

# **Bauvorhaben B22, Umbau des Knotenpunktes Teunz**

**Cederbach, Gew. III. Ordnung**

## **HYDROTECHNISCHES GUTACHTEN**

**Erläuterungsbericht  
vom 12.12.2018**

**Auftraggeber:** Staatliches Bauamt Amberg-Sulzbach  
Im Schloss 1  
92237 Sulzbach-Rosenberg

**Gemeinde:** Teunz  
**Landkreis:** Schwandorf  
**Projektnummer:** 17073-01

**Verfasser:** aquasoli Ingenieurbüro  
Inh. Bernhard Unterreitmeier  
Haunertinger Straße 1a  
83313 Siegsdorf



aquasoli®  
Ingenieurbüro

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung und Zielsetzung</b>	<b>1</b>
1.1	Abgrenzung des Projektgebietes	2
1.2	Hydrotechnische Fragestellungen	2
1.3	Methodik der hydrotechnischen Untersuchung	3
<b>2</b>	<b>Hydrologische Grundlagen</b>	<b>4</b>
2.1	Bemessungsabflüsse	4
<b>3</b>	<b>Abflussmodell</b>	<b>5</b>
3.1	Datengrundlage	5
3.2	Erstellung des Flussschlauchmodells	6
3.3	Erstellung des Vorlandmodells – Ausdünnungs- und Triangulationsparameter	6
3.4	Erstellung des Gesamtberechnungsnetzes	7
3.5	Randbedingungen	7
3.6	Globale Parameter	8
3.7	Rauheitsbelegung	9
3.8	Brücken- und Durchlassmodellierung	10
<b>4</b>	<b>Ergebnisse der Abflussberechnungen</b>	<b>11</b>
4.1	Berechnung $HQ_{100}$ Cederbach Ist-Zustand	11
4.2	Berechnung $HQ_{100}$ Cederbach Planungszustand	12
4.3	Differenzdarstellung $HQ_{100}$ -Ist-Zustand – $HQ_{100}$ -Planungszustand	13
<b>5</b>	<b>Berechnung <math>HQ_{100}</math> Planungszustand – Knotenpunkt Teunz</b>	<b>15</b>
5.1	Bauwerk <i>BW 1-03</i>	15
5.2	Bauwerk <i>BW 1-04</i>	16
5.3	Bauwerk <i>BW 1-02</i>	17
5.4	Dimensionierung Verrohrungen während der Bauzeit	18
<b>6</b>	<b>MQ-Nachweis der <i>BW 1-02 – 1-04</i></b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassende Stellungnahme</b>	<b>21</b>



## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1.1: Luftbild des bestehenden höhengleichen Knotenpunktes B 22 / St 2156 / SAD 42 westlich von Teunz (Quelle: StBA Amberg-Sulzbach, 2018) .....	1
Abbildung 1.2: Übersichtslageplan Projektgebiet mit Knotenpunkt B 22 / St 2156 / SAD 42 westlich von Teunz (Quelle: Bayernatlas, 2018).....	2
Abbildung 1.3: Übersichtslageplan mit der Projektierung des Knotenneubaus in Teunz mit den Verortungen der Straßendurchlässe (BW 1-02 - 1-04). .....	3
Abbildung 3.1: Modellgitter mit den verorteten Zugabestellen und der Auslaufrandbedingung am unteren Modellrand. ....	8
Abbildung 3.2: Ausschnitt Materialbelegung des Planungsmodells mit dem Neubau des Verkehrsknotenpunktes.....	10
Abbildung 4.1: Darstellung der Fließtiefen [m] im Ist-Zustand $HQ_{100}$ .....	11
Abbildung 4.2: Darstellung der Fließtiefen [m] im Planungszustand $HQ_{100}$ . ....	12
Abbildung 4.3: Fließtiefen-Differenzdarstellung: $HQ_{100}$ Ist-Zustand – Planungszustand.....	14
Abbildung 5.1: Regelquerschnitt BW 1-03 (Ausschnitt, IB Wehrle 2018). ....	15
Abbildung 5.2: Regelquerschnitt BW 1-04 (Ausschnitt, IB Wehrle 2018). ....	16
Abbildung 5.3: Regelquerschnitt BW 1-02 (Ausschnitt, IB Wehrle 2018). ....	17
Abbildung 6.1: Fließtiefen von 0,01 m bis >0,1 m für MQ im Bereich des Verkehrsknotenpunktes.....	20

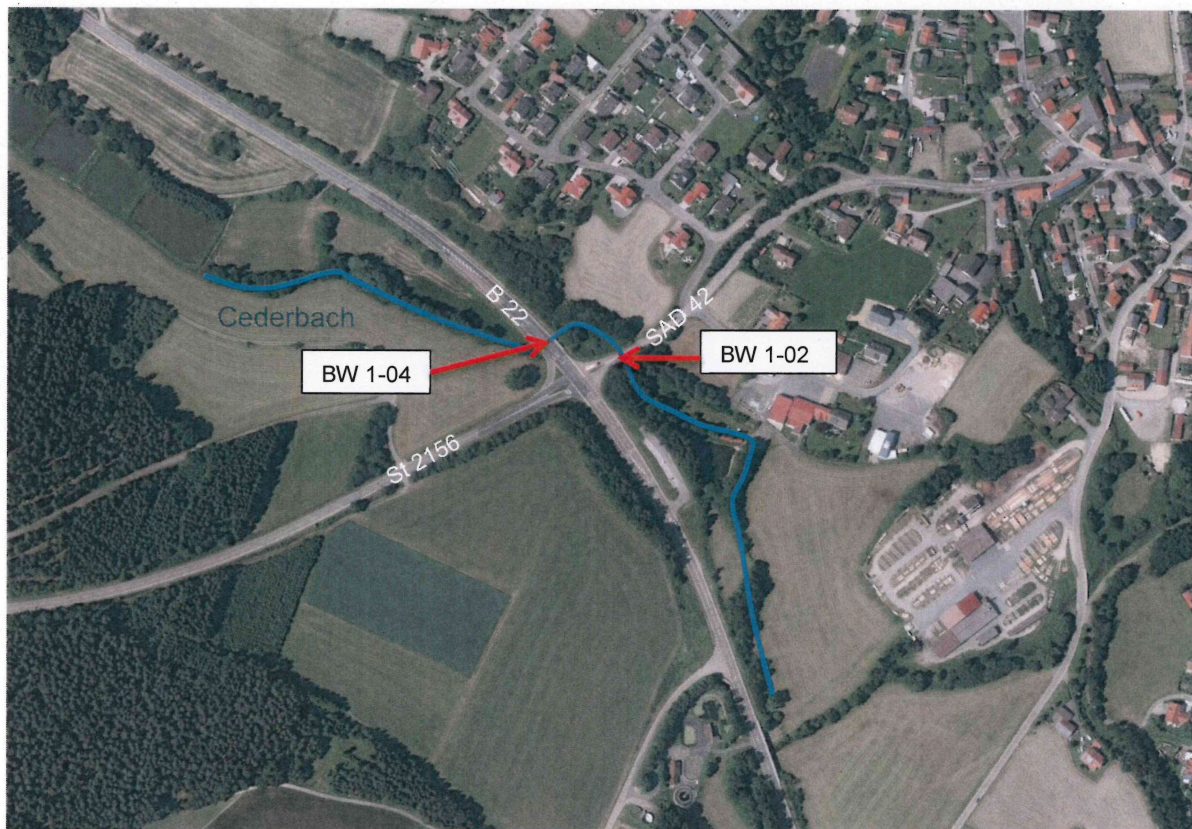
## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2.1: Hydrologische Eingangsdaten (WWA WEN, 2017) .....	4
Tabelle 2.2: Lastfallkombinationen nach Vorgabe WWA Weiden für den zu erbringenden Nachweis der Planungszustände. ....	4
Tabelle 3.1: Parameter Laser_AS-2d. ....	6
Tabelle 3.2: Globale Parameter.....	8
Tabelle 3.3: Globale Oberflächenrauheiten nach Manning-Strickler. ....	9
Tabelle 5.1: BW 1-03 HQ <sub>100</sub> – Wasserspiegelhöhe und Wassertiefe für Ist- und Planungszustand.....	15
Tabelle 5.2: BW 1-04 HQ <sub>100</sub> – Wasserspiegelhöhe und Wassertiefe für Ist- und Planungszustand.....	16
Tabelle 5.3: BW 1-02 HQ <sub>100</sub> – Wasserspiegelhöhe und Wassertiefe für Ist- und Planungszustand.....	17
Tabelle 5.4: Mindestdimensionierung Verrohrungen während der Bauphase für die Einzelbauwerke.....	18
Tabelle 6.1: Nachweis Fließtiefe bei mittlerem Abfluss (MQ) des Cederbachs. ....	19

## 1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Der Cederbach ist ein Gewässer III. Ordnung im Gemeindegebiet von Teunz im Landkreis Schwandorf. Das Ingenieurbüro (IB) aquasoli wurde vom Staatlichen Bauamt (StBA) Amberg-Sulzbach beauftragt, den Umbau des Verkehrsknotenpunktes *B* (Bundesstraße) 22 / *St* (Staatsstraße) 2156 / *SAD* (Kreisstraße) 42 am Ortsausgang der Gemeinde Teunz hydrotechnisch zu untersuchen. In *Abbildung 1.1* ist die derzeit bestehende höhengleiche Kreuzung der *B* 22 mit der *St* 2156 und der *SAD* 42 dargestellt. Da es an diesem Verkehrsknotenpunkt verstärkt zu Unfällen kommt, nahm das StBA Amberg-Sulzbach eine Neuplanung des Knotenpunktes vor. Die Staatsstraße *St* 2156 und die *SAD* 42 sollen dabei über die *B* 22 geführt werden. In diesem Bereich kommt es sowohl im Bestand als auch zukünftig zu mehreren Querungen des Cederbachs.

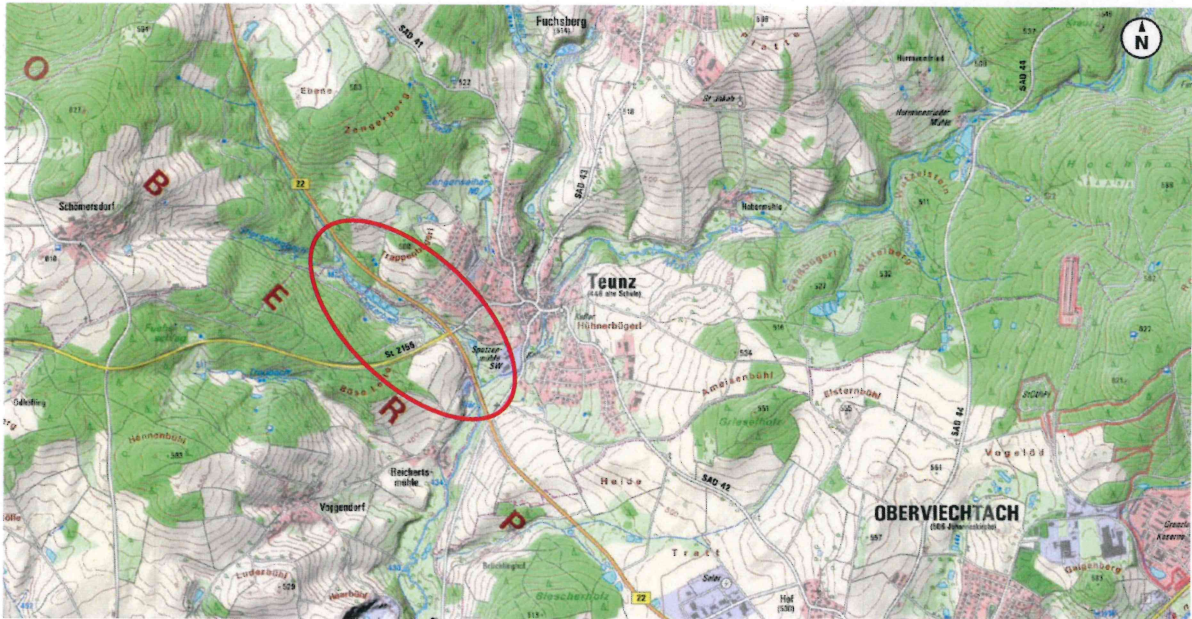
Im Zuge des Umbaus ist geplant, die bestehenden Bauwerke *BW* 1-02 (Brücke *SAD* 42 über den Cederbach) und *BW* 1-04 (Brücke *B* 22 über den Cederbach) abzubauen und zu ersetzen, sowie die im Bestand nicht vorhandenen Bauwerke *BW* 1-01 (Brücke *SAD* 42 über die *B* 22) und *BW* 1-03 (Brücke *St* 2156 über den Cederbach) neu herzustellen.



*Abbildung 1.1: Luftbild des bestehenden höhengleichen Knotenpunktes B 22 / St 2156 / SAD 42 westlich von Teunz (Quelle: StBA Amberg-Sulzbach, 2018)*

## 1.1 Abgrenzung des Projektgebietes

Der grobe Umgriff des Untersuchungsgebiets ist in *Abbildung 1.2* anhand des roten Polygons in der topographischen Karte 1:25.000 dargestellt. Die B 22 verläuft südwestlich von Teunz in Nord-Süd-Richtung.



*Abbildung 1.2: Übersichtslageplan Projektgebiet mit Knotenpunkt B 22 / St 2156 / SAD 42 westlich von Teunz (Quelle: Bayernatlas, 2018)*

## 1.2 Hydrotechnische Fragestellungen

Im vorliegenden hydrotechnischen Gutachten sollen die Wasserspiegellagen für die projektierten Bauwerke (siehe *Abbildung 1.3*) sowohl über den Cederbach als auch über die Murach hydraulisch ermittelt werden. Dazu wird als maßgeblicher Bemessungslastfall ein 100-jährliches Abflussereignis ( $HQ_{100}$ ) angesetzt. Im Zuge des Neubaus sind außerdem folgende Nachweise zu führen:

- Durchleitung des 100-jährlichen Abflusses (Bemessungsereignis) des Cederbachs für die Gerinnequerschnitte *BW 1-02*, *BW 1-03* und *BW 1-04* bei Einhaltung eines Freibords von 0,5 m.
- Nachweis über eine vorgegebene Mindestwasserhöhe von 0,11-0,12 m und einer maximalen Fließgeschwindigkeit von 1 m/s für die Bauwerke *BW 1-03* und *BW 1-04*. Bei *BW 1-02* sind aufgrund des hohen Längsgefälles Unterschreitungen der Wassertiefe möglich. Nachweise sind jeweils für die Bezugsgröße MQ zu führen.
- Nachweis zu nachteiligen Auswirkungen durch geplante Maßnahmen.

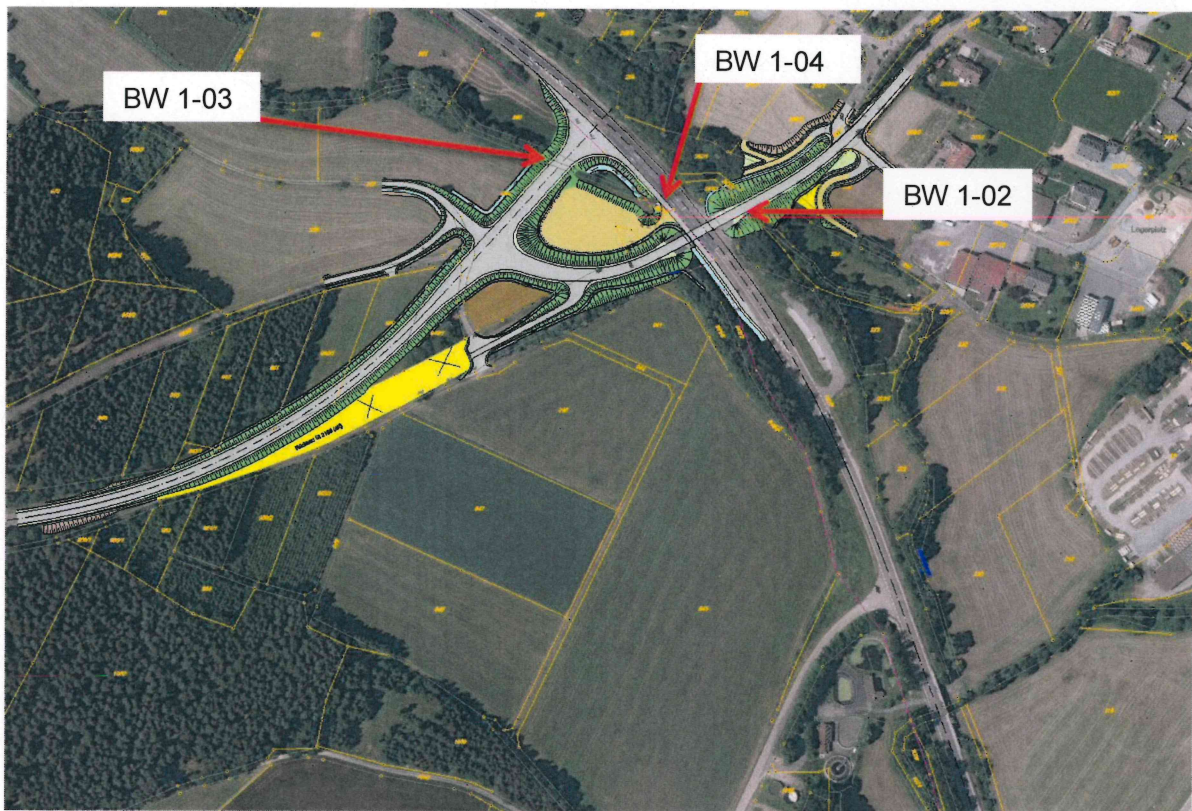


Abbildung 1.3: Übersichtslageplan mit der Projektierung des Knotenneubaus in Teunz mit den Verortungen der Straßendurchlässe (BW 1-02 - 1-04).

### 1.3 Methodik der hydrotechnischen Untersuchung

Die hydraulische Untersuchung umfasst die zweidimensionale numerische Berechnung der Strömungssituation für den Ist- und Planungszustand. Dahingehend wurde das bestehende Murach-Modell um das neue Cederbach-Modell erweitert. Die vom WWA Weiden (WWA WEN) zur Verfügung gestellten hydrologischen Bemessungswerte bilden in Folge die Eingangswerte für die hydraulischen Abflussuntersuchungen und Querschnittsnachweise der Bauwerke BW 1-02 bis 04.

## 2 Hydrologische Grundlagen

Die räumliche Abgrenzung des Einzugsgebietes-Cederbach erfolgte durch das WWA WEN und beläuft sich auf eine Fläche von ca. 3,5 km<sup>2</sup>. Das Einzugsgebiet ist im Oberlauf überwiegend von landwirtschaftlichen Flächen (Ackernutzung) und Wäldern geprägt. Im Unterlauf dominieren hingegen Grünland- und Ackernutzung.

Die hydrologischen Grundlagen für verschiedene Jährlichkeiten des Cederbachs und der Murach (siehe hydrologische Eingangsdaten, *Tabelle 2.1*) wurden durch das WWA WEN aufbereitet und dem IB aquasoli für die hydraulische 2d-Modellierung zur Verfügung gestellt. Für den Umbau des Knotenpunktes über den Cederbach ist demnach ein Bemessungsabfluss von 8,65 m<sup>3</sup>/s maßgeblich (100-jährliches Niederschlagsereignis). Der Mittlere Abfluss (MQ) liegt bei 0,035 m<sup>3</sup>/s.

Die Murach führt bei einem 100-jährlichen Ereignis einen Abfluss von 35,5 m<sup>3</sup>/s und weist bei einem MQ 0,713 m<sup>3</sup>/s auf. Einen Überblick über die hydrologischen Eingangswerte liefert *Tabelle 2.1*.

*Tabelle 2.1: Hydrologische Eingangsdaten (WWA WEN, 2017)*

	hydrologische Eingangsdaten WWA Weiden (3.4.2017)						
	Einzugsgebiet A <sub>E</sub>	HQ <sub>5</sub>	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>100</sub>	Verwendetes Verfahren	MQ	Verwendetes Verfahren
Cederbach, Gew. III. Ordnung	3,5 km <sup>2</sup>	3,19 m <sup>3</sup> /s	5,41 m <sup>3</sup> /s	8,65 m <sup>3</sup> /s*	EGL-Dreieck	0,035 m <sup>3</sup> /s	MNQ-MQ-ZQ-Berechnung
Murach, Gew. III. Ordnung	64,4 km <sup>2</sup>	17,5 m <sup>3</sup> /s	25,94 m <sup>3</sup> /s	35,50 m <sup>3</sup> /s*	Lutz-Verfahren	0,713 m <sup>3</sup> /s	MNQ-MQ-ZQ-Berechnung

\* Vertrauensbereich + / - 30 %

### 2.1 Bemessungsabflüsse

Um mögliche Einwirkungen bzw. Rückstaueffekte der Murach auf den Cederbach zu berücksichtigen gelten für den Neubau des Verkehrsknotenpunktes bestimmte Lastfallkombinationen (siehe *Tabelle 2.2*), die hydraulisch anzusetzen sind. Demnach gelten für die Bauwerke BW 1-02 bis 1-04 die Lastfallkombination HQ<sub>100</sub> Cederbach / HQ<sub>20</sub> Murach.

*Tabelle 2.2: Lastfallkombinationen nach Vorgabe WWA Weiden für den zu erbringenden Nachweis der Planungszustände.*

Bauwerksbezeichnung	angesetzte hydrologische Lastfallkombination für die Bauwerke			
	HQ <sub>100</sub> Cederbach	HQ <sub>100</sub> Murach	HQ <sub>20</sub> Cederbach	HQ <sub>20</sub> Murach
BW 1-02, 1-03, 1-04	8,65 m <sup>3</sup> /s	-----	-----	25,94 m <sup>3</sup> /s



### 3 Abflussmodell

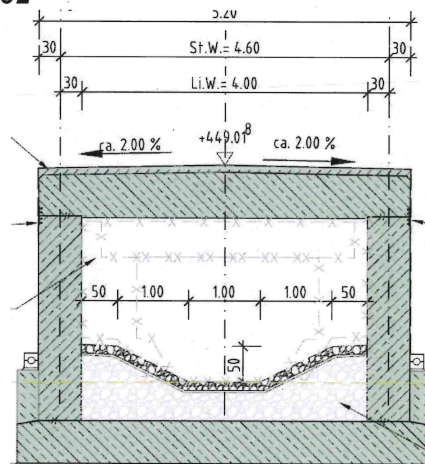
#### 3.1 Datengrundlage

Für die hydraulische Untersuchung wurde das tiefengemittelte 2d-Abflussmodell „Hydro\_AS-2d“ in der Produktversion 4.3.0 verwendet. Das Berechnungsgitter des Cederbachs wurde hierfür neu erstellt. Dieses wurde anschließend an das bestehende Murach-Modell (zur Verfügung gestellt vom WWA WEN) angeknüpft.

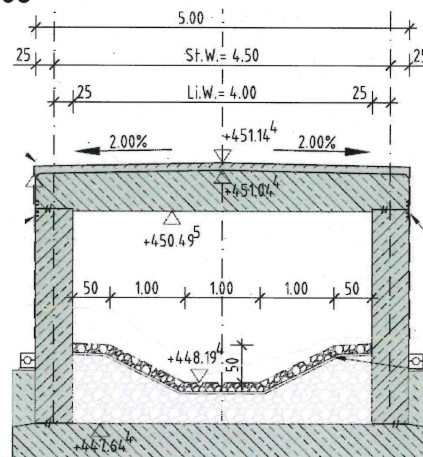
Das Abflussmodell für den Cederbach wurde auf Grundlage der folgenden Daten erstellt:

- Tachymetrische Vermessungsdaten StBA Amberg-Sulzbach (2017) im Höhenbezugssystem DHHN12 (Status 100)
- Laserscandaten (Digitales Geländemodell der Bayerischen Vermessungsverwaltung, 1 m Auflösung; Befliegung aus dem Jahr 2007)
- Digitale Flurkarte (StBA Amberg-Sulzbach)
- Hydraulisches 2d-Modell Murach (WWA WEN, 2015)
- Planungszustände *BW 1-02* bis *1-04* (IB Wehrle, 2018):

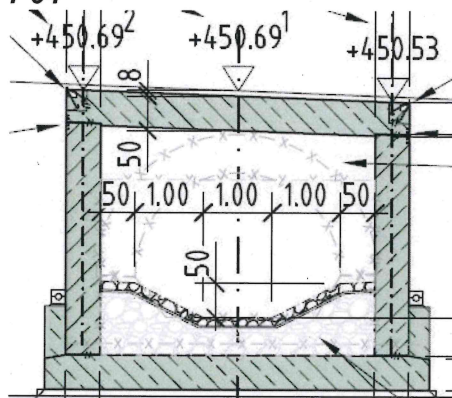
○ **Bauwerk BW 1-02**



○ **Bauwerk BW 1-03**



○ **Bauwerk BW 1-04**



### 3.2 Erstellung des Flussschlauchmodells

Vom StBA Amberg-Sulzbach wurde am Cederbach eine tachymetrische Vermessung des Gewässers sowie der Quer- und Längsbauwerke im amtlichen Lage- und Höhensystem durchgeführt. Die Geometrie des Flussschlauches wurde aus den vorliegenden Vermessungsdaten erstellt.

### 3.3 Erstellung des Vorlandmodells – Ausdünnungs- und Triangulationsparameter

Für die Vorlanderstellung wurde das Programm LASER\_AS-2D verwendet. Als Bruchkanten wurden der Anschluss an das Flussschlauchnetz, der Umgriff des Vorlandnetzes (Böschungsoberkante) sowie die Gebäudegrundrisse berücksichtigt. Die verwendeten Parameter für LASER\_AS-2d sind in der folgenden *Tabelle 3.1* aufgeführt:

*Tabelle 3.1: Parameter Laser\_AS-2d.*

Flag 2, 2	Definiert Qualität des resultierenden DGMS DGM_Qualität = (1...4), dl_min = (1...4) 1 = geringere Genauigkeit, weniger Netzpunkte 4 = höhere Genauigkeit, mehr Netzpunkte
1,0	Rasterabstand (dxy) [m]
0,30, 0,50	Höhentoleranz [m] (dz1: Standardwert, dz2: für mit Tol_z.map definierte Bereiche)
8,0	Redistribute (dl) [m]
1	Radius für die Ermittlung der Maximalwerte (in Hinblick auf Deichkrone), vgl. Handbuch Wichtig: Radius bezieht sich auf den Rasterabstand, z. B. 2 bedeutet Radius = 2 x dxy [m]
1	Koeffizient, kann 0 oder 1 sein 0 = 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 (0 = keine Filterung; 0.25 = maximale Filterung)
8., 30	Redistribute - Punktabstand [m], (dl) + Winkeländerung für Bruchkanten (Bruch-terrestrisch.map)
0., 30	Redistribute - Punktabstand [m], (dl) + Winkeländerung für Gebäude (Gebaeude.map)
0., 30	Redistribute - Punktabstand [m], (dl) + Winkeländerung für Umgrenzung (Umgrenzung.map)
200.	
Flag	Definiert Qualität des resultierenden DGMS
2, 2	DGM_Qualität = (1...4), dl_min = (1...4) 1 = geringere Genauigkeit, weniger Netzpunkte 4 = höhere Genauigkeit, mehr Netzpunkte

### 3.4 Erstellung des Gesamtberechnungsnetzes

Auf die Definition der Randbedingungen (*Kapitel 3.5*), der Rauheitsbelegung (*Kapitel 3.7*) und der Bauwerksmodellierung (*Kapitel 3.8*) wird in den entsprechenden Folgepunkten im Einzelnen eingegangen.

Das Netz des Flussschlauchs und des Vorlandes wurden zu einem Gesamtberechnungsnetz zusammengefügt. Darüber hinaus wurde das Neumodell des Cederbachs um das bestehende Modell der Murach als Vorflutermodell erweitert.

### 3.5 Randbedingungen

Die hydrologischen Eingangsdaten für die Lastfälle  $HQ_{100}$  Cederbach und  $HQ_{20}$  Murach wurden vom WWA Weiden zur Verfügung gestellt (vgl. *Kapitel 2*). Der Zuflussrand (*Nodestring*) wird bei ausreichender Vorlaufstrecke mit einem *stationären* Zufluss des Cederbachs von  $8,65 \text{ m}^3/\text{s}$  im hydraulischen Modell angesetzt. Da der Cederbach kurz oberhalb der Murachbrücke in den Vorfluter Murach mündet, wird für den Bach keine eigene Auslauftrandbedingung gesetzt. Sowohl Cederbach als auch Murach werden über die bestehende Auslauftrandbedingung im Murach-Modell anhand des Energieliniengefälles definiert. Entsprechend dem Talraumgefälle liegt dieses bei 3,6 Promille für Flussschlauch und Vorland. Eine Übersicht des Modellumgriffs mit dem Berechnungsgitter ist in *Abbildung 3.1* dargestellt.

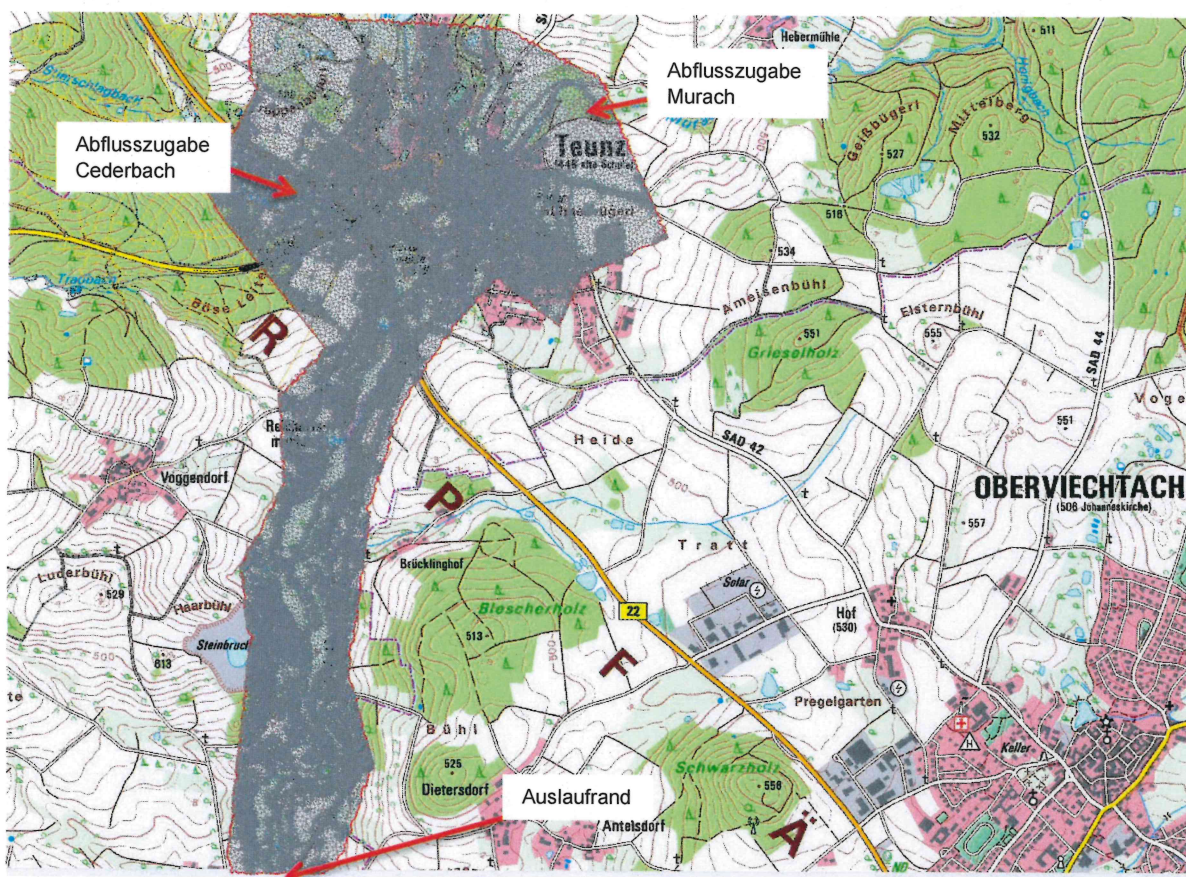


Abbildung 3.1: Modellgitter mit den verorteten Zugabestellen und der Auslauftrandbedingung am unteren Modellrand.

### 3.6 Globale Parameter

Für die allgemeinen Parametereinstellungen (*Globale Parameter*) wurden die in *Tabelle 3.2* dargestellten Werte angesetzt:

*Tabelle 3.2: Globale Parameter*

Globale Parameter	
$H_{\min}$ [m]	0,01
Velmax [m/s]	15
$A_{\min}$ [m <sup>2</sup> ]	1,5
CMUVISC	0,6
SCF	1
CFL	0,8
Zeitschritt $Q_{\text{strg}}$ und Gangliniendefinition [s]	900
Zeitschritt ausschreiben Ergebnisdaten [s]	1800
Gesamtzeit [s]	489600



### 3.7 Rauheitsbelegung

Das Abflussmodell wurde in Sohl-, Böschungs- und Vorlandbereiche unterteilt, die mit Rauheiten nach Manning-Strickler belegt wurden. Die Materialbelegung aus dem Bestandsmodell der Murach wurde unverändert übernommen. Die räumliche Verteilung ist in *Abbildung 3.2* dargestellt. Die unterschiedlichen Farbbelegungen der Netzelemente spiegeln die verschiedenen natürlichen Verhältnisse wieder und wurden gemäß *Tabelle 3.3* mit unterschiedlichen Stricklerwerten im hydraulischen 2d-Modell wiedergegeben. Alle modellierten Gebäudegrundflächen wurden als sogenannte „Disable“-Elemente, als undurchströmbare Bereiche, definiert. Die verwendeten Rauheiten sind in nachstehender *Tabelle 3.3* zusammengefasst.

*Tabelle 3.3: Globale Oberflächenrauheiten nach Manning-Strickler.*

Nutzung	Stricklerwert	Klassenzugehörigkeit Alkis/TN
	$k_{st} [m^{1/3}/s]$	
Disable	—	Gebäude, undurchströmbare Bereiche
Sonstige_Siedlungsflaeche	12	Fläche gemischter Nutzung bzw. Fläche besonderer funktionaler Prägung (Krankenhaus, Universität etc.)
Strasse_Weg	40	Weg, Straßenverkehr
Ackerland	15	Landwirtschaft
Gehoelz	10	Gehölz (Gebüsch, Strauchbewuchs, Baumreihe, Baumgruppe)
Sohle	22	Sohle Cederbach
Boeschung	15	Böschung Cederbach
Material 10	30	
Material 11	11	
Material 12	16,66	
Material 17	20	
Material 18	20	
Material 2	25	
Material 26	11	
Material 28	30	
Material 29	22	
Material 3	18	
Material 30	13	
Material 32	35	
Material 33	16,6	
Material 34	30	
Material 35	20	
Material 36	40	
Material 37	70	
Material 38	20	
Material 39	11	
Material 4	50	
Material 42	35,71	
Material 44	12,5	
Material 46	9	
Material 47	20	
Material 48	19,61	
Material 5	40	
Material 6	22	
Material 9	33	
Raubetrinne	15	Fließquerschnitt in den Durchlässen
Sohlmateriale_Durchlass_glatt	30	



Abbildung 3.2: Ausschnitt Materialbelegung des Planungsmodells mit dem Neubau des Verkehrsknotenpunktes.

### 3.8 Brücken- und Durchlassmodellierung

Die neuen Brücken und Durchlässe am Cederbach wurden zweidimensional mit undurchströmbaren Widerlagern modelliert. Der Abflussquerschnitt wird anhand der Definition einer Bauwerksunterkante (KUK) nach oben begrenzt. Eine mögliche Überströmung der Brückenbauwerke wird ab der Oberkante des Brückenkopfes als Überfall nach DuBuat modelliert. Als Überfallbeiwert wurde ein Wert von 0,55 gewählt. Die bereits vorhandenen Durchlässe bzw. Verrohrungen entlang des Cederbach-Gerinnes werden über 1d-Ansätze (*Nodestrings*) modelliert. Die Brücken und Durchlässe im bestehenden Murachmodell wurden beibehalten und nicht verändert.

## 4 Ergebnisse der Abflussberechnungen

### 4.1 Berechnung $HQ_{100}$ Cederbach Ist-Zustand

Die Berechnungsergebnisse des Ist-Zustandes sind in *Abbildung 4.1* zu sehen. Deutlich zu erkennen sind hier die Rückstaubereiche der zu gering dimensionierten Durchlässe. Die Straßendämme verstärken den Aufstauereffekt.

Im Bereich des bestehenden höhengleichen Verkehrsknotenpunktes der *B 22* mit der *St 2156* und der *SAD 42* kommt es oberhalb des Straßendurchlasses *BW 1-04* zu einem deutlichen Aufstau des Cederbachs durch den Straßenkörper der *B 22*. Auch am Bauwerk *BW 1-02* kommt es zu einem Aufstau des Wasserspiegels.

Bachabwärts kommt es teils zu großflächigen Ausuferungen auf überwiegend landwirtschaftlich genutzten Flächen. Dieser Effekt wird durch das Überborden der Murach im Mündungsbereich verstärkt. Oberhalb der Murachbrücke kommt es bereits bei  $HQ_{20}$ -Ereignissen der Murach zu deutlichen Ausuferungen.

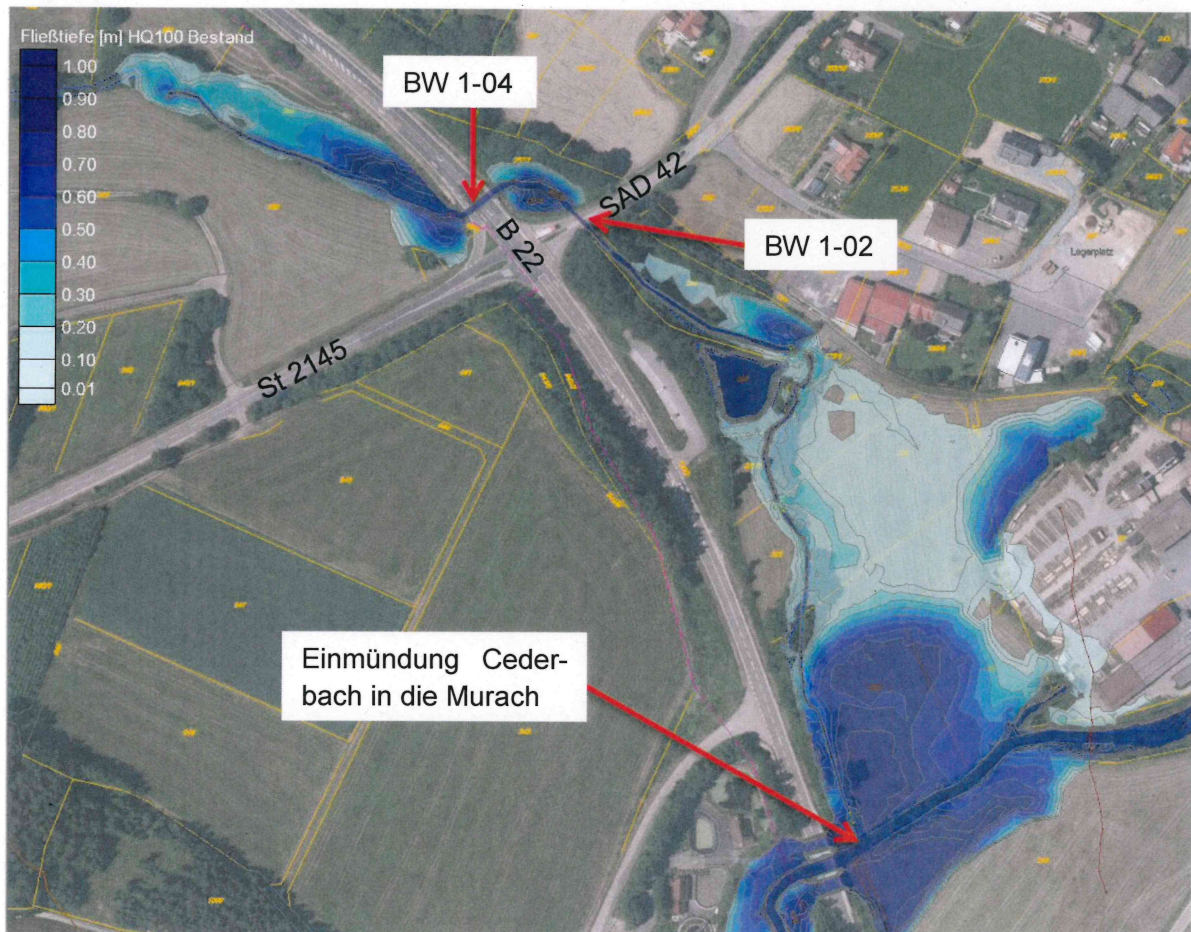


Abbildung 4.1: Darstellung der Fließtiefen [m] im Ist-Zustand  $HQ_{100}$ .

## 4.2 Berechnung HQ<sub>100</sub> Cederbach Planungszustand

Die Auswertungen der Fließtiefen für das Bemessungsereignis HQ<sub>100</sub> des Cederbachs im Planungszustand – in *Abbildung 4.2* dargestellt – zeigen, dass es infolge des Umbaus des Verkehrsknotenpunktes zu einer deutlichen Verbesserung der Abflusssituation im Projektierungsbereich kommt. Die weiterhin vorhandenen Ausuferungen des Cederbachs resultieren in erster Linie aus dem deutlich zu gering dimensionierten Abflussquerschnitt des Gewässers, sowohl unter- als auch oberstrom des Verkehrsknotenpunktes. Die neuen Durchlassquerschnitte weisen aufgrund ihrer Dimensionierung und der erhöhten hydraulischen Leistungsfähigkeit geringere Fließtiefen im Vergleich zum Bestand auf. Bachabwärts kommt es zu identen Ausuferungen wie im Ist-Zustand aufgrund des zu geringen Gerinnequerschnitts im Cederbach. Auf die entsprechenden Wasserspiegellagen und Fließtiefen in den Bauwerken *BW 1-02* bis *1-04* wird *ab Kapitel 5* genauer eingegangen.



Abbildung 4.2: Darstellung der Fließtiefen [m] im Planungszustand HQ<sub>100</sub>.



### 4.3 Differenzdarstellung HQ<sub>100</sub>-Ist-Zustand – HQ<sub>100</sub>-Planungszustand

Abbildung 4.3 zeigt die Differenzdarstellung der Fließtiefen vom HQ<sub>100</sub> Ist- und HQ<sub>100</sub>-Planungszustand im Projektgebiet. Mittels bipolarer Farbskala werden die Unterschiede der Rechenläufe dargestellt; die *gelb* bis *roten* Flächen stellen eine erhöhte Fließtiefe infolge der Projektierung des Verkehrsknotenpunktes dar und die *blauen* Farbabstufungen eine Reduzierung der Fließtiefen des Cederbachs in den hydraulisch modellierten Bereichen. *Weiß*e Flächen stellen keine Veränderung der Fließtiefen im Vergleich zum berechneten Ist-Zustand dar. Dabei ist zu beachten, dass mittels Differenzdarstellung zwei Rechenläufe miteinander verglichen werden, die teilweise komplett unterschiedliche Geometrien aufweisen können. Die Ergebnisse und deren Höhen aus einem Rechenlauf, werden auf die jeweiligen Ergebnisse des anderen Rechenlaufs interpoliert. Im Fall der Differenzdarstellung wird der Planungsrechenlauf auf den Ist-Zustand interpoliert. Beispielsweise wird an einem Netzknoten im Planungszustand keine Wassertiefe und im Ist-Zustand eine Wassertiefe berechnet. In der Differenzdarstellung wird dieser Unterschied in diesem Fall *blau* dargestellt.

Die Auswertung der Wasserspiegeldifferenzen zeigt, dass es durch den Neubau des Verkehrsknotenpunktes zu folgenden hydraulischen Veränderungen kommt:

- Die erhöhte Fließtiefe oberhalb des *BW 1-03* im Planungszustand ist dadurch zu erklären, dass es infolge der neuen Straßenführung zu einem Aufstau des Wasserspiegels oberstrom des neuen Straßendamms kommt. Die beidseitigen Ausuferungen sind sowohl im zu geringen dimensionierten Abflussquerschnitt des Cederbachs als auch aufgrund des Querschnitts *BW 1-03* begründet.
- Im Bereich des *BW 1-03* selbst liegt im Zuge der Geländemodellierung für die neue Straßenführung *St 2145* keine Wassertiefe im Planungszustand mehr vor. Daraus ergibt sich die Reduktion der Wassertiefe im Vergleich zum Bestand. Wenngleich im Planungszustand keine Wassertiefe in dem Bereich errechnet wurde.
- Nach dem *BW 1-03* kommt es zu deutlich geringeren Fließtiefen im Vergleich zum Ist-Zustand. Im Durchlassquerschnitt *BW 1-04* selbst liegen die Fließtiefen nun deutlich niedriger als im Bestand. Vor allem in diesem Bereich kommt es zu einer deutlichen Wasserspiegelabsenkung während eines 100-jährlichen Ereignisses.
- Der neue Durchlassquerschnitt des Bauwerks *BW 1-02* sorgt aufgrund der erhöhten hydraulischen Leistungsfähigkeit für geringere Fließtiefen oberstrom des Bauwerks als im Durchlass selbst.
- Keine Auswirkungen *unterstrom* *BW 1-02* und somit keine Verschlechterung Dritter.

Infolge der Umgestaltung des Verkehrsknotenpunktes kommt es insgesamt zu einem Retentionsraumverlust von ca. 520 m<sup>3</sup>. Dies ist darin begründet, dass es bei der Realisierung des Planungsvorhabens zu deutlichen Erdbewegungen und einem zusätzlichen Dammkörper (*BW 1-03*) im jetzigen Rückstaubereich des Verkehrsknotenpunktes kommt. Ebenfalls kommt es zu einer Absenkung der Wasserspiegellagen. In Summe kommt es zu einer Reduktion des Retentionsraums nach dem Umbau um ca. 520 m<sup>3</sup> im HQ<sub>100</sub>-Ereignis. Dieser muss durch den Planer an geeigneter Stelle wirkungsgleich ausgeglichen und planerisch dargestellt werden. Betroffen sind in erster Linie die Flächen mit den Flurstücksnummern 959 und 960.

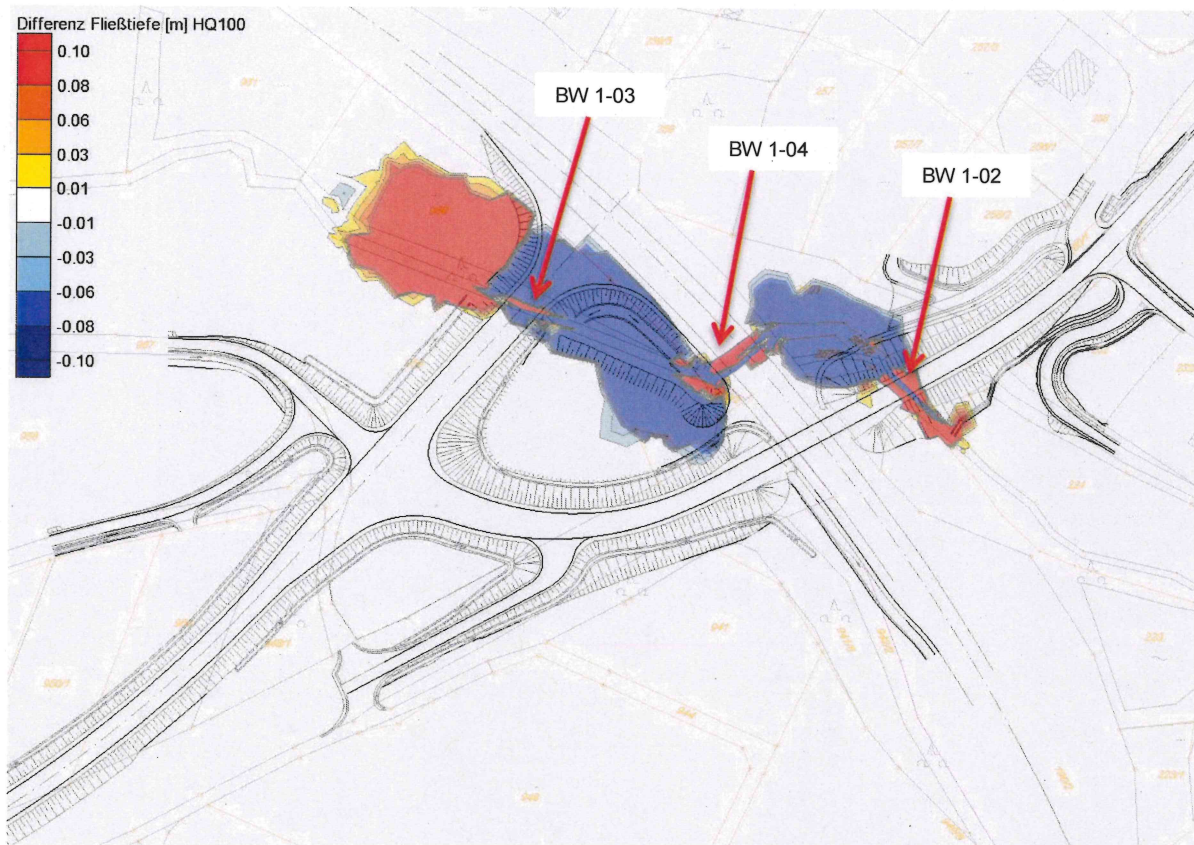


Abbildung 4.3: Fließtiefen-Differenzdarstellung: HQ<sub>100</sub> Ist-Zustand – Planungszustand.



## 5.2 Bauwerk BW 1-04

Für die Brücke B 22 über den Cederbach (Abbildung 5.2) ergeben sich für das 100-jährliche Bemessungsereignis eine max. Wasserspiegelhöhe von 449,03 m ü. NHN. Bei einer Höhe von 449,58 m ü. NHN der Konstruktionsunterkante kann der geforderte Freibord von 0,5 m eingehalten werden (siehe Tabelle 5.2). Das neue Bauwerk BW 1-03 oberhalb sorgt neben dem vergrößerten Durchlassquerschnitt für eine Absenkung des Wasserspiegels um ca. 0,5 m. Das Längsgefälle liegt bei 1,2 %.

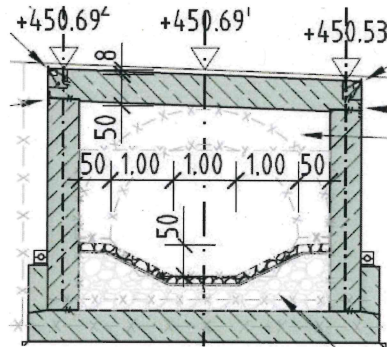


Abbildung 5.2: Regelquerschnitt BW 1-04 (Ausschnitt, IB Wehrle 2018).

Tabelle 5.2: BW 1-04 HQ<sub>100</sub> – Wasserspiegelhöhe und Wassertiefe für Ist- und Planungszustand.

Ausführung	Bauwerksbezeichnung	HQ <sub>100</sub> - Wasserspiegelhöhe und Wassertiefe am Einlauf des Bauwerks			
		max. Wasserspiegelhöhe [m ü. NHN]	max. Wassertiefe [m]	Konstruktionsunterkante [m ü. NHN]	Freibord [m]
Ist-Zustand	BW 1-04	449,69 m ü. NHN	2,19 m	449,69 m ü. NHN	eingestaut
Planungszustand	BW 1-04	449,03 m ü. NHN	1,52 m	449,58 m ü. NHN	0,55 m

### 5.3 Bauwerk BW 1-02

Für die Brücke SAD 42 über den Cederbach (Abbildung 5.3) ergeben sich für das 100-jährliche Bemessungsereignis eine max. Wasserspiegelhöhe von 448,29 m ü. NHN. Bei einer Höhe von 449,04 m ü. NHN der Konstruktionsunterkante kann der geforderte Freibord von 0,5 m ebenfalls eingehalten werden (siehe

Tabelle 5.3). Das Längsgefälle beträgt 4,6 %.

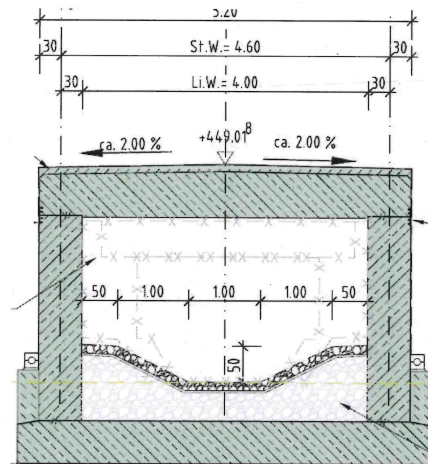


Abbildung 5.3: Regelquerschnitt BW 1-02 (Ausschnitt, IB Wehrle 2018).

Tabelle 5.3: BW 1-02 HQ<sub>100</sub> – Wasserspiegelhöhe und Wassertiefe für Ist- und Planungszustand.

Ausführung	Bauwerksbezeichnung	HQ <sub>100</sub> - Wasserspiegelhöhe und Wassertiefe am Einlauf des Bauwerks			
		max. Wasserspiegelhöhe [m ü. NHN]	max. Wassertiefe [m]	Konstruktionsunterkante [m ü. NHN]	Freibord [m]
Ist-Zustand	BW 1-02	448,47 m ü. NHN	1,91 m	448,29 m ü. NHN	eingestaut
Planungszustand	BW 1-02	448,29 m ü. NHN	1,22 m	449,04 m ü. NHN	0,75 m

## 5.4 Dimensionierung Verrohrungen während der Bauzeit

Der durchzuleitende Abfluss während der Bauphase erfolgte in Absprache mit dem WWA WEN (Hr. Frister). Dementsprechend ist für die Bauzeit ein potentieller Hochwasserabfluss der Jährlichkeit  $HQ_{20}$  des Cederbachs zu gewährleisten. Die Rohrdurchmesser und die vorhandenen Sohlneigungen in den betrachteten Leitungsabschnitten sind hierbei maßgeblich. Die Sohlrauheiten wurde mit  $k_{St} = 77 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  angesetzt, das entspricht einer äquivalenten Sandrauheit von 1,5 mm. Die hydraulischen Leistungsfähigkeiten wurden für 80-%ige Vollfüllungen ermittelt. Daraus ergeben sich für die einzelnen Bauwerke des Verkehrsknotenpunktes, gemäß nachfolgender *Tabelle 5.4*, die erforderlichen *Mindestnennweiten* und die Anzahl der Verrohrungen:

*Tabelle 5.4: Mindestdimensionierung Verrohrungen während der Bauphase für die Einzelbauwerke.*

Bauwerksbezeichnung	HQ <sub>20</sub> - Stahlbetonverrohrung während der Bauphase					
	HQ <sub>20</sub> Cederbach	Nennweite DN	Längsgefälle	Durchfluss DN bei 80 % Vollfüllung	erforderliche Anzahl bei 80 % Vollfüllung	äquivalente Sandrauheit
BW 1-03	5,41 m³/s	900	1,27 %	1,95 m³/s	3	1,5 mm
BW 1-04	5,41 m³/s	900	1,17 %	1,90 m³/s	3	1,5 mm
BW 1-02	5,41 m³/s	800	4,53 %	2,72 m³/s	2	1,5 mm

- **Bauzeitliche Verrohrung für HQ<sub>20</sub> BW 1-03:**  
 Für die bauzeitliche Verrohrung sind für die Durchleitung eines 20-jährlichen Ereignisses des Cederbachs bei einer 80%-igen Rohrvollfüllung und einem angesetzten Längsgefälle von ca. 1,3 % 3 Durchlässe a DN 900 notwendig. Der Durchfluss je DN 900 liegt bei 80 %-Vollfüllung bei 1,95 m³/s. Bei einer Rohrsohle am Einlauf von 448,48 m ü. NHN kann die hydraulische Leistung sichergestellt werden.
- **Bauzeitliche Verrohrung HQ<sub>20</sub> BW 1-04:**  
 Für die bauzeitliche Verrohrung sind für die Durchleitung eines 20-jährlichen Ereignisses des Cederbachs bei einer 80%-igen Rohrvollfüllung und einem angesetzten Längsgefälle von ca. 1,2 % ebenfalls 3 Durchlässe a DN 900 notwendig. Der Durchfluss je DN 900 liegt bei 80 %-Vollfüllung bei 1,9 m³/s. Die Rohrsohle am Einlauf liegt bei 447,49 m ü. NHN.
- **Bauzeitliche Verrohrung BW 1-02:**  
 Für die bauzeitliche Verrohrung sind für die Durchleitung eines 20-jährlichen Ereignisses des Cederbachs bei einer 80%-igen Rohrvollfüllung und einem angesetzten Längsgefälle von ca. 4,5 % mindestens 2 Durchlässe a DN 800 notwendig. Der Durchfluss je DN 800 liegt bei 80 %-Vollfüllung bei ca. 2,7 m³/s. Die Rohrsohle am Einlauf liegt bei 446,92 m ü. NHN. In Absprache mit dem StBA Amberg-Sulzbach werden auch bei BW 1-02 3 Durchlässe a DN 900 verwendet. Der Durchfluss je DN 900 liegt bei 80 %-Vollfüllung bei 3,7 m³/s.

Die Dimensionierung der Rohrdurchmesser beruht auf den hydraulisch erforderlichen Mindestnennweiten für den HQ<sub>20</sub>-Abfluss.



## 6 MQ-Nachweis der BW 1-02 – 1-04

Für den Nachweis der Fischpassierbarkeit und Durchgängigkeit des Cederbachs sind die projektierten Bauwerke hinsichtlich Wassertiefe bei Mittelabfluss (MQ) zu beurteilen. Das MQ des Cederbachs liegt – wie in *Kapitel 2* bereits erwähnt – bei 35 l/s. Der Cederbach ist gemäß Fachberatung für Fischerei, Bezirk Oberpfalz ein *Salmonidengewässer* (Az. 31-4354.2.B22-11). Die geforderte Mindestwasserhöhe beträgt 0,10 m (WWA WEN).

Die hydraulischen 2d-Berechnungen ergeben nun für die projektierten Bauwerke folgende Berechnungsergebnisse, welche nachfolgend in *Abbildung 6.1* dargestellt sind. Für das Bauwerk BW 1-03, Brücke St 2156 über den Cederbach, liegt die Wassertiefe bei einem Sohlgefälle von 1,22 % bei 0,07 m und die Fließgeschwindigkeit bei 0,3 m/s.

Das Bauwerk BW 1-04 (Brücke B 22) führt bei einem Längsgefälle von 1,20 % und einer Geschwindigkeit von 0,3 m/s eine Wassertiefe von 0,07 m.

Das Bauwerk BW 1-02 (Brücke SAD 42) über den Cederbach, weist bei einem durchgängigen Längsgefälle in der Sohle von 4,68 % eine Wassertiefe von 0,05 m auf. Die max. Geschwindigkeit liegt bei 0,4 m/s.

In allen Durchlässen ist die Sohle als Raubettrinne ( $k_{st} 15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ) ausgeführt, um aquatischen Lebewesen die Wandermöglichkeit zu bieten. Die hydraulischen Ergebnisse sind *Tabelle 6.1* zu entnehmen. Zusätzlich ist in Absprache mit dem WWA Weiden (Hr. Frister) die Sohle mit Störsteinen und Querriegeln in kaskadenförmiger Anordnung zu versehen. Die Kaskaden sind sowohl ober- als auch unterstromig anzurampen um Fischarten und bodennah wandernde Kleinstlebewesen die Durchgängigkeit zu ermöglichen. Dadurch kann sich zusätzlich natürliches Sohlsubstrat anlagern und den ökologischen Anforderungen Rechnung getragen werden. Die Maßnahmen dürfen dabei die Fließquerschnitte maximal um 25 % verkleinern um keine negativen Auswirkungen auf den Hochwasserabfluss HQ<sub>100</sub> inkl. Freibord von 0,5 m hervorzurufen.

*Tabelle 6.1: Nachweis Fließtiefe bei mittlerem Abfluss (MQ) des Cederbachs.*

Gewässer	Bauwerksbezeichnung	Fließtiefe Cederbach bei MQ		
		max. Wasserspiegelhöhe [m ü. NHN]	Fließtiefe [m]	Fließgeschwindigkeit [m/s]
Cederbach, Gew III. Ordnung	BW 1-03	448,42 m	0,07 m	0,3 m/s
Cederbach, Gew III. Ordnung	BW 1-04	447,59 m	0,07 m	0,3 m/s
Cederbach, Gew III. Ordnung	BW 1-02	446,98 m	0,05 m	0,4 m/s



Abbildung 6.1: Fließtiefen von 0,01 m bis >0,1 m für MQ im Bereich des Verkehrsknotenpunktes.





## 7 Zusammenfassende Stellungnahme

Im vorliegenden hydrotechnischen Gutachten wurden die Wasserspiegellagen für die projektierten Bauwerke sowohl, über den Cederbach als auch über die Murach, hydraulisch ermittelt.

Der 100-jährliche Bemessungsabflusswert wurde vom WWA WEN ermittelt und dem IB aquasoli für das Gutachten zur Verfügung gestellt. Dieser liegt bei  $8,65 \text{ m}^3/\text{s}$  für den Cederbach. Die angesetzte Lastfallkombination für den  $HQ_{100}$ -Nachweis am Cederbach lautet nach Vorgabe WWA WEN:

- $HQ_{100}$  Cederbach /  $HQ_{20}$  Murach

Im Gutachten wurden folgende Nachweise für den Neubau des Verkehrsknotenpunktes erbracht:

- Durchleitung des 100-jährlichen Abflusses (Bemessungsereignis) des Cederbachs für die Gerinnequerschnitte *BW 1-02*, *BW 1-03* und *BW 1-04*. Die Einhaltung eines Freibords von 0,5 m kann durch das hydraulische 2d-Modell nachgewiesen werden. Das Freibord liegt über dem geforderten Maß von 0,5 m (*BW 1-02 bis 1-04*).
- *Unterstrom* des Verkehrsknotenpunktes keine Verschlechterung Dritter nach der Baumaßnahme.
- Die Fließtiefe in den Bauwerken *BW 1-02 bis 1-04* für ein MQ (35 l/s) liegt zwischen 0,05 – 0,07 m. Die geforderten Mindestwerte von 0,1 m können also mit dem derzeit geplanten Abflussquerschnitt in keinem der Bauwerke erreicht werden. Die MQ-Werte liegen in den *BW 1-03* und *1-04* bei 0,07 m und im *BW 1-02* bei 0,05 m. In Abstimmung mit Herrn Frister vom WWA Weiden wurden daher die vorgegebene Mindestwassertiefe in den Bauwerken reduziert. Als obere Randbedingung sollten die Fließgeschwindigkeiten in den Bauwerken *BW 1-02 bis 1-04* 1 m/s nicht überschreiten. Dieser Grenzwert konnte durch die hydraulische 2d-Berechnung deutlich eingehalten werden. Weiter werden nach Rücksprache mit Herrn Frister die projektierten Durchlassquerschnitte dennoch beibehalten, jedoch sind die Sohlstrukturen heterogen und deutlicher rauer zu gestalten, als dies im hydraulischen 2d-Modell implementiert wurde. Die Sohlstrukturen der Raubettrinnen sind zusätzlich mit Störsteinen und/oder Querriegeln in kaskadenförmiger Anordnung zu versehen. Die Kaskaden sind sowohl ober- als auch unterstromig anzurampen um Fischarten und bodennah wandernde Kleinstlebewesen die Durchgängigkeit zu ermöglichen. Dies schafft eine Auflockerung der homogenen Strömungssituation und ermöglicht eine Anlagerung natürlichen Sohlsubstrats im Strömungsschatten. Somit wird den ökologischen Anforderungen Rechnung getragen und den aquatischen Lebewesen verbesserte Wandermöglichkeiten geboten. Hinsichtlich Hochwasserabfluss  $HQ_{100}$  sieht das IB aquasoli aufgrund der vorhandenen Freibordsituation in den Durchlassquerschnitten keine wesentliche Verschlechterung durch die ökologischen sohlennahen Begleitmaßnahmen. Die ökologischen Maßnahmen dürfen den Abflussquerschnitt um maximal 25 % verkleinern um den Hochwasserabfluss  $HQ_{100}$  inkl. Freibord von 0,5 m weiterhin zu gewährleisten.



Bearbeiter:

*Peter Dressel*

Dipl.-Ing. Peter Dressel  
IB aquasoli

Siegsdorf, den 12.12.2018