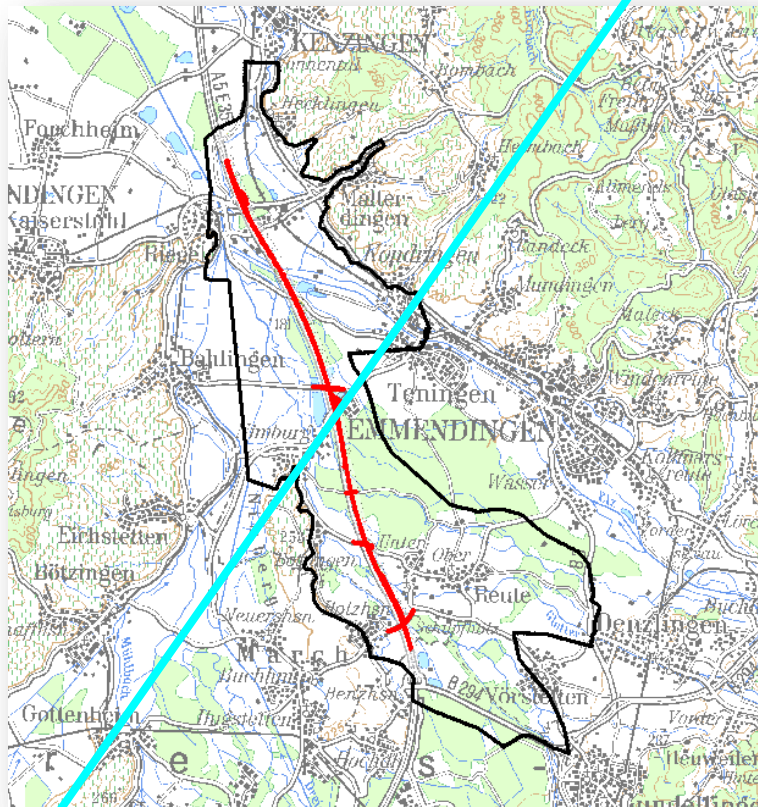


Projektbericht

**DB-Neubaustrecke Karlsruhe - Basel
2D-HN-Simulation im PfA 8.1, Planzustand –
Zusätzliche Leistungen**



Auftraggeber

**Fichtner Water & Transportation GmbH
Standort Freiburg**

Aachen, August 2020

Projektbearbeitung

Dipl.-Ing. Leandro Mücke
Dipl.-Geogr. Lisa Friedeheim

Redaktion

M.A. Geogr. Birgitt Charl

Das Titelbild zeigt das Untersuchungsgebiet mit der geplanten ICE-Neubaustrecke (Quelle: FWT 2016 und Hydrotec 2016).

Aachen, August 2020



(Dipl.-Ing. Leandro Mücke)



(ppa. Dipl.-Geogr. Lisa Friedeheim)

© Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH
Bachstraße 62-64
D-52066 Aachen

Jegliche anderweitige, auch auszugsweise, Verwertung des Berichtes, der Anlagen und ggf. mitgelieferter Projekt-Datenträger außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung des Auftraggebers unzulässig. Dies gilt insbesondere auch für Vervielfältigungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Projektnummer	P2409
Anzahl der Ausfertigungen	-
Ausfertigungsnummer	-
Auflage	digital

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
Anlagenverzeichnis	5
1 Veranlassung	6
2 Datengrundlage	6
3 Aktualisierung Referenzzustand	6
3.1 Einbau Vermessungsdaten des Feuerbachs an L 114	6
3.2 Geländeanpassungen im Bereich der Firma Hermes am Feuerbach	10
4 Aktualisierung Planzustand	13
4.1 Neudimensionierung des Querbauwerks am Schwobbach (Herrenbach)	13
4.2 Ausarbeitung einer Uferleitstruktur vor dem Querbauwerk am Schwobbach	15
4.3 Geländeanpassungen am Zubringer der L 114 zur BAB A5	16
4.4 Geländeanpassungen am rechten Ufer des Schobbachs zwischen den Bauwerken Nr. 408 und Nr. 62	18
5 Hydraulische Modellierung	21
5.1 Verwendete Software	21
5.2 Rauheitsparameter	21
5.3 Angesetzte Abflüsse	21
6 Darstellung der Berechnungsergebnisse	25
6.1 Berechnungsergebnisse für das Untersuchungsgebiet am Feuerbach	25
6.2 Berechnungsergebnisse für das Untersuchungsgebiet am Hermesgelände am Feuerbach	26
6.3 Berechnungsergebnisse Neudimensionierung Querbauwerk am Schwobbach (Herrenbach)	27
6.4 Berechnungsergebnisse für Uferleitstruktur vor dem Querbauwerk am Schwobbach (Herrenbach)	27
6.5 Berechnungsergebnisse für den Bereich beim Zubringer der L 114 an der Fernlache	32
6.6 Berechnungsergebnisse nach Anpassung des rechten Ufers am Schobbach	33
6.7 Ergebnisse der Abflussermittlung	34
7 Auslieferung Berechnungsergebnisse	34
8 Literatur und verwendete EDV-Programmsysteme	35

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1:	Vermessungsdaten am Feuerbach im Bereich der L 114	7
Abbildung 3-2:	2D-Modellausschnitt an Anschlussstelle vermessener Feuerbach an Bestandsbett aus HWGK-Modell	8
Abbildung 3-3:	2D-Modellausschnitt Feuerbach mit einmündendem Graben (HWGK-Zustand)	8
Abbildung 3-4:	2D-Modellausschnitt Feuerbach mit einmündendem Graben nach Einbau der Vermessungsdaten	9
Abbildung 3-5:	Steinbrücke Wirtschaftsweg mit Bogendurchlass am Feuerbach (LW = 3,73 m und LH = 2,12 m)	9
Abbildung 3-6:	Neues Geländemodell (Stand 2016) mit Lage Verwallung (schwarze Linie)	10
Abbildung 3-7:	Altes Geländemodell (Stand 2006) mit nicht vorhandener Verwallung (schwarz gestrichelte Linie)	11
Abbildung 3-8:	Abgrenzung Bereich für Geländeanpassungen im 2D-Modell	12
Abbildung 3-9:	2D-Modellausschnitt Bereich Hermesgelände (HWGK-Zustand)	12
Abbildung 3-10:	2D-Modellausschnitt Bereich Hermesgelände mit Geländeanpassungen	13
Abbildung 4-1:	Vorgaben AG für Neudimensionierung des Querbauwerks am Schwobbach (FWT 2019)	14
Abbildung 4-2:	Querprofilansicht neu dimensioniertes Querbauwerk am Schwobbach	15
Abbildung 4-3:	Lage Uferleitstruktur (rechts in Fließrichtung)	16
Abbildung 4-4:	Planung Zubringer der L 114 zur BAB A5	17
Abbildung 4-5:	2D-Modellausschnitt Planzustand im Bereich des Zubringers der L 114 zur BAB A5 nach der Geländeanpassung	17
Abbildung 4-6:	Ergebnis aus WSP-Vergleich zwischen Planzustand (Stand 2016) und Referenzzustand (Stand 2016) bei HQ100 am Schobbach	18
Abbildung 4-7:	2D-Modellausschnitt Planzustand im Bereich der Bauwerke Nr. 62 und Nr. 408; graue Linien im Hintergrund zeigen den Gewässerverlauf im Referenzzustand	19
Abbildung 4-8:	2D-Modellausschnitt Planzustand im Bereich der Bauwerke Nr. 62 und Nr. 408 mit erhöhtem rechten Ufer	20
Abbildung 5-1:	2D-Modellausschnitt (Referenzzustand) mit Kontrollquerschnitten zur Abflussermittlung am Feuerbach	22
Abbildung 5-2:	2D-Modellausschnitt (Referenzzustand) mit Kontrollquerschnitten zur Abflussermittlung am Schwobbach	22
Abbildung 5-3:	2D-Modellausschnitt (Planzustand) mit Kontrollquerschnitten zur Abflussermittlung an der Fernlache	23
Abbildung 5-4:	2D-Modellausschnitt (Referenzzustand) mit Kontrollquerschnitten zur Abflussermittlung am Schobbach	24
Abbildung 6-1:	2D-Modellausschnitt Feuerbach für Referenzzustand (HQ100); links vor und rechts nach Geländeaktualisierung	25
Abbildung 6-2:	2D-Modellausschnitt Feuerbach für Planzustand (HQ100); links vor und rechts nach Geländeaktualisierung	25
Abbildung 6-3:	2D-Modellausschnitt Hermesgelände für Referenzzustand (HQ100); links vor und rechts nach Geländeaktualisierung	26
Abbildung 6-4:	2D-Modellausschnitt Hermesgelände für Planzustand (HQ100); links vor und rechts nach Geländeaktualisierung	26

Abbildung 6-5:	Querprofilansicht neu dimensioniertes Querbauwerk (Planzustand) mit HQ100-Wasserspiegellage	27
Abbildung 6-6:	Ergebnis aus WSP-Vergleich Planzustand HQ100 mit (neu) und ohne Uferleitstruktur (alt).....	28
Abbildung 6-7:	Ergebnis WSP-Vergleich zwischen Planzustand mit Uferleitstruktur und Referenzzustand bei HQ100	29
Abbildung 6-8:	WSP-Vergleichsergebnisse zwischen Plan- und Referenzzustand ohne Anpassung Durchlass (BW 114) im Planzustand (links) und mit Anpassung (rechts)	30
Abbildung 6-9:	2D-Modellausschnitt BW Nr. 114 für Planzustand (HQ100); links vor und rechts nach Durchlassanpassung.....	30
Abbildung 6-10:	Ergebnis WSP-Vergleich zwischen Planzustand mit Uferleitstruktur und Anpassung Durchlass (BW Nr. 114) und Referenzzustand bei HQ100	31
Abbildung 6-11:	2D-Modellausschnitt Zubringer L 114 für Planzustand (HQ100); links vor und rechts nach Geländeaktualisierung	32
Abbildung 6-12:	2D-Modellausschnitt Zubringer L 114 für Referenzzustand (links) und Planzustand nach Geländeanpassung (rechts) bei HQ100	32
Abbildung 6-13:	Ergebnis aus WSP-Vergleich zwischen Planzustand (nach Uferanpassung) und Planzustand (Stand 2016) bei HQ100 am Schobbach.....	33

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1:	Auszug aus Ergebnistabelle mit Abflussangaben am Querbauwerk Nr.64 (Quelle: „DB-Neubaustrecke Karlsruhe - Basel 2D-HN-Simulation im PfA 8.1, Planzustand“ (Hydrotec 2016)).....	13
--------------	---	----

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Übersichtskarte zu Volumenstrom bei HQ100 (Referenzzustand)
Anlage 2:	Bauwerkstabelle mit Abflussangaben

1 **Veranlassung**

Hydrotec hat für den Planfeststellungs-Abschnitt 8.1 den Referenz- und Planzustand im Rahmen des Projekts „DB-Neubaustrecke Karlsruhe - Basel 2D-HN-Simulation im PfA 8.1, Planzustand“ (Hydrotec 2016) berechnet.

Für das Genehmigungsverfahren sind weitere Untersuchungen und Auswertungen notwendig. U.a. soll das Querbauwerk am Schwobbach (Herrenbach) mit der Nr. 64 (EÜ Herrenbach, NBS-km 193,16) für den Planzustand neu dimensioniert werden. Weiterhin wurden vom AG neue Vermessungsdaten für den Gewässerabschnitt des Feuerbachs bei Nimburg zur Verfügung gestellt, die sowohl im Referenz- als auch Planzustandsmodell berücksichtigt werden sollen.

Nach Aktualisierung der Modelle soll die Hochwasserjährlichkeit HQ100 für den Referenz- als auch Planzustand gerechnet werden.

Hydrotec wurde am 27.04.2020 von der Fichtner Water & Transportation GmbH, Freiburg, mit der Durchführung der oben erwähnten Leistungen beauftragt.

2 **Datengrundlage**

Die zu aktualisierenden 2D-Modelle wurden aus dem Projekt „DB-Neubaustrecke Karlsruhe - Basel 2D-HN-Simulation im PfA 8.1, Planzustand“ (Hydrotec 2016) übernommen.

Vom AG wurden weitere Daten zur Verfügung gestellt.

- Vorgaben zur Neudimensionierung des Bauwerks am Schwobbach wurden mit der Angebotsanfrage ausgeliefert (FWT 2019).
- Weiterhin wurden die Vermessungsdaten am Feuerbach in Form von 3D-Bruchkanten im DWG-Format zur Verfügung gestellt. Die Nachvermessungsdaten lagen im ETRS Koordinatensystem und DHHN2016 Höhensystem vor (FWT 2020a).
- Abschließend wurden neue Laserscandaten für den Bereich des Firmengeländes der Firma Hermes in Nimburg zur Verfügung gestellt (FWT 2020b).
- Plandaten des Zubringers der L 114 zur BAB A5 im PDF- und DWG-Format (FWT 2020d) wurden ebenfalls zur Verfügung gestellt.

3 **Aktualisierung Referenzzustand**

Am hydraulischen 2D-Modell für den Referenzzustand (aus Hydrotec 2016) wurden folgende Aktualisierungen vorgenommen:

- Einbau der neuen Vermessungsdaten am Feuerbach.
- Durchführung von Geländeanpassungen im Bereich der Firma Hermes am Feuerbach in Nimburg.

3.1 **Einbau Vermessungsdaten des Feuerbachs an L 114**

Der Feuerbach wurde für die Ersterstellung der HWGK nicht vermessen. Mithilfe des digitalen Geländemodells (Stand 2006) ist der Feuerbach in das hydraulische 2D-Modell für die Erstellung der HWGK eingefräst worden. Dies bedeutet, dass die Gewässersohle des Feuerbachs aus dem digitalen Geländemodell entnommen wurde. Bei Gewässerquerungen wurde die Durchgängigkeit des Gewässers, falls diese im digitalen Geländemodell unterbrochen war, im 2D-Modell wiederhergestellt.

Der Gewässerabschnitt des Feuerbachs bei Nimburg sollte zwischen BAB A5 und der L 114 detaillierter untersucht werden. Hierzu wurde eine kurze Gewässerstrecke des Feuerbachs und ein einmündender Graben neu vermessen, vgl. hierzu Abbildung 3-1. Diese Vermessungsdaten wurden für den Referenzzustand in das 2D-Modell übernommen.

Aus den Vermessungsdaten wurden die hydraulisch relevanten Bruchkanten mit dem Programm SMS 13.0 extrahiert. Bevor die extrahierten Bruchkanten in das 2D-Modell übernommen werden konnten, musste eine Höhenstransformation der Daten durchgeführt werden, weil das 2D-Modell im Höhensystem DHHN92 und die Vermessungsdaten im Höhensystem DHHN2016 vorlagen. Die Höhenabweichung zwischen DHHN2016 und DHHN92 beträgt in diesem Bereich -0,025 m. Dies bedeutet, dass die Geländehöhen der Bruchkanten vor der Übernahme in das 2D-Modell um 0,025 m erhöht wurden.

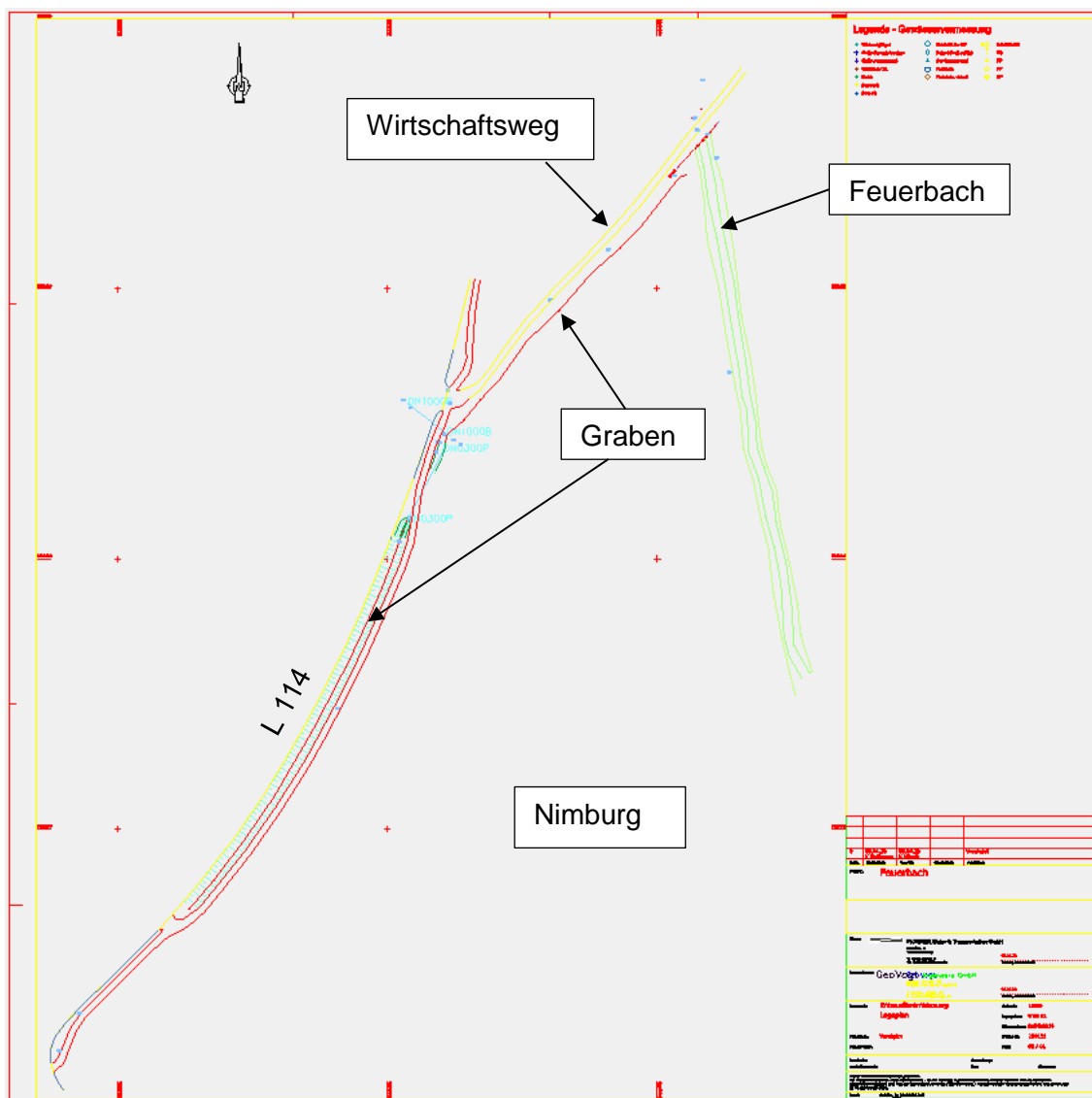


Abbildung 3-1: Vermessungsdaten am Feuerbach im Bereich der L 114

Im Bereich der Neuvermessung des Feuerbachs liegt die Höhenabweichung der Gewässersohle zwischen dem HWGK-Zustand und der Neuvermessung bei 0,2 m bis 0,4 m. Am Anschluss von HWGK zu vermessener Gewässersohle am Brückendurchlass des Wirtschaftswegs beträgt der Höhenunterschied 0,4 m, vgl. hierzu Abbildung 3-2. Um Einflüsse auf den Wasserspiegel durch diesen unplausiblen Geländesprung in der Gewässersohle auszuschließen, wurden die gemessenen Sohlhöhen ins Unterwasser extrapoliert.

Hierzu wurde die Sohle im Unterwasser so weit eingetieft, dass diese ohne Gefälle an die ursprüngliche Sohle anschließt. Die realen Gefälleverhältnisse können ohne weitere Vermessung nicht abgebildet werden.

In Abbildung 3-3 und Abbildung 3-4 sind Modellausschnitte vor und nach dem Einbau der Vermessungsdaten dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Geländestruktur in diesem Bereich durch die vermessenen Bruchkanten deutlich verbessert wurde.

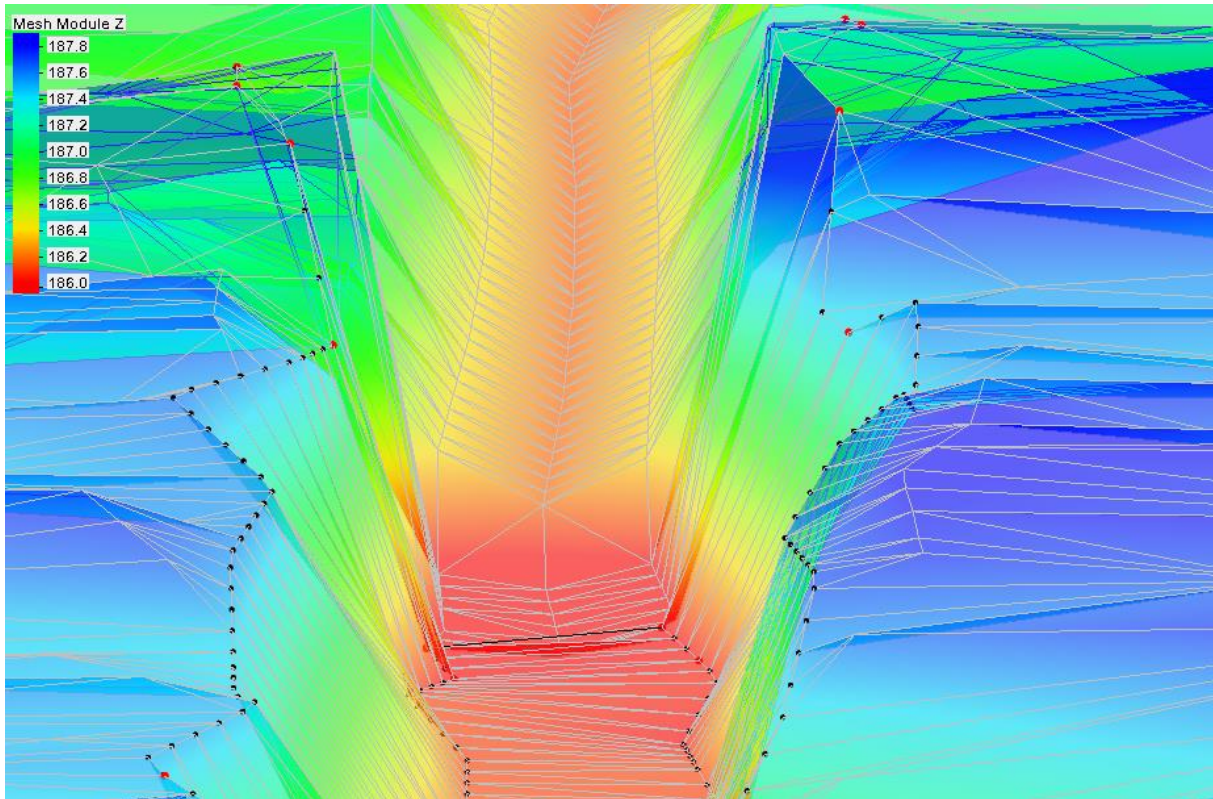


Abbildung 3-2: 2D-Modellausschnitt an Anschlussstelle vermessener Feuerbach an Bestandsbett aus HWGK-Modell

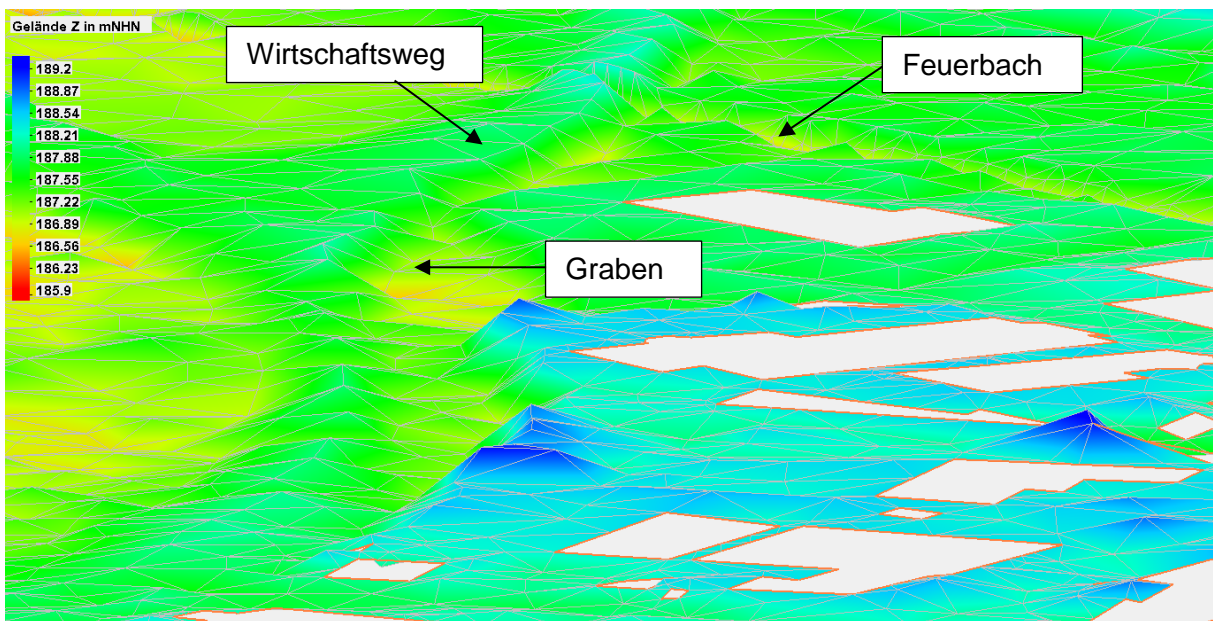


Abbildung 3-3: 2D-Modellausschnitt Feuerbach mit einmündendem Graben (HWGK-Zustand)

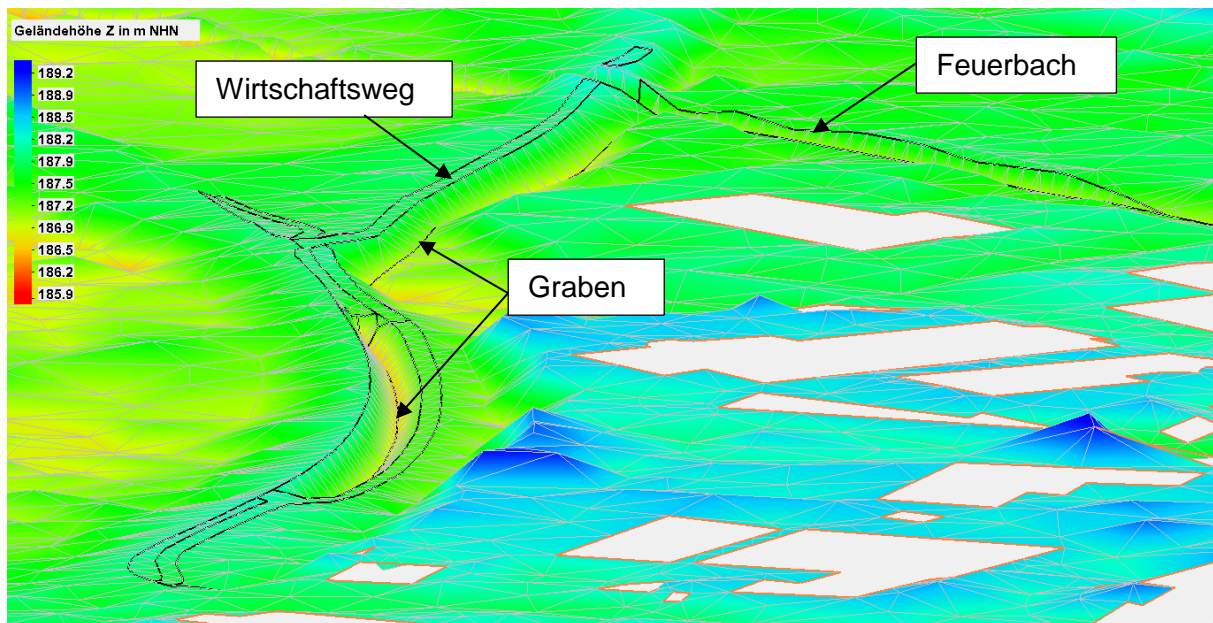


Abbildung 3-4: 2D-Modellausschnitt Feuerbach mit einmündendem Graben nach Einbau der Vermessungsdaten

Neben den Geländestrukturen wurde auch die Steinbrücke mit Bogendurchlass am Wirtschaftsweg vermessen, vgl. hierzu Abbildung 3-5.

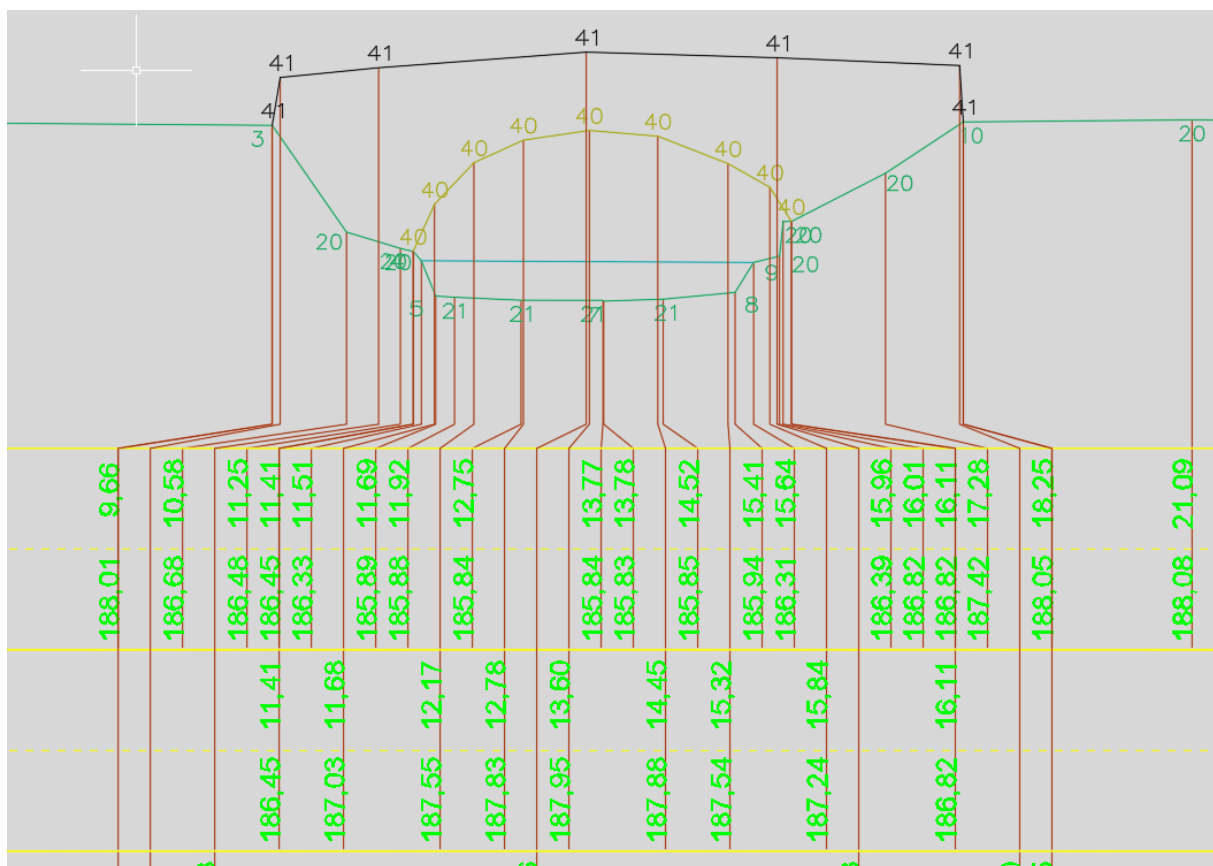


Abbildung 3-5: Steinbrücke Wirtschaftsweg mit Bogendurchlass am Feuerbach (LW = 3,73 m und LH = 2,12 m)

Die vermessenen Daten dieser Brücke wurden ebenfalls ins Referenzzustandsmodell übernommen.

Die Nutzungsklassen der Rauheiten wurden nicht verändert, sondern an die neuen Geländestructuren angepasst.

3.2 Geländeanpassungen im Bereich der Firma Hermes am Feuerbach

Laut den Ergebnissen der HWGK ist das Gelände der Firma Hermes am Feuerbach bei HQ100 überströmt. Bei der Begehung des Gewässers durch den AG wurde festgestellt, dass das Firmengelände durch eine Verwallung vor Überflutungen aus dem Feuerbach geschützt ist (FWT 2020c). Anhand der neuen Laserscandaten aus der Befliegung von 2016, die vom AG zur Verfügung gestellt wurden, konnte die Verwallung bestätigt werden, vgl. hierzu Abbildung 3-6.

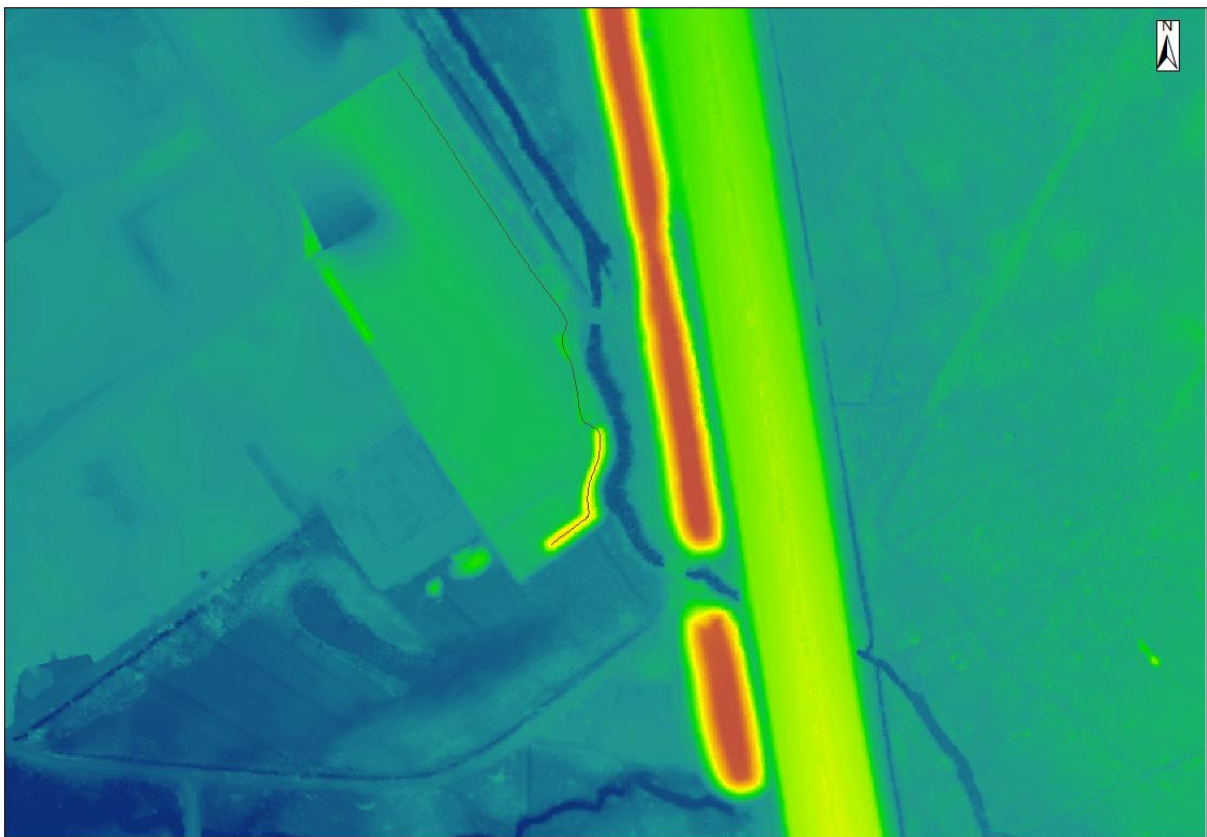


Abbildung 3-6: Neues Geländemodell (Stand 2016) mit Lage Verwallung (schwarze Linie)

Darüber hinaus ist nach dem Vergleich des alten und neuen Geländemodells zu erkennen, dass das Firmengelände von Hermes ebenfalls erhöht wurde. Der Höhenunterschied beträgt ca. 1,0 m. Südwestlich des Hermesgeländes gab es weitere Geländemodellierungen, wie Abbildung 3-6 und Abbildung 3-7 zu entnehmen ist.

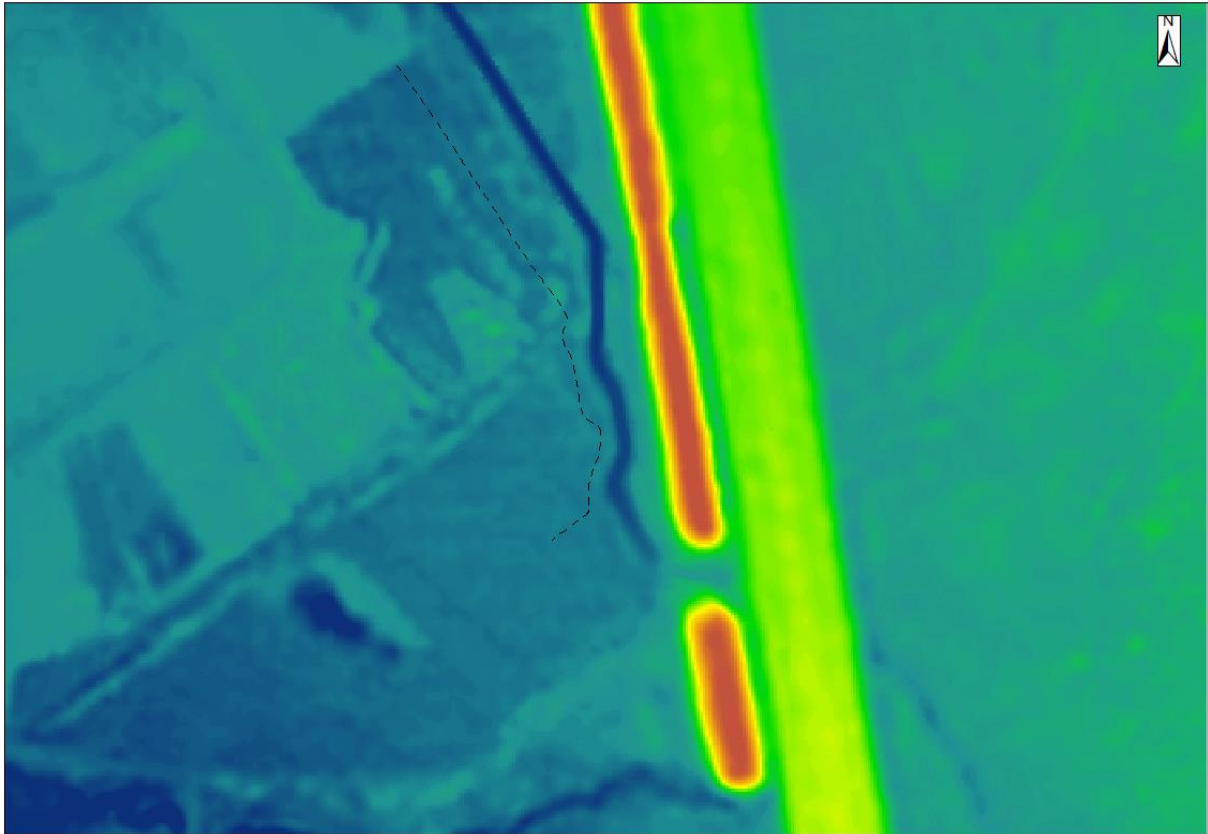


Abbildung 3-7: Altes Geländemodell (Stand 2006) mit nicht vorhandener Verwallung (schwarz gestrichelte Linie)

Abbildung 3-8 zeigt die Bereichsabgrenzung der Geländeanpassungen im 2D-Modell, d.h. innerhalb der schwarz schraffierten Fläche wurden die alten Geländehöhen gegen die neuen ausgetauscht.

Für die Einarbeitung der Verwallung in das hydraulische 2D-Modell wurde die Geländeoberkante der Verwallung ebenfalls aus dem neuen Geländemodell abgegriffen.

Das neue Geländemodell lag ebenfalls im Höhensystem DHHN2016 vor. Wie im Fall der Vermessungsdaten für den Feuerbach beträgt der Höhenunterschied zwischen DHHN2016 und DHHN92 im Bereich der Firma Hermes -0,025 m. Dies bedeutet, dass die Geländehöhen aus dem neuem Geländemodell vor der Übernahme in das 2D-Modell um 0,025 m erhöht wurden.

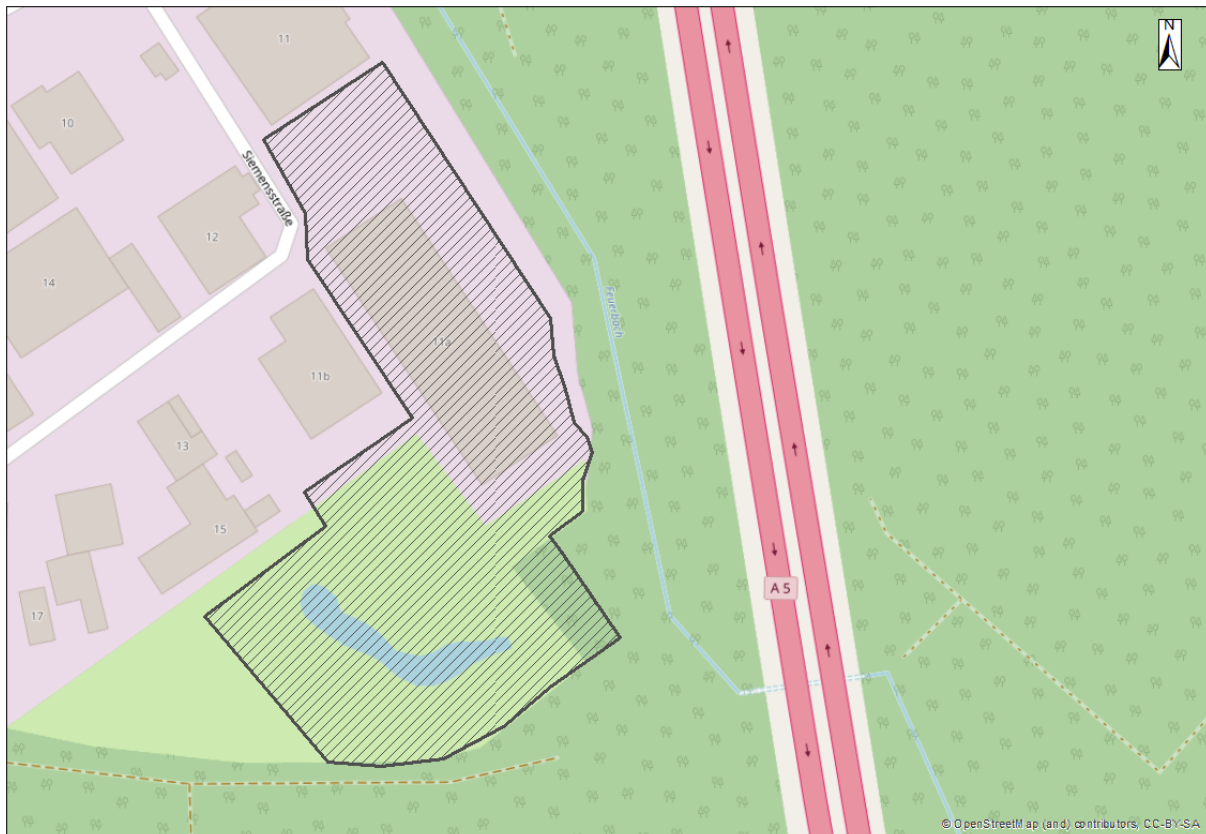


Abbildung 3-8: Abgrenzung Bereich für Geländeanpassungen im 2D-Modell

Abbildung 3-9 und Abbildung 3-10 zeigen das Gelände im Bereich der Firma Hermes vor und nach den Geländeanpassungen.

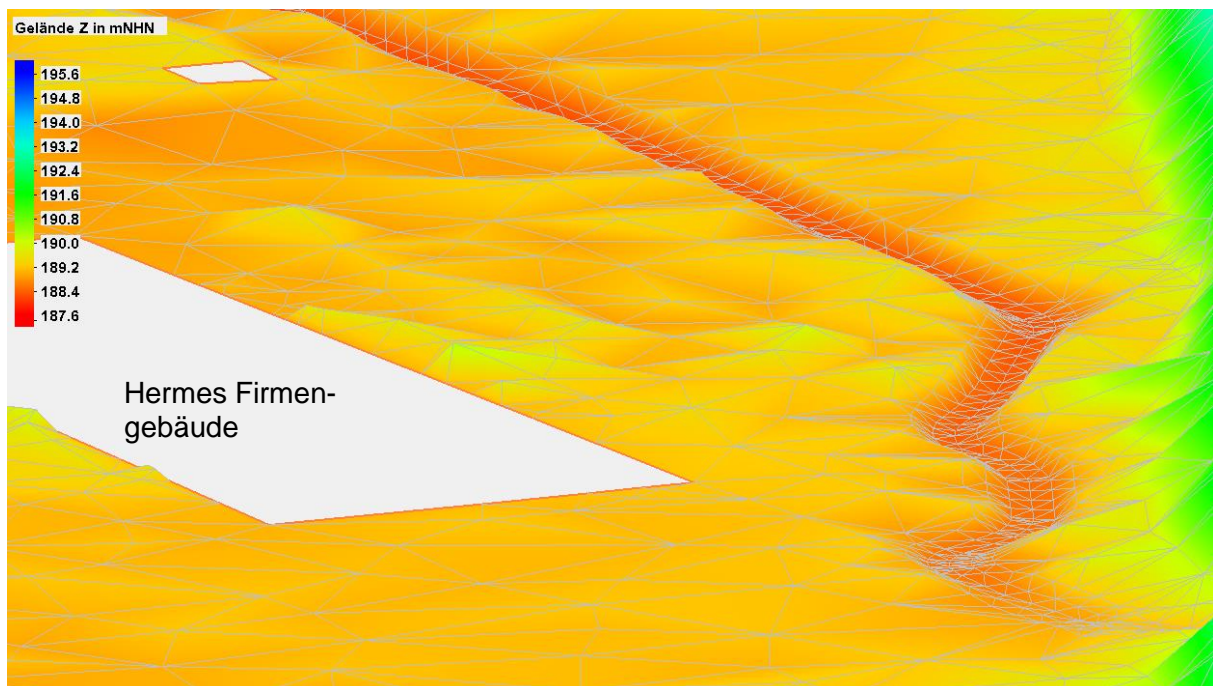


Abbildung 3-9: 2D-Modellausschnitt Bereich Hermesgelände (HWGK-Zustand)

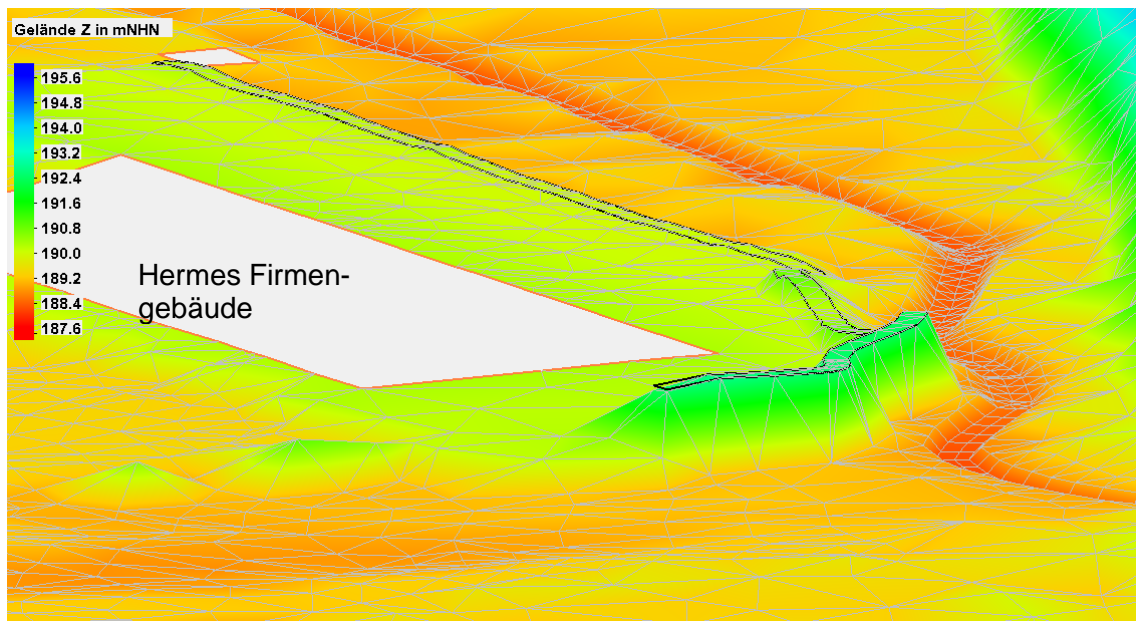


Abbildung 3-10: 2D-Modellausschnitt Bereich Hermesgelände mit Geländeanpassungen

Die Nutzungsklassen der Rauheiten wurden nicht verändert, sondern an die neuen Geländestrukturen angepasst.

4 Aktualisierung Planzustand

Am hydraulischen 2D-Modell für den Planzustand der neuen Bahntrasse wurden folgende Aktualisierungen vorgenommen:

- Übernahme der Geländeanpassungen für den Referenzzustand aus Kapitel 3.
- Neudimensionierung des Querbauwerks am Schwobbach (Herrenbach) mit der Nr. 64 (EÜ Herrenbach, NBS-km 193,16).
- Ausarbeitung einer Uferleitstruktur vor dem Querbauwerk am Schwobbach mit der Nr. 64 (EÜ Herrenbach, NBS-km 193,16).
- Vergrößerung der Durchlassnennweite am Querbauwerk Nr. 114.
- Geländeanpassungen am Zubringer der L 114 zur BAB A5.
- Geländeanpassungen am rechten Ufer des Schwobbachs zwischen Querbauwerk Nr. 408 und Nr. 62.

4.1 Neudimensionierung des Querbauwerks am Schwobbach (Herrenbach)

Laut den Ergebnissen des Projekts „DB-Neubaustrecke Karlsruhe - Basel 2D-HN-Simulation im PfA 8.1, Planzustand“ (Hydrotec 2016) beträgt der Abfluss im Querbauwerk des Schwobbachs 3,5 m³/s, siehe hierzu Tabelle 4-1.

Tabelle 4-1: Auszug aus Ergebnistabelle mit Abflussangaben am Querbauwerk Nr.64 (Quelle: „DB-Neubaustrecke Karlsruhe - Basel 2D-HN-Simulation im PfA 8.1, Planzustand“ (Hydrotec 2016))

BW-Nr. Hydrotec	Bahn_Nr	Bauwerkstyp in 2dm-Datei	Q (HWGK) in m³/s	Q (REFE) in m³/s	Q (PLAN) in m³/s	Bemerkung HY
29	64	2D (geometrisch)	4,60	4,20	3,50	Durchlass Bahntrasse am Herrenbach (Schwobbach)

Tabelle 4-1 ist zu entnehmen, dass der Durchfluss im Bauwerk für den Planzustand geringer ist, als im Referenz- und HWGK-Zustand ermittelt. Es wurde vermutet, dass dieser geringere Durchfluss für die größeren Überflutungsflächen oberhalb des Bauwerks bzw. nordöstlich der Bahntrasse verantwortlich ist. Durch die Neudimensionierung des Bauwerks sollten der Durchfluss erhöht und damit die Überflutungsflächen im Nordosten verringert werden.

Gemäß den Vorgaben des AGs (siehe Abbildung 4-1) wurde das Bauwerk neu dimensioniert. Aufgrund der Einhaltung der Böschungsneigung konnte die vorgegebene Bermenhöhe (siehe Abbildung 4-1) nicht eingehalten werden.

Auflistung Bauwerke PfA 8.1

Stand: 20.03.2019

BRÜCKENBAUWERKE						Angaben Büro Fichtner vom 16.10.2018		Angaben Hyd. Untersuchung Fichtner 11.10		Angaben Hydrotec 08.2016 (Anhang 20 HN-Simulation)		Annahme Entwurfsplanung (bitte hier anpassen bzw. ergänzen)							
NBS-km	BW-Nr.	Bezeichnung EÜ	HQ100 WSPL REFE	HQ100 WSPL PLAN	Q (m³/s)	Bachsohle	Q (m³/s)	KUK	Bachsohle BW-Mitte	HQ100	Berme	b	KUK (bleibt)	LW (bleibt)	L	h	I	l _E (‰)	
193.16	64	EU Herrenbach	192.96	192.97	3.50	192.30	6.07	193.79	192.30	192.97	193.02	0.50	193.89	4.10	3.10	0.72	2.00	4.28	

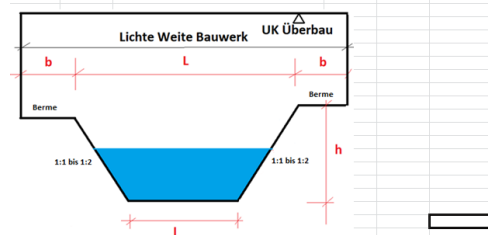


Abbildung 4-1: Vorgaben AG für Neudimensionierung des Querbauwerks am Schwobbach (FWT 2019)

Das neu dimensionierte Querbauwerk, vgl. Abbildung 4-2, wurde in Absprache mit dem AG wie folgt im Modell umgesetzt:

- Böschungsneigung beträgt 1:1,55.
- KUK beträgt 193,8 m NHN.
- Bermenbreite beträgt 0,51 m.
- Abflussquerschnitt ergibt sich zu 6,62 m² (Abflussquerschnitt alt war 6,10 m²).

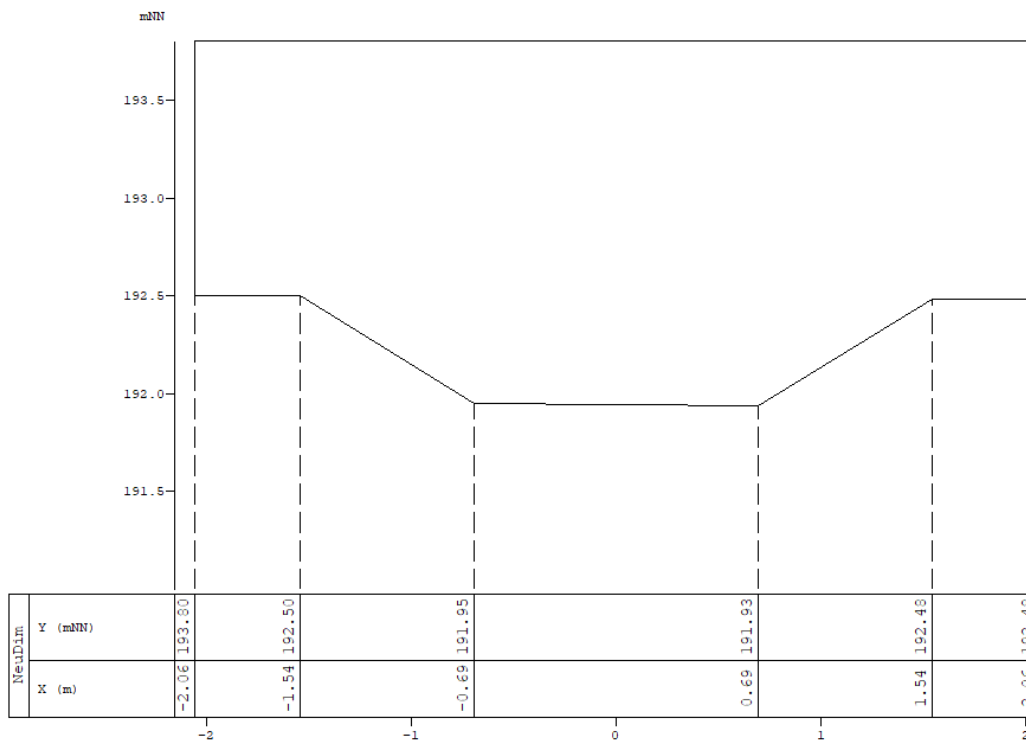


Abbildung 4-2: Querprofilansicht neu dimensioniertes Querbauwerk am Schwobbach

4.2 Ausarbeitung einer Uferleitstruktur vor dem Querbauwerk am Schwobbach

Die in Kapitel 6.3 beschriebenen Ergebnisse für das neu dimensionierte Querbauwerk zeigen, dass die Vergrößerung des Abflussquerschnitts keinen Effekt auf die Erhöhung des Durchflusses hatte.

Da die endgültige Planung für den neuen Verlauf des Schwobbachs noch nicht feststeht, konnte ein weiterer Ansatz zur Durchflusserhöhung versucht werden. Die Strömungsverhältnisse zum Querbauwerk wurden mithilfe einer Uferleitstruktur optimiert, damit weniger Wasser am Einlaufbereich des Bauwerks ausufernd und somit mehr Wasser zum Bauwerk transportiert wird.

Für die Ausarbeitung der Leitstruktur wurde die rechte Uferkante (in Fließrichtung) iterativ erhöht, bis die gewünschte Abflussmenge von 4,2 m³/s durch das Querbauwerk der geplanten Bahntrasse floss.

Die Geländehöhe der ermittelten Uferleitstruktur beträgt 193,3 m NHN, die Lage der Struktur kann Abbildung 4-3 entnommen werden.

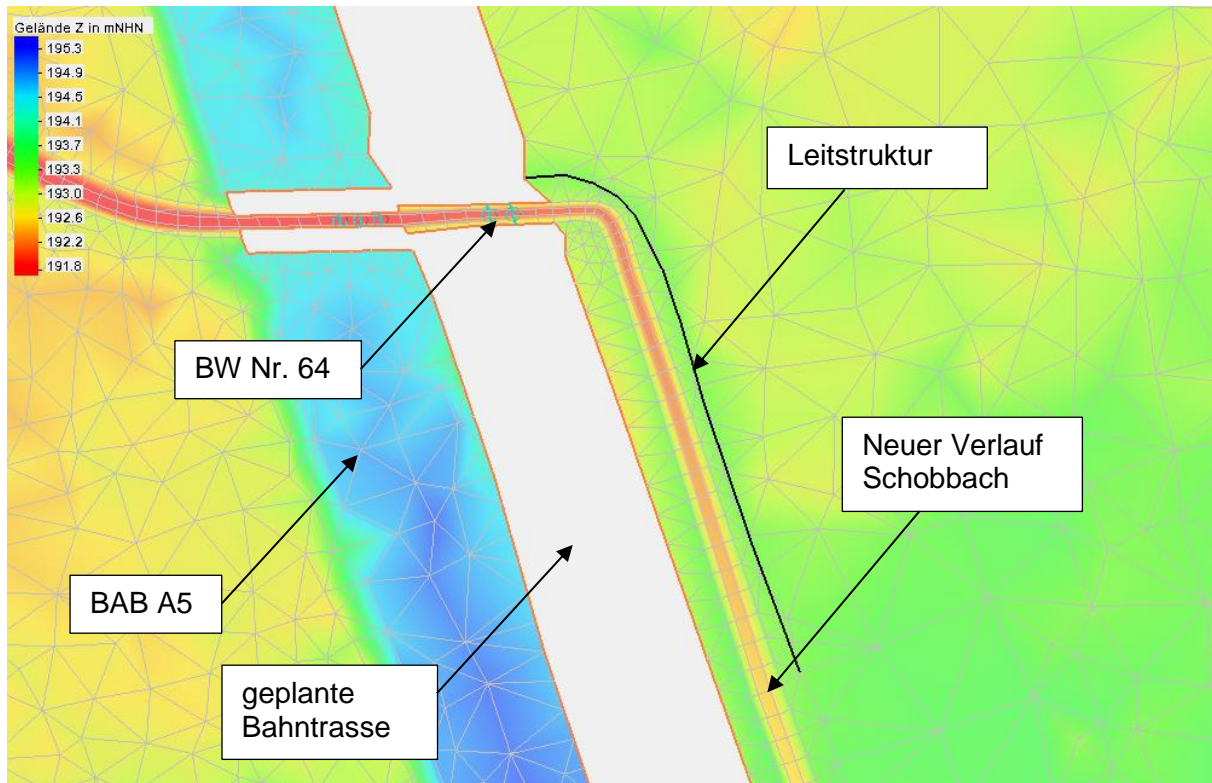


Abbildung 4-3: Lage Uferleitstruktur (rechts in Fließrichtung)

4.3 Geländeanpassungen am Zubringer der L 114 zur BAB A5

Im Bereich des Zubringers der L 114 zur BAB A5 wird die geplante Bahntrasse unterirdisch durch ein Trogbauwerk geführt. Weiterhin sind die Neukonstruktion des Zubringers und ein Wartungsdurchgang (1,0 x 2,0 m) für das Trogbauwerk geplant. Die Planung kann Abbildung 4-4 entnommen werden.

Im Projekt „DB-Neubaustrecke Karlsruhe - Basel 2D-HN-Simulation im PfA 8.1, Planzustand“ (Hydrotec 2016) wurde davon ausgegangen, dass die Bahntrasse an dieser Stelle oberirdisch verläuft. In dieser Untersuchung wurde die neue Planung berücksichtigt.

Hierzu wurden die Plandaten in das 2D-Modell übernommen. Fehlende Höhenangaben wurden linear interpoliert. Das Ergebnis der Modellanpassung ist in Abbildung 4-5 dargestellt.

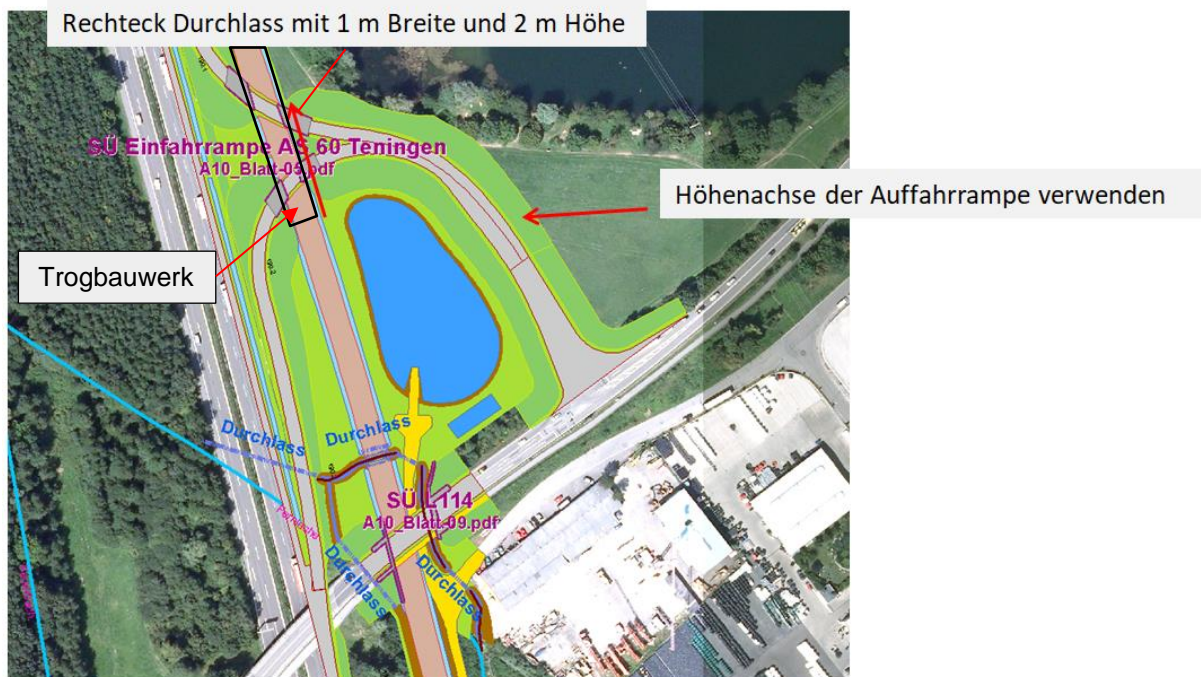


Abbildung 4-4: Planung Zubringer der L 114 zur BAB A5

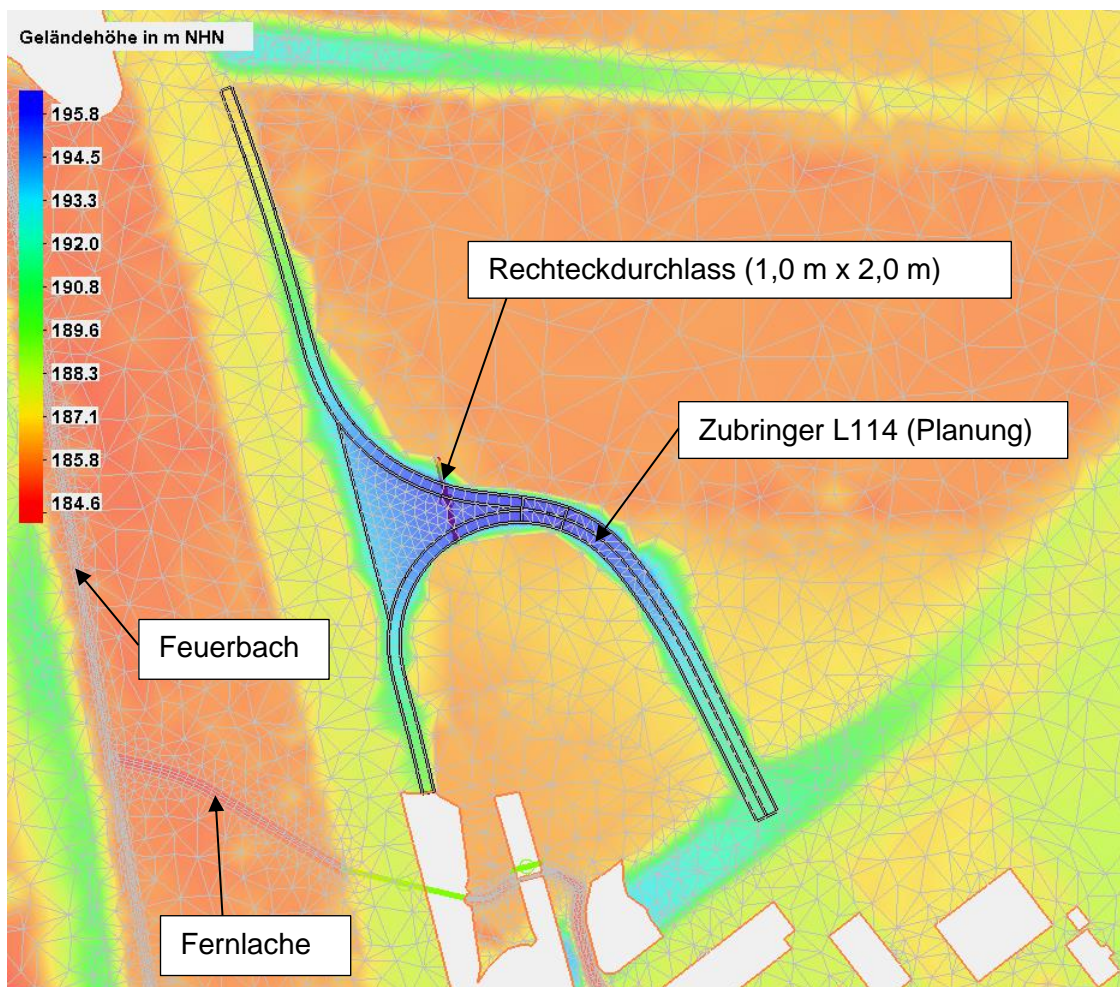


Abbildung 4-5: 2D-Modellausschnitt Planzustand im Bereich des Zubringers der L 114 zur BAB A5 nach der Geländeanpassung

4.4 Geländeanpassungen am rechten Ufer des Schobbachs zwischen den Bauwerken Nr. 408 und Nr. 62

Am Schobbach kommt es nördlich des Bauwerks Nr. 408 (NBS-km 195,318) und östlich der BAB A5 zu einer deutlichen Erhöhung des Wasserspiegels im Planzustand, vgl. hierzu Abbildung 4-6.

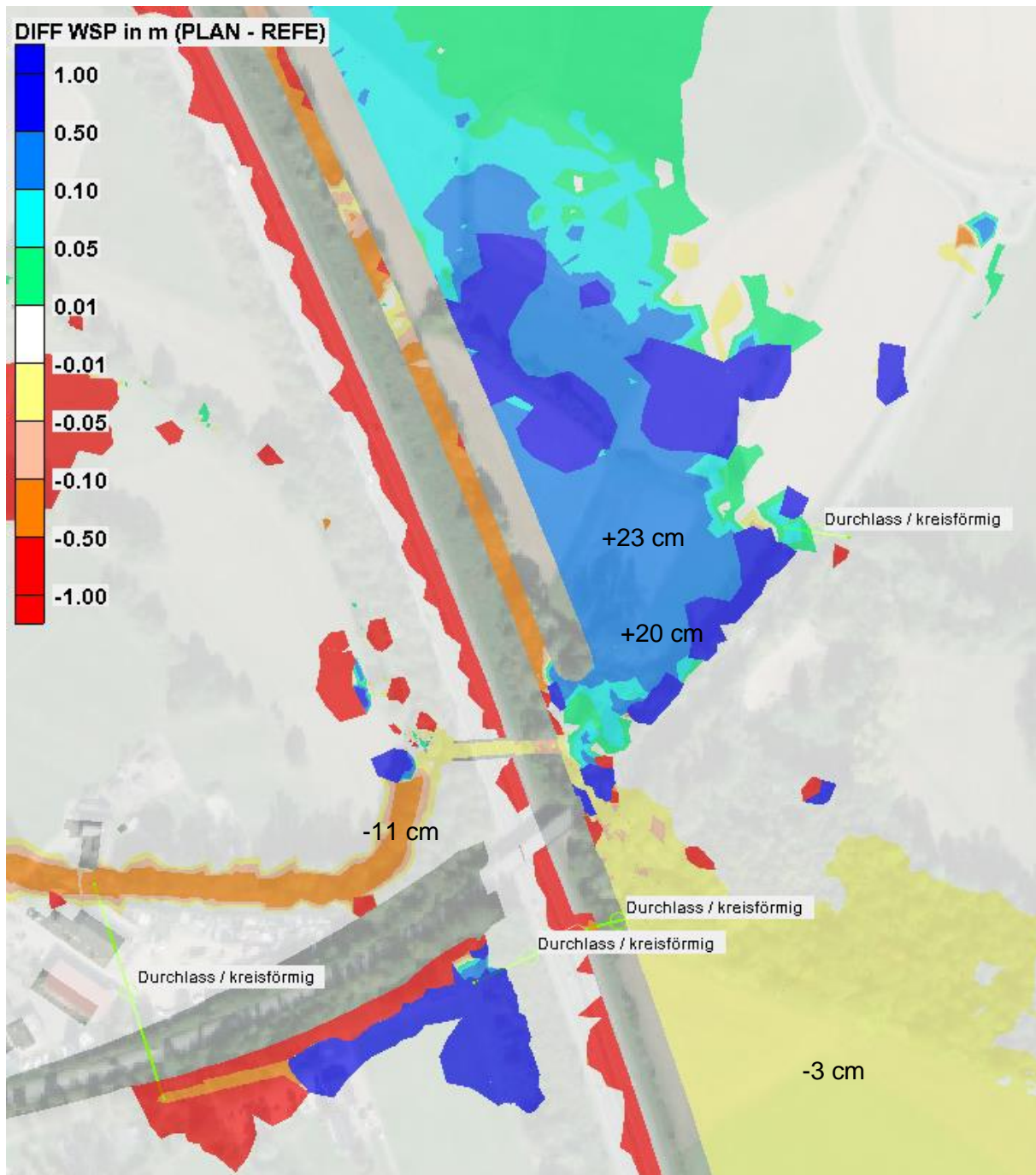


Abbildung 4-6: Ergebnis aus WSP-Vergleich zwischen Planzustand (Stand 2016) und Referenzzustand (Stand 2016) bei HQ100 am Schobbach

Diese Wasserspiegelerhöhung ist begründet durch

- die Anpassung des Gewässerverlaufs in diesem Bereich und
- durch den geplanten Bahnkörper.

In Abbildung 4-7 ist ein 2D-Modellausschnitt mit dem neuen Gewässerverlauf für den Planzustand dargestellt. Die grauen Linien im Hintergrund zeigen den Gewässerverlauf im Referenzzustand. Durch die neue Anströmsituation zum Bauwerk Nr. 62 erhöhen sich die Ausuferungen im Kurvenbereich des rechten Ufers. Hinzu kommt, dass im Kurvenbereich des rechten Ufers die Uferkante im Planzustand an einer Stelle niedriger ist als im Referenzzustand. Dies erhöht die Ausuferungen weiter.

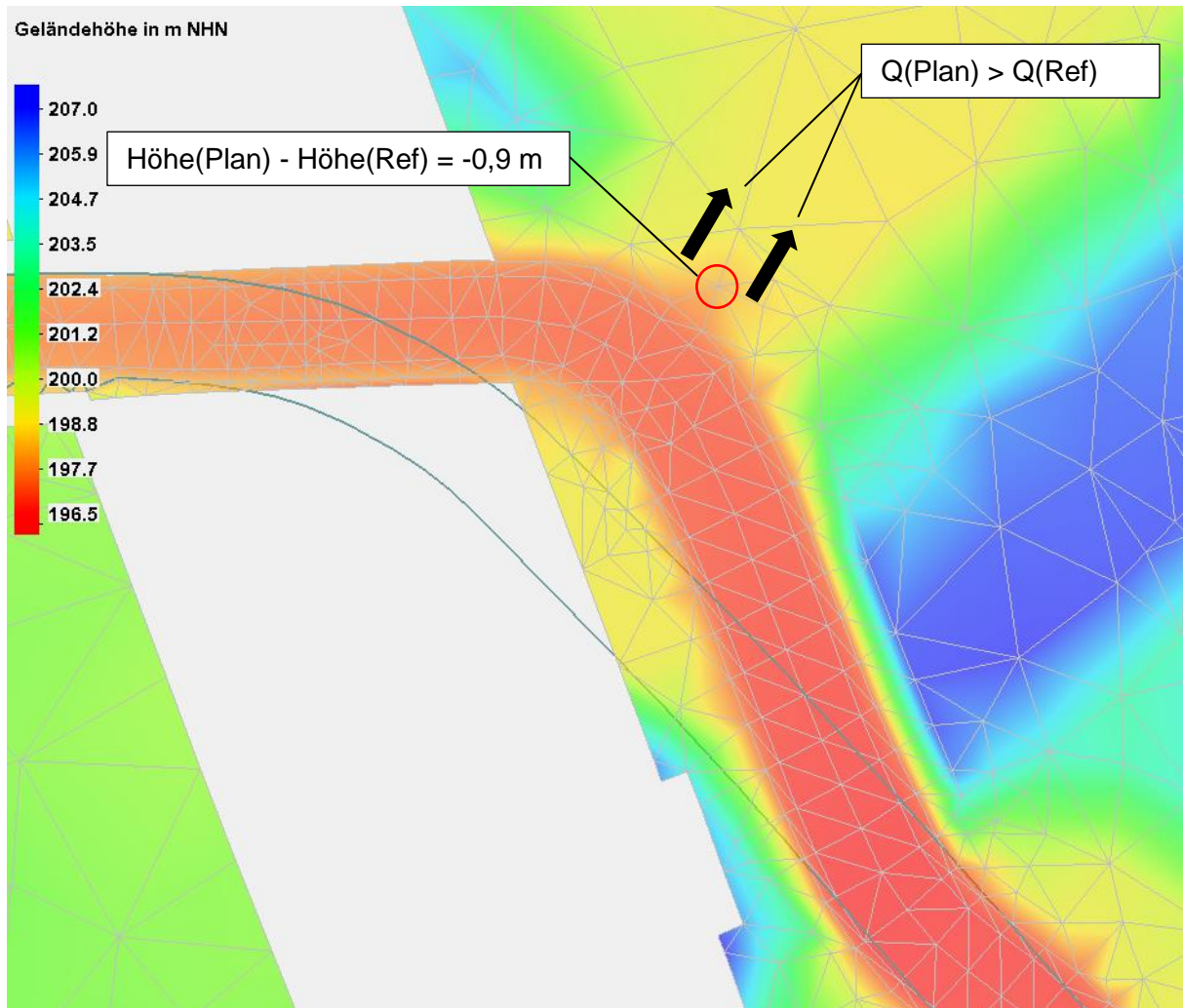


Abbildung 4-7: 2D-Modellausschnitt Planzustand im Bereich der Bauwerke Nr. 62 und Nr. 408; graue Linien im Hintergrund zeigen den Gewässerverlauf im Referenzzustand

Nach Rücksprache mit dem AG wurde die Uferkante im Planzustand auf das Geländeniveau des Referenzzustands angehoben, vgl. hierzu Abbildung 4-8.

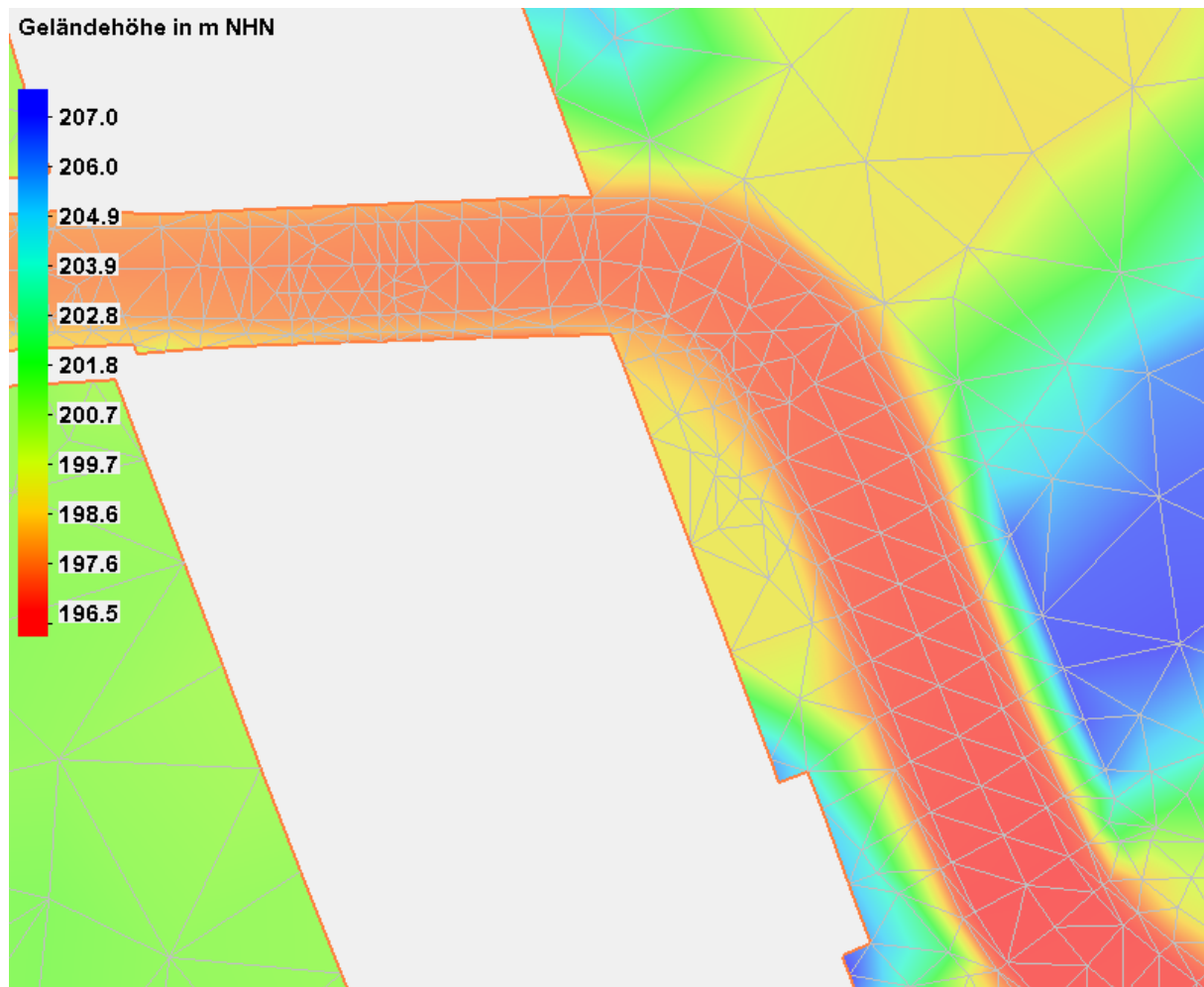


Abbildung 4-8: 2D-Modellausschnitt Planzustand im Bereich der Bauwerke Nr. 62 und Nr. 408 mit erhöhtem rechten Ufer

5 Hydraulische Modellierung

5.1 Verwendete Software

Die zweidimensionale Modellierung wurde mit der Software HYDRO_AS-2D in der Version 4.2.1 durchgeführt. Sie wird zur Erfassung komplexer Strömungsverhältnisse (z. B. flächenhafter Abfluss im Vorland, hydraulische Entkoppelung von Fließwegen) eingesetzt, bei denen eindimensionale Modelle keine zuverlässigen Aussagen mehr treffen können.

Das in HYDRO_AS-2D integrierte Verfahren basiert auf der numerischen Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen mit der Finite-Volumen-Diskretisierung. Das explizite Zeitschrittverfahren sorgt für eine zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs.

Auf Basis der Finite-Volumen-Methode erfolgt die räumliche Diskretisierung unter Berücksichtigung von Bruchkanten und lokal erhöhter Netzauflösung auf Basis von linearen Dreiecks- und Viereckselementen. Das Prä- und Postprocessing erfolgt mit dem Programm Surface-water Modeling System (SMS).

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.

$$\lambda = 6,34 \frac{2gn^2}{\sqrt[3]{d_{hy}}}$$

Die Turbulenz wird im Modell durch eine Kombination aus dem empirischen Viskositätsansatz und dem Ansatz einer über das Element konstanten Viskosität abgebildet.

$$\nu = \nu_0 + c_\mu h\nu$$

5.2 Rauheitsparameter

Die Nutzungsklassen der Rauheiten wurden aus den Grundlagenmodellen unverändert übernommen. Im Bereich des neu vermessenen Feuerbachs wurden die Rauheiten an die veränderte Geländestrukturen angepasst.

5.3 Angesetzte Abflüsse

Die hydraulischen Berechnungen erfolgten für das Hochwasserereignis HQ100. Die Abflüsse wurden aus den Grundlagenmodellen unverändert übernommen. In den hier untersuchten Bereichen ergeben sich die Abflüsse für den Referenz- und Planzustand wie folgt.

Am Feuerbach östlich des Hermes Firmengeländes (siehe Abbildung 5-1) beträgt der HQ100-Abfluss

- beim Referenzzustand ca. 3,1 m³/s und
- beim Planzustand ca. 5,0 m³/s.

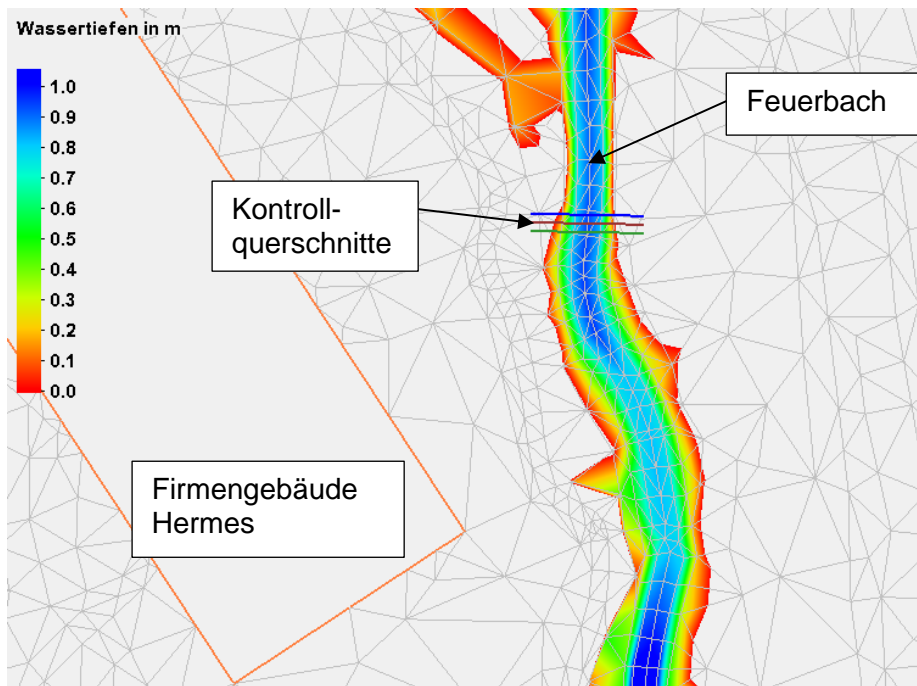


Abbildung 5-1: 2D-Modellausschnitt (Referenzzustand) mit Kontrollquerschnitten zur Abflussermittlung am Feuerbach

An der Unterführung der K 5130 (BW Nr. 407) am Schwobbach, südlich des Querbauwerks mit der Nr. 64, beträgt der HQ100-Abfluss

- beim Referenzzustand ca. 7,6 m³/s und
- beim Planzustand ca. 8,7 m³/s.

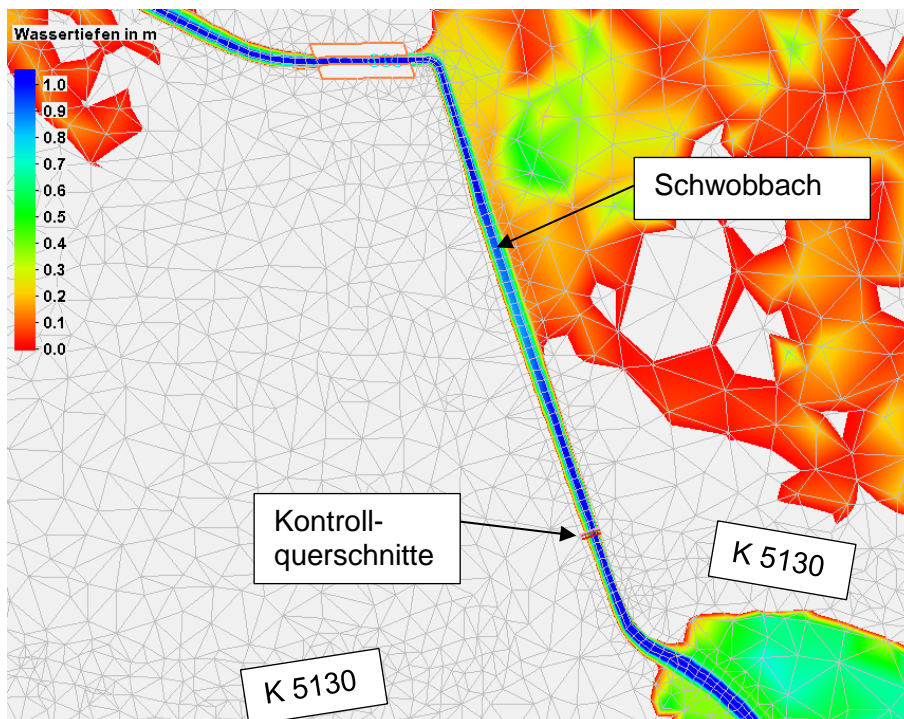


Abbildung 5-2: 2D-Modellausschnitt (Referenzzustand) mit Kontrollquerschnitten zur Abflussermittlung am Schwobbach

An der Unterführung der L 114 (BW Nr. 403 / 504) an der Fernlache beträgt der HQ100-Abfluss

- beim Referenzzustand ca. 3,9 m³/s und
- beim Planzustand ca. 3,8 m³/s.

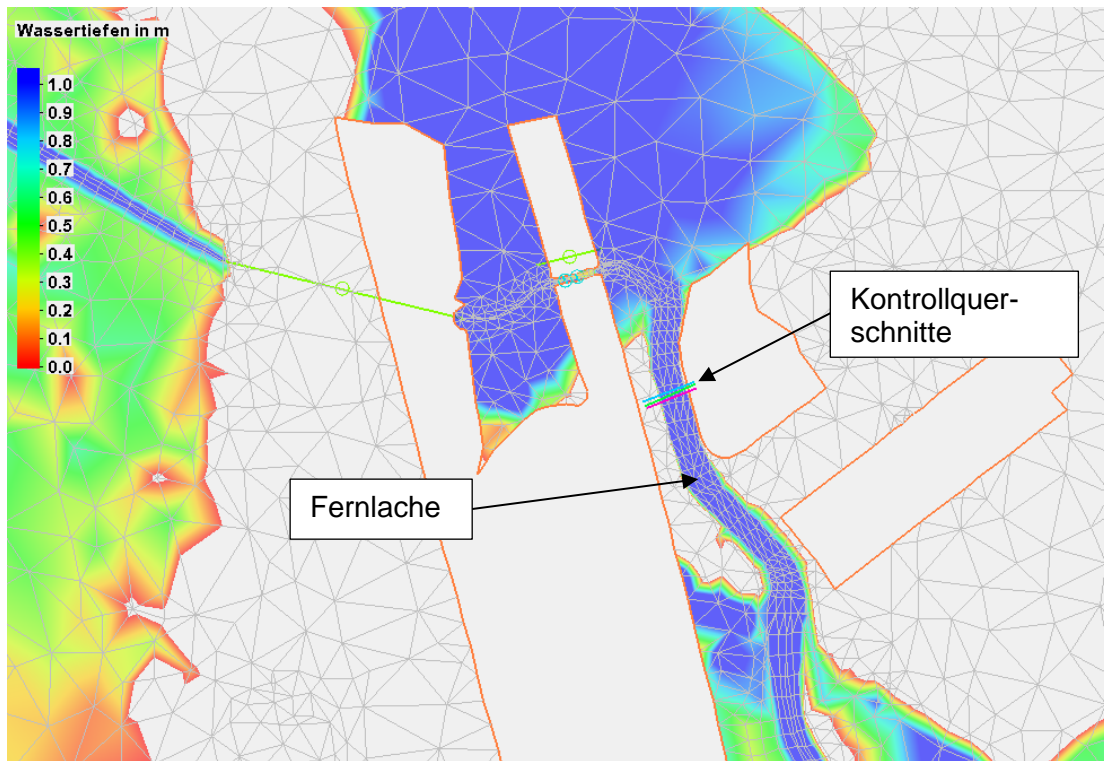


Abbildung 5-3: 2D-Modellausschnitt (Planzustand) mit Kontrollquerschnitten zur Abflussermittlung an der Fernlache

Am Querbauwerk Nr. 408 am Schobbach beträgt der HQ100-Abfluss

- beim Referenzzustand ca. 18,6 m³/s und
- beim Planzustand ca. 18,1 m³/s.

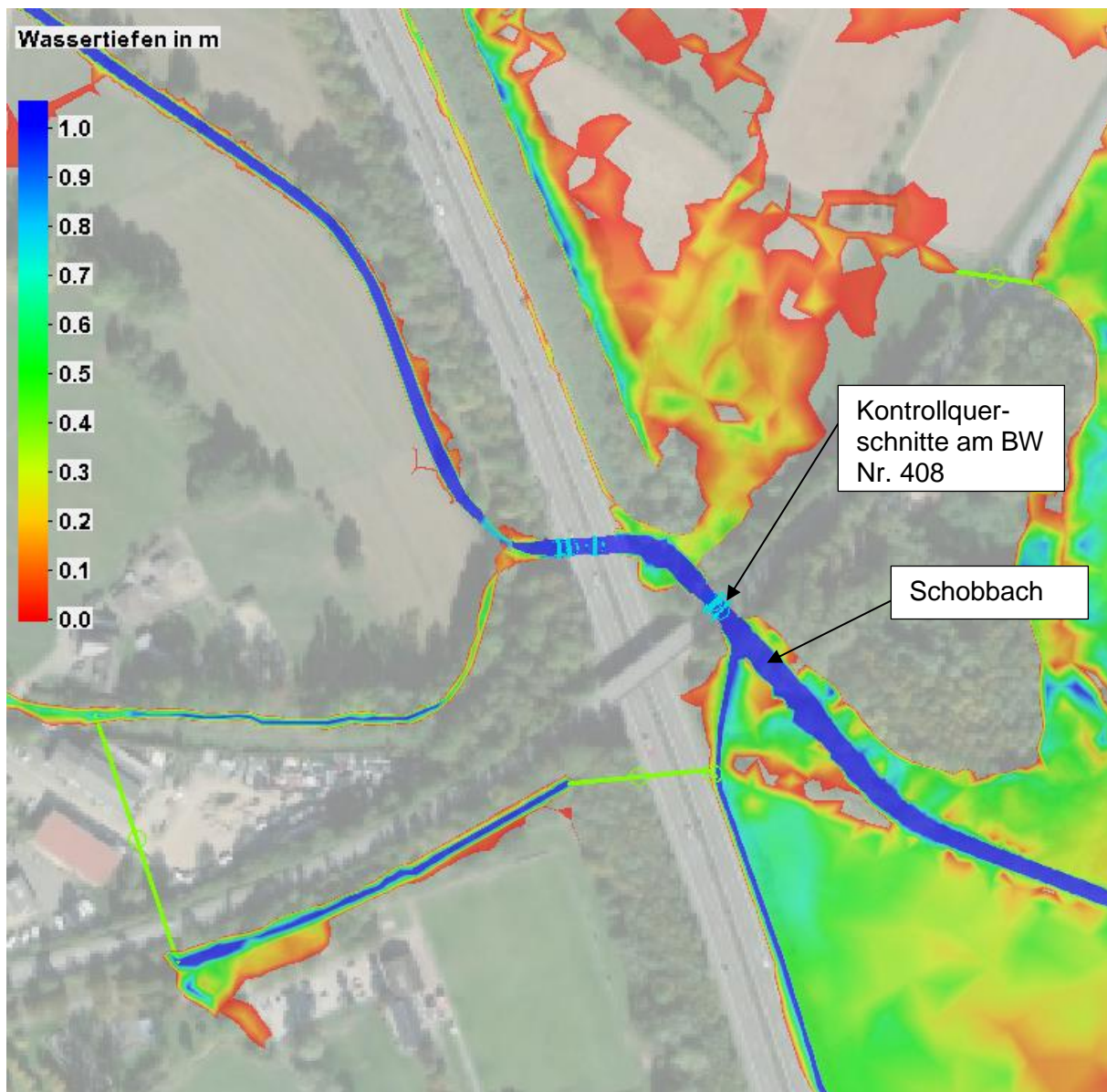


Abbildung 5-4: 2D-Modellausschnitt (Referenzzustand) mit Kontrollquerschnitten zur Abflussermittlung am Schobbach

Anlage 1 gibt eine grobe Übersicht zu den HQ100-Volumenströmen im Referenzzustand.

6 Darstellung der Berechnungsergebnisse

6.1 Berechnungsergebnisse für das Untersuchungsgebiet am Feuerbach

Nach Aktualisierung des Geländes, wie in Kapitel 3.1 beschrieben, ist im Referenzzustand in Abbildung 6-1 zu erkennen, dass die Ausuferungen am Feuerbach kleiner geworden sind, da die Leistungsfähigkeit des Gewässers gestiegen ist.

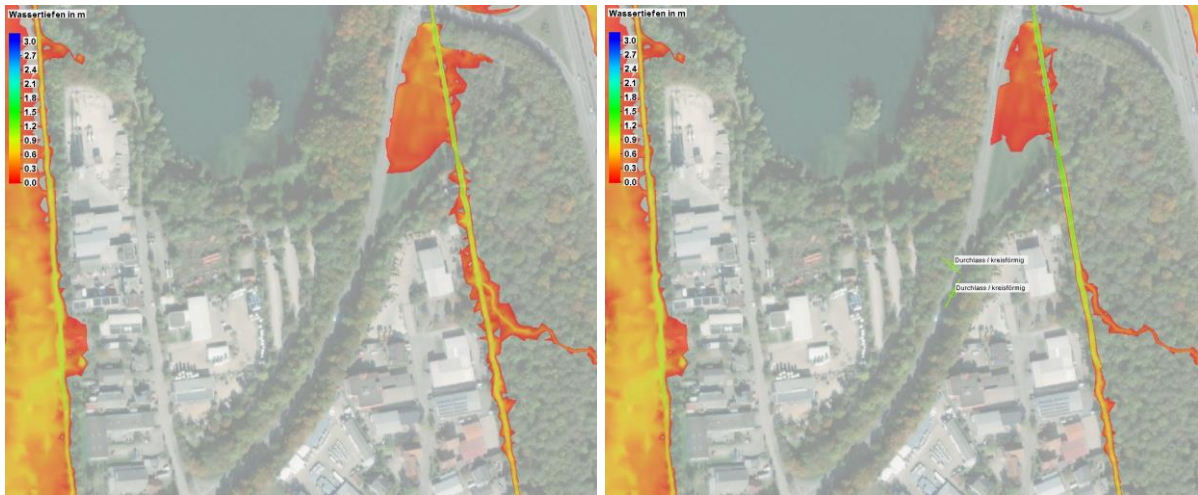


Abbildung 6-1: 2D-Modellausschnitt Feuerbach für Referenzzustand (HQ100); links vor und rechts nach Geländeaktualisierung

Im Planzustand sind die Ausuferungen ebenfalls kleiner geworden, vgl. hierzu Abbildung 6-2.

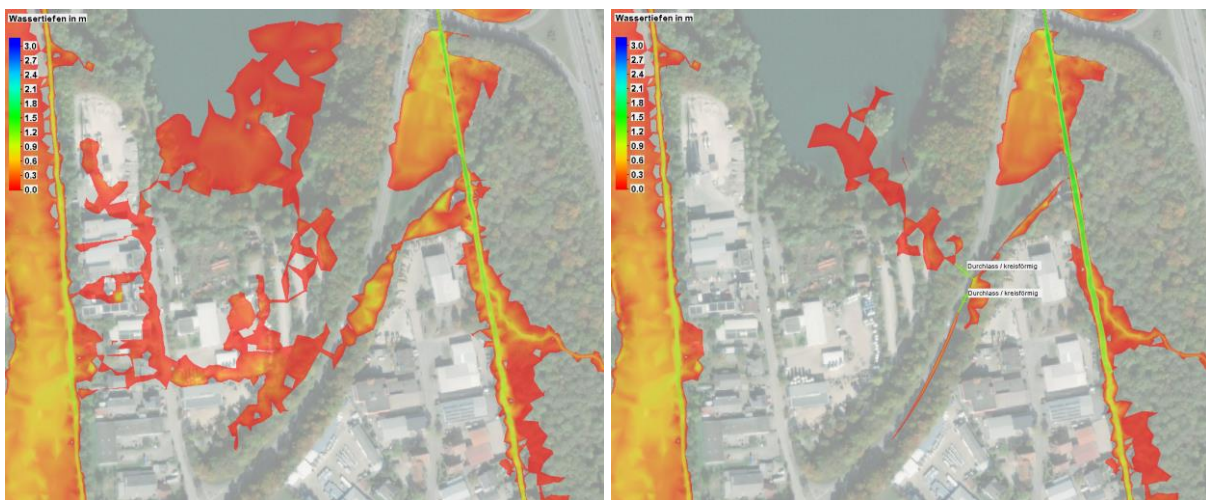


Abbildung 6-2: 2D-Modellausschnitt Feuerbach für Planzustand (HQ100); links vor und rechts nach Geländeaktualisierung

6.2 Berechnungsergebnisse für das Untersuchungsgebiet am Hermesgelände am Feuerbach

Nach Aktualisierung des Geländes, wie in Kapitel 3.2 beschrieben, ist im Referenzzustand in Abbildung 6-3 zu erkennen, dass aufgrund der Geländeerhöhung und Verwallung die Ausuferungen im Bereich des Hermesgeländes kleiner geworden sind.

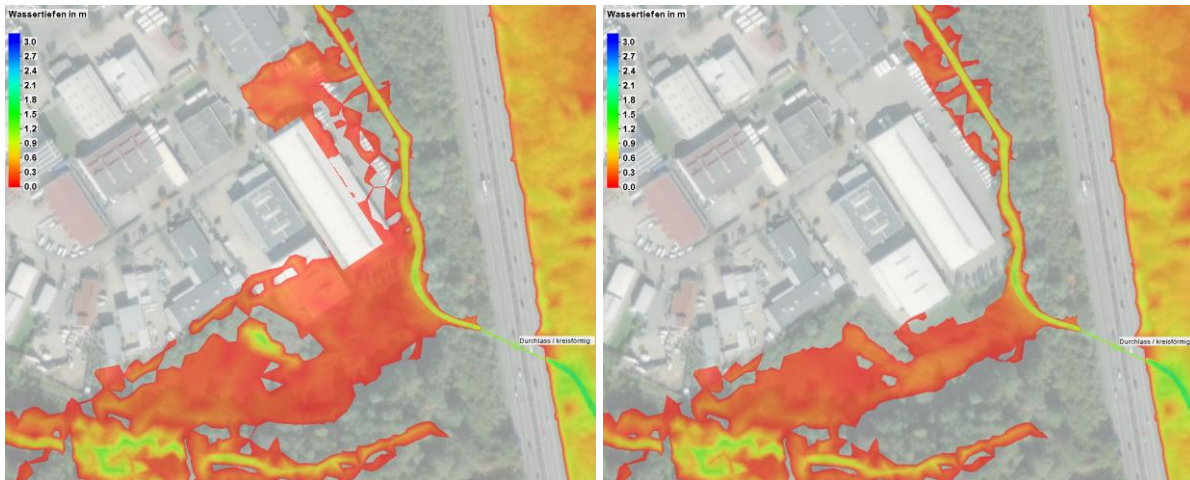


Abbildung 6-3: 2D-Modellausschnitt Hermesgelände für Referenzzustand (HQ100); links vor und rechts nach Geländeaktualisierung

Im Planzustand sind die Ausuferungen ebenfalls kleiner geworden, vgl. hierzu Abbildung 6-4.

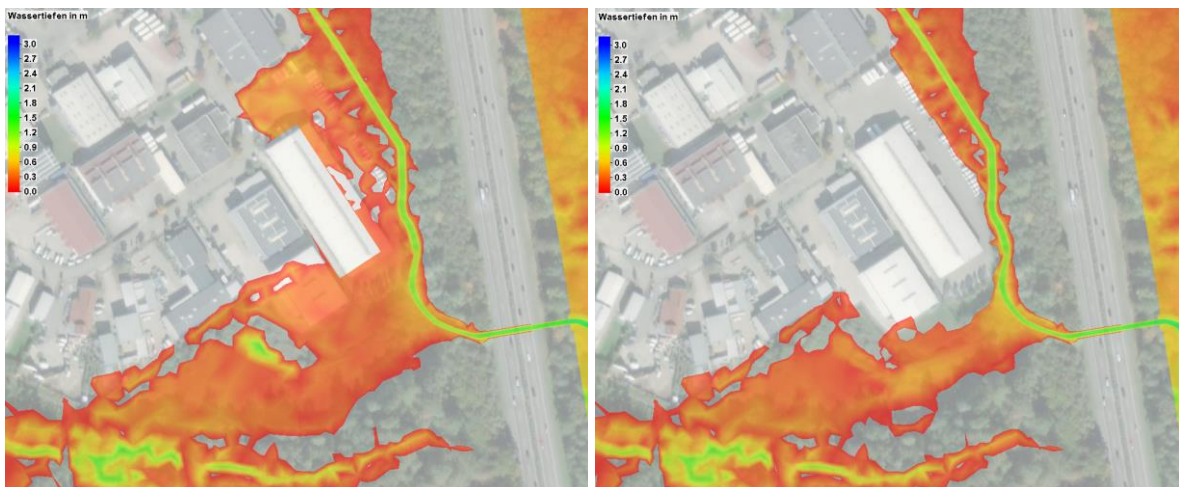


Abbildung 6-4: 2D-Modellausschnitt Hermesgelände für Planzustand (HQ100); links vor und rechts nach Geländeaktualisierung

6.3 Berechnungsergebnisse Neudimensionierung Querbauwerk am Schwobbach (Herrenbach)

Das Querbauwerk am Schwobbach mit der Nr. 64 (EÜ Herrenbach, NBS-km 193,16) wurde gemäß den Angaben in Kapitel 4.1 neu dimensioniert. Laut den HQ100-Berechnungsergebnissen für den Planzustand wird der Freibord von mindestens 0,5 m bei der vorliegenden Konstruktionsunterkante von 193,8 m NHN eingehalten, vgl. Abbildung 6-5.

Der HQ100-Abfluss bleibt (ohne Berücksichtigung der Leitstruktur (siehe folgendes Kapitel)) unverändert bei 3,5 m³/s. Grund hierfür ist, dass im Vergleich zum Referenzzustand im Planzustand weniger Wasser am Bauwerk ankommt, d.h. die Ausuferungen im Einlaufbereich des Bauwerks sind im Planzustand größer als im Referenzzustand.

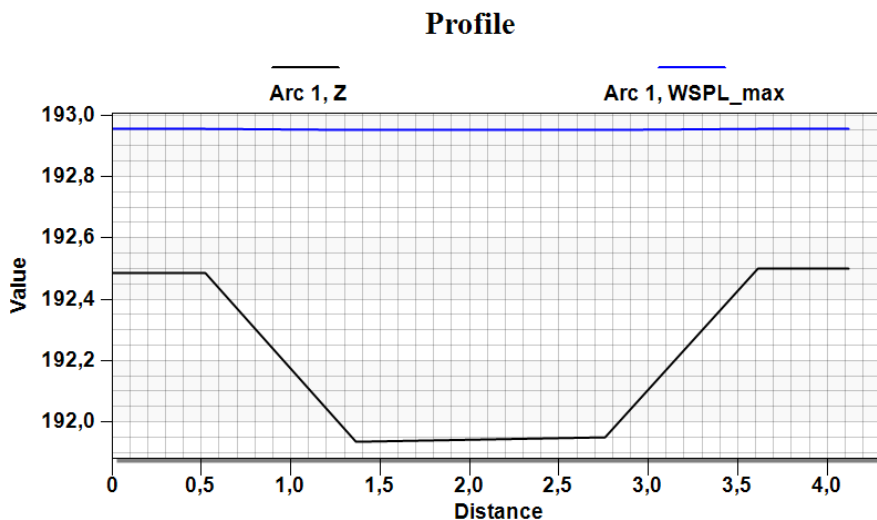


Abbildung 6-5: Querprofilansicht neu dimensioniertes Querbauwerk (Planzustand) mit HQ100-Wasserspiegellage

6.4 Berechnungsergebnisse für Uferleitstruktur vor dem Querbauwerk am Schwobbach (Herrenbach)

Mithilfe der Uferleitstruktur konnte der HQ100-Abfluss beim Planzustand entsprechend dem Abfluss beim Referenzzustand auf 4,2 m³/s erhöht werden. Laut den Berechnungsergebnissen hat die Abflusserhöhung im Bauwerk auf die Überflutungsflächen nordöstlich der geplanten DB-Trasse einen geringfügigen Einfluss. Der Wasserspiegel sinkt maximal um 7 cm, vgl. hierzu Abbildung 6-6.

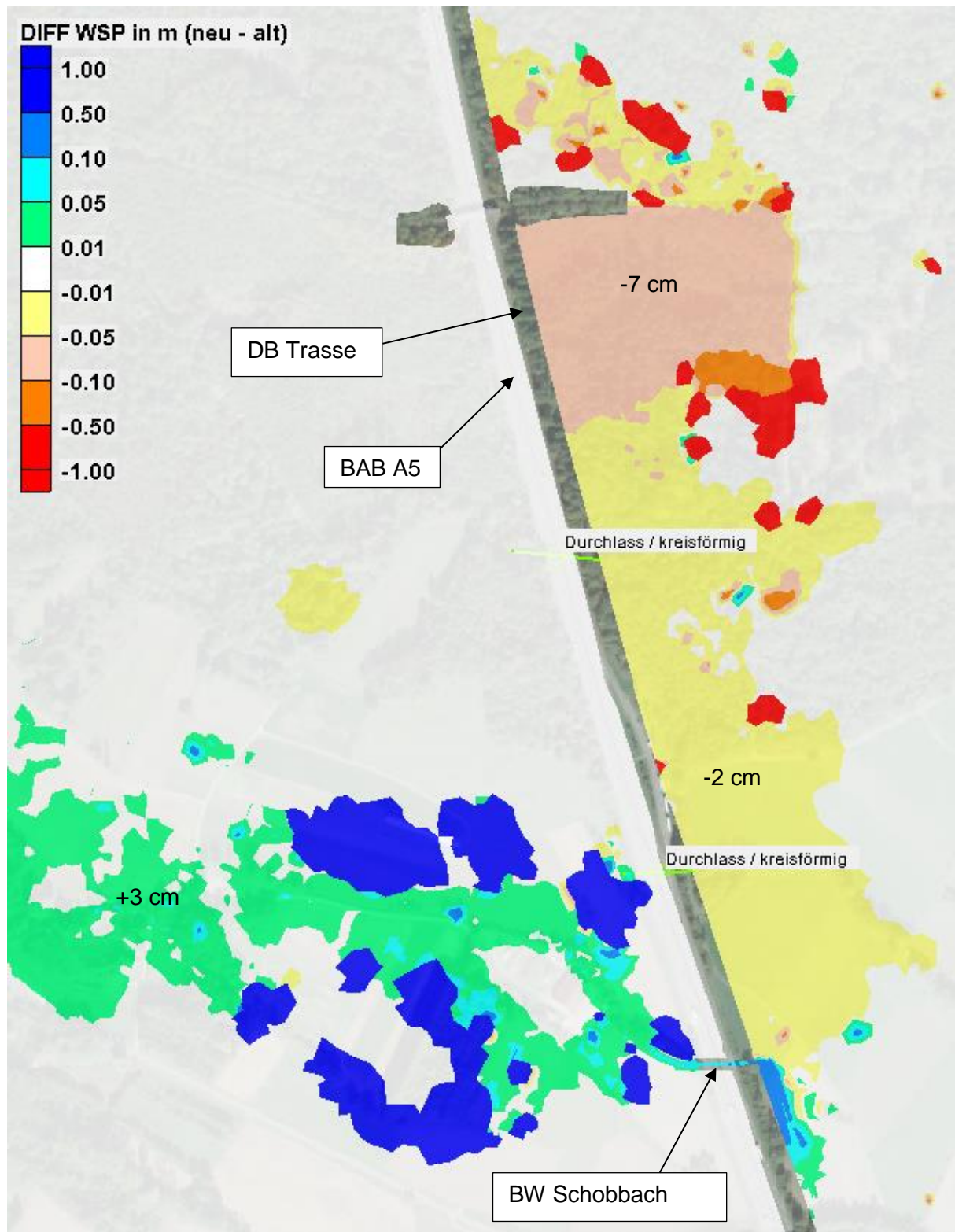


Abbildung 6-6: Ergebnis aus WSP-Vergleich Planzustand HQ100 mit (neu) und ohne Uferleitstruktur (alt)

Im Vergleich zum Referenzzustand sind die Ausuferungen im Planzustand mit Uferleitstruktur nördlich des Schobbachs entlang der DB-Trasse weiterhin deutlich größer, vgl. hierzu Abbildung 6-7.

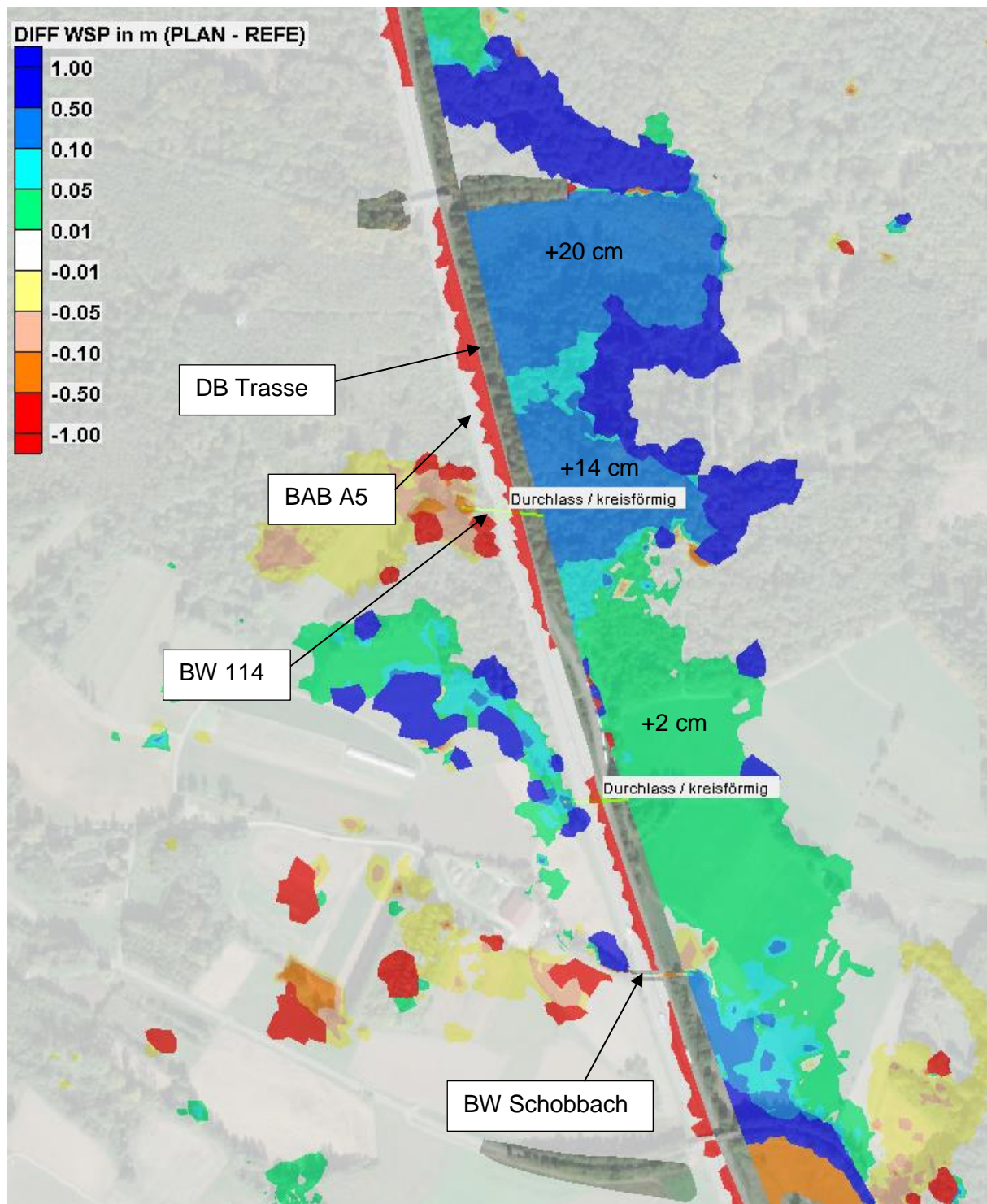


Abbildung 6-7: Ergebnis WSP-Vergleich zwischen Planzustand mit Uferleitstruktur und Referenzzustand bei HQ100

Die Wasserspiegelerhöhung in diesem Bereich ist hauptsächlich durch das Bauwerk Nr. 114 begründet. Im Referenzzustand ist dieser Durchlass gemäß den Angaben aus dem HWGK-Modell mit einer Nennweite DN1000 abgebildet worden. Im Planzustand war ein DN500 vorgesehen.

Anhand von Testrechnungen mit gleichen Zu- und Abflussrandbedingungen konnte der Einfluss dieses Durchlasses verdeutlicht werden. Abbildung 6-8 zeigt links die Ergebnisse aus dem Wasserspiegelvergleich zwischen Plan- und Referenzzustand ohne Anpassung des

Durchlasses im Planzustand (weiterhin DN500) und rechts mit Anpassung des Durchlasses auf DN1000.

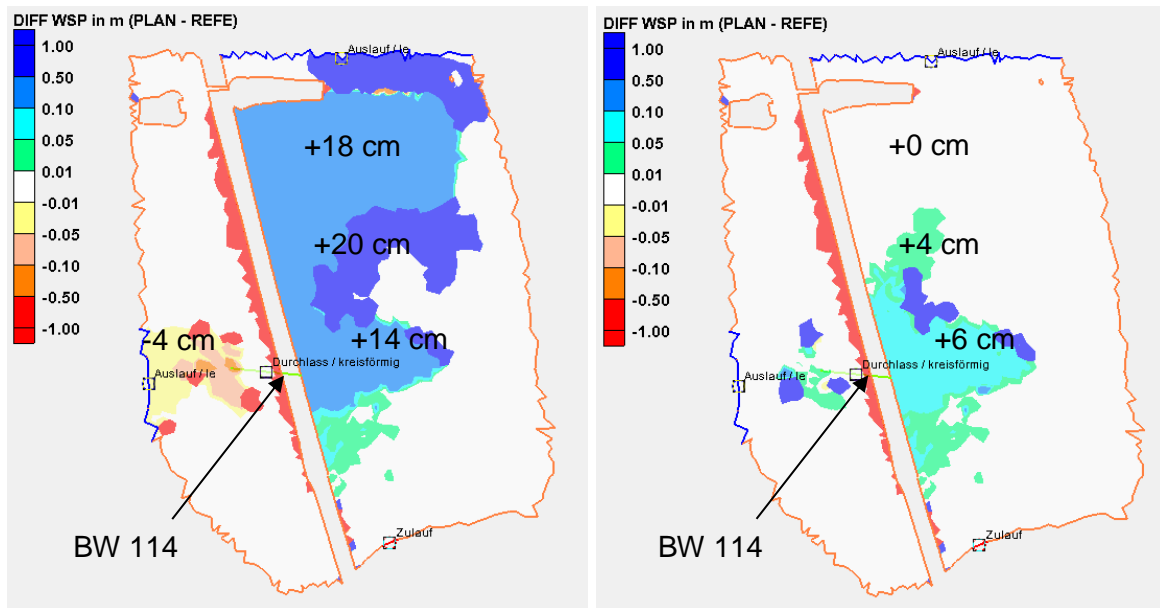


Abbildung 6-8: WSP-Vergleichsergebnisse zwischen Plan- und Referenzzustand ohne Anpassung Durchlass (BW 114) im Planzustand (links) und mit Anpassung (rechts)

Die Ergebnisse in Abbildung 6-8 zeigen deutlich, dass die Wasserspiegellagen bei einer Vergrößerung des Durchlasses auf DN1000 (gemäß Referenzzustand) nur noch im Einlaufbereich des Bauwerks voneinander abweichen.

Diese lokale Abweichung ist auf den Bahnkörper zurückzuführen, durch den die Anströmverhältnisse vor dem Bauwerk verändert werden.

Auf Grundlage der Ergebnisse aus den Testrechnungen wurde nach Abstimmung mit dem AG die Nennweite des Durchlasses (BW Nr. 114) auf DN1000 erhöht.

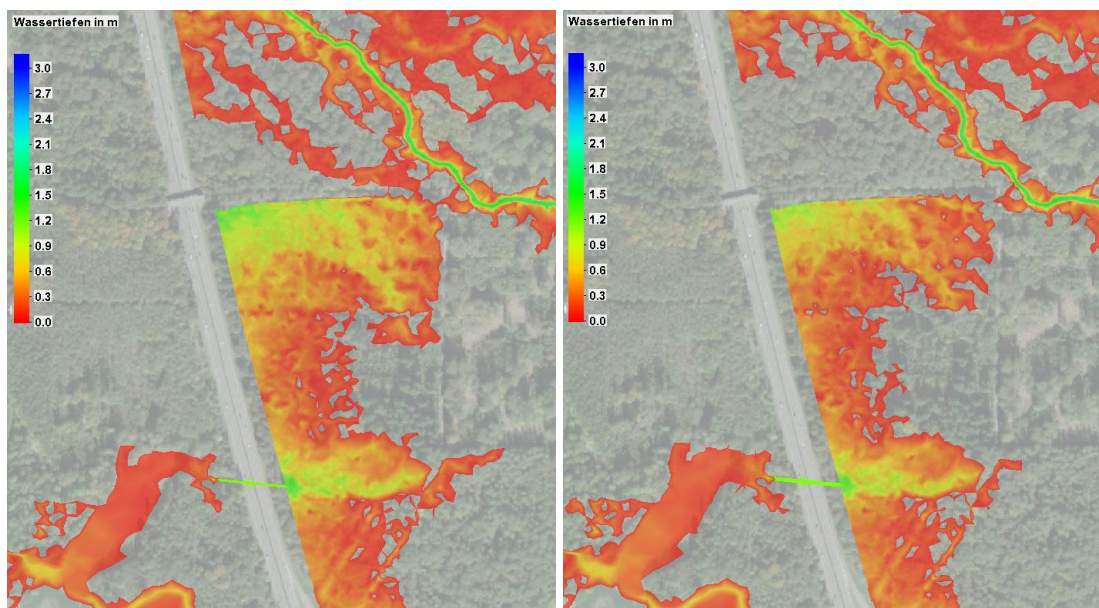


Abbildung 6-9: 2D-Modellausschnitt BW Nr. 114 für Planzustand (HQ100); links vor und rechts nach Durchlassanpassung

In Abbildung 6-9 ist zu erkennen, dass die Überflutungsflächen östlich der BAB A5 nach Anpassung des Durchlasses deutlich kleiner geworden sind und mit den Überflutungsflächen des Referenzzustands vergleichbar sind. Dies wird durch den Vergleich der Wasserspiegel-lagen (Planzustand minus Referenzzustand) in Abbildung 6-10 bestätigt.

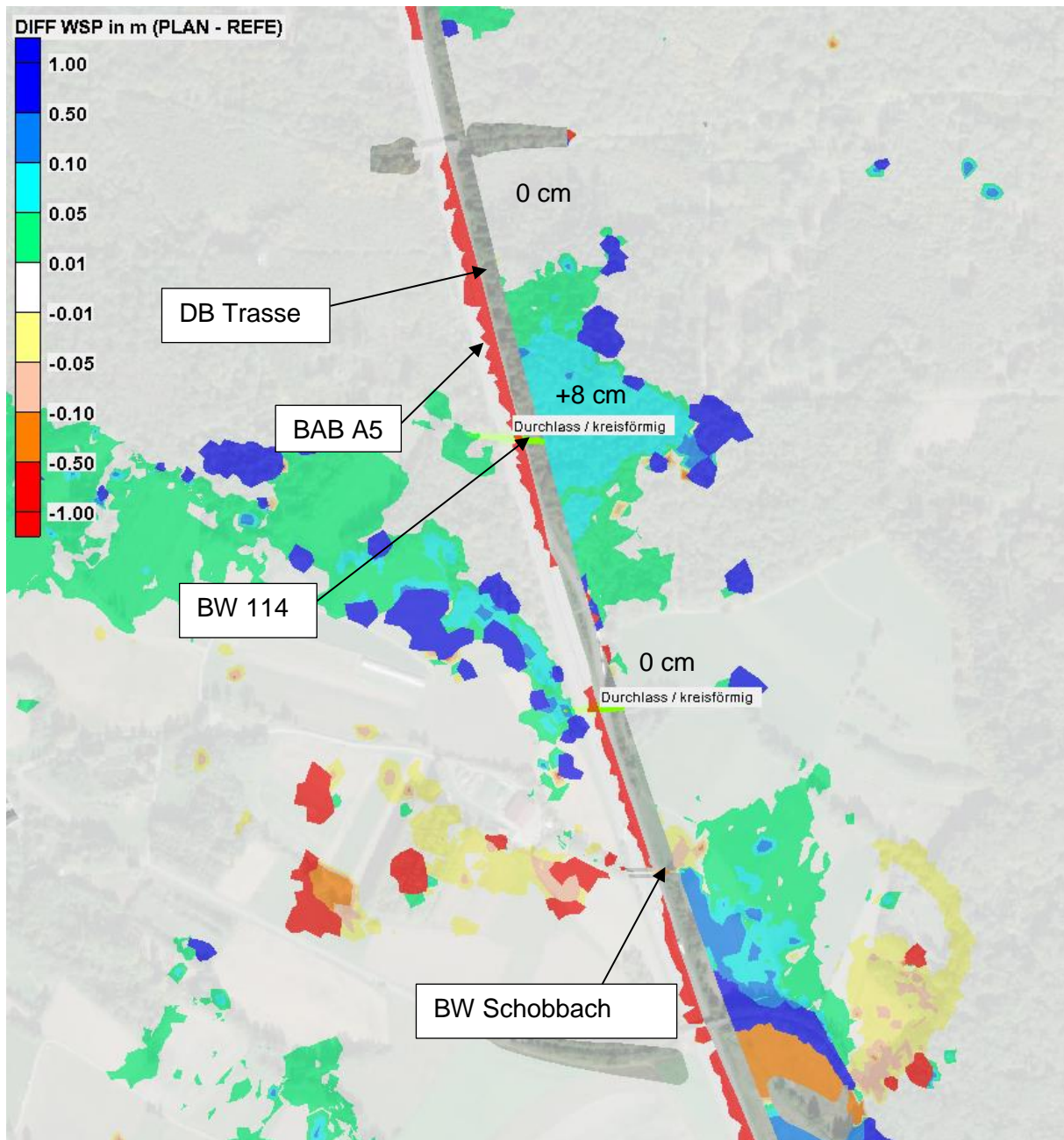


Abbildung 6-10: Ergebnis WSP-Vergleich zwischen Planzustand mit Uferleitstruktur und Anpassung Durchlass (BW Nr. 114) und Referenzzustand bei HQ100

6.5 Berechnungsergebnisse für den Bereich beim Zubringer der L 114 an der Fernlache

Nach Aktualisierung des Geländes im 2D-Modell des Planzustands, wie in Kapitel 4.3 beschrieben, ist in Abbildung 6-11 zu erkennen, dass der Bereich nördlich des Zubringers der L 114 bei HQ100 ebenfalls überflutet wird. Das Wasser gelangt durch den Wartungsdurchgang (1,0 x 2,0 m) dort hin. Der nördlich des Zubringers der L 114 gelegene See ist sowohl im Planzustand als auch im Referenzzustand von den HQ100-Überflutungsflächen betroffen, vgl. hierzu Abbildung 6-12.

Durch den Wartungsdurchgang fließen beim HQ100 im Planzustand maximal 0,7 m³/s.

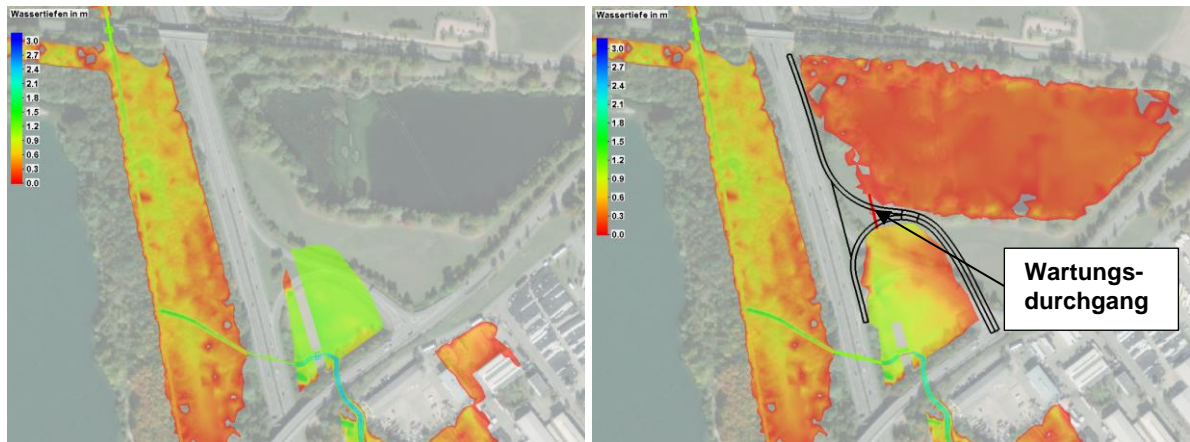


Abbildung 6-11: 2D-Modellausschnitt Zubringer L 114 für Planzustand (HQ100); links vor und rechts nach Geländeaktualisierung

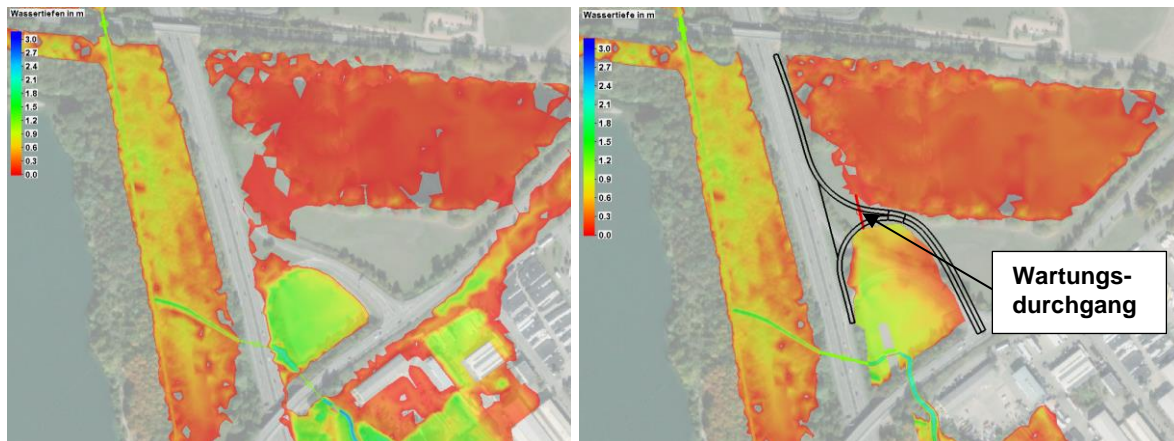


Abbildung 6-12: 2D-Modellausschnitt Zubringer L 114 für Referenzzustand (links) und Planzustand nach Geländeanpassung (rechts) bei HQ100

6.6 Berechnungsergebnisse nach Anpassung des rechten Ufers am Schobbach

Die Berechnungsergebnisse für den Planzustand nach Anpassung des rechten Ufers am Schobbach zeigen keine signifikanten Änderungen in den Überflutungsflächen und Wasserspiegellagen nördlich des Bauwerks Nr. 408 (NBS-km 195,318) und östlich der BAB A5, vgl. hierzu Abbildung 6-13.

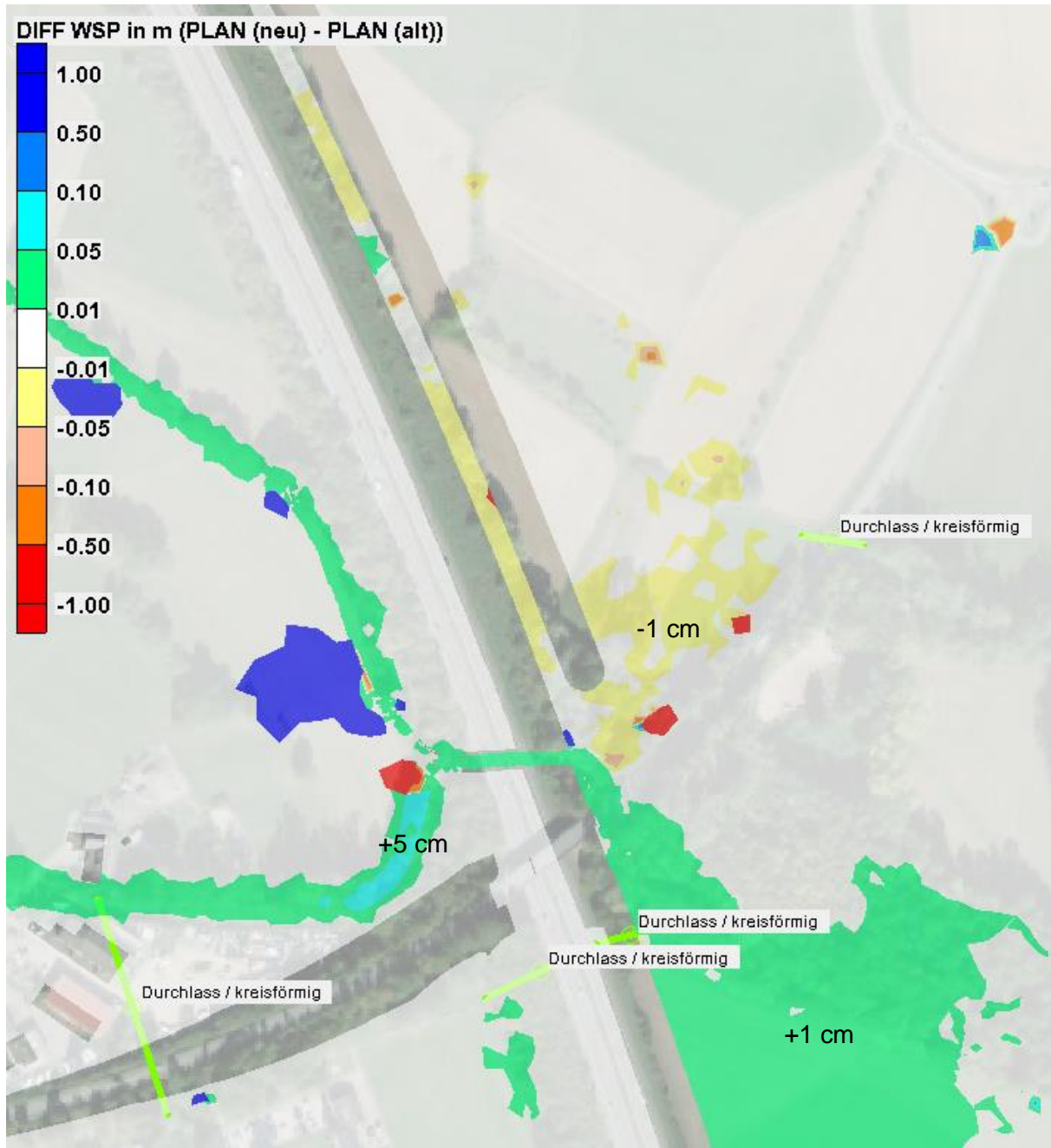


Abbildung 6-13: Ergebnis aus WSP-Vergleich zwischen Planzustand (nach Uferanpassung) und Planzustand (Stand 2016) bei HQ100 am Schobbach

6.7 Ergebnisse der Abflussermittlung

Die Ergebnisse der Abflussermittlung können der Tabelle in Anlage 2 entnommen werden. Die Abflussermittlung an geometrisch abgebildeten Bauwerken oder im Gewässer erfolgte mithilfe von Kontrollquerschnitten, die vor den hydraulischen Berechnungen definiert wurden. Dabei ist zu beachten, dass es Unsicherheiten in den ermittelten Abflussscheitelwerten geben kann. Die Größe der Unsicherheit hängt von der Netzstruktur sowie der jeweiligen Strömungssituation ab. Bei gut gelegenen Kontrollquerschnitten sollte der Fehler in der Abflussermittlung im Promillebereich liegen. Bei ungünstig platzierten Kontrollquerschnitten kann der Fehler bei der Abflussermittlung hingegen bis zu mehrere Prozent betragen.

Bei Bauwerken, die mithilfe von 1D-Elementen im 2D-Modell abgebildet wurden, konnte der Abfluss aus der Ergebnisdatei „BW_TMP.dat“ von HYDRO_AS-2D ausgelesen werden.

An Bauwerken, an denen weder Kontrollquerschnitte noch 1D-Elemente definiert wurden - das betrifft in der Regel Bauwerke aus dem HWGK-Modell - konnte der Abfluss, wenn überhaupt, nur noch nach der Berechnung mithilfe der Software SMS ermittelt werden. Bei diesem Verfahren kann sich die Unsicherheit in den ermittelten Abflussscheitelwerten noch weiter erhöhen, weil die Ergebnisse von der gewählten Zeitschrittgröße für das Herausschreiben der Ergebnisdaten abhängen. Dass der maximale Abfluss in den zur Verfügung stehenden Ergebnisdaten enthalten ist, kann dabei nicht garantiert werden.

7 Auslieferung Berechnungsergebnisse

Die Berechnungsergebnisse für den hier betrachteten Referenz- und Planzustand wurden für einen Modellausschnitt an den AG ausgeliefert. Der Modellausschnitt wurde so gewählt, dass die Auswirkungen der hier untersuchten Bereiche abgedeckt sind. Folgende Daten wurden ausgeliefert:

- Depth.dat
- WSPL.dat
- WSPL_max.dat
- VELOC.dat
- BW_TMP.dat
- Qstrg.dat
- 2dm-Modellausschnitt

8 Literatur und verwendete EDV-Programmsysteme

Fichtner Water & Transportation GmbH (2019): Digitale Daten, Vorgaben für Neudimensionierung der Querungsbauwerke im EXCEL-Format, Freiburg.

Fichtner Water & Transportation GmbH (2020a): Vermessungsdaten mit Fotos für den Feuerbach, Freiburg.

Fichtner Water & Transportation GmbH (2020b): Geländedaten des Firmengeländes Hermes in Nimburg im Raster-Format, Freiburg.

Fichtner Water & Transportation GmbH (2020c): Digitale Daten, Lage Verwaltung Hermesgelände am Feuerbach im Shape-Format, Freiburg.

Fichtner Water & Transportation GmbH (2020d): Digitale Daten, Höhenplan geplanter Zubringer der L 114 im DWG-Format, Freiburg.

Hydrotec (2016): 2D-Modelle aus Projekt „DB-Neubaustrecke Karlsruhe - Basel 2D-HN-Simulation im PfA 8.1, Planzustand“, Aachen.

Verwendete EDV-Programmsysteme

ArcGIS Desktop®, Version 10.6 - ESRI, Redlands (CA), USA

AutoCAD, Version Civil 3D 2018 - Autodesk, San Rafael (CA), USA

HYDRO_AS-2D, Version 4.2.1 - Dr. M. Nujić, Rosenheim / Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen

SMS, Version 13 - AQUAVEO, Provo (Utah), USA