

# HYDROTECHNISCHER BERICHT

## Hochwasserschutz Burgau

Hochwasserableitung/-rückleitung,  
innerörtliche Maßnahmen Burgau

- WWA Donauwörth -

**Projekt Nr.:** 16356 (OINF)

**Datum:** 28.03.2024

**Ort:** Neu-Ulm

Ansprechpartner	Dipl.-Ing. (FH) Alfred Ott
Kontakt	+49 731 / 97497-17, <a href="mailto:alfred.ott@obermeyer-group.com">alfred.ott@obermeyer-group.com</a>

## **Impressum**

OBERMEYER Infrastruktur GmbH & Co. KG  
Hansastraße 40  
80686 München  
Deutschland

Postfach 20 15 42  
80015 München

Tel.: +49 89 5799-0  
Fax: +49 89 5799-910  
[neu-ulm@obermeyer-group.com](mailto:neu-ulm@obermeyer-group.com)  
[www.obermeyer-group.com](http://www.obermeyer-group.com)

# Inhaltsverzeichnis



<b>1. Vorbemerkung</b>	<b>9</b>
<b>2. Hydraulische Untersuchung</b>	<b>9</b>
2.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung	9
2.2 Modellumgriff/Modellumfang	10
2.3 Datengrundlagen Berechnungsmodell	10
2.4 Hydraulisches Modell	12
2.4.1 Modellerstellung	13
2.4.1.1 Flussschlauch	13
2.4.1.2 Vorland	14
2.4.1.3 Berechnungsnetz	15
2.4.2 Rauheitsbeiwerte	16
2.4.3 Bauwerke	19
2.4.3.1 Kraftwerke und Wehranlagen	19
2.4.3.2 Brücken, Durchlässe und Verrohrungen	19
2.4.4 Auslauf- und Zulauf	20
2.4.5 Berechnungssteuerung	20
2.4.6 Kalibrierung/Plausibilisierung	21
2.4.6.1 Beobachtungen der freiwilligen Feuerwehr Burgau zum Hochwasser im Juni 2013	21
2.4.6.2 Pegelbeobachtungen des HND Bayern	22
2.4.6.3 Nachrechnung des Hochwassers von Juni 2013 im 2d-Berechnungsmodell	23
2.4.6.4 Ergebnisse der Nachrechnung des Hochwassers der Mindel von Juni 2013	24
2.4.6.5 Fazit	24
2.5 Hydrologie	24
2.5.1 Einzugsgebiet	24
2.5.2 Pegel, Abflüsse	25
2.5.3 Bemessungs-/Berechnungsabflüsse	25
2.6 Hydraulische Berechnungen Ist-Zustand	27
2.6.1 Lastfall HQ <sub>100</sub> inkl. Klimazuschlag	27
2.6.2 Lastfall HQ <sub>100</sub>	28
2.6.3 Lastfall ca. HQ <sub>40</sub>	28
2.6.4 Leistungsfähigkeit Gewässer innerorts	28
2.7 Geplante Maßnahmen	29
2.7.1 Hochwasserrückhaltebecken	30
2.7.2 Hochwasserableitung und Hochwasserrückleitung	33
2.7.2.1 Bahnquerungsbauwerke	34
(a) Bahnquerung Süd	34
(b) Zuleitungsmulde Bahnquerung Süd	34
(c) Umlenkungsbauwerk	35
(d) Bahnquerungsbauwerk Nord (Düker)	36
2.7.2.2 Leitstrukturen der Hochwasserableitung	37
(a) Leitstrukturen Korridor 1	37
(b) Leitstrukturen Korridor 2, Weganhebung am Grenzgraben	38
2.7.2.3 Bahndammsicherung (Bahnweganhebungen und Auflastfilter)	38
2.7.2.4 Geländeanhebung am Grenzgraben	39

2.7.2.5 Hochwasserschutz (geplantes) Gewerbegebiet Röfingen	39
2.7.2.6 Leitdeiche und Schutzdeiche	40
2.7.2.7 Hinterwege, Begleitwege und Anbindungswege	40
2.7.2.8 Binnenentwässerung für Entwicklungsfläche nördlich von Burgau	40
2.7.2.9 Straßendurchlassbauwerke	40
(a) Durchlässe Röfinger Straße und Burgauer Straße	40
(b) Durchlässe Augsburgsberger Straße	42
(c) Durchlässe Konzenberger Straße	43
2.7.2.10 Drosselbauwerk Scheidgraben	44
2.7.2.11 Querung Erlenbach im Rückleitungskorridor	46
2.7.2.12 Gradientenabsenkung Kreisstraße GZ11 mit Mobilsperren	47
2.7.2.13 Überlaufstrecke der HW-Rückleitung	48
2.7.2.14 Überleitung des HW-Abflusses an der Mindel	49
2.7.3 Innerörtliche Maßnahmen	51
2.7.3.1 Geländeanpassungen	52
2.7.3.2 Geländeanhebungen zur Abflussverbesserung	53
2.7.3.3 Einleitung HRB-Hochwasserentlastung in die Mindel	55
2.7.3.4 Spundwände	56
2.7.3.5 Einengung am Wilden Wehr	56
2.7.3.6 Hochwasserschutzdeich Angerwiesen	58
2.7.3.7 Gewässeraufweitungen	59
2.7.3.8 Gewässerknoten beim Langen Steg	60
2.7.3.9 Radweganhebung Kreisstraße GZ31	62
2.7.3.10 Geländeanhebung/-anpassung zur Abflusssicherung (Erlenbach)	62
<b>2.8 Hydraulische Berechnung Plan-Zustand</b>	<b>63</b>
2.8.1 Kopplung Oberflächenhydraulik mit Grundwasserhydraulik	63
2.8.2 Lastfall HQ <sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor	64
2.8.2.1 Planungsziel	64
2.8.2.2 Ist-Zustand: Berechnungsergebnisse und Überschwemmungsgebiet	64
2.8.2.3 Planungs-Zustand: Berechnungsergebnisse und Überschwemmungsgebiet	64
2.8.2.4 Ganglinienvergleich von Ist- und Planungs-Zustand	66
2.8.2.5 Ergebnisse Planungs-Zustand	67
2.8.2.6 Planungs-Zustand: Fließgeschwindigkeiten	70
2.8.2.7 Auswirkungen – Wassertiefendifferenzen und Flutungsflächenvergleich	70
2.8.3 Lastfall HQ <sub>100</sub>	72
2.8.3.1 Auswirkungen - Flutungsflächenvergleich	72
2.8.4 Lastfall ca. HQ <sub>40</sub>	73
2.8.4.1 Überschwemmungsgebiet Ist-Zustand	73
2.8.4.2 Überschwemmungsgebiet Planungs-Zustand	73
2.8.4.3 Auswirkungen –Flutungsflächenvergleich	74
<b>3. Hydraulische Bemessung Bauwerke</b>	<b>75</b>
<b>3.1 Bemessungsgrundlagen HRB</b>	<b>76</b>
3.1.1 Drosselabflüsse HRB	76
3.1.2 Bemessungslastfall HQ 100 zzgl. Klimafaktor	76
<b>3.2 Drosselbauwerk Mindel (HRB)</b>	<b>77</b>
3.2.1 Bemessung Abfluss unter Schütz - Mindel	77
<b>3.3 Drosselbauwerk Erlenbach (HRB)</b>	<b>78</b>
<b>3.4 Drosselbauwerk Kulturgraben (HRB)</b>	<b>78</b>
<b>3.5 Drosselbauwerk Bahnquerung Süd (HRB)</b>	<b>79</b>
<b>3.6 Drosselbauwerk Scheidgraben (Ableitungskorridor)</b>	<b>80</b>
<b>3.7 Drosselbauwerk Erlenbach (Rückleitungskorridor)</b>	<b>80</b>



<b>3.8 Hochwasserentlastung (HRB)</b>	<b>81</b>
<b>3.9 Überlauf (Rückleitungskorridor)</b>	<b>82</b>
3.9.1 Überlaufstrecke Leitdeich Nord	82
3.9.2 Überlaufbereich GZ11	82
<b>3.10 Energieumwandlung</b>	<b>83</b>
3.10.1 Energieumwandlung Drosselbauwerke (HRB)	83
3.10.2 Tosbecken Hochwasserentlastung (HRB)	83
3.10.3 Energieabbau Ausleitung Bahnquerung Süd	84
3.10.4 Energieabbau Straßendurchlässe	84
3.10.5 Energieabbau Drosselbauwerke (Hochwasserableitung und -rückleitung)	84
3.10.6 Tosbecken Überlaufstrecke (Rückleitungskorridor)	84
3.10.7 Energieabbau Mindelausleitung	85
 <b>4. Nachweis Hochwasserrückhaltebecken</b>	 <b>85</b>
<b>4.1 Bemessungsabflüsse BHQ</b>	<b>85</b>
4.1.1 Hydrologische Daten	85
4.1.2 Scheitelabflüsse für den Hochwasserbemessungsfall	85
4.1.3 Bemessungsabfluss $BHQ_1$ und $BHQ_2$	86
4.1.4 Hydraulische Berechnung für $BHQ_1$	86
4.1.5 Hydraulische Berechnung für $BHQ_2$	87
4.1.6 Hydraulische Berechnung für $BHQ_3$	87
<b>4.2 Bemessung Freibord / Dammbauwerk</b>	<b>88</b>
4.2.1 Grundlagen der Freibordberechnung	88
4.2.2 Eingangswerte für die Freibordberechnung	88
4.2.2.1 Bemessungswindgeschwindigkeit	88
4.2.2.2 Eingangswerte zur Berechnung Windstau und Wellenauflauf	89
4.2.2.3 Sicherheitszuschlag	89
4.2.3 Freibordberechnung	89
4.2.4 Dammkronenhöhe	90

## Dokumentennachweise

### Verteiler

Version	Methode	Name(n)
Vorabzug 01, Teil 1 06.03.2024	E-Mail	J. Boyce
Vorabzug 01, Teil 1 06.03.2024	E-Mail	J. Boyce
Vorabzug 01, Teil 1 06.03.2024	E-Mail	J. Boyce
Vorabzug 02 19.03.2024	E-Mail	J. Boyce
Endfertigung 28.03.2024	E-Mail	J. Boyce

### Dokumentenkontrolle

Version	Abteilung / Funktion	Geprüft durch
Vorabzug 01, Teil 1 06.03.2024	WWA Donauwörth	J. Boyce
Vorabzug 01, Teil 1 06.03.2024	WWA Donauwörth	J. Boyce
Vorabzug 01, Teil 1 06.03.2024	WWA Donauwörth	J. Boyce
Vorabzug 02 19.03.2024	WWA Donauwörth	J. Boyce
Endfertigung 28.03.2024	OBERMEYER, Niederlassungsleiter	M. Löhe

### Anhang

No.	Dokumentenbezeichnung	Titel
1	Bemessung Drosselbauwerk Mindel (Schützfelder)	
2	Drosselorgan Erlenbach (HydroSlide DR 1200) Drosselorgan Bahnquerung Süd (HydroLimiterHL35667_Modell3_BG003)	
3	BHQ Bemessungsabflüsse	
4	Hydraulische Berechnung BHQ <sub>1</sub>	
5	Hydraulische Berechnung BHQ <sub>2</sub>	
6	Leistungsfähigkeit Hochwasserentlastung HRB	
7	Lageplan Freibord / Bestimmung der Streichlängen, Freibordermittlung nach DVWK-M 246/1997	
8	Ermittlung Dammkrone Hochwasserrückhaltebecken	
9	Abflussdiagramm Bahnquerung-Sued	

## Bezug

No.	Dokumentenbezeichnung
1	Aktenvermerke
2	Schriftverkehr
3	Vom Vorhabensträger und Beteiligten beigestellte Unterlagen

## QUELLENVERZEICHNIS

- [ 1 ]    Hydrotechnischer Bericht Hochwasserrückhaltebecken Burgau vom  
28.11.2017, OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
- [ 2 ]    Hydraulik im Wasserbau,  
R. Rössert, 10. Auflage, Oldenburg Verlag
- [ 3 ]    Bautabellen für Ingenieure,  
Schneider, 12. Auflage, Werner Verlag
- [ 4 ]    LASER\_AS-2D, Ausdünnung und Aufbereitung von Laserdaten für die 2d-Modellie-  
rung, Dr.-Ing. Marinko Nujic, Ausgabe April 2006
- [ 5 ]    HYDRO\_AS-2D – ein zweidimensionales Strömungsmodell für die wasserwirtschaftli-  
che Praxis, Benutzerhandbuch, Dr.-Ing. Marinko Nujic, Ausgabe November 2006
- [ 6 ]    Tutorial zur HYDRO\_AS-2D / SMS-Grundschulung,  
Bayerisches Landesamt für Umwelt, Dr. Gabriele Schwaller, Ausgabe November 2006
- [ 7 ]    Tutorial zum HYDRO\_AS-2D-Aufbaukurs  
Bayerisches Landesamt für Umwelt, Dr. Gabriele Schwaller, Ausgabe Oktober 2006
- [ 8 ]    Beschreibung Flussnetzgenerator,  
Dr.-Ing. Marinko Nujic, Ausgabe September 2007
- [ 9 ]    Extrapolation von Bemessungsabflüssen (Abflussspitzen Mindel + Flossach), Schrei-  
ben WWA an OBERMEYER vom 23.09.2009
- [ 10 ]   Bayerisches Landesamt für Umwelt, Mail an das WWA Donauwörth vom 28.04.2014
- [ 11 ]   Handbuch hydraulische Modellierung, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Stand Juli  
2015

## VERWENDETE ABKÜRZUNGEN

FFW Burgau	Freiwillige Feuerwehr Burgau
Fl.km	Flusskilometer
HRB	Hochwasserrückhaltebecken
HWEA	Hochwasserentlastungsanlage
HWS	Hochwasserschutz
HYDRO_AS	2-dimensionales Strömungsmodell
LEW	Lech-Elektrizitätswerke
LfU	Bayerisches Landesamt für Umwelt
m	Meter
m+NN	Meter über Meereshöhe
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
m <sup>3</sup>	Kubikmeter
m <sup>3</sup> /s	Kubikmeter pro Sekunde
OINF	Obermeyer Infrastruktur GmbH & Co. KG
Q	Abfluss
RRB	Regenrückhaltebecken
S+W	Schallenmüller + Will (Vermessung)
VB	Versickerungsbecken
WQ-Beziehung	Wasserstands-Abfluss-Beziehung
WSP	Wasserspiegel
WWA	Wasserwirtschaftsamt Donauwörth

# 1. Vorbemerkung

Im vorliegenden Bericht sind die hydrologischen und hydrotechnischen Grundlagen sowie die hydraulischen Berechnungen und Bemessungen für den Hochwasserschutz (HWS) Burgau (siehe Abbildung 1) zusammengestellt.

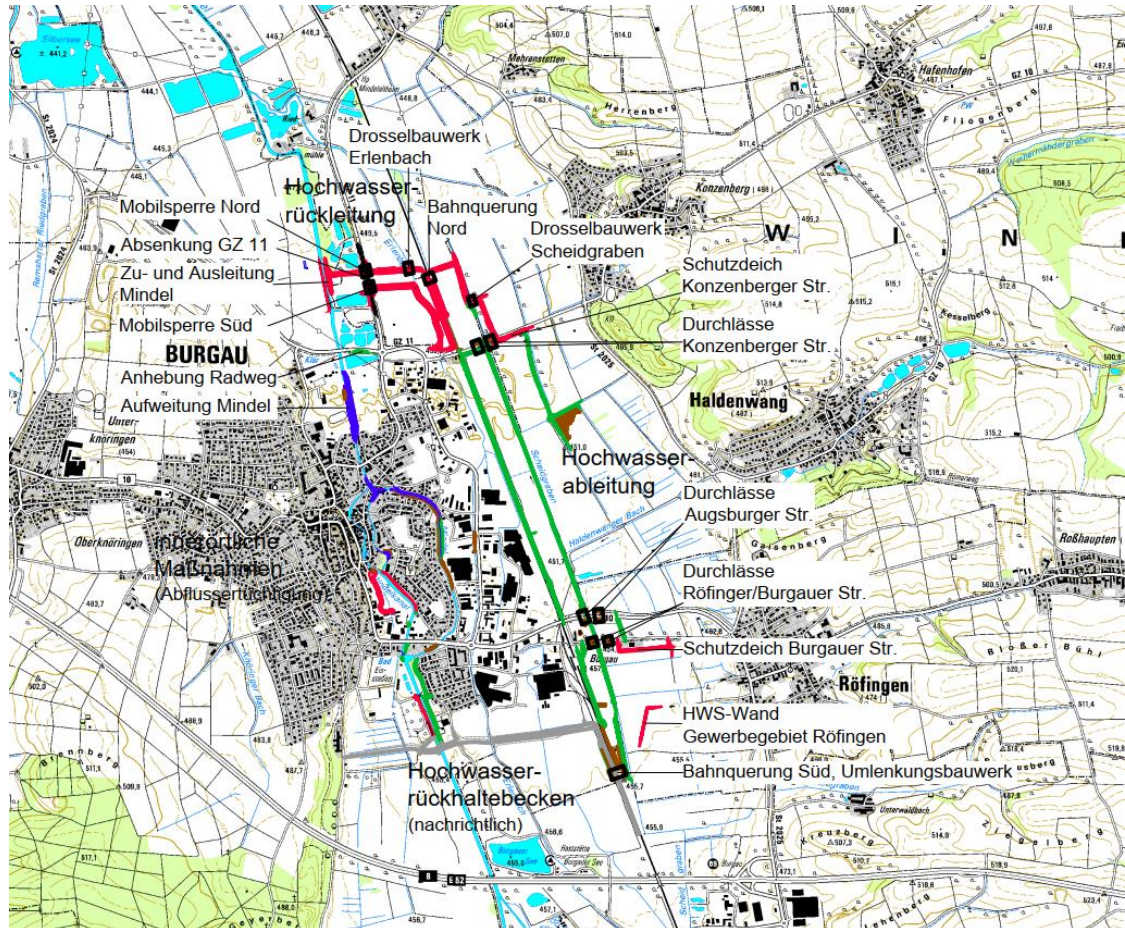


Abb. 1: Lage Hochwasserschutzmaßnahmen Burgau

## 2. Hydraulische Untersuchung

### 2.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Die Planung des HWS Burgau erfolgt auf Grundlage einer 2-dimensionalen hydrotechnischen Berechnung (2d-Berechnung) des Ist-Zustandes. Der Ist-Zustand ist Grundlage für die Planungen und wird sukzessive entsprechend des Planungsfortschritts angepasst, fortgeschrieben und immer wieder neu berechnet. D. h. die Planung des HWS Burgau wird im Zuge der Planung mit Hilfe der 2d-Berechnungen begleitet und verifiziert.

Hierzu wird auf Grundlage des zur Verfügung gestellten digitalen Geländemodells (DGM) und der Gewässervermessung ein 2-dimensionales Berechnungsmodell erstellt.

Die Geländedaten (DGM und Gewässervermessung) werden mit den Programmen SMS, LASER\_AS sowie einem Flussnetzgenerator aufbereitet. Die hydrotechnische Berechnung erfolgt mit dem 2-dimensionalen Strömungsmodell HYDRO\_AS-2D. Die Berechnungsergebnisse werden mit Hilfe des Programmes SMS ausgewertet und visualisiert.

## 2.2 Modellumgriff/Modellumfang

Das Berechnungsmodell erstreckt sich von der Brücke über die Bundesautobahn 8 (BAB8) ca. Fl.km Mindel 14,250 bis zur Mündung der Mindel in die Donau nordöstlich von Offingen (Fl.km Mindel 0,000).

Für den Bereich von Burgau wird zwischen BAB8 bei ca. Fl.km 14,300 und Fl.km 9,000 ein Berechnungsmodell aus Laserscandaten des Vorlandes und Vermessungsdaten des Flussschlauches erstellt.

Für den Bereich zwischen Fl.km 9,00 der Mindel und der Mündung in die Donau wird auf ein bestehendes Berechnungsmodell des WWA Donauwörth zurückgegriffen, so dass von der BAB8 bis zur Mündung in die Donau ein zusammenhängendes Berechnungsmodell entsteht.

## 2.3 Datengrundlagen Berechnungsmodell

Zur Bearbeitung der hydraulischen Berechnungen stehen folgende Grundlagedaten zur Verfügung:

- Digitale Flurkarten,  
WWA Donauwörth, Stände 2010 – 2024
- ATKIS-Datensatz,  
Bayerische Vermessungsverwaltung, Stand 09/2011 - 2023
- Digitales Geländemodell (DGM), Punktabstand 1 m,  
Bayerische Vermessungsverwaltung, Stand 10/2010
- Vermessungsdaten Mindel inkl. Mindelkanal, Mindel an der Bleiche und Brühlmindel in der Ortslage von Burgau: Böschungsoberkante, Regel- und Sonderprofile (Brücken, Durchlässe, Kraftwerke),  
Schallenmüller und Will (S+W), Stand 03/2011
- Vermessungsdaten Erlenbach, Kulturgraben, Scheidgraben, Schwarzgraben sowie an bestimmten Bächen/Gräben östlich der Bahnlinie: Regelprofile ober- und unterstrom von Sonderprofilen sowie Sonderprofile (Brücken und Durchlässe),  
S+W, Stand 03/2011
- Rechtsseitige Böschungsoberkante Scheidgraben,  
S+W, Stand 03/2011
- Vermessung im Bereich der Bahnlinie, S+W, Stand 03/2011:
  - Durchlass Scheidgraben nördlich Burgau
  - Durchlass Graben aus Richtung „Schelmengrube“



- Bahndamm im Bereich der Rückleitung der gepl. und alternativ gepl. HW-Umleitung der Gesamtmaßnahme
- Bahndamm im Bereich der gepl. südlichen Querung der Gesamtmaßnahme
- Bahnbegleitweg und Bahndammböschung Westseite zwischen Fa. BSB/BWB und Rastplatz BAB8
- Bahndammfuß Westseite nördlich Burgau bis Brücke GZ11
- Vermessung Kreisstraße GZ11, S+W, Stand 03/2011:
  - Brücke Erlenbach
  - Durchlässe GZ11 (westl. Bahn zw. Konzenberger Straße bis Mindelaltheim)
  - Durchlass aus Richtung „Schelmengrube“ und „Herrenberg“
- Vermessung Bundesstraße B10, S+W, Stand 03/2011:
  - Böschungsoberkante (BOK) und Böschungsunterkante (BUK) zwischen Bahn und Scheidgraben
- Vermessung Röfing Straße südl. B10, S+W, Stand 03/2011:
  - BOK + BUK zwischen Bahn und Scheidgraben
- Vermessung Einrichtungen der LEW, S+W, Stand 03/2011:
  - Eckpunkte mit UK und OK Betonfundamente im Bereich der gepl. HW-Umleitung der Gesamtmaßnahme
  - BOK + BUK Umspannwerk LEW
- Vermessung Gewässerquerungen mit HRB-Damm, S+W, Stand 03/2011:
  - Kulturgraben, Erlenbach, Mindel, Schwarzgraben, Profile alle 10 m
- Vermessung Dammaufstandsfläche mit Schutzstreifen HRB-Damm, S+W, Stand 03/2011:
  - Punktraster 5x5 m
- Ergänzungsvermessungen durch WWA von folgenden Bereichen:
  - Bahnlinie Burgau Süd, Stand 10/2012
  - Erlenbach von Mündung in die Mindel bis Nordseite Konzenberger Straße, Stand 04/2015
  - Gebäude-/Geländepunkte am Erlenbach (Geflügelhof) , Stand 04/2015
  - Innerstädtischer Bereich Burgau, Stand 01/2015
  - Fischpass am Wilden Wehr, Stand 01/2015
  - Freibad, Stand 02/2015 und 06/2015
  - Bahnquerung Nord, Stand 11/2015
  - Mauer nördlich Brücke „Langer Steg“, linke Seite Mindelkanal, Stand 03/2016
  - Einleitungsstellen in die Mindel und Nebenarme, Stand 02/2016
  - Grenzgraben beim Anbindungsweg zwischen Leitstrukturen 2 und 3, Korridor 1, Stand 05/2019
  - Böschung Konzenberger Straße gem. Bestandsvermessung, Stand 09/2019
  - Bestandsvermessungen GZ11 und Mindelböschung bei Rückleitung Stand 09/2019
  - Leitstruktur 2, Korridor 2, Stand 08/2019
  - Gräben bei Ableitung Stand 08/2019
  - OU Haldenwang-Röfingen, Stand 09/2019
  - Scheidgraben im renaturierten Bereich bis VB 13, Stand 09/2019
  - VB 13 mit bestehendem Leitungswall, Stand 09/2019
  - Gelände Leitstruktur 3, Korridor 2, Stand 01/2020
  - Burgauer Straße bei Hochwasserableitung, Stand 04/2020
  - Mündung Mindelkanal, Stand 08/2020
  - Böschung Konzenberger Str., Stand 10/2020

- Kantenlinien Mindelufer bei gepl. Ausleitungsschwelle, Stand 04/2021
  - Augsburgs Straße, Stand 02/2021
  - Erlenbach (innerörtlicher Bereich), Stand 04/2022
- Daten zum Kanal Angerwiese gem. Kanalbefahrung, Stadt Burgau, Stand 06/2016
- Planunterlagen der BAB 8 zur Verlegung des Erlenbaches mit Querungsbauwerk BAB, T+R-Platz Burgauer See, Autobahndirektion Südbayern, Stand 11/2012
- Planunterlagen der BAB 8 zum RRB12, Autobahndirektion Südbayern, Stand 08/2012
- Planunterlagen der BAB 8 zum VB13 (östl. Bahnlinie), Autobahndirektion Südbayern, Stand 01/2014
- Entwurfs-/Ausführungsplanung Ortsverbindungsstraße Burgau – Konzenberg, IB Degen, Stand 04/2008
- Fotos zur Mindelräumung im August 2012, WWA Donauwörth, Stand 10/2012
- Angaben zum Umbau des Wilden Wehres in 2014, WWA Donauwörth, Stand 01/2014
- Umbau Riedmühle gemäß Planung von 2003, WWA Donauwörth, Stand 01/2015
- Bauwerkspläne Kraftwerk Gerth und Kraftwerk Rother, WWA Donauwörth, Stand 05/2011
- Gebäude zur Anpassung Modell an aktuelle Gebäudesituation, WWA Donauwörth, Stand 11/2016
- Planunterlagen der BAB 8 zum VB13 (östl. Bahnlinie), Autobahndirektion Südbayern, Stand 01/2014
- Planung Neubau/Sanierung Brücke „Langer Steg“ in Burgau Hartinger Consult, Stand 03/2009
- Bestandsübersichtsplan Brücke „Langer Steg“ in Burgau, Hartinger Consult, Stand 03/2019
- Bemessungsabflüsse für HQ<sub>100</sub> der Mindel mit Erlenbach und Schwarzgraben, WWA Donauwörth, Stand 2008 mit Anpassung in 04/2017
- Bemessungsabflüsse für HQ<sub>40</sub> der Mindel mit Erlenbach und Schwarzgraben, WWA Donauwörth, Stand 09/2016

## 2.4 Hydraulisches Modell

Der Ist- und Planungszustand der HWS Maßnahmen werden mit einem zweidimensionalen hydro-dynamisch-numerischen 2D-Modell abgebildet. Die Ergebnisse des Planungszustandes



können mit denen des Istzustands (Referenzzustand) verglichen und somit die Wirksamkeit des HWS nachgewiesen oder evtl. Auswirkungen durch den HWS deutlich gemacht werden.

2D-Modelle werden heute im praktischen Wasserbau für viele Fragestellungen eingesetzt. Sie haben sich zu unverzichtbaren Werkzeugen in der Praxis entwickelt. Die 2d-Simulation basiert auf der Annahme, dass die Geschwindigkeit und Beschleunigung in vertikaler Richtung gleich null ist. Mit dieser Annahme lassen sich die Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen für jeden Berechnungsknoten aus den Navier-Stokes-Gleichungen ableiten.

Die 2D-Berechnung erfolgt mit dem Programm HYDRO\_AS-2D (Dr.-Ing. M. Nujic), das schwerpunktmäßig für die Berechnung von Damnbrüchen und Flutwellenausbreitungen entwickelt wurde. Auf Basis der Finite-Volumen-Methode erfolgt die räumliche Diskretisierung unter Berücksichtigung von Bruchkanten und lokal erhöhter Netzauflösung mittels linearer Dreiecks- und Viereckselemente. Das Pre- und Postprocessing erfolgt mit dem Programm Surface Water Modeling System (SMS; AQUAVEO; USA).

Das numerische Verfahren basiert auf der diskreten Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen, auch als Flachwassergleichung bekannt. Die räumliche Diskretisierung erfolgt mit dem Finite-Volumen Ansatz. In HYDRO\_AS-2D werden folgende, für die Modellierung von Strömungs- und Abflussvorgängen wesentliche Eigenschaften berücksichtigt:

- Massen- und Impulserhaltung,
- hohe Stabilität und Genauigkeit für ein breites Spektrum an Fließverhältnissen und
- zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs.

Die Berechnung des Reibungsgefälles erfolgt nach der Formel von Darcy-Weisbach, wobei das Reibungsgefälle aus dem anzugebenden Manningwert ( $n$ ) berechnet wird. Hierbei wird der hydraulische Radius gleich der Wassertiefe gesetzt.

## **2.4.1 Modellerstellung**

Das Strömungsmodell HYDRO\_AS-2D arbeitet mit einem aus Vierecks- und Dreieckselementen bestehenden Berechnungsnetz. Die Verwendung eines kombinierten Gitters aus Drei- und Vierecken ermöglicht eine sehr gute Anpassung des Berechnungsnetzes an die topografischen und hydrodynamischen Gegebenheiten des Geländes. Somit werden Gewässer-, Deich- und Wegverläufe im Berechnungsmodell sehr genau abgebildet.

Mithilfe von LASER\_AS-2D wird das Berechnungsnetz des Vorlandes bis zur Böschungsoberkante des Gewässers aus dem DGM erzeugt (Dreieckselemente). Flussschläuche werden mit dem Programm FLUSSNETZ aufbereitet (Viereckselemente).

### **2.4.1.1 Flussschlauch**

Das DGM des Flussschlauches (zwischen BAB8 bei ca. Fl.km 14,300 und Fl.km 9,000 der Mindel) wird mit dem Programm FLUSSNETZ aus der Uferlinie und den Flussquerprofilen (Regelprofilen) jeweils zwischen den Sonderbauwerken (Brücken, Wehranlagen, Durchlässen, Zusammenflüsse) erstellt. Sonderbauwerke werden händisch gemäß Vermessungsdaten modelliert und in das aus Regelprofilen generierte Flussschlauchnetz eingehängt. Die Uferlinie entspricht der Böschungsoberkante der Vermessung.

Der Abstand der Regelprofile an der Mindel inkl. Nebenarmen innerorts beträgt 250 m (Abstand der Hektometersteine). An hydraulisch relevanten Stellen und Sonderbauwerken sind die Vermessungsprofile entsprechend verdichtet.

An Erlenbach, Kulturgraben und Scheidgraben liegen Regelprofile jeweils an der Ein- und Auslaufseite eines Sonderbauwerkes vor. Die Böschungsoberkante (BOK) wird zwischen den

Regelprofilen interpoliert. Die Flussschläuche werden zunächst aus den Vermessungsdaten von S+W generiert und bei evtl. Bedarf durch spätere Ergänzungsvermessung ergänzt.

Das Netz der Flussschläuche besteht aus Rechteckselementen und passt sich von der Form her dem zu erwartenden Strömungsverlauf an. An hydraulisch relevanten Stellen (Aufteilungen, Zusammenflüssen, Sohlrampen) wird das Flussschlauchnetz verfeinert.

Gewässer	Durchschnittliche Breite zwischen den BOK	Anzahl Elemente quer zur Fließrichtung	Durchschnittliches Verhältnis von Elementlänge zu -breite	Durchschnittliche Fläche eines Elementes im Flussschlauch
	[m]	[Stck]	[L/B]	[m²]
Mindel	20 – 30	20 - 30	2:1	2
Mindelkanal	8	8	2:1	2
Mindel an der Bleiche	10 - 12	10 - 12	2:1	2
Brühlmindel	20 - 22	20 - 22	2:1	2
Erlenbach	4 - 5	4 - 5	2:1	2
Kulturgraben	5 - 8	5 - 8	2:1	2
Scheidgraben	5 - 8	5 - 8	2:1	2

Tab. 1: Angaben zur Diskretisierung der Flussschlauchnetzte

#### 2.4.1.2 Vorland

Die vorliegenden DGM-Daten aus der Laserscanbefliegung werden mit dem Programm LASER\_AS-2d ausgedünnt. Dieses Programm beinhaltet eine automatische Bruchkantenerkennung.

Neu gebaute bzw. im Zuge der Bearbeitung realisierte Straßen und Bauwerke wurden gemäß Ausführungsplanung bzw. Bestandsdaten aufbereitet und im Modell berücksichtigt oder bei Bedarf durch spätere Ergänzungsvermessung ergänzt.

Die Ausdünnung der Laserscanning-Daten und die Verknüpfung des Vorlandnetzes mit dem Flussschlauchnetz erfolgt automatisiert mit dem Programm LASER\_AS-2d.

Bei der Ausdünnung werden folgende Parameter angesetzt (Datei Laser-in.dat):

Gewählter Wert	Beschreibung Parameter
1.0	Rasterabstand [m] des Grundlagen-DGM
0.30, 0.50	Höhentoleranz [m]: dz1: Standardwert, dz2: für mit Tol_z.map definierte Bereiche)
6.0	Redistribute (dl) [m], Abstand für gleichmäßige Punktverteilung entlang generierten Bruchkanten; empfohlener Wert 6 – 8 m;
1	Radius für die Ermittlung der Maximalwerte (z. B. Deichkrone)

Gewählter Wert	Beschreibung Parameter
0	Koeffizient für Auswertung DGM bzgl. Maximalwerten von Bruchkantenpunkten 0 = Standardwert, die Nachbarn-Bruchkantenpunkte werden für die Bestimmung der Maximalwerte nicht verwendet 1 = Die Nachbarn-Bruchkantenpunkte werden für die Bestimmung der Maximalwerte verwendet
0.15	Filterungsgrad DGM: 0 = keine Filterung; 0.15 = Standardfilterung 0.25 = maximale Filterung
6., 30	Redistribute - Punktabstand [m], (dl) + Winkeländerung für durch zusätzliche Bruchkantendatei vorgegebene Geländekanten
0., 30	Redistribute - Punktabstand [m], (dl) + Winkeländerung für durch Datei vorgegebene Gebäude
10., 30	Redistribute - Punktabstand [m], (dl) + Winkeländerung für durch Datei vorgegebene Umgrenzung (Umgrenzung.map)
200.	./.
Flag	Definiert Qualität des resultierenden DGMs
2, 2	DGM_Qualität = (1...4), dl_min = (1...4) 1 = geringere Genauigkeit, weniger Netzknoten 4 = höhere Genauigkeit, mehr Netzknoten

Tab. 2: Eingabeparameter für LASER\_AS-2D

Gebäude sind aus dem Modell ausgestanzt. D. h. es findet keine Durchströmung der Gebäude statt. Grundlage für die Gebäude ist die digitale Flurkarte.

### 2.4.1.3 Berechnungsnetz

Flussschlauchnetz und Vorlandnetz werden anschließend zum eigentlichen Berechnungsmodell verknüpft.

Für den Bereich von Burgau wird zwischen BAB8 bei ca. Fl.km 14,300 und Fl.km 9,000 ein Berechnungsmodell aus Laserscandaten, Ergänzungsvermessungsdaten des Vorlandes und Vermessungsdaten des Flussschlauches erstellt.

Für den Bereich zwischen Fl.km 9,00 der Mindel und der Mündung in die Donau wird auf ein bestehendes Berechnungsmodell des WWA Donauwörth zurückgegriffen, so dass von der BAB8 bis zur Mündung in die Donau ein zusammenhängendes Berechnungsmodell entsteht.

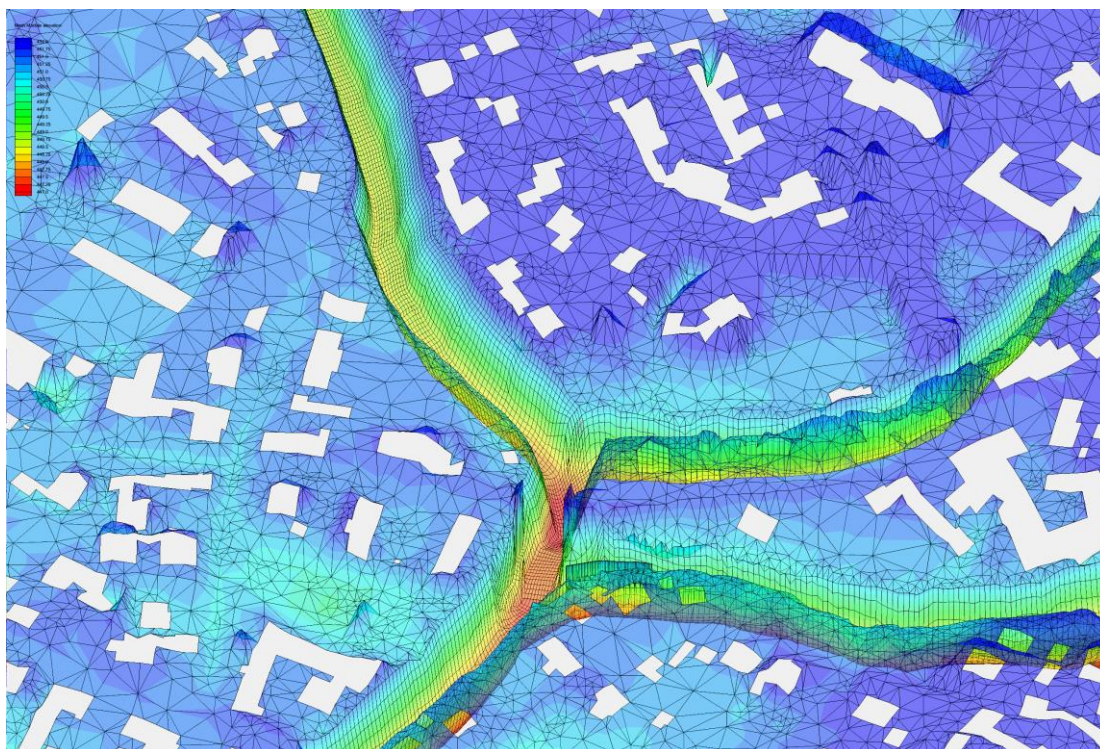


Abb. 2: Perspektivische Ansicht des Rechengitters im Bereich des Zusammenflusses von Brühlmündel, Mindel an der Bleiche und Mindelkanal mit ausgestanzten Gebäuden

Berechnungsmodell	Burgau	Offingen	Gesamt
Anzahl Knoten [Stück]	599.210	48.477	647.687
Anzahl Elemente [Stück]	986.371	58.035	1.044.406
Fläche Berechnungsmodell [m²]	15.435.323	7.310.292	22.745.615

Tab. 3: Zusammenstellung Eckdaten Berechnungsmodelle

## 2.4.2 Rauheitsbeiwerte

Die Materialbelegung des Vorlandes erfolgt anhand von ATKIS-Daten. Dabei wurden die Material-IDs und Stricklerwerte entsprechend den Angaben in [2, 3, 6, 7, 11] spezifiziert. Im Rahmen der Abstimmung mit dem WWA werden die nicht in [2] gelisteten Flächennutzungsarten mit Rauheitsbeiwerten belegt bzw. entsprechend der örtlichen Gegebenheiten angepasst und festgelegt. Die Rauheitsbeiwerte für das Berechnungsmodell Offingen werden direkt aus der Berechnung übernommen. Neu geplante Maßnahmen werden gemäß Angaben in der Objektplanung als Flächennutzungsart berücksichtigt und ein Rauheitsbeiwert aus der Literatur zugeordnet.

Die Rauheitswerte (Strickler-Werte  $k_{st}$ ) für die verschiedenen Flächennutzungen im Vorlandbereich der Bestands- und Planungsmodelle zwischen Fl.km 14,300 bis Fl.km 9,000 (im Bereich der Stadt Burgau) sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Einzelne Bauwerke (Krafthäuser an den Wehren, Brückenpfeiler im Flussschlauch) werden als „disable“ = nicht durchströmbar angesetzt.

Mate- rial-ID	Flächennutzungsart	Rauheitsbeiwert nach Strickler in $m^{1/3}/s$
1. Berechnungsmodell Burgau Bestand		
0	Disable	nicht durchströmbar
1	Mindel	30.00
2	Uferböschung Mindel	25.00
3	Erlenbach	33.00
4	Uferböschung Erlenbach	25.00
5	Kulturgraben	28.00
6	Uferböschung Kulturgraben	20.00
7	Schwarzgraben	28.00
8	Uferböschung Schwarzgraben	20.00
9	Brücke	33.00
10	Ufermauer Beton	45.00
11	ABBAUFLAECH	13.00
12	ACKER	14.00
13	BETRIEBSFL_SONST	12.00
14	BLOCKBEBAUUNG	15.00
15	FABRIKGEBAEUDE	15.00
16	FLAECH_SONST	20.00
17	FREIFLAECH_SONST	21.00
18	FREIFLAECHE	18.00
19	FREIZEITANLAGE	22.00
20	GRUENLAND	20.00
21	HOCHSTAUDEN	12.00
22	INDUSTRIEFLAECH	15.00
23	KIESBANK	22.00
24	KLAERANLAGE	15.00
25	KULTURFLAECH	20.00
26	LAUBWALD	10.00
27	MISCHWALD	10.00
28	MOOR	17.00
29	NADELWALD	10.00
30	NASSWIESE	20.00
31	OHNE_VEGETATION	18.00
32	PAPPELFORST	10.00
33	PARKPLATZ	40.00
34	ROEHRICHT	17.00
35	SPORTANLAGE	22.00
36	STILLGEWAESSER	30.00
37	STRAEUCHER	15.00
38	STRASSE_BEFESTIGT	40.00



Mate- rial-ID	Flächennutzungsart	Rauheitsbeiwert nach Strickler in $m^{1/3}/s$
39	STRASSE_UNBEFESTIGT	35.00
40	STUETZMAUER	40.00
41	SUKZESSION	21.00
42	UFERBEFEST_MAUER	40.00
43	UFERBEFEST_SONSTIGE	25.00
44	VER_ENTSORGUNG	13.00
45	VERKEHRSFLÄCHE_SONSTIGE	35.00
46	WOHNGEBAEUDE	16.00
47	Scheidgraben	28.00
48	Uferböschung Scheidgraben	25.00
49	Gräben Ost (östlich der Bahnlinie)	28.00
50	Uferböschung Gräben Ost (östlich der Bahnlinie)	25.00
51	Mindelkanal Riedwehr bis Kraftwerk Gerth	20.00
52	Mindelkanal KW Gerth bis KW Rother	30.00
53	Bahnbegleitweg	35.00
54	Bahndamm	33.00
56	RRB BAB8	25.00
57	Strommast	45.00
58	Umspannwerk LEW	18.00
59	Fischpass	33.00
86	Rest (sonstige nicht über ATKIS belegbare Fläche)	20.00
87	Vorland (sonstige nicht über ATKIS belegbare Fläche)	20.00
<b>2. Berechnungsmodell Burgau Planung</b>		
55	HRB-Damm	20.00
60	Querung Bahnlinie und Beton glatt, Stahlbeton	75.00
61	Blocksteine/Steinsatz	27.00
62	Sohlsicherung Querungsbauwerk Bahn Süd	20.00
63	Gewerbegebiet	15.00
64	Sohlsicherung Durchlass	50.00
65	Bruehlmindel IM	30.00
66	Rohrpressung DN1000 (glatter Beton, Fertigteile)	95.00
67	Spundwand	35.00
	Durchlässe Röfinger und Burgauer Straße	33.00
	Sohlsicherung Zu- und Ablaufbereich Straßenquerungen	25.00
	Trockenmauer aus Natursteinquadern	20.00

Tab. 4: Materialbelegung

## 2.4.3 Bauwerke

### 2.4.3.1 Kraftwerke und Wehranlagen

In dem Untersuchungsgebiet befinden sich 3 hydraulisch relevante Kraftwerke mit Wehranlage sowie 2 Teilungswehre, die anhand der vorliegenden Vermessungsdaten / Querprofilen in das Modell eingefügt werden.

Zusätzlich liegen zur Konstruktion der Kraftwerke Bauwerkspläne und Fotos von der Mindelräumung in Burgau im Sommer 2012 vor, die ebenfalls für die Modellierung der Kraftwerke hinzugezogen werden, da die Vermessungspunkte die unterhalb des Wasserspiegels zu vermessen waren nicht zu 100 % an den vorgegebenen Punkten liegen. Z. B. können die Flügelwände am Kraftwerk Rother am Übergang in die Sohle nicht exakt vom Vermesser getroffen werden (Strömung und keine Sicht zum Grund).

Kraftwerke:	Kraftwerk Riedmühle	Fl.km ca. 9.600
	Kraftwerk Rother	Fl.km 11.940
	Kraftwerk Gerth	Fl.km 12.205

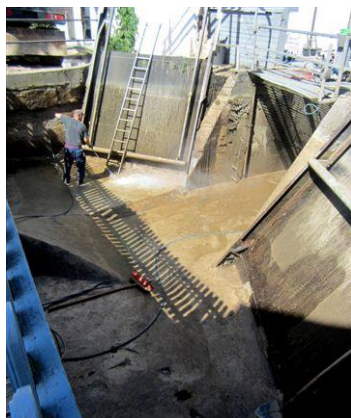


Abb. 3: Foto links: Einlaufseite Kraftwerk Rother bei trocken gelegtem Mindelkanal, rechtes Foto: Einlaufseite Kraftwerk Gerth bei trocken gelegtem Mindelkanal

Teilungswehre:	Ried-/Schleifwehr	Fl.km 12.300
	Wildes Wehr	Fl.km 12.900

Gemäß der standardmäßigen Annahme der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung werden die Leerschüsse an den Kraftwerken für HQ<sub>100</sub> als vollständig geöffnet angesetzt. Die Turbinen an den Kraftwerken wurden als geschlossen („disable“) angesetzt. Die Einhaltung der n-1-Regel fällt in den Verantwortungsbereich des jeweiligen Betreibers.

### 2.4.3.2 Brücken, Durchlässe und Verrohrungen

Brücken werden gemäß den Vermessungsdaten einzeln für das 2d-Berechnungsmodell konstruiert. Die konstruktiven Brückenunterkanten (KUK) wurden aus den vorliegenden Vermessungsdaten / Querprofilen in das Modell übernommen. Dadurch wird bei einem evtl. Einstau der Brücken der auftretende Druckabfluss unter der Brücke modelltechnisch berücksichtigt. Bei Bogenbrücken werden die Höhen der KUK entsprechend der Bogenform angepasst.

Maßgebliche Brückenpfeiler im Flussschlauch werden als nicht durchströmbar („disable“) angesetzt.

Abflussrelevante Durchlässe unter Straßen, Eisenbahnlinien und Verrohrungen werden mit den vermessenen Abmessungen mit Boundary Conditions/Randbedingungen (z.B. sog. Nodest-rings) auf Basis eines empirischen Berechnungsansatzes (1-D Element) berücksichtigt.

#### **2.4.4 Auslauf- und Zulauf**

Das Berechnungsmodell erstreckt sich von Fl.km Mindel 14,250 (BAB 8) bis zur Mündung der Mindel in die Donau nordöstlich von Offingen (Fl.km Mindel 0,000).

Der Bereich Burgau wird zwischen BAB8 bei ca. Fl.km 14,300 und Fl.km 9,000 neu aufgebaut. Für den Bereich zwischen Fl.km 9,00 und der Mündung der Mindel in die Donau wird auf das bestehende Berechnungsmodell des WWA Donauwörth zurückgegriffen.

Die Randbedingung für die Mündung der Mindel in die Donau wird somit aus dem zur Verfügung gestellten Berechnungsmodell übernommen. Es handelt sich um eine Wasserstands-Abfluss-Beziehung (WQ-Beziehung).

In das Berechnungsmodell gibt es Zuläufe von Mindel, Kammel, Erlenbach und Schwarzgraben. Für die genannten Gewässer stehen Ganglinien für die zu Betrachtenden Lastfälle zur Verfügung (vgl. Kap. Hydrologie).

Der Verlauf der Ganglinien wird im Abstand von 600 s diskretisiert, um die Hochwasserwellen eindeutig abzubilden.

#### **2.4.5 Berechnungssteuerung**

Die Rechenläufe werden mit der Software HYDRO\_AS-2d, Version 4.1.0, durchgeführt. Die Berechnungssteuerung erfolgt mit folgenden modellinternen Parametern:

- Timestep: 1 800 s
- Total time: 518 400 s
- Zeitintervall SMS: 3 600 s
- Hmin: 0.01 m
- VELMAX: 15.0 m/s
- Amin: 1.5
- CMUVISC: 0.6
- SCF: 1



## 2.4.6 Kalibrierung/Plausibilisierung

Ein exakt dokumentiertes Hochwasserereignis anhand dessen das Berechnungsmodell kalibriert werden könnte, liegt dem WWA nicht vor.

Im Jahr 2013 führte die Mindel im Juni Hochwasser. Dieses Hochwasserereignis wurde von der freiwilligen Feuerwehr Burgau und dem WWA ausreichend dokumentiert, um mit diesem Ereignis eine Plausibilitätsprüfung des erstellten Berechnungsmodells durchführen zu können. Der Abfluss der Mindel betrug am Pegel in Offingen 120 m³/s (Angabe des Hochwassernachrichtendienstes Bayern, [www.hnd.bayern.de](http://www.hnd.bayern.de)). Die Nachrechnung des Hochwasserereignisses von 2013 wird auch durchgeführt, um das vom WWA an den Hydrogeologen beauftragte Grundwassermodell kalibrieren zu können.

### 2.4.6.1 Beobachtungen der freiwilligen Feuerwehr Burgau zum Hochwasser im Juni 2013

- Außer der Angerwiese gab es keine wesentlichen Überflutungen und Ausuferungen innerhalb des Siedlungsgebiets durch die Mindel und ihre Nebenarme.
- Die Mindel ist zwischen BAB 8 und dem Siedlungsgebiet Burgau hauptsächlich auf der Westseite übergetreten und hat den Schwarzgraben beaufschlagt. Darauf ist die Überflutung der Kleingartenanlage zurückzuführen. Überflutungen auf der Ostseite der Mindel sind hauptsächlich auf das Überlaufen des Burgauer Sees durch Zuflüsse aus dem Erlenbach zurückzuführen.
- Der Erlenbach wäre ohne die Überleitungen in den Burgauer See wohl übergelaufen. So gab es im Stadtgebiet nur einzelne Ausuferungen.
- Die Angerwiese ist beim Hochwasser vollgelaufen und hat einen Wasserstand von ca. 454.00 m+NN erreicht.
- An der Brühlmindel gab es keine Ausuferungen. Bei den festgestellten Wasserflächen auf den Wiesen zwischen Industriestraße 27 und Haldenwanger Str. 18, östlich der Brühlmindel, handelt es sich um Druck- bzw. Stauwasser.
- Die Überflutungen, die südlich von Burgau (landwirtschaftliche Flächen, Kleingartenanlage, Tennisplätze) aufgetreten sind, stimmen nach den Beobachtungen der Stadt Burgau und der freiwilligen Feuerwehr (FFW Burgau) ungefähr mit den Flutflächen überein, die sich in Zusammenhang mit der HRB-Bemessung aus der 2d-hydraulischen Berechnung bei einem Mindelabfluss von 70 bzw. 74 m³/s ergeben haben. Demzufolge ist der mit ca. 65 bis 70 m³/s für Burgau geschätzte Spitzenabfluss des Hochwassers vom 10./11. Juni 2013 realistisch.
- Lt. Dokumentation zum Einsatzverlauf der FFW Burgau wurden bis 10.06.2013 keine Aufzeichnungen gemacht. Beobachtungen zum Hochwasser liegen ab dem 10.06.2013 vor. D. h. die erste „Hochwasserwelle“ im Zeitraum zwischen 25.05.2013 und 10.06.2013 führte zu keinen Problemen (vgl. Abbildung der Ganglinien unter Punkt 2 „Pegelbeobachtungen des Hochwassernachrichtendienst (HND) Bayern“).
- Alle Wehre am Wilden Wehr und am Riedwehr wurden während des Hochwassers von den Betreibern Mittelmeier (KW Gerth) und Rother (KW Rother) vollständig geöffnet.

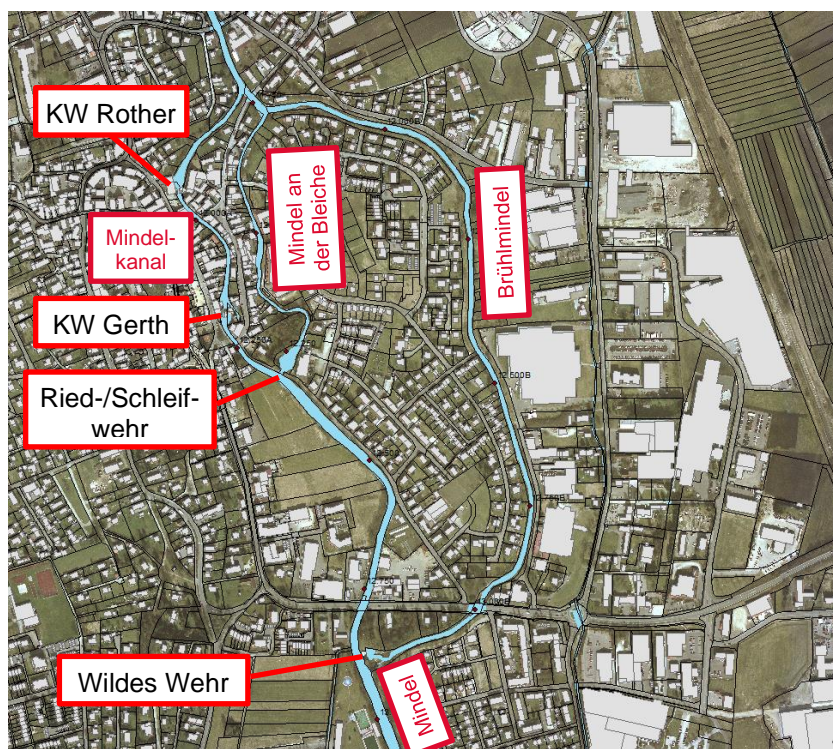


Abb. 4: Lage Wehre und Kraftwerke

#### 2.4.6.2 Pegelbeobachtungen des HND Bayern

- Anhand der Aufzeichnungen der Pegel Offingen für die Mindel und Pegel Remshart für die Kammel, wird eine Hochwasserspitze am 11.06.2013 von rd. 70 bis 75 m<sup>3</sup>/s für die Mindel in Burgau abgeschätzt. Dabei wird der Abfluss der Kammel berücksichtigt und der Abflussanteil aus dem Einzugsgebiet des Erlenbachs und dem Gebiet zwischen Burgau und Offingen wird mit bis ca. 15 m<sup>3</sup>/s geschätzt.
- In der folgenden Grafik der Hochwasserganglinien des HND wird die Ermittlung der Abflussganglinie der Mindel in Burgau, die für die Nachrechnung des Hochwassers vom Juni 2013 angesetzt wird, verdeutlicht:

	hellblaue Linie	Abfluss Mindel am Pegel Offingen
Abzgl.	grüne Linie	Abfluss Kammel am Pegel Remshart
	mittelblaue Linie	Differenz zwischen Pegel Offingen und Remshart
Abzgl.	lilafarbene Linie	Geschätzte Abflussanteile aus Einzugsgebiet Erlenbach und dem Gebiet zwischen Burgau und Offingen
	<b>Rote Linie</b>	<b>Rekonstruierte Hochwasserganglinie für Burgau an der BAB 8</b>

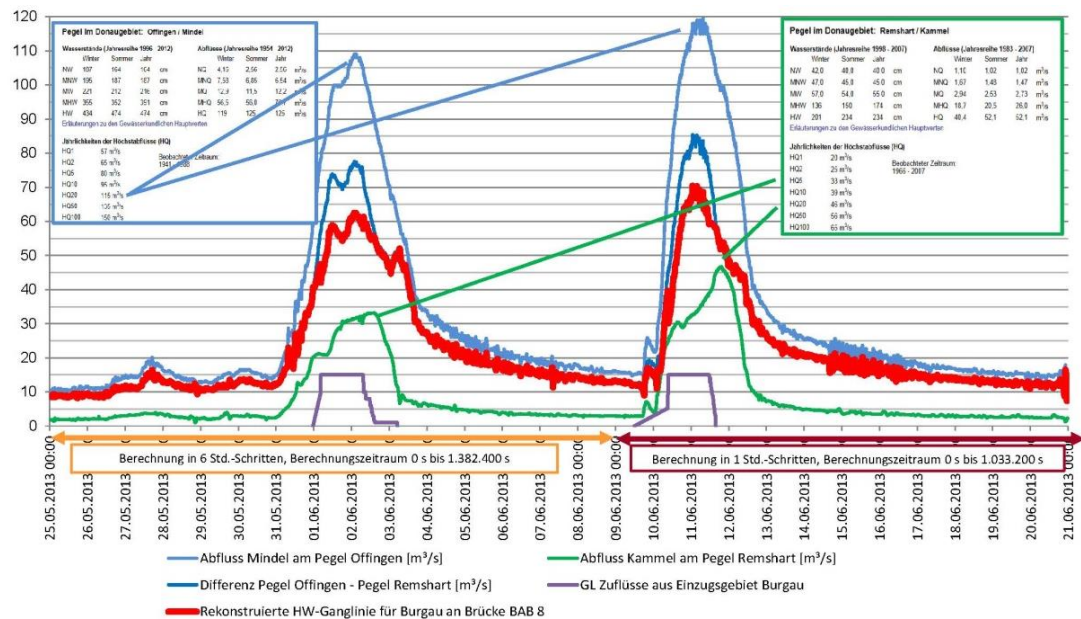


Abb. 5: Ganglinien Hochwasser Mai/Juni 2013 an Mindel und Kammel mit rekonstruierter Ganglinie für Nachrechnung HW-Ereignis (X-Achse: Dauer Hochwasser in Stunden, Y-Achse: Abfluss in m³/s)

#### 2.4.6.3 Nachrechnung des Hochwassers von Juni 2013 im 2d-Berechnungsmodell

Die o. g. rote, rekonstruierte Ganglinie wird an der Brücke der BAB 8 über die Mindel in das Berechnungsmodell zugegeben; eine Berücksichtigung des Abflusses im Erlenbaches erfolgt nicht, da zum Erlenbach keine auswertbaren Pegeldata vorliegen.

Die Berechnung erfolgt in 2 Zeitabschnitten. Die Berechnung in 2 Zeitabschnitten ergibt sich aus den Abstimmungen zur Kalibrierung des Grundwassermodells.

##### (1) Vom 25.05.2013 00:00 Uhr bis 11.06.2013 12:00 Uhr:

Dem ersten Zeitschnitt wird über eine Dauer von 24 Std ein konstanter Abfluss, der dem Mittelwasserabfluss der Mindel entspricht ( $Q=8,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ) vorgeschaltet.

Die Ergebnisdaten des ersten Berechnungszeitabschnittes werden in 6 Stunden-Schritten ausgegeben.

##### (2) Vom 09.06.2013 00:00 Uhr bis 20.06.2013 23:45 Uhr:

Der zweite Zeitabschnitt überlagert sich zwischen dem 09.06.2013 00:00 Uhr bis 11.06.2013 12:00 Uhr, um im 2. Berechnungszeitabschnitt die 2. Hochwasserwelle korrekt zu berechnen.

Die Ergebnisdaten des zweiten Berechnungszeitabschnittes werden in 1 Stunden-Schritten ausgegeben.

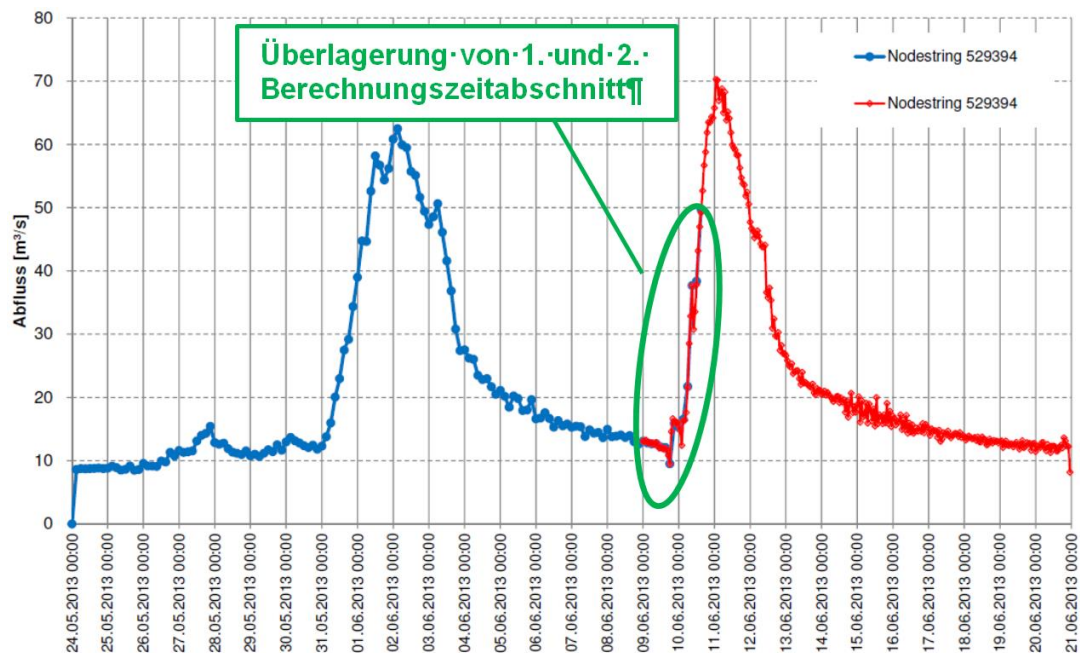


Abb. 6: Rekonstruierte Ganglinie für Nachrechnung HW-Ereignis Juni 2013; Abflüsse kombiniert aus den Ergebnisdateien der beiden Berechnungsabschnitte (X-Achse: Dauer Hochwasser in Stunden, Y-Achse: Abfluss in m³/s)

#### 2.4.6.4 Ergebnisse der Nachrechnung des Hochwassers der Mindel von Juni 2013

Die Ergebnisse der Berechnung werden mit den Beobachtungen vor Ort abgeglichen.

Lt. Dokumentation zum Einsatzverlauf der FFW Burgau wurden bis 10.06.2013 keine Aufzeichnungen gemacht. Beobachtungen zum Hochwasser liegen ab dem 10.06.2013 vor.

Dies deckt sich mit den Berechnungsergebnissen des 1. Berechnungszeitabschnittes.

Erst die zweite Hochwasserwelle (ab dem 09.06.2013) führte zu Problemen.

Die Beobachtungen der FFW Burgau sind mit genauem Datum und Uhrzeit dokumentiert.

Die 2d-Berechnung erfolgt ebenfalls nach Datum und Uhrzeit. Die berechneten Ausuferungen decken sich in Ausdehnung und Zeitpunkt des Auftretens sehr gut mit den Beobachtungen, so dass keine weitere Anpassung der rekonstruierten Ganglinie der Mindel für Burgau notwendig ist.

#### 2.4.6.5 Fazit

Die vorliegende Nachrechnung des Hochwassers der Mindel von Juni 2013 deckt sich mit den örtlichen Beobachtungen. Die Plausibilität des erstellten Modells ist somit nachgewiesen.

## 2.5 Hydrologie

### 2.5.1 Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet der Mindel bis zum Pegel in Offingen bei Fl.km 3,190 der Mindel beträgt 953 km². Die Mindel ist 78 km lang.



Die Mindel entspringt an der Mindelmühle bei Ronsberg (Lkr. Ostallgäu) und mündet nordöstlich von Offingen in die Donau. Die Höhendifferenz zwischen Quelle und Mündung in die Donau beträgt ca. 330 m.

Bei Fl.km 6,81 mündet die Kammel (Gew. II) in die Mindel.

Das Siedlungsgebiet Burgau erstreckt sich zwischen ca. Fl.km 13,300 bis ca. Fl.km 11,000.

## 2.5.2 Pegel, Abflüsse

Die Mindel ist im Planungsbereich gemäß Art. 2 Bay WG ein Gewässer I. Ordnung. Für die Mindel im Bereich des Pegels Offingen bei Fl.km 3,190 sind gemäß Hochwassernachrichtendienst Bayern ([www.hnd.bayern.de](http://www.hnd.bayern.de)) folgende gewässerkundliche Daten bekannt:

• Niedrigwasserabfluss	NQ	=	2,56	m³/s
• Mittlerer Niedrigwasserabfluss	MNQ	=	6,53	m³/s
• Mittlerer Abfluss	MQ	=	12,2	m³/s
• Mittlerer Hochwasserabfluss	MHQ	=	70,8	m³/s
• Hochwasserabfluss	HQ	=	125	m³/s
• 50jährliches Hochwasser	HQ <sub>50</sub>	=	135	m³/s
• 100jährliches Hochwasser	HQ <sub>100</sub>	=	150	m³/s

Der Abfluss der Mindel am Pegel Offingen betrug nach Angabe des Hochwassernachrichtendienstes beim Hochwasser im August 2002 125 m³/s und im Juni 2016 120 m³/s.

## 2.5.3 Bemessungs-/Berechnungsabflüsse

Für die 2d-hydraulischen Berechnungen wird vom WWA Donauwörth eine Ganglinie der Mindel bereitgestellt. Der Scheitelabfluss beträgt  $Q = 137 \text{ m}^3/\text{s}$  und beinhaltet bereits den Klimazuschlag von 15 %.

Der Bemessungs- und Scheitelabfluss des HQ<sub>100</sub> inkl. 15% Klimazuschlag für die HWS-Planungen in Burgau betragen gemäß Mindeltalstudie  $Q = 135 \text{ m}^3/\text{s}$ .

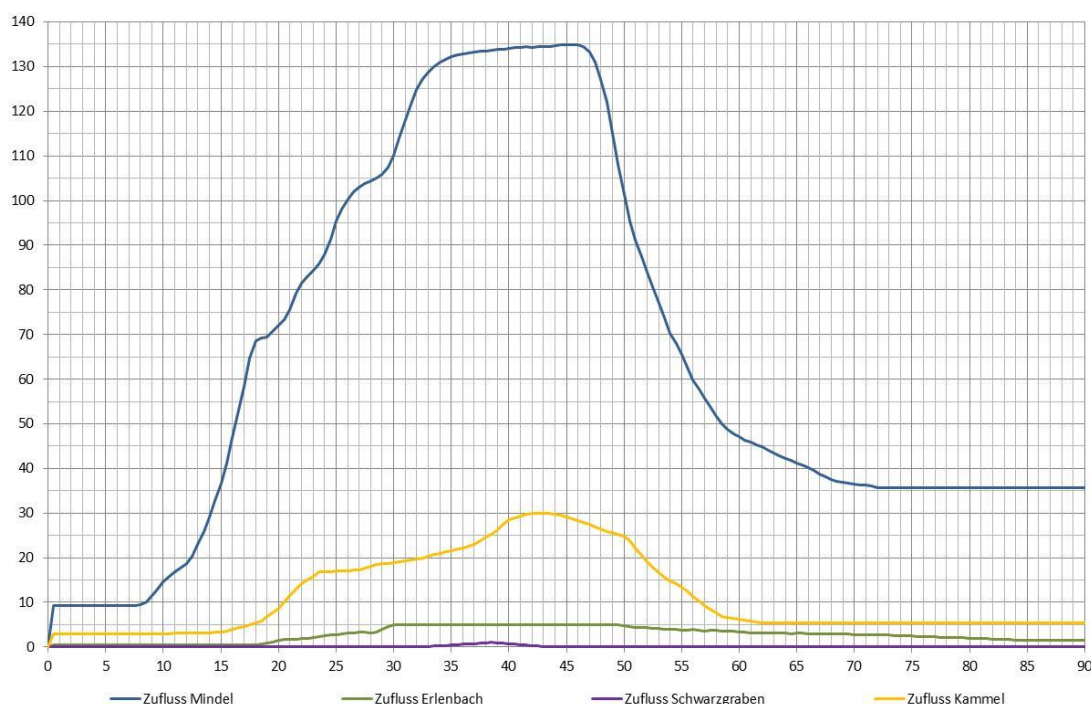


Abb. 7: Ganglinien HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor an den Zuflüssen in das Berechnungsmodell (X-Achse: Simulationsdauer in Stunden, Y-Achse: Abfluss in m³/s)

Die angegebenen Bemessungs-/Berechnungsabflüsse beziehen sich jeweils auf den Beginn des Berechnungsmodells bei der BAB 8 (ca. Fl.km 14,250) bzw. den Zufluss der Kammel in das vom WWA Don zur Verfügung gestellte Berechnungsmodell nördlich Burgau.

Lastfall	Gewässer	Abfluss	
HQ <sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor	Mindel	135,00	m³/s
	Erlenbach	5,00	m³/s
	Schwarzgraben	1,00	m³/s
	Kammel	30,00	m³/s

Tab. 5: Bemessungsabflüsse HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor

Der Bemessungsabfluss der Mindel für HQ<sub>100</sub> ohne Klimazuschlag beträgt für die Lage der Stadt Burgau 108 m³/s.

Lastfall	Gewässer	Abfluss	
HQ <sub>100</sub>	Mindel	108,00	m³/s
	Erlenbach	5,00	m³/s
	Schwarzgraben	1,00	m³/s
	Kammel	42,00	m³/s

Tab. 6: Bemessungsabflüsse HQ<sub>100</sub>

Der Bemessungsabfluss der Mindel für HQ<sub>40</sub> beträgt für die Lage der Stadt Burgau 100 m³/s.

Lastfall	Gewässer	Abfluss	
Ca. HQ <sub>40</sub>	Mindel	100,00	m³/s
	Erlenbach	5,00	m³/s
	Schwarzgarben	1,00	m³/s
	Kammel	30,00	m³/s

Tab. 7: Bemessungsabflüsse HQ<sub>40</sub>

## 2.6 Hydraulische Berechnungen Ist-Zustand

Die Ist-Zustände für das Bemessungsereignis HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor, HQ<sub>100</sub> und HQ<sub>40</sub> werden 2d-hydraulisch berechnet. Diese Berechnungen bilden den Referenzzustand für die Planung des HWS und für den Nachweis der Wirksamkeit der geplanten Maßnahmen.

Die 2d-hydraulischen Berechnungen werden instationär, also mit Berücksichtigung des Verlaufes der Ganglinien durchgeführt.

Berechnungsergebnisse liegen für jeden Knoten des Berechnungsmodells vor. Das Überschwemmungsgebiet sowie die zugehörigen Wassertiefen werden grafisch aufbereitet und in Lageplänen dargestellt.

### 2.6.1 Lastfall HQ<sub>100</sub> inkl. Klimazuschlag

Das Überschwemmungsgebiet mit den zugehörigen Wassertiefen beim Bemessungslastfall ist in Anlage 3.1 der Entwurfsplanung dargestellt.

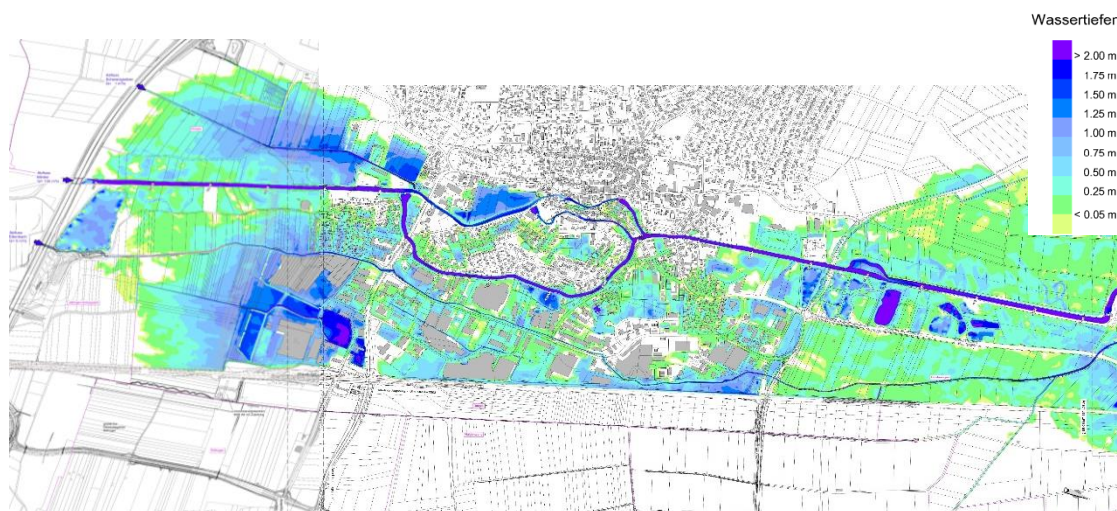


Abb. 8: Lageplanausschnitt aus Anlage 3.1 der Genehmigungsplanung

Die allgemeine Überflutungssituation ist im Folgenden kurz beschrieben. Für detaillierte Aussagen wird auf die Wassertiefenkarte (Anlage 3.1 der Genehmigungsplanung) verwiesen.

Das gesamte Stadtgebiet/Siedlungsgebiet Burgau ist von Hochwasser betroffen.

Es ergeben sich Ausuferungen bereits südlich des Siedlungsbereiches in das Gelände zwischen der BAB8 und dem südlichen Siedlungsrand. Diese reichen in unterschiedlichen Wassertiefen vom westlichen Rand der Kleingartenanlage bis zur Bahnlinie. Die Tennisplätze, das Eisstadion, das Freibad und der Bereich zwischen Eisstadion und Siedlungsbeginn sind betroffen.

Im innerörtlichen Bereich werden die Angerwiese und bereichsweise angrenzende Grundstücke geflutet. Weiter ergeben sich am Mindelkanal zwischen KW Gerth und KW Rother lokal kleinräumige Ausuferungen in geringer Wassertiefe. Östlich der Brühlmindel ergeben sich Ausuferungen durch die Mindel und den Erlenbach; ebenfalls in unterschiedlichen Tiefen. Der Sportplatz ist geflutet. Gegenüber der Kläranlage uferf die Mindel in Richtung Osten aus.

Nördlich der Konzenberger Straße werden Ausuferungen an der Mindel und am Erlenbach in das Vorland berechnet. Diese liegen überwiegend auf der westlichen Seite der Bahnlinie Augsburg-Ulm und reichen bis zur ST 2024.

Der Abfluss in der Mindel nördlich der Rückleitung / Ausleitung im Ist-Zustand (HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor) beträgt 74,9 m³/s. Der linksseitige Stauhaltungsdamm der Riedmühle wird nicht überströmt. Das Wasser westlich des Stauhaltungsdammes uferf weiter südlich aus und fließt in nördlicher Richtung parallel zum Stauhaltungsdamm ab.

### **2.6.2 Lastfall HQ<sub>100</sub>**

Die Flutungsfläche vom Lastfall HQ<sub>100</sub> ist in Anlage 3.8 der Genehmigungsplanung als hellgelbe Fläche dargestellt.

Die Überflutungssituation gleicht der des Bemessungslastfalles, jedoch sind die Ausuferungen insgesamt etwas geringer als im Bemessungslastfall HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor.

### **2.6.3 Lastfall ca. HQ<sub>40</sub>**

Die Flutungsfläche vom Lastfall ca. HQ<sub>40</sub> ist in Anlage 3.7 der Genehmigungsplanung als hellgelbe Fläche dargestellt.

Die Überflutungssituation gleicht der des HQ<sub>100</sub>, jedoch sind die Ausuferungen insgesamt geringer als beim HQ<sub>100</sub>.

### **2.6.4 Leistungsfähigkeit Gewässer innerorts**

Für die Ausarbeitung des HWS der ersten Phase wurde mit Hilfe einer weiteren 2d-hydraulischen Berechnung die Wassermenge ermittelt, die durch Burgau bei vollständig geöffneten Stauanlagen der Teilungswehre und der Kraftwerke abgeleitet werden kann. Die Kraftwerke werden dabei als abgeschaltet angenommen.

Ergebnis ist, dass in der Mindel mit ihren Nebenarmen insgesamt rd. 65 m³/s schadlos abgeleitet werden können. Somit wurde der Drosselabfluss der ersten Umsetzungsphase des HWS Burgau aus dem HRB zu 65 m³/s festgelegt. Für die vorliegende zweite Planungsphase (vgl. Kap. 2.7) wird der Drosselabfluss auf 75 m³/s erhöht (vgl. Erläuterungen in Kap. 2.7.3).

Die 2d-hydraulische Berechnung des Erlenbaches zeigt, dass rd. 3 m³/s mit kleinräumigen und beherrschbaren Ausuferungen abgeleitet werden können. Zwischen der Querung mit der Industriestraße und der Konzenberger Straße ist die Leistungsfähigkeit des Erlenbaches unter 3 m³/s. Bei einem Abfluss von 3 m³/s bilden sich daher rechtsseitig kleinräumige Ausuferungen in Folge des Rückstaus südlich der Querung mit der Konzenberger Straße. Der in der Phase eins festgelegte Drosselabfluss wird für Phase zwei (vgl. Kap. 2.7) mit 3 m³/s beibehalten.



Der Erlenbach ist ein Gewässer 3. Ordnung und liegt somit im Zuständigkeitsbereich der Stadt Burgau. Die Notwendigkeit einer weiteren Drosselung des Erlenbaches im Zuge des HWS Burgau (nur bezogen auf Gew. I) ist somit auch nicht gegeben. Für Maßnahmen zum HWS am Erlenbach ist die Stadt Burgau bzw. der Katastrophenschutz im Hochwasserfall zuständig.

## 2.7 Geplante Maßnahmen

Zum Schutz der Stadt Burgau vor Hochwasserereignissen bis zu einem 100-jährlichen Ereignis (inkl. 15% Klimazuschlag) wurde ein Hochwasserschutzkonzept entwickelt, das sich aus vier grundsätzlichen Komponenten zusammensetzt:

- Hochwasserrückhaltebecken südlich von Burgau
- Innerörtliche Maßnahmen zur Abflusssicherung
- Hochwasserableitung
- Hochwasserrückleitung

Die HWS-Komponenten sollen in zwei voneinander unabhängigen Planungs- und Realisierungsphasen umgesetzt werden.

Die erste Phase bezieht sich auf das bereits planfestgestellte Hochwasserrückhaltebecken (HRB). Dieses ist nicht Gegenstand dieser Entwurfs- und Genehmigungsplanung.

Die zweite Phase bezieht sich auf die Maßnahmen zur Ableitung eines Teils des Hochwasserabflusses östlich der Bahnstrecke Augsburg-Ulm samt Rückleitung nördlich von Burgau in das aktuelle Hochwasserüberschwemmungsgebiet der Mindel und innerörtliche Maßnahmen zur Abflusssicherung der Mindel mit den Seitenarmen Brühlmindel und Mindel an der Bleiche.

Ergänzend zum Hochwasserrückhaltebecken der ersten Phase, wird eine zusätzliche Ableitung für einen Teil des Hochwassers der Mindel geschaffen und die Abflussmöglichkeit im innerörtlichen Bereich der Stadt Burgau auf 75 m<sup>3</sup>/s zu verbessert, um die besiedelten Bereiche vor einem 100-jährlichen Hochwasserereignis zzgl. Klimazuschlag zu schützen.

Der Anteil des Hochwasserabflusses, der nicht im Hochwasserrückhaltebecken zurückgehalten und nicht durch das Stadtgebiet abgeleitet werden kann, wird durch die Umleitungsmaßnahmen um das bebaute Stadtgebiet von Burgau herumgeleitet.

Nach der Auswertung der Überflutungssituation im Ist-Zustand erfolgt die wasserbauliche Planung des HWS. Die Kubatur, Höhe, Länge, Leistungsfähigkeit etc. der Maßnahmen wird iterativ mit Hilfe des 2d-Berechnungsmodells bestimmt und fortentwickelt.

In diesem Kapitel werden die final mit dem WWA festgelegten Maßnahmen beschrieben. Diese Maßnahmen sind im finalen Gesamtmodell der Hydraulik enthalten (Planungszustand). Die Berechnungsergebnisse der 2d-Hydraulik von Ist- und Planungszustand werden in Kap. 2.8 verglichen und deren Auswirkungen betrachtet.

Sofern Maßnahmen iterativ ermittelt werden mussten, wird auf den jeweiligen Ergebnisbericht in Anlage zum hydrotechnischen Bericht verwiesen.

Die geplanten Maßnahmen werden in das Bestandsmodell eingearbeitet und die 2d-hydraulischen Berechnungen des Planungszustandes durchgeführt.

In den Berechnungsmodellen des Planungszustandes werden die HWS-Maßnahmen gemäß Objektplanung eingearbeitet, die Berechnung durchgeführt, die Ergebnisse verglichen, die Planung wird bei Erfordernis angepasst und die 2d-hydraulische Berechnung erneut durchgeführt. Der HWS durch das HRB wird iterativ weiterentwickelt.

Im Endzustand der Planung sind folgende Maßnahmen in den Berechnungsmodellen des Planungszustandes HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor enthalten (vgl. entsprechende Pläne der Objektplanung).

### 2.7.1 Hochwasserrückhaltebecken

In der ersten Phase der Maßnahmen zum Hochwasserschutz wurde südlich von Burgau ein Hochwasserrückhaltebecken geplant und planfestgestellt. Bei dieser Planung wurde das HRB vorab ohne das in der vorliegenden Planung enthaltene Bahnquerungsbauwerk Süd beantragt. Dabei wurde das HRB für ein 10-jährliches Hochwasserereignis der Mindel ausgelegt.

Sowohl der Stauraum mit dem HRB-Damm als auch die Drosselbauwerke der Mindel, des Erlebachs, sowie des Kulturgrabens und des Schwarzgrabens aus der ersten Phase wurden für die hier vorliegende Planung der zweiten Phase berücksichtigt.

Mit den geplanten innerörtlichen Maßnahmen (vgl. Kap. 2.7.3) in Burgau kann der Maximalabfluss der Mindel durch das Stadtgebiet von 65 m<sup>3</sup>/s auf 75 m<sup>3</sup>/s erhöht werden. In Verbindung mit dem in der vorliegenden Planung enthaltenen zusätzlichen Ableitungsbauwerk der Bahnquerung Süd mit zusätzlichem Abfluss aus dem HRB, wird Stauraum im HRB frei, der für einen höheren Hochwasserabfluss und damit für eine höhere Jährlichkeit des Hochwasserschutzes genutzt werden kann.

Demzufolge wird am Bahnquerungsbauwerk die Anpassung des Betriebs des HRB ab dem Stauniveau der Überleitungssohle des Bahnquerungsbauwerks erforderlich.

Die Abflussdrosselungen an den Drosselbauwerken des Erlebachs, sowie des Kulturgrabens und des Schwarzgrabens aus der Planfeststellung des HRB (erste Phase) werden nicht verändert.

Das HRB weist in der finalen Hydraulik folgende Eigenschaften auf:

- HRB-Damm, Oberkante 458,50 m+NN, Böschungsneigung 1:3; Breite Dammkrone im befahrbaren Bereich 4.0 m, im nicht befahrbaren Bereich 3.5 m
- Hochwasserentlastungsanlage (HWEA) mit Leitwällen 1 und 2, Überlaufschwelle 456,40 m+NN, Breite 100 m
- Absperrbauwerk am Schwarzgraben mit Leitung Kreisprofil DN 1000 SB gemäß Objektplanung in 2d-Modell berücksichtigt; wird im 2d-Modell HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor als geschlossen angesetzt
- Drosselbauwerke an Mindel, Erlenbach und Kulturgraben als geometrische Bauwerke (3D-Kubatur) gemäß Objektplanung in 2d-Modell berücksichtigt; Bauwerke aus Stahlbeton (Oberflächenrauheit  $k_{SI} = 75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ , glatte Betonoberfläche); Drosselabflüsse für HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor:
  - Mindel Q = 75 m<sup>3</sup>/s  
Wasserstands-Abflussbeziehung abgeleitet aus Leitungsfähigkeit des Gewässerquerschnittes am Bauwerksstandort

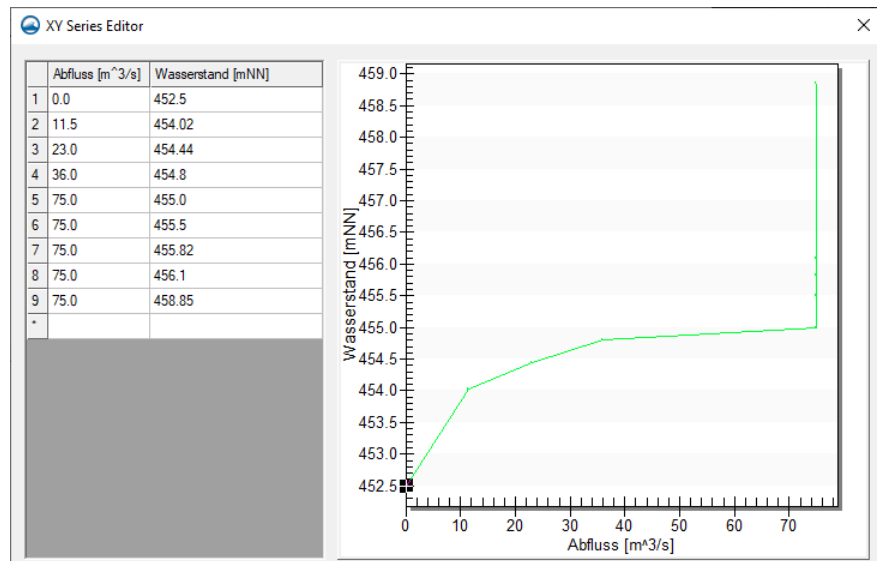


Abb. 9: WQ-Beziehung Drossel Mindel

- Erlenbach  $Q = 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$   
Drosselbauwerk mit 1-dimensionalem Ansatz als Durchlass mit Festlegung  $Q_{\text{max.}} = 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$
- Kulturgraben  $Q = 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$   
Drosselbauwerk mit 1-dimensionalem Ansatz als Durchlass mit Festlegung  $Q_{\text{max.}} = 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$
- Dammüberfahrt Karlsbader Straße zwischen Mindel und Erlenbach
- Hinterweg 3 mit Wellstahldurchlass am Erlenbach (Profil SB04)  
(Durchlass modelliert mit Angabe KUK, sowie mit Wehrüberfall-Nodestrings für Überströmbarkeit auf Basis 1-dimensionaler Ansatz)
- Dammüberfahrt 3 östlich Erlenbach
- Anbindungsweg mit Erlenbachverlegung und Wellstahldurchlass am Erlenbach (Profil KB04)  
(Durchlass modelliert mit Angabe KUK, sowie mit Wehrüberfall-Nodestrings für Überströmbarkeit auf Basis 1-dimensionaler Ansatz)
- Hinterweg 2 mit Stahlbetonrohr am Kulturgraben (Profil DN 1000 SB)  
(Durchlass modelliert mit Angabe KUK, sowie mit Wehrüberfall-Nodestrings für Überströmbarkeit auf Basis 1-dimensionaler Ansatz)
- Anhebung Bahnweg auf ca. 240 m
- Der Qualmwassererdwall auf der Luftseite des HRB-Dammes ist nicht im Berechnungsmodell enthalten, da er im Durchschnitt nur rd. 20 cm über dem Gelände liegt. Im Bemessungslastfall  $HQ_{100}$  zzgl. Klimafaktor tritt nördlich des HRB-Dammes Qualmwasser aus. Die Wasseraustritte sind gemäß Grundwassermodell von BCE in der 2d-Hydraulik berücksichtigt → vgl. Kap. 2.8.1
- Bahnquerungsbauwerk Süd gemäß Objektplanung als geometrische Bauwerke (3D-Kubatur) mit mehreren Ablauffeldern, Drosselabfluss in Summe  $HQ_{100}$  zzgl. Klimafaktor  $Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$  → vgl. Kap. 2.7.1



- Zuleitungsmulde gemäß Objektplanung, Breite 10 m, Länge ca. 200 m, Sohle 454,59 m+NN

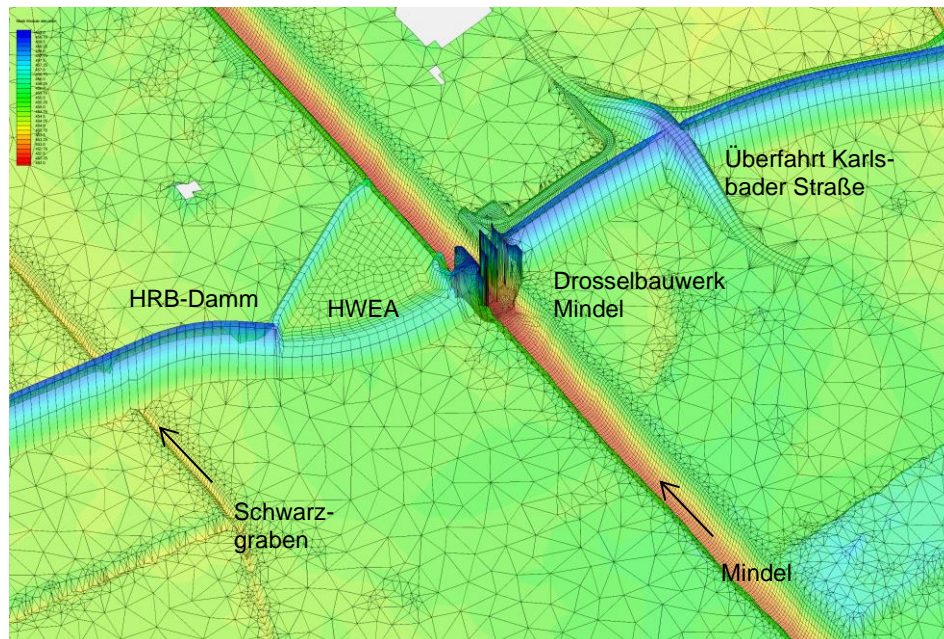


Abb. 10: Perspektivische Ansicht des Rechengitters im Bereich der HWEA in Fließrichtung

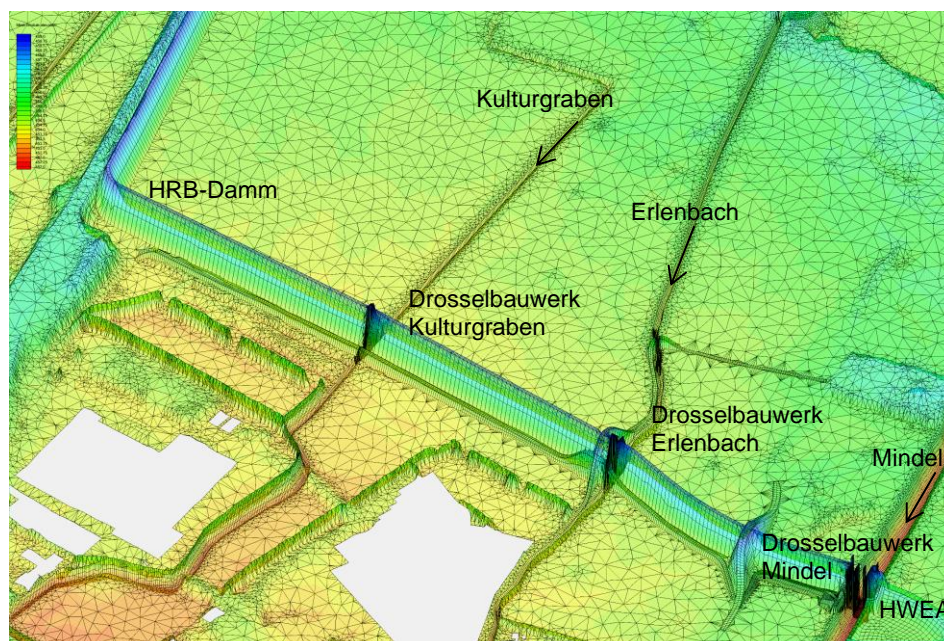


Abb. 11: Perspektivische Ansicht des Rechengitters mit Überfahrten und Anbindungs- bzw. Hinterwegen; gegen die Fließrichtung

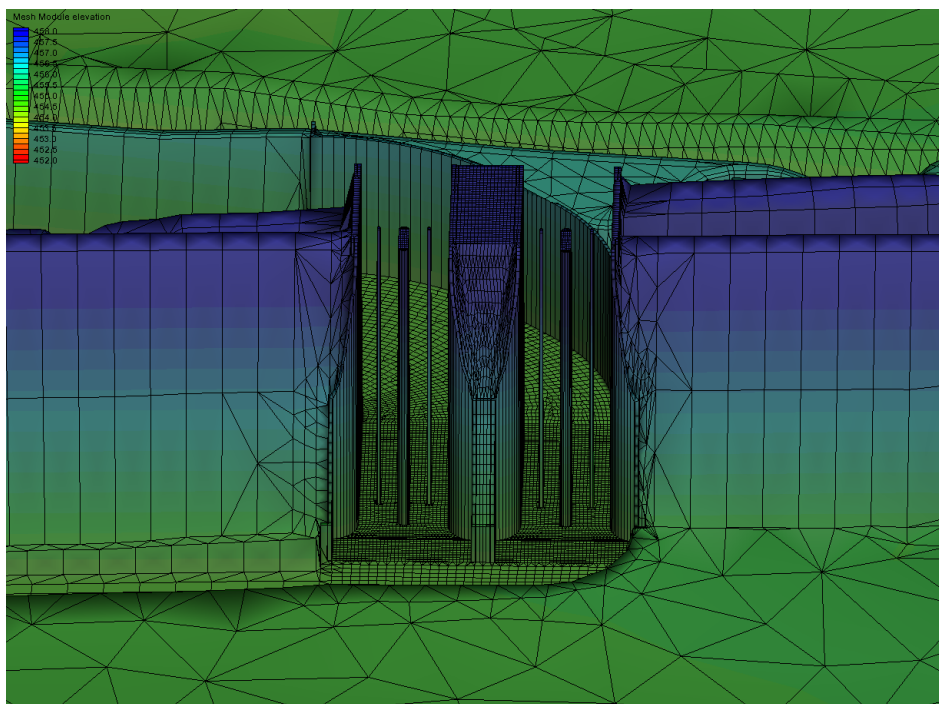


Abb. 12: Perspektivische Ansicht des Rechengitters Bahnquerungsbauwerk Süd mit 8 Abflussfeldern und Zuleitungsmulde im Vordergrund, in Fließrichtung, im Hintergrund Umleitungsbauwerk

## 2.7.2 Hochwasserableitung und Hochwasserrückleitung

Die Hochwasserableitung auf der östlichen Seite der Bahnlinie erfolgt mittels 2 Hochwasserableitungskorridoren westlich und östlich des Scheidgrabens. Vorgabe von den Nachbargemeinden ist zusätzlich, dass das Wasser soweit als möglich auf Burgauer Gemarkung abgeleitet werden soll.

Zur Abflussableitung in den beiden Korridoren sind Maßnahmen in Form von Geländeanhebungen, Bahnquerungen, Straßendurchlässen und Wegabsenkungen erforderlich.

Die Rückleitung erfolgt nördlich des Siedlungsgebietes von Burgau. Das um Burgau auf der östlichen Seite der Bahnlinie abgeleitete Hochwasser wird nördlich von Burgau wieder auf die westliche Seite der Bahnlinie zurückgeleitet (Hochwasserrückleitung) und von dort über einen Rückleitungskorridor in die Mindel zurückgeleitet. Der Rückleitungskorridor verfügt über speziell mit dem 2d-Modell bemessene Bauwerke, damit das Umgeleitete Hochwasser wieder in das bestehende Überschwemmungsgebiet der Mindel eingeleitet werden kann.

Die Hochwasserableitungskorridore östlich der Bahnlinie gliedern sich wie folgt:

Korridor 1:

zwischen Bahnstrecke und Scheidgraben, begrenzt durch Leitstrukturen entlang des Scheidgrabens, Ableitung von Abflüssen bis 20 m<sup>3</sup>/s.

Korridor 2:

Lage östlich des Scheidgrabens; nur teilweise durch Maßnahmen begrenzt, Korridor 2 wird ab Abflüssen von über 20 m<sup>3</sup>/s beaufschlagt. Korridor 1 und 2 dienen der gemeinsamen Ableitung von Abflüssen >20 m<sup>3</sup>/s.

Bereichsweise sind gemäß Objektplanung Geländeanpassungen, z.B. zur Sicherung des Bahndamms, bzw. zur Angleichung an das bestehende Gelände erforderlich.

### 2.7.2.1 Bahnquerungsbauwerke

#### (a) Bahnquerung Süd

Die Bahnquerung Süd ist gemäß Objektplanung als 3d-Bauwerk in das Berechnungsmodell eingearbeitet. Die finale Dimension des Bahnquerungsbauwerkes mit 8 Drosselorganen und somit auch 8 Abflussfeldern (Durchgangsbreite 2,5 m, Sohlhöhe 454,59 m+NN) wurde hydraulisch iterativ mit dem 2D-Berechnungsmodell ermittelt. Das Bauwerk ist aus Stahlbeton geplant. Dafür ist eine Oberflächenrauheit von  $k_{St} = 75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  (glatte Betonoberfläche) berücksichtigt.

Die Drosselorgane begrenzen den Hochwasserabfluss im Bemessungslastfall HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor auf insgesamt 50 m<sup>3</sup>/s, pro Feld also  $Q = 6,25 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Der Drosselabfluss wird dem Modell auf der Westseite der Bahnlinie im Bauwerk entnommen und auf der Ostseite als Zufluss wieder zugegeben.

In der folgenden Grafik ist die Drosselganglinie am Bahnquerungsbauwerk Süd dargestellt. Für Vergleichszwecke sind die Abflussganglinien von Mindel und Erlenbach für den Bemessungslastfall HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor dargestellt.

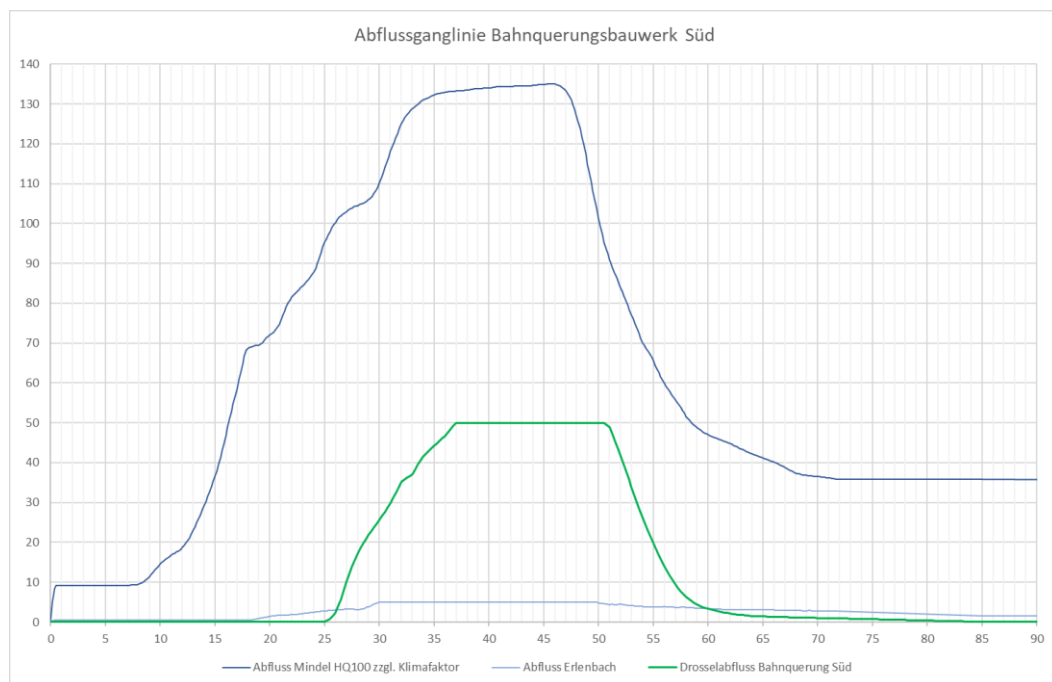


Abb. 13: Ganglinie Drosselabfluss Bahnquerung Süd, informativ ergänzt mit Abflussganglinie Mindel und Erlenbach für Lastfall HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor (X-Achse: Simulationsdauer in Stunden, Y-Achse: Abfluss in m<sup>3</sup>/s)

#### (b) Zuleitungsmulde Bahnquerung Süd

Für die Ableitung von Hochwasser aus dem HRB auf die östliche Seite der Bahn wird für das Bahnquerungsbauwerk Süd eine ausreichende Höhe des Bahndammes für die Unterquerung der Bahnlinie mit dem Stahlbetonbauwerk benötigt. Daher ergibt sich aus konstruktiver Sicht der im Rahmen der Planungen gewählte Standort.



Das Überflutungsszenario bei Hochwasser der Mindel gestaltet sich im HRB derart, dass es bei höheren Abflüssen der Mindel ( $>70 \text{ m}^3/\text{s}$ ) zunächst zu Ausuferungen auf der Westseite kommt. Erst bei noch höheren Abflüssen wird auch das rechte Vorland des HRB beaufschlagt. Der gewählte Standort der Bahnquerung Süd wird bei einem Abfluss von ca.  $102 \text{ m}^3/\text{s}$  (ca. HQ<sub>40</sub>) gerade noch nicht benetzt. Dies soll die Abb. 14 auf der folgenden Seite aus einem sehr frühen Planungsstadium verdeutlichen.

Südlich Burgau verläuft die Bundesautobahn A8. Diese darf bei Vollenfüllung des HRB nicht in Ihrer Funktion beeinträchtigt werden. Anhand der örtlichen Gegebenheiten (Höhe Bahndamm und Höhe BAB8) wird der Stauwasserspiegel im HRB bzw. das gewählte Stauziel des HRB mit 456,45 m+NN festgelegt.

Das gesamte Hochwasser der Mindel kann nicht ohne Überleitung auf die Ostseite der Bahnlinie zurückgehalten werden. Daher ist die Überleitung nach Osten mit Ableitung nach Norden erforderlich.

Im Rahmen iterativer Berechnungen des HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor zeigt sich, dass für das Bahnquerungsbauwerk Süd eine Sohlhöhe von 454,50 m+NN (Beginn der Überleitung nach Osten) erforderlich ist, um das definierte Stauziel mit der Bemessungsganglinie nicht zu überschreiten. D. h., das festgelegte Stauziel kann auch nur eingehalten werden, wenn ausreichend früh Wasser auf die östliche Seite der Bahn geleitet werden kann. Hierzu ist eine Zuleitungsmulde zur Bahnquerung Süd erforderlich. Sie stellt sicher, dass das Hochwasser zum „richtigen“ Zeitpunkt dem Bahnquerungsbauwerk Süd zugeleitet wird (ab ca. HQ<sub>20</sub>).

Die Zuleitungsmulde ist ca. 160 m lang und ca. 7,5 bis 8,0 m breit. Sie schneidet im Mittel bis ca. 60 cm tief in das Bestandsgelände ein (vgl. folgende Grafik).

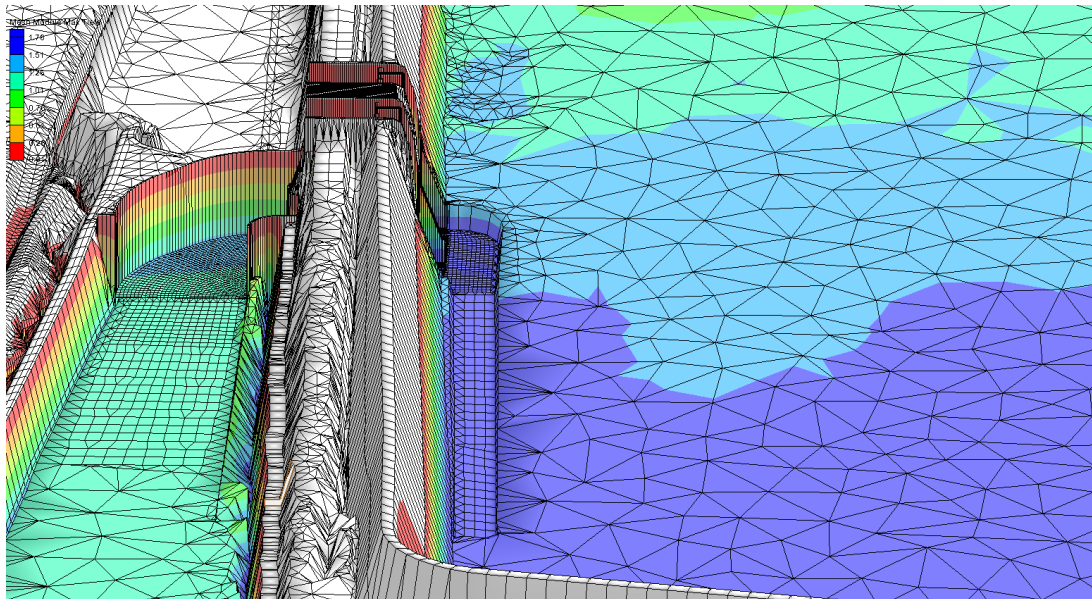


Abb. 14: Perspektivische Ansicht Zuleitungsmulde zum Bahnquerungsbauwerk Süd (rechts) und Umlenkungsbauwerk mit Ableitungsmulde (links)

Zur Findung der Sohlhöhe an der Bahnquerung Süd wurden zahlreiche hydraulische Einzelbetrachtungen mit dem 2d-Modell durchgeführt.

### (c) Umlenkungsbauwerk

Im Anschluss an das Bahnquerungsbauwerk Süd muss der gedrosselte Abfluss aus dem HRB nach Norden für die Beaufschlagung der Korridore 1 und 2 umgelenkt werden.

Die Konstruktion der Objektplanung wird als 3d-Kubatur in das Modell eingearbeitet und mit entsprechenden Oberflächenrauheiten belegt.

Zur Lösungsfindung am Auslauf des Umlenkungsbauwerkes wurde eine eigene hydraulische Betrachtung „Alternative mit positiver Schwelle am Ende des Umlenkungsbauwerkes“ angestellt.

Ergebnis der Alternativbetrachtung ist bis zur Umlenkung von 45° im Umlenkungsbauwerk eine Bodenplatte aus Stahlbeton ( $k_{St} = 75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ) mit leichtem Sohlgefälle und einem Spundwandsporn als Kolkschutz modelliert. Der anschließende restliche Bereich zwischen 45° und 90° ist mit Wasserbausteinen belegt ( $k_{St} = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ).

Das Umlenkungsbauwerk weist am Auslauf der Bahnquerung Süd eine lichte Breite von 35 m auf. Diese verjüngt sich um die Kurve zum Auslauf auf 32 m. Die Sohlhöhe am Übergang vom Bahnquerungsbauwerk Süd in das Umlenkungsbauwerk Süd beträgt 454,55 m+NN. Am Ende des Umlenkungsbauwerkes beträgt die Sohlhöhe 454,54 m+NN. Für den Anschluss des Umlenkungsbauwerkes an das Bestandsgelände ist auf einer Länge von ca. 100 m das Gelände anzugleichen (Ableitungsmulde). Am Ende der Angleichungsstrecke beträgt die Kote 454,50 m+NN.

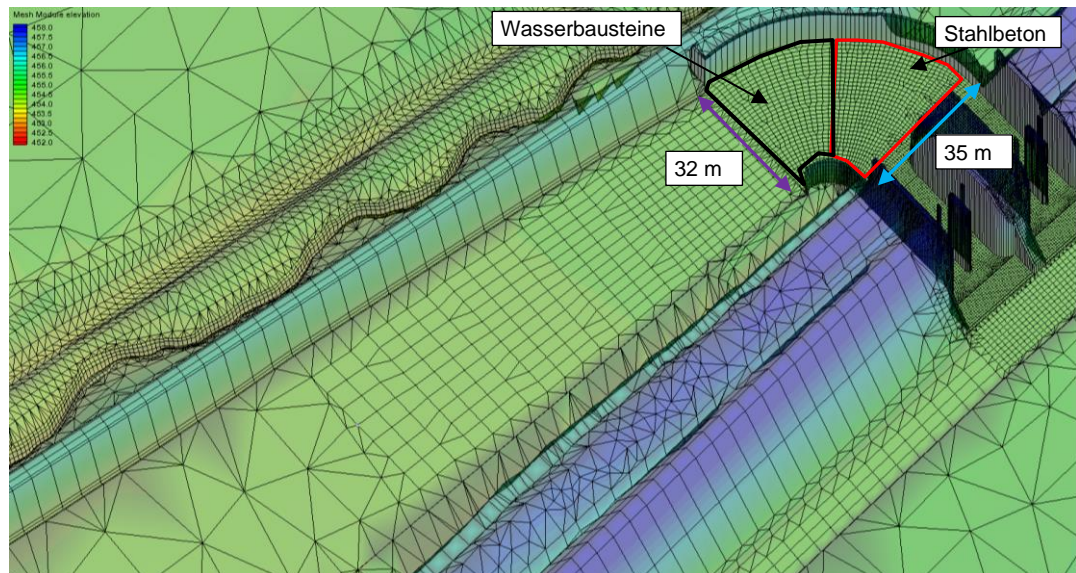


Abb. 15: Perspektivische Ansicht Umlenkungsbauwerk

#### **(d) Bahnquerungsbauwerk Nord (Düker)**

Das Bahnquerungsbauwerk Nord ist als Dükerbauwerk konzipiert. Es dient der Rückleitung des am Bahnquerungsbauwerk Süd auf die Ostseite der Bahn übergeleiteten Hochwassers.

Es besteht aus 2 nebeneinander liegenden rechteckigen Stahlbetonquerschnitten (lichte Breite je 11,00 m). Die lichte Höhe/Durchflusshöhe beträgt 1,6 m. Die Sohle beträgt am Einlauf 446,40 m+NN und fällt bis zum Auslauf mit 1% bis 446,37 m+NN. Die Deckelung des Querschnitts erfolgt durch die Angabe einer Konstruktionsunterkante (KUK-Randbedingung) für alle „Deckenpunkte“ innerhalb der Düker. Die KUK beträgt 447,98 m+NN.

Die Querschnitte sind gemäß Objektplanung inkl. der um 45° nach Süden geöffneten Flügelwände in das Modell eingearbeitet. Die Flügelwände sorgen für optimale Zuflussverhältnisse von Süden in das Dükerbauwerk.



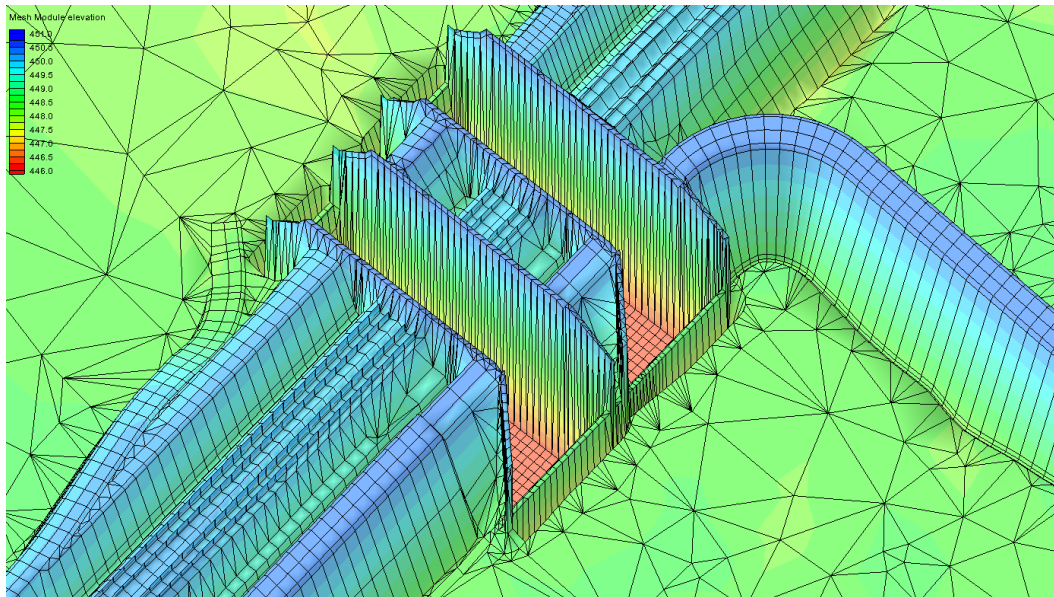


Abb. 16: Perspektivische Ansicht Bahnquerung Nord, Düker

### 2.7.2.2 Leitstrukturen der Hochwasserableitung

#### (a) Leitstrukturen Korridor 1

Die Hochwasserableitung wird als Ergebnis zahlreiche Detailuntersuchungen und Abstimmungen in 2 Korridore gegliedert.

Korridor 1 soll für Abflüsse östlich der Bahnstrecke von bis zu 20 m³/s zur Verfügung stehen. Er erstreckt sich auf den Streifen zwischen Bahnlinie und Scheidgraben. Die Höhe der Leitstrukturen wurde ermittelt, in dem zunächst am Scheidgraben eine schmale Linie mit nicht durchströmbaren Elementen angeordnet wurde. Der Korridor 1 wurde mit dem Abfluss von 20 m³/s beaufschlagt und der Wasserspiegel ermittelt.

Die Kronenhöhe der Leitstruktur 1 entspricht der Wasserspiegellage, die sich bei einem Abfluss von 20 m³/s einstellt (kein Freibord). Im Anschluss daran wurde die Leitstruktur (Erdwälle) in der Objektplanung gestaltet. Diese ist anschließend als 3d-Objekt aus der Planung in das 2d-Modell übernommen und bei der Fortschreibung der Maßnahmen immer wieder auf Stimmigkeit überprüft und ggf. angepasst worden.

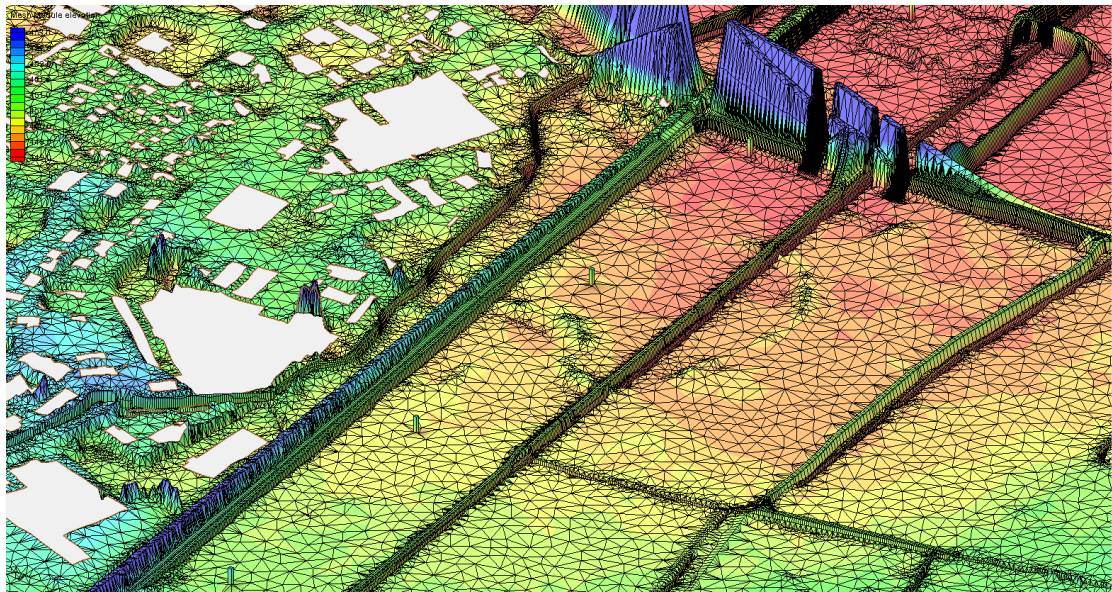


Abb. 17: Perspektivische Ansicht Ableitungskorridore 1 und 2 mit Bahnweganhebung, Leitstrukturen Korridor 1 und 2 mit Straßendamm Konzenberger Straße

Ausnahme im Höhenverlauf ist der Abschnitt der Leitstruktur 1 am Scheidgraben zwischen der Bahnquerung Süd und dem Versickerungsbecken VB 13 der Autobahntwässerung. Leitstruktur 1 ist über dem bestehenden Leitungswall mit dem Ableitungskanal der Autobahntwässerung zum VB 13 angeordnet. Die Leitstruktur 1 wird mit der Krone 30 cm über dem Bemessungswasserspiegel beim Abfluss von  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  bemessen.

Auch diese Kubatur wird gemäß Hydraulik mit nicht durchströmbaren Elementen in der Höhe vorbemessen, anschließend geplant und dann als 3d-Objekt in das 2d-Modell übernommen. Im Rahmen der Fortentwicklung des HWS Burgau wird die Kote der Maßnahmen immer wieder auf Stimmigkeit überprüft und bei Bedarf angepasst, sodass die Anforderung, dass die Krone 30 cm über dem Wasserspiegel liegt, eingehalten wird. Ggf. hat eine Anpassung stattgefunden.

#### **(b) Leitstrukturen Korridor 2, Weganhebung am Grenzgraben**

Die Leitstrukturen des Ableitungskorridors 2 dienen dazu, die Ausdehnung der Flutungsflächen beim Abfluss  $Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$  lokal nach bestehenden örtlichen Strukturen (z.B. Wege, Flurstücksgrenzen) zu begrenzen.

Die Leitstrukturen von Korridor 2 werden in der erforderlichen Höhe (wie Korridor 1) durch eine Berechnung mit nicht durchströmbaren Elementen bemessen. Jedoch beträgt der Abfluss dafür  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  und Korridor 1 wird mit zur Hochwasserableitung genutzt. Auf die berechnete Wasserspiegellage wird ein Freibord von 30 cm addiert. Entsprechend werden die Leitstrukturen von Korridor 2 im Rahmen der Objektplanung geplant und als 3d-Kubatur in das 2d-Berechnungsmodell übernommen. Diese wird bei Fortschreibung der Maßnahmen immer wieder auf Stimmigkeit und Einhaltung des erforderlichen Freibordmaßes geprüft und ggf. angepasst.

#### **2.7.2.3 Bahndammsicherung (Bahnweganhebungen und Auflastfilter)**

Die Höhe der erforderlichen Bahndammsicherung wird im Rahmen der Wasserspiegellagenermittlung von Korridor 2 (Beaufschlagung HWA mit  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ ) mit ermittelt. Die erforderliche Höhe der Bahndammsicherung leitet sich aus der Wasserspiegellage bei  $Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$  zzgl. 30 cm Freibord ab. Wie bei den Leitstrukturen 1 und 2 wird die Kubatur im Rahmen der Objektplanung festgelegt und als 3d-Kubatur in das 2d-Berechnungsmodell übernommen. Diese wird



bei Fortschreibung der Maßnahmen immer wieder auf Stimmigkeit und Einhaltung des erforderlichen Freibordmaßes geprüft und ggf. angepasst.

#### 2.7.2.4 Geländeanhebung am Grenzgraben

Hinsichtlich der Gestaltung vom Korridor 2 wurde im Rahmen des Planungsprozesses festgelegt, dass nicht ausschließlich bauliche Leitstrukturen errichtet werden sollen, sondern zur Begrenzung vielmehr auch das natürliche Gelände ausgenutzt werden soll.

Am Grenzgraben besteht hinsichtlich der seitlichen Ausuferungsbegrenzung ein Defizit im bestehenden Gelände. Im Rahmen der Berechnungen zur (weggefallenen) Leitstruktur 2 wird der sich einstellende Wasserspiegel für  $Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$  berechnet. Entsprechend wird das bestehende Gelände um bis zu 45 cm auf 450,65 m+NN angehoben. Dadurch liegt das Gelände min. bis zu 10 cm über den Bemessungswasserspiegel für den Ableitungskorridor 2 und den Rückstauwasserspiegel im Grenzgraben. Im Rahmen der Objektplanung wird die Geländeanhebung geplant und als 3d-Kubatur in das 2d-Berechnungsmodell übernommen. Diese wird bei Fortschreibung der Maßnahmen immer wieder auf Stimmigkeit und Einhaltung des erforderlichen Freibordmaßes geprüft und ggf. angepasst.

#### 2.7.2.5 Hochwasserschutz (geplantes) Gewerbegebiet Röfingen

Die Gemeinde Röfingen strebt zwischen dem Scheidgraben und der Ortsumfahrung Röfingen ein neues Gewerbegebiet an. Im Rahmen des Vorhabens ist das in der Planung befindliche Gewerbegebiet der Gemeinde Röfingen ebenfalls vor Hochwasser zu schützen.

Für die Ermittlung der Wasserspiegellage für den Bemessungsabfluss östlich der Bahnlinie ( $Q=50 \text{ m}^3/\text{s}$ ) wird - wie in Kap. 2.7.2.2 bereits beschrieben - die Höhe der Maßnahme ermittelt, in dem zunächst entlang der Grenze des Gewerbegebietes eine schmale Linie mit nicht durchströmbaren Elementen angeordnet wird. Die Kronenhöhe der Maßnahme (hier Hochwasserschutzmauer) entspricht der Wasserspiegellage, die sich bei einem Abfluss von  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  einstellt zzgl. 20 cm Freibord. Im Anschluss daran wurde die Hochwasserschutzmauer in der Objektplanung gestaltet. Diese ist anschließend als 3d-Objekt aus der Planung in das 2d-Modell übernommen und bei der Fortschreibung der Maßnahmen immer wieder auf Stimmigkeit überprüft und ggf. angepasst worden.

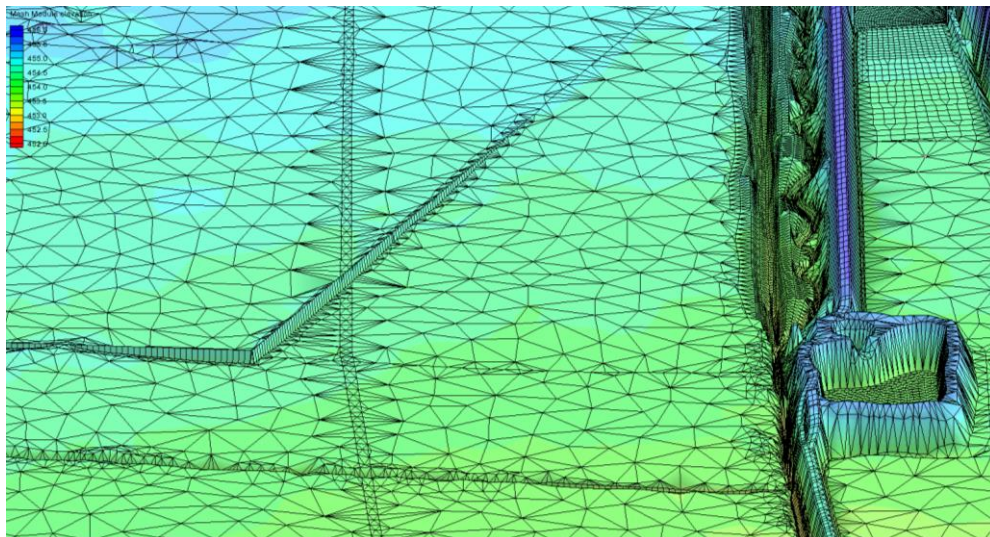


Abb. 18: Perspektivische Ansicht Hochwasserschutzmauer Gewerbegebiet Röfingen mit VB13

Eine Berücksichtigung der Binnenentwässerung in das Berechnungsmodell erfolgt nicht, da das hydraulische Modell des HWS Burgau nicht mit Niederschlag, sondern ausschließlich mit Abfluss in Gewässern beaufschlagt wird.

#### **2.7.2.6 Leitdeiche und Schutzdeiche**

Leitdeiche und Schutzdeiche werden in der Methode wie in Kap. 2.7.2.2 und 2.7.2.5 in ihrer Höhenlage hydraulisch ermittelt. Es wird gemäß Objektplanung jedoch ein Freibord von 50 cm addiert.

#### **2.7.2.7 Hinterwege, Begleitwege und Anbindungswege**

Hinterwege, Begleitwege und Anbindungswege begleiten die Leitdeiche der Hochwasserableitung und -rückleitung. Sie dienen der Landwirtschaft als Zuwegung zu landwirtschaftlich genutzten Flächen und zur Überquerung der Leitdeiche und Leitstrukturen.

Es ist kein Freibord zu Berücksichtigen.

Die Hinterwege, Begleitwege und Anbindungswege werden gemäß Objektplanung in das 2d-Modell übernommen. Hintergrund ist die Prüfung, ob sich dadurch Änderungen an der Gesamthydraulik ergeben könnten.

#### **2.7.2.8 Binnenentwässerung für Entwicklungsfläche nördlich von Burgau**

Im Rahmen des Vorhabens ist eine noch nicht in der Bauleitplanung befindliche Entwicklungsfläche der Gemeinde Dürrlauingen ebenfalls vor Hochwasser zu schützen.

Für die Entwicklungsfläche wird eine Niederschlags-/Abfluss-Betrachtung durchgeführt. Die Randbedingungen werden mit dem Vorhabensträger abgestimmt.

Für die Entwicklungsfläche zwischen der Konzenberger Str. und dem geplanten südlichen Leitdeich der Hochwasserrückleitung sowie dem geplanten Rücklaufdeich westlich des Erlenbachs ergibt sich ein Bemessungsabfluss von 140 l/s. Zur Ableitung des anfallenden Oberflächenwassers/Ausleitung der Binnenentwässerung in den Erlenbach wird ein Sielbauwerk mit einem Durchlass DN 600 notwendig.

Eine Übernahme des Sielbauwerkes als Kreisdurchlass in das Berechnungsmodell erfolgt nicht, da das hydraulische Modell des HWS Burgau nicht mit Niederschlag, sondern ausschließlich mit Abfluss in Gewässern beaufschlagt wird.

#### **2.7.2.9 Straßendurchlassbauwerke**

Bei der HWA müssen die Straßendämme von Röfinger-, Augsburg- und Konzenberger Straße gequert werden. Im Rahmen der hydrotechnischen Bearbeitung wurden verschiedene Ausführungsvarianten betrachtet. Im folgenden sind die finalen Ergebnisse der Querungen erläutert.

##### **(a) Durchlässe Röfinger Straße und Burgauer Straße**

Zur Ableitung des Abflusses östlich der Bahnstrecke werden in der Röfinger Straße (Korridor 1) und der Burgauer Straße (Korridor 2) jeweils 6 Rechteckdurchlässe vorgesehen.

Die erforderliche Größe der Rechteckquerschnitte wird mittels dem 2d-Hydraulischen Modell iterativ ermittelt. Vorgabe dabei ist, dass die übergeleitete Wassermenge von 50 m³/s ohne Aufstau nach Süden durch die Straßendämme nach Norden geleitet werden kann. In mehreren Berechnungsläufen werden die Querschnittsabmessungen ermittelt.

	Röfingr Straße, Korridor 1	Burgauer Straße, Korridor 2
Lichte Weite	2,50 m	2,50 m
Lichte Höhe	1,15 m	1,30 m
Sohlhöhe Einlauf	453,35 m+NN	453,20 m+NN
KUK Einlauf	454,50 m+NN	454,50 m+NN
Sohlhöhe Auslauf	453,20 m+NN	453,15 m+NN
KUK Auslauf	454,35 m+NN	454,45 m+NN

Tab. 8: Abmessungen Durchlässe Röfingr und Burgauer Straße

Die Positionierung der Lage der Durchlässe in den beiden Korridoren erfolgte jeweils in den tiefsten Lagen des Bestandsgeländes, um eine gute Durchströmung und vollständige Ableitung des Wassers nach dem Hochwasser zu bewerkstelligen.

Die Durchlässe sind als Rechteckquerschnitte mit den o. g. Abmessungen in das Berechnungsmodell eingearbeitet. Die Unterkante der Deckel ist jedem Netzknoten durch Angabe der KUK (Konstruktionsunterkante) in m+NN zugeordnet. Der Sohle ist, in Bezug auf der oben genannten Vorgabe auf der sicheren Seite der Rauheitsbeiwert  $k_{St} = 33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  zugeordnet, um die im Laufe der Zeit stattfindende Ablagerung von Sediment abzubilden.

An den Zu- und Ablaufbereichen wird das Bestandsgelände an die Sohlagen der Durchlässe angepasst. Die Bereiche werden gegen gemäß Objektplanung gegen Abspülung gesichert. Entsprechend werden die Bereiche im 2d-Modell mit einer Oberflächenrauheit  $k_{St} = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  belegt.

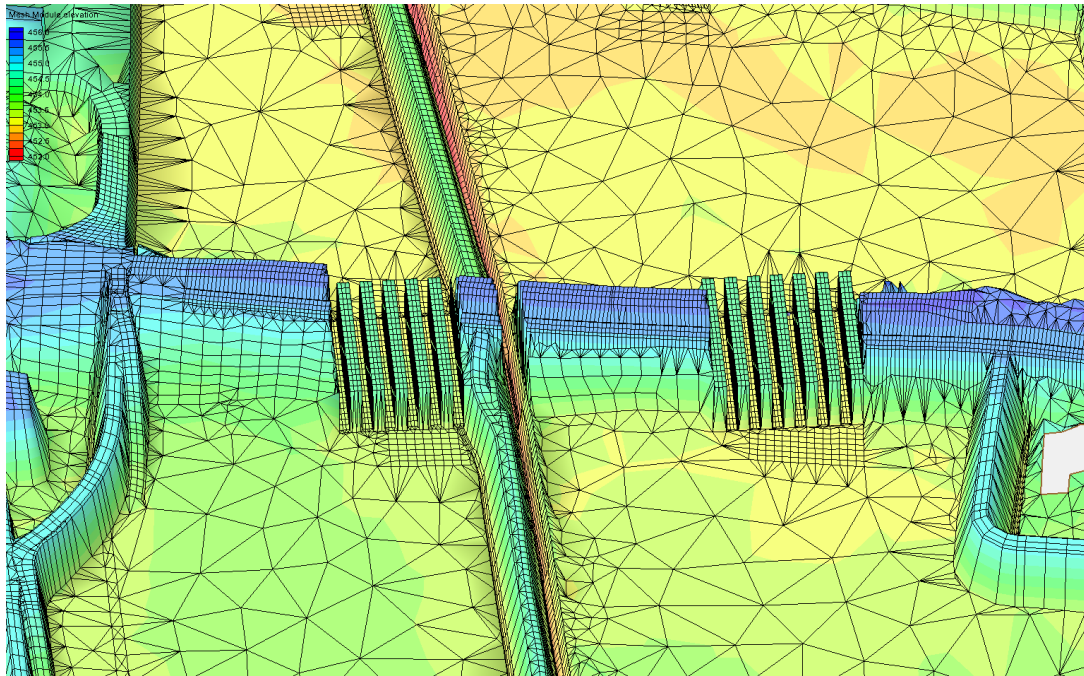


Abb. 19: Perspektivische Ansicht Durchlassbauwerke Röfingr- (Korridor 1 links) und Burgauer Straße (Korridor 2 rechts), in Fließrichtung

### **(b) Durchlässe Augsburgur Straße**

Zur Ableitung des Abflusses östlich der Bahnstrecke werden in der Augsburgur Straße im Korridor 1 und 2 Rohrdurchlässe vorgesehen (vgl. Kap. 4.2.2.11 des Erläuterungsberichtes).

Die erforderliche Größe DN1000 ist von der Objektplanung vorgegeben. Mit Hilfe des 2d-hydraulischen Modells wird die erforderliche Anzahl iterativ ermittelt. Dabei wurde auch das Sohlgefälle variiert. Vorgabe dabei ist, dass die übergeleitete Wassermenge von 50 m<sup>3</sup>/s ebenfalls ohne Aufstau nach Süden durch den Straßendamm nach Norden geleitet werden kann.

	Augsburger Straße, Korridor 1	Augsburger Straße, Korridor 2
Durchmesser	1,00 m	1,00 m
Anzahl	16 Stück	15 Stück
Sohlhöhe Einlauf	452,90 m+NN	453,00 m+NN
KUK Einlauf	453,90 m+NN	454,00 m+NN
Sohlhöhe Auslauf	452,60 m+NN	752,70 m+NN
KUK Auslauf	453,60 m+NN	453,70 m+NN

Tab. 9: Abmessungen Durchlässe Augsburgur Straße

Die Positionierung der Lage der Durchlässe in den beiden Korridoren erfolgte jeweils in den tiefsten Lagen des Bestandsgeländes, um eine gute Durchströmung und vollständige Ableitung des Wassers nach dem Hochwasser zu bewerkstelligen. Die Sohle der Durchlässe liegt, um die hydraulische Wirksamkeit zu verbessern, geringfügig unter dem Bestandsgelände und wird mit leichtem Sohlgefälle ausgebildet. Der Achsabstand der Durchlässe zueinander beträgt 1,15 m.

Die Durchlässe sind als Kreisquerschnitte mit den o. g. Abmessungen in das Berechnungsmodell eingearbeitet (Punktabstand in Querrichtung 10 cm, um den Kreisquerschnitt eindeutig im Modell abbilden zu können). Dem Scheitel sowie den Netzknoten rechts und links davon - bis zum Kämpfer – wird gemäß der Geometrie einer Kreisquerschnittes die hydraulisch relevante KUK jedem Netzknoten in m+NN zugeordnet. Der Sohle der glatten Durchlässe ist der Rauheitsbeiwert  $k_{St} = 95 \text{ m}^{1/3}/s$  (glatter Beton, Fertigteile) zugeordnet.

An den Zu- und Ablaufbereichen wird das Bestandsgelände an die geringfügig unter dem Bestandsgelände liegenden Sohlagen der Durchlässe angepasst. Die Bereiche werden gegen gemäß Objektplanung gegen Abspülung gesichert. Entsprechend werden die Bereiche im 2d-Modell mit einer Oberflächenrauheit  $k_{St} = 25 \text{ m}^{1/3}/s$  belegt.



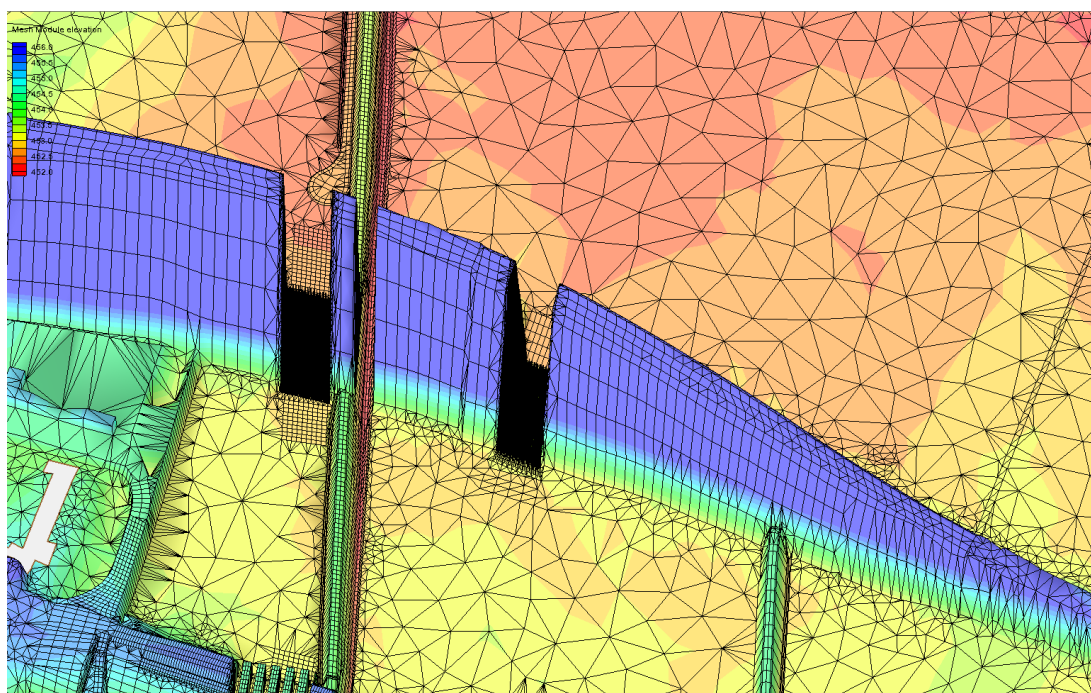


Abb. 20: Perspektivische Ansicht Durchlassbauwerke Augsburgur Straße (Korridor 1 links, Korridor 2 rechts), in Fließrichtung

Bestehende Wegführungen an der nördlichen Böschungsseite der Augsburgur Straße (Anwandweg) werden im Rahmen der Objektplanung an die neuen Verhältnisse angepasst und entsprechend der Planungsvorgaben in das hydraulische Modell eingearbeitet.

### (c) Durchlässe Konzenberger Straße

Zur Ableitung des Abflusses östlich der Bahnstrecke werden in der Konzenberger Straße im Korridor 1 und 2 ebenfalls Rohrdurchlässe vorgesehen (vgl. Kap. 4.2.2.11 des Erläuterungsberichtes).

Die erforderliche Größe DN1000 ist von der Objektplanung vorgegeben. Mit Hilfe des 2d-hydraulischen Modells wird die erforderliche Anzahl iterativ ermittelt. Das Bestandsgelände im Bereich der Querung mit der Konzenberger Straße weist kein Gefälle auf. Somit wurde keine Variation des Sohlgefälles bei den Iterationen betrachtet. Vorgabe dabei ist, dass die übergeleitete Wassermenge von 50 m<sup>3</sup>/s ebenfalls ohne Aufstau nach Süden durch den Straßendamm nach Norden geleitet werden kann.

	Konzenberger Straße, Korridor 1	Konzenberger Straße, Korridor 2
Durchmesser	1,00 m	1,00 m
Anzahl	16 Stück	15 Stück
Sohlhöhe Einlauf	449,10 m+NN	449,10 m+NN
KUK Einlauf	450,10 m+NN	450,10 m+NN
Sohlhöhe Auslauf	449,10 m+NN	449,10 m+NN
KUK Auslauf	450,10 m+NN	450,10 m+NN

Tab. 10: Abmessungen Durchlässe Konzenberger Straße

Die Positionierung der Lage der Durchlässe in den beiden Korridoren erfolgte jeweils in den tiefsten Lagen des Bestandsgeländes, um eine gute Durchströmung und vollständige Ableitung des Wassers nach dem Hochwasser zu bewerkstelligen. Die Sohle der Durchlässe liegt, um die hydraulische Wirksamkeit zu verbessern, geringfügig unter dem Bestandsgelände und wird mit leichtem Sohlgefälle ausgebildet. Der Achsabstand der Durchlässe zueinander beträgt 1,15 m.

Die Durchlässe sind als Kreisquerschnitte mit den o. g. Abmessungen in das Berechnungsmodell eingearbeitet (Punktabstand in Querrichtung 10 cm, um den Kreisquerschnitt eindeutig im Modell abbilden zu können). Dem Scheitel sowie den Netzpunkten rechts und links davon - bis zum Kämpfer – wird gemäß der Geometrie einer Kreisquerschnittes die hydraulisch relevante KUK jedem Netzpunkt in m+NN zugeordnet. Der Sohle der glatten Durchlässe ist der Rauheitsbeiwert  $k_{St} = 95 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  (glatter Beton, Fertigteile) zugeordnet.

An den Zu- und Ablaufbereichen wird das Bestandsgelände an die geringfügig unter dem Bestandsgelände liegenden Sohlagen der Durchlässe angepasst. Die Bereiche werden gegen gemäß Objektplanung gegen Abspülung gesichert. Entsprechend werden die Bereiche im 2d-Modell mit einer Oberflächenrauheit  $k_{St} = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  belegt.

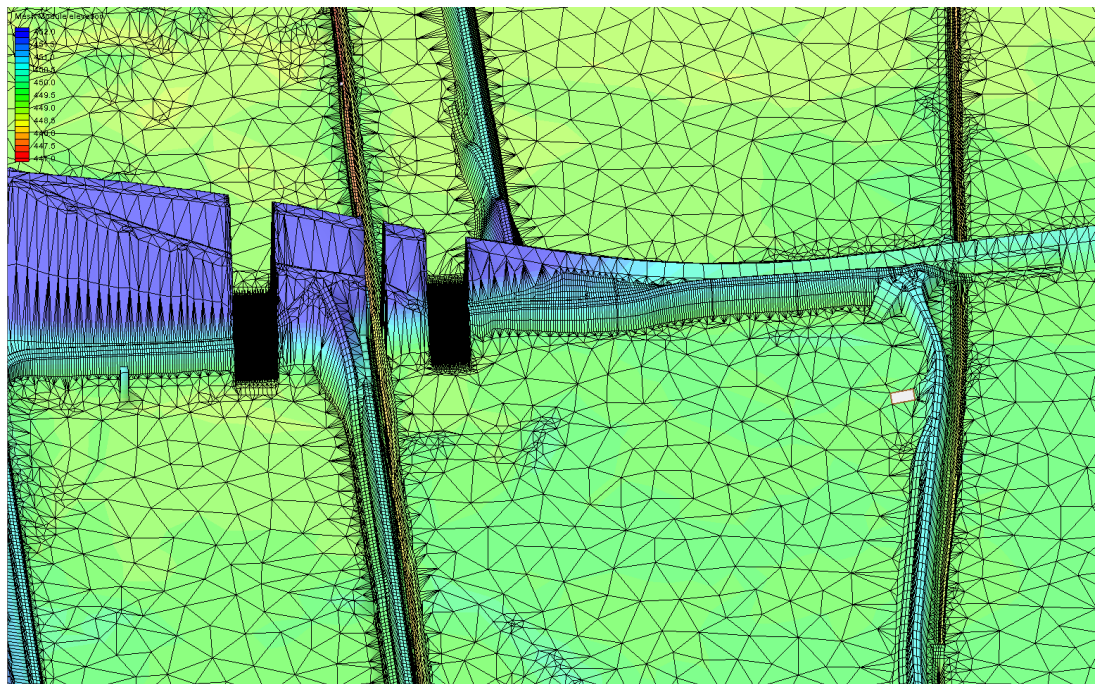


Abb. 21: Perspektivische Ansicht Durchlassbauwerke Konzenberger Straße (Korridor 1 links, Korridor 2 rechts), in Fließrichtung

Bestehende Wegführungen an der südlichen Böschungsseite der Konzenberger Straße (Anwandweg und Rad-/Gehweg) werden an die neuen Verhältnisse angepasst und entsprechend der Planungsvorgaben in das hydraulische Modell eingearbeitet.

#### 2.7.2.10 Drosselbauwerk Scheidgraben

Am nördlichen Ende der HWA ist am Scheidgraben ein Drosselbauwerk vorgesehen. Es dient als Ableitung des Scheidgrabens aus den beiden Hochwasser-Ableitungskorridoren und begrenzt den Abfluss des Scheidgrabens im Hochwasserfall auf  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ .



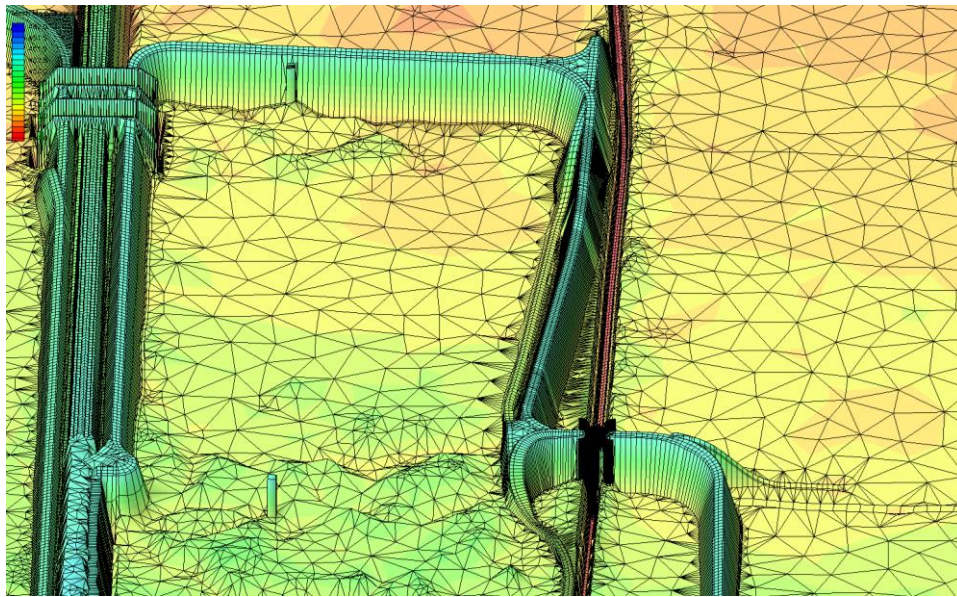


Abb. 22: Perspektivische Ansicht nördliches Ende der HW-Ableitungskorridore mit Drosselbauwerk am Scheidgraben, in Fließrichtung

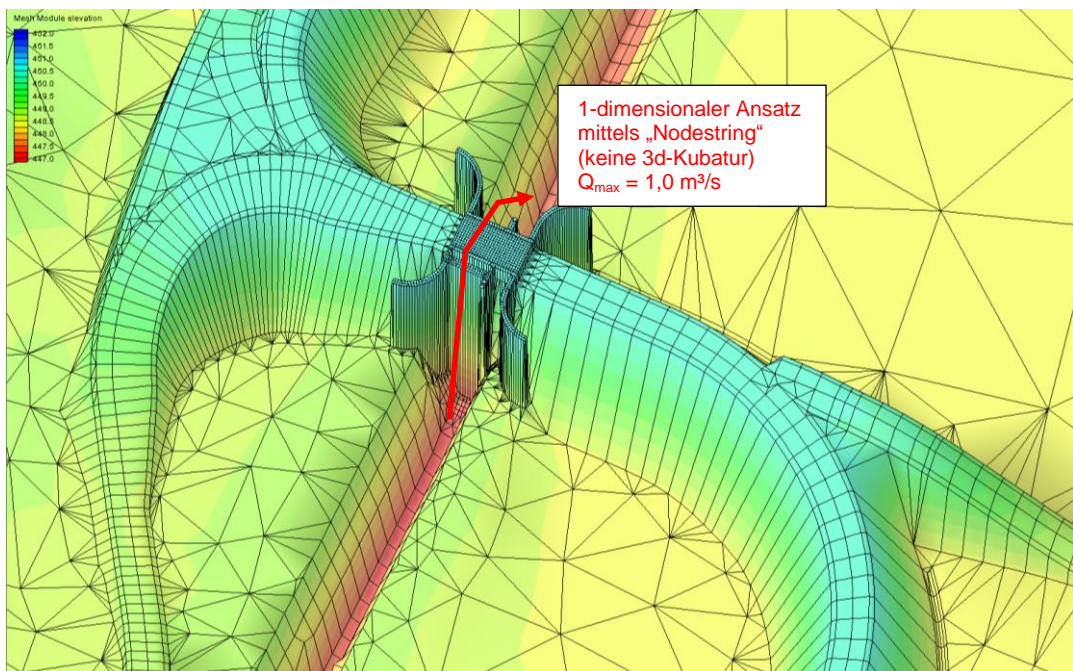


Abb. 23: Perspektivische Ansicht Drosselbauwerk Scheidgraben, in Fließrichtung

Das Drosselbauwerk samt Seiten-/Flügelwänden ist gemäß Objektplanung 1:1 in das 2d-hydraulische Modell eingearbeitet. Die Hauptdurchlassöffnung (3,5 m breit) sowie die daneben angeordnete zweite Öffnung auf gleicher Sohlhöhe sind in der oben stehenden Grafik deutlich erkennbar. Die zweite Öffnung ist im Planungszustand geschlossen und ist für die Hydraulik des Planungszustandes nicht relevant, wird daher nicht in das Modell eingearbeitet. Das Bauwerk ist aus Stahlbeton (Oberflächenrauheit  $k_{st} = 75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ).

Drosselabflüsse für  $HQ_{100}$  zzgl. Klimafaktor,  $HQ_{100}$  und ca.  $HQ_{40}$ :  $Q = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$



Das Drosselbauwerk wird mit 1-dimensionalem Ansatz als Durchlass mit Festlegung  $Q_{\max.} = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$  im Modell berücksichtigt.

#### 2.7.2.11 Querung Erlenbach im Rückleitungskorridor

Der Rückleitungskorridor schließt unmittelbar an das Dükerbauwerk der Bahnquerung Nord an. Im Rückleitungskorridor verläuft ein Abschnitt des Erlenbachs.

Über den bestehenden Durchlass des Erlenbachs unter der Konzenberger Str. wird der Erlenbach in den Abflussbereich der Hochwasserrückleitung zwischen der Bahnstrecke und dem geplanten Rücklaufdeich westlich des Erlenbachs eingeleitet. Im weiteren Verlauf quert der Erlenbach den Rückleitungskorridor und den nördlichen Leitdeich der Hochwasserrückleitung. Hierfür ist ein Drosselbauwerk vorgesehen.

Die soeben beschriebene Situation wurde im Rahmen einer schrittweisen Bearbeitung des Rückleitungskorridors mit entwickelt.

Im Rückleitungskorridor wird als Ausgleichsmaßnahme eine Renaturierung des Erlenbachs vorgesehen (vgl. Anlage 10 der Genehmigungsplanung). Die Renaturierung wird im Berechnungsmodell nicht übernommen, da die Auswirkungen auf der hier gegenständlichen Hochwasserabflüsse gering sein werden. Lediglich bei Mittel- und Niedrigwasser wirkt sich die Renaturierung relevant auf die Abflüsse aus.

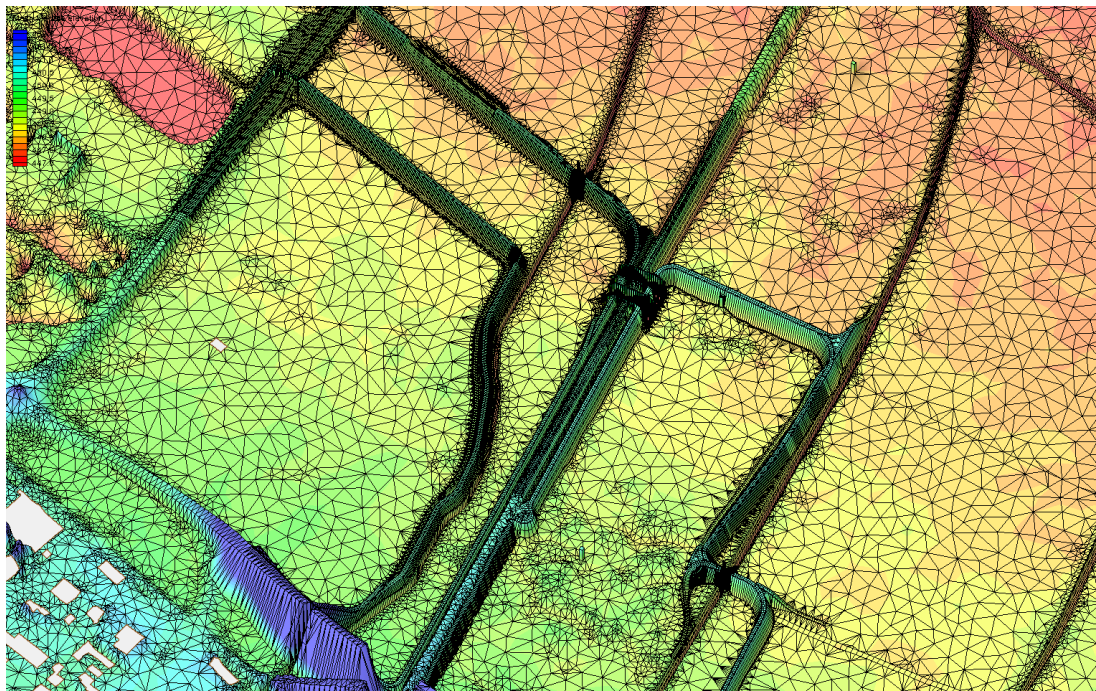


Abb. 24: Perspektivische Ansicht erweiterter Abflussbereich HW-Rückleitung mit Erlenbach, in Fließrichtung

Das Drosselbauwerk samt Seiten-/Flügelwänden ist gemäß Objektplanung 1:1 in das 2d-hydraulische Modell eingearbeitet. Die Hauptdurchlassöffnung (4,0 m breit) sowie eine daneben angeordnete Seitenöffnung. Die Seitenöffnung ist im Planungszustand geschlossen und ist für die Hydraulik des Planungszustandes nicht relevant, wird daher nicht in das Modell eingearbeitet. Das Bauwerk ist aus Stahlbeton (Oberflächenrauheit  $k_{St} = 75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ).

Drosselabflüsse für  $HQ_{100}$  zzgl. Klimafaktor,  $HQ_{100}$  und ca.  $HQ_{40}$ :  $Q = 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$

Das Drosselbauwerk wird mit 1-dimensionalem Ansatz als Durchlass mit Festlegung  $Q_{\max} = 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$  im Modell berücksichtigt.

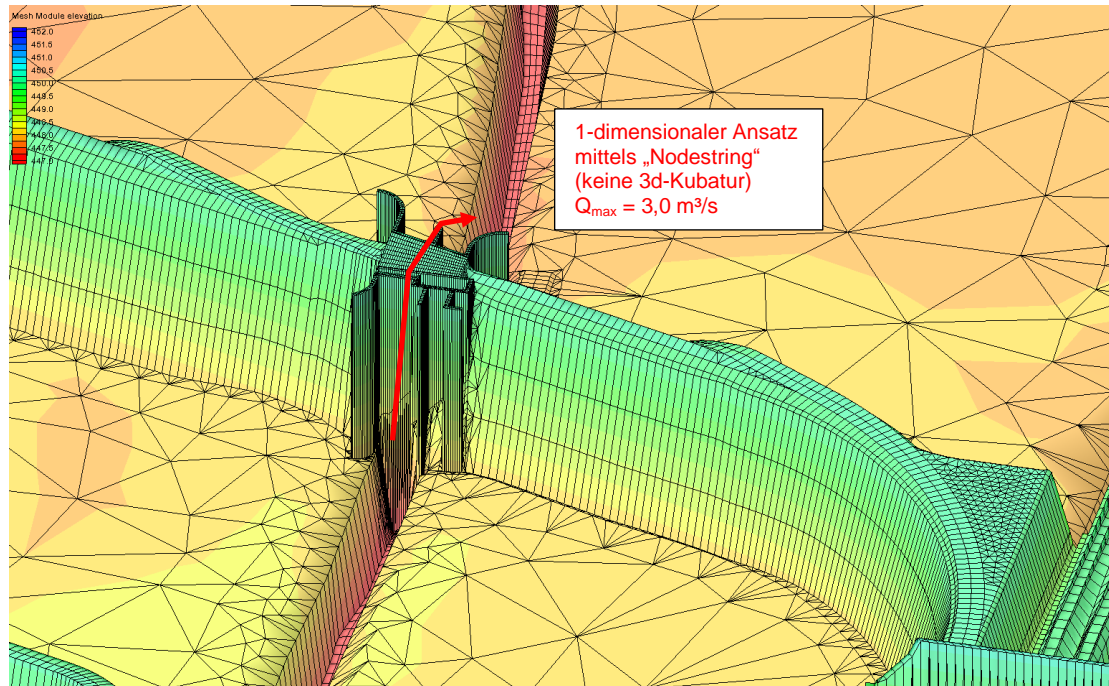


Abb. 25: Perspektivische Ansicht Drosselbauwerk Erlenbach, in Fließrichtung

#### 2.7.2.12 Gradientenabsenkung Kreisstraße GZ11 mit Mobilsperren

Wie bereits im Kap. 2.7.2.11 erwähnt wurde die gesamte Hydraulik des Rückleitungskorridors schrittweise bearbeitet und die Hydraulik des Rückleitungskorridors mit entwickelt.

Für die Rückleitung des um Burgau herum geleiteten Hochwassers ist es erforderlich, dass die Gradienten der GZ11 für die Rückleitung des Wassers abgesenkt wird. Die Absenkung der Gradienten wurde aus dem Ergebnis der Einzelbetrachtung entnommen und in die Objektplanung überführt. Die 3d-Kubatur ist anschließend in das 2d-Modell eingearbeitet worden.

Die abgesenkte Strecke ist ca. 430 m lang und wird überströmbarer ausgebildet. Die Straßenoberkante wird auf dieser Länge von ca. 449,87 m+NN bis auf ca. 449,01 m+NN abgesenkt. Der Radweg wird auf dieser Länge von ca. 449,75 m+NN bis auf ca. 448,80 m+NN abgesenkt. Damit findet im Hochwasserfall die Überströmung der GZ11 vor die Überströmung der Überlaufstrecke (Kap. 2.7.2.13) statt.

Die Rauheitsbelegung der neuen Modellteile erfolgt gemäß der künftigen Oberflächenbeschaffenheiten (Grünland  $k_{St} = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ , Weg befestigt  $k_{St} = 40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  und Weg unbefestigt  $k_{St} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ).

Im Bemessungswasserfall  $HQ_{100}$  zzgl. Klimafaktor und  $HQ_{100}$  ( $Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$  in der HWA) werden über die Straße  $29,6 \text{ m}^3/\text{s}$  Richtung Mindel abgeleitet.

Im Lastfall ca.  $HQ_{40}$  ( $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$  in der HWA) werden über die Straße  $14,2 \text{ m}^3/\text{s}$  abgeschlagen.

Damit das Wasser über die abgesenkte GZ11 in Hochwasserfall, nicht unkontrolliert in das Vorland ausströmt, wird die GZ11 mit Mobilsperren versehen (werden im Hochwasserfall manuell



eingebaut). Für die Hydraulik des Planungszustandes sind die Mobilsperren relevant und werden daher als „Wände“ im Modell berücksichtigt.

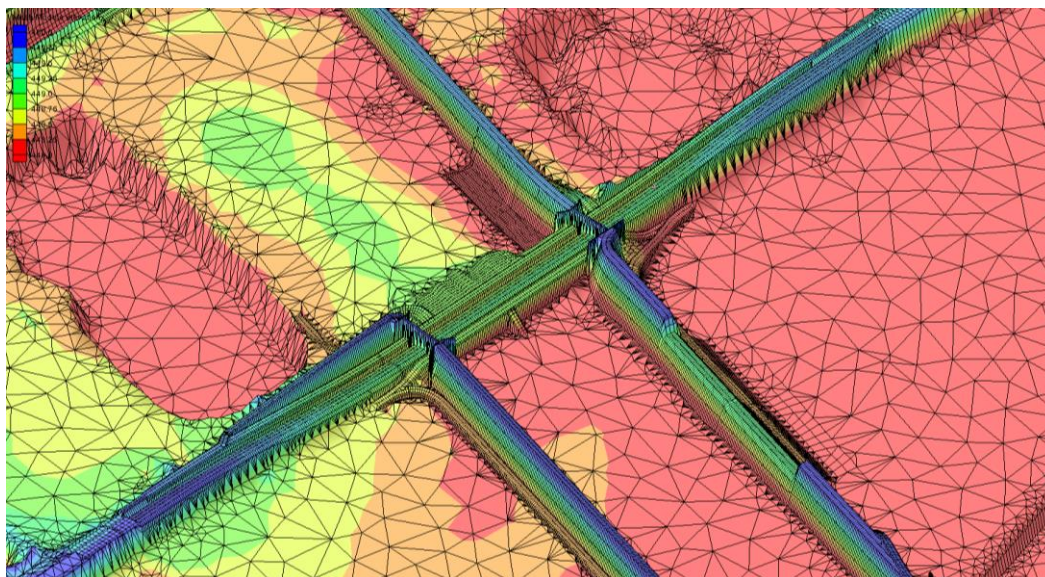


Abb. 26: Perspektivische Ansicht Rückleitungskorridor mit Gradientenabsenkung GZ11 mit Mobilsperren, in Fließrichtung

#### 2.7.2.13 Überlaufstrecke der HW-Rückleitung

Im Rahmen der Ausarbeitung der hydraulischen Situation für die Hochwasserrückleitung in die Mindel bzw. in das bestehende Überschwemmungsgebiet wurde die gewählte Lösung in einer hydraulischen Einzelbetrachtung sukzessive optimiert.

Ziel ist es, das Hochwasser derart in die Mindel und das nördlich des Rückleitungskorridors gelegene Gelände zwischen Erlenbach und GZ11 auszuleiten, dass sich das bisherige Überschwemmungsgebiet der Mindel wieder einstellt. Hierzu ist in der Einzelbetrachtung eine Überlaufstrecke als Streichwehr erarbeitet worden. Die ermittelten Höhenkoten gingen in die Objektplanung ein. Anschließend erfolgte die Übernahme der Konstruktion als 3d-Kubatur in das Modell.

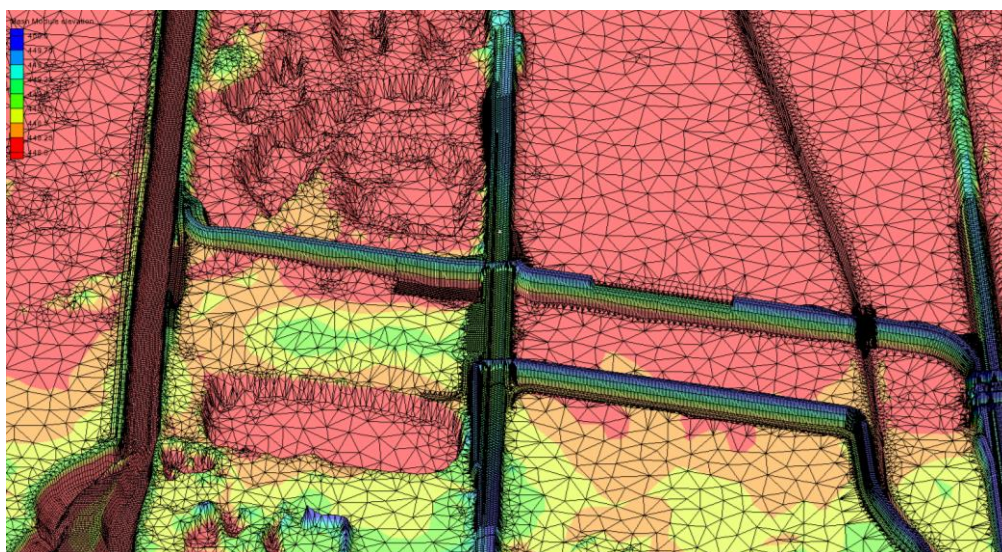


Abb. 27: Perspektivische Ansicht Rückleitungskorridor mit Streichwehr/Überlaufstrecke



Die Überlaufstrecke/Streichwehr ist 100 m lang und wird als überströmbarer Abschnitt des nördlichen Leitdeichs der Hochwasserrückleitung ausgebildet. Die Deichkrone wird auf dieser Länge von 449,92 m+NN bis auf 449,13 m+NN abgesenkt.

Auf der Nordseite wird die luftseitige Böschung gemäß Objektplanung über den als Bermenweg ausgebildeten Hinterweg abgeleitet. Die Böschung weist im oberen Bereich eine Neigung von 1:7, im unteren Bereich 1:10 auf.

Die Rauheitsbelegung der neuen Modellteile erfolgt gemäß der künftigen Oberflächenbeschaffenheiten (Grünland  $k_{St} = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  und Weg unbefestigt  $k_{St} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ).

Im Bemessungswasserfall  $HQ_{100}$  zzgl. Klimafaktor fließen in der HWA  $Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$  ab.

In Kombination mit dem geplanten Beckenwasserspiegel von 456,40 m+NN bei  $HQ_{100}$  zzgl. Klimafaktor kann voraussichtlich bei einem  $HQ_{100}$ -Abfluss in der Mindel (ohne Klimafaktor) von  $108 \text{ m}^3/\text{s}$  von einer Ausleitung im Größenordnung  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  durch die Bahnquerung Süd ausgegangen werden.

Bei einem Abfluss von  $Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$  in der HWA werden über die Überlaufstrecke  $21,1 \text{ m}^3/\text{s}$  in das Gelände abgeleitet.

Im Lastfall ca.  $HQ_{40}$  ( $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$  in der HWA) werden über die Überlaufstrecke  $5,8 \text{ m}^3/\text{s}$  abgeschlagen.

In Kap. 2.8 werden die Unterschiede zum Bestand herausgearbeitet.

#### **2.7.2.14 Überleitung des HW-Abflusses an der Mindel**

Wie bereits beschrieben wird im Rahmen der Ausarbeitung der hydraulischen Situation für die Hochwasserrückleitung in die Mindel bzw. in das bestehende Überschwemmungsgebiet die gewählte Lösung in einer hydraulischen Einzelbetrachtung sukzessive optimiert.

Ziel ist es, das Hochwasser derart in die Mindel und das nördlich des Rückleitungskorridors gelegene Gelände zwischen Erlenbach und GZ11 auszuleiten, dass sich das bisherige Überschwemmungsgebiet der Mindel wieder einstellt. Hierzu ist in der Einzelbetrachtung eine Überleitung der des HW-Abflusses in die Mindel und weiter als Streichwehr in das bestehende Überschwemmungsgebiet der Mindel westlich des Gewässerverlaufes erarbeitet worden. Die ermittelten Höhenkoten gingen in die Objektplanung ein. Anschließend erfolgte die Übernahme der Konstruktion als 3d-Kubatur in das Modell.

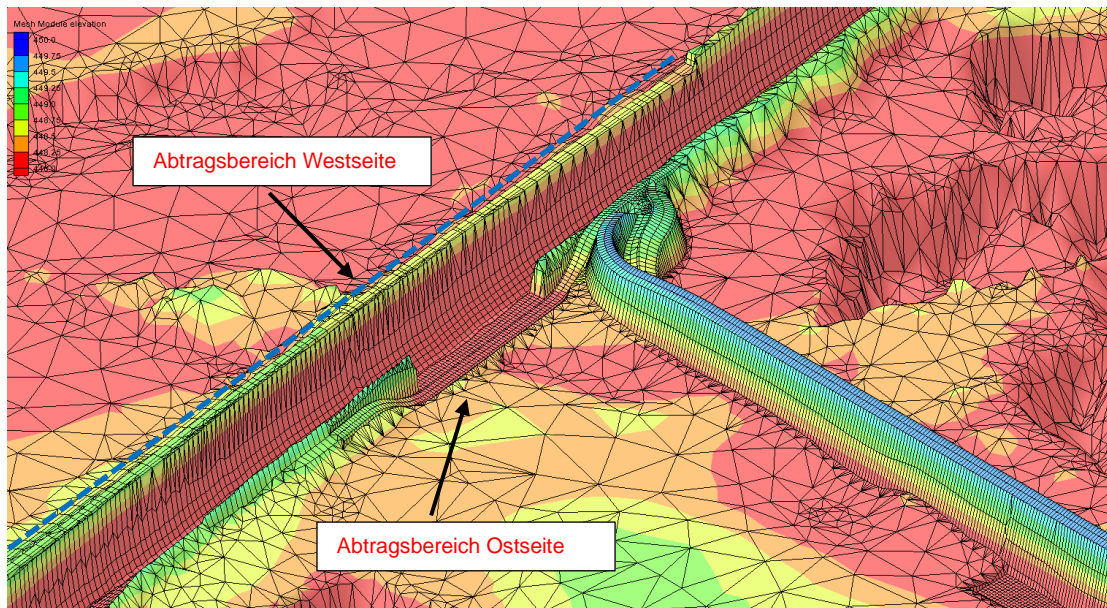


Abb. 28: Perspektivische Ansicht Rückleitungskorridor mit Überleitung in die Mindel und Streichwehr in das Überschwemmungsgebiet

Der Hochwasserabfluss wird der Mindel von der Ostseite her zugeleitet und auf der gegenüberliegenden Seite in das bestehende Überschwemmungsgebiet ausgeleitet wird.

Im 2d-hydraulischen Modell wird der östliche Erdwall an der Mindel (Deich) im Rückleitungskorridor sowie der Deich auf der Westseite der Mindel ebenfalls abgetragen. Die für die finale Lösung erforderlichen Abtragstiefen und Abtragslängen werden durch mehrere Einzelberechnungen ermittelt.

Ergebnis ist, dass der östliche Mindeldeich auf einer Länge von 50 m um einen Meter für die Einleitung von Hochwasser zurück in die Mindel abgetragen werden muss. Die Zielkote von 448,20 m+NN liegt unter dem Wasserspiegel der Mindel bei einem Abfluss von 75 m<sup>3</sup>/s.

Auf der Westseite ist im Ergebnis der Berechnungen eine Überlaufstrecke (Länge 300 m) durch Abtrag des bestehenden Deiches erforderlich, damit sich das Überschwemmungsgebiet der Mindel im Planungszustand wieder so einstellt, wie es gemäß Bestandsberechnung ermittelt wurde. Die neue Kote des abgetragenen westlichen Deiches (448,94 m+NN bis 448,48 m+NN) entspricht dem Wasserspiegel der Mindel bei Q = 75 m<sup>3</sup>/s (Drosselabfluss aus dem HRB) zzgl. 10 cm Freibord.

Die sukzessive ermittelten hydraulisch erforderlichen Maßnahmen werden in die Objektplanung übernommen und anschließend als 3d-Kubatur zur Prüfung deren Funktionsfähigkeit im Gesamtmodell eingearbeitet.

Die Rauheitsbelegung der neuen Modellteile erfolgt gemäß der künftigen Oberflächenbeschaffenheiten (Grünland  $k_{St} = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  und Weg unbefestigt  $k_{St} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ , Sicherung mit Wasserbausteinen  $k_{St} = 27 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ).

Im Bemessungswasserfall HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor werden über die Überlaufstrecke in das westliche Gelände 15,6 m<sup>3</sup>/s abgeleitet.

In Kombination mit dem geplanten Beckenwasserspiegel von 456,40 m+NN bei HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor kann voraussichtlich bei einem HQ<sub>100</sub>-Abfluss in der Mindel (ohne Klimafaktor) von 108 m<sup>3</sup>/s von einer Ausleitung im Größenordnung 50 m<sup>3</sup>/s durch die Bahnquerung Süd ausgegangen werden.

Entsprechend beträgt die Ausleitung über die Überlaufstrecke in das westliche Gelände bei einem Abfluss von  $Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$  in der HWA  $Q = 15,6 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Im Lastfall ca.  $HQ_{40}$  ( $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$  in der HWA) werden über die Überlaufstrecke  $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$  abgeschlagen.

In Kap. 2.8 werden die Unterschiede zum Bestand herausgearbeitet.

## 2.7.3 Innerörtliche Maßnahmen

Im Zuge der Alternativbetrachtung zur Hochwasserableitung wurde auf Anregung der Nachbargemeinden geprüft ob und wie viel mehr Wasser im Hochwasserfall durch Burgau abgeleitet werden kann. Hierzu fand am 09.02.2012 eine Informationsveranstaltung im Rathaus der Stadt Burgau statt, in der die Möglichkeit zur Erhöhung des Abflusses in Burgau innerorts vorgestellt wurde.

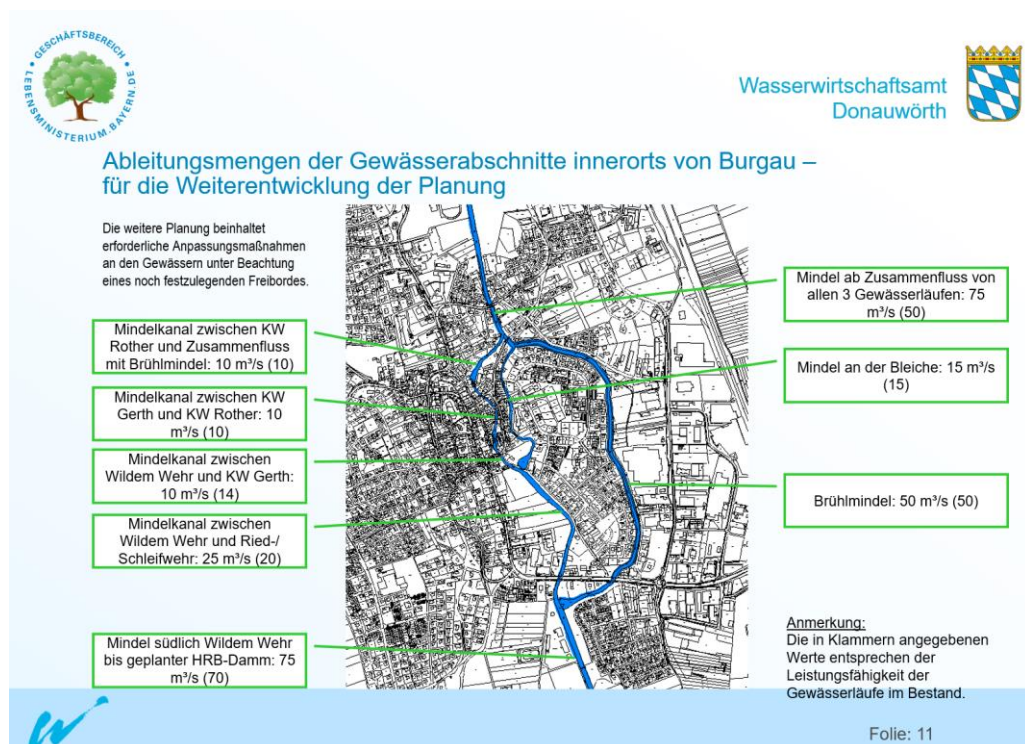


Abb. 29: Folie aus der Informationsveranstaltung vom 09.02.2012

Unter zu Hilfenahme des 2d-Berechnungsmodells konnten Anpassungsmaßnahmen an den innerörtlichen Gewässerläufen (noch ohne Freibord) ermittelt werden, die eine Erhöhung der innerörtlichen Abflüsse um  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  bewirken. Dadurch konnte die Ableitungsmenge in der HWA auf  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  festgelegt werden.

Im Ergebnis der Informationsveranstaltung gaben die Nachbargemeinden ein positives Statement ab, mit dem die Abflüsse zur Planung des HWS Burgau festgelegt wurden.

- Mindel ab Drosselbauwerk HRB: 75 m<sup>3</sup>/s,
- Brühlmindel: 50 m<sup>3</sup>/s
- Mindel an der Bleiche: 15 m<sup>3</sup>/s
- Mindelkanal: 10 m<sup>3</sup>/s

### 2.7.3.1 Geländeanpassungen

Geländeanpassungen sind an den Stellen geplant, an denen das Bestandsgelände keinen oder nur geringen Freibord aufweist und daher zur Freibordanpassung modelliert werden muss. Diese Stellen werden im Rahmen der Ermittlung der Leistungsfähigkeit der Gewässerläufe innerorts durch Längsschnitte beim Bemessungsabfluss aus der 2d-Berechnung herausgearbeitet. Im Anschluss erfolgt die Objektplanung im Zusammenhang mit dem städtischen Umfeld und den weiteren geplanten innerörtlichen Maßnahmen. Die geplanten Maßnahmen werden auch als 3d-Kubatur in das Modell des Planungszustandes eingearbeitet.

Die Geländeanpassungen, die einen Freibord von 20 cm haben, sind (vgl. Anlage 2 der Genehmigungsplanung) an folgenden Stellen geplant:

- Brühlmindel bei Augsburger Str.

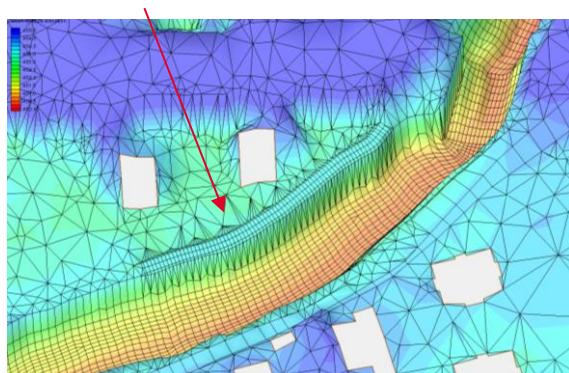


Abb. 30: Perspektivische Ansicht Geländeanpassung Brühlmindel bei Augsburger Str.

- Mindel an der Bleiche

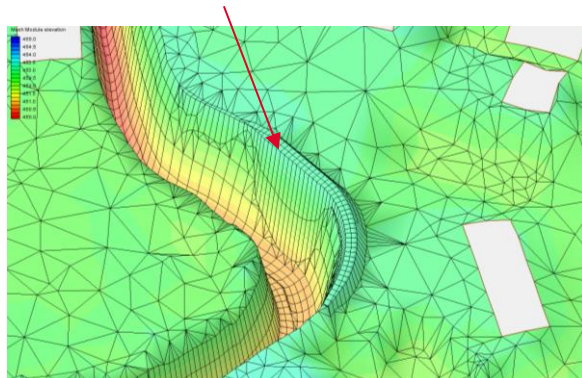


Abb. 31: Perspektivische Ansicht Geländeanpassung Mindel an der Bleiche



- Angerwiesen Nord

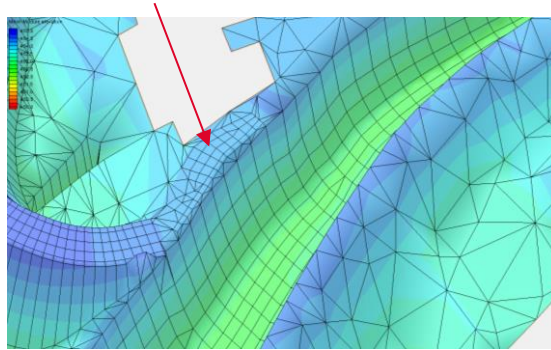


Abb. 32: Perspektivische Ansicht Geländeanpassung Angerwiesen Nord

- Mindel Nord, Geländeanpassung beim Stadion

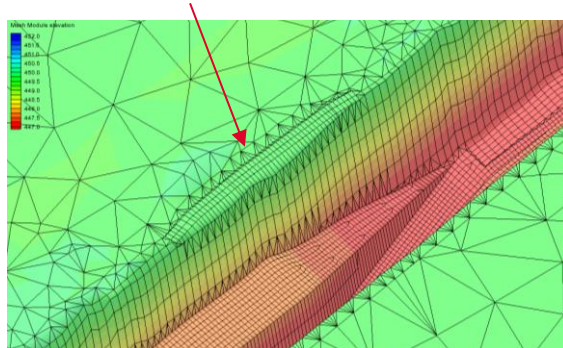


Abb. 33: Perspektivische Ansicht Geländeanpassung Mindel Nord, Geländeanpassung beim Stadion

Die Rauheitsbelegung der neuen Modellteile erfolgt gemäß der künftigen Oberflächenbeschaffenheiten (Grünland  $k_{st} = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ).

### 2.7.3.2 Geländeanhebungen zur Abflussverbesserung

Die Geländeanhebungen dienen zur Abflusserhöhung. Sie sind an den Stellen geplant, an denen das Bestandsgelände unter dem Niveau des Bemessungswasserspiegels liegt und daher zwingend zur Freibordanpassung modelliert werden muss. Diese Stellen werden (wie die Geländeanpassungen) im Rahmen der Ermittlung der Leistungsfähigkeit der Gewässerläufe innerorts durch Längsschnitte beim Bemessungsabfluss aus der 2d-Berechnung herausgearbeitet. Im Anschluss erfolgt die Objektplanung im Zusammenhang mit dem städtischen Umfeld und den weiteren geplanten innerörtlichen Maßnahmen. Die geplanten Maßnahmen werden auch als 3d-Kubatur in das Modell des Planungszustandes eingearbeitet.

Die Geländeanhebungen weisen eine Kronenmindestbreite 3,0 m und Böschungsneigung 1:3 auf. Der Freibord beträgt 30 cm.

In Abweichung davon ist für die Geländeanhebungen rechts der Mindel (zwischen dem HRB-Damm und Brühlmindel) ein Freibord von 50 cm vorgesehen. Die Kronenwege werden als Schotterwege hergestellt.

Die Rauheitsbelegung der neuen Modellteile erfolgt gemäß der künftigen Oberflächenbeschaffenheiten (Grünland  $k_{st} = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  und Weg unbefestigt  $k_{st} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ).



Die Geländeanhebungen sind (vgl. Anlage 2 der Genehmigungsplanung) an folgenden Stellen geplant:

- Mindel Süd

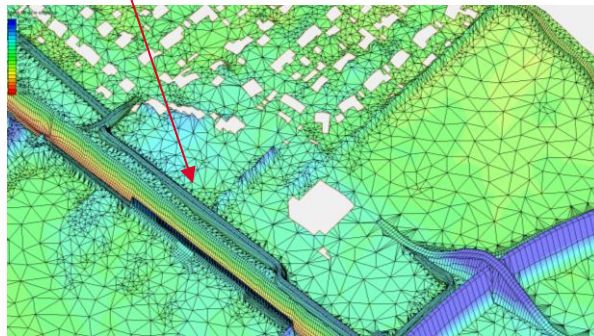


Abb. 34: Perspektivische Ansicht Geländeanhebung Mindel Süd

- Freibad

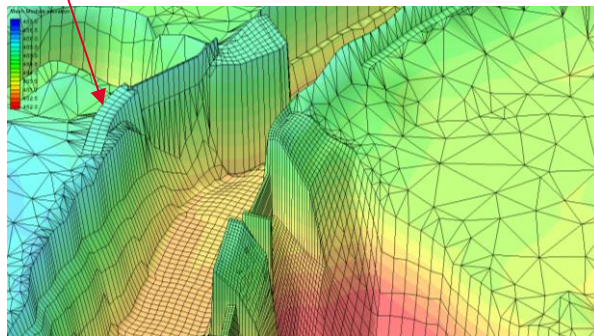


Abb. 35: Perspektivische Ansicht Geländeanhebung Freibad

- Mindelkanal bei Augsburgsburger Str.

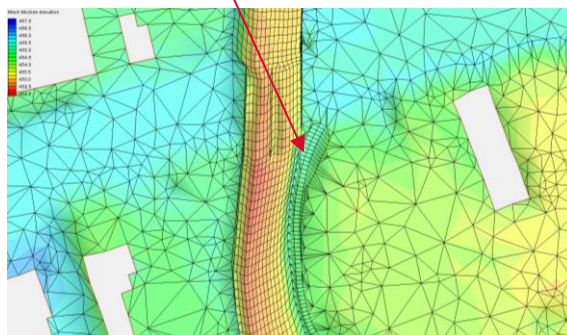


Abb. 36: Perspektivische Ansicht Geländeanhebung Mindelkanal bei Augsburgsburger Str.

- Angerwiesen Süd und am Bahnhofsweg

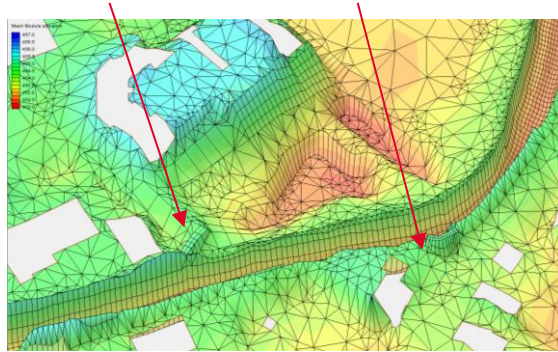


Abb. 37: Perspektivische Ansicht Geländeanhebung Angerwiesen Süd und am Bahnhofsweg

- Brühlmindel

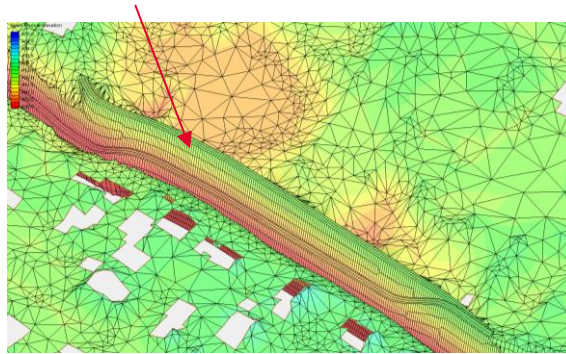


Abb. 38: Perspektivische Ansicht Geländeanhebung Brühlmindel

### 2.7.3.3 Einleitung HRB-Hochwasserentlastung in die Mindel

Die HWEA des HRB wurde bereits in der ersten Planungsphase in der Objektplanung bearbeitet und entsprechend im 2d-Modell als 3d-Kubatur berücksichtigt. Die HWEA wird mit dieser Planung gegenüber der ersten Phase so umkonstruiert, dass das linke Ufer der Mindel an der Einleitung aus dem Überlaufbereich (Einleitungsschwelle) auf einer Länge von rd. 55 m auf dem Niveau des Bemessungsabflusses von  $75 \text{ m}^3/\text{s}$  in der Mindel liegt. Es gibt dadurch keine Ausuferungen bei Abflüssen  $< 75 \text{ m}^3/\text{s}$ .

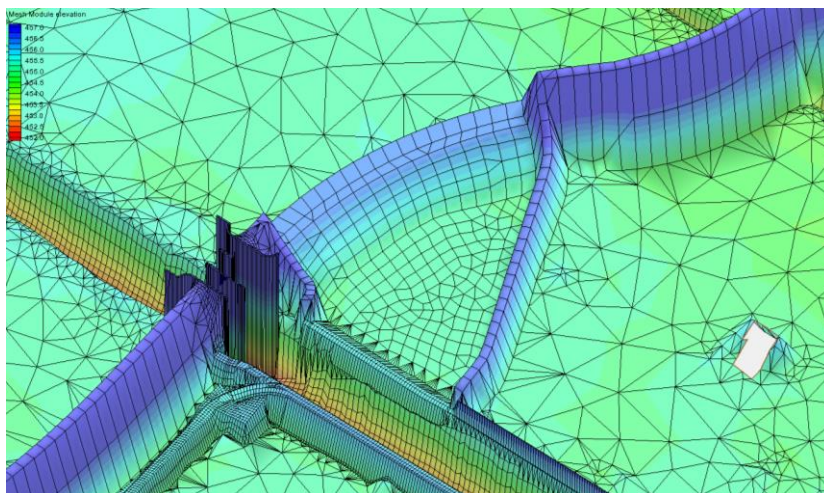


Abb. 39: Perspektivische Ansicht HWEA



#### 2.7.3.4 Spundwände

Die Spundwände dienen zur Abflusserhöhung. Sie sind an den Stellen geplant, an denen das Bestandsgelände unter dem Niveau des Bemessungswasserspiegels liegt und daher zwingend zur Freibordanpassung modelliert werden muss. Diese Stellen werden (wie die Geländeanpassungen und Geländeanhebungen) im Rahmen der Ermittlung der Leistungsfähigkeit der Gewässerläufe innerorts durch Längsschnitte beim Bemessungsabfluss aus der 2d-Berechnung herausgearbeitet. Im Anschluss erfolgt die Objektplanung im Zusammenhang mit dem städtischen Umfeld und den weiteren geplanten innerörtlichen Maßnahmen. Die geplanten Maßnahmen werden auch als 3d-Kubatur in das Modell des Planungszustandes eingearbeitet.

Der Freibord beträgt 30 cm.

Die Rauheitsbelegung der neuen Modellteile erfolgt gemäß der künftigen Oberflächenbeschaffenheiten (Spundwand  $k_{st} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ).

Die Spundwände sind (vgl. Anlage 2 der Genehmigungsplanung) an folgenden Stellen geplant:

- Mindel Süd -Spundwand mit Gabionenzaun

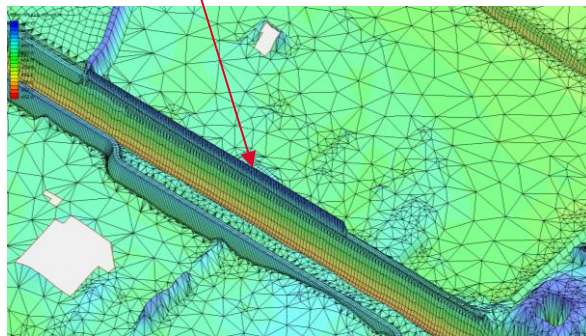


Abb. 40: Perspektivische Ansicht Spundwand Mindel Süd - Spundwand mit Gabionenzaun

- Spundwand Bahnhofsweg

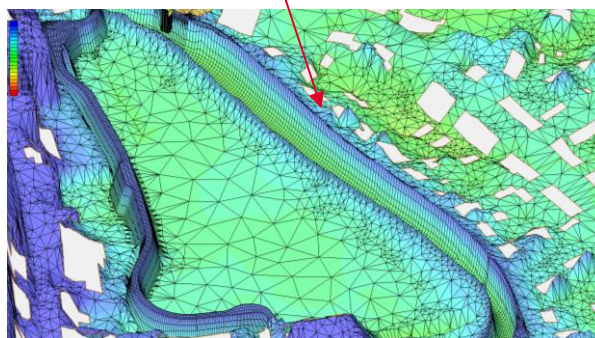


Abb. 41: Perspektivische Ansicht Spundwand Bahnhofsweg

#### 2.7.3.5 Einengung am Wilden Wehr

Im Planungszustand dürfen in der Mindel ab dem Wilden Wehr nur noch  $25 \text{ m}^3/\text{s}$  nach Norden fließen. Dazu ist der Abfluss im Bereich des Wilden Wehres zu beeinflussen. Ziel des Vorhabensträgers an dieser Stelle ist eine auf den Abfluss wirkende, ständig und ohne bewegliche Teile Maßnahme. Somit wird nach einer Variantenuntersuchung inkl. hydraulischer

Modellierung (vgl. Angang 21) eine Querschnittseinengung der Mindel am Wilden Wehr gewählt (vgl. Kap. 4.1 Erläuterungsbericht).

Mittels dem 2d-Hydraulischen Modell wird die für die Zielerreichung - ausgehend vom Bestand – die erforderliche Dimension der Einengung iterativ ermittelt.

Für den vorgenannten Situation wird in der Berechnung folgendes berücksichtigt:

- Wildes Wehr NORD (Streichwehr) gemäß Bestandsvermessung:  
Länge 12,75 m, Überfallkante 454,22 m+NN
- Wehranlage Wildes Wehr: Berücksichtigung des 2014 verbescheideten Wehrumbaus:  
Klappe Breite: 5,80 m, Klappe bei Abgesenktem Niveau (=Sohle) 453,20 m+NN, Stauziel 454,17 m+NN (vgl. Bescheide des LRA Günzburg vom 24.07.2014/Az. 6430.0/2 und 21.11.2014/Az. 6430.0/2)
- Wildes Wehr SÜD (Streichwehr):  
Länge 14,60 m, Überfallkante 454,17 m+NN  
(gemäß Bescheid LRA Günzburg vom 21.11.2014/Az. 6430.0/2); das im Bescheid genannte Stauziel von 454,17 m+NN entspricht der Schwellenhöhe
- Fischpass gemäß Bestandsvermessung

Der ca. 16,5 m breite Querschnitt der Mindel wird durch die Einengung von max. 7,6 m auf ca. 8,9 m eingengt. Die Oberkante der Einengung entspricht dem auf der linken Mindelseite anstehenden Bestandsgelände von 455,10 m+NN. Gemäß den unten aufgelisteten Randbedingungen ergibt sich dadurch nach Oberstrom ein Aufstau, der direkt über das Wilde Wehr in die Brühlmindel abfließt. Durch die Einengung kann die angestrebte Abflussaufteilung im Bemessungslastfall  $HQ_{100}$  zzgl. Klimafaktor (Brühlmindel  $Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$  und Mindel  $Q = 25 \text{ m}^3/\text{s}$ ) erreicht werden.

Die Einengung soll Trockenmauer aus Natursteinquadern mit Begrünung auf der Oberseite hergestellt werden. Entsprechend werden die Bereiche im 2d-Modell mit einer Oberflächenrauheit  $k_{St} = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  belegt.

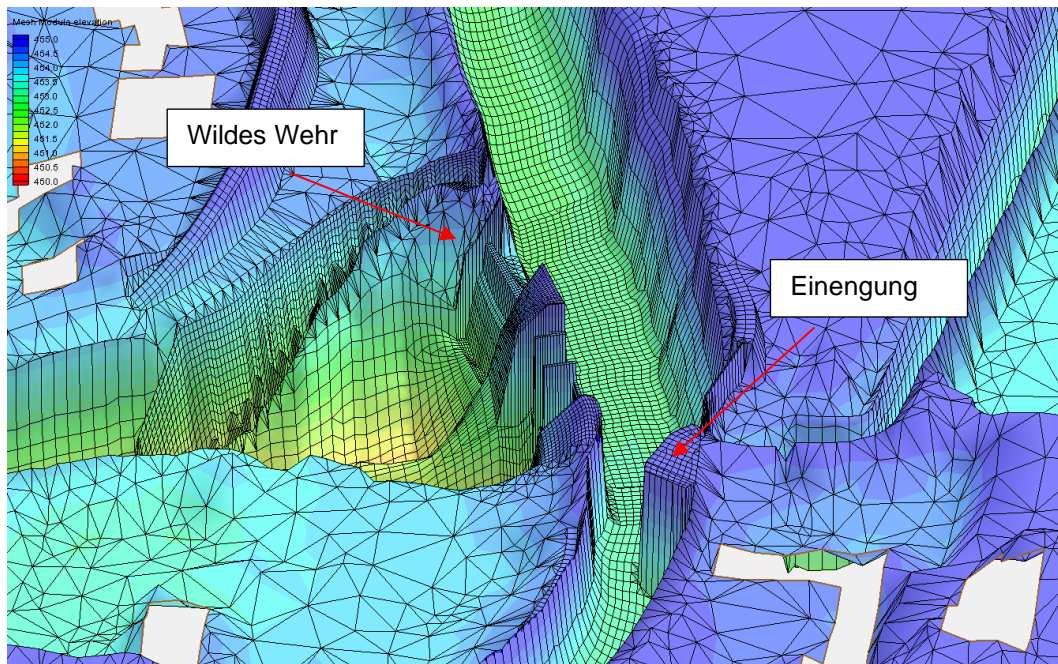


Abb. 42: Perspektivische Ansicht Einengung am Wilden Wehr

### 2.7.3.6 Hochwasserschutzdeich Angerwiesen

Die Angerwiesen sind derzeit bei Hochwasser überflutet. Auch im bemessungslastfall HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor soll der innerörtliche Retentionsraum zur Verfügung stehen. Die Angerwiesen sollen mit einem Deich umgeben werden. Die Höhe des Erforderlichen Deiches wird mit Hilfe des 2D-Modells ermittelt, in dem zunächst entlang der geplanten HWS-Linie eine schmale Linie mit nicht durchströmbaren Elementen angeordnet wird. Anschließend wird die Höhe des Bemessungswasserspiegels in den Angerwiesen berechnet und ein Freibord von 50 cm addiert. Dies ergibt die Oberkante des geplanten Deiches. Der Deich wird anschließend in der Objektplanung gestaltet (Kronenbreite 4,0 m, Böschungsneigung beidseitig 1:3). Der Deich wird anschließend als 3d-Objekt aus der Planung in das 2d-Modell übernommen und mittels Berechnung geprüft, ob der Freibordanteil zu Planung stimmig ist.

Die Rauheitsbelegung des neuen Modellteiles erfolgt gemäß der künftigen Oberflächenbeschaffenheiten (Grünland  $k_{St} = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  und Weg unbefestigt  $k_{St} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ).

Für die Ableitung von Wasser aus den Angerwiesen nach dem Hochwasser ist gemäß Objektplanung eine Verrohrung DN300 durch den Deich der Angerwiesen mit Absperrschieber vorgesehen. Dieser Schieber ist nicht im Modell berücksichtigt, da das Wasser im Modell sonst aus der HWS-Maßnahme „auslaufen“ würde. Das ist modelltechnisch nicht gewünscht und führt zu Ergebnissen die auf der sicheren Seite liegen.



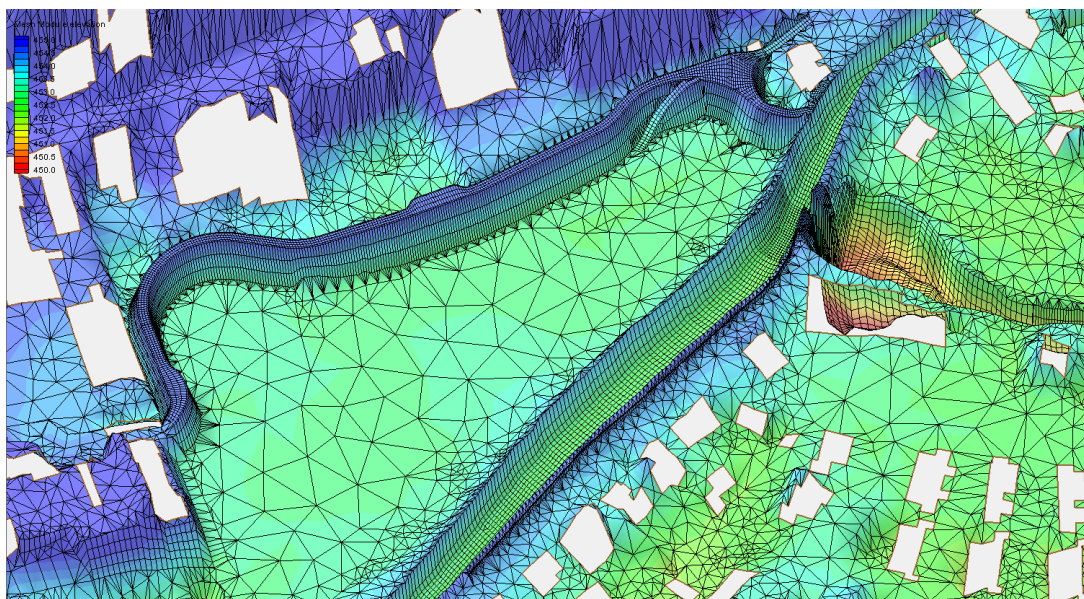


Abb. 43: Perspektivische Ansicht Hochwasserschutzdeich Angerwiesen

### 2.7.3.7 Gewässeraufweitungen

Zur Herstellung der im Planungsfall gewünschten Leistungsfähigkeit der innerörtlichen Gewässerabschnitte sind Aufweitungen und Sohl-/Gefälleveränderungen in Teilbereichen erforderlich.

Diese liegen an Brühlmindel, Mindel an der Bleiche und Mindel Nord (vgl. Anlage 2 der Genehmigungsplanung).

- Brühlmindel (mit Bermenweg)

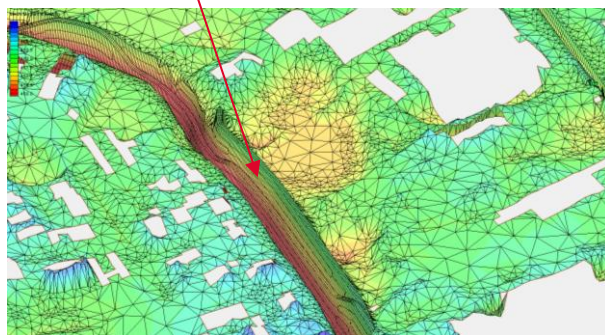


Abb. 44: Perspektivische Ansicht Gewässeraufweitung Brühlmindel (mit Bermenweg)

- Mindel an der Bleiche

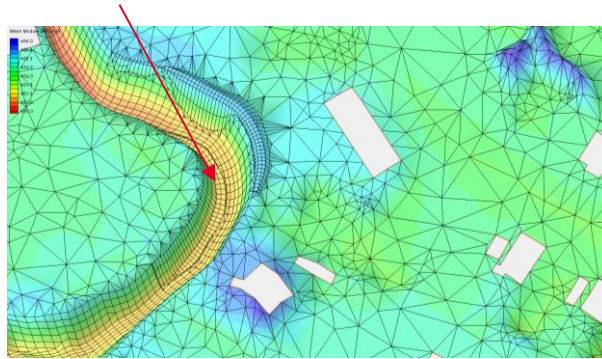


Abb. 45: Perspektivische Ansicht Gewässeraufweitung Mindel an der Bleiche

- Mindel Nord (mit Bermenusbildung)

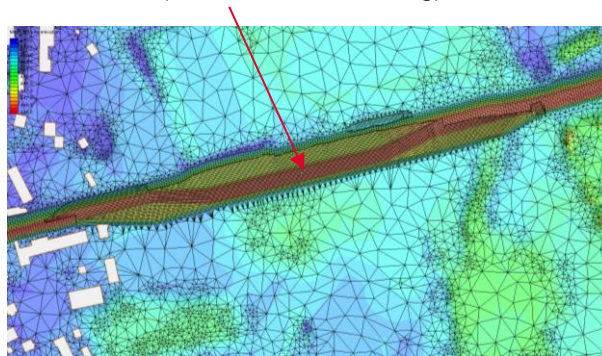


Abb. 46: Perspektivische Ansicht Gewässeraufweitung Mindel Nord (mit Bermenusbildung)

Diese Teilbereiche werden im Rahmen der Ermittlung der Leistungsfähigkeit der Gewässersläufe innerorts durch Längsschnitte beim Bemessungsabfluss aus der 2d-Berechnung herausgearbeitet. Im Anschluss erfolgt die Objektplanung im Zusammenhang mit dem städtischen Umfeld und den weiteren geplanten innerörtlichen Maßnahmen. Die geplanten Aufweitungen (Böschungsneigungen von ca. 1:1,5 bis 1:2,5) werden auch als 3d-Kubatur in das Modell des Planungszustandes eingearbeitet. Mittels 2D-Berechnung wird geprüft, ob der erforderliche Freibordanteil zu Planung stimmig ist.

Die Rauheitsbelegung des neuen Modellteiles erfolgt gemäß der künftigen Oberflächenbeschaffenheiten (Grünland  $k_{St} = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  und Weg unbefestigt  $k_{St} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ).

### 2.7.3.8 Gewässerknoten beim Langen Steg

Im Zuge der HWS-Planung soll auch die Fischpassierbarkeit der Gewässerabschnitte in Burgau verbessert werden.

Am Mindelkanal liegen alle Kraftwerke des innerstädtischen Bereiches. Am Mindelkanal ist eine Fischpassierbarkeit aus Platzgründen baulich nicht möglich. Am Riedwehr (Mindel an der Bleiche) ist ebenfalls aus Platzgründen keine Fischpassierbarkeit herstellbar. Am Wilden Wehr wurde vom Vorhabensträger von der Mindel in die Brühlmindel ein Fischpass hergestellt. Dieser soll künftig für die Fischwanderung genutzt werden. Dafür sind am Zusammenfluss der innerörtlichen Gewässersläufe am Knotenpunkt „Langer Steg“ Maßnahmen notwendig, die die Fischwanderung in die Brühlmindel ermöglichen.

Im Rahmen einer 2d-hydraulischen Einzelbetrachtung wurden die hier beschriebenen Maßnahmen iterativ ermittelt und mit der Fischereifachberatung abgestimmt.



- Mindel an der Bleiche

- 1
  - Aufweitung Gewässerquerschnitt Mindel an der Bleiche, Böschungsneigung 1:1 und teilweise steiler, Sicherung mit Wasserbausteinen
  - Rückverlegung bestehenden Sohlrampe um ca. 40 m
  - Höhendifferenz in der Rampe 40 cm
  - Riegelbauweise aus Wasserbausteinen
  - Tieferlegung Sohle um durchschnittlich 0,50 m, Gefälle neu 1 Prom.
- 2
  - Auffüllung bestehender Kolk (Tiefe ca. 1,30 m) am Zusammenfluss mit der Brühlmindel

- Brühlmindel

- 3
  - Herstellung Berme vor dem Zusammenfluss mit Mindel an der Bleiche
  - Herstellung Zwischenberme auf der linken Gewässerseite mit Verlagerung Niedrigwasserquerschnitt Brühlmindel auf die rechte Uferseite → Verlagerung Lockströmung in die Brühlmindel weg von der Mindel an der Bleiche
  - Böschungssicherung zum Niedrigwassergerinne mit Wasserbausteinen
  - Trennwall aus Wasserbausteinen (Buhne) für Abgrenzung Niedrigwassergerinnes von der Mindel an der Bleiche

- Mindel an der Bleiche bis Mündung Mindelkanal

- 4
  - Einbau von 6 Buhnen auf der linken Uferseite, OK 448,32 m+NN, Höhe ab Gewässersohle 60 – 80 cm

- Schutz linke Uferseite beim Zusammenfluss Brühlmindel - Mindel an der Bleiche

- 5
  - Schutz-/Ufermauer in vorhandener Gewässerböschung, Länge ca. 35 m (zwischen Mündungsbereich der Mindel an der Bleiche bis zum Widerlager der Brücke „Langer Steg“), Maueroberkante bei 451,50 m+NN (entspricht Niveau des Bestandsgeländes) und liegt mehr als 1,0 m über dem Bemessungswasserspiegel

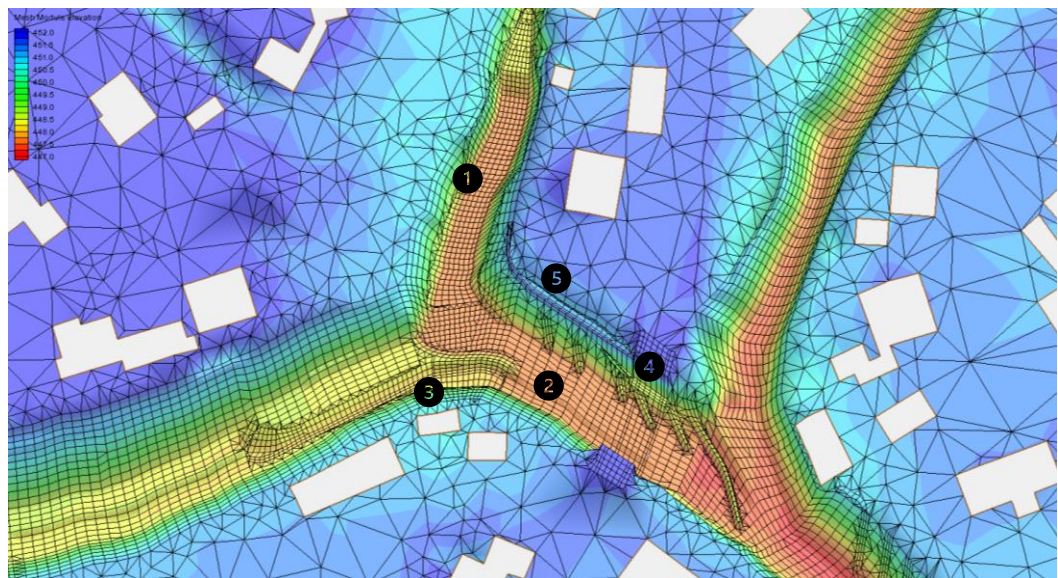


Abb. 47: Perspektivische Ansicht Gewässerknoten beim Langer Steg gemäß Planung

### 2.7.3.9 Radweganhebung Kreisstraße GZ31

Die zum gesamten HWS Burgau notwendigen Maßnahmen werden sukzessive ermittelt. Beim Bemessungsabfluss von 75 m³/s stellt sich im Rahmen der 2D-hydraulischen Bearbeitung heraus, dass das rechte Ufer der Mindel zwischen der geplanten Gewässeraufweitung Mindel Nord und der GZ31 etwas tiefer liegt und es dort zu Ausuferungen nach Osten kommt.

Um zu verhindern, dass es im Planungszustand zu einer Beeinträchtigung der GZ31 kommt, wird der südlich der GZ31 verlaufende Radweg angehoben.

Hierzu wird aus dem 2d-Modell der Wasserspiegel im Bemessungslastfall abgegriffen. In der Objektplanung wird der Radweg dort angehoben, wo der Wasserspiegel über dem Bestandsniveau der GZ31 liegt. Die Anhebung beträgt 30 bis 55 cm (OK 449,65 m+NN inkl. 30 cm Freibord). Böschungneigung ist 1:1,15.

Die Radweganhebung wird anschließend als 3d-Objekt aus der Planung in das 2d-Modell übernommen. Mittels Berechnung wird geprüft, ob der Freibordanteil zu Planung stimmig ist.

Die Rauheitsbelegung des neuen Modellteiles erfolgt gemäß der künftigen Oberflächenbeschaffenheiten (Grünland  $k_{St} = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  und Weg befestigt  $k_{St} = 40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ).

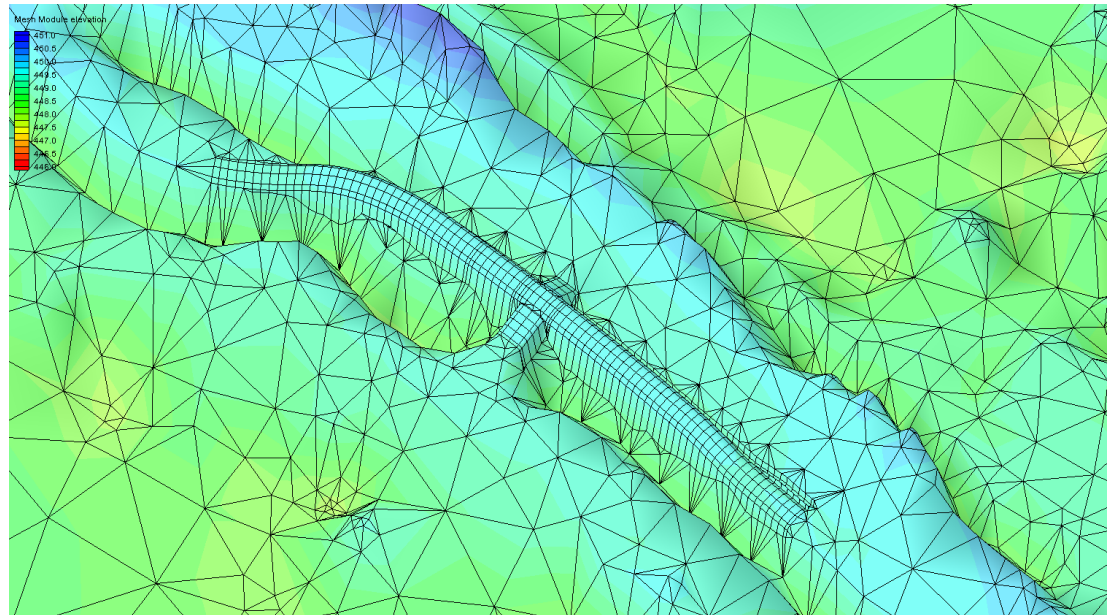


Abb. 48: Perspektivische Ansicht Radweganhebung GZ31

### 2.7.3.10 Geländeanhebung/-anpassung zur Abflusssicherung (Erlenbach)

Mit dem 2D-Modell wird im Rahmen der Ausarbeitungen zum gesamten HWS Burgau aufgezeigt, dass am Erlenbach beim max. Drosselabfluss von 3,0 m³/s Wasser in geringer Tiefe aus dem Gewässer ausufernd und sich in Geländesenken sammelt. Um diese Ausuferungen zu vermeiden, wird das bestehende Gelände entlang eines Teilbereiches des linken Bachufers leicht angehoben.

Die erforderliche Planungshöhe wird mittels des 2D-Modells durch eine Berechnung mit nicht durchströmbar Elementen bemessen. Auf die berechnete Wasserspiegellage wird ein Freibord von 20 cm addiert. Entsprechend werden die Maßnahmen im Rahmen der Objektplanung geplant und als 3d-Kubatur in das 2d-Berechnungsmodell übernommen und in einer weiteren Berechnung auf Stimmigkeit und Einhaltung des erforderlichen Freibordmaßes geprüft.



Geplant sind Winkelsteine und Geländeauftrag (Kronenbreite 2,0 m, Böschungsneigung 1:3)

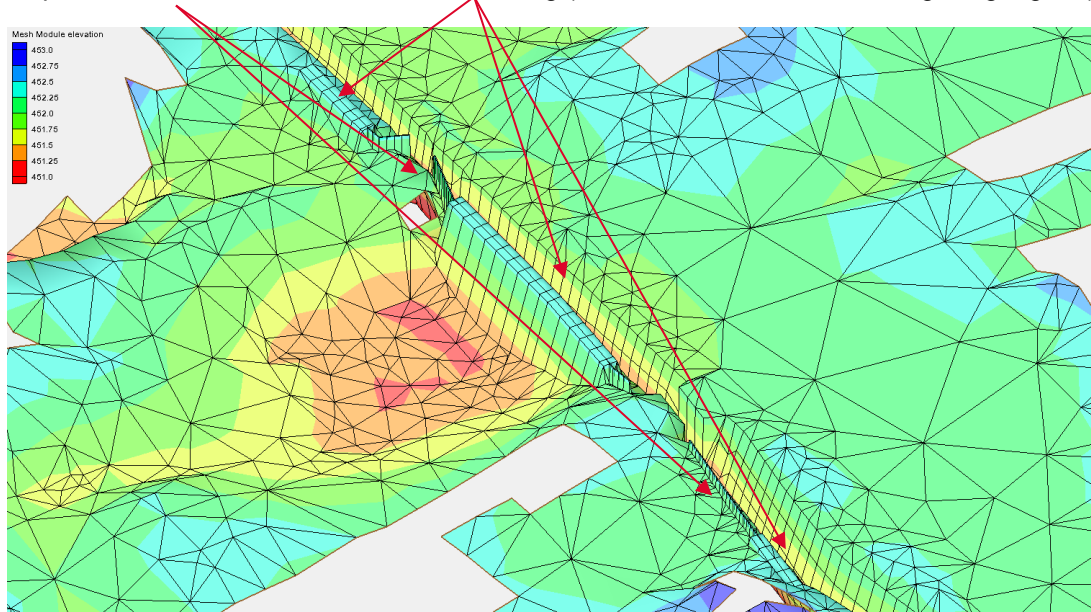


Abb. 49: Perspektivische Ansicht Geländeanhebung/-anpassung zur Abflusssicherung (Erlenbach)

Die Rauheitsbelegung des neuen Modellteiles erfolgt gemäß der künftigen Oberflächenbeschaffenheiten (Grünland  $k_{St} = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  und Mauer  $k_{St} = 40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ).

Die bestehenden Brückenbauwerke liegen ausreichend hoch, so dass im Hochwasserfall dort kein Wasser aus dem Erlenbach nach Westen austritt.

## 2.8 Hydraulische Berechnung Plan-Zustand

Nach der Auswertung der Überflutungssituation im Ist-Zustand erfolgt die wasserbauliche Planung des HWS. Die geplanten Maßnahmen werden in das Bestandsmodell eingearbeitet und die 2d-hydraulischen Berechnungen des gesamten Planungszustandes durchgeführt. Die Berechnungsergebnisse von Ist- und Planungszustand werden verglichen.

### 2.8.1 Kopplung Oberflächenhydraulik mit Grundwasserhydraulik

Für den gesamten HWS-Planungsstand (Gesamte HWS; Phase I und Phase II) wird im HRB für den Bemessungslastfall  $HQ_{100}$  zzgl. Klimafaktor ein Stauziel von 456,45 m+NN erreicht.

Gemäß Hydrogeologie fällt bei Vollfüllung des HRB Qualmwasser auf der Nordseite des Dammes an. Dieses Qualmwasser wird bei den Lastfällen  $HQ_{100}$  zzgl. Klimafaktor,  $HQ_{100}$  und ca.  $HQ_{40}$  in der 2d-Hydraulik berücksichtigt. Somit wird der ungünstigste Fall bzgl. der bei Einstau des HRB anfallenden Qualmwassermengen berücksichtigt.

Die Qualmwassermengen wurden vom Hydrogeologen für Erlenbach, Kulturgraben und Schwarzgraben ermittelt und in Form von Ganglinien für die 2d-Hydraulik zur Verfügung gestellt.

Die Zugaben des Qualmwassers in das Berechnungsmodell erfolgen auf der Luftseite des HRB-Dammes im Qualmwasserbereich (vgl. geotechnisches Gutachten) im Gewässerbett von Erlenbach, Kulturgraben und Schwarzgraben.

Die maximalen Aussickerungsraten des Qualmwassers betragen gem. den hydrogeologischen Berechnungen:

- Erlenbach: 0,083 m<sup>3</sup>/s
- Kulturgraben: 0,342 m<sup>3</sup>/s
- Schwarzgraben: 0,115 m<sup>3</sup>/s

## 2.8.2 Lastfall HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor

### 2.8.2.1 Planungsziel

Das angestrebte Planungsziel ist, den in der Talaue der Mindel liegenden Stadtbereich vor Hochwasser zu schützen und dabei trotzdem im innerörtlichen Bereich kleinräumig Vorlandabschnitte an Kulturgraben und Erlenbach zum Hochwasserrückhalt/innerörtliche Retention und zu nützen. Dies trifft auch auf den Bereich rechts der Mindel südlich der Konzenberger Straße zu.

Nördlich der HWS-Maßnahmen soll das bisherige Überschwemmungsgebiet der Mindel durch gezielte Ausleihungen aus dem Rückleitungskorridor in das Vorland wieder hergestellt werden.

### 2.8.2.2 Ist-Zustand: Berechnungsergebnisse und Überschwemmungsgebiet

An dieser Stelle wird auf Kap. 2.6.1 verwiesen.

### 2.8.2.3 Planungs-Zustand: Berechnungsergebnisse und Überschwemmungsgebiet

Das Überschwemmungsgebiet mit den zugehörigen Wassertiefen bei HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor ist für den Planungszustand in Anlage 3.2 der Genehmigungsplanung dargestellt.



Abb. 50: Lageplanausschnitt aus Anlage 3.2 der Genehmigungsplanung

Die allgemeine Überflutungssituation ist im Folgenden kurz beschrieben. Für detaillierte Aussagen wird auf die Wassertiefenkarte (Anlage 3.2 der Genehmigungsplanung) verwiesen.

Hinsichtlich der Wasserspiegel bzw. Abflussverhältnisse am Wilden Wehr ergibt sich für den Normalabfluss (Ausbauabflüsse der Kraftwerke bzw. Mindel ca. 10 bis 12 m³/s) im Mindelkanal bei vollständig geöffneter Wehranlage am Wilden Wehr (gemäß des 2014 verbescheideten Wehrrumbaus vgl. Kap. 2.7.3.5) eine Wasserspiegeldifferenz von ca. 20 cm zwischen dem Unterwasser und dem Oberwasser der Einengung. Gegenüber dem Ist-Zustand erhöht sich der Wasserspiegel oberstrom der Einengung rechnerisch um ca. 1 cm.

	Ist-Zustand	Planungs-Zustand	Differenz Planung abzgl. Ist
WSPL unterstrom Einengung	453,80 m+NN	453,67 m+NN	-0,13 m
WSPL oberstrom Einengung	453,83 m+NN	453,84 m+NN	+0,01 m

Tab. 11: Wasserspiegellagen ober- und unterstrom der geplanten Einengung für Normalabfluss (ca. 10 – 12 m³/s) bei vollständig geöffneter Wehranlage am Wilden Wehr

Im Mindelkanal in Burgau werden die Wasserkraftwerke Gerth (Obere Mühle, Ausbauabfluss 6,25 m³/s), Rother (Untere Mühle, Ausbauabfluss 6,8 m³/s), Knochenmühle (Riedwehr, Ausbauabfluss 0,65 m³/s) betrieben. Das Kraftwerk Laubheimer (Ausbauabfluss 0,53 m³/s) ist aufgelassen.

Gemäß Bescheid des Landratsamtes Günzburg vom 24.07.2017 darf der Wasserspiegel an der Stauklappe am Wilden Wehr maximal auf 454,17 m ü. NN (neues System-DHHN 12) liegen. Durch die geplante Einengung, die ca. 16 m unterstrom des Wilden Wehres die größte Querschnittseinengung aufweist, kann das Stauziel am Wilden Wehr bei Normalabfluss (10 – 12 m³/s) erhalten werden.

Aus dem HWR werden über die Überlaufstrecke zwischen Erlenbach und GZ11 Q = 21,1 m³/s in das Gelände abgeleitet.

An der Überleitung der Mindel in das ursprüngliche Überschwemmungsgebiet werden über das abgetragene westliche Ufer der Mindel 15,6 m³/s ausgeleitet.

Der Abfluss in der Mindel nördlich der Rückleitung / Ausleitung im Ist-Zustand (HQ100 zzgl. Klimafaktor) beträgt 74,9 m³/s. Der linksseitige Stauhaltungsdamms der Riedmühle wird nicht überströmt. Das Wasser westlich des Stauhaltungsdamms ufer weiter südlich aus und fließt in nördlicher Richtung parallel zum Stauhaltungsdamms ab. Die Fließgeschwindigkeiten unterstrom der Ausleitung in das ursprüngliche Überschwemmungsgebiet der Mindel betragen entlang des Stauhaltungsdamms durchschnittlich 0,15 m/s. Die geringen Fließgeschwindigkeiten entsprechen den Fließgeschwindigkeiten im Ist-Zustand. Daher ergeben sich durch die geplanten Maßnahmen keine weitere Beeinträchtigung des Stauhaltungsdamms der Riedmühle.

Der Abfluss in der Mindel nördlich der Rückleitung im Planzustand (HQ100 zzgl. Klimafaktor) beträgt 77,0 m³/s.

Die Hochwasserschutzmaßnahmen zeigen ihre Wirkung. Der innerörtliche Siedlungsbereich ist mit Ausnahme der im Rahmen der Planung zugelassenen innerörtlichen Retentionsräume an Erlenbach und Kulturgraben vor Hochwasser geschützt. Die sich dort einstellenden Wassertiefen sind < 30 cm.

Im HRB stellen sich beim Drosselbauwerk des Kulturgrabens die größten Wassertiefen bis 2,40 m über dem Bestands Gelände ein. In der Hochwasserableitung werden die größten Wassertiefen am Leitdeich nördlich Konzenberger Straße von ca. 1,70 m über bestehendem

Gelände erreicht. In der Hochwasserrückleitung wird im Maximum eine Wassertiefe von 1,65 m berechnet. Im übrigen Gelände sind die Wassertiefen geringer.

#### **2.8.2.4 Ganglinienvergleich von Ist- und Planungs-Zustand**

Zum Nachweis der positiven Wirkung der HWS-Maßnahmen auf den Hochwasserschutz werden die Ganglinien vor bzw. oberstrom des HRB (am Zulauf der Mindel bei der BAB8, Fl.km 14,250) und nördlich von Burgau am Ende der geplanten HWS-Maßnahmen (Fl.km 10,250) verglichen.

In der hier abgebildeten Grafik werden die Hochwasserganglinien nördlich der geplanten Maßnahmen miteinander verglichen.

Die Zuflussganglinien von Mindel, Erlenbach und Schwarzgraben an der BAB8 sind in blauen gestrichelten/gepunkteten Linien einzeln dargestellt und zu einer gesamten Abflussganglinie aufsummiert (dicke, durchgezogene blaue Linie).

Die rote Ganglinie ist die Hochwasserganglinie des breitflächig zwischen GZ31 und Bahnlinie im Ist-Zustand abfließenden Wassers. Die Spitze beträgt knapp unter 140 m<sup>3</sup>/s.

Die grün gestrichelten/gepunkteten Linien sind die Einzelabflüsse aus den HWS-Maßnahmen in das Vorland. Sie sind aufsummiert zu einer einzelnen gesamten Abflussganglinie. Diese stellt die künftige Ganglinie bei Umsetzung der Maßnahmen dar. Die Spitze beträgt ca. 105 m<sup>3</sup>/s.

Der Vergleich von roter Ganglinie (Ist-Zustand) und grüner Ganglinie (Planungs-Zustand) macht den aktiven Hochwasserrückhalt durch die HWS-Maßnahmen deutlich.

Die Abflussspitze von 140 m<sup>3</sup>/s wird um 28 m<sup>3</sup>/s (20%) auf 112 m<sup>3</sup>/s reduziert und zeitlich um ca. 6 Stunden nach hinten verschoben.

Der Gesamtrückhalt - betrachtet über den Zeitraum zwischen 18 und 53 Stunden beträgt ca. 2,29 Mio. m<sup>3</sup>.



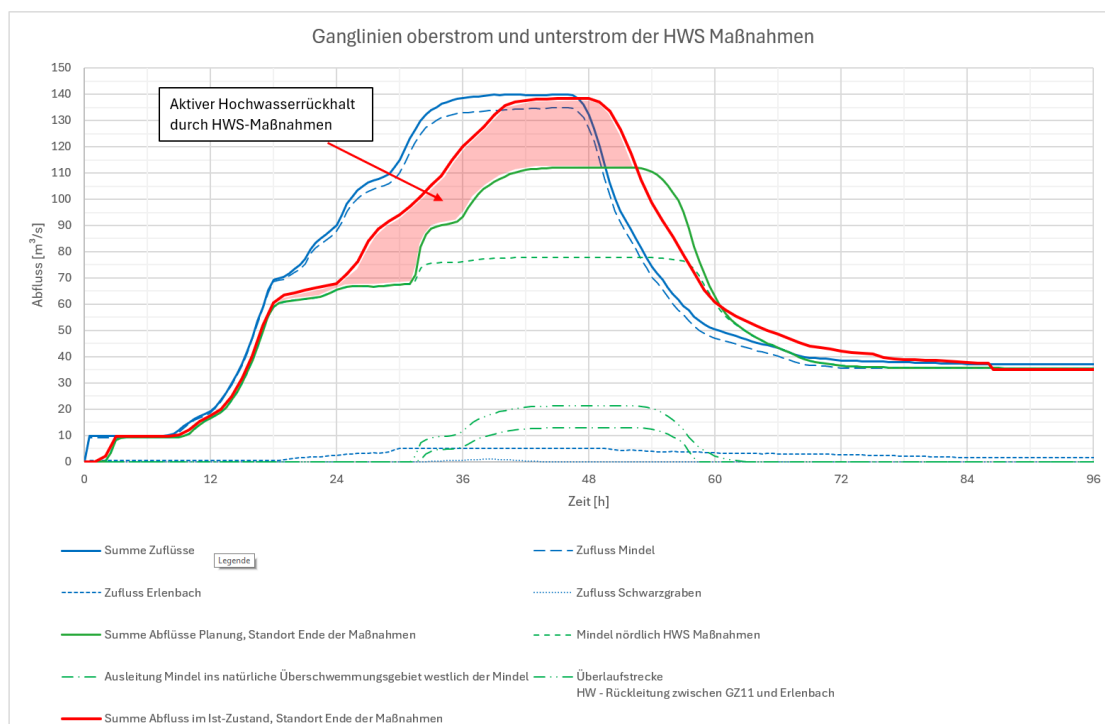


Abb. 51: Lastfall HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimazuschlag Ganglinienvergleich Zufluss und Abfluss

### 2.8.2.5 Ergebnisse Planungs-Zustand

Das im HRB zurückgehaltene Volumen beträgt 1.378 Mio. m<sup>3</sup>.

Der max. Wasserspiegel im HRB beträgt am Referenzpunkt direkt an der HWEA 456,45 m+NN und wird nach ca. 48 Stunden erreicht.

In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten hydraulischen Daten zum HRB zusammengefasst.

Lastfall HQ <sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor	Schwarzgraben	Mindel	Erlenbach	Kulturgraben
Zufluss in das Modell [m³/s]	1,00	135,00	5,00	-
Drosselabflüsse aus dem HRB [m³/s]	0,00	75,00	3,00	0,3
WSP im UW des HRB [m+NN]	453,79	455,58	454,30	453,67
WSP im HRB [m+NN]	456,44	456,44	454,43	454,43
Volumen im HRB [m³]	1,378 Mio.	WSP im HRB an HWEA [m+NN]		456,45
		WSP im HRB Bahnquerung Süd [m+NN]		456,40

Tab. 12: Tabellarische Zusammenstellung der Berechnungsergebnisse

Die zeitlichen Abflussverhältnisse des HRB können anhand des Ganglinienvergleiches der Zuflüsse in das Berechnungsmodell und den Drosselabflüssen aus dem HRB verdeutlicht werden.

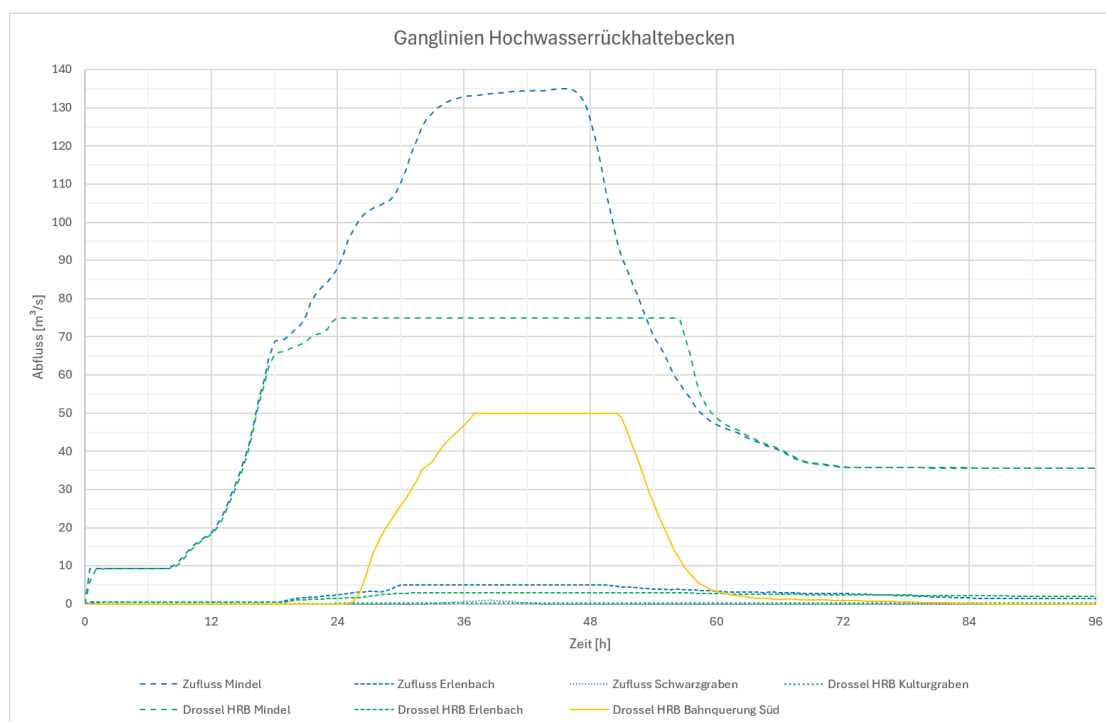


Abb. 52: Lastfall HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimazuschlag Ganglinienvergleich Zufluss und Abfluss HRB

Durch die HWA wird der Abfluss nach Norden um 4 bis 5 Stunden verzögert. Das ist im Ganglinienvergleich vom Zulauf in die HWA am Bahnquerungsbauwerk Süd mit der Bahnquerung Nord gut zu erkennen. Der Anstieg der Ganglinien von „Null“ nach oben ist um diesen Zeitraum versetzt.

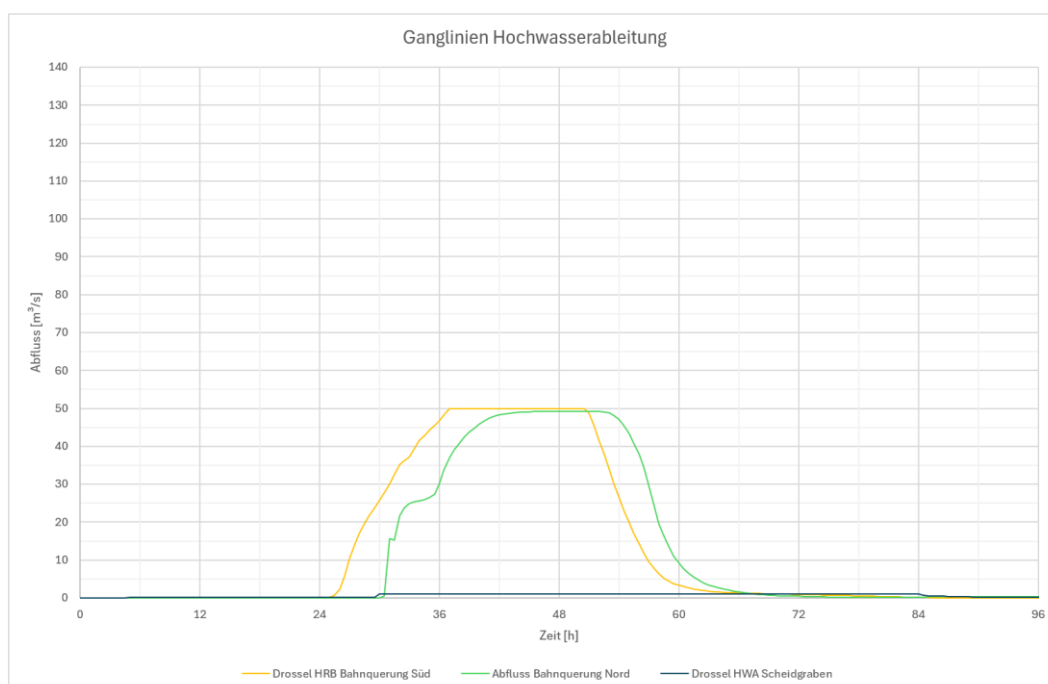


Abb. 53: Lastfall HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimazuschlag Ganglinienvergleich Zufluss und Abfluss HWA

Der Ganglinienvergleich des Rückleitungskorridors zeigt, die Situation der Ausuferungen der Mindel in das westliche Vorland ab einem Abfluss von ca. 60 m³/s sehr deutlich.

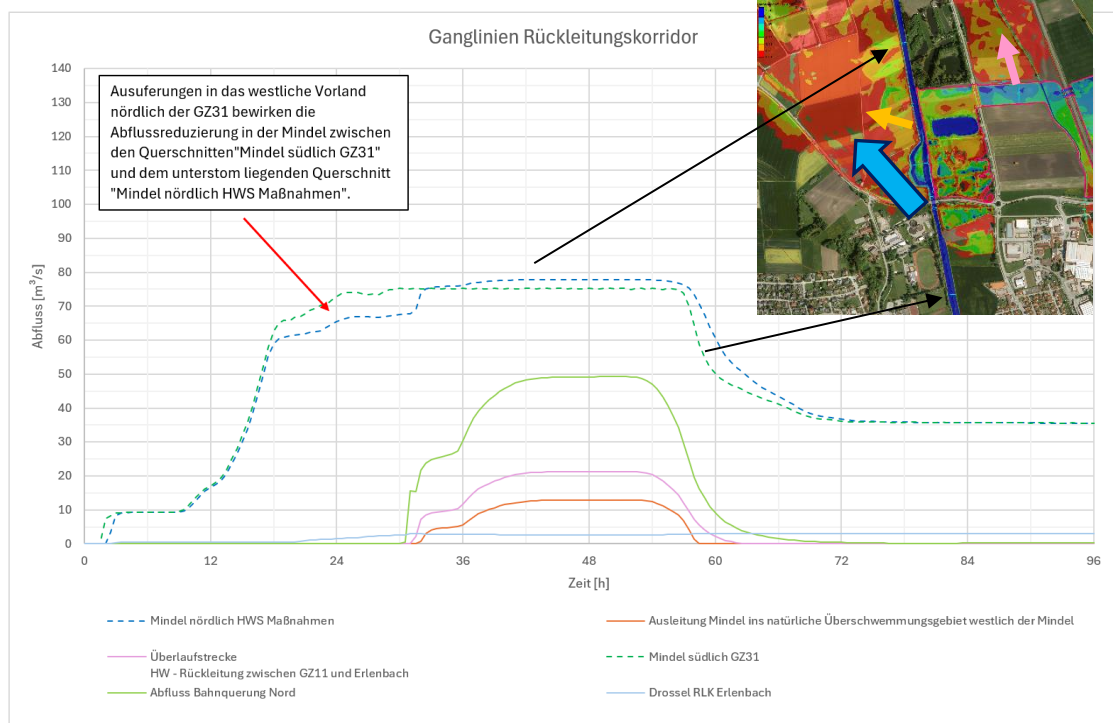


Abb. 54: Lastfall HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimazuschlag Ganglinienvergleich Zufluss und Abfluss Rückleitungskorridor

### 2.8.2.6 Planungs-Zustand: Fließgeschwindigkeiten

Die im Planungs-Zustand auftretenden Fließgeschwindigkeiten (HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor) sind Anlage 3.5 der Genehmigungsplanung dargestellt.



Abb. 55: Lageplanausschnitt aus Anlage 3.5 der Genehmigungsplanung

Wie aus der Darstellung erkennbar ist, liegen die Fließgeschwindigkeiten in den künftig mit Hochwasser beaufschlagten Bereichen meist unter 0,3 m/s. In einzelnen Bereichen über 0,3 bis 0,5 m/s. Pinkfarbene und dunkellilafarbene Bereiche mit Fließgeschwindigkeiten über 0,5 m/s bzw. 1,0 m/s gibt es im Bereich der HWS-Maßnahmen sehr vereinzelt. Lokal sind die Geschwindigkeiten über 0,5 m/s auch durch das Geländere Relief bedingt (kleine Hügel, künstliche Aufschüttungen).

Die Bereiche mit Fließgeschwindigkeiten über 0,5 m/s liegen an der Bahnquerung Süd, im Umlenkungsbauwerk bis nördlichen der geplanten Wegabsenkung zum VB13, im Bereich der Durchlässe an Burgauer-Röfing Straße, Augsburger und Konzenberger Straße, östlich und westlich des Bahndükers Nord und im bereichsweise im anschließenden Rückleitungskorridor. Nennenswert dabei ist der Abschnitt westliche der abgesenkten GZ11 und die Wiedereinleitung in die Mindel.

### 2.8.2.7 Auswirkungen – Wassertiefendifferenzen und Flutungsflächenvergleich

Für die Ermittlung von Auswirkungen der HWS-Maßnahmen auf das Überschwemmungsgebiet bei HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimazuschlag werden

- sowohl die sich ergebenden Differenzen in der Wassertiefe zwischen Planungs- und Ist-Zustand ermittelt und betrachtet (→ Wassertiefendifferenz)
- als auch eine Überlagerung der Überschwemmungsgebiete (→ Flutungsflächen) durchgeführt.

#### WASSERTIEFENDIFFERENZEN

Die Wassertiefendifferenz wird durch Subtraktion der für HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor im Planungs-zustand berechneten Wassertiefen und den im Ist-Zustand berechneten Wassertiefen ermittelt.



Negative Werte bedeuten eine Absenkung der Wassertiefe gegenüber dem Ist-Zustand, positive Werte stehen für eine Erhöhung der Wassertiefe gegenüber dem Ist-Zustand. Das Ergebnis der Subtraktion ist mit unterschiedlichen Farbschattierungen zeichnerisch aufbereitet und im Lageplan der Anlage 3.4 zur Entwurfsplanung dargestellt. Dargestellt sind Änderungen in der Wassertiefe ab +/- 5 cm. Der Toleranzbereich zwischen +/- 4,99 cm (neutraler Bereich) entstammt der Genauigkeit der Modellberechnungen und ist deshalb nicht dargestellt.



Abb. 56: Lageplanausschnitt aus Anlage 3.4 der Genehmigungsplanung

Die allgemeine Änderung der Wassertiefen durch den HWS ist im Folgenden kurz beschrieben.

Die Karte der Wassertiefendifferenzen zeigt deutlich, dass es durch das HRB mit den geplanten Drosselabflüssen an Mindel, Erlenbach und Kulturgraben und die Bahnquerung Süd im HRB-Bereich, auf der östlichen Seite der Bahn und im Rückleitungskorridor zu höheren Wassertiefen durch die zusätzliche Beaufschlagung bzw. neue Flutung kommt (grün bis lilafarbene Flächen). Die Änderungen in der Tiefe können der nebenstehenden Skala entnommen werden.

In den gelb bis rot eingefärbten Bereichen gibt es gegenüber dem Ist-Zustand Wasserspiegelabsenkungen, da diese Bereiche in Folge des Schutzes durch das HRB nicht mehr oder weniger geflutet sind. Ausgenommen davon sind die gewünschten innerörtlichen Retentionsflächen, die im Planungsfall mit Wasser beaufschlagt sind. Der Wasserspiegel wird dort aber auch merklich gegenüber dem Ist-Zustand abgesenkt. Nördlich der Rückleitung bestehen nach wie vor Flutungen (siehe auch Flutungsflächenvergleich). Diese Flutungen werden durch die HWS-Maßnahmen gegenüber dem Ist-Zustand merklich abgesenkt. Der Bereich zwischen GZ11 und Mindel ist künftig trocken.

#### FLUTUNGSFLÄCHENVERGLEICH

Der Vergleich der Flutungsflächen (vgl. Anlage 3.3 der Genehmigungsplanung) zeigt, die gesamte flächenmäßige Veränderung des Überschwemmungsgebietes im Bestand und in Folge der HWS-Planung Burgau.

Dargestellt sind in Anlage 3.3 die gefluteten Flächen im Ist-Zustand (gelb), die im Planungszustand betroffenen Flächen (blau) sowie die weiterhin betroffenen Flächen (grün).

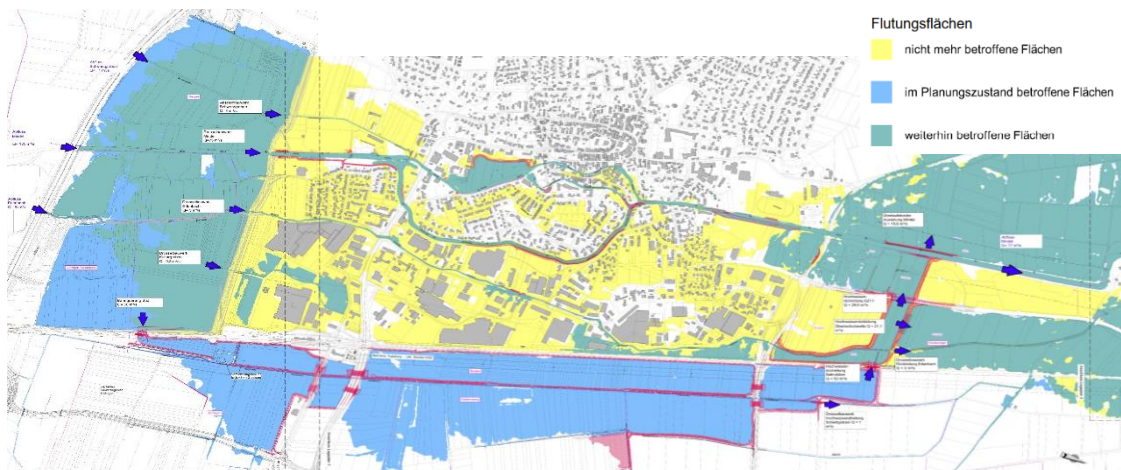


Abb. 57: Lageplanausschnitt aus Anlage 3.3 der Genehmigungsplanung

Nicht mehr betroffene Flächen (gelb) liegen innerhalb des Stadtgebietes und zwischen der GZ11 und der Mindel nördlich des Leitdeich Nord 3.

Neu betroffene Flächen liegen im HRB durch den tieferen Einstau und östlich der Bahn in den Korridoren 1 und 2.

Nördlich der HWS-Maßnahmen stimmen die Überschwemmungsgebiete von Bestand und Planung wieder sehr gut überein. Das künftige Überschwemmungsgebiet ist insgesamt kleiner. Die gelb dargestellten Flächen sind künftig trocken. Neu geflutete Flächen bestehen lokal und vereinzelt in der Größenordnung von wenigen Quadratmetern. Diese befinden sich außerhalb von Siedlungsgebieten auf landwirtschaftlich genutzten Flächen oder auf als Grünland genutzten Flächen. Die Wassertiefe beträgt dort weniger als 0,05m.

Bzgl. der Ausleitung (des über die HWA und HWR umgeleiteten Wassers) in das Vorland nördlich der geplanten Maßnahmen lässt sich durch den Vergleich der des bestehenden Überschwemmungsgebietes (Ist-Zustand) und der Grenze des künftigen Überschwemmungsgebietes feststellen, dass die beiden Überschwemmungsgebiete prinzipiell (bis auf kleinräumige Veränderungen) dieselbe Ausdehnung haben.

## 2.8.3 Lastfall HQ<sub>100</sub>

### 2.8.3.1 Auswirkungen - Flutungsflächenvergleich

Der Vergleich der Flutungsflächen (vgl. Anlage 3.8 der Genehmigungsplanung) zeigt, die gesamte flächenmäßige Veränderung des Überschwemmungsgebietes im Bestand und in Folge der HWS-Planung Burgau bei einem HQ<sub>100</sub>.

Dargestellt sind in Anlage 3.8 die gefluteten Flächen im Ist-Zustand (gelb), die im Planungszustand betroffenen Flächen (blau) sowie die weiterhin betroffenen Flächen (grün).

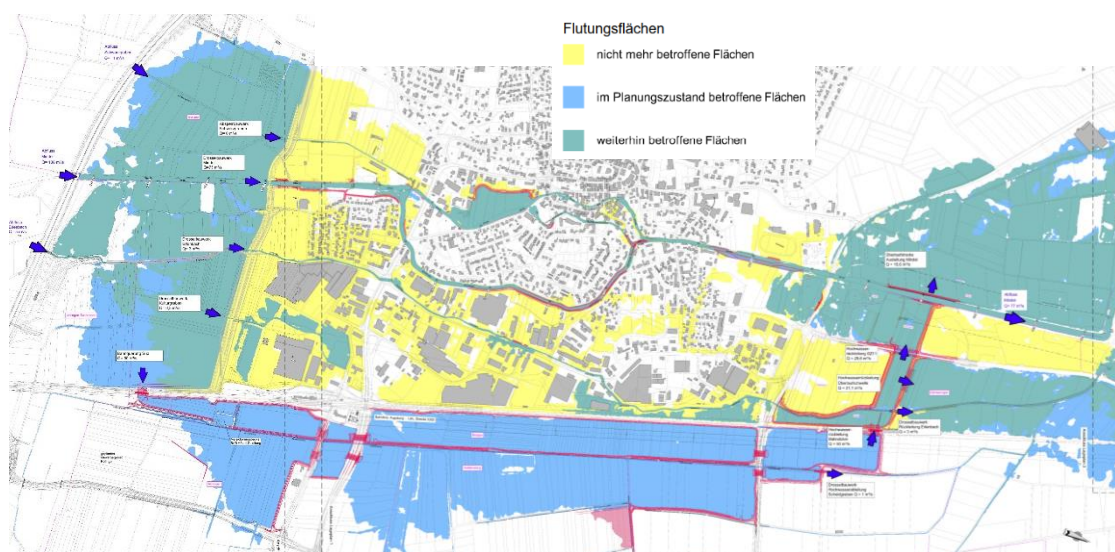


Abb. 58: Lageplanausschnitt aus Anlage 3.8 der Genehmigungsplanung

Wie beim Lastfall HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor liegen nicht mehr betroffene Flächen (gelb) innerhalb des Stadtgebietes und zwischen der GZ11 und der Mindel nördlich des Leitdeich Nord 3.

Neu betroffene Flächen liegen im HRB durch den tieferen Einstau und östlich der Bahn in den Korridoren 1 und 2. Sie sind im Bereich des HRB nahezu identisch. Östlich der Bahnlinie in der HWA und in der HWR und nach der Ausleitung Mindel Nord sind die neu betroffenen Flächen identisch mit dem Lastfall HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor, da ab einem Beckenwasserspiegel von 455,87 m+NN von einer Ausleitung von 50 m<sup>3</sup>/s durch die Bahnquerung Süd auszugehen ist. In Kombination des für HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor geplanten Beckenwasserspiegels (456,40 m+NN) kann voraussichtlich bei einem HQ<sub>100</sub>-Abfluss in der Mindel (ohne Klimafaktor) von 108 m<sup>3</sup>/s von einer Ausleitung im Größenordnung 50 m<sup>3</sup>/s durch die Bahnquerung Süd ausgegangen werden, sodass sich in der HWA, der HWR und im Rückleitungskorridor dieselben Flutungsflächen einstellen wie im Planungszustand HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor.

Nördlich der HWS-Maßnahmen (nördlich der Ausleitung des über die HWA und HWR umgeleiteten Wassers in das Vorland) stimmen die Überschwemmungsgebiete von Bestand und Planung prinzipiell (bis auf kleinräumige Veränderungen) überein. Das künftige Überschwemmungsgebiet ist insgesamt kleiner. Die gelb dargestellten Flächen sind künftig trocken. Neu geflutete Flächen bestehen lokal und vereinzelt in der Größenordnung von wenigen Quadratmetern. Diese befinden sich außerhalb von Siedlungsgebieten auf landwirtschaftlich genutzten Flächen oder auf als Grünland genutzten Flächen. Die Wassertiefe beträgt dort weniger als 0,05m.

## 2.8.4 Lastfall ca. HQ<sub>40</sub>

### 2.8.4.1 Überschwemmungsgebiet Ist-Zustand

An dieser Stelle wird auf Kap. 2.6.3 verwiesen.

### 2.8.4.2 Überschwemmungsgebiet Planungs-Zustand

Das Überschwemmungsgebiet mit den zugehörigen Wassertiefen bei HQ<sub>40</sub> ist für den Planungszustand in Anlage 3.6 der Entwurfsplanung dargestellt.





Abb. 59: Lageplanausschnitt aus Anlage 3.6 der Genehmigungsplanung

Die allgemeine Überflutungssituation ist im Folgenden kurz beschrieben. Für detaillierte Aussagen wird auf die Wassertiefenkarte (Anlage 3.6 der Entwurfsplanung) verwiesen.

Im Fall HQ40 werden dieselben Drosselabflüsse nach Norden aus dem Hochwasserrückhaltebecken geleitet wie bei den beiden vor-hergehenden Lastfällen. Somit ergibt sich für die innerörtliche Bebauung der Stadt Burgau dieselbe Situation wie bei den HQ100-Lastfällen der Kap. 2.8.2 und 2.8.3.

Im HRB stellen sich beim Drosselbauwerk des Kulturgrabens die größten Wassertiefen knapp über 1,75 m über dem Bestands Gelände ein.

An der Bahnlinie werden 20 m<sup>2</sup>/s nach Osten in die HWA geleitet. Korridor 1 ist südlich der Augsburger Straße mit Tiefen bis ca. 1,25 m beaufschlagt, zwischen Augsburger Straße und Konzenberger Straße mit Wassertiefen bis 1,50 m an den tiefsten Stellen, meist jedoch bis 0,25 m. In der HWR werden Tiefen bis 1,5 m erreicht.

#### 2.8.4.3 Auswirkungen –Flutungsflächenvergleich

Der Vergleich der Flutungsflächen (vgl. Anlage 3.7 der Entwurfsplanung) zeigt, die gesamte flächenmäßige Veränderung des Überschwemmungsgebietes im Bestand und in Folge der HWS-Planung Burgau bei einem HQ<sub>40</sub>.

Dargestellt sind in Anlage 3.7 die gefluteten Flächen im Ist-Zustand (gelb), die im Planungszustand betroffenen Flächen (blau) sowie die weiterhin betroffenen Flächen (grün).



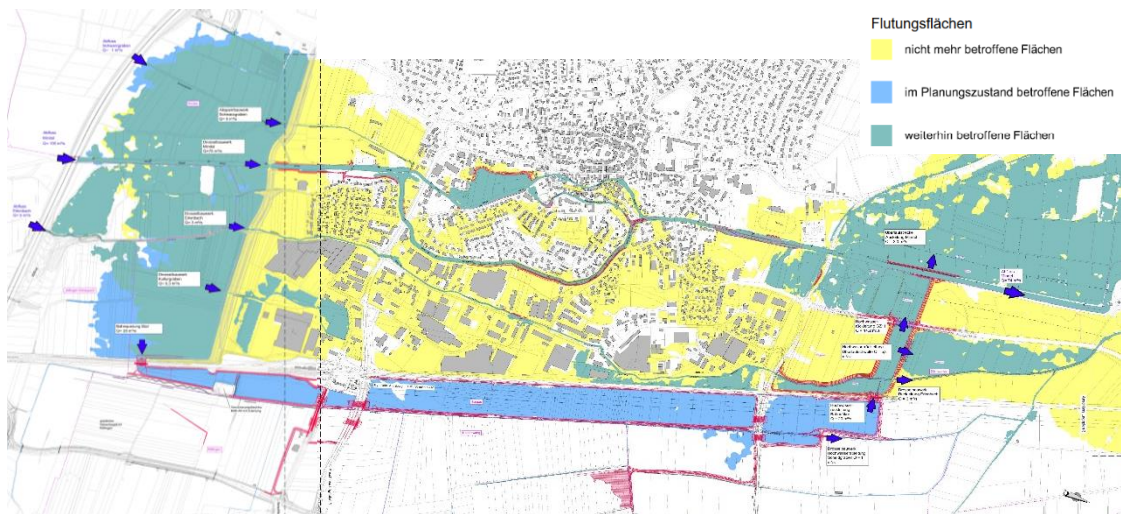


Abb. 60: Lageplanausschnitt aus Anlage 3.7 der Genehmigungsplanung

Nördlich der Rückleitung stimmen die Überschwemmungsgebiete von Bestand und Planung wieder sehr gut überein. Das künftige Überschwemmungsgebiet ist insgesamt kleiner. Die gelb dargestellten Flächen sind künftig trocken. Neu geflutete Flächen bestehen vereinzelt in der Größenordnung von wenigen Quadratmetern.

Wie bei den vorbeschriebenen Lastfällen liegen nicht mehr betroffene Flächen (gelb) innerhalb des Stadtgebietes und zwischen der GZ11 und der Mindel nördlich des Leitdeich Nord 3.

Neu betroffene Flächen liegen im HRB durch den tieferen Einstau und östlich der Bahn im Korridor 1. Im Korridor 2 ergeben sich südlich der Konzenberger Straße neu geflutete Flächen in der Größenordnung von ca. 1,5 ha. Diese entstehen durch den Rückstau unter der Konzenberger Straße hindurch nach Süden.

Nördlich der HWS-Maßnahmen (nördlich der Ausleitung des über die HWA und HWR umgeleiteten Wassers in das Vorland) stimmen die Überschwemmungsgebiete von Bestand und Planung prinzipiell (bis auf kleinräumige Veränderungen) überein. Das künftige Überschwemmungsgebiet ist insgesamt kleiner. Die gelb dargestellten Flächen sind künftig trocken. Neu geflutete Flächen bestehen lokal und vereinzelt in der Größenordnung von wenigen Quadratmetern. Diese befinden sich außerhalb von Siedlungsgebieten auf landwirtschaftlich genutzten Flächen oder auf als Grünland genutzten Flächen. Die Wassertiefe beträgt dort weniger als 0,05m.

### 3. Hydraulische Bemessung Bauwerke

Die technische Ausbildung der Anlagen des Hochwasserrückhaltebeckens Burgau und zur Hochwasserableitung und Rückleitung ist auf eine Nutzung im Rahmen des für die Stadt Burgau angestrebten Gesamt-Hochwasserschutzes ausgelegt.

Die vorliegende Planung sieht als Projektphase 2 den Betrieb des Hochwasserrückhaltebeckens bis zu einem 100-jährlichen Ereignis (inkl. 15% Klimazuschlag) in Verbindung mit einer Hochwasserableitung durch das Stadtgebiet von Burgau sowie einer Hochwasserableitung östlich der vorhandenen Bahnstrecke und einer Hochwasserrückleitung in das bestehende Überschwemmungsgebiet nördlich des Siedlungsgebiets von Burgau vor. Im Folgenden werden die Bemessungsnachweise für diese Betriebsweise geführt.

## 3.1 Bemessungsgrundlagen HRB

### 3.1.1 Drosselabflüsse HRB

Aufgrund der innerörtlich geplanten Maßnahmen wird die Ableitungsfähigkeit der Mindel, Brühlmindel und der Mindel an der Bleiche erhöht. Mit dieser erhöhten Leistungsfähigkeit und der bestehenden Leistungsfähigkeit des Erlenbachs bei der innerörtlichen Ableitung durch Burgau wurden folgende Maximalabflüsse bis zu einem  $HQ_{100+15\%}$  der Mindel festgelegt:

- Mindel:  $Q_{\max} = 75 \text{ m}^3/\text{s}$
- Erlenbach  $Q_{\max} = 3 \text{ m}^3/\text{s}$  (entspricht erster Projektphase)
- Kulturgraben  $Q_{\max} = 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$  (entspricht erster Projektphase)

Zusätzlich kann durch die geplante Hochwasserableitung und -rückleitung  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  im Bemessungslastfall aus dem HRB ausgeleitet werden:

- Bahnquerung Süd:  $Q_{\max} = 50 \text{ m}^3/\text{s}$

### 3.1.2 Bemessungslastfall HQ 100 zzgl. Klimafaktor

Der Nachweis der maßgebenden Wasserspiegellagen für den Bemessungs-Lastfall  $HQ_{100+15\%}$  (BHQ<sub>3</sub>) erfolgt als instationäre Berechnung unter Anwendung des oben beschriebenen hydraulischen Modells (vgl. Kapitel 2.4).

Die Bemessung des gewöhnlichen Hochwasserrückhalterumes erfolgt gemäß DIN 19700-12 für den Hochwasserbemessungsfall BHQ<sub>3</sub>.

Ergänzend zur Berechnung der ersten Planungsphase ist gemäß der vorliegenden Planung der zusätzliche Drosselabfluss durch das Drosselbauwerk an der Mindel und über das Bahnquerungsbauwerk Süd zu berücksichtigen.

Entsprechend der bestehenden und durch die innerörtlichen Maßnahmen ausgebauten Leistungsfähigkeit der Mindel und des Erlenbachs wurden folgende Maximalabflüsse beim Lastfall  $HQ_{100+15\%}$  festgelegt:

Mindel	75 m <sup>3</sup> /s
Erlenbach	5 m <sup>3</sup> /s
Schwarzgraben	0 m <sup>3</sup> /s
Kulturgraben	0,3 m <sup>3</sup> /s
Bahnquerung	50 m <sup>3</sup> /s

Hieraus ergibt sich aus der 2d-hydraulischen Berechnung des Hochwasserrückhaltebeckens ein

- Stauspiegel in HRB von 456,40 bis 456,45 m+NN,

der nahezu auf Höhe der in der Projektphase 1 geplanten Hochwasserentlastungsschwelle (456,40 m+NN) liegt und somit einer Beckenvollauslastung entspricht. Die unterschiedlichen Wasserspiegellagen im HRB ergeben sich aufgrund der großen Staufläche und der punktuellen Ausleitungen aus dem HRB.

Die Drosselbauwerke des Hochwasserrückhaltebeckens werden mit dem

- Stauziel  $Z_v = 456,40 \text{ m+NN}$

für den Bemessungslastfall und dem beim festgelegten Drosselabfluss im Unterwasser ermittelten Wasserspiegel bemessen.

## 3.2 Drosselbauwerk Mindel (HRB)

An der Quering der Mindel mit dem geplanten HRB-Damm ist ein Bauwerk zur Abflussdrosselung ab einem Mindelabfluss von 75 m³/s vorgesehen. Der Drosselabfluss beim Drosselbauwerk Mindel des Hochwasserrückhaltebeckens wird dementsprechend im Rahmen der zweiten Planungsphase von 65 m³/s auf 75 m³/s erhöht.

Die baulichen Abmessungen des in der ersten Planungsphase geplanten Drosselbauwerks bleiben unverändert.

Das Drosselbauwerk weist 2 Hauptfelder (HF) und 1 höhenversetztes Nebefeld (NF) mit jeweils

$$\text{Öffnungsbreite} = 6 \text{ m}$$

auf.

Die bautechnischen Öffnungshöhen betragen:

$$\begin{array}{ll} \text{Öffnungshöhe HF} & 2,50 \text{ m} \\ \text{Öffnungshöhe NF} & 1,50 \text{ m} \end{array}$$

Alle Felder sind mit Schützenanlagen vorgesehen. Über die Schütze wird der Drosselabfluss in der Mindel gesteuert.

Grundsätzlich wird der Mindelabfluss bis 75 m³/s ohne Drosselung abgeleitet. Bei größeren Mindelabflüssen wird der Mindelabfluss auf

$$Q_{\text{Mindel, Drossel}} = 75 \text{ m}^3/\text{s}$$

begrenzt.

### 3.2.1 Bemessung Abfluss unter Schütz - Mindel

Aus der 2d-hydraulischen Berechnung des Hochwasserrückhaltebeckens für den Lastfall HQ 100 zzgl. Klimafaktor ergibt sich der Stauspiegel mit:

$$WSP_{\text{OW, HQ100+15\%}} = 456,40 \text{ m+NN}$$

Bis zu diesem Bemessungswasserstand soll der maximale Abfluss in der Mindel

$$Q_{\text{Bem, Mindel}} = 75 \text{ m}^3/\text{s}$$

betragen.

Die Fließtiefe des Unterwassers wurde aus der zweidimensionalen Wasserspiegelberechnung abgegriffen.

Die Berechnung des Abflusses erfolgt als Abfluss unter Schütz.

Die Eingangswerte und Berechnungsergebnisse für das Drosselbauwerk Mindel sind aus der Bemessung des Drosselbauwerks Mindel (Anhang 1) ersichtlich:

#### Maximalabfluss (bei Stauziel)

- Hauptfeld  $Q_{\text{max}} = 74,0 \text{ m}^3/\text{s}$
- Nebefeld  $Q_{\text{max}} = 38,3 \text{ m}^3/\text{s}$

Die Berechnungen belegen, dass das geplante Drosselbauwerk ausreichend leistungsfähig ist und der erhöhte Abfluss von 75 m<sup>3</sup>/s über die geöffneten Hauptfelder des geplanten Bauwerks möglich ist (siehe Anhang 1).

#### Auslegungshöhen für die Schützöffnungen für Q = 75 m<sup>3</sup>/s

Hauptfeld 1	a = 1,72 m	Q =	37,5 m <sup>3</sup> /s
Hauptfeld 2	a = 1,72 m	Q =	37,5 m <sup>3</sup> /s
Summe		Q =	75,0 m <sup>3</sup> /s

### 3.3 Drosselbauwerk Erlenbach (HRB)

Im Kreuzungsbereich des Erlenbaches mit dem Damm des Hochwasserrückhaltebeckens ist ein Bauwerk zur Durchleitung und Drosselung des Erlenbachs vorgesehen.

Die baulichen Abmessungen des in der ersten Planungsphase geplanten Drosselbauwerks bleiben unverändert.

Das Bauwerk besteht aus einem Hauptfeld zur Durchleitung des Erlenbachabflusses mit

$$\text{Öffnungsbreite} = 4,00 \text{ m}$$

und einem höhenversetzten Nebefeld mit einer Drosselöffnung mit Durchmesser 1,30 m, die zur Abflussdrosselung mit einem selbstregelnden Drosselorgan (gewählt HydroSlide Mini-Regler DR1300) dient.

Die bautechnische Öffnungshöhe des Hauptfeldes beträgt:

$$\text{Öffnungshöhe HF} = 2,14 \text{ m}$$

Das Hauptfeld ist mit einem ungesteuerten Schütz ausgestattet.

Ein Alarmpegel an den oberstromigen Hochwasserrückhaltebecken in Jettingen-Scheppach gibt das Signal, wann das Schütz des Erlenbachs manuell geschlossen werden soll.

Im Normalfall wird der Erlenbach ohne Drosselung abgeleitet. Bei beginnendem Einstau des Hochwasserrückhaltebeckens am Erlenbach wird das Hauptfeld manuell durch das Schütz abgesperrt. Der Abfluss erfolgt dann über das Nebefeld und wird über den Abflussregler auf

$$Q_{\text{Erlenbach, Drossel}} = 3 \text{ m}^3/\text{s}$$

begrenzt.

Dadurch ist der Betrieb des Drosselbauwerks durch den gegenüber der ersten Projektphase geänderten Bemessungslastfall HQ<sub>100+15%</sub> nicht beeinflusst. Lediglich die Justierung des selbstregelnden Drosselorgans ist auf die neuen Verhältnisse auszulegen.

### 3.4 Drosselbauwerk Kulturgraben (HRB)

Im Kreuzungsbereich des Kulturgrabens mit dem Damm des Hochwasserrückhaltebeckens ist ein Bauwerk zur Durchleitung und Drosselung des Kulturgrabens vorgesehen.

Die baulichen Abmessungen des in der ersten Planungsphase geplanten Drosselbauwerks bleiben unverändert.



Das Bauwerk besteht aus einem Hauptfeld zur Durchleitung des Abflusses im Kulturgraben mit

$$\text{Öffnungsbreite} = 1,00 \text{ m}$$

und einem höhenversetzten Nebefeld mit einer Drosselöffnung mit Durchmesser 0,60 m, die zur Abflussdrosselung mit einem selbstregelnden Drosselorgan (gewählt HydroSlide Mini-Regler DR600) dient. Die Wahl des Drosselfelds erfolgte in Abstimmung mit dem Hersteller.

Die bautechnische Öffnungshöhe des Hauptfeldes beträgt:

$$\text{Öffnungshöhe HF} = 2,02 \text{ m}$$

Das Hauptfeld ist mit einem ungesteuerten Schütz ausgestattet.

Im Normalfall wird der Kulturgraben ohne Drosselung abgeleitet. Bei beginnendem Einstau des Hochwasserrückhaltebeckens am Kulturgraben wird das Hauptfeld durch das Schütz manuell abgesperrt. Der Abfluss erfolgt dann über das Nebefeld und wird über den Abflussregler auf

$$Q_{\text{Kulturgraben, Drossel}} = 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

begrenzt.

Dadurch ist der Betrieb des Drosselbauwerks durch den gegenüber der ersten Projektphase geänderten Bemessungslastfall  $HQ_{100+15\%}$  nicht beeinflusst. Lediglich die Justierung des selbstregelnden Drosselorgans ist auf die neuen Verhältnisse auszulegen.

### 3.5 Drosselbauwerk Bahnquerung Süd (HRB)

Im Rückleitungsdamm des HRB an der Bahnstrecke wird in Rahmen der zweiten Projektphase ein weiteres Bauwerk zur gedrosselten Ausleitung von Wasser aus dem HRB und Überleitung auf die Ostseite der Bahnstrecke vorgesehen. Der Drosselabfluss aus dem HRB über das Bauwerk der Bahnquerung Süd wird auf maximal  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  beim  $HQ_{100+15\%}$  begrenzt.

Das Bauwerk der Bahnquerung Süd ist mit zwei Durchlässen geplant, die jeweils in 4 Abflussfelder

$$\text{Öffnungsbreite} = 2,50 \text{ m}$$

mit separaten Drosselorganen (gewählt HydroLimiter, siehe Anhang 2) aufgeteilt sind, über die der Abfluss aus dem HRB auf die Ostseite der Bahnstrecke reguliert wird.

Die bautechnischen Öffnungshöhe der Durchlässe bzw. die Anfangsöffnungshöhe der Drosselorgane betragen:

$$\begin{aligned} \text{Öffnungshöhe (baulich)} & 1,82 \text{ m} \\ \text{Öffnungshöhe (Stichmaß Start)} & 1,05 \text{ m} \end{aligned}$$

Bis zu einem Beckenwasserspiegel von ca. 455,68 erfolgt die Ableitung in den Durchlässen ungedrosselt. Erreicht der Wasserspiegel im Hochwasserrückhaltebecken das Stauziel 456,40 m+NN beim  $HQ_{100+15\%}$ -Bemessungslastfall wird der Abfluss durch die Abflussregulierung auf den Maximalwert

$$Q_{\text{Bahnquerung, Drossel}} = 50 \text{ m}^3/\text{s}$$

begrenzt. Dabei stellt sich an den Abflussbegrenzern eine

Öffnungshöhe (Stichmaß BHQ<sub>3</sub>)                      0,75 m

ein (siehe Anhang 9).

Laut Herstellerinformation (Fa. Steinhardt) lassen sich die HydroLimiter so einstellen, dass das Stichmaß der HydroLimiter bei den Bemessungslastfällen BHQ<sub>1</sub> und BHQ<sub>2</sub> wieder um 15 cm angehoben wird. Dieses Stichmaß wird auch bei der Bemessung des HRB für die Bemessungslastfälle BHQ<sub>1</sub> und BHQ<sub>2</sub> angesetzt:

Öffnungshöhe (Stichmaß BHQ<sub>2</sub> und BHQ<sub>3</sub>)                      0,90 m

### 3.6 Drosselbauwerk Scheidgraben (Ableitungskorridor)

Im Kreuzungsbereich des Scheidgrabens mit dem Schutzdeich der Hochwasserableitung nördlich der Konzenberger Straße ist ein Bauwerk zur Durchleitung und Drosselung des Scheidgrabens vorgesehen.

Das Bauwerk besteht aus einem Hauptfeld zur Durchleitung des Abflusses im Scheidgraben mit

Öffnungsbreite =                      3,50 m

und einem auf gleicher Sohlage angeordneten Rohrdurchlass DN 1000, der zur Abflussreglung mit einem ungesteuerten, manuell bedienbarem Absperrschieber ausgestattet ist.

Die bautechnische Öffnungshöhe des Hauptfeldes beträgt:

Öffnungshöhe HF                      =                      1,50 m

Das Hauptfeld ist mit einem ungesteuerten Schütz ausgestattet.

Im Normalfall wird der Scheidgraben ohne Drosselung abgeleitet. Bei Inanspruchnahme der Hochwasserableitung aufgrund eines Mindelhochwassers und bei beginnenden Ausuferungen des Scheidgrabens im Abfluss nördlich des Drosselbauwerks wird das Hauptfeld manuell durch das Schütz abgesperrt und der Abfluss mit dem Absperrschieber, entsprechend der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Scheidgrabens, manuell auf

$Q_{\text{Scheidgraben, Drosselschieber}} = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$

begrenzt.

### 3.7 Drosselbauwerk Erlenbach (Rückleitungskorridor)

Im Kreuzungsbereich des Erlenbaches mit dem geplanten nördlichen Leitdeich des Rückleitungskorridors ist ein Bauwerk zur Durchleitung und Drosselung des Erlenbachs vorgesehen.

Das Bauwerk besteht aus einem Hauptfeld zur Durchleitung des Erlenbachabflusses mit

Öffnungsbreite =                      4,00 m

und einem höhenversetzten Nebefeld mit einer Drosselöffnung mit Durchmesser 1,20 m, die zur Abflussdrosselung mit einem selbstregelnden Drosselorgan (gewählt HydroSlide Mini-Regler DR1200, siehe Anhang 2) dient.

Die bautechnische Öffnungshöhe des Hauptfeldes beträgt:

$$\text{Öffnungshöhe HF} = 1,20 \text{ m}$$

Das Hauptfeld ist mit einem ungesteuerten Schütz ausgestattet.

Im Normalfall wird der Erlenbach ohne Drosselung abgeleitet. Bei Inanspruchnahme der Hochwasserrückleitung aufgrund eines Mindelhochwassers und bei beginnenden Ausuferungen des Erlenbachs im Abfluss nördlich des Rückleitungskorridors wird das Hauptfeld manuell durch das Schütz abgesperrt. Der Abfluss erfolgt dann über das Nebefeld und wird über den Abflussregler, entsprechend der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Erlenbachs, auf

$$Q_{\text{Erlenbach, Drossel}} = 3 \text{ m}^3/\text{s}$$

begrenzt.

### 3.8 Hochwasserentlastung (HRB)

Die Hochwasserentlastungsanlage des HRB verhindert das Versagen des HRB-Dammes bei Hochwasserereignissen, die das Bemessungshochwasser, für den der Hochwasserschutz geplant wird, überschreiten.

Die Schwelle der Hochwasserentlastung ist auf das erforderliche Stauraumvolumen und Stauziel für die Gesamtmaßnahme (Realisierungsphasen 1 und 2) ausgelegt und wurde in der ersten Projektphase mit der

- Überlaufschwelle 456,40+NN

festgelegt.

Die gemäß der 2d-hydraulischen Berechnung des Hochwasserrückhaltebeckens beim Lastfall  $HO_{100+15\%}$  ermittelten Wasserspiegelhöhen im HRB liegen zwischen 456,40 m+NN und 456,45 m+NN und somit nahezu auf dem Niveau des HRB-Stauziels (Vollstau  $Z_v$ ).

Der Vorhabensträger beabsichtigt im Rahmen der Ausführungsplanung einen Modellversuch zur Überprüfung der Hochwasserentlastungsanlage zu veranlassen. Auf Basis dieser Erkenntnisse wird ggf. eine Anpassung der Schwellenlage während der Ausführungsplanung zum HRB vorgenommen. Z.B. Ausführung als nachträgliche Nivellierung der Überlaufschwelle. In Abstimmung mit der Wasserrechtsbehörde wird dann bei Bedarf ein Antrag auf Erhöhung des Stauziels gestellt.

Somit ist das HRB mit dem aktuellen Berechnungsergebnis für den Lastfall  $HQ_{100} + \text{Klima}$  ausreichend.

Der überströmbare Abschnitt ist in Abstimmung mit dem WWA westlich an das Drosselbauwerk Mindel angeordnet hat eine Länge von

- Überlaufstrecke 100 m

Der Gewählte Überfallbeiwert für die Überlaufschwelle der Hochwasserentlastung wird mit

$$\text{Überfallbeiwert HW-Entlastungsanlage} = 0,50$$

gewählt.

Die Ableitungsmengen und Überfallhöhen der Hochwasserentlastung ergeben sich aus den Hydraulischen Berechnungen für die Hochwasserbemessungsfälle 1 und 2 nach DIN 19700-11 (siehe Kapitel 4.1 „Bemessungsabflüsse BHQ“).

Die Leitungsfähigkeit der Hochwasserentlastung für die gegenüber der ersten Projektphase veränderten Bemessungslastfälle ist im Anhang 6 dargestellt.

## 3.9 Überlauf (Rückleitungskorridor)

### 3.9.1 Überlaufstrecke Leitdeich Nord

In den nördlichen Leitdeich des Rückleitungskorridors wird eine 100 m lange Überlaufstrecke mit abgesenkter Deichkrone ausgebildet, über die im HQ100-Lastfall so viel Wasser abgeschlagen wird, dass sich nördlich des Rückleitungskorridors zwischen der Bahnstrecke und der Kreisstraße GZ11 die Überflutungsverhältnisse beim HQ100 der Mindel im IST-Zustand (ohne Hochwasserrückhaltebecken) ergeben.

Hierzu wurde die Überlaufstrecke entsprechend ihrer geometrischen Ausbildung in das hydraulische Berechnungsmodell eingearbeitet und die erforderliche Ausleitung aus dem Rückleitungskorridor durch 2D-hydraulische Berechnung mit  $21,1 \text{ m}^3/\text{s}$  ermittelt. Das hierfür erforderliche Schwellenniveau und die hydraulischen Verhältnisse der Überleitung wurden durch 2D-hydraulische Berechnungen untersucht.

Bei einer in Abstimmung mit dem Vorhabensträger gewählten Länge der Überlaufstrecke von

- Überlaufstrecke            100 m

ergibt sich das Schwellenniveau von

- Überlaufschwelle        449,13 m+NN

Die Überlaufschwelle liegt somit ca. 10 cm unter dem Abflusswasserspiegel beim Bemessungsfall mit  $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dementsprechend wird bereits bei Abflüssen unter  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  Hochwasser über die Überlaufstrecke nach Norden in den Bereich zwischen der GZ11 und der Bahnstrecke ausgeleitet (vgl. Anlage 3.7 der Genehmigungsplanung). Auch liegt die Überlaufschwelle über dem auf 449,07 geplanten oberen Fahrbahnrand der Kreisstraße GZ 11 im Querungsbereich des Rückleitungskorridors. Eine Ausleitung in das nördliche Überschwemmungsgebiet beginnt somit nicht bevor die Zuleitung des Hochwasserabflusses in das Überschwemmungsgebiet westlich der Mindel eintritt.

Die Ableitungsmenge und Überfallhöhe der Überlaufstrecke ergeben sich aus der 2d-hydraulischen Berechnung für den Bemessungsabfluss im Lastfall  $HQ_{100+15\%}$  der Mindel.

### 3.9.2 Überlaufbereich GZ11

Bei der Hochwasserrückleitung in die Mindel quert der Rückleitungskorridor die GZ 11. Damit sich durch die GZ 11 kein Rückleitungshindernis ergibt, wird die GZ 11 einschließlich dem begleitenden Geh- und Radweg und dem Anwandweg ungefähr auf das bestehende Geländenniveau der Westseite abgesenkt. Im Bereich des Rückleitungskorridors bildet der obere, östliche Fahrbahnrand der abgesenkten GZ11 mit 449,07 m+NN die Schwellenlage des Überlaufbereichs im Rückleitungskorridor. Diese liegt ca. 80 cm über dem bestehenden Gelände auf der Ostseite der GZ11 im Rückleitungskorridor und 6 cm tiefer als die Überlaufschwelle des Leitdeich Nord mit 449,13 m+NN.



Die Überlaufschwelle liegt somit ca. 16 cm unter dem Abflusswasserspiegel beim Bemessungsfall mit  $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dementsprechend wird bereits bei Abflüssen unter  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  Hochwasser über die Überlaufstrecke der GZ11 zur Mindel abgeleitet (vgl. Anlage 3.7) der Genehmigungsplanung.

Bei Hochwasserabfluss wird zunächst der Rückleitungskorridor zwischen der Bahnstrecke und der GZ11 bis 449,07 m+NN eingestaut, bevor der Überlauf und die Ableitung des Hochwasserabflusses zur Mindel eintritt.

Die Ableitungsmenge und Überfallhöhe der Überlaufstrecke ergeben sich aus der 2d-hydraulischen Berechnung für den Bemessungsabfluss im Lastfall HQ100+15% der Mindel.

## 3.10 Energieumwandlung

### 3.10.1 Energieumwandlung Drosselbauwerke (HRB)

Die Planung der ersten und zweiten Projektphase sieht keine Tosbecken zur Energieumwandlung hinter den Drosselbauwerken vor.

Durch die Planungen der zweiten Projektphase ergeben sich für den Erlenbach und den Kulturgraben beim HRB keine veränderten Verhältnisse.

Für die Mindel erhöht sich der Drosselabfluss aus dem HRB, von  $65 \text{ m}^3/\text{s}$  auf  $75 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Durch gezielte Einbringung einzelner Steinblöcke im Unterwasser kann die Energieumwandlung im Nahbereich des Drosselbauwerks konzentriert werden.

Eine Anpassung Unterwassersicherung ist durch die Ausführungsplanung zum HRB möglich.

### 3.10.2 Tosbecken Hochwasserentlastung (HRB)

Die Planung der ersten Projektphase sieht am Fuß der Hochwasserentlastung des HRB-Dammes ein mit Wasserbausteinen gesichertes Tosbecken ( $B \times L \times T = 100 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$ ) mit Störsteinen zur Energieumwandlung vor.

Durch die Planungen der zweiten Projektphase ergeben sich für die Lastfälle BHQ<sub>1</sub> und BHQ<sub>2</sub> keine wesentlich veränderten Verhältnisse. Gegenüber der Bemessung in der ersten Projektphase verändern sich die über die Hochwasserentlastung des HRB abgeleiteten Entlastungsmengen folgendermaßen:

BHQ <sub>1</sub>	56,80 m <sup>3</sup> /s	(Projektphase 1)
	65,30 m <sup>3</sup> /s	(Projektphase 2)
BHQ <sub>2</sub>	78,20 m <sup>3</sup> /s	(Projektphase 1)
	24,20 m <sup>3</sup> /s	(Projektphase 2)

Die maximale Entlastungsmenge aus der Projektphase 1 (BHQ<sub>2</sub>) wird demzufolge durch die Entlastungsmengen aus der Projektphase 2 nicht überschritten. Somit ergibt sich im Vergleich zur Planung in der Projektphase 1 keine höhere Belastung für das Tosbecken.

Die höhere Entlastungsmenge bei BHQ<sub>1</sub> und die geringere Entlastungsmenge beim BHQ<sub>2</sub> ist in der Anwendung der (n-a)-Regelung in Anlehnung an das DVWK-Merkblatt 216/1990 begründet. Somit werden die leistungsfähigsten Verschlüsse als Redundanz (ohne Abfluss) angesetzt. Während in der Projektphase 1 nur eines der beiden Hauptfelder am Drosselbauwerk Mindel als Redundanz (ohne Abfluss) herangezogen wurde, werden bei der HRB-Bemessung in der zweiten Projektphase aufgrund der mit der Bahnquerung Süd höheren Anzahl an

Ablauföffnungen aus dem HRB in Abstimmung mit dem Landesamt für Umwelt bei den Hauptfeldern am Drosselbauwerk Mindel als Redundanz ohne Abflusswirkung berücksichtigt.

Da ein zuverlässiger rechnerischer Nachweis für die Funktion der Energieumwandlung nicht möglich ist, beabsichtigt der Vorhabensträger im Rahmen der Ausführungsplanung einen Modellversuch zur Überprüfung der Hochwasserentlastungsanlage zu veranlassen.

### **3.10.3 Energieabbau Ausleitung Bahnquerung Süd**

Am Bauwerk der Bahnquerung Süd wird der gedrosselte Abfluss aus dem HRB auf die Ostseite der Bahnstrecke geleitet und dort durch das geplante Umlenkungsbauwerk um 90° nach Norden umgelenkt. An das Umlenkungsbauwerk schließt eine 32 bis 43 m breite und über 100 m lange Ableitungsmulde an, die aus hydrogeologischen Gründen mit einer 60 cm dicken Auflastschicht aus geschütteten Wasserbausteinen zur Stabilisierung des anstehenden Bodens gegenüber drückendem Grundwasser gesichert wird.

Am Auslauf der Bahnquerung Süd sind keine speziellen Maßnahmen zur Energieumwandlung vorgesehen, um eine Deckwalze im Durchlass unter der Bahnstrecke mit einer Beeinträchtigung des Hochwasserabflusses zu vermeiden. Durch die Umlenkung des Abflusses und die Sohlsicherung der Ableitungsmulde mit geschütteten Wasserbausteinen wird gemäß der 2D-hydraulischen Berechnung für den Bemessungsabfluss im Lastfall HQ<sub>100+15%</sub> ein ausreichender Energieabbau erreicht.

### **3.10.4 Energieabbau Straßendurchlässe**

Die Zu- und Ablaufbereiche der Straßendurchlässe werden nach geotechnischen und hydrogeologischen Anforderungen mit Geogittergewebe gesichert und mit geringdurchlässigem Deckschichtmaterial abgedeckt. Die unmittelbaren Zu- und Auslaufbereiche werden auf je 3,00 m konstruktiv mit einem Steinsatz mit Betonbettung gesichert.

Durch die Abflusswasserspiegel der Hochwasserableitung ergeben sich relativ hohe Unterwasserstände, mit einem Wasserpolster für eine gemäß der 2D-hydraulischen Berechnung für den Bemessungsabfluss im Lastfall HQ<sub>100+15%</sub> ausreichende Energieumwandlung an den Ausläufen der Durchlässe.

### **3.10.5 Energieabbau Drosselbauwerke (Hochwasserableitung und -rückleitung)**

Die Planung sieht bei den Drosselbauwerken im Scheidgraben (Hochwasserableitung) und im Erlenbach (Hochwasserrückleitung) keine Tosbecken zur Energieumwandlung hinter den Drosselbauwerken der Hochwasserableitung und Hochwasserrückleitung vor. Im Zu- und Abstrombereich der Drosselbauwerke sind Sohlsicherungen aus Wasserbausteinen vorgesehen, die einen gewissen Energieabbau ermöglichen.

Durch gezielte Einbringung einzelner Steinblöcke im Unterwasser kann die Energieumwandlung im Nahbereich der Drosselbauwerke konzentriert werden.

### **3.10.6 Tosbecken Überlaufstrecke (Rückleitungskorridor)**

Die Planung der Hochwasserrückleitung sieht am Fuß der Überlaufstrecke im Leitdeich des Rückleitungskorridors eine mit Wasserbausteinen gesicherte Senke (B x L x T = 100 m x 5 m x 0,5 m) zur Sicherung des Rampenfußes und Reduzierung der hydraulischen Energie vor.

Die 2D-hydraulischen Berechnung für den Bemessungsabfluss im Lastfall HQ<sub>100+15%</sub> der Mindel betrachtet die maximale Ausleitung aus dem Rückleitungskorridor von

Überlauf max. 21,1 m³/s.

### 3.10.7 Energieabbau Mindelausleitung

Zur Rückleitung des Hochwasserabflusses aus dem Rückleitungskorridor in das Überschwemmungsgebiet westlich der Mindel werden die bestehenden Erdwälle beidseitig der Mindel abgetragen und als Zu- und Ausleitungsschwellen ausgebildet. Die Zu- und Ausleitung erfolgt dabei nahezu niveaugleich mit dem angrenzenden Bestandsgelände.

Im Bemessungslastfall bilden der Wasserspiegel in der Mindel und der Wasserspiegel im Überschwemmungsgebiet ausreichende Wasserpolster, so dass keine schießenden Abflüsse zu erwarten und Maßnahmen für eine Energieumwandlung nicht erforderlich sind.

Die Schwellenbereiche sind zur Stabilisierung der Schwellenlage zusätzlich durch Steinsatz bzw. Steinschüttung aus Wasserbausteinen gesichert.

## 4. Nachweis Hochwasserrückhaltebecken

### 4.1 Bemessungsabflüsse BHQ

#### 4.1.1 Hydrologische Daten

Das Abflussgeschehen des Mindeltals im Planungsbereich südlich von Burgau wird hauptsächlich durch den Abfluss der Mindel und des Erlenbachs bestimmt. Die Nebengewässer Schwarzgraben und Kulturgraben tragen nur unwesentlich zum Abflussgeschehen bei.

Gemäß Angaben des WWA sind folgende hydrologische Daten maßgebend:

#### Mindel

HQ<sub>100+15%</sub> 135 m³/s

#### Erlenbach

Q<sub>zu, Bem</sub> 5 m³/s (im Lastfall HQ100 der Mindel berücksichtigter Abfluss)

#### 4.1.2 Scheitelabflüsse für den Hochwasserbemessungsfall

Im Zuge der geplanten Hochwasserableitung ergibt sich für das HRB der zweiten Projektphase eine veränderte Bemessung. Abweichend von der Betrachtung des HRB für ein ca. 10-jährliches Hochwasserereignis für den Hochwasserbemessungsfall BHQ<sub>3</sub> (erste Projektphase), wird der BHQ<sub>3</sub> durch die Erhöhung des Drosselabflusses der Mindel von 65 m³/s auf 75 m³/s und der zusätzlichen Ausleitung von bis zu 50 m³/s über das geplante Bahnquerungsbauwerk Süd für ein 100-jährliches Hochwasserereignis ausgelegt.

Die Bemessung des gewöhnlichen Hochwasserrückhalteraaumes erfolgt gemäß DIN 19700-12 für den Hochwasserbemessungsfall BHQ<sub>3</sub>. Der BHQ<sub>3</sub> wird im vorliegenden Fall für ein ca. 100-jährliches Hochwasserereignis zzgl. Klimafaktor betrachtet, der sich aus den folgenden Scheitelabflüssen in das Hochwasserrückhaltebecken ergibt:

Mindel HQ <sub>100</sub>	135 m <sup>3</sup> /s	
Erlenbach Q <sub>zu, Bem</sub>	5 m <sup>3</sup> /s	
Schwarzgraben Q <sub>zu, Bem</sub>	1 m <sup>3</sup> /s	(1)
<hr/>		
BHQ <sub>3</sub>	141 m <sup>3</sup> /s	mit T = 100 a

(1) Nur im Lastfall HQ<sub>100+15%</sub> der Mindel berücksichtigter Zufluss

### 4.1.3 Bemessungsabfluss BHQ<sub>1</sub> und BHQ<sub>2</sub>

Die Hochwassersicherheit ist für die Hochwasserbemessungsfälle BHQ<sub>1</sub> und BHQ<sub>2</sub> nachzuweisen. Der Hochwasserbemessungsfall 1 gilt für die Bemessung der Hochwasserentlastungsanlage und steht für deren Überlastungssicherheit. Der Hochwasserbemessungsfall 2 dient dem Nachweis der Anlagensicherheit bei Extremhochwasser und charakterisiert die Überflutungssicherheit des Absperrbauwerkes des Hochwasserrückhaltebeckens.

Die hydraulische Bemessung und Nachweise für die Hochwasserbemessungsfälle 1 und 2 erfolgen mit den gleichen Randbedingungen der Nachweise zum HRB der ersten Projektphase [ 1 ].

Abflüsse mit höheren Wiederkehrintervallen von bis zu T = 10.000 a, wurden anhand dreier analytischer Ansätze extrapoliert. Der für die Bemessung maßgebende Wert wurde als Mittelwert festgelegt [ 9 ].

Nach DIN 19700-12 ist das geplante Hochwasserrückhaltebecken mit einem Stauraumvolumen von über 1 Mio. m<sup>3</sup> als „großes Becken“ klassifiziert. Dementsprechend sind die Bemessungshochwasserabflüsse

BHQ <sub>1</sub> (Überlastungssicherheit)	227 m <sup>3</sup> /s	mit T = 1.000 a
BHQ <sub>2</sub> (Anlagensicherheit)	331 m <sup>3</sup> /s	mit T = 10.000 a

den Bemessungen zugrunde gelegt (siehe Anhang 3).

### 4.1.4 Hydraulische Berechnung für BHQ<sub>1</sub>

Entsprechend DIN 19700-11 und -12 werden beim Hochwasserbemessungsfall 1 (BHQ<sub>1</sub>), unter Berücksichtigung der (n-a)-Regel, sämtliche Grundablässe als komplett geöffnet angesetzt. In Abstimmung mit dem WWA und dem LfU [ 10 ] ist der Mindeldurchlass mit einer zusätzlichen Wehrfeldredundanz ausgebildet.

Gemäß der Festlegung des Vorhabensträgers wird, bei der Bemessung der Hochwasserentlastung für den Hochwasserbemessungsfall 1 die (n-a)-Bedingung nach DVWK-Merkblatt 216 berücksichtigt, wonach 2-Wehrfelder (hier beider Hauptfelder des Drosselbauwerks Mindel) bei der Bemessung für BHQ<sub>1</sub> nicht abflusswirksam angesetzt werden.

In Abstimmung mit dem Vorhabensträger wird auch der Durchlass beim Schwarzgraben nicht angesetzt.

Die zur Abflussbegrenzung beim Erlenbach und beim Kulturgraben eingesetzten Abflussregler (gewählt HydroSlide Mini-Abflussregler) werden beim Nachweis für BHQ<sub>1</sub> ebenfalls nicht angesetzt, da davon auszugehen ist, dass diese beim Hochwasserbemessungsfall 1, aufgrund der Flutung im Unterwasser, nicht funktionsfähig sind.

Die Berechnung der Überfallhöhe erfolgt mit dem gewählten Überfallbeiwert 0,50 für die Überlaufschwelle der Hochwasserentlastung.



Die Eingangswerte und Berechnungsergebnisse für den Hochwasserbemessungsfall 1 sind dem Anhang 4 zu entnehmen:

- Überfallwassermenge bei  $BHQ_1$  65,30 m<sup>3</sup>/s
- Überfallhöhe bei  $BHQ_1$  0,58 m
- Stauspiegel bei  $BHQ_1$  ( $Z_{H1}$ ) 456,98 m+NN

#### 4.1.5 Hydraulische Berechnung für $BHQ_2$

Zum Nachweis der Anlagensicherheit wird der Nachweis für den Hochwasserbemessungsfall 2 ( $BHQ_2$ ) geführt. Ergänzend zum  $BHQ_1$  erlaubt die DIN 19700-11 hierbei auch die Vorentlastung durch die beiden Redundanz-Wehrfelder aus der Bemessung  $BHQ_1$  beim Drosselbauwerk Mindel.

In Abstimmung mit dem WWA wird der Durchlass beim Schwarzgraben auch beim Hochwasserbemessungsfall 2 nicht angesetzt.

Die zur Abflussbegrenzung beim Erlenbach und beim Kulturgraben eingesetzten Abflussregler (gewählt HydroSlide Mini-Abflussregler) werden beim Nachweis für den  $BHQ_2$  ebenfalls nicht angesetzt, da davon auszugehen ist, dass diese beim Hochwasserbemessungsfall 2, aufgrund der Flutung im Unterwasser, nicht funktionsfähig sind.

Die Berechnung der Überfallhöhe erfolgt mit dem gewählten Überfallbeiwert 0,50 für die Überlaufschwelle der Hochwasserentlastung.

Die Eingangswerte und Berechnungsergebnisse für den Hochwasserbemessungsfall 1 sind dem Anhang 5 zu entnehmen:

- Überfallwassermenge bei  $BHQ_2$  24,20 m<sup>3</sup>/s
- Überfallhöhe bei  $BHQ_2$  0,30 m
- Stauspiegel bei  $BHQ_2$  ( $Z_{H2}$ ) 456,70 m+NN

#### 4.1.6 Hydraulische Berechnung für $BHQ_3$

Die Ermittlung der maßgebenden Wasserspiegellagen für den Bemessungs-Lastfall  $HQ_{100+15\%}$  erfolgt als instationäre Berechnung mit Hilfe des Programms HYDRO\_AS-2D.

Die Bemessung des gewöhnlichen Hochwasserrückhalterumes erfolgt gemäß DIN 19700-12 für den Hochwasserbemessungsfall  $BHQ_3$ . Der  $BHQ_3$  wird entgegen der ersten Planungsphase für ein 100-jährliches Hochwasserereignis inklusive Klimazuschlag betrachtet. Dementsprechend werden der Hydraulischen Berechnung die Scheitelabflüsse der Mindel, des Erlenbachs und des Schwarzgrabens in das Hochwasserrückhaltebecken aus Kapitel 4.1.2 „Scheitelabflüsse für den Hochwasserbemessungsfall“ zugrunde gelegt:

$BHQ_3$  141 m<sup>3</sup>/s

Entsprechend der bestehenden Leistungsfähigkeit der Mindel und des Erlenbachs bei der innerörtlichen Ableitung durch Burgau werden folgende Maximalabflüsse festgelegt:

Mindel:	$Q_{\max} =$	75 m <sup>3</sup> /s	
Erlenbach	$Q_{\max} =$	3 m <sup>3</sup> /s	(entspricht erster Projektphase)
Kulturgraben	$Q_{\max} =$	0,3 m <sup>3</sup> /s	(entspricht erster Projektphase)

Zusätzlich kann durch die geplante Hochwasserableitung und -rückleitung bis 50 m<sup>3</sup>/s aus dem HRB ausgeleitet werden:

- Bahnquerung Süd:  $Q_{\max} =$  50 m<sup>3</sup>/s

Aus der 2D-hydraulischen Berechnung des Hochwasserrückhaltebeckens für den Lastfall HQ100+Klimazuschlag ergibt sich die Wasserspiegellage im HRB zwischen 456,40 m+NN und 456,45 m+NN. Die unterschiedlichen Wasserspiegellagen im HRB ergeben sich aufgrund der großen Staufläche und der punktuellen Ausleitungen aus dem HRB.

Als Stauziel ( $Z_V$ ) für das HRB wird der

- Stauspiegel bei HQ<sub>100</sub> mit ca. 456,40 m+NN

entsprechend der in der ersten Planungsphase geplanten Überlaufschwelle der Hochwasserentlastung angesetzt.

Die modellbasierten hydraulischen Berechnungsergebnisse aus der ersten und zweiten Projektphase sind als gleichwertig einzuordnen. Eine geringfügige Abweichung des Beckenwasserspiegels beim Hochwasserentlastungsbauwerk (ca. 456,45 m+NN) gegenüber dem ermittelten Stauziel und der Überlaufschwelle der Hochwasserentlastung aus der ersten Planungsphase (HRB-Planfeststellung) ist auf Modellfortschreibungen bzw. Berechnungstoleranzen zurückzuführen.

## 4.2 Bemessung Freibord / Dammbauwerk

### 4.2.1 Grundlagen der Freibordberechnung

Als Freibord wird nach DIN 19700-10 der lotrechte Abstand zwischen der Krone des HRB-Dammes und dem maßgeblichen Hochwasserstauziel bezeichnet.

Das Gesamtfreibordmaß, das oberhalb des jeweiligen Bemessungswasserspiegels ( $Z_H$  beim betrachteten Hochwasserbemessungsfall) anzusetzen ist, setzt sich zusammen aus

Wellenauflauf  $h_{Au}$

Windstau  $h_{Wi}$

ggf. Eisstau  $h_{Ei}$

und ggf. einem Sicherheitszuschlag  $h_{Si}$ .

Im Regelfall schließen sich Wellenauflauf und Windstau einerseits und Eisstau andererseits aus. Auf einen Zuschlag für Eisstau kann deshalb verzichtet werden.

Ein Sicherheitszuschlag ( $h_{Si}$ ) wird entsprechend DIN 19700-11 nur beim Hochwasserbemessungsfall 2 berücksichtigt.

### 4.2.2 Eingangswerte für die Freibordberechnung

#### 4.2.2.1 Bemessungswindgeschwindigkeit

Die Bemessungswindgeschwindigkeit  $w_{10}$  ist die in einer Höhe von 10 m über dem Bemessungswasserstand auf die Stauanlage gerichtete Windgeschwindigkeit.

Für den Standort des Hochwasserrückhaltebeckens gelten folgende Randbedingungen:

Höhe: gewählt 500 m+NN

exponierte Lage

mittlere Streichlänge: gewählt 750 m

Faktor Ausreifzeit (1): 1,15

- (1) Umrechnungsfaktor nach DVWK-M 246 für andere Ausreifzeiten bei Streichlängen über 600 m

Aus den Tabellenwerten für die Stundenmittel der 25-jährlichen Windgeschwindigkeiten  $W_{10}$  für Deutschland ergibt sich

$$\bullet \quad W_{10} = (27 + 30,5)/2 \times 1,15 = 33 \text{ m/s}$$

#### 4.2.2.2 Eingangswerte zur Berechnung Windstau und Wellenauflauf

Die windbeeinflussten Freibordanteile sind hauptsächlich durch die maßgeblichen Streichlängen bestimmt. Die Ermittlung der Streichlängen ist im Anhang 7.1 dargestellt.

Zur Ermittlung der Streichlängen wird der Geländetiefpunkt zwischen dem Erlenbach und dem Kulturgraben als Bezugspunkt auf der Dammachse gewählt.

Nach vorliegenden meteorologischen Kenntnissen, gilt für den Standort des Hochwasserrückhaltebeckens die

Hauptwindrichtung      SÜD      (aus Süden)

In Bezug auf die Trasse des HRB-Dammes beträgt der Winkel  $\beta$  zwischen maßgebender Hauptwindrichtung und der maximalen Streichlänge

$$\beta = 7^\circ$$

Zudem wurden folgende Eingangsdaten für die Berechnung nach DVWK-M 246 angesetzt:

Böschungsrauheit:	$k_D \cdot k_R$	0,85	(Rasen, Sand)
Koeffizient Wellenauflauf:	$k_x$	2,4	(Erddämme)
Überschreitungswahrscheinlichkeit:	$x$	1 %	(Erddämme)
Böschungsneigung:	1:n	1:3	

#### 4.2.2.3 Sicherheitszuschlag

Analog DIN 19700-11 ist beim Hochwasserbemessungsfall 2 im Freibord ein Sicherheitszuschlag  $h_{Si}$  vorzusehen. In Abstimmung mit dem Vorhabensträger wird, aufgrund des hohen Sicherheitsanspruchs für das direkt nördlich angrenzende Stadtgebiet von Burgau, der Sicherheitszuschlag mit

$$\begin{aligned} \bullet \quad f_{Si} &= 0 \text{ m} && \text{(für BHQ}_1\text{)} \\ \bullet \quad f_{Si} &= 0,50 \text{ m} && \text{(für BHQ}_2\text{)} \end{aligned}$$

gewählt.

#### 4.2.3 Freibordberechnung

Der Freibord ergibt sich aus der Berechnung nach dem Merkblatt DVWK-M 246 in Abhängigkeit zum Hochwasserstauziel ( $Z_H$ ) beim entsprechenden Hochwasserbemessungsfall. Die Berechnung der Freibordanteile erfolgt mit den Berechnungsformeln nach DVWK-M 246.

Die Eingangswerte und Berechnungsergebnisse der Freibordberechnungen für die Hochwasserbemessungsfälle BHQ<sub>1</sub> und BHQ<sub>2</sub> sind im Anhang 7.1 bis 7.3 ersichtlich. Es ergeben sich folgende erforderliche Freibordhöhen:

- Freibord  $f_1$  für BHQ<sub>1</sub>                      0,90 m
- Freibord  $f_1$  für BHQ<sub>2</sub>                      1,36 m (1)

(1) einschließlich Sicherheitszuschlag  $h_{Si} = 0,50 \text{ m}$

Im Vergleich zur Dammkrone 485,50 m+NN aus der ersten Projektphase ergeben sich tatsächliche Freibordhöhen von:

- |                                       |   |        |
|---------------------------------------|---|--------|
| • Freibord $f_1$ bei BHQ <sub>1</sub> | $458,50 \text{ m+NN} - 456,98 \text{ m+NN} =$ | 1,52 m |
| • Freibord $f_1$ bei BHQ <sub>2</sub> | $458,50 \text{ m+NN} - 456,70 \text{ m+NN} =$ | 1,80 m |
| • Freibord $f_1$ bei BHQ <sub>3</sub> | $458,50 \text{ m+NN} - 456,40 \text{ m+NN} =$ | 2,10 m |

#### 4.2.4 Dammkronenhöhe

Ausgehend von der Schwellenhöhe der Hochwasserentlastung (HRB-Vollstau) und mit den Überfallhöhen und Freibordhöhen für BHQ<sub>1</sub> und BHQ<sub>2</sub>:

- |                                 |             |
|---------------------------------|-------------|
| • Schwellenhöhe HWEA            | 456,40 m+NN |
| • Überfallhöhe BHQ <sub>1</sub> | 0,58 m      |
| • Überfallhöhe BHQ <sub>2</sub> | 0,30 m      |

ergeben sich die im Anhang 8 dargestellten erforderlichen Dammkronenhöhen:

Dammkrone BHQ <sub>1</sub>	457,88 m+NN
Dammkrone BHQ <sub>2</sub>	458,06 m+NN

Der maßgebliche Wert für die Festlegung der erforderlichen Dammkrone ergibt sich aus der Bemessung BHQ<sub>2</sub> mit 458,06 m+NN.

Die erforderliche Dammkronenhöhe liegt etwas tiefer als die in der ersten Planungsphase geplante Dammkronenhöhe 458,50 m+NN. Somit ist die Sicherheit des HRB aus der Planung der ersten Projektphase, ohne Änderung der geplanten Dammkronenhöhe, für Hochwasserereignisse mit Wiederkehrintervallen von bis zu  $T = 10.000 \text{ a}$  gegeben.

Neu-Ulm, 28.03.2024  
O B E R M E Y E R Infrastruktur GmbH & Co. KG

Erstellt von:

Dipl.-Ing.(FH) A. Ott  
Fachbereichsleiter Hochwasserschutz, Wasserbau

Dipl.-Ing. A. Wolf-Jobst  
Wasserwirtschaft