NN / Rückhaltevolumen: ca. 500.000 m³

Für jede dieser Varianten wurden FGM-Berechnungen durchgeführt, wobei die Regelabgabe jeweils auf ein 100-jährliches Hochwasser ausgelegt wurde.

Die Ergebnisse der FGM-Berechnungen sind in Tabelle 2.2 zusammengestellt. Aus der Tabelle werden die Auswirkungen der untersuchten Varianten auf die Abflüsse an den maßgebenden unterstromigen Engstellen ersichtlich.

Tabelle 2.2 Wirkung eines möglichen HRB Helmsheim, T = 100a (FGM Berechnungen WALD + CORBE, 2016)

FGM Knoten-Nr.	Gewässerstelle	Ist-Zustand HQ ₁₀₀ [m³/s]	Variante 1 HQ ₁₀₀ [m³/s]	Variante 2 HQ ₁₀₀ [m³/s]	Variante 3 HQ ₁₀₀ [m³/s]
710	HRB Zufluss	40,3	40,3	40,3	40,3
711	HRB Abgabe	40,3	27,7	25,7	23,9
765	OE Heildelsheim	42,7	32,0	30,3	28,6
822	OA Heildelsheim	44,2	33,3	31,6	30,2
840	OE Bruchsal	48,0	38,3	36,3	34,7
877	Pegel Bruchsal	47,8	37,9	36,1	34,4
942	Bahndurchlass Bruchsal	47,8	37,9	36,2	34,4
946	Unterhalb Bahndurchlass	47,9	38,1	36,3	34,6

Die Ergebnisse der hydrologischen Berechnungen zeigen, dass sich der Hochwasserabfluss HQ_{100} im Saalbach mit einem HRB Helmsheim am Ortseingang von Heidelberg (FGM-Knoten 765) von bisher rd. $43 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $32 \text{ m}^3/\text{s}$ (Variante 1) bis rd. $29 \text{ m}^3/\text{s}$ (Variante 3) reduzieren lässt. Dies entspricht einer Reduzierung eines 100-jährlichen Hochwassers auf ein derzeit ca. 30- bis 40-jährliches Hochwasserereignis.

In Bruchsal (Bahndurchlass, FGM-Knoten 942) kann der Hochwasserabfluss HQ_{100} im Saalbach von bisher rd. $48 \text{ m}^3/\text{s}$ auf rd. $38 \text{ m}^3/\text{s}$ (Variante 1) bis bestenfalls $35 \text{ m}^3/\text{s}$ (Variante 3) reduziert werden, was derzeit einem ca. 40-jährlichen Hochwasserereignis entspricht.

Entscheidend für die fachgerechte Beurteilung der Wirkung des Hochwasserrückhaltebeckens sind die mit den Abflussreduzierungen erreichbaren Verringerungen der Wasserspiegellagen in den vor Hochwasser zu schützenden Bereichen innerhalb der Ortslagen. In Tabelle 2.3 sind die Wasserspiegelabsenkungen für einen Regelabfluss $Q_R = 28 \text{ m}^3/\text{s}$ zusammengestellt.

Tabelle 2.3 Wirkung eines HRB Helmsheim auf die Unterlieger, $Q_R = 28 \text{ m}^3/\text{s}$

Ort	Wasserspiegelabsenkung [cm]
Helmsheim	20 - 40
Heidelberg	30 - 45
Bruchsal (Ortseingang)	30
Bruchsal (OW Bahn)	25
Karlsdorf (BAB A5)	10

Die Ergebnisse von hydraulischen Untersuchungen für den Saalbach zeigen, dass eine Verringerung der Regelabgabe von $28 \text{ m}^3/\text{s}$ (Variante 1) auf $24 \text{ m}^3/\text{s}$ (Variante 3) auf den Umfang der Wasserspiegelabsenkung bzw. den Umfang der zusätzlichen erforderlichen örtlichen Hochwasserschutzmaßnahmen in Heidelberg und Bruchsal nur geringe Auswirkungen hat.

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht wird deshalb empfohlen auch bei einem höheren Vollstauziel als Variante 1 die Regelabgabe von $28 \text{ m}^3/\text{s}$ beizubehalten. Bei dieser Regelabgabe würde das Becken etwa alle 20 Jahre in Einstau gehen. Das zusätzlich aktivierte Rückhaltevolumen steht damit als Reserve für den Lastfall Klimaänderung bzw. für die Erhöhung der Niederschlagsdaten (z. B. KOSTRA-2020, vgl. Anhang B) zur Verfügung.

Das HRB Helmsheim soll schließlich entsprechend Variante 2 auf ein Schutzziel HQ_{100} mit einem Rückhaltevolumen von ca. 380.000 m^3 (einschl. einer Reserve von ca. 100.000 m^3) ausgelegt werden.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Planung und die Funktionsweise des Hochwasserrückhaltebeckens ausführlich erläutert.

3 Planung des HRB Helmsheim

3.1 Planungsgrundlagen

Als Grundlagen für die technische Planung stehen aktuelle ALK-Daten der betroffenen Städte und Gemeinden im Planungsbereich, das auf Laser-Scan-Daten basierende DGM der LUBW und entsprechende Orthofotos zur Verfügung.

Zur Ergänzung, Detaillierung und dem ausschnittswisen Ersatz des DGM der LUBW erfolgten im Juni 2016 sowie im Frühjahr 2020 örtliche Geländevermessungen für die Bereiche der im geplanten Stauraum bestehenden Bahngleise der DB Netz AG („Westbahn“, Bahnstrecke Bruchsal - Bretten) und der Bundesstraße 35 (B 35).

Auf Mitteilung der Stadt Bruchsal erfolgte nach Abschluss der Vorplanung ein Wechsel des Koordinatensystems von Gauß-Krüger zu UTM. Das Höhensystem der Vorplanung soll hingegen weiterhin beibehalten werden (DHHN12).

3.2 Standort des Absperrdammes

Der Beckenstandort befindet sich zwischen den Ortslagen Helmsheim und Gondelsheim und erstreckt sich über Flächen der Stadt Bruchsal (Gemarkung Helmsheim), der Stadt Bretten (Gemarkung Neibsheim) und der Gemeinde Gondelsheim (siehe Anlage 2.2). Die Gemarkungsgrenzen sind in den Planunterlagen eingetragen.

Aufgrund der topographischen Verhältnisse, der vorhandenen Einrichtungen und Anlagen im Einstaubereich und insbesondere zur Vermeidung von Rückstau in die Ortslage Gondelsheim wird der Absperrdamm möglichst nahe an der Ortslage Helmsheim angeordnet.

Eine örtliche Begrenzung stellt hierbei der Bereich südlich der Wirtschaftswegbrücke über den Saalbach nahe des DB-Haltepunkts Helmsheim dar. In diesem Bereich verengt sich die Talaue und der Saalbach rückt unmittelbar an die Gleisanlage der DB Netz AG heran. Eine sinnvolle bautechnische Umsetzung eines Absperrdamms mit Auslassbauwerk und Hochwasserentlastungsanlage kann deshalb nur südlich der Wirtschaftswegbrücke erfolgen.

Aus den zuvor genannten Gründen erfolgte die Anordnung der Achse des Absperrbauwerks rd. 50 m südlich der Wirtschaftswegbrücke über den Saalbach.

Das Vollstauziel des HRB Helmsheim wird auf 146,50 m+NN festgelegt und die Dammkronenhöhe beträgt 148,10 m+NN in der Dammachse. Bei der Festlegung der Dammgeometrie wurde darauf geachtet, dass der Flächenbedarf möglichst gering gehalten wird.

Das HRB Helmsheim ist als „mittleres Becken“ gemäß DIN 19700-12 einzuordnen, da die Höhe von der Gründungssohle bis zur Dammkrone in der Achse des Absperrbauwerks weniger als 15 m beträgt und der Gesamtstauraum unter 1.000.000 m³ liegt. Bei der Ermittlung der Bemessungsabflüsse ist bei „mittleren Becken“ für BHQ₁ ein HQ₅₀₀ und für BHQ₂ ein HQ_{5.000} anzusetzen.

3.3 Hydrologische Bemessungsgrößen

Die hydrologischen Grundlagen zur Bemessung des HRB Helmsheim sind in Kapitel 2.2 beschrieben. Das HRB Helmsheim ist als gesteuertes Becken konzipiert, d. h. der Abfluss aus dem Becken ist von der Öffnungsweite der Verschlussorgane im Auslassbauwerk, dem Wasserstand im Becken und dem Unterwasserstand im Saalbach abhängig. Die

Steuerung erfolgt auf eine konstante Regelabgabe $Q_R = 28 \text{ m}^3/\text{s}$. Eine ausführliche Beschreibung der Steuerungslogik erfolgt in Kapitel 3.7.5.

In Tabelle 3.1 sind die derzeitigen und die geplanten Abflussverhältnisse im Saalbach zusammengestellt. Für die Berechnungen wurde das fortgeschriebene hydrologische Flussgebietsmodell des Saalbachs verwendet (Stand 2022), woraus die im Vergleich zu Kapitel 2.2 niedrigeren (und somit auf der sicheren Seite liegenden) Abflusswerte resultieren.

Es wird ersichtlich, dass der Abfluss bei einem HQ_{100} um rd. 29 % von derzeit rd. $39,6 \text{ m}^3/\text{s}$ auf rd. $28,0 \text{ m}^3/\text{s}$ gedrosselt wird.

Tabelle 3.1 Zuflussscheitelwerte verschiedener Jährlichkeiten am HRB Helmsheim (FGM Berechnungen WALD + CORBE, 2022)

	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀	HQ _{100k}	HQ ₂₀₀	HQ ₅₀₀	HQ _{1.000}	HQ _{5.000}
Zulauf [m ³ /s]	19,3	22,7	26,4	32,3	39,6	45,9	47,6	61	69	96
Abgabe [m ³ /s]	18,8	21,8	25,1	28,0	28,0	41,6	44,2	61	69	96

In Abbildung 3.1 sind die zeitlichen Verläufe des Einstau- und Entleerungsvorganges für die maßgebenden Abflussze-narien dargestellt:

- HQ_{100} mit dem höchsten Scheitelwert von $39,6 \text{ m}^3/\text{s}$ (24 Stunden-Regen)
- HQ_{100} aus dem das größte Einstauvolumen resultiert (24 Stunden-Regen)

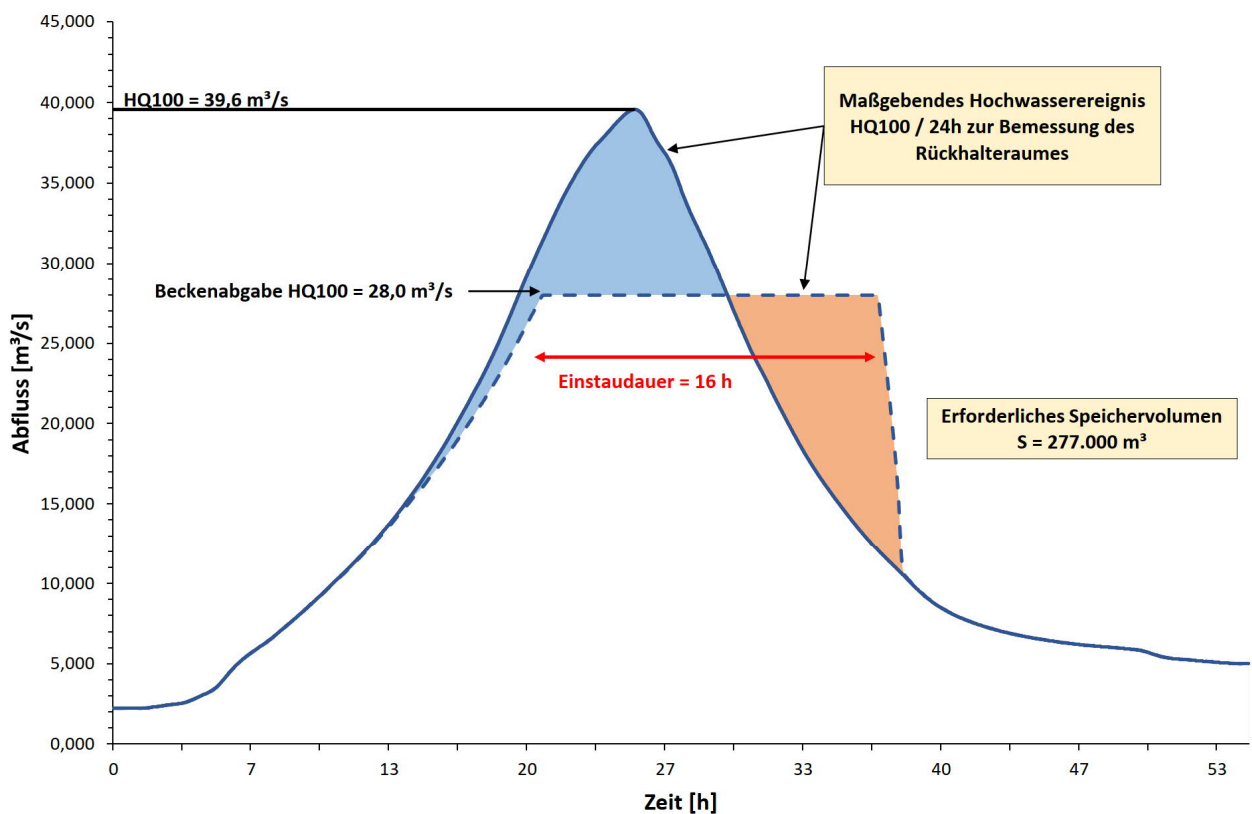


Abbildung 3.1 Wirkungsweise des HRB Helmsheim beim HQ_{100}

Für die Ermittlung des erforderlichen Rückhaltevolumens wird das größte Einstauvolumen zugrunde gelegt, das sich bei der Ganglinie eines HQ_{100} infolge eines 24 Stunden-Regens ergibt. Der Beckeneinstau bzw. die Füllung des Rückhalteraumes beginnt bei einem Abfluss im Saalbach von $28,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Für das Bemessungsereignis HQ_{100} / 24 Stunden-Regen beträgt die Dauer der Füllung und Entleerung ca. 16 Stunden.

Der Spitzenabfluss von $39,6 \text{ m}^3/\text{s}$ bei HQ_{100} tritt im Saalbach ebenfalls in Folge eines 24 Stunden-Regens auf. Hierbei wird das gleiche Rückhaltevolumen von ca. 280.000 m^3 benötigt.

Die Vorfüllung des Rückhalteraums wurde über hydraulische Berechnungen und der Verschneidung von Geländetopografie und Wasserspiegeloberfläche bei Regelabgabe ermittelt. Damit wird berücksichtigt, dass bei einem auf eine konstante Regelabgabe Q_R gesteuerten Hochwasserrückhaltebecken das bis zum Erreichen dieser Regelabgabe im Retentionsraum befindliche Abflussvolumen nicht mehr als Rückhalteraum zur Verfügung steht. Die ermittelte Vorfüllung liegt in einer Größenordnung von rd. 40.000 m^3 .

Das Gesamtstauraumvolumen von ca. 420.000 m^3 wurde anhand der in Abbildung 3.2 dargestellten Speicher- und Flächeninhaltslinie ermittelt. Als Grundlage hierfür dient das vorhandene digitale Geländemodell (DGM), das auf Befliegungsdaten basiert und durch eine örtliche Gelände Vermessung ergänzt wurde. Aus dem Diagramm ist ablesbar, dass die überstaute Fläche bei Vollstau $Z_V = 146,50 \text{ m} + \text{NN}$ ca. 22 ha beträgt.

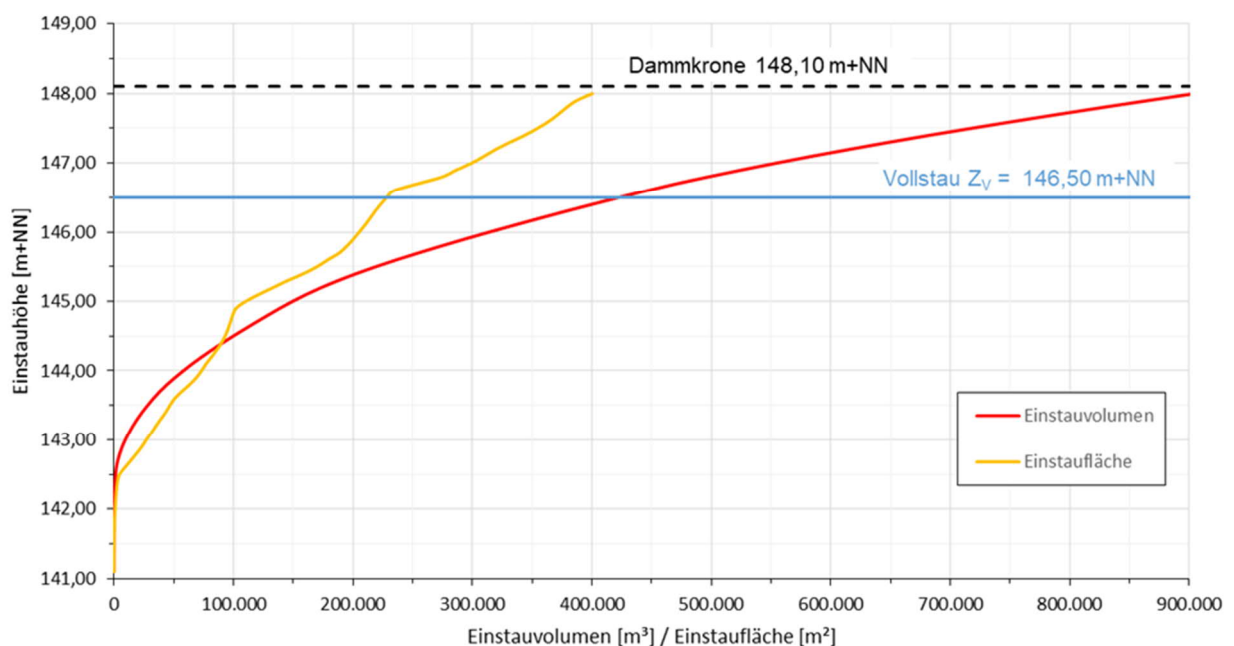


Abbildung 3.2 Speicher- und Flächeninhaltslinie HRB Helmsheim

3.4 Geotechnisches Gutachten

Zur Klärung der bodenmechanischen Gegebenheiten und Erfordernisse, die beim Bau des HRB Helmsheim zu beachten sind, wurden durch die Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH - Institut für Geotechnik, Weingarten, im Zuge der Vorplanung ein geotechnisches Gutachten und im weiteren Planungsverlauf ergänzende Berichte erstellt. Darin sind die für den Bau der Dämme und die Gründung des Auslassbauwerkes erforderlichen erdstatischen Berechnungen und Nachweise enthalten. Das Hochwasserrückhaltebecken Helmsheim ist nach den Vorgaben des geotechnischen Gutachtens geplant. Die nachfolgenden Abschnitte stellen eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der Berichte dar, welche den eingereichten Genehmigungsunterlagen als Anlage 6.1 bis 6.3 beiliegen.

3.4.1 Baugrund

Die Baugrundverhältnisse im Bereich des Baufeldes wurden mit 2 maschinellen Kernbohrungen (Tiefe jeweils 14 m), 2 schweren Rammsondierungen (Tiefe jeweils 10 m) sowie 17 Kleinbohrungen (Tiefe 5 bis 9,2 m) erkundet. Nach den Bohrergebnissen zeigt sich folgender Untergrundaufbau:

- Auffüllungen
Aufgrund der Größe des Untersuchungsgebietes ist mit vielfältigen Auffüllböden (z. B. Geländeaufschüttungen, Grabenverfüllungen, Fahrwegaufbauten usw.) zu rechnen.
- Mutterboden
Die Mächtigkeit der Mutterbodenauflage beträgt i. M. 30 bis 40 cm. Der dunkelbraune, wechselnd humose Schluff kann anhand seiner Färbung deutlich von den darunter folgenden Lehm Böden abgegrenzt werden.
- Löss
Der extrem wasserempfindliche Löss wurde sowohl im Hangbereich als auch in der ebenen Talsohle angetroffen. Löss und Tallehme stehen in einer unregelmäßigen Wechselschichtung an.
- Tallehm/ Hanglehm/ Verwitterungslehm
Im Talboden wechseln sich angeschwemmte Lössböden und Tallehm ab. In den Talflanken wurden zudem noch Hanglehme ähnlicher Zusammensetzung angetroffen. Die Tallehme sind die für die Standsicherheit der Dämme und die zu erwartenden Setzungen maßgebenden Böden und wurden daher eingehend untersucht.
- Auelehm
Auelehme wurden vor allem im Bereich südlich des ehemaligen Bahnwärterhäuschens auf größerer Strecke erbohrt. In den anderen Bohrungen treten sie allenfalls als dünne Zwischenlage auf.
- Bachschotter
Die Geröllablagerungen des Saalbachs sind nicht flächendeckend vorhanden und konnten im Bereich nördlich des ehemaligen Bahnwärterhäuschens zwischen den Tallehmen und der Verwitterungszone erbohrt werden.
- Verwitterungszone
Der Kalkstein des Oberen Muschelkalks ist tiefgründig verwittert. Die Verwitterungszone ist als Lockergestein (Boden) zu klassifizieren. Die Rammsonde konnte bereichsweise 1 m bis 3 m in die Verwitterungszone eindringen.
- Festgestein
Das Kalksteingebirge ist engständig geklüftet und weist zahlreiche lehmgefüllte Schichtfugen und Klüfte sowie stark verwitterte Zwischenlagen auf. Mit der Tiefe sind erfahrungsgemäß eine Abnahme der Verwitterung und eine Zunahme der Festigkeit zu erwarten.

3.4.2 Grundwasserverhältnisse

In den Bohrungen trat in verschiedenen Tiefen Schichtenwasser auf, das sich in den gering durchlässigen Tallehmen aufgrund des sehr langsam versickernden Niederschlagswassers bildet. Die gering durchlässigen, tonigen Schichten wirken dabei als Stauhorizont. Im Extremfall kann eine Sättigung bis zur Geländeoberkante eintreten.

Bei Antreffen der Bachschotter erfolgte ein deutlicher Zustrom. Hier wurde der Aquifer im Talboden des Saalbachs erreicht. Das Grundwasser steht somit gespannt unter den Tallehmen an und steht verzögert in Kontakt mit dem Fließgewässer.

Eine chemische Untersuchung des Grundwassers aus BK 1 ergab, dass es nicht betonangreifend und die Korrosionswahrscheinlichkeit sehr gering ist.

3.5 Bodenschutzkonzept

Gemäß § 2, Ziffer 3 LBodSchAG ist es erforderlich, für die Planung und Ausführung des Vorhabens zur Gewährleistung eines sparsamen, schonenden und haushälterischen Umgangs mit dem Boden ein Bodenschutzkonzept zu erstellen.

Das Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH, Karlsruhe, hat für die Planung des HRB Helmsheim ein entsprechendes Bodenschutz- und Abfallverwertungskonzept erstellt, welches den eingereichten Genehmigungsunterlagen als Anlage 6.4 beiliegt.

Zur abfalltechnischen Einstufung der Aushubmaterialien liegen bislang keine Untersuchungen vor. Bis zum Baubeginn sollen daher noch Bodenproben entnommen und im Labor untersucht werden. Die Analytik der Bodenproben erfolgt gemäß der zum 01.08.2023 in Kraft tretenden ErsatzbaustoffV, Anlage 1, Tabelle 3 (Materialwerte für bodenmaterial und Baggergut). Das Bodenschutzkonzept wird anschließend auf Grundlage der neuen Erkenntnisse fortgeschrieben.

Sofern es die bodenmechanischen Eigenschaften zulassen, soll der überwiegende Teil des Aushubmaterial im Zuge der Baumaßnahme vor Ort weiterverwendet, ggf. aufbereitet und wieder eingebaut werden.

3.6 Ausbildung der Erddämme

3.6.1 Allgemeines

Um eine möglichst gute Einbindung in die Landschaft zu erreichen, sind begrünte Erddämme vorgesehen. Eine homogene bindige oder gemischtkörnige Dammschüttung stellt dabei die wirtschaftlichste Variante dar. Eine andere Bauweise wie z. B. ein Zonendamm mit grobkörnigem Stützkörper und bindiger Dichtungszone wäre eine Alternative, ist jedoch aufwändiger herzustellen und wird daher nicht weiterverfolgt.

Zur Absenkung der Sickerlinie werden die Dämme mit einem luftseitigen Fußfilter hergestellt. Dieser kann als horizontaler Flächenfilter mit einer Mindestbreite von 2,0 m und einer Mindestdicke von 0,5 m hergestellt werden. Als Baustoff kommt ein durchlässiges Kies-Sand-Gemisch zum Einsatz, wobei aufgrund der günstigeren Scherfestigkeit die Verwendung eines gebrochenen Materials (Schotter) empfohlen wird (siehe Anlagen 3.1 bis 3.7).

Die Dammkronen haben jeweils eine Querneigung von 3 % zur Wasserseite und die Kronenhöhe beträgt in der Dammschneise 148,10 m+NN.

Der Zugang zum Betriebsgebäude und zum Auslassbauwerk ist auch bei in Betrieb befindlicher Hochwasserentlastungsanlage über zwei Wege möglich. Zum einen direkt von der B 35 über den Wirtschaftsweg der an die Dammkrone

des Absperrdammes angebunden wird, zum anderen von Gondelsheim kommend über den westlichen Schutzdamm der Bahngleise. Der bestehende Weg von der Straße „In der Gottesau“ parallel zum Saalbach in Richtung Absperrdamm wird weder in der Bauzeit noch im Betrieb genutzt, da dieser nicht für Schwerlastverkehr geeignet ist und zukünftig im überplanmäßigen Beckenbetrieb überflutet wird.

In Tabelle 3.2 sind die wesentlichen Kenngrößen des HRB Helmsheim zusammengestellt.

Tabelle 3.2 Technische Daten HRB Helmsheim

Schutzziel	HQ ₁₀₀ (+ Reserve)
Gesamtstauraum	ca. 420.000 m ³
Rückhaltevolumen	ca. 380.000 m ³
Vorfüllung	ca. 40.000 m ³
Regelabgabe Q _R	28,0 m ³ /s
Klassifizierung DIN 19700	mittleres Becken
Bemessungshochwasser BHQ ₁ (= HQ ₅₀₀)	61 m ³ /s
Bemessungshochwasser BHQ ₂ (= HQ _{5.000})	96 m ³ /s
Vollstau Z _v	146,50 m+NN
Einstaufläche bei Vollstau Z _v	ca. 22 ha
Dammkronenhöhe (in Dammachse)	148,10 m+NN
Maximale Dammhöhe im Bereich des Auslassbauwerkes	ca. 6,0 m
Länge Absperrdamm	ca. 80 m
Böschungsneigung Absperrdamm	1:2 / 1:2,5
Länge westlicher Schutzdamm Bahngleise	ca. 1.550 m
Böschungsneigung westlicher Schutzdamm Bahngleise	1:2
Länge östlicher Schutzdamm Bahngleise	ca. 720 m
Böschungsneigung östlicher Schutzdamm Bahngleise	1:2
Länge Schutzdamm B 35	ca. 390 m
Böschungsneigung Schutzdamm B 35	1:1,5 / 1:2,5
Länge Anschüttung B 35	ca. 200 m

3.6.2 Absperrdamm

Der Absperrdamm verläuft in West-Ost-Richtung auf einer Länge von ca. 80 m senkrecht zum Saalbach (siehe Anlage 2.5). Am westlichen Ende bindet der Dammkörper an das Bestandsgelände ein. Der Dammkronenweg wird dort bis zu dem bestehenden Wirtschaftsweg verlängert und daran angebunden, so dass dieser später als Zufahrt von der B 35 zum Auslassbauwerk und zum Betriebsgebäude genutzt werden kann. Am östlichen Ende geht der Absperrdamm in den westlichen Schutzdamm der Bahngleise über. Im Bereich des vorhandenen Gewässerbetts wird das Auslassbauwerk angeordnet. Die Dammkrone hat eine durchgehende Breite von 10,70 m, sodass linksseitig des Auslassbauwerks ausreichend Platz für die Errichtung des Betriebsgebäudes zur Verfügung steht. Um die Zugänglichkeit zu den innerhalb des Stauraums liegenden Flurstücken sicherzustellen, wird beidseitig des Saalbachs jeweils eine Dammüberfahrt hergestellt.

3.6.3 Schutzdamm Bahngleise der DB Netz AG (Bruchsal – Bretten) „Westbahn“

Innerhalb des geplanten Stauraums verlaufen in Süd-Nord-Richtung die Bahngleise der Bahnstrecke von Bietigheim-Bissingen über Bretten nach Bruchsal („Westbahn“). Die zweispurige, elektrifizierte Gleisanlage verläuft östlich vom Saalbach und überquert dabei den Talbach sowie mehrere temporär wasserführende Gräben in entsprechenden Durchlassbauwerken.

Durch den Bau des HRB Helmsheim werden daher entsprechende Maßnahmen zum Schutz der Gleisanlage erforderlich, die nachfolgend kurz zusammengefasst werden. Die Anpassungsmaßnahmen an den Bahndurchlässen werden in Kapitel 4.6.3 erläutert.

Die Gleisanlage wird im Bereich der zukünftigen Einstaufläche durch die Schüttung von Dämmen parallel zur Bahntrasse geschützt. Aufgrund der Lage in der Talaue sind bereichsweise beide Seiten des Bahndamms betroffen, sodass zwischen dem westlichen und dem östlichen Schutzdamm unterschieden werden kann (siehe Anlagen 2.3 bis 2.5).

Der westliche Schutzdamm erstreckt sich über eine Länge von ca. 1.550 m. Die Böschungsneigungen betragen dabei jeweils 1:2 und wurden im Vergleich zur Vorplanung steiler ausgeführt, um die Dammaufstandsflächen zu reduzieren. Aufgrund der steileren Böschung konnte die Standsicherheit der wasserseitigen Böschung für den Lastfall „schnelle Spiegelsenkung“ ab einer gewissen Dammhöhe nicht mehr nachgewiesen werden, so dass ab Station B 1+300 bis zum Ende des Absperrdamms bei Station B 1+740 eine wasserdurchlässige Vorschüttung mit einer Fußbreite von 3,0 m bzw. 4,0 m erforderlich ist. Zwischen Station B 0+200 und ca. B 1+100 beträgt die Dammkronenbreite 4,5 m, woraus eine Wegbreite von 3,5 m mit beidseitig 0,5 m Bankett resultiert. Durch diese Wegbreite ist die Zufahrt zum Brunnen 1 der Stadtwerke Bretten (vgl. 4.6.2) sowie zur privaten Siedlungsfläche (vgl. Kapitel 4.6.4) weiterhin möglich. Ab Station ca. B 1+100 bis zum Anschluss an den Absperrdamm wird die Wegbreite auf 3,0 m verringert, da diese Wegverbindung lediglich der Stadt Bruchsal zur Unterhaltung der Dämme dient. Der Dammkronenweg des westlichen Schutzdamms wird durchgehend als Schotterweg ausgebildet.

Der östliche Schutzdamm hat eine Länge von ca. 720 m. Die Böschungsneigungen betragen analog zum westlichen Schutzdamm ebenfalls 1:2. Eine wasserdurchlässige Vorschüttung ist aufgrund der durchweg geringen Dammhöhe nicht erforderlich. Der Dammkronenweg hat eine Breite von 4,5 m, wovon 3,5 m asphaltiert werden und jeweils 0,5 m als befestigtes Bankett ausgebildet werden. Durch diesen Aufbau ist ein Begegnungsverkehr von landwirtschaftlichen Fahrzeugen mit Radfahren bei reduzierter Geschwindigkeit möglich. Um auch einen Begegnungsverkehr zwischen zwei landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen zu ermöglichen, werden 2 Ausweichstellen mit einer Gesamtbreite von 7,0 m

angelegt (Station B 0+700 und B 0+975 beim Brunnen 2). Bei Station B 1+050 wird der östliche Schutzdamm über eine Abfahrt an das bestehende Wegenetz in Richtung des Schalthauses der Stadtwerke Bretten angeschlossen.

Zwischen den Schutzdämmen und dem vorhandenen Bahnkörper muss weiterhin jederzeit die Entwässerung gewährleistet werden. Hierfür ist das anfallende Oberflächenwasser zu fassen und schadlos abzuleiten. Die Anlage von Bahngräben mit Freispiegelgefälle wurde geprüft, ist aber aufgrund der topographischen Verhältnisse und der querenden Durchlassbauwerke nicht in allen Abschnitten umsetzbar. Aus diesem Grund ist im weiteren Verlauf der Planung ein Entwässerungskonzept mit der Deutschen Bahn (z. B. Förderung mit Pumpen im Einstaufall) abzustimmen.

3.6.4 Straßendamm Bundesstraße 35

Im Westen des Planungsgebiets steigt das Gelände in Richtung der Bundesstraße 35 an. Die Straße begrenzt den zukünftigen Stauraum des Hochwasserrückhaltebeckens, so dass sich bereichsweise eine Betroffenheit der B 35 beim Beckeneinstau ergibt (siehe Anlage 2.6).

Die Straßenböschung ist teilweise künstlich angeschüttet und teilweise natürlich aufgebaut. Ein Beckeneinstau führt zur Sättigung des Bodens im Böschungsbereich, verursacht durch eindringendes Stauwasser aus dem Becken sowie durch Rückstau von ankommen Hangsickerwasser, woraus eine Gefährdung der Standsicherheit der Böschung resultieren kann. Daher ist die Herstellung von Schutzmaßnahmen am Straßendamm notwendig. Diese lassen sich in drei unterschiedliche Abschnitte einteilen und werden nachfolgend kurz erläutert (siehe Anlagen 3.8 bis 3.12):

Abschnitt A (Station 0+381 bis 0+665)

In diesem Abschnitt konnte die Standsicherheit der Straßenböschung im Ist-Zustand nachgewiesen werden, da die Böschung dort relativ flach und deutlich ausgerundet ist (Neigung ca. 1:2,5). Allerdings liegt die Oberkante des Straßendamms nicht ausreichend hoch, sodass zur Sicherstellung eines ausreichenden Freibords ein Schutzdamm hergestellt werden muss. Der Schutzdamm hat eine Kronenbreite von 1,0 m und Böschungsneigungen von 1:1,5 zur Straße hin und 1:2,5 in Richtung des Stauraumes. Zwischen Schutzdamm und Straßenrand wird ein 1,50 m breites Bankett sowie eine daran anschließende 2,0 m breite Mulde hergestellt. Die Mulde entwässert an ihrem Tiefpunkt über eine Rohrleitung in Richtung des Stauraums. Der Rohrauslauf liegt dabei oberhalb des Vollstauziels, so dass ein Rückstau in die Mulde ausgeschlossen wird.

Abschnitt B (Station 0+800 bis 1+002)

In diesem Abschnitt ist die Straßenböschung deutlich höher und steiler (Neigung bis zu 1:1,5), so dass der Standsicherheitsnachweis für den Ist-Zustand nicht erbracht werden kann. Aus diesem Grund wird hier eine Anschüttung mit dränierend wirkendem, steinigem Material hergestellt. Die Anschüttung wird bis zu einer Höhe von 147,0 m+NN ausgeführt und hat eine Neigung von 1:2. Im Fußbereich muss sie eine Dicke (gemessen senkrecht zur Böschung) von 1,5 m aufweisen. Die Oberfläche der Straßenböschung ist nach Entfernung von Bewuchs, Wurzeln und Oberboden zur besseren Verzahnung mit der Anschüttung abzutreten.

Abschnitt C (Station 1+002 bis 1+106)

Da die B 35 in diesem Abschnitt in Längsrichtung wieder abfällt, liegt die Straßenoberkante nicht ausreichend hoch, sodass zur Sicherstellung eines ausreichenden Freibords ebenfalls ein Schutzdamm analog zum Abschnitt A hergestellt werden muss.

3.6.5 Setzungsverhalten

Im Bereich des Auslassbauwerks ist mit Setzungen des Untergrundes von bis zu 10 cm zu rechnen. Die tatsächlichen Setzungen werden voraussichtlich geringer sein, wobei sich ein Anteil (< 50 %) bereits während der Schüttung des Dammes einstellen wird. Die Setzungen schränken die Gebrauchstauglichkeit des Dammkörpers nicht ein, sind aber während der Bauarbeiten durch Setzungsmesspegel zu kontrollieren.

Für die Schutzdämme der beiden Trinkwasserbrunnen sind Maximalsetzungen von 7 cm (Brunnen 1) bzw. 5 cm (Brunnen 2) berechnet worden. Die Setzungen werden bereits am Dammfuß weitgehend abgeklungen sein, so dass im Zentrum der Umfassung zumindest rechnerisch keine Setzungen mehr auftreten werden. Es wird empfohlen jeweils im Nahbereich der Brunnen einen Setzungsmesspegel anzuordnen.

Im Bereich der Verfüllung des Saalbachs ergeben sich Gesamtsetzungen von 10 cm. Diese setzen sich anteilig zusammen aus Setzungen infolge der Bachbettverfüllung (7 cm) sowie infolge der Dammschüttung (3 cm). Es wird daher empfohlen, die Bachbettverfüllung möglichst frühzeitig umzusetzen, um die daraus resultierenden Setzungen vorwegzunehmen.

Die Setzungen entlang des westlichen und östlichen Schutzdammes der Gleisanlage liegen zwischen 5 cm und 10 cm. Die Berechnungen zeigen allerdings, dass die Setzungen fast ausschließlich unter der Dammschüttung stattfinden und im Bereich des Bahndammes praktisch keine Setzungen errechnet werden. Auf jeden Fall sollten die Gleise aber zu Beginn der Bauarbeiten in Abstimmung mit der DB Netz AG messtechnisch erfasst über die gesamte Bauzeit kontinuierlich überwacht werden.

3.7 Auslassbauwerk

3.7.1 Konstruktive Ausbildung

Das HRB Helmsheim wird im Hauptschluss zum Saalbach erstellt. Für die Regulierung der Abflüsse und die Bewirtschaftung des Stauraumes ist ein Auslassbauwerk erforderlich, das rd. 50 m oberstrom der Wirtschaftswegbrücke in den Absperrramm integriert wird. Es wird als offenes, zweizüiges Durchlassbauwerk aus Stahlbeton hergestellt. Bei der Gestaltung des Bauwerks wurde auf die Erhaltung der Durchwanderbarkeit des Gewässers für Fische und Kleinlebewesen besonderen Wert gelegt (siehe 3.7.6).

Der Rechte der beiden Züge wird als Durchgangsgerinne (Ökogerinne/Grundablass) für die aquatische und terrestrische Durchgängigkeit mit rauer, besiedelbarer Sohle und seitlicher Berme ausgestattet. Er wird bei ansteigendem Hochwasser geschlossen. Die Regulierung der Abflüsse im Einstaufall erfolgt über den linken Bauwerkszug, den sog. Betriebsauslass.

Das Auslassbauwerk hat eine Gesamtlänge von rd. 37 m. Der Stahlbetonbau besteht aus einer Bodenplatte mit seitlich aufgehenden Wänden und einer Stauwand mit Mittelpfeiler zur Trennung der beiden Bauwerkszüge. Im Bereich der Dammkrone wird über den Seitenwänden eine Brückenplatte zur Überfahrt errichtet. Die lichte Gesamtweite zwischen den seitlichen Wänden beträgt 11,50 m. Unterstrom der Stauwand wird zwischen dem Ökodurchlass und dem Betriebsauslass eine 40 cm breite Trennwand angeordnet (siehe Anlagen 5.1 und 5.2).

Die lichten Abmessungen der Schützöffnungen, die durch den 1,5 m breiten, halbkreisförmig abgerundeten Pfeiler getrennt sind, betragen jeweils $B \times H = 5,0 \text{ m} \times 2,0 \text{ m}$. Die Öffnungshöhen von 2,0 m tragen dazu bei, dass die Barrierewirkung des Bauwerks reduziert wird (z. B. hinsichtlich des Durchflugs für Vögel und Insekten) und somit auch der

Lichteinfall verbessert wird. Weiterhin begünstigen die beiden Öffnungen die Kaltluftabfuhr und kommen damit der Taldurchlüftung zugute.

Der Antrieb der Schütze erfolgt mittels Hydraulikzylindern. Die zur Steuerung der Schützstellungen erforderlichen Einrichtungen werden im Betriebsgebäude installiert. Von dort verlaufen die erforderlichen Versorgungs- und Steuerleitungen zu den einzelnen Antrieben.

Die Hochwasserentlastungsanlage ist in das Auslassbauwerk integriert. Die Entlastung erfolgt über zwei jeweils 2,0 m hohe und 5,0 m breite Fischbauchklappen, die über der Stauwand angeordnet sind, sowie über den Betriebsauslass. Der Antrieb der Klappen erfolgt durch ein Hydraulikaggregat und Torsionsrohre. Antriebszylinder und Torsionsrohrlager sind in den beiden Antriebskammern untergebracht, die sich jeweils außerhalb des Bauwerks an den Außenwänden befinden. Das Hydraulikaggregat verfügt über zwei Pumpen mit Kreuzschaltung, so dass auch bei Ausfall einer Pumpe der Notbetrieb mit der zweiten Pumpe sichergestellt werden kann. Bei Ausfall der zentralen Stromversorgung wird die Versorgung über das Notstromaggregat im Betriebsgebäude sichergestellt. Zusätzlich ist es möglich, die Verschlussorgane manuell über eine Handpumpe anzutreiben. Der Zugang zu den Antriebskammern erfolgt von der Dammkrone aus.

Zur Energieumwandlung beim Wechsel vom schießenden zum strömenden Abfluss, befindet sich unterstrom der Stauwand im Betriebsauslass ein Tosbecken mit einer Eintiefung von 1,50 m (siehe 3.10.2). Aus statischen Gründen wird das Auslassbauwerk symmetrisch ausgeführt. Aus diesem Grund muss die Tosbeckeneintiefung im Bereich des Ökogerinnes mit Material aufgefüllt werden, bevor das Gewässerbett aus Wasserbausteinen hergestellt wird.

Die Gewässersohle des Auslassbauwerks liegt im Einlaufbereich auf etwa 140,10 m+NN. Von dort fällt sie entsprechend dem natürlichen Sohlgefälle des Saalbachs bis auf die Höhe 139,90 m+NN am Bauwerksende ab. Im Schützquerschnitt liegt die Bauwerkssohle jeweils auf Höhenkote 140,00 m+NN.

Die aufgehenden Stahlbetonwände des Auslassbauwerkes sowie die Wände der Antriebskammern werden für den fachgerechten Anschluss des Dammkörpers an den Außenseiten mit einer konstanten Neigung von 20:1 ausgebildet. Dies wirkt dem Entstehen von Fugen und Wasserwegigkeiten im Dammkörper im Verlauf des Setzungsvorgangs entgegen.

Vor dem Bauwerkseinlauf wird im Gewässer ein Treibholzfang angeordnet (siehe 3.7.7).

Zum Schutz gegen Erosion wird die Sohle oberstrom des Bauwerks sowie im Bereich des Ökogerinnes mit einer Schüttung aus Wasserbausteinen der Größenklassen LMB 5/40 und 10/60 gesichert. Im Bereich des Betriebsauslasses erfolgt hingegen eine Sohlsicherung durch einen in Beton versetzten Steinsatz, da dort zeitweilig hohe Strömungskräfte und starke Turbulenzen auftreten können. Auch unterhalb des Auslassbauwerkes im Bereich des Betriebsauslasses können trotz Energieumwandlung bei großen Abflüssen sehr starke Strömungskräfte wirken. Hier wird die Sohle ebenfalls mit einem Steinsatz in Beton befestigt.

Zur visuellen Kontrolle der Wasserstände wird an der rechten Außenwand vor dem Schütz des Ökogerinnes eine Pegellatte installiert.

3.7.2 Baugrube und Wasserhaltung

Die Baugrube des Auslassbauwerks kann grundsätzlich mit einer Böschungsneigung von max. 45° frei abgebösch werden. Da in Bereichen von Schichtwasserzutritten und gesättigten bindigen Böden ein Nachbrechen der Baugrubenwände nicht ausgeschlossen werden kann, sind vor Ort ggf. zusätzliche Maßnahmen zur Stabilisierung erforderlich. Hierzu zählen z. B. das Abflachen der Böschung oder das Einbringen von Stützkörpern aus Schotter.

Zur Herstellung der Sicherheit gegen Sohlaufbruch müssen in der Baugrubensohle Brunnen zur Entspannung des Grundwassers angeordnet werden. Hierfür eignen sich z. B. Schwerkraftbrunnen oder eine Wellpointanlage.

3.7.3 Gründung

Da es bei einer Flachgründung des Auslassbauwerks zu Mitnahmesetzungen kommen kann, die nicht ohne Beeinträchtigung der Gebrauchstauglichkeit aufgenommen werden können, muss das Auslassbauwerk tief gegründet werden.

Eine Möglichkeit dafür wäre eine Brunnengründung, bei der die Bauwerkslasten in die Verwitterungszone oder die Bachgerölle eingeleitet werden. Alternativ dazu wären auch Ortbetonrammpfähle geeignet.

Konventionelle Bohrpfähle müssten hingegen für relativ ungünstige Bodenkennwerte bemessen werden und sind daher eher als unwirtschaftlich anzusehen.

3.7.4 Unterströmungs- und Umströmungssicherung

Zur Verhinderung einer konzentrierten Umströmung des Auslassbauwerks sind folgende Maßnahmen vorzusehen:

- Dichtungsschürze am wasserseitigen Bodenplattenrand
Als Dichtungsschürze wird ein mindesten 1,0 m tiefer Sporn aus unbewehrtem Beton am wasserseitigen Rand der Bodenplatte angeordnet. Das Rückversetzen hinter die ersten Brunnen- bzw. Pfahlreihe der Tiefgründung ist möglich.
- Dichtwand unter dem Auslassbauwerk
Die Dichtwand unter dem Auslassbauwerk wird als Spundwand in der Achse der Flügelwände hergestellt. Sie wird bis zur maximalen Rammtiefe in die Verwitterungszone eingetrieben.
- Flügelwände seitlich des Auslassbauwerks
Die Flügelwände sind als seitliche Verlängerung der Dichtwand zu verstehen. Hierfür wird die Rückwand der beiden Antriebskammern jeweils bis zur Bodenplatte ausgeführt und seitlich bis zu einer Länge von 6,1 m in den Dammkörper eingebunden.

3.7.5 Steuerung

Die Steuerung des Hochwasserrückhaltebeckens erfolgt über den Wasserstand am Steuerpegel unterstrom des Auslassbauwerks und den Wasserstand im Hochwasserrückhaltebecken, der durch den Beckenpegel gemessen wird (siehe 3.8). Die Pegel registrieren laufend die Wasserstände im Saalbach bzw. im Hochwasserrückhaltebecken.

In hochwasserfreien Zeiten bzw. bei Abflüssen im Saalbach kleiner als ca. 28,0 m³/s sind die Fischbauchklappen der Hochwasserentlastungsanlage vollständig gelegt und die Tiefschütze des Grundablasses (ökologisches Durchgangsgerinne) und des Betriebsauslasses geöffnet. Bei einem Abfluss im Saalbach von ca. 20 bis 25,0 m³/s (vorläufiger

Alarmierungswasserstand, wird bei der Erstellung der Betriebsvorschrift endgültig festgelegt) wird der Grundablass (ökologisches Durchgangsgerinne) geschlossen und das Schütz des Betriebsauslasses in „Lauerstellung“ gefahren. Die Fischbauchklappen sollten aufgrund des hohen Unterwasserstands im Saalbach bereits früher vollständig aufgerichtet (Oberkante = Z_v) werden. Im Vorfeld eines eventuell bevorstehenden Beckeneinstaus werden dadurch die Betriebsfähigkeit der Verschlussorgane signalisiert. Außerdem wird daraufhin die Betriebsmannschaft alarmiert.

Wird mit zunehmendem Hochwasserabfluss im Saalbach der dem Regelabfluss von $28,0 \text{ m}^3/\text{s}$ zugeordnete Wasserstand am Steuerpegel erreicht (Betriebsfall), wird das Schütz des Betriebsauslasses in Staustellung gefahren. Das Becken wird eingestaut. Während der Einstauphase wird durch entsprechende Einstellung der Schützöffnung der Wasserstand am Abflusspegel automatisch konstant gehalten. Das bedeutet, dass bei ansteigendem Zufluss und damit steigendem Beckenwasserstand die Öffnungshöhe des Schützes im Betriebsauslass kontinuierlich verringert wird. Während der Einstauphase registriert hierbei der Beckenpegel den Beckeneinstau.

Beginnt der Beckenwasserstand im Einstaufall den Vollstau von $146,50 \text{ m} + \text{NN}$ zu überschreiten, so werden die Fischbauchklappen nacheinander zur Hochwasserentlastung soweit abgesenkt, dass der Vollstau gerade gehalten werden kann. Der Betriebsauslass behält dabei zunächst die zuletzt zur Drosselung auf den Regelabfluss erreichte Stellung bei. Um das Durchgangsgerinne mit seinen ökologischen Strukturen möglichst lange zu erhalten, wird zuerst die Klappe über dem Betriebsauslass abgesenkt. Sind beide Klappen abgesenkt und es besteht weiterhin die Tendenz eines steigenden Beckenwasserstands, werden zuerst das Schütz des Betriebsauslasses und danach auch das Schütz des ökologischen Durchgangsgerinnes zur Hochwasserentlastung sukzessive geöffnet.

Fällt der Abfluss im Saalbach am Steuerpegel unter den Regelabfluss und das Becken ist vollständig entleert, so ist der Einstauvorgang beendet. Die beiden Schütze werden wieder vollständig geöffnet und die Fischbauchklappen abgesenkt.

Die Steuerung des Beckens erfolgt vollautomatisch über eine speicherprogrammierbare Steuerung, deren Funktion im Einstaufall zu überwachen ist. Der zur Regelabgabe zugeordnete Wasserstand am Steuerpegel wurde mit Hilfe eines im Rahmen der vorliegenden Planung eingesetzten hydraulischen Modells bestimmt. Zur genauen Feststellung bzw. zur Absicherung der Berechnungswerte sind nach Fertigstellung des Beckens im Rahmen des Probetests Abflussmessungen bei verschiedenen Abflusswerten zur Aufstellung einer Abflusskurve (am Steuerpegel) und ggf. Anpassungen der Steuerwasserstände vorzunehmen. Zur Dokumentation von Einstauereignissen werden von der automatischen Steuerung laufend Wasserstände und die Stellung der Verschlussorgane aufgezeichnet.

3.7.6 Ökologische Durchgängigkeit

Der rechte Bauwerkszug wird für den ständigen Abfluss des Saalbachs als „ökologisches Durchgangsgerinne“ ausgebildet. Die Sohlbreite wird hier durch Anlage einer seitlichen Berme reduziert (ca. $4,5 \text{ m}$) und das mittlere Sohlgefälle beträgt ca. $0,5 \text{ ‰}$.

Für die hydraulische Bemessung des „ökologisches Durchgangsgerinnes“ werden in Abstimmung mit der Fischereibehörde des RP Karlsruhe folgende Randbedingungen angesetzt:

- Indikatorart: Äsche bzw. Äschenregion
- Untere Abflussgrenze: $Q_{\min}$ ca. $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$
- Obere Abflussgrenze: $Q_{\max}$ ca. $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ($2 \times \text{MQ}$)

Aufgrund der geringen Niedrigwasserabflüsse wird eine Niedrigwasserrinne (NW-Rinne) mit Störsteinen innerhalb des Ökodurchlasses angeordnet. Die Abmessungen der NW-Rinne sowie die Abmessungen und Abstände der Störsteine werden unter Berücksichtigung der Mindestvorgaben nach DWA-M 509 gewählt. Die Ausgestaltung der NW-Rinne innerhalb des rd. 5 m breiten Ökodurchlasses ist in Abbildung 3.3 und Abbildung 3.4 schematisch dargestellt.

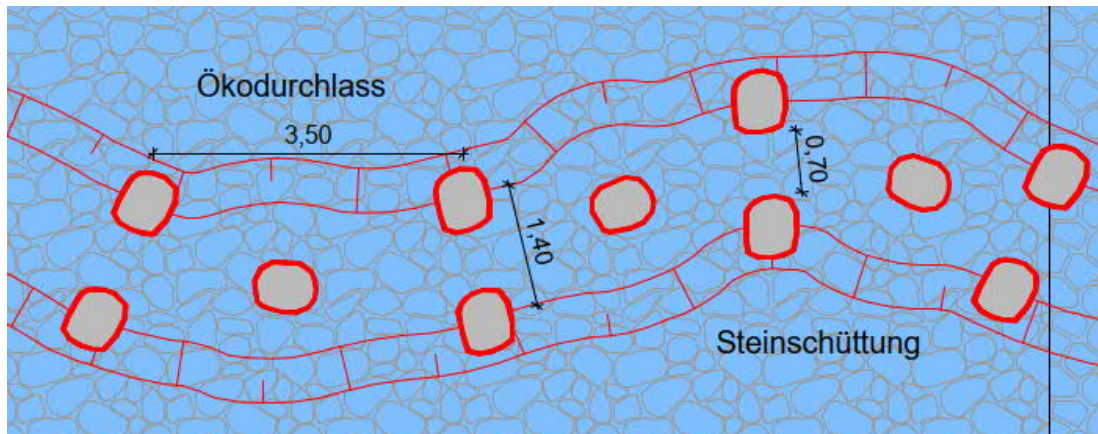


Abbildung 3.3 Anordnung der Störsteine in der NW-Rinne (Draufsicht, skizzenhafte Darstellung)

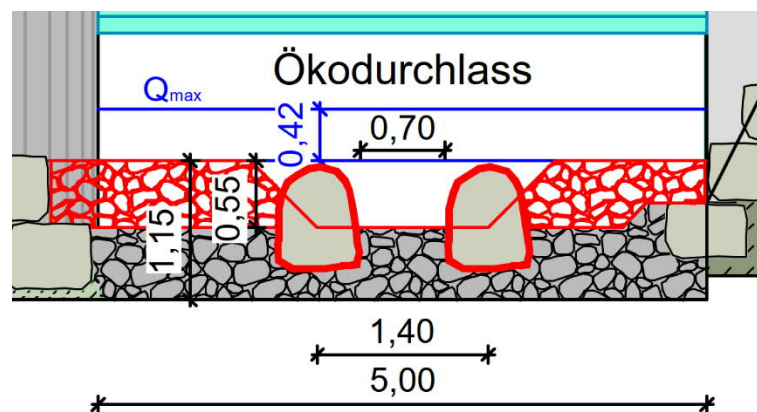


Abbildung 3.4 Anordnung der Störsteine in der NW-Rinne (Ansicht, skizzenhafte Darstellung)

Bemessung nach DWA-M 509

Die hydraulische Bemessung erfolgt nach DWA-M 509 (S. 171 bis 181) für ein Raugerinne in Störsteinbauweise. Bei Niedrigwasserabflüssen ($Q_{\min}$) erfolgt der Abfluss in der NW-Rinne und bei höheren Abflüssen ($Q_{\max}$) wird der gesamte Ökodurchlass beaufschlagt. In Tabelle 3.3 sind die Eingangsgrößen für die Bemessung zusammengefasst.

Tabelle 3.3 Eingangsgrößen für die Bemessung nach DWA-M 509

Eingangsgrößen für die Bemessung		
Geplantes Längsgefälle	I	0,5 % / 1:200
Geplante Sohlbreite der NW-Rinne	b_{so}	1,4 m
Geplante Tiefe der NW-Rinne	t	0,5 m
Geplante Böschungsneigung	$m_{bö}$	1:1
Äquiv. Störsteindurchmesser	d_s	0,7 m
Licher Steinabstand in Fließrichtung	a_x	2,1 m
Licher Steinabstand quer zur Fließrichtung	a_y	1,4 m
Länge Abschnitt ($L = 2x a_x$)	L	4,2 m
Anzahl der Steine je Abschnitt	n	3
Öffnungsbreite zw. den Steinen	$a_y - d_s$	0,7 m
Sohlrauheit	k_s (LMB 5/40)	0,31 m
Mindestwassertiefe (Äsche)	h_{eff}	0,50 m
$Q_{\min}$		0,3 m³/s
$Q_{\max}$		1,8 m³/s

Die hydraulisch wirksame Wassertiefe ermittelt sich bei $Q_{\min}$ aus der Fließtiefe h_m unter Berücksichtigung der Sohlrauheit zu:

(1):
$$h_m = h_{eff} + \frac{k_s}{6} = 0,5 + \frac{0,31}{6} = 0,55 \text{ m}$$

Der hydraulische Radius für $Q_{\min}$ wird gem. Formel (2) ermittelt:

(2):
$$r_{hy}(Q_{\min}) = \frac{A}{U} = \frac{b_{so} \cdot h_m + m_{bö} \cdot h_m^2}{b_{so} + 2 \cdot h_m \cdot \sqrt{1 + m_{bö}^2}} = \frac{1,4 \cdot 0,55 + 1 \cdot 0,55^2}{1,4 + 2 \cdot 0,55 \cdot \sqrt{1 + 1^2}} = \frac{1,07}{2,96} = 0,36 \text{ m}^2$$

Für den Sohlwiderstand gilt:

(3):
$$\frac{1}{\sqrt{\lambda_0}} = -2 \cdot \log \frac{\frac{k_s}{r_{hy}}}{14,84} = -2 \cdot \log \frac{\frac{0,31}{0,36}}{14,84} = 2,47 \rightarrow \lambda_0 = 0,16$$

Für die angeströmte Fläche der Steine ergibt sich:

4): $\Sigma A_s = n \cdot 0,9 \cdot d_s \cdot h_m = 3 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 0,5 = 0,95 \text{ m}^2$

Für den Widerstandsbeiwert der Störsteine gilt:

(5): $\lambda_s = 4 \cdot c_w \cdot \beta \cdot \frac{\Sigma A_s}{A_{o,ges}} = 4 \cdot c_w \cdot \beta \cdot \frac{\Sigma A_s}{U \cdot L} = 4 \cdot 1,0 \cdot 3,7 \cdot \frac{0,95}{2,96 \cdot 4,2} = 1,13$

Hierbei nimmt der Widerstandsbeiwert der Störsteine die folgenden Werte an:

$c_w = 1,0$ für zylinderförmige und runde Störsteine

$c_w = 1,2$ für quaderförmige, kantige Störsteine

Durch den Beiwert β wird berücksichtigt, dass die Störsteine teilweise mit deutlich größerer Geschwindigkeit als mit der mittleren Fließgeschwindigkeit v_m angeströmt werden. Für den vorliegenden Fall entspricht die Wassertiefe bei $Q_{\min}$ mit ca. 0,5 m etwa $\frac{3}{4}$ des Störsteindurchmesser von 0,7 m. Aus Tabelle 35 wird daher für die Störsteinanordnung Typ I der Beiwert $\beta = 3,7$ für die Rechnung verwendet.

Skizze		I	
Geometrie		$a_x = a_y = 2 \cdot d_s$	
Sohlenbreite		$b_{so} = a_y$	
Störsteine		$L = 2 \cdot a_x ; n = 3$	
Überdeckung		$F_V = 1,0$	
β	Form der Störsteine	eckig	rund
	$h = d_s/2$	*	5,2
	$h = 3/4 d_s$	4,6	3,7
	$h = d_s$	3,1	3,1

Bei Raugerinnen, die mit Störsteinen versehen sind, wird der Einfluss der Sohlenrauheit vom Fließwiderstand der Störsteine überlagert. Der Widerstandsbeiwert ergibt sich aus der Superposition des Widerstandsbeiwerts der Sohle und der Widerstandskörper (Störsteine):

$$(6): \quad \lambda = \frac{\lambda_s + \lambda_o \cdot (1 - \varepsilon_o)}{1 - \varepsilon_v} = \frac{1,13 + 0,16 \cdot (1 - 0,09)}{1 - 0,12} = 1,45$$

Hierbei wird das Volumenverhältnis wie folgt ermittelt:

$$\varepsilon_v = \frac{\sum V_s}{V_{ges}} = \frac{\sum A_s \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_s}{A \cdot 2 \cdot a_x} = \frac{0,95 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0,7}{1,08 \cdot 2 \cdot 2,1} = 0,12$$

Und das Flächenverhältnis wie folgt ermittelt:

$$\varepsilon_o = \frac{\sum A_{o,s}}{A_{o,ges}} = \frac{n \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_s^2}{U \cdot L} = \frac{3 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0,7^2}{2,96 \cdot 56 \cdot 4,2} = 0,09$$

Die mittlere Fließgeschwindigkeit ergibt sich nach Formel (7) zu:

$$(7): \quad v_m = \sqrt{\frac{8 \cdot g}{\lambda} \cdot r_{hy} \cdot I} = \sqrt{\frac{8 \cdot 9,81}{1,45} \cdot 0,36 \cdot 0,005} = 0,31 \frac{m}{s}$$

Der erforderliche Abfluss lässt sich über die Multiplikation der mittleren Fließgeschwindigkeit über den benetzten Querschnitt ermitteln:

$$(8): \quad Q_{min} = v_m \cdot A = 0,31 \cdot 1,07 = 0,33 \frac{m^3}{s} \approx 0,3 \frac{m^3}{s} \checkmark$$

Für die Fischpassierbarkeit sind die Fließgeschwindigkeiten in den Engstellen zwischen den Steinen maßgeblich. Die Ermittlung der Fließgeschwindigkeit erfolgt über Formel (9)

$$(9): \quad v_{m,E} = \frac{v_m \cdot A}{(A - n_{quer} \cdot A_s)} = \frac{0,31 \cdot 1,07}{(1,07 - 1 \cdot 0,32)} = 0,44 \frac{m}{s} < 1,1 \frac{m}{s} \checkmark (\text{Äschenregion})$$

Mit:

$$A_s = d_s \cdot h_m \cdot 0,9 = 0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,9 = 0,32 m^2$$

Bei einem Abfluss von $Q_{min} = 0,3 m^3/s$ stellt sich demnach eine rechnerische Fließtiefe h_m von 0,55 m ein und die maximal zulässigen Fließgeschwindigkeiten v_m und $v_{m,E}$ werden nicht überschritten.

Bei Erreichen der oberen Abflussgrenze bei $Q_{max} = 1,8 m^3/s$ ist die Abflussleistungsfähigkeit der NW-Rinne bereits deutlich überschritten und der Abfluss wird über die komplette Breite des Ökodurchlass abgeführt. Unter der Berücksichtigung der bordvollen Abflussleistung der NW-Rinne von ca. $0,3 m^3/s$ beträgt der restliche Abfluss bei Q_{max} über den Ökodurchlass ca. $1,5 m^3/s$.

Die Abschätzung der sich einstellenden Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten bei $Q_{\max}$ erfolgt nach Gauckler-Manning-Strickler (siehe Abbildung 3.5) und ohne Berücksichtigung der Geometrie der NW-Rinne. Die Eingangsparameter und Berechnungsergebnisse sind in Tabelle 3.4 aufgeführt.

$$v_m = k_{St} \cdot R^{2/3} \cdot I_E^{1/2} \quad \text{oder} \quad v_m = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I_E^{1/2} \quad (5)$$

mit:

- k_{St} = Stricklerbeiwert
- n = Manningbeiwert
- R = hydraulischer Radius.

Während in der englischen Literatur fast ausschließlich der Manningbeiwert n zu finden ist, ist im deutschsprachigen Raum die Verwendung des Stricklerbeiwertes k_{St} üblich. Die beiden Werte sind einander umgekehrt proportional:

$$k_{St} = \frac{1}{n} \quad (6)$$

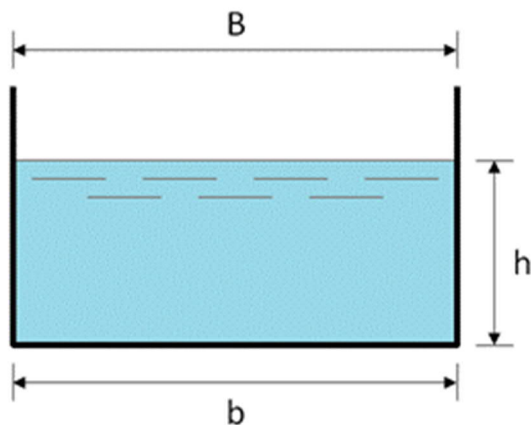


Abbildung 3.5 Gauckler-Manning-Strickler -Formel, Hydraulik naturnaher Fließgewässer, Teil 2, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (heute: LUBW), 2002

Tabelle 3.4 Eingangsparameter und Berechnungsergebnisse für den Ökodurchlass nach Gauckler-Manning-Strickler für ein Rechteckgerinne

Sohlbreite	b	[m]	5,0
Wassertiefe	h	[m]	0,42
Fließquerschnitt	A	[m²]	2,10
Benetzter Umfang	U	[m]	5,84
Hydraulischer Radius	r_{hy}	[m]	0,36
Gerinneneigung	I	[m/m]	0,005
Stricklerbeiwert (LMB 5/40)	k_{St}	[m ^{1/3} /s]	20

Fließgeschwindigkeit	v	[m/s]	0,7 < 1,1 m/s ✓
Abfluss	Q	[m³/s]	1,5
Froudezahl	Fr	[-]	0,35
Fließzustand			strömend

Für die Ermittlung der vorhandenen Leistungsdichte bei der Energiedissipation erfolgt über den Nachweis für gerinneartige Fischaufstiegsanlagen. Für die Äschenregion beträgt der maximal zulässige Energieeintrag 200 W/m³.

Die Ermittlung der vorhandenen Leistungsdichte bei der Energiedissipation wird auf einen 4,2 m langen Gerinneabschnitt bezogen:

(10): $\Delta h = I_0 \cdot L = 0,005 \cdot 4,2 \text{ m} = 0,021 \text{ m}$

(11): $V_{\text{netto}} = A_{\text{ges}} \cdot L - \sum V_s = (2,1 + 1,07) \cdot 4,2 - 3 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0,7^2 \cdot 0,35 \cdot 0,55 = 13,1 \text{ m}^3$

(12): $P_D = \frac{\rho_w \cdot g \cdot \Delta h \cdot Q}{V_{\text{netto}}} = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 0,021 \cdot 1,8}{13,1} = 28 \frac{\text{W}}{\text{m}^3} < 200 \frac{\text{W}}{\text{m}^3} \checkmark$

Durch die Gewässergestaltung im Durchgangsgerinne wird erreicht, dass die Abflussverhältnisse (Fließtiefe und -geschwindigkeit) bei Mittel- und Niedrigwasser erhalten bleiben.

Entlang der rechten Außenwand wird eine durchgehende Berme zur Sicherstellung der terrestrischen Durchgängigkeit mit einer Breite von mind. 50 cm angeordnet. Die Berme wird am Schütz nicht unterbrochen, sondern weitergeführt. Die Geometrie des Schützes wird dementsprechend angepasst und im Eckbereich ausgespart. Außerhalb des Bauwerks wird die Berme luft- und wasserseitig an die bestehende Gewässerböschung angeschlossen.

Die Ausbildung des Gerinnes erfolgt mittels Steinschüttung aus Wasserbausteinen der Größenklassen LMB 5/40 und LMB 10/60. Im Anschluss erfolgt ein Andecken mit natürlichem Bachsubstrat, welches im Zuge der Herstellung der Baugrube des Auslassbauwerks aus dem entfallenden Gewässerbett des Saalbachs gewonnen wird. Dadurch wird eine vergleichsweise schnelle Besiedelbarkeit der Bachsohle ermöglicht.

Im Betriebsfall wird das Ökogerinne durch ein Schütz geschlossen. Hierdurch wird erreicht, dass das Bachsubstrat im Ökogerinne nicht ausgetragen wird. Bei Extremhochwasser und Entlastung über die Fischbauklappen kann die Steinschüttung allerdings aus dem Ökogerinne ausgetragen werden.

Im Bereich der Schützebene kann keine lose Belegung der Sohle mit natürlichem Substrat erfolgen. Hier wird zum dichten Schließen des Schützes eine Holzschwelle angeordnet, die sich auch über die seitliche Berme erstreckt.

Der Einlaufbereich des Betriebsauslasses liegt auf gleicher Höhe wie der Ökodurchlass und wird nur durch eine Blocksteinmauer von diesem getrennt. Dementsprechend wird der Betriebsauslass erst bei höheren Abflüssen durchströmt. Für eine dauerhafte Beschickung des Tosbeckens mit Wasser wird die Blocksteinmauer an einer Stelle abgesenkt, wodurch ein Frischwassereintrag/Wasseraustausch sichergestellt wird.

Um das Tosbecken für Lebewesen durchgängig zu machen, wird am Tosbeckenende eine Aufstiegshilfe hergestellt. Hierzu wird eine Rampe mit einer Böschungsneigung von 1:2 mit in Beton versetzten Wasserbausteinen befestigt. Durch das entstehende Fugensystem haben Kleinlebewesen die Möglichkeit aus dem Tosbecken herauszusteigen.

3.7.7 Treibholzfang

Um im Hochwasserfall ankommendes grobes Geschwemmsel (treibende Bäume, Äste) möglichst zurückzuhalten, wird auf der Einlaufseite des Auslassbauwerks innerhalb des Gewässerquerschnitts ein Treibholzfang angeordnet (siehe Anlage 5.15). Dieser besteht aus einzelnen Stahlrohren, die in Hüllrohren versetzt werden. Der lichte Abstand der Stahlrohre beträgt dabei ca. 1,0 m. Die Stahlrohre werden ausbetoniert und mit einer Kuppe abgerundet. Die Gewässersohle und die Uferböschungen werden im Bereich des Treibholzfanges mit einem plattigen Steinsatz in Beton gesichert. Die Räumung des Treibholzfanges ist vom Unterhaltungsweg aus möglich.

3.8 Steuer- und Beckenwasserstandpegel

Der Abfluss im Saalbach wird durch einen Steuerpegel registriert, der unmittelbar unterstrom der bestehenden Wirtschaftswegbrücke angeordnet wird. Über diesen Steuerpegel erfolgt das Öffnen bzw. Schließen der Schütze zur Steuerung der Beckenabgabe von 28,0 m³/s vollautomatisch. Aus Gründen der Betriebssicherheit sind die Messpegel jeweils redundant auszubilden. Neben einer Radarsonde, die an der Brücke angebracht werden kann, wird zusätzlich die Anordnung einer Böschungstreppe am linken Ufer als Betonfertigteile vorgesehen, in deren Wange die zur Wasserstandserfassung erforderliche Drucksonde montiert ist (siehe Anlage 5.14).

Die Genauigkeit der Messungen bzw. die exakte Steuerung des Hochwasserrückhaltebeckens ist maßgeblich vom Unterhaltungszustand des Gewässerbettes abhängig. Der aktuelle Zustand ist deshalb regelmäßig zu kontrollieren. Abflusshindernisse, Anlandungen usw. sind regelmäßig zu entfernen.

Der Wasserstand im Stauraum wird ebenfalls über eine Druckmesssonde in der Wange der Böschungstreppe oberstrom des Auslassbauwerks am linken Ufer erfasst (siehe Anlage 5.13). Als Zweitpegel wird an der linken Außenwand des Auslassbauwerks eine Radarsonde, die auf einem schwenkbaren Stahlmast befestigt wird, über dem Betriebsauslass angebracht. Die genaue Lage der Radarsonde ist noch zu bestimmen, um nicht beim Entlastungsbetrieb eine lokale Absenkung des Wasserspiegels vor den Klappen zu messen, sondern den unbeeinflussten Beckenwasserstand.

3.9 Maßnahmen an bestehenden Gewässern

3.9.1 Anbindung Auslassbauwerk

Aus ökologischen und ökonomischen Gründen ist es erforderlich das Auslassbauwerk möglichst senkrecht zur Dammachse durch den Damm zu führen, so dass die Bauwerkslänge und damit auch die Fließstrecke zwischen den Flügelnwänden minimiert werden. Das Auslassbauwerk soll in der Achse des derzeitigen Gewässerbetts des Saalbachs errichtet werden.

Der ständige Abfluss des Saalbachs muss während der Herstellung des Auslassbauwerks ungehindert abfließen können. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse zwischen Auslassbauwerk und Bahngleisen ist vorgesehen, dass Umleitungsgerinne teilweise offen und teilweise als Verrohrung herzustellen (siehe Anlage 2.5).

Auf einer Länge von ca. 100 m beträgt die Sohlbreite des Umleitungsgerinne rd. 4,0 m und die Böschungen werden mit einer Neigung von 1:1 angelegt. Anschließend wird auf einer Länge von ca. 30 m eine Verrohrung hergestellt, die unterstrom der Baugrube des Auslassbauwerks an den Saalbach anschließt. Nach Fertigstellung des Auslassbauwerks wird der Saalbach in das neue Gewässerbett umgeleitet, die Verrohrung zurückgebaut und das Umleitungsgerinne verfüllt.

Darüber hinaus sind bauzeitliche Gewässerüberfahrten erforderlich, die nach Abschluss der Maßnahme ebenfalls vollständig zurückgebaut werden.

3.9.2 Umlegung Saalbach

Im Bereich zwischen Dammstation B 0+200 und B 0+750 verläuft der Saalbach, nur durch einen Wirtschaftsweg getrennt, unmittelbar entlang des Bahndammes und liegt somit im Bereich der Dammaufstandsfläche des westlichen Schutzdamms. Aus diesem Grund ist es erforderlich, dass der Saalbach in ein neues Gewässerbett in Richtung Westen umgelegt wird. Zur Erkundung des Baugrunds wurden in diesem Bereich ergänzende Untersuchungen in Form von 6 Baggerschürfen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Anlage 6.2 zusammengefasst.

Mögliche Alternativen zur Gewässerumlegung wurden im Rahmen der Vorplanung geprüft. Folgende Möglichkeiten wurden dabei betrachtet (vgl. Anlage 6.1):

- Herstellung einer Spundwand zwischen Uferböschung und Wirtschaftsweg
- Herstellung einer Spundwand zwischen Wirtschaftsweg und Bahndamm
- Sicherung der Uferböschung und Höherlegung des Wirtschaftsweges

Die aufwendige Herstellung einer Spundwand stellt dabei die einzige Lösung dar, bei der das bestehende Gewässerbett weitgehend unberührt bleiben kann. Die Sicherung der Uferböschung ist hingegen weniger aufwändig, zerstört allerdings vollständig die rechtsseitige Uferböschung und teilweise auch die Gewässersohle. Beide Varianten erfordern bei der Ausführung den Einsatz schwerer Baumaschinen im Nahbereich der Gleise, so dass mit Einschränkungen im Bahnverkehr zu rechnen wäre. Aufgrund der genannten Nachteile und im Hinblick auf eine mögliche ökologische Aufwertung und Strukturverbesserung des Gewässers, wurde von allen Beteiligten eine Umlegung des Saalbaches bevorzugt.

Bestandssituation

Im Jahr 2000 wurde durch die GefaÖ GmbH (Gesellschaft für angewandte Ökologie und Umweltplanung), Wiesloch, der Gewässerentwicklungsplan für den Saalbach auf Gemarkung Gondelsheim erstellt. In der nachfolgenden Abbildung 3.6 ist der Zustand des entfallenden Gewässerabschnitts, der derzeit parallel zum Bahndamm verläuft, zusammengefasst.

Gewässer: Saalbach		Abschnitt: Sa 1-2		Bachkilometer: 32+237 – 32+734	
Landschaftsbereich: Flur					
Beschreibung: <i>Laufentwicklung:</i> geradliniger Verlauf mit vereinzelter starker Krümmungserosion; Längsbänke und besondere Laufstrukturen existieren nicht bzw. nur in Ansätzen <i>Längsprofil:</i> geringe Strömungs- und Tiefenvarianz; Querbänke und Querbauwerke fehlen <i>Querprofil:</i> sehr tiefes Trapezprofil mit bis zu 5 m hohen, steilen Uferböschungen (stellenweise mit Abrutschungen); geringe Breitenvarianz; keine Durchlässe <i>Sohlenstruktur:</i> Substrat aus Feinsedimenten bestehend; Grobsubstrate (Steine und Schotter) stammen aus ehemaligen Uferbefestigungen; besondere Sohlenstrukturen sind unterrepräsentiert, kein Sohlenverbau <i>Uferstruktur:</i> Ufervegetation besteht aus Gebüsch und Einzelgehölzen (Weiden, Obstbäume), besondere Uferstrukturen existieren ansatzweise; Uferbefestigungen (Steinschüttungen, Stangenverbau, Gabionen) sind auf beiden Seiten erkennbar <i>Gewässerumfeld:</i> beidseitig Ackerflächen; rechtsseitig grenzen ein Weg und die Bahntrasse unmittelbar an die Böschungsoberkante des Bachs an					
Strukturgüte-bewertung	Gesamt: 5,6 stark geschädigt	Sohle: 5,3 merklich geschädigt	Ufer: 5,5 stark geschädigt	Land: 6,7 übermäßig geschädigt	
Defizite und Störfaktoren: • naturfern ausgebautes und in die Tiefe erodiertes Gewässerprofil • fehlende eigendynamische Entwicklungsmöglichkeiten • lückiger und teilweise standortfremder Ufergehölzsaum • massiver Uferverbau • auenuntypische Landnutzung					

Abbildung 3.6 Zustandsbeschreibung entfallender Gewässerabschnitt (Gewässerentwicklungsplan, GefaÖ, 2000)

Dieser Gewässerabschnitt zeichnet sich derzeit durch ein geradliniges Längsprofil und einen massiven Uferverbau aus und ist unter Berücksichtigung aller Gegebenheiten abschließend als stark geschädigt zu bewerten. Eine eigendynamische Entwicklung ist aufgrund des angrenzenden Bahndammes nicht möglich.

Neuer Gewässerverlauf

Das neue Gewässerbett wird nach Westen in die Talaue verschoben, so dass der Abstand zwischen dem Böschungsfuß des westlichen Schutzdammes und der Oberkante der rechtsseitigen Gewässerböschung zukünftig ca. 20 m beträgt (siehe Anlage 2.7). Der Saalbach verläuft demnach zukünftig auf einer Länge von ca. 900 m in einem leicht mäandrierenden Gewässerbett, mit einer mittleren Sohlbreite von ca. 5,0 m. Im Bereich der Sohle wird das Sohlsubstrat aus dem

entfallenden Gewässerabschnitt eingebaut und eine Niedrigwasserrinne modelliert. Die Verfüllung des ehemaligen Gewässerbetts erfolgt nach Trockenlegung und Entfernung von Schlammablagerungen mit bindigem Material.

Die Uferböschungen des neuen Gewässers werden mit einer variablen Böschungsneigung von ca. 1:2 bis 1:3 ausgebildet und mit Oberboden angedeckt (siehe Anlagen 3.13 und 3.14). Für den Bereich des Mittelwasserbetts ist die Herstellung von naturnahen Gewässereinbauten vorgesehen, die nachfolgend kurz aufgeführt werden:

- **Raubäume**
Sie bestehen aus ganzen Nadel- oder Laubbäumen mit Stamm und Krone, die in das Gewässer eingebaut werden und dienen als Ufersicherung, zur Sohlenstabilisierung oder auch zur Aufwertung der Gewässerstruktur. Darüber hinaus können Raubäume je nach Art des Einbaus auch als Strömunglenker dienen oder den Fließwiderstand erhöhen.
- **Wurzelstöcke**
Wurzelstöcke dienen als wertvolles Strukturelement und zur punktuellen Ufersicherung. Hierfür werden die Wurzelstöcke im Bereich der Niedrig- und Mittelwasserlinie in das Ufer eingebaut und überschüttet. Zusätzlich werden die Wurzelstöcke mit Stangen gegen Aufschwimmen gesichert. Direkt nach dem Einbau erhöhen die Wurzelstöcke die Gewässer- und Habitatstruktur und dienen Fischen außerdem als Unterstände.
- **Störsteine**
Störsteine sind große Einzelsteine, die teilweise in die Sohle eingegraben werden. Durch deren Einbau wird der Fließquerschnitt im Gewässer verringert und die Wassertiefe im Oberwasser der Steine angehoben. Als Störsteine werden bevorzugt „birnen- und pyramidenförmige“ Steine verwendet, die aufgrund ihrer Form über ein gutes Verhältnis von hydraulisch günstiger Anströmfläche zu möglicher Einbindetiefe verfügen. Werden die Steine in Fließrichtung geneigt bzw. eine Kante der Pyramide entgegen der Fließrichtung eingebaut, verringert sich die Möglichkeit der Verklausung durch Totholz und Geschwemmsel, da die Verklausungen beim Anstieg des Wasserspiegels über die Steine angehoben werden können.
- **Kiesschwellen und Kiesbänke**
Kiesige Gewässersohlen sind Lebensraum und Laichhabitat für viele Fischarten. Durch das Einbringen von Kiesschwellen und Kiesbänke wird der Anteil der fließgewässertypischen Substrate Stein, Schotter und Kies erhöht. Im Bereich der Kiesbänke kann es durch höhere Strömungsbelastungen zur Umlagerung von Kies und einer Umgestaltung der Kiesbänke kommen.

Eine detaillierte Ausarbeitung der geplanten, gewässerökologischen Maßnahmen im Bereich der Saalbachverlegung erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung. Die Maßnahmen werden dem Landratsamt Karlsruhe, Amt für Umwelt und Arbeitsschutz vor Umsetzung zur abschließenden Zustimmung vorgelegt.

3.10 Hydraulischer Nachweis Auslassbauwerk

3.10.1 Betriebsauslass

Die Kontrolle des Abflusses aus dem Hochwasserrückhaltebecken erfolgt über das Schütz des Betriebsauslasses mit den lichten Abmessungen von $B \times H = 5,0 \times 2,0$ m. Der Abfluss aus dem Becken ist von der Öffnungshöhe s des Schützes, der Wassertiefe h_0 über der Bauwerkssohle und dem Unterwasserstand im Saalbach abhängig. Die Leistungsfähigkeit eines Tiefschützes bei freiem Abfluss ins Unterwasser berechnet sich nach der Beziehung:

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

wobei c_q einen Abflussbeiwert und b die lichte Öffnungsbreite bezeichnet.

Zunächst wird in Abhängigkeit von h_0 und s der Kontraktionsbeiwert c_c für senkrechte Planschütze nach der Beziehung:

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

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

$$h_1 = c_c \cdot s$$

Für den Abflussbeiwert c_q gilt:

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

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

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

Der reduzierte Abfluss berechnet sich dann zu:

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

Der Abminderungsbeiwert $\kappa < 1$ ist dabei abhängig vom Wasserstand im Ober- und Unterwasser des Bauwerks sowie von der Schützöffnung. Der funktionale Zusammenhang $\kappa = f(h_0, h_2, s)$ ist in Abbildung 3.7 dargestellt.

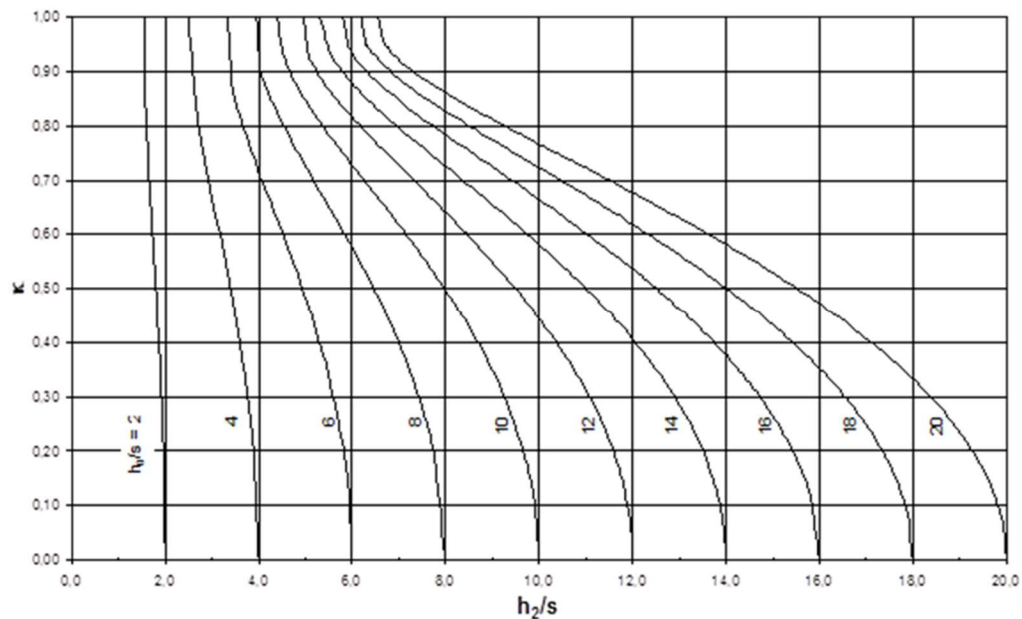


Abbildung 3.7 Abminderungsbeiwert κ

Mit Hilfe des hydraulischen Modells wurde die Unterwasserstände im Saalbach unterstrom des Auslassbauwerks berechnet und für den Steuerpegel eine Abflusskurve erstellt.

Unter Anwendung der erläuterten Beziehungen wird bei einer Schützöffnung von ca. 84 cm und Einstau bis zur Vollstauhöhe von 146,50 m+NN der Regelabfluss von 28,0 m³/s abgegeben. Dabei stellt sich freier Abfluss unter dem Schütz ein (mit $\kappa = 0,92$). Die Druckhöhe h_0 berechnet sich zu 6,50 m aus der Differenz zwischen Vollstau (146,50 m+NN) und der Sohlhöhe im Betriebsauslass (140,0 m+NN). Der sich einstellende Abfluss wurde mit folgenden Werten ermittelt:

$$Q = 1,0 \cdot 0,589 \cdot 0,84 \cdot 5,0 \cdot (2 \cdot 9,81 \cdot 6,5)^{1/2} = 28,0 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.10.2 Tosbecken

Unterstrom des Schützquerschnitts tritt im Einstaufall „schießender“ Abfluss mit sehr hohen Fließgeschwindigkeiten bis zu 11 m/s auf. Zur Vermeidung von Schäden am nachfolgenden Gewässerbett muss im Auslassbauwerk ein Fließwechsel vom „schießenden“ zum „strömenden“ Abfluss erfolgen. Dieser sogenannte Wechselsprung ist auf eine vergleichsweise kurze Strecke begrenzt und in seiner Lage weitgehend stabil, wenn im Unterwasser ein ausreichend hoher Stützwasserstand h_2 gegeben ist.

Bei zu geringem Wasserstand h_2 kann der Wechselsprung durch eine Eintiefung der Gewässersohle durch ein Tosbecken oder einen Kolksee mit einer Tiefe z erzwungen werden. Die Eintiefung z berechnet sich aus der Differenz der erforderlichen Wassertiefe h_2 und der tatsächlich vorhandenen Wassertiefe $h_{2,\text{vorh}}$ zu:

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

Die Länge des Wechselsprung bzw. der Energieumwandlungsanlage kann über verschiedene empirische Formeln abgeschätzt werden. Nachfolgend ist die Formel nach Rouse dargestellt:

$$l = 2,5 \cdot h_1 \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{8 \cdot v_1^2}{g \cdot h_1}} - 1 \right)$$

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

Die in die Bemessung eingehende Unterwasserfließtiefen $h_{2,vorh}$ stammen aus dem hydraulischen Modell. Mit diesen Wassertiefen wird die in Tabelle 3.5 aufgeführte Schützöffnungshöhe ermittelt und das Tosbecken bemessen.

Lastfall: Einstau bis Vollstau $Z_v = 146,50 \text{ m} + \text{NN}$ ($Q_R = 28,0 \text{ m}^3/\text{s}$)

Bei Einstau bis zum Vollstau wird durch das Schütz im Betriebsauslass der Regelabfluss von $28 \text{ m}^3/\text{s}$ abgeleitet. Die Schützöffnungshöhe beträgt dabei ca. 84 cm. Mit dem sich dabei einstellenden Unterwasserstand von $h_{2,vorh} = 2,96 \text{ m}$ und dem erforderlichen Unterwasserstand von $h_2 = 3,27 \text{ m}$ ergibt sich aus den oben aufgeführten Gleichungen eine Tosbeckeneintiefung von 0,31 m.

Lastfall: Hochwasserentlastung $BHQ_1 = 61 \text{ m}^3/\text{s}$

Im Lastfall BHQ_1 sind beide Klappen vollständig gelegt (Überfallhöhe 2,0 m, Abfluss ca. $54 \text{ m}^3/\text{s}$) und das Schütz im Betriebsauslass muss mindestens 21 cm geöffnet sein (Abfluss ca. $7 \text{ m}^3/\text{s}$), so dass in der Summe ca. $61 \text{ m}^3/\text{s}$ abgeführt werden.

Aufgrund der Bauwerkshöhe trifft der Überfallstrahl aus den Klappenöffnungen nahezu senkrecht auf die Bauwerkssohle. Dadurch ist der Impuls des Abflusstrahls nach unten gerichtet und erfährt durch die Umlenkung in Fließrichtung des Gewässers eine hohe Energiedissipation, so dass auf eine weitere Betrachtung der Energieumwandlung für den Überfallstrahl verzichtet werden kann.

Für den Abfluss von rd. $7 \text{ m}^3/\text{s}$ aus dem Betriebsauslass beträgt die erforderliche Unterwassertiefe $h_{2,erf} = 1,74 \text{ m}$. Aus dem für den Gesamtabfluss von ca. $61 \text{ m}^3/\text{s}$ berechneten Unterwasserstand von $> 4,0 \text{ m}$ folgt, dass keine Tosbeckeneintiefung notwendig ist.

Lastfall: Hochwasserentlastung $BHQ_2 = 96 \text{ m}^3/\text{s}$

Im Lastfall BHQ_2 sind beide Klappen vollständig gelegt (Überfallhöhe 2,0 m, Abfluss ca. $54 \text{ m}^3/\text{s}$) und das Schütz im Betriebsauslass auf ca. 1,48 m Höhe gezogen (Abfluss ca. $42 \text{ m}^3/\text{s}$), so dass in der Summe rd. $96 \text{ m}^3/\text{s}$ abgeführt werden.

Aufgrund der Bauwerkshöhe trifft der Überfallstrahl aus den Klappenöffnungen nahezu senkrecht auf die Bauwerkssohle. Dadurch ist der Impuls des Abflusstrahls nach unten gerichtet und erfährt durch die Umlenkung in Fließrichtung des Gewässers eine hohe Energiedissipation, so dass auf eine weitere Betrachtung der Energieumwandlung für den Überfallstrahl verzichtet werden kann.

Für den Abfluss von rd. $42 \text{ m}^3/\text{s}$ aus dem Betriebsauslass beträgt die erforderliche Unterwassertiefe $h_{2,erf} = 4,13 \text{ m}$. Bei dem für den Gesamtabfluss von ca. $96 \text{ m}^3/\text{s}$ berechneten Unterwasserstand von $> 4,5 \text{ m}$ folgt, dass keine Tosbeckeneintiefung notwendig ist.

Die Berechnungsergebnisse für die verschiedenen Lastfälle sind zusammengefasst in Tabelle 3.5 dargestellt.

Tabelle 3.5 Tosbeckenabmessungen HRB Helmsheim

Lastfall:	Q_R	BHQ ₁	BHQ ₂
Beckenwasserstand	146,50 m+NN	146,50 m+NN	146,50 m+NN
Gesamtabgabe	28,0 m ³ /s	61,0 m ³ /s	96,0 m ³ /s
Abgabe Betriebsauslass	28,0 m ³ /s	7,0 m ³ /s	42 m ³ /s
Schützöffnungshöhe Betriebsauslass	0,84 m	0,21 m	1,48 m
vorhandene Fließtiefe im Unterwasser $h_{2,Vorh}$	2,96 m	> 4,0 m	> 4,5 m
erforderliche Fließtiefe $h_{2,erf}$	3,27 m	1,74 m	4,13 m
erforderliche Tosbeckeneintiefung $z = h_2 - h_{2,Vorh}$	0,31 m	-	-
erforderliche Tosbeckenlänge nach Rouse	17 m	9 m	20 m

Für das HRB Helmsheim wird schließlich ein Tosbecken im Betriebsauslass mit einer Eintiefung von 1,5 m gewählt, da bei zunehmendem Rückstau effekt die Sohlggeschwindigkeiten im Unterwasser langsamer abgebaut werden. Die Tosbeckenlänge wird aus konstruktiven Gründen (Reduzierung des Schal- und Bewehrungsaufwands) bis zum Ende des Auslassbauwerks geführt, so dass sich eine Tosbeckenlänge von ca. 21 m ergibt.

Eine mögliche Verbesserung der Energieumwandlung infolge des senkrecht in das Tosbecken einmündenden Überfallstrahls über die Fischbauchklappen ist, da rechnerisch nicht quantifizierbar, auf der sicheren Seite liegend, nicht berücksichtigt.

3.11 Hochwasserentlastungsanlage

3.11.1 Allgemeines

Bei größeren Hochwasserereignissen als einem 100-jährlichen Hochwasser (und Ausschöpfung der Volumenreserve) kann der Beckenzufluss nicht mehr vollständig im Stauraum zurückgehalten werden. Zum Schutz des gesamten Sperrbauwerkes ist daher die Hochwasserentlastungsanlage so zu dimensionieren, dass die Bemessungshochwasserabflüsse BHQ₁ und BHQ₂ für den Rückhaltedamm gefahrlos abgeleitet werden können. Die Nachweise erfolgen gemäß DIN 19700-12 und der zugehörigen Arbeitshilfe für Baden-Württemberg der LUBW.

Das HRB Helmsheim ist als „mittleres Becken“ gemäß DIN 19700-12 einzuordnen. Bei der Ermittlung der Bemessungsabflüsse ist bei „mittleren Becken“ für BHQ₁ ein HQ_{500} und für BHQ₂ ein $HQ_{5.000}$ anzusetzen. In Tabelle 3.6 sind die Bemessungsabflüsse des HRB Helmsheim dargestellt.

Die zur Hochwasserentlastung über dem Staubalken montierten Wehrklappen werden mit einer Breite von 5,0 m als Fischbauchklappen ausgebildet. Die Höhe der Wehrklappen in Staustellung beträgt 2,0 m.

Tabelle 3.6 Hochwasserbemessungsabflüsse HRB Helmsheim verschiedener Jährlichkeiten (FGM Berechnungen WALD + CORBE, 2022)

	HQ ₅₀₀ (BHQ ₁)	HQ _{5.000} (BHQ ₂)
Zulauf [m³/s]	61	96
Ablauf [m³/s]	61	96

3.11.2 Nachweis der Leistungsfähigkeit nach DIN 19700

Die Hochwasserentlastung des HRB Helmsheim erfolgt durch das Absenken (Überströmen) der beiden Fischbauchklappen sowie durch das Schütz des Betriebsauslasses. Die maximale Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastungsanlage ist so ausgelegt, dass der Vollstau für die beiden Lastfälle BHQ₁ und BHQ₂ nicht überschritten wird. Für die Hochwasserstauziele Z_{H1} und Z_{H2} gilt demzufolge:

$$Z_V = Z_{H1} = Z_{H2}$$

Der Nachweis für die Leistungsfähigkeit der HWEA erfolgt nach der Beziehung für überströmte Wehre (Poleni-Formel):

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

Für den Überfallbeiwert μ wurde gemäß Literaturangaben ein Wert von 0,65 angesetzt. Für die beiden Fischbauchklappen ergibt sich demnach mit einer Gesamtbreite von 10,0 m und einer senkrechten Höhe von 2,0 m eine Leistungsfähigkeit von ca. 54 m³/s. Damit ist auch die Empfehlung der Arbeitshilfe zur DIN 19700 erfüllt, wonach ein möglichst großer Teil des BHQ₁ über den überlastbaren, oben liegenden Teil der HWEA abgeführt werden soll (ca. 88 %).

Lastfall BHQ₁

Nach DIN 19700 ist für den Bemessungslastfall 1 nachzuweisen, dass das HQ₅₀₀ (61 m³/s) abgeführt werden kann, wobei der leistungsfähigste Verschluss nicht angesetzt werden darf (n-1-Regel). Im vorliegenden Fall darf demnach kein Abfluss durch das Schütz des Betriebsauslasses berücksichtigt werden. Die nötige Abflussleistung von 61 m³/s ist gegeben, wenn die Fischbauchklappen vollständig gelegt sind (Q_{Klappen} = 54 m³/s) und durch das Auslassbauwerk mindestens 7 m³/s abfließen. Da die geometrischen Abmessungen des Schützes im Ökogerinne analog zum Betriebsauslass gewählt werden, kann dieses bei einem Ausfall des Betriebsauslasses dessen Funktion übernehmen.

Lastfall BHQ₂

Für den Bemessungslastfall 2 ist nachzuweisen, dass das HQ_{5.000} (96 m³/s) ohne Beachtung der n-1-Regel abgeführt werden kann. Die nötige Abflussleistung von 96 m³/s ist gegeben, wenn die Fischbauchklappen vollständig gelegt sind (Q_{Klappen} = 54 m³/s) und durch das Schütz des Betriebsauslasses mindestens 42 m³/s abfließen. Die Aufteilung der Abflüsse für die unterschiedlichen Bemessungsfälle ist in Tabelle 3.7 zusammengestellt.

Tabelle 3.7 Abflussaufteilung bei Hochwasserentlastung

Lastfall	Beckenabgabe gesamt [m³/s]	Abfluss Klappen (HWEA) [m³/s]	Abfluss Betriebsauslass [m³/s]	Einstauhöhe [m+NN]	Schützöffnung [m]
Q _R	28,0	0,0	28,0	146,50	0,84
BHQ ₁	61,0	54,0	7,0	146,50	0,21
BHQ ₂	96,0	54,0	42,0	146,50	1,28

3.12 Freibordbemessung

Nach DIN 19700 ist zwischen dem „Höchsten Stauziel Z_{H1}“ (Bemessungsfall 1) und der Dammkrone sowie zwischen dem „Höchsten Stauziel Z_{H2}“ (Bemessungsfall 2) ein Freibord zum Schutz des Sperrenbauwerks einzuhalten. Der Freibord f setzt sich aus den Anteilen Windstau h_{wi}, Wellenauflauf h_{Au}, Eisstau h_{Ei} (nur bei Dauerstaubecken) und dem Sicherheitszuschlag h_{Si} zusammen.

Die Bemessung des Freibordes erfolgt nach dem DVWK-Merkblatt 246/1997 „Freibordbemessung an Stauanlagen“. Das Stundenmittel der Windgeschwindigkeit wurde in Abhängigkeit der geodätischen Höhe sowie der Lage (windgeschützt, normale Lage, windexponiert) nach Tab. 1 auf w₁₀ = 25 m/s festgelegt. Die anzusetzenden Windgeschwindigkeiten werden nach Tab. 2 um den Faktor 1,2 erhöht. Im Hochwasserbemessungsfall 1 ermittelt sich die Windgeschwindigkeit zu w_{10,BHQ1} = 25,0 × 1,2 = 30 m/s. Für den Hochwasserbemessungsfall 2 wird die Windgeschwindigkeit, aufgrund der Klassifizierung als „mittleres Becken“, auf 80 % reduziert, um der Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens seltener Ereignisse Rechnung zu tragen. Damit ermittelt sich die anzusetzende Windgeschwindigkeit zu w_{10,BHQ2} = 0,8 × 30 = 24 m/s.

Um die Sensitivität der Bemessungswindgeschwindigkeiten w₁₀ für die Freibordbemessung abschätzen zu können, wurden Windstau und Wellenauflauf neben den oben ausgewählten Windgeschwindigkeiten ebenfalls für v = 20 m/s, 25 m/s und 35 m/s berechnet.

Als Windstau h_{wi} wird der Anstieg des Wasserspiegels am Absperrbauwerk durch die auf die Wasseroberfläche eingetragene Windschubspannung bezeichnet. Der Windstau wird entsprechend DVWK-Merkblatt 246 nach der Zuidersee-Formel berechnet:

$$h_{wi} = \frac{w_{10}^2 \cdot S \cdot \cos \beta}{4861110 \cdot \overline{d}}$$

mit:	Überstreichungslänge	S
	Winkel zw. maßg. Windrichtung und angesetzter Streichlänge	β
	Mittlere Wassertiefe	$\overline{d}$

Der orthogonale Wellenaufbau wird nach DWVK-Merkblatt 246 für Böschungsneigungen flacher als 1:2 über den Ansatz:

$$h_{Au,x\%} = k_D \cdot k_R \cdot k_x \cdot \sqrt{\overline{h_{We}} \cdot \overline{I_{We}}} \cdot \tan \alpha$$

Die Faktoren k_D und k_R beschreiben den Einfluss der Rauheit und Durchlässigkeit der Böschungsoberfläche. Für eine Böschungsoberfläche mit Rasenansaat wurde ein Mittelwert $k_D \cdot k_R = 0,80$ gewählt. Der Koeffizient k_x berücksichtigt die Überschreitungswahrscheinlichkeit x des Wellenaufbaues. Für Erddämme wird dieser Faktor zu $k_{1\%} = 2,4$ gesetzt. Der Winkel α gibt die Neigung der wasserseitigen Böschung an.

Die maßgebenden Wellenkennwerte mittlere Wellenhöhe, mittlere Wellenperiode und die mittlere Wellenlänge werden über die Spektralmethode nach KRYLOW II ermittelt. Insgesamt wurden 2 Untersuchungspunkte am Absperrdamm, 4 Untersuchungspunkte am Schutzdamm entlang der Bahngleise und 2 Untersuchungspunkte am Straßendamm der B 35 ausgewählt. Die Berechnungsergebnisse der Freibordanteile sind für den maßgebenden Untersuchungspunkt des jeweiligen Dammes in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

Tabelle 3.8 Wellenlauf und Windstau, Absperrdamm

Windgeschwindigkeit [m/s]	30 (BHQ ₁)	24 (BHQ ₂)	20	25	35
Mittlere Wellenhöhe $\overline{h_{We}}$ [m]	0,23	0,19	0,16	0,20	0,26
Mittlere Wellenlänge $\overline{I_{We}}$ [m]	3,07	2,70	2,41	2,76	3,34
Orthogonaler Wellenaufbau $h_{Au,1}$ [m]	0,80	0,68	0,59	0,70	0,89
Windstau h_{Wi} [m]	0,03	0,02	0,01	0,02	0,04
Freibord infolge Wind / Summe [m]	0,83	0,70	0,60	0,72	0,93

Tabelle 3.9 Wellenlauf und Windstau, Schutzdamm Bahngleise

Windgeschwindigkeit [m/s]	30 (BHQ ₁)	24 (BHQ ₂)	20	25	35
Mittlere Wellenhöhe $\overline{h_{We}}$ [m]	0,22	0,17	0,14	0,19	0,25
Mittlere Wellenlänge $\overline{I_{We}}$ [m]	2,86	2,44	2,14	2,52	3,18

Orthogonaler Wellenaufbau $h_{AU,1}$ [m]	0,75	0,63	0,53	0,65	0,86
Windstau h_{Wi} [m]	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
Freibord infolge Wind / Summe [m]	0,76	0,64	0,53	0,66	0,87

Tabelle 3.10 Wellenlauf und Windstau, Straßendamm B 35

Windgeschwindigkeit [m/s]	30 (BHQ₁)	24 (BHQ₂)	20	25	35
Mittlere Wellenhöhe $\overline{h_{We}}$ [m]	0,22	0,18	0,15	0,19	0,26
Mittlere Wellenlänge $\overline{I_{We}}$ [m]	3,00	2,57	2,25	2,64	3,33
Orthogonaler Wellenaufbau $h_{AU,1}$ [m]	0,63	0,52	0,45	0,54	0,71
Windstau h_{Wi} [m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Freibord infolge Wind / Summe [m]	0,63	0,52	0,45	0,54	0,72

Im Hochwasserbemessungsfall 1 berechnet sich der erforderliche Freibord infolge Windeinfluss im ungünstigsten Fall zu 83 cm, im Hochwasserbemessungsfall 2 zu 70 cm.

Im Hochwasserbemessungsfall 2 ist im Rahmen der Freibordbetrachtung ein Sicherheitszuschlag f_{Sj} vorzusehen, wenn dies aufgrund der verbleibenden Gefahren und Risiken als notwendig erachtet wird. In der Arbeitshilfe DIN 19700 für Hochwasserrückhaltebecken in Baden-Württemberg wird ein Sicherheitszuschlag in Höhe von $\geq 0,5$ m als sinnvoll angesehen.

Auch für das HRB Helmsheim wird ein Sicherheitszuschlag in Höhe von bis zu 90 cm für den Hochwasserbemessungsfall 2 als angemessen erachtet und für die weitere Bearbeitung zugrunde gelegt. Hierin berücksichtigt sind Zuschläge für den durchlässigen Wegaufbau und Wasserspiegeländerungen für Reaktionszeiten bei steuerungstechnischen Vorgängen.

Unter Berücksichtigung der Sicherheitszuschläge ergeben sich für die zu betrachtenden Lastfälle die in den folgenden Tabellen zusammengestellten Dammhöhen.

Tabelle 3.11 Ermittlung der maßgebenden Kronenhöhe, Absperrdamm

Bemessungsgröße	Hochwasserbemessungsfall 1	Hochwasserbemessungsfall 2
Vollstau $Z_V = \text{OK Klappen}$	146,50 m+NN	146,50 m+NN
Freibord infolge Wind $h_{Au} + h_{Wi}$	+ 0,83 m	+ 0,70 m
+ Sicherheitszuschlag h_{Si}	-	+ 0,50 m
+ Sicherheitszuschlag h_{Si-ST} (Steuerungstechnik)	+ 0,10 m	+ 0,10 m
+ durchlässiger Wegaufbau (Dammkrone)	+ 0,30 m	+ 0,30 m
= Freibord	$f_1 = 1,23 \text{ m}$	$f_2 = 1,60 \text{ m}$
⇒ Erforderliche Kronenhöhe	= 147,73 m+NN	= 148,10 m+NN
		maßgebender Lastfall

Tabelle 3.12 Ermittlung der maßgebenden Kronenhöhe, Schutzdamm Bahngleise

Bemessungsgröße	Hochwasserbemessungsfall 1	Hochwasserbemessungsfall 2
Vollstau $Z_V = \text{OK Klappen}$	146,50 m+NN	146,50 m+NN
Freibord infolge Wind $h_{Au} + h_{Wi}$	+ 0,76 m	+ 0,64 m
+ Sicherheitszuschlag h_{Si}	-	+ 0,50 m
+ Sicherheitszuschlag h_{Si-ST} (Steuerungstechnik)	+ 0,10 m	+ 0,10 m
+ durchlässiger Wegaufbau (Dammkrone)	+ 0,30 m	+ 0,30 m
= Freibord	$f_1 = 1,16 \text{ m}$	$f_2 = 1,54 \text{ m}$
⇒ Erforderliche Kronenhöhe	= 147,66 m+NN	= 148,04 m+NN
		maßgebender Lastfall

Tabelle 3.13 Ermittlung der maßgebenden Kronenhöhe, Straßendamm B 35

Bemessungsgröße	Hochwasserbemessungsfall 1	Hochwasserbemessungsfall 2
Vollstau $Z_v = \text{OK Klappen}$	146,50 m+NN	146,50 m+NN
Freibord infolge Wind $h_{Au} + h_{wi}$	+ 0,63 m	+ 0,52 m
+ Sicherheitszuschlag h_{Si}	-	+ 0,50 m
+ Sicherheitszuschlag h_{Si-ST} (Steuerungstechnik)	+ 0,10 m	+ 0,10 m
+ Oberboden Dammkrone	+ 0,20 m	+ 0,20 m
= Freibord	$f_1 = 0,93 \text{ m}$	$f_2 = 1,32 \text{ m}$
⇒ Erforderliche Kronenhöhe	= 147,43 m+NN	= 147,82 m+NN
		maßgebender Lastfall

Die Mindesthöhe der Dammkrone des Absperrdammes und der Schutzdämme entlang der Bahngleise wird demnach aus Gründen der Bautoleranzen und Langzeitsetzungen einheitlich auf 148,10 m+NN in der Dammachse festgelegt.

Für den Schutzdamm entlang der B 35 (Böschungsneigung 1:2,5) ist hingegen eine Dammkronenhöhe von 147,90 m+NN ausreichend.

4 Weitere Sachpunkte

4.1 Wegebauarbeiten

Der Bau des HRB Helmsheim bringt Wegebaumaßnahmen mit sich, die für die Unterhaltung und den Betrieb des Rückhaltebeckens sowie zur Aufrechterhaltung des landwirtschaftlichen Verkehrs unerlässlich sind. Der ursprüngliche Verlauf der Wirtschaftswege rund um den zukünftigen Einstaubereich bleibt dabei annähernd erhalten.

Derzeit verläuft westlich des Bahndammes zwischen Helmsheim und Gondelsheim ein Wirtschaftsweg mit wassergebundener Decke. Der Weg verläuft parallel zur Bahntrasse und führt vorbei am ehemaligen Bahnwärterhäuschen. Im Zuge der Baumaßnahme wird der Weg rückgebaut und auf die Dammkrone verlegt, wo er als Schotterweg mit einer Breite von 3,0 m bzw. 3,5 m mit beidseitig 0,5 m Bankett ausgeführt wird.

Östlich des Bahndammes verläuft parallel zur Bahntrasse ein asphaltierter Wirtschaftsweg, der aufgrund seiner Lage die Klassifikation „RadNETZ-BW“ besitzt. Dieser Weg wird ebenfalls rückgebaut und auf der Dammkrone neu hergestellt. Der asphaltierte Weg erhält eine Breite von 3,5 m mit beidseitig 0,5 m befestigtem Bankett.

Im Bereich des Absperrdammes werden links- und rechtsseitig des Auslassbauwerks zwei Überfahrten hergestellt, so dass die Zugänglichkeit der Flurstücke innerhalb des Stauraums beidseitig des Saalbachs gewährleistet ist. Darüber hinaus wird der Dammkronenweg an den bestehenden Wirtschaftsweg angeschlossen, so dass eine direkte Verbindung zur B 35 entsteht, die zukünftig als Betriebszufahrt genutzt werden soll.

Die Unterhaltung der Dämme erfolgt zukünftig von der Dammkrone aus. Auf zusätzliche Unterhaltungswege am jeweiligen Böschungsfuß wird in Abstimmung mit der Stadt Bruchsal verzichtet.

Am Böschungsfuß der B 35 verläuft innerhalb des Stauraums ein Wiesenweg. Dieser wird im Bereich der Anpassungsmaßnahmen an der Straßenböschung (vgl. Kapitel 3.6.4) an den neuen Böschungsfuß verschoben.

4.2 Brücke Gewerbegebiet Gondelsheim

Derzeit befindet sich auf Höhe des Gewerbegebietes am nördlichen Ende von Gondelsheim eine Brücke über den Saalbach (siehe Abbildung 4.1). Diese ermöglicht Fahrzeugen bis zu 3,5 Tonnen die Zufahrt zum ehemaligen Bahngelände (siehe 4.6.4).

Aufgrund des neuen Gewässerverlaufs muss der Saalbach zukünftig überquert werden, um zum Pumpwerk HW Neibheimer Tal (siehe 4.5.1) zu gelangen. In Abstimmung mit dem Abwasserverband Weißbach- und Oberes Saalachtal muss die Zufahrt insbesondere für ein Kanalspülfahrzeug sichergestellt werden. Aus diesem Grund soll die Brücke durch einen Neubau ersetzt werden und entsprechend für Schwerlastverkehr dimensioniert werden.

Der Brückenneubau ist nicht Bestandteil dieses Planfeststellungsverfahrens, sondern wird in einem separaten Verfahren beantragt.



Abbildung 4.1 bestehende Brücke Gewerbegebiet Gondelsheim (WALD + CORBE, 2022)

4.3 Betriebsgebäude

Das Betriebsgebäude wird auf der Dammkrone linksseitig neben dem Auslassbauwerks errichtet und dient der Unterbringung von Mess-, Steuer- und Regelungstechnik. Darüber hinaus ist es als Schutzeinrichtung für den Stauwarter bzw. Betriebsbeauftragten im Einstaufall vorgesehen. Im Betriebsgebäude laufen die Steuer- und Versorgungsleitungen zusammen.

Das Betriebsgebäude besteht aus zwei getrennten Räumen, einem Steuer- und einem Technikraum mit einer Größe von jeweils ca. 12 m² (siehe Anlage 5.3 und 5.4). Beide Räume sind durch separate Eingangstüren zugänglich. Der Steuererraum beinhaltet die Schaltschränke sowie einen Arbeitsplatz mit Büroausstattung. Darüber hinaus ist für das Betriebsgebäude die Installation einer Brandmeldeanlage und einer Einbruchmeldeanlage vorgesehen. Auf eine Toilette sowie einen Wasseranschluss kann in Abstimmung mit der Stadt Bruchsal verzichtet werden, da es sich nicht um eine Betriebsstätte handelt.

Für die gesamte Stauanlage ist einer Niederspannungsschaltanlage mit Niederspannungsanschluss an die öffentliche Stromversorgung erforderlich. Für den Fall eines möglichen Stromausfalls wird im Technikraum eine Eigenstromversorgungsanlage (Notstromversorgung mittels Kraftstoffgenerator) untergebracht, so dass die Energieversorgung der Anlage sichergestellt ist.

4.4 Technische Ausrüstung, Mess-, Steuer- und Regeltechnik

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

Gesteuert wird die neue Anlage über eine „Speicherprogrammierbare Steuerung“ (SPS) die im Schaltschrank des Betriebsgebäudes eingebaut wird und die mit einem Bedienpanel zur örtlichen Bedienung und Überwachung ausgerüstet ist.

Für das Betriebsgebäude (siehe 4.3) ist weiterhin der Anschluss an das öffentliche Kommunikationsnetz (Telefon- und Internetanschluss) vorgesehen. Die erforderlichen Anschlüsse und weiteren Details werden im Zuge der weiteren Planung mit den zuständigen Versorgungsunternehmen abgestimmt.

Zur optischen Überwachung der Anlage ist die Installation von schwenkbaren Überwachungskameras mit Dreh- und Neigeeinrichtungen vorgesehen.

4.5 Betroffenheit von Leitungen und Kanälen

Im Zuge der Vorplanung des HRB Helmsheim wurde eine Leitungserkundung durchgeführt. Diese hat ergeben, dass im Umfeld des geplanten Beckens mehrere Leitungen unterschiedlicher Betreiber liegen. Folgende Unterlagen standen dabei zur Verfügung:

- Bestandspläne MW-Kanal/Pumpwerk, Abwasserverband Weißach und Oberes Saalbachtal
- Bestandspläne MW-Kanal, Ingenieurbüro Hilmar Zapf
- Bestandspläne Strom- und Wasserleitung, Energie- und Wasserversorgung Bruchsal GmbH (mittlerweile Stadtwerke Bruchsal)
- Bestandspläne Strom- und Gasleitung, Netze BW GmbH
- Bestandspläne Wasserleitung, Stadtwerke Bretten GmbH
- Leitungsauskunft Unitymedia, Unitymedia BW GmbH
- Leitungsauskunft Telekom, Telekom Deutschland GmbH
- Bestandspläne Stromfreileitung, Energie- und Wasserversorgung Bruchsal GmbH (mittlerweile Stadtwerke Bruchsal)

Die betroffenen Leitungen und Kanäle sind in den Plänen dargestellt und werden nachfolgend (ggf. mit notwendigen Umlegungs- bzw. Anpassungsmaßnahmen) kurz zusammengefasst.

4.5.1 Abwasserverband Weißach- und Oberes Saalbachtal

Vom Bau des HRB Helmsheim sind Mischwasserkanäle und Anlagen des Abwasserverbands Weißach- und Oberes Saalbachtal betroffen. Diese liegen innerhalb des zukünftigen Stauraums bzw. unterqueren den Absperrdamm. Die notwendigen Anpassungsmaßnahmen werden nachfolgend dargestellt.

Hauptsammler DN 1600/1800 in der Talaue

Der Hauptsammler DN 1600/1800 verläuft derzeit in der Talaue linksseitig des Saalbachs, parallel zum Gewässer. Aufgrund der in Kapitel 3.9.2 beschriebenen Umlegung des Saalbachs ist es notwendig, dass der Mischwasserkanal zwischen den Schächten GO0481 und GO0474 auf einer Länge von ca. 790 m nach Westen neu verlegt wird, da er in seiner bisherigen Trasse die neuen Gewässerverläufe des Saalbachs und des Talbachs an insgesamt vier Stellen kreuzen würde (siehe Anlage 2.7). Eine Unterquerung der Gewässer als Freispiegelleitung wäre aufgrund des großen Rohrdurchmessers und der Tiefenlage nicht möglich.

Die neue Kanaltrasse hat ein Gefälle von ca. 2,2 ‰ und es werden insgesamt 10 Schächte/Schachtbauwerke neu errichtet (siehe Anlage 4.4). Neben diesen neuen Schächten, müssen auch die bestehenden Schächte innerhalb der Einstaufläche mit druckdichten Schachtdeckeln versehen werden (sofern dies noch nicht aufgrund der Lage im Saalbachüberflutungsbereich geschehen ist), damit es im Einstaufall nicht zum Eintrag von Stauwasser in den Kanal kommt. Die druckdichte Ausführung der Schächte verhindert eine Belüftung des Kanals, sodass zusätzlich entsprechende Belüftungseinrichtungen zur Vermeidung von Faulgasanreicherung vorzusehen sind.

Die genauen Details zur Umlegung des Hauptsammlers (Ausbildung der Schächte/Schachtdeckungen, Belüftungseinrichtungen etc.) erfolgen im Rahmen der weiteren Planung in enger Abstimmung mit dem Betreiber.

Hauptsammler DN 1800 im Bereich des Absperrdammes

Der Hauptsammler DN 1800 verläuft auf einer Länge von ca. 40 m unterhalb des zukünftigen Absperrdammes (siehe Anlage 2.5). Aufgrund des dortigen Setzungsverhaltens durch die Dammauflast ist vorgesehen, den Kanal auf einer Gesamtlänge von ca. 110 m neu zu verlegen. Im Bereich des Absperrdammes wird der Kanal auf einem biegesteifen Rohrlager aus Stahlbeton verlegt (Auflagerbalken), der analog dem Auslassbauwerk tiefgegründet werden soll (siehe Anlage 4.4). Im Zuge der Umlegung werden insgesamt 4 neue Schächte hergestellt, wovon jeweils einer am luft- und wasserseitigen Dammfuß angeordnet wird. Die beiden neuen Schächte innerhalb des Stauraums werden mit druckdichten Schachtdeckeln versehen.

Pumpwerk HW Neibsheimer Tal

Im Bereich der Stauwurzel des Hochwasserrückhaltebeckens befindet sich das Pumpwerk HW Neibsheimer Tal, welches nach Unterquerung der Bahnlinie das Abwasser aus Neibsheim in den Hauptsammler anhebt. Die Funktionalität des Pumpwerks wird durch das Hochwasserrückhaltebecken nicht eingeschränkt, da das Betriebsgebäude höhenmäßig über dem Vollstauziel $Z_V = 146,50 \text{ m} + \text{NN}$ liegt. Zur Sicherstellung eines ausreichenden Freibords wird die Eingangstür allerdings mit einem Dammbalkenverschluss versehen und die Außenwände/Oberkanten der Schachtbauwerke erhöht (siehe Anlage 5.10).

Darüber hinaus muss der Anschluss an den Hauptsammler DN 1600/1800 aufgrund der Umlegung des Saalbachs neu hergestellt werden (siehe Anlage 4.4). Hierfür unterquert der Kanal DN 500 zukünftig den Saalbach als Freispiegelleitung und wird an die neue Kanaltrasse am Schacht S2 angeschlossen.

Umgang mit stillgelegter Kanaltrasse und zugehörigen Schächten

Der stillgelegte Mischwasserkanal und die Schächte werden abschnittsweise zurückgebaut. In Bereichen, die nicht von Baumaßnahmen tangiert werden, soll der stillgelegte Kanal zur Reduzierung des Flächeneingriffs lediglich verdämmt werden. Im Bereich der Dammaufstandsfläche des Absperrdammes wird der Hauptsammler vollständig rückgebaut.

4.5.2 Niederspannungsfreileitung der Netze BW GmbH

Die Stromversorgung des Pumpwerks HW Neibsheimer Tal (siehe 4.5.1) erfolgt über eine Freileitung mit Holzmasten, die vom Gewerbegebiet Gondelsheim entlang des Saalbachs bis zum Pumpwerk verläuft. Aufgrund der notwendigen Umlegung des Saalbachs, muss die Leitung abschnittsweise neu verlegt werden, da zwei Masten im Bereich des neuen Gewässerbetts liegen. Die genauen Details (Leitungsstrasse, Erd- oder Freileitung) sind im Verlauf der weiteren Planung mit dem Leitungsbetreiber abzustimmen.

4.5.3 Leitungen der Telekom Deutschland GmbH

Eine digitale Leitungsauskunft bei der Deutschen Telekom hat ergeben, dass im Untersuchungsgebiet entlang der B 35 eine Fernmeldeleitung verläuft. Es wird derzeit davon ausgegangen, dass diese Leitung von der Baumaßnahme nicht tangiert wird. Sollte sich bei der weiteren Planung allerdings herausstellen, dass es zu Konflikten mit der Anschüttung an der B 35 kommt, sind die notwendige Sicherungs- bzw. Anpassungsmaßnahmen mit dem Betreiber abzustimmen.

Darüber hinaus verläuft derzeit eine weitere Fernmeldeleitung zum Pumpwerk HW Neibsheimer Tal. Da diese Leitung zukünftig das neue Gewässerbett des Saalbachs kreuzt, muss die Leitung in diesem Bereich umgelegt werden. Die genauen Details sind im Verlauf der weiteren Planung ebenfalls mit dem Leitungsbetreiber abzustimmen.

4.6 Sonstige Betroffenheiten

4.6.1 Wasserschutzgebiet Heildelshelm

Alle funktionellen Teile des HRB Helmsheim (Dammbauwerke, Auslassbauwerk usw.) sowie der gesamte Einstaubereich liegen innerhalb der Schutzzone III und IIIA des Wasserschutzgebietes Heildelshelm (WSG-Nr-Amt: 215.008). Daraus resultierende Verbote bzw. Einschränkungen werden bei der Bauausführung entsprechend beachtet.

4.6.2 Trinkwasserbrunnen der Stadtwerke Bretten

Innerhalb der zukünftigen Einstaufläche befinden sich zwei Tiefbrunnen sowie das zugehörige Schalthaus der Stadtwerke Bretten. Die Brunnen sind nicht dauerhaft in Betrieb, sondern dienen lediglich der Notversorgung. Ein Wasserschutzgebiet ist für diese Wasserfassung nicht ausgewiesen.

Mit den Stadtwerken Bretten wurde vereinbart, dass sichergestellt sein muss, dass mit den beiden Brunnen zu jeder Zeit Wasser gefördert werden kann. Für die Planung entsprechender Schutzmaßnahmen am Gebäude und den beiden Brunnenschächten wurden Bestandsunterlagen zur Verfügung gestellt. Folgende Schutzmaßnahmen sind demnach vorgesehen:

Brunnen 1

Der Brunnen 1 befindet sich westlich der Bahngleise ca. bei Station B 1+100. Um im Einstaufall eine Überflutung des Brunnenschachts zu verhindern, wird außerhalb der bestehenden Umzäunung ein Schutzdamm mit einer max. Höhe von ca. 4,0 m hergestellt, der an den westlichen Schutzdamm der Bahngleise angeschlossen wird. Der Damm hat eine Kronenbreite von 2,0 m und eine Böschungsneigung von jeweils 1:2. Die Zugänglichkeit des Brunnens ist weiterhin durch eine Dammbefahrt gewährleistet.

Brunnen 2

Der Brunnen 2 befindet sich östlich der Bahngleise ca. bei Station B 0+974. Für diesen Brunnen ist analog zum Brunnen 1 ebenfalls ein Schutzdamm außerhalb der bestehenden Umzäunung geplant (Dammhöhe ca. 3,0 m, Kronenbreite 2,0 m, Böschungsneigung 1:2). Der Damm wird an den östlichen Schutzdamm der Bahngleise angeschlossen, von dessen Kronenweg eine Unterhaltungsabfahrt zum Brunnen führt.

Schaltheus

Das Schaltheus liegt ca. 80 m nördlich des Brunnens 2 innerhalb der zukünftigen Einstaufläche und wird bei Vollstau ($Z_v = 146,50 \text{ m} + \text{NN}$) bis zu ca. 70 cm eingestaut. Zum Schutz des Gebäudes werden vor allen Öffnungen (Eingangstür, Lüftungsöffnungen) Dammbalkenverschlüsse eingebaut. Darüber hinaus werden in alle vom Gebäude abgehenden Leitungen (Entwässerungsleitung, Spülleitung) Rückstauklappen eingebaut, um den Eintritt von Wasser durch diese Öffnungen zu verhindern (siehe Anlage 5.11). Die genauen Details erfolgen im Rahmen der weiteren Planung in enger Abstimmung mit dem Betreiber.

4.6.3 Durchlassbauwerke Bahngleise der DB Netz AG (Bruchsal – Bretten) „Westbahn“

Die Schutzdämme entlang der Bahngleise wurden bereits in Kapitel 3.6.3 ausführlich beschrieben. Im Bereich dieser Dammschüttungen befinden sich derzeit insgesamt 5 Durchlassbauwerke, die den Bahndamm queren und an denen Anpassungsmaßnahmen erforderlich sind. Nachfolgend werden diese kurz beschrieben. Bestandsunterlagen zu den Bauwerken lagen nicht vor.

Rohrdurchlass DN 500 (ca. Station B 0+209)

Der bestehende Durchlass hat eine Länge von ca. 15 m und ist in Anlage 5.5 dargestellt. Am Rohreinlauf müssen keine Anpassungsmaßnahmen erfolgen. Der Rohrauslauf liegt hingegen im Bereich des westlichen Schutzdamms, so dass der Durchlass auf dieser Seite um ca. 11 m verlängert werden muss, um seine Funktionsfähigkeit aufrecht zu erhalten. Die genauen Details sind im Verlauf der weiteren Planung mit der Deutschen Bahn abzustimmen. Sollte es der bauliche Zustand erlauben, kommt für den Anschluss an das bestehende Rohr z. B. ein innen- bzw. außenliegendes Übergangsstück in Frage, das allseitig elastisch abgedichtet wird. Alternativ dazu kann die Rohrverlängerung aber auch mit einer Rohrkupplung an das Bestandsrohr angeschlossen werden. Im Anschluss an den neuen Rohrauslauf wird ein Entwässerungsgraben angelegt, der in den umgelegten Saalbach mündet.

Gewölbedurchlass Talbach (ca. Station B 0+390)

Der aus süd-östlicher Richtung dem Saalbach zufließende Talbach unterquert derzeit den Bahndamm in einem ca. 18 m langen Gewölbedurchlass. Da der Rohrauslauf im Bereich des westlichen Schutzdamms liegt, muss er um ca. 14 m verlängert werden (siehe Anlage 5.6). Hierfür kommen z. B. ein innenliegender Rohr- oder Rechteckquerschnitt in Frage, der im Anschlussbereich allseitig abgedichtet werden muss. Die genauen Details sind im Verlauf der weiteren Planung mit der Deutschen Bahn abzustimmen. Der Talbach wird durch Herstellung eines neuen Gewässerbetts an den umgelegten Saalbach angeschlossen. Auf der Einlaufseite sind keine Maßnahmen erforderlich, da die Gelände- bzw. Mauerhöhen entlang des Talbachs oberhalb des Vollstauziels liegen.

Rohrdurchlass DN 500 (ca. Station B 0+457)

Dieser Durchlass hat eine Länge von ca. 14 m und ist nahezu baugleich zum oben beschriebenen Durchlass bei Station B 0+209. Da auch dieser Durchlass im Bereich des westlichen Schutzdamms liegt, muss der Rohrauslauf um ca. 15 m verlängert werden (siehe Anlage 5.7). Die genauen Details sind im Verlauf der weiteren Planung mit der Deutschen Bahn abzustimmen. Für den Anschluss an das bestehende Rohr kommt z. B. ein innen- bzw. außenliegendes Übergangstück in Frage, das allseitig elastisch abgedichtet wird. Alternativ dazu kann die Rohrverlängerung aber auch mit einer Rohrkupplung an das Bestandsrohr angeschlossen werden. Im Anschluss an den neuen Rohrauslauf wird ein Entwässerungsgraben angelegt, der in den umgelegten Saalbach mündet. Am Rohreinlauf müssen keine Anpassungsmaßnahmen erfolgen.

Rohrdurchlass DN 800 (ca. Station B 1+043)

Bei diesem Durchlass müssen der Ein- und Auslauf des Rohres angepasst werden, da in diesem Bereich beidseitig des Bahndammes ein Schutzdamm geschüttet werden muss. Derzeit beträgt die Rohrlänge unter dem Bahndamm ca. 10 m (siehe Anlage 5.8). Am Einlauf muss die Verrohrung um ca. 26 m verlängert werden, da sich dort die Dammbahrfahrt in Richtung des Schalthauses befindet. Die Verlängerung des Rohrauslaufs beträgt ca. 20 m. Die genauen Details sind im Verlauf der weiteren Planung mit der Deutschen Bahn abzustimmen. Für den Anschluss an das bestehende Rohr kommt jeweils z. B. ein innen- bzw. außenliegendes Übergangstück in Frage, das allseitig elastisch abgedichtet wird. Alternativ dazu kann die Rohrverlängerung aber auch mit einer Rohrkupplung an das Bestandsrohr angeschlossen werden. Der Rohrdurchlass schließt beidseitig an bestehende Gräben an. Es wird empfohlen, diese im Zuge der Baumaßnahme freizuschneiden und zu räumen.

Rohrdurchlass DN 300 (ca. Station B 1+248)

Der bestehende Durchlass hat eine Länge von ca. 10 m und ist in Anlage 5.9 dargestellt. Der Rohreinlauf konnte vermessen werden, während der Rohrauslauf nicht auffindbar war und demnach nicht erfasst wurde. Die Auslaufseite wird zukünftig durch den westlichen Schutzdamm tangiert. Der Rohreinlauf liegt hingegen außerhalb der Einstaufläche ca. 2 m unterhalb des Vollstauziels. Das weitere Vorgehen ist mit der Deutschen Bahn abzustimmen. Eine Verlängerung des Rohrauslaufs analog zu den anderen Durchlässen stellt keine Option dar, da es sonst zu einem Rückstau von Wasser im Einstaufall kommt. Eine mögliche Lösung wäre ggf. die Herstellung eines Schachtbauwerks auf der Auslaufseite zwischen Bahndamm und Schutzdamm, von dem aus eine Entwässerungsleitung parallel zur Bahntrasse verlegt wird, die unterstrom des Auslassbauwerks in den Saalbach mündet.

4.6.4 Private Siedlungsfläche

Bei Station B 0+850 befindet sich ein ehemaliges Gebäude der Bahn, was mittlerweile einem Garten- und Landschaftsbaubetrieb gehört. Zum Schutz des Gebäudes wird der westliche Schutzdamm der Bahntrasse um die beiden Flurstücke 10906 und 10907 herumgeführt. Die Zufahrt zum Gebäude ist auch im Einstaufall über den 3,50 m breiten Dammkronenweg aus Richtung Gondelsheim möglich. Die zukünftige Entwässerung dieser privaten Siedlungsfläche, vor allem während des Beckeneinstaus, ist im Rahmen der weiteren Planung mit dem Besitzer abzustimmen und wird durch die Stadt Bruchsal als Beckenbetreiber zusammen mit der Baumaßnahme umgesetzt und finanziert.

4.6.5 Archäologisches Kulturdenkmal

Das Landesamt für Denkmalpflege hat darauf hingewiesen, dass sich innerhalb des Planungsgebiets ein archäologisches Kulturdenkmal gemäß § 2 DSchG BW befindet, so dass bei Eingriffen in den Boden mit archäologischen Funden zu rechnen ist. Die offizielle Bezeichnung lautet „Siedlung der Latènezeit und Grabhügel der Vorgeschichte“ (Listen Nr. 13, ADAB ID 100566382). Die entsprechenden Flächen sind in der nachfolgenden Abbildung 4.2 dargestellt.

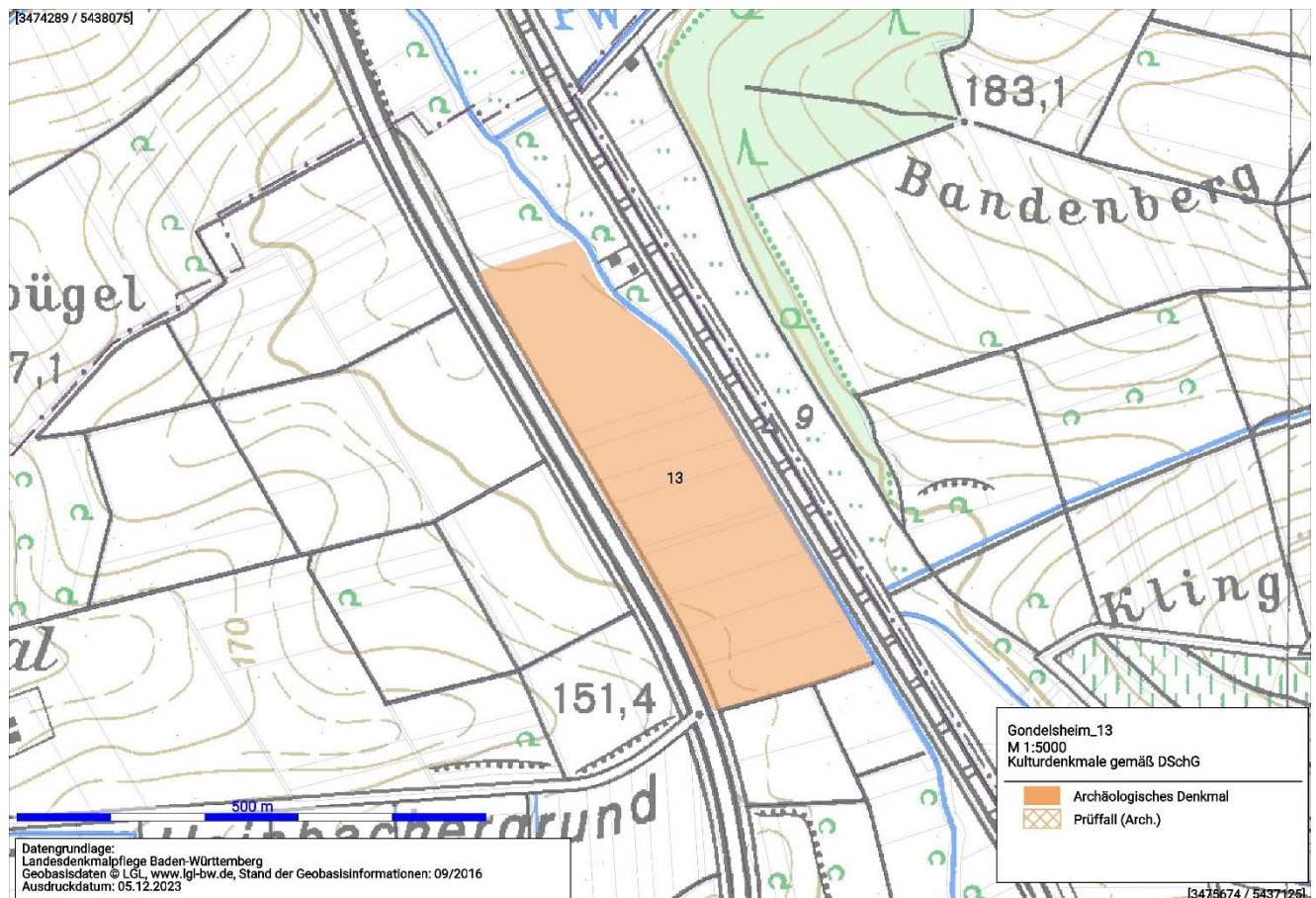


Abbildung 4.2 Flächenbetroffenheit des archäologischen Kulturdenkmals

Im Rahmen der Ausführungsplanung wird eine frühzeitige Information und Einbindung des Landesamts für Denkmalpflege erfolgen, damit das weitere Vorgehen möglichst frühzeitig abgestimmt werden kann.

4.7 Kampfmittelerkundung

Für das HRB Helmsheim wurde vom Kampfmittelbeseitigungsdienst des Landes Baden-Württemberg im Dezember 2020 eine multitemporale Luftbildauswertung wegen eventuell vorhandener Kampfmittelbelastung durchgeführt. Die Auswertung der Luftbilder ergab, dass es mehrere Anhaltspunkte für das Vorhandensein von Bombenblindgängern gibt, die es erforderlich machen, dass weitere Maßnahmen durchgeführt werden. Für die bombardierten Bereiche und Kampfmittelverdachtsflächen wird daher die Durchführung von flächenhaften Vorortprüfungen empfohlen.

4.8 Grunderwerb

Für die Realisierung der Baumaßnahme ist es erforderlich, dass alle funktionellen Teile des Rückhaltebeckens auf Flächen der Stadt Bruchsal errichtet werden. Zu diesen Bereichen zählen u.a. die Dammbauwerke, das Auslassbauwerk, die Zufahrts- und Unterhaltungswege sowie Flächen für ökologische Ausgleichsmaßnahmen.

Weiterhin ist für die Baumaßnahme selbst die vorübergehende Inanspruchnahme von zusätzlichen Flächen für die Baustelleneinrichtung und als Lagerflächen notwendig.

Die zu erwerbenden Flächen sowie die vorübergehend während der Bauphase benötigten Flächen sind im Grunderwerbsplan (Anlage 2.8) dargestellt. Eine Auflistung der Flächen liegt als Grunderwerbsverzeichnis bei (Anhang A).

4.9 Entschädigungszahlungen

Die Stadt Bruchsal zahlt auf der Grundlage noch abzuschließender zivilrechtlicher Vereinbarungen nach jedem Beckeneinstau Entschädigungen für Aufwuchsschäden und sonstige wirtschaftliche Nachteile an die Eigentümer bzw. Bewirtschafter der betroffenen Grundstücke, soweit diese Schäden nicht durch natürliche Ausuferungen des Saalbachs verursacht wurden. Die Entschädigungen werden nach den aktuellen Richtsätzen des Bauernverbandes ermittelt. Durch die Hochwasserrückhaltung aufgelandetes Material wird von der Stadt Bruchsal bzw. auf deren Kosten von den Flächen abgeräumt.

4.10 Umweltplanung

Die für die Realisierung des Hochwasserrückhaltebeckens erforderlichen ökologischen Untersuchungen (Faunistische und vegetationskundliche Bestandserfassungen, UVP-Bericht mit integriertem Landschaftspflegerischem Begleitplan, Artenschutzrechtliche Verträglichkeitsstudie) wurden von der Spang. Fischer. Natzschka. GmbH, Wiesloch, durchgeführt und liegen den eingereichten Genehmigungsunterlagen als Anlagen 7, 8 und 9 bei.

Darüber hinaus wurde von Ökoplanea, Mannheim, ein geländeklimatisches Gutachten erstellt (siehe Anlage 10.1).

4.11 Bauausführung

4.11.1 Bauablauf

Nachfolgend wird ein möglicher Bauablauf für die Herstellung des HRB Helmsheim kurz zusammengefasst:

Bauphase 1: Vorarbeiten

- Baumfällarbeiten
- Baustelleneinrichtung
- Räumen und Roden der erforderlichen Flächen
- Oberbodenabtrag
- Herstellung Baustraßen

Bauphase 2a: Auslassbauwerk + Absperrdamm

- Herstellung Umleitungsgerinne
- Aushub Baugrube Auslassbauwerk
- Herstellung Auslassbauwerk
- Herstellung MW-Kanal mit Auflagerbalken
- Sohl- und Böschungssicherungsarbeiten ober- und unterstrom des Auslassbauwerks inkl. Treibholzfang
- Herstellung Steuer- und Beckenpegel
- Fertigstellung Auslassbauwerk und Verfüllung Baugrube
- Umleitung des Saalbachs durch das neue Auslassbauwerk
- Verfüllung Umleitungsgerinne
- Dammschüttarbeiten inkl. Überfahrten
- Andecken Oberboden

Bauphase 2b: Mischwasser-Kanal

- Herstellung Leitungsgraben
- Herstellung Mischwasserkanal DN 500 vom Pumpwerk HW Neibsheimer Tal
- Herstellung Mischwasserkanal DN 1600 / DN 1800
- Leitungsgraben verfüllen
- Umschlusarbeiten

Bauphase 2c: westlicher Schutzdamm Bahngleise Station B 0+900 bis B 1+650

- Dammschüttarbeiten inkl. Anpassung Durchlassbauwerke Bahndamm
- Andecken Oberboden

Die Bauphasen 2a bis 2c können unabhängig voneinander und somit parallel durchgeführt werden. Während dieser Arbeiten ist die Zufahrt zum ehemaligen Bahngelände jederzeit über den bestehenden Weg aus Richtung Gondelsheim möglich.

Bauphase 3: Umlegung Saalbach (Beginn erst nach Fertigstellung Bauphasen 2b und 2c möglich)

- Abschnittsweise Rückbau und Verdämmung bestehender Mischwasserkanal
- Umlegung Strom- und Telekomleitung im Bereich des Pumpwerks HW Neibsheimer Tal
- Herstellung neues Gewässerbett
- Umschlussarbeiten
- Verfüllung ehemaliges Gewässerbett

Bauphase 4: westlicher Schutzdamm Bahngleise Station B 0+200 bis B 0900 (Beginn erst nach Fertigstellung Bauphase 3 möglich)

- Dammschüttarbeiten inkl. Anpassung Durchlassbauwerke Bahndamm
- Andecken Oberboden

Während dieser Bauphase ist die Zufahrt zum ehemaligen Bahngelände jederzeit über den fertiggestellten westlichen Schutzdamm Bahngleise (Bauphase 2c) aus Richtung Helmsheim möglich.

Die Herstellung des östlichen Schutzdamms Bahngleise, die Anschüttungen entlang der B 35, die Anpassungen am Pumpwerk HW Neibsheimer Tal sowie am Schalthaus der Trinkwasserbrunnen sind an keine anderen Arbeitsschritte bzw. Vorgänge gebunden und können nach Bedarf in den Bauablauf eingetaktet werden.

4.11.2 Lärmschutz

Während der Bauzeit kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass es zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm kommen kann. Tatsächliche Betroffenheiten durch die Baumaßnahme sowie die Notwendigkeit und der Umfang entsprechender Schutzmaßnahmen hängen insbesondere vom tatsächlichen Bauablauf und den zur Ausführung kommenden Baugeräten ab. Es wird daher empfohlen, entsprechende Immissionsmessungen vor Ort durchzuführen.

Zur Minimierung von Baulärm sollen jedoch nachfolgende Maßnahmen berücksichtigt werden:

- Verwendung von geräuscharmen Baumaschinen und Bauverfahren, die hinsichtlich ihrer Schall- und Erschütterungsemissionen dem Stand der Technik entsprechen (siehe z. B. 32. BimSchV).
- Es ist darauf hinzuweisen, dass die Baustelle so eingerichtet und betrieben wird, dass Geräusche weitestgehend verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.
- Information der Anwohner über Art und Umfang der Bautätigkeiten in Verbindung mit der Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene jederzeit wenden können.

Durch die Inbetriebnahme des Hochwasserrückhaltebeckens entsteht keine zusätzliche Lärmbelästigung für die Anwohner, so dass keine weiteren Lärmschutzmaßnahmen erforderlich sind.

4.12 Unterhaltungsmaßnahmen und Beckenbetrieb

Die zukünftigen Unterhaltungsmaßnahmen am HRB Helmsheim werden durch die Stadt Bruchsal, beziehungsweise in deren Auftrag durchgeführt. Dies beinhaltet die regelmäßige Kontrolle und Wartung sämtlicher Bauwerke, der beweglichen Teile und der Messeinrichtungen, sowie die Bewirtschaftung bzw. die Pflege der Dämme, der Wege, des Gewässers und der sonstigen Anlagen.

Mit Fertigstellung der Stauanlage wird hierfür eine Betriebsvorschrift erstellt, die folgende Punkte beinhaltet:

- Betriebsplan
- Hochwassermelde- und Alarmplan mit Anschriften- und Fernsprechverzeichnis
- Dienstanweisung für Betriebspersonal
- Bedienungsanleitungen
- Wartungs- und Instandhaltungsanweisungen für alle Anlagenteile
- Überwachungsanleitung mit Auswertungsanweisungen

Darüber hinaus werden alle technischen und rechtlichen Vorgänge gemäß DIN 19700 in einem Beckenbuch zusammengefasst, welches alle Unterlagen aus Planung, Bau und Betrieb enthält.

4.13 Probestau

Nach Fertigstellung und Betriebsfähigkeit aller für den Einstau erforderlichen Anlagen-, Betriebs- und Überwachungseinrichtungen ist nach DIN 19700, Teil 12, ein Probestau möglichst bis zur Höhe von mindestens $\frac{3}{4}$ des Vollstau Z_v durchzuführen (ca. 145,50 m+NN). Dieser kann bei einem geeigneten Hochwasserzufluss durchgeführt werden. Nach erfolgreichem Probestau ist das Hochwasserrückhaltebecken für den Normalbetrieb freizugeben.

Im Rahmen dieses Probestaus sind zur Überprüfung der berechneten Wasserstände Abflussmessungen durchzuführen. Die Erkenntnisse des Probestaus sind in die Betriebsvorschrift aufzunehmen.

5 Zusammenfassung

Zur Verbesserung des Hochwasserschutzes im Innenstadtbereich der Stadt Bruchsal sowie in der Ortslage Heildesheim ist der Bau des Hochwasserrückhaltebeckens Helmsheim vorgesehen.

Die vorliegenden Planfeststellungsunterlagen betreffen den Neubau des auf Flächen der Stadt Bruchsal (Gemarkung Helmsheim), der Stadt Bretten (Gemarkung Neibshelm) sowie der Gemeinde Gondelsheim liegenden Hochwasserrückhaltebeckens mit einem Gesamtstauraumvolumen von ca. 420.000 m³.

Das geplante HRB Helmsheim befindet sich in der Saalbachtalaue zwischen den Ortslagen von Helmsheim und Gondelsheim und wird gemäß DIN 19700 als „mittleres Becken“ klassifiziert. Es wird als gesteuertes Hochwasserrückhaltebecken mit einer Regelabgabe von 28 m³/s ausgeführt und ist auf den Lastfall HQ₁₀₀ einschließlich einer Volumenreserve von 100.000 m³ ausgelegt.

Die Bereitstellung des erforderlichen Rückhaltevolumens erfolgt durch die Schüttung eines ca. 80 m langen und ca. 6 m hohen Absperrdammes senkrecht zum Saalbach. Zusätzlich sind die Herstellung von Schutzdämmen beidseitig entlang der Bahngleise mit einer Gesamtlänge von ca. 2.270 m sowie Schutzdämme bzw. Anschüttungen an der Straßenböschung der Bundesstraße 35 (ca. 590 m) erforderlich. Um eine möglichst gute Einbindung in die Landschaft zu erreichen, werden diese als begrünte Erddämme ausgeführt. Darüber hinaus ist die Umlegung des Saalbachs auf einer Länge von ca. 900 m erforderlich, da das bisherige Gewässerbett parallel zum Bahndamm im Bereich der zukünftigen Dammaufstandsfläche liegt.

Der Abfluss aus dem Hochwasserrückhaltebecken erfolgt durch ein offenes, zweizüiges und rd. 37 m langes Auslassbauwerk aus Stahlbeton, in das auch die Hochwasserentlastungsanlage mittels Fischbauchklappen integriert ist. Der linke Bauwerkszug wird dabei als Betriebsauslass konzipiert und dient der Abflussdrosselung im Einstaufall, während der rechte Bauwerkszug als ökologisches Durchgangsgerinne dient, welches im Einstaufall geschlossen wird. Bei der Gestaltung des Auslassbauwerks wurde ein besonderer Wert auf den Erhalt der ökologischen Durchgängigkeit gelegt. So wird durch den Einbau von natürlichem Sohlsubstrat sowie einer fugenraumreichen Steinschüttung der Besiedelbarkeit der Sohle für Klein- und Kleinstlebewesen Rechnung getragen.

Letztendlich sind auch verschiedene Infrastruktureinrichtungen vom Bau des HRB Helmsheim betroffen, an denen Anpassungsmaßnahmen erforderlich sind. Hierzu zählen u. a. Anlagen der Ortsentwässerung, Trinkwasserbrunnen, Strom- und Fernmeldeleitungen sowie Durchlassbauwerke des Bahndammes.

WALD + CORBE Consulting GmbH

Stadt Bruchsal

gez. Dipl.-Ing. J. Koch

gez. i. A. Dipl.-Ing. H. Lauer

Anhang A

Grunderwerbsverzeichnis

Anhang A: Grunderwerbsverzeichnis

Nr.	Flurstücksnummer	Name und Anschrift des Eigentümers	Grundstücksfläche gesamt (m²)	Erwerb (m²)	Entschädigung Einstafläche Z _v (m²)	bauzeitliche Nutzung (m²)	Bemerkung
Stadt Bruchsal, Gemarkung Helmsheim							
1	5526		29.823	4.299	211	99	
2	5528/1		5.249	60	0	0	
3	5528/2		10.774	93	0	0	
4	5628		1.053	219	0	25	
5	5630		782	57	465	74	
6	5631		5.377	0	3.496	0	
7	5632		824	0	769	53	
8	5633		5.361	1.569	3.672	703	
9	5634		716	716	0	0	
10	5635		869	869	0	0	325 m² für K1
11	5636		594	60	0	0	
12	5661		4.148	234	0	16	
13	5662		2.822	2.822	0	0	
14	5663		1.173	1.173	0	0	
15	5664		2.198	1.079	1.120	1.120	
16	5665		1.412	1.016	397	397	
17	5666		3.783	1.476	2.308	765	
18	5667		8.099	1.564	6.535	388	
19	5668		2.506	421	2.086	100	
20	5669		1.012	156	856	37	

Anhang A: Grunderwerbsverzeichnis

Nr.	Flurstücksnummer	Name und Anschrift des Eigentümers	Grundstücksfläche gesamt (m²)	Erwerb (m²)	Entschädigung Einstafläche Z _v (m²)	bauzeitliche Nutzung (m²)	Bemerkung
21	5670		3.455	536	2.919	133	
22	5671		1.282	199	1.083	49	
23	5672		710	109	601	27	
24	5673		3.192	472	2.721	115	
25	5674		4.935	636	4.299	155	
26	5675		455	59	397	15	
27	5676		792	104	689	26	
28	5677		3.680	519	3.162	125	
29	5678		1.797	272	1.525	63	
30	5679		4.208	656	3.553	143	
31	5680		2.269	370	1.900	80	
32	5681		4.935	836	4.100	179	
33	5682		1.962	345	1.618	72	
34	5683		3.621	680	2.941	127	
35	5684		3.525	1.285	2.241	1.719	
36	5685		1.058	1.058	0	0	
37	5686		2.009	2.009	0	0	
38	5688		11.704	1.263	7.126	1.917	
39	5689		1.004	0	0	911	
40	5694		401	0	0	255	
41	5695		1.879	54	0	152	

Anhang A: Grunderwerbsverzeichnis

Nr.	Flurstücksnummer	Name und Anschrift des Eigentümers	Grundstücksfläche gesamt (m²)	Erwerb (m²)	Entschädigung Einstaufläche Z _v (m²)	bauzeitliche Nutzung (m²)	Bemerkung
42	5696		905	177	0	76	
43	5697		833	833	0	0	
44	5698		1.738	1.738	0	0	1.205 m² für K1
45	5699		1.546	1.546	0	0	1.407 m² für K1
46	5700		1.027	1.027	0	0	1.013 m² für K1
47	5701		1.654	1.654	0	0	K1
48	5702		2.442	1.976	408	467	1.939 m² für K1
49	5703		2.002	1.117	887	887	
50	5704		1.681	1.681	0	0	
51	5705		1.056	58	998	723	
52	5706		2.148	0	2.148	495	
53	5707		1.574	0	1.574	131	
54	5708		658	0	658	0	
55	5709		2.927	97	2.831	0	
56	5710		3.397	24	3.374	100	
57	5711		3.280	128	3.152	206	
58	5712		683	38	645	42	
59	5713		1.436	9	1.428	10	
60	5714		3.431	1.768	662	796	
61	5715		1.703	127	724	34	
62	5838		4.719	4.719	0	0	K1
			Summe:	48.062	82.279	14.007	

Anhang A: Grunderwerbsverzeichnis

Nr.	Flurstücksnummer	Name und Anschrift des Eigentümers	Grundstücksfläche gesamt (m²)	Erwerb (m²)	Entschädigung Einstafläche Z _v (m²)	bauzeitliche Nutzung (m²)	Bemerkung
Stadt Bretten, Gemarkung Neibsheim							
1	1467		101.654	0	941	0	
2	1468		2.095	0	1.337	0	
3	1468/1		524	0	514	0	
4	1469		28.937	9.240	18.479	3.550	5.737 m² für K1
5	1470		3.555	1.083	2.473	515	
6	1471		1.535	1.080	456	77	
7	1472		4.811	1.359	3.453	461	
8	1473		1.003	32	971	971	
9	1474		2.431	2.114	0	12	
10	1474/1		597	597	0	0	
11	1475		3.277	0	628	0	
12	1509		12.349	348	935	530	
			Summe:	15.853	30.187	6.116	

Anhang A: Grunderwerbsverzeichnis

Nr.	Flurstücksnummer	Name und Anschrift des Eigentümers	Grundstücksfläche gesamt (m²)	Erwerb (m²)	Entschädigung Einstaufläche Z _v (m²)	bauzeitliche Nutzung (m²)	Bemerkung
Gemeinde Gondelsheim							
1	8986/3		10.200	1.884	0	71	781 m² für K2, 906 m² für K3
2	8986/4		11.281	10.477	804	363	1.306 m² für K2, 3103 m² für K3
3	8988/4		18.079	412	0	0	
4	8988/5		15.258	3.339	0	343	440 m² für K3
5	9485/4		12.886	1.821	0	19	
6	10725		1.053	0	0	197	
7	10725/1		1.047	0	0	1.047	
8	10849		2.024	2.024	0	0	1.842 m² für K1, 31 m² für K2
9	10850		1.929	1.929	0	0	115 m² für K3, 2 m² für K2
10	10852		5.476	2.823	0	2.654	1.682 m² für K2, 1059 m² für K3
11	10853		2.324	1.240	0	1.085	665 m² für K2, 547 m² für K3
12	10854		1.759	881	0	879	578 m² für K2, 129 m² für K3
13	10854/1		426	301	0	127	80 m² für K2, 26 m² für K3
14	10855		3.661	995	0	2.667	856 m² für K2, 61 m² für K3
15	10856		5.569	468	0	241	402 m² für K2
16	10883		10.998	0	0	89	
17	10888		465	0	0	36	
18	10889		7.331	0	0	500	
19	10887/1		2.367	721	52	18	
20	10890		6.075	0	0	397	
21	10891		545	122	0	122	78 m² für K2, 38 m² für K3

Anhang A: Grunderwerbsverzeichnis

Nr.	Flurstücksnummer	Name und Anschrift des Eigentümers	Grundstücksfläche gesamt (m²)	Erwerb (m²)	Entschädigung Einstafläche Z _v (m²)	bauzeitliche Nutzung (m²)	Bemerkung
22	10892		9.231	2.150	360	2.001	1.085 m² für K2, 995 m² für K3
23	10893		7.273	1.724	1.546	1.392	815 m² für K2, 852 m² für K3
24	10894		6.595	1.694	1.321	1.034	869 m² für K2, 782 m² für K3
25	10895		7.939	2.071	4.240	1.139	1.060 m² für K2, 952 m² für K3
26	10896		1.355	355	870	211	176 m² für K2, 169 m² für K3
27	10897		8.719	2.316	5.770	1.341	1.148 m² für K2, 1.114 m² für K3
28	10898		4.500	1.316	2.877	720	561 m² für K2, 726 m² für K3
29	10899		6.145	1.695	3.985	1.221	753 m² für K2, 904 m² für K3
30	10900		2.943	756	1.971	752	408 m² für K2, 326 m² für K3
31	10901		25.955	10.243	11.147	6.451	5.261 m² für K2, 3.805 m² für K3
32	10903		1.433	548	886	885	332 m² für K2, 182 m² für K3
33	10904		4.251	945	3.306	1.508	801 m² für K2, 30 m² für K3
34	10905		2.514	37	2.477	880	5 m² für K2
35	10905/1		5.070	229	4.841	1.040	46 m² für K2
36	10908		2.230	2.230	0	0	700 m² für K3
37	10909		5.228	5.228	0	0	58 m² für K2, 4 m² für K3
38	10910		284	284	0	0	
39	10914		938	581	0	0	
			Summe:	63.839	46.453	31.430	

Anhang B

**Kostra-DWD 2020 und mögliche Auswirkungen auf die
„Flussgebietsuntersuchung Saalbach / Hochwasserschutz Bruchsal“**

Stadt Bruchsal
Bau- und Vermessungsamt
Tiefbau, Grün und Landschaftspflege
Otto-Oppenheimer-Platz 5
76646 Bruchsal

Ihr Kontakt
Dipl.-Ing. (FH) C.Schäfer
Tel. +49 7229 1876 129
c.schaefer@wald-corbe.de

Hügelsheim, 13.05.2024

Einführung von KOSTRA-DWD-2020 und mögliche Auswirkungen auf

- **Flussgebietsuntersuchung Saalbach: Hochwasserschutz Bruchsal**

Sehr geehrte Damen und Herren,

bezugnehmend auf ihre Anfrage bezüglich des Einflusses der neuen KOSTRA-DWD-2020 Niederschläge auf aktuelle Planungen von HW-Schutzmaßnahmen auf ihrer Gemarkung haben wir nachfolgend grundlegende Aspekte zusammengestellt. Diese basieren bereits auf Auswertungen (Vergleichen) der KOSTRA-Niederschläge (KOSTRA-DWD-2010R, KOSTRA-DWD-2020).

Veranlassung: Einführung von DWD-KOSTRA-2020

zum 01.01.2023 wurden vom Deutschen Wetterdienst (DWD) mit der Einführung von KOSTRA-DWD-2020 die zuletzt gültige Version der „Koordinierten Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertung“ KOSTRA-DWD-2010R abgelöst.

KOSTRA-DWD-2020 unterscheidet sich umfangreich von der Vorgängerversion. Unter anderem in der Lage und Größe der Rasterelementen (verschobene Lage, geringere Flächengröße), den längeren der Statistik zugrunde liegenden Messreihen der Bodenstationen, dem Regionalisierungsverfahren und den verwendeten Verteilungsfunktionen.

Bei KOSTRA-DWD-2020 ergeben sich bei den für Hochwasserschutz-Fragestellungen meist maßgebenden 100-jährlichen Ereignissen im Vergleich zu KOSTRA-DWD-2010R bei den sehr kurzen (Niederschlags-)Dauerstufen (D = 5 min) eine deutliche Anhebung, bei den kurzen Dauerstufen (D = 60 min) überwiegend eine deutliche Absenkung und bei langen Dauerstufen vornehmlich eine Anhebung.

Der Änderung der KOSTRA-Daten kommt deshalb große Bedeutung zu, da diese statistischen Niederschläge bestimmter Dauern und Jährlichkeiten die maßgebenden Eingangsgrößen für die Berechnungen mit Niederschlag-Abfluss-Modellen (N-A-Modellen) z.B. im Zuge von Flussgebietsuntersuchungen sind.

Mit Schreiben vom 06.04.2023 wurde nun vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft zur Einführung der neuen KOSTRA-Daten eine Handlungsempfehlung der LUBW („Empfehlungen für die Berücksichtigung von KOSTRA-DWD-2020 in der wasserwirtschaftlichen Bemessungspraxis für den Bereich Hochwasserschutz an Oberflächengewässer“, LUBW, 31.03.2023) allen Regierungspräsidien, Landratsämtern, Stadtkreise und auch uns zugänglich

gemacht. Diese Unterlagen sind diesem Schreiben beigelegt. Möglicherweise haben Sie diese Unterlagen bereits auch direkt von den entsprechenden Behörden erhalten.

Die Änderung der KOSTRA-Daten hat unmittelbare Auswirkungen auf die Bemessung von wasserwirtschaftlichen Anlagen. Aus dem Anschreiben und der Handlungsempfehlung der LUBW ergeben sich folgende Hinweise:

- Bei neu zu erstellenden Modellen ist der neue Datensatz KOSTRA-DWD-2020 zu verwenden.
- Bei Planungen, die weit fortgeschritten aber noch nicht im Verfahren sind, wird empfohlen, diese vergleichsweise mit dem neuen Datensatz KOSTRA-DWD-2020 zu berechnen und ggf. die Bemessung anzupassen.
- Eine generelle Empfehlung, alle bestehenden Niederschlag-Abfluss-Modelle unmittelbar auf die Datenbasis KOSTRA-DWD-2020 anzupassen, besteht nicht. Bei bestehenden N-A-Modellen wird jedoch empfohlen, diese hinsichtlich Änderungen von KOSTRA-DWD-2020 zu überprüfen. Dies gilt insbesondere dann, wenn auf Basis des N-A-Modells eine Hochwasserschutzkonzeption entwickelt wurde, die als zentrale Elemente auf Hochwasserrückhaltebecken setzt. Aufgrund der teilweise deutlichen Zunahme der Werte von KOSTRA-DWD-2020 für lange Niederschlagsdauern ist unter Umständen mit bedeutsam größeren Rückhaltevolumina zu rechnen.

Aktueller Stand (Datengrundlage, FGM, HWS-Konzeption) der HWS-Planungen in Bruchsal

Im Rahmen der FGU-Saalbach (2002) wurde für die Stadt Bruchsal ein HW-Schutzkonzeption entwickelt, nach deren Umsetzung die Ortslage Bruchsal ein Schutz vor 100-jährlichen HW-Ereignissen hergestellt wird. Die FGU-Saalbach (HWS-Konzeption) wurde später immer wieder aktualisiert. Dabei flossen neue Datengrundlagen wie aktuelle statistische Regen des DWD in die Berechnungen und damit in die Maßnahmenbemessungen ein.

Für die FGM-Modellanpassung konnten die Parameter der eingesetzten Regionalisierungsmodelle (Abflussbildung, Abflusskonzentration) durch eine Analyse des Niederschlag-Abfluss-Verhaltens an Pegeln des Untersuchungsgebietes bestimmt werden. Es handelt sich beim FGM-Saalbach um ein außergewöhnlich gut an den Untersuchungsraum angepasstes N-A-Modell. Die FGM-Berechnungsergebnisse wurden mithilfe von Pegelstatistiken bzw. der HQ-Regionalisierung (statistische HW-Abflüsse) und von Füllenstatistiken (Wasserbilanz) plausibilisiert. Mit dem so angepassten hydrologischen Flussgebietsmodell fanden Berechnungen für synthetische (statistische) HW-Ereignisse unterschiedlicher Jährlichkeiten als Basis für Maßnahmenplanungen statt.

Mit der Berücksichtigung neuer Daten (KOSTRA, ...) im Rahmen von Aktualisierungen fanden Nachkalibrierungen des hydrologischen Flussgebietsmodells statt, so dass die Plausibilität der FGM-Berechnungsergebnisse immer wieder neu aufgezeigt werden konnte. Das so aktualisierte und plausibilisierte FGM bildete dann erneut die Grundlage für die Maßnahmenplanungen.

Die aktuellen Planungen in Bruchsal wurden auf der Grundlage von Berechnungen mit dem bestehenden Flussgebietsmodell FGM-Saalbach (WALD+CORBE, 1997, 2002, 2012, 2013, 2016) bemessen. Die in den FGM-Berechnungen dabei verwendeten statistischen Niederschläge wurden KOSTRA-DWD-2000 (Vorgängerversion von KOSTRA-DWD-2020) entnommen.

Möglicher Einfluss der neuen KOSTRA-DWD-2020 Werte auf aktuelle HWS-Planungen in Bruchsal

Zwischenzeitlich liegen aktualisierte KOSTRA Daten (KOSTRA-DWD-2020, DWD, 01/2023) vor. Teilweise weisen diese erhebliche Unterschiede in den Niederschlagshöhen auf. Nach Handlungsempfehlung der LUBW (31.03.2023) wurde ein Vergleich der Niederschläge unter Berücksichtigung des Streubereichs durchgeführt. Der Fokus lag dabei auf den für Bemessungsfragen maßgebenden 100-jährlichen Ereignissen.

Zur Berechnung der KOSTRA-Werte der einzelnen FGM-Teilgebiete erfolgt im FGM-Saalbach zunächst eine flächengewichtete Mittelung der einzelnen KOSTRA-Rasterwerte bezogen auf das Gesamteinzugsgebiet des Saalbaches.

Analog zum FGM-Saalbach wurde dieser mittlere Gebietsniederschlag neu für die aktuell gültige KOSTRA-DWD-2020 erstellt. Der nachfolgende graphische Vergleich (s. Abbildung 2) erfolgt für den flächengewichteten Mittelwert aller Kacheln.

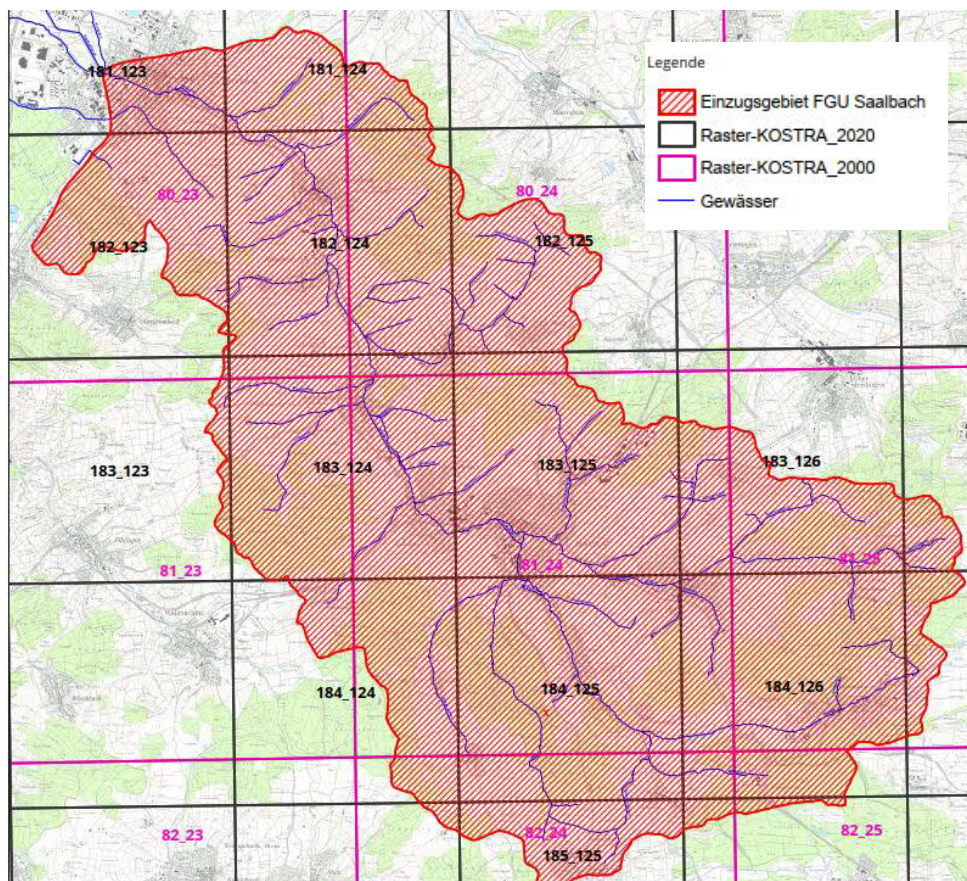


Abbildung 1: Übersichtskarte der der im FGM-Saalbach verwendeten KOSTRA-Raster

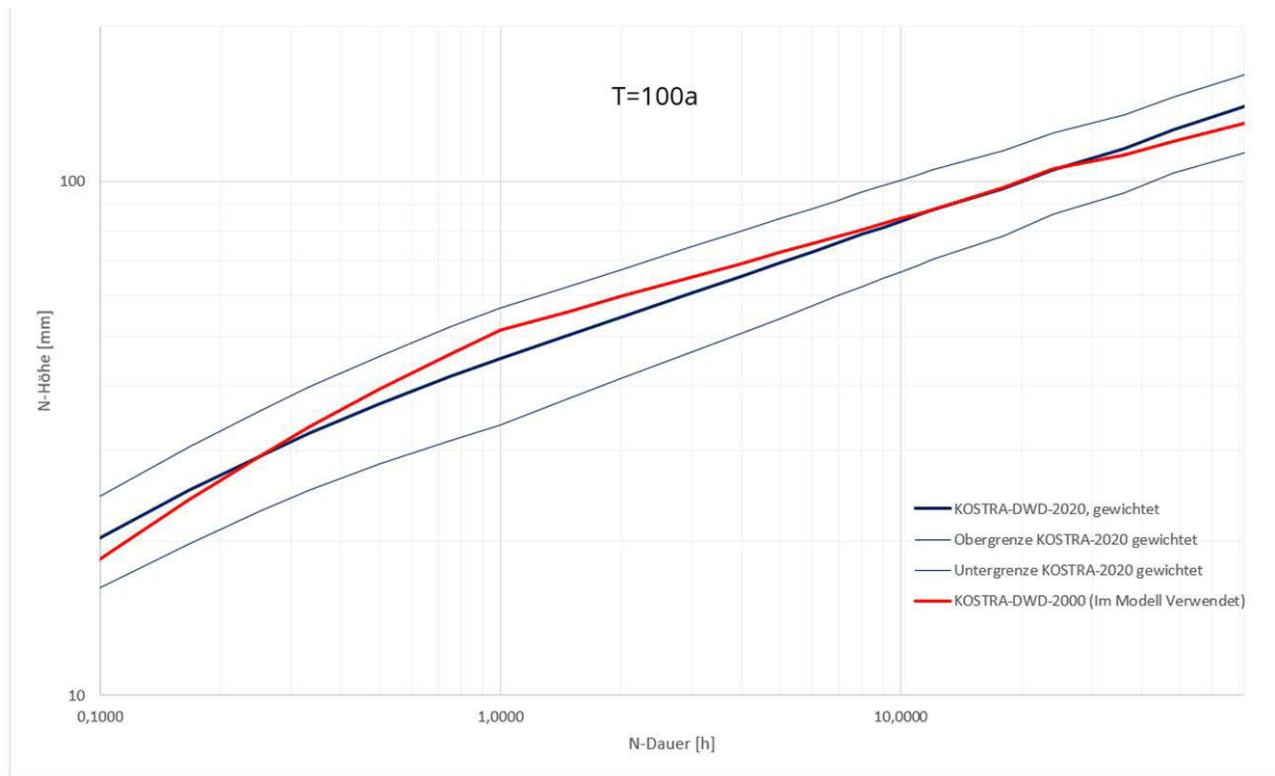
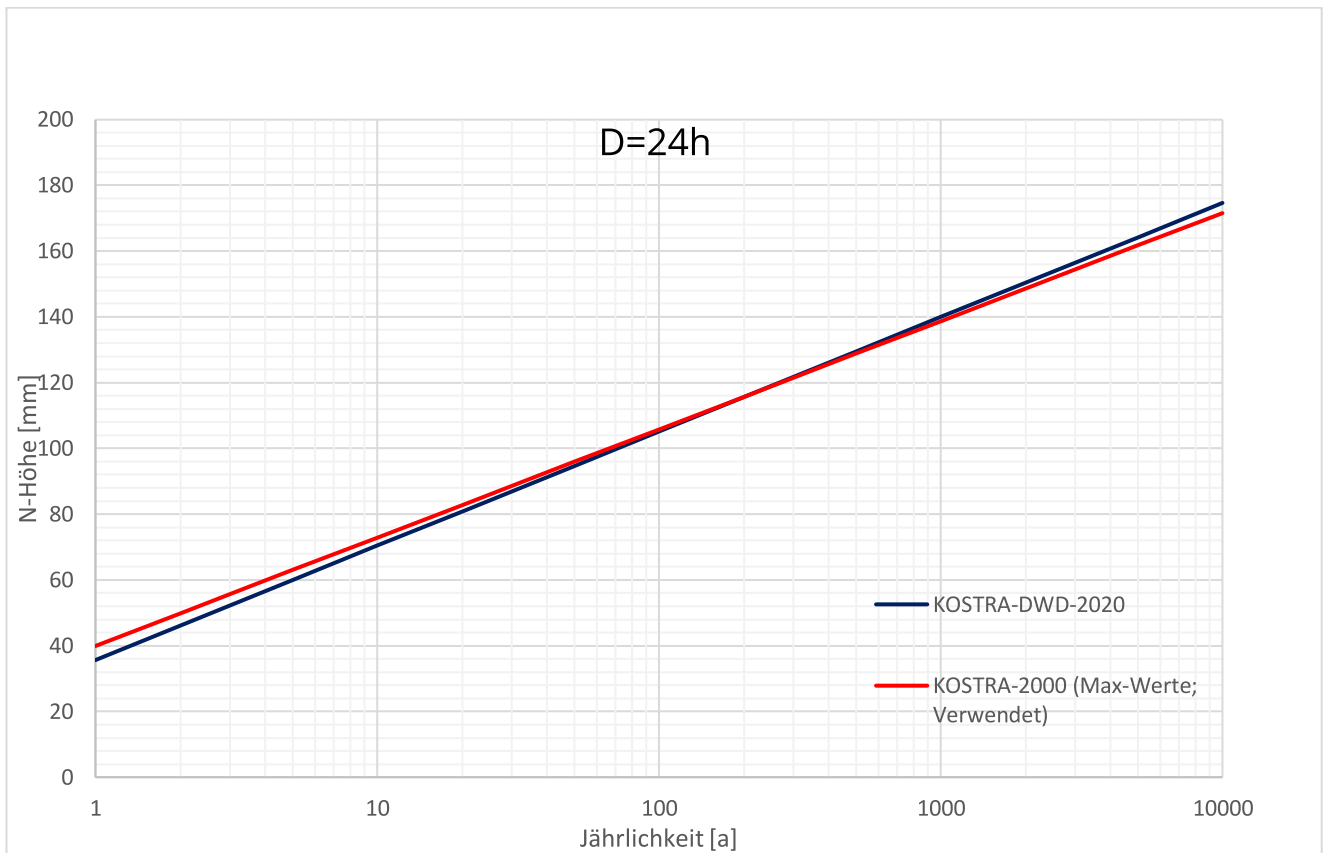


Abbildung 2: Vergleich der im Modell verwendeten Niederschlagshöhen und der neuen KOSTRA-DWD-2020

Der Vergleich der verwendeten Niederschlagshöhen zeigt:

- Die im Modell verwendeten Niederschlagshöhen sind für Niederschlagsdauerstufen bis 30 Minuten etwas kleiner, für die Niederschlagsdauer $D=1\text{h}$ liefert KOSTRA-DWD-2000 etwas größere Niederschlagshöhen.
- Bis zur Niederschlagsdauer $D=24\text{h}$ sind die verwendeten Niederschlagsdaten nahezu identisch.
- Bei der für Zufluss und Beckenvolumen (HRB Helmsheim) maßgebenden Dauerstufe ($D=24\text{h}$) sind die Abweichungen geringfügig.
- Erst bei längere Niederschlagsdauern liegen die neuen Niederschlagshöhen etwas höher als die im FGM verwendeten Werte.



Betrachtet man die für Zufluss und Beckenvolumen (HRB Helmsheim) maßgebende Dauerstufe $D=24h$ über mehrere Jährlichkeiten, so erkennt man, dass bis zu einer Jährlichkeit von ca. $T=200a$ die verwendeten Niederschläge etwas größer als die neuen KOSTRA-2020-Niederschläge sind. Bei den für die Bemessung der Hochwasserentlastungsanlage (BHQ1; $T=500a$) und Standsicherheit (BHQ2; $T=5000a$) relevanten Jährlichkeiten ergeben sich nur minimale Abweichungen, die neuen KOSTRA-2020-Werte sind aber marginal höher (Abweichungen $< 2\%$).

Schlussfolgerung und ergänzende Anmerkungen

Die Einordnung der verwendeten Niederschläge weisen eine gute Übereinstimmung auf.

Eine Umstellung und Neuanpassung des bestehenden N-A-Modells sind zum jetzigen Zeitpunkt nicht erforderlich. Die weitere Vorgehensweise ist mit der Unteren Wasserbehörde abzustimmen.

Bei einer Umstellung des bestehenden angepassten Modells „FGM-Saalbach“ ist gemäß Handlungsempfehlung der LUBW (31.03.2023) zwingend erforderlich, dass die Modellparametrisierung nachjustiert werden muss. Eine Korrektur der Niederschläge würde damit eine Neukalibrierung des FGM erfordern.

Bei Rückfragen dürfen Sie sich gerne an uns wenden.

Mit freundlichen Grüßen

WALD + CORBE Consulting GmbH

gez. Dipl.-Ing. J. Koch

gez. i. A. Dipl.-Ing. (FH) C. Schäfer

Anlage:

- Anlage 1: Handlungsempfehlung LUBW, 31.03.2023



Empfehlungen für die Berücksichtigung von KOSTRA-DWD-2020 in der wasserwirtschaftlichen Bemessungspraxis für den Bereich Hochwasserschutz an Oberflächengewässer

Stand 31.03.2023

1 KOSTRA-DWD-2020

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) hat die Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und –auswertung (KOSTRA) grundlegend überarbeitet und fortgeschrieben.

Zum 01.01.2023 wurde der neue Datensatz KOSTRA-DWD-2020¹ mit dem Bezugszeitraum 1951 – 2020 vom DWD veröffentlicht und ersetzt den bisherigen Datensatz KOSTRA-DWD-2010R².

Grundlage für die umfassende KOSTRA-Fortschreibung sind Erkenntnisse und Datenauswertungen, die im Rahmen des von LAWA und BMUV geförderten Forschungsprojekts MUNSTAR³ - „Methodische Untersuchungen zur Novellierung der Starkregenstatistik für Deutschland“ erarbeitet wurden.

Der DWD weist darauf hin, dass in der (Neu-)Bearbeitung von KOSTRA-DWD-2020 grundlegende methodische Neuerungen in der extremwertstatistischen Auswertung und Regionalisierungsmethodik zum Tragen gekommen sind. Weitergehend wurde die Basis der Eingangsdaten deutlich erweitert sowie der Bezugszeitraum angepasst.

¹ KOSTRA-DWD-2020: Hinweise und Hilfestellungen zur Verwendung des KOSTRA-DWD-Datensatzes Version 2022. Thomas Junghänel, Dr. Jennifer Ostermüller und Dr. Thomas Deutschländer. Deutscher Wetterdienst, Abteilung Hydrometeorologie. Offenbach am Main, Dezember 2022
https://www.dwd.de/DE/leistungen/kostra_dwd_rasterwerte/download/kostra_dwd_2020_anwenderhilfe_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=2

² KOSTRA-DWD-2010R: Bericht zur Revision der koordinierten Starkregenregionalisierung und -auswertung des Deutschen Wetterdienstes in der Version 2010 Thomas Junghänel, Heinz Ertel und Dr. Thomas Deutschländer. Deutscher Wetterdienst, Abteilung Hydrometeorologie, Offenbach am Main, Juli 2017

³ Junghänel, T., F. Bär, T. Deutschländer, U. Haberlandt, I. Otte, B. Shehu, H. Stockel, K. Stricker, L.-B. Thiele, W. Willems (2022): Methodische Untersuchungen zur Novellierung der Starkregenstatistik für Deutschland (MUNSTAR). Synthesebericht. 95 pp.
https://www.dwd.de/DE/leistungen/kostra_dwd_rasterwerte/download/Synthesebericht_MUNSTAR_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3

Die Regionalisierung der Starkniederschläge in KOSTRA-DWD-2020 erfolgt durch ein Kriging mit externer Drift (KED), bei der keine weiteren Merkmale, wie bspw. die Geländehöhe, berücksichtigt werden.

Im Vergleich mit der bisherigen Version KOSTRA-DWD-2010R zeigen sich teilweise deutliche Unterschiede in den Niederschlagshöhen, die laut DWD überwiegend in den methodischen Änderungen begründet sind und sich nicht direkt als Änderungssignal aufgrund des Klimawandels ableiten lassen.

Bei KOSTRA-DWD-2020 sind in Baden-Württemberg im Mittel im Vergleich zu KOSTRA-DWD-2010R bei den sehr kurzen (Niederschlags-)Dauerstufen ($D = 5 \text{ min}$) eine deutliche Anhebung, bei den kurzen Dauerstufen ($D = 60 \text{ min}$) überwiegend eine deutliche Absenkung (-10% im Flächenmittel bei $T = 100 \text{ a}$) und bei langen Dauerstufen vornehmlich eine Anhebung (z.B. $D = 24 \text{ h}$, $T = 100 \text{ a}$ im Flächenmitteln $+21,8\%$) zu verzeichnen (vgl. Abbildung 1, Datenbasis KOSTRA-DWD-2020V, eine im Rahmen des Online-Fachaustauschs mit LAWA-AH bereitgestellte Vorabversion).

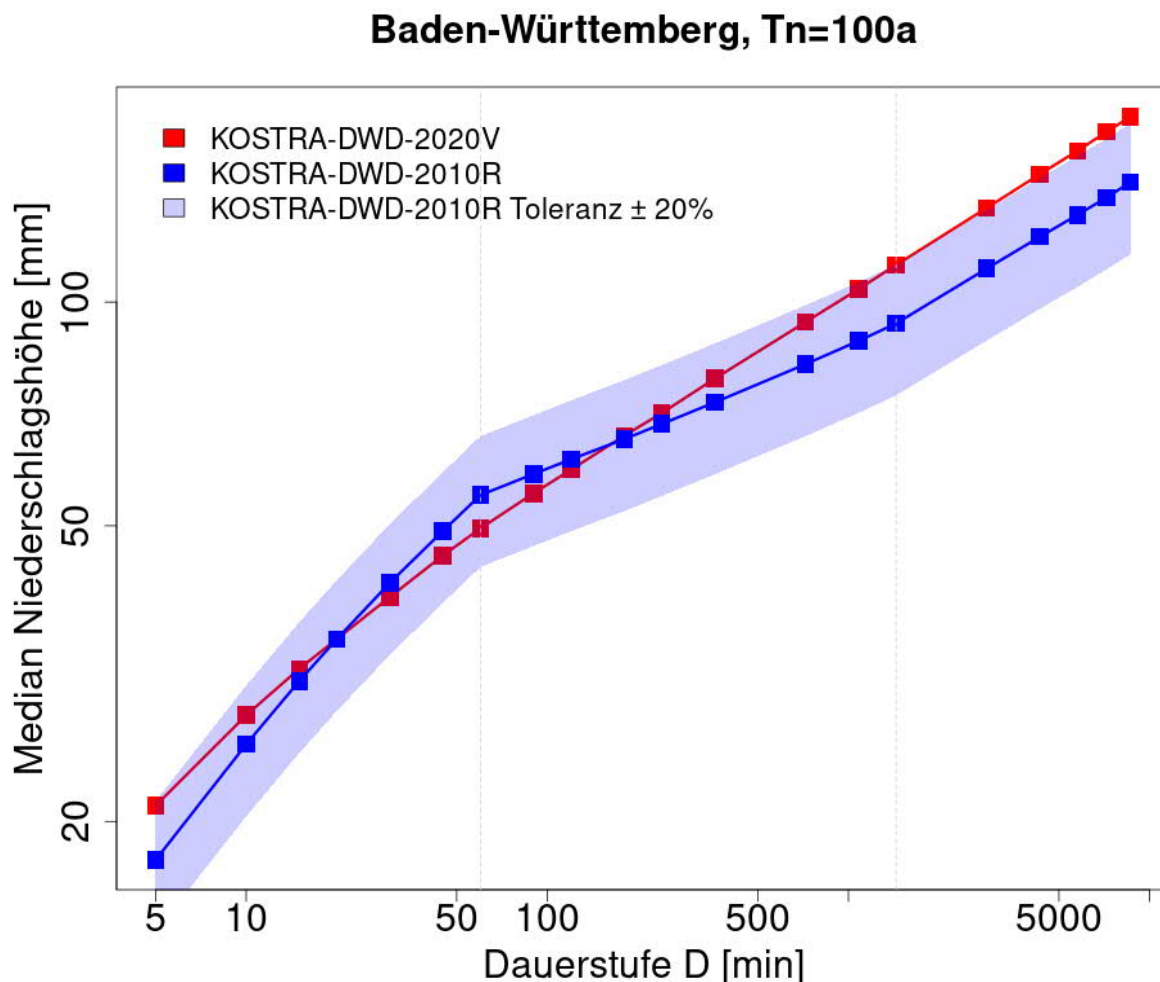


Abbildung 1: Vergleich der mittleren Niederschlagshöhen in Baden-Württemberg für $T_n = 100 \text{ a}$ (DWD, 2022 – Online-Fachaustausch MUNSTAR/KOSTRA-DWD und LAWA-AH am 11.10.2022 zum neuen KOSTRA-DWD-Atlas)

In der zur Einführung des neuen Datensatzes geführten fachlichen Diskussion zeigt sich der DWD überzeugt, dass die neuen Werte näher an der meteorologischen Realität liegen als zuvor.

Die räumliche Auflösung und Projektion von KOSTRA-DWD-2020 haben sich geändert. Die Daten werden nun als 5 km x 5 km Raster in ETRS89 LAEA (EPSG 3035) abgegeben. Eine Verknüpfung zu den alten Angaben „Zeile und Spalte“ ist damit nicht mehr gültig.

Während in früheren Versionen von KOSTRA-DWD allgemeine Toleranzbereiche (Unsicherheitsbereiche) in Abhängigkeit von der Wiederkehrzeit T ausgewiesen wurden, stehen nun standortbezogene, also für jedes Rasterfeld individuelle Werte in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit T und Dauerstufe D für alle Standardkombinationen bereit. Beispielsweise werden für Baden-Württemberg bei der Jährlichkeit T = 100 a Toleranzbereiche ausgewiesen mit mittleren Werten von 27% bei der Dauerstufe D = 1 h, von 18% bei D = 24 h oder von 28% bei D = 72 h. Bei der Dauerstufe D = 24 h ergibt sich der Mittelwert aus einer gesamte Spannweite zwischen 15% und 22%.

Der neue Datensatz des DWD umfasst die Dauerstufen von 5 Minuten bis 7 Tage für die Wiederkehrintervalle von T = 1 a bis einschließlich T = 100 a. Der Dauerstufenbereich wurde mit KOSTRA-DWD-2020 von 3 Tage (72 h) auf 7 Tage erweitert.

Eine kostenfreie Verbreitung des Datensatzes KOSTRA-DWD-2020⁴ erfolgt über das Climate Data Center (CDC; www.dwd.de/cdc) des Deutschen Wetterdienstes. Eine kostenpflichtige Fortschreibung der Software-Version der itwh GmbH besteht ebenfalls. Auf den Internetseiten des DWD werden umfangreiche Informationen zu den KOSTRA-Daten bereit gestellt (siehe Fußnote 1 auf Seite 1).

Der DWD stellt mit den aktualisierten Starkniederschlagsauswertungen entsprechend seinem bundesweiten Aufgabenbereich und seiner meteorologischen Expertise, Bemessungsniederschläge als Basisdaten für Berechnungen zum Schutz vor Hochwasser und Überflutungen zur Verfügung.

2 Empfehlungen für die wasserwirtschaftliche Bemessungspraxis für den Bereich Hochwasserschutz an Oberflächengewässern

Wie bisher, stellt auch der neue Datensatz KOSTRA-DWD-2020 eine wesentliche Grundlage für die Bemessung und Dimensionierung von wasserwirtschaftlichen Belangen in Baden-Württemberg dar.

Hinsichtlich der Anwendung und Einführung in der wasserwirtschaftlichen Bemessungspraxis Baden-Württemberg sollten für den Bereich Hochwasserschutz an Oberflächengewässern aus hydrologischer Sicht jedoch nachfolgende Hinweise sowie Empfehlungen beachtet werden.

In Niederschlag-Abfluss-Modellen (N-A-Modellen), die zur Bemessung und Dimensionierung neuer Projekte und Konzepte in der Regel im Rahmen von Flussgebietsuntersuchungen (FGU) erstellt werden, sind als Datengrundlage für statistische Bemessungsniederschläge KOSTRA-DWD-2020 zu verwenden. Eine generelle Empfehlung alle bestehenden Niederschlag-Abfluss-Modelle („Alt-Konzepte/-Modelle“) unmittelbar auf die Datenbasis KOSTRA-DWD-2020 anzupassen besteht nicht.

Bei Hochwasserschutzkonzepten, deren Maßnahmenumsetzung noch nicht abgeschlossen bzw. planfestgestellt oder –genehmigt ist und die als zentrale Elemente auf Hochwasserrückhaltebecken

⁴ Datensatz KOSTRA-DWD-2020: https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/grids_germany/return_periods/precipitation/KOSTRA/KOSTRA_DWD_2020/

setzen, wird empfohlen die bestehenden Niederschlag-Abfluss-Modelle hinsichtl. der Änderungen von KOSTRA-DWD-2020 zu überprüfen.

Bei der Überprüfung kann der Niederschlagsinput der bestehenden N-A-Modelle (i.d.R. KOSTRA-DWD 2010R) mit den neuen Werten von KOSTRA-DWD-2020 unter Beachtung der jeweiligen Angaben zur Unsicherheitsbandbreite und Toleranzbereichen verglichen und bewertet werden.

Aufgrund der teilweise deutlichen Zunahme der Werte von KOSTRA-DWD-2020 für die langen Niederschlagsdauern ist unter Umständen mit bedeutsam größeren Rückhaltevolumina zu rechnen.

Abbildung 2 kann erste Hinweise geben, in welchen Regionen auf Grundlage der Änderungen in KOSTRA-DWD unter Umständen mit signifikanten Änderungen in einzelnen Bemessungskenngrößen zu rechnen ist.

Prozentuale Abweichung
KOSTRA 2020 - 2010R
T = 100 a, D = 24 h

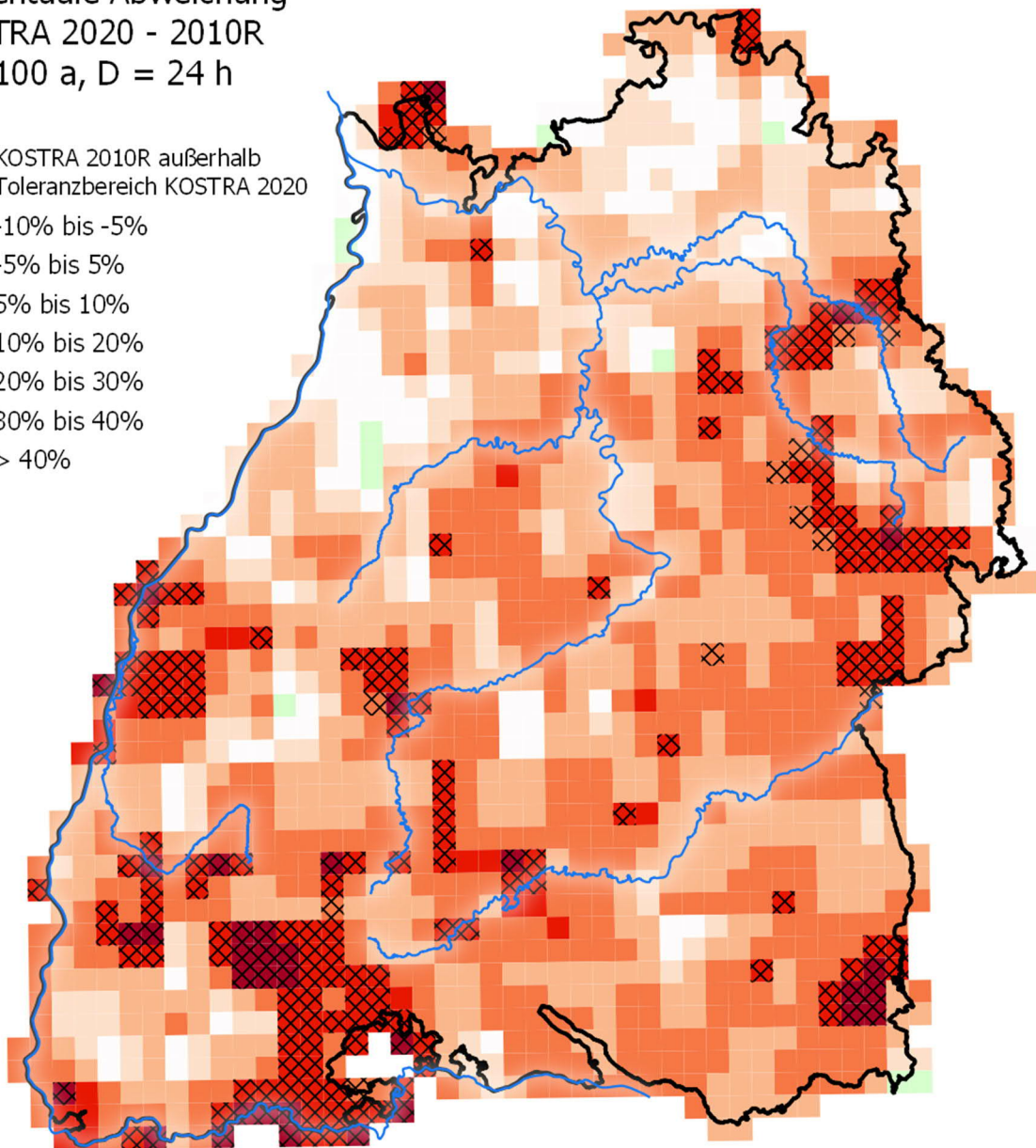
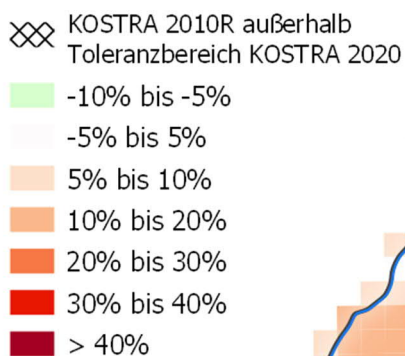


Abbildung 2: Prozentuale Abweichung KOSTRA-DWD-2020 zu KOSTRA-DWD-2010R für T = 100 a und Dauerstufe D = 24 h sowie dem Hinweis, ob die alten Werte im Toleranzbereich der neuen Werte liegen

Werden in den bestehenden N-A-Modellen Anpassungen am statistischen Niederschlagsinput („Update auf KOSTRA-DWD-2020“) vorgenommen, ist unbedingt darauf zu achten, dass die Modellparametrisierung nachjustiert werden muss.

Im Rahmen der dabei durchzuführenden Modellvalidierung ist darauf zu achten, dass die Ergebnisse (T-jährliche Scheitelwerte) der N-A-Modellierung in das Bild der extremwertstatistischen Auswertungen an den Pegeln passen. In unbeobachteten Gebieten können die Ergebnisse der N-A-Modellierung unter Zuhilfenahme der HQ-Regionalisierung Baden-Württemberg (Abfluss-BW) plausibilisiert werden.

Die HQ-Regionalisierung Baden-Württemberg wird derzeit bei der LUBW fortgeschrieben. Im Rahmen der Fortschreibung werden u.a. die Pegelzeitreihen aktualisiert, verlängert und extremwertstatistisch ausgewertet sowie die Datengrundlagen für die Ableitung der Gebietskenngrößen aktualisiert. Die Veröffentlichung der fortgeschriebenen HQ-Regionalisierung ist für das 1. HJ 2024 vorgesehen.

Im Rahmen der Fortschreibung der Hochwassergefahrenkarten kann, in Abstimmung mit den Flussgebietsbehörden (HWGK-Ansprechpersonen), auf Vorabinformationen zur Fortschreibung der HQ-Regionalisierung entsprechend dem aktuellen Bearbeitungsstand bei der LUBW zurückgegriffen werden.

Die Methodik zur hydrologischen Modellierung in der gebietsweisen HWGK-Fortschreibung (hydrologische Basismodellierung, BFGM), wird an die veränderte Vorgehensweise zur Ableitung statistischer Gebietsbemessungsniederschläge angepasst. Für anstehende Neubearbeitungen werden diese zur Verfügung stehen.

Die Angaben der Starkniederschlagsauswertungen in KOSTRA-DWD-2020 enden mit der Wiederkehrzeit bzw. Jährlichkeit $T = 100$ a. Aufgrund eines so genannten „heavy tail effects“ in der zugrundeliegenden Verteilungsfunktion von KOSTRA-DWD-2020 wird von Seiten des DWD von einer Extrapolation der angewendeten Verteilungsfunktion über $T > 100$ a hinaus abgeraten bzw. darauf hingewiesen, dass es für größere Jährlichkeiten zu einer Überschätzung der Niederschlagswerte kommen kann.

Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund zu sehen, dass in Baden-Württemberg bisher in der Arbeitshilfe⁵ zur DIN 19700 für Hochwasserrückhaltebecken, alternativ zu PEN-LAWA, extrapolierte KOSTRA-Niederschläge für die Berechnung der BHQ1 und BHQ2 Bemessungsfälle zugelassen bzw. empfohlen werden.

Die bisher recht allgemeine Empfehlung in der LUBW-Arbeitshilfe zur DIN 19700 (S.15) „extrapolierte KOSTRA-Niederschläge zu verwenden“ ist daher unter dem vorgenannten Aspekt fortzuschreiben.

Das bisher gültige PEN-LAWA 2010⁶ basiert auf dem Datensatz KOSTRA-DWD-2000 (veröffentlicht 2005) und dient der Ermittlung klassifizierter Extremniederschläge unterschiedlicher Dauerstufen für

⁵ LUBW 2008: Arbeitshilfe zur DIN 19700 für Hochwasserrückhaltebecken. LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
<https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/93810>

⁶ PEN-LAWA 2010 - Praxisrelevante Extremwerte des Niederschlags
<https://itwh.de/de/softwareprodukte/desktop/pen-lawa-2010/>

die Wiederkehrzeiten von $T = 200$ a bis $T = 10.000$ a. Exemplarische Auswertungen für Baden-Württemberg zeigen, dass PEN-LAWA 2010 z.T. nur unzureichend im Einklang mit KOSTRA-DWD-2020 steht. Daher wird die Verwendung von PEN-LAWA 2010 im Zusammenspiel mit KOSTRA-DWD-2020 nicht grundlegend für Baden-Württemberg empfohlen.

Eine Fortschreibung und Aktualisierung von PEN-LAWA ist aufgrund der Neueinführung von KOSTRA-DWD 2020 jedoch bereits von der LAWA beauftragt und in Bearbeitung. Mit Ergebnissen und einer Veröffentlichung ist allerdings voraussichtlich erst in 2024 zu rechnen.

Übergangsweise wird daher empfohlen für die Berechnung der BHQ1- und BHQ2-Bemessungsfälle in Baden-Württemberg extrapolierte Niederschlagshöhen zu verwenden, die auf Stützstellenwerten von KOSTRA-DWD-2020 basieren und mit den geläufigen Verteilungsfunktionen aus KOSTRA-DWD-2010R geschätzt werden. Es ist vorgesehen, dass die LUBW Bemessungsniederschläge $T > 100$ a entsprechend o.g. Methodik zur Extrapolation übergangsweise im interaktiven Dienst UDO (Umwelt-Daten und -Karten Online) zur Verfügung stellen wird.

Die auf diesem Weg abgeschätzten Bemessungsniederschläge $T > 100$ a sind ebenso wie die darauf basierend modellierten Abflussganglinien auf Plausibilität zu prüfen. Hierfür kann neben den entsprechenden Angaben im Informationssystem Abfluss-BW der LUBW auch auf, aus der Fachliteratur bekannte, Multimethodenansätze verwiesen werden.

BEARBEITUNG

Joachim Liebert, Chantal Kipp
Referat 43 –Hydrologie, Hochwasservorhersage

STAND

E-Mail: abfluss-bw@lubw.bwl.de
31. März 2023