

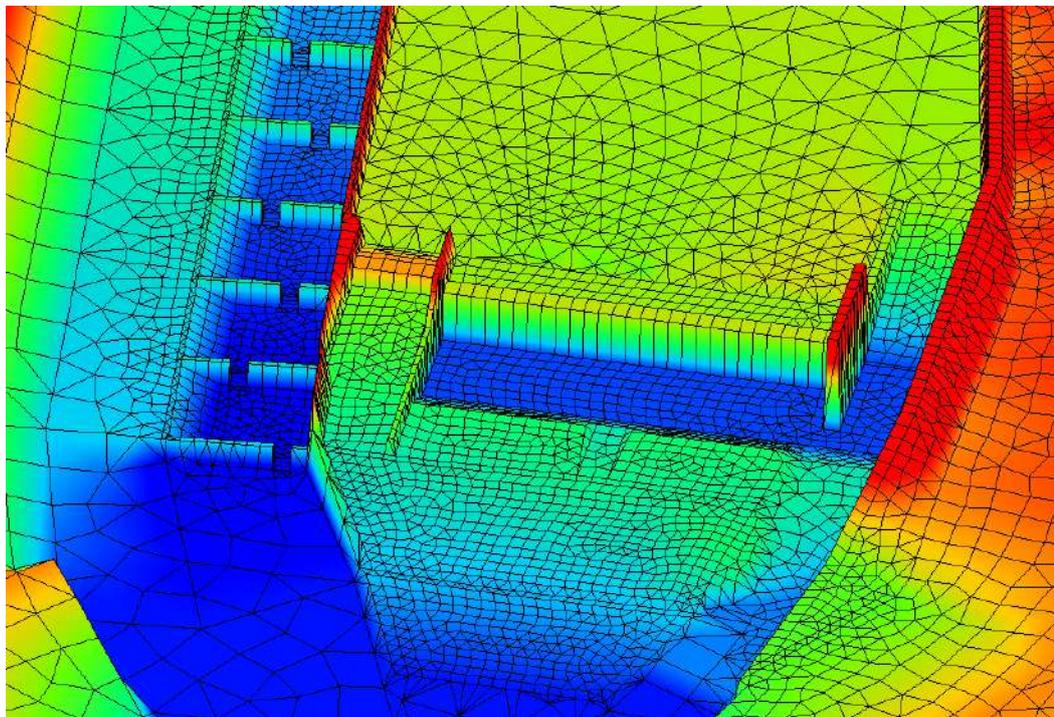
Umbaumaßnahmen am Schnapperwehr in Haslach

**Erläuterungsbericht zum
wasserrechtlichen Genehmigungsantrag gem. §68 WHG**

ANLAGE 9 - Hydraulische Berechnungen

Projektbericht

**Nachweis Hochwasserverträglichkeit am
Schnapperwehr in Haslach**



Auftraggeber

Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH, Aachen

Aachen, Januar 2022

Impressum

Verfasser	Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH Bachstraße 62-64 52066 Aachen +49 241 94689 0 mail@hydrotec.de www.hydrotec.de
Auftraggeber	Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH, Aachen
Projektbetreuung	Dipl.-Ing. Malte Hoffmann (IB Floecksmühle)
Autoren	Dipl.-Ing. Simone Roggero Dipl.-Landsch.-Ökol. Katja Erdmann Dipl.-Geogr. Lisa Friedeheim
Bildnachweis	Das Titelbild zeigt einen Ausschnitt aus dem 2D-Modell. (Quelle: Hydrotec)
Stand	Januar 2022
Projektnummer	P2155

© 2022 Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

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. Die Vervielfältigung von Teilen des Werkes ist nur zulässig, wenn die Quelle genannt wird.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Anlagenverzeichnis	IV
1 Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2 Daten- und Berechnungsgrundlage	1
2.1 Geodaten	1
2.2 Hydrologie.....	2
3 Istzustand	3
4 Planzustand	5
5 Hydraulische Berechnungen	11
6 Ergebnisse	13
6.1 Vergleich Istzustand HWGK-AF und HWGK-E.....	13
6.2 Vergleich Planzustand und Istzustand.....	16
7 Zusammenfassung und Fazit	20
8 Literatur und verwendete EDV-Programmsysteme	21

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Übersichtsplan Lage Schnapperwehr (Quelle: IB Floecksmühle, Stand 12/2017)	1
Abbildung 2-1:	Höhendifferenzen zwischen Befliegung 2019 und 2009 im Bereich des Schnapperwehrs.....	2
Abbildung 3-1:	Verwendete Höhendaten und Netzaufbereitung, lila schraffiert: Höheninterpolation aktuelle Befliegungsdaten auf bestehendes Netz, blau schraffiert: neues Netz aus aktuellen Befliegungsdaten, schwarz: Bruchkanten Schnapperwehr aus terrestrischer Vermessung, Hintergrund: Raster der Neubefliegung und TK50	3
Abbildung 3-2:	Ausschnitt Lageplan Vermessung Bestand (Ingenieurteam Trenkle 2014)	4
Abbildung 3-3:	3D-Ansicht Schnapperwehr im hydraulischen Modell der HWGK-E (gegen die Fließrichtung).....	4
Abbildung 4-1:	Bereich Schnapperwehr, Abzweig Gewerbekanal und geplante Fischaufstiegsanlage, verschwenkter Bereich rot markiert (Entwurfsanpassung IB Floecksmühle 2021)	5
Abbildung 4-2:	Ausschnitt Lageplan und Planung FAA (Hydro Energie Roth 2021)	6
Abbildung 4-3:	3D-Ansicht Wehr und Tosbecken, Ausschnitt aus dem hydraulischen 2D-Modell	6
Abbildung 4-4:	Längsschnitt Schnapperwehr mit gelegter Wehrklappe (blau) (Hydro Energie Roth 2019)	7
Abbildung 4-5:	3D-Ansicht Wehr und Tosbecken, Detailausschnitt aus dem hydraulischen 2D-Modell	7
Abbildung 4-6:	Längsschnitt Flößergasse mit schematischer Abbildung im hydraulischen Modell (schwarz-rote Linie) (Hydro Energie Roth, modifiziert von IB Floecksmühle 2019).....	8
Abbildung 4-7:	3D-Ansicht Flößergasse und Trennwand, Ausschnitt aus dem hydraulischen 2D-Modell	8
Abbildung 4-8:	3D-Ansicht Geschiebe- und Entlastungsschütz, Ausschnitt aus dem hydraulischen 2D-Modell	9
Abbildung 4-9:	Ausschnitt Lageplan Sohlhöhen Unterwasser (Hydro Energie Roth 2019)	9
Abbildung 4-10:	Ausschnitt Lageplan und Schnitt Fischaufstiegsanlage (Entwurfsplanung Hydro Energie Roth, April 2017).....	10
Abbildung 4-11:	3D-Ansicht Fischaufstiegsanlage, Ausschnitt aus dem hydraulischen 2D-Modell	10
Abbildung 4-12:	3D-Ansicht Einlauf Gewerbekanal, Ausschnitt aus dem hydraulischen 2D-Modell	11
Abbildung 6-1:	Wasserspiegeldifferenz HQ010 (farblich abgestuft) Istzustand HWGK-AF im Vergleich zum Istzustand HWGK-E (Ergebnisse aus SMS)	13
Abbildung 6-2:	Wasserspiegeldifferenz HQ050 (farblich abgestuft) Istzustand HWGK-AF im Vergleich zum Istzustand HWGK-E (Ergebnisse aus SMS)	14
Abbildung 6-3:	Wasserspiegeldifferenz HQ100 (farblich abgestuft) Istzustand HWGK-AF im Vergleich zum Istzustand HWGK-E (Ergebnisse aus SMS)	15
Abbildung 6-4:	Wasserspiegeldifferenz HQextrem (farblich abgestuft) Istzustand HWGK-AF im Vergleich zum Istzustand HWGK-E (Ergebnisse aus SMS).....	15

Abbildung 6-5:	Wasserspiegeldifferenz (farblich abgestuft) im Planzustand im Vergleich zum Istzustand (HQ100); rot = Wasserspiegelanstieg im Planzustand, blau = Wasserspiegelabfall im Planzustand (Ergebnisse aus SMS).....	16
Abbildung 6-6:	Wasserspiegeldifferenz (farblich abgestuft) im Planzustand im Vergleich zum Istzustand (HQ100); rot = Wasserspiegelanstieg im Planzustand, blau = Wasserspiegelabsenkung im Planzustand (Ergebnisse aus SMS).....	17
Abbildung 6-7:	Kontrollquerschnitt mit Wasserspiegellagen, Sohlhöhen und maximale Fließgeschwindigkeit HQ100 im Planzustand im Vergleich zum Istzustand (HQ100); Lage des Kontrollquerschnitts	18
Abbildung 6-8:	Wasserspiegel HQ100 entlang des rechtsseitigen Damms im Plan- und Istzustand sowie Geländeverlauf im rechten Vorland, Lage des Längsschnitts.....	19

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Scheitelabflüsse der Berechnungsjährlichkeiten im Bereich Schnapperwehr	3
--------------	---	---

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Hydraulischer Längsschnitt mit den Wasserspiegellagen HQ100 für den Istzustand (HWGK-AF) und den (angepassten) Planzustand
Anlage 2:	Querprofile mit den Wasserspiegellagen HQ100 für den Istzustand (HWGK-AF) und den (angepassten) Planzustand
Anlage 3:	Überflutungsflächen Rohergebnisse HQ100 für den Istzustand (HWGK-AF) und den (angepassten) Planzustand
Anlage 4:	pdf-Dokumente Ergebnispräsentation Termine

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

An der Kinzig in Haslach soll das Schnapperwehr umgebaut und die Durchgängigkeit gemäß §34 WHG durch die Errichtung von Anlagen zu Fischaufstieg, Fischschutz- und -abstieg hergestellt werden. Das zzt. aus drei Schützen bestehende Wehr soll durch ein Stahlklappenwehr ersetzt werden. Die Auswirkungen der geplanten Anlagen auf die Wasserspiegellage eines HQ100 sollen im Rahmen der wasserrechtlichen Genehmigung untersucht werden.

Im zu untersuchenden Bereich wurden von Hydrotec die Hochwassergefahrenkarten der Ersterstellung (HWGK-E) Baden-Württemberg, hier Teilbearbeitungsgebiet (TBG) 321, mit einem 2D-Modell abgebildet (Hydrotec 2015). Für den Vergleich des zu untersuchenden Planzustandes mit dem Referenzzustand wurde das HWGK-Modell unter Berücksichtigung von vorliegenden Bestandsvermessungen im Bereich des Wehres deutlich verfeinert. Des Weiteren wurde die aktuelle Laserscanbefliegung berücksichtigt. Das so entstandene hoch aufgelöste Modell wurde im Rahmen der anlassbezogenen Fortschreibung der Hochwassergefahrenkarte (HWGK-AF) und als Istzustand für den Vergleich mit dem Planzustand verwendet.

Die folgende Abbildung zeigt einen Übersichtsplan zur Lage des Schnapperwehres.



Abbildung 1-1: Übersichtsplan Lage Schnapperwehr (Quelle: IB Floecksmühle, Stand 12/2017)

Hydrotec wurde von der Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH (IB Floecksmühle), Aachen, am 21.09.2020 mit den hydraulischen Berechnungen im Zusammenhang mit der anlassbezogenen Fortschreibung im Bereich des Schnapperwehres beauftragt.

2 Daten- und Berechnungsgrundlage

2.1 Geodaten

Basis für den Istzustand waren folgende Unterlagen:

- Querprofilvermessung (2009)
- Bestandsvermessung mit Höhen und Katasterdaten (Ingenieurteam Trenkle 2014) und
- Zuordnung von Rauheits- und Bewuchsparametern etc.

Das digitale Geländemodell (DGM) wurde als Basis für die Geländestruktur außerhalb der Bestandsvermessung verwendet.

Eingangsdaten sind:

- eine Laserscan-Befliegung (aus den Jahren 2006 und 2019),
- ein Gewässerschlauch auf Basis der Daten aus der terrestrischen Profilvermessung und der terrestrischen Vermessung (Ingenieurteam Trenkle 2014) und
- hydraulisch wirksame Strukturen wie Dämme.

Diese Daten wurden zu einem ESRI-Terrain zusammengefasst, aus dem ein ESRI-GRID (Raster) mit der Maschenweite 0,5 x 0,5 m abgeleitet wurde.

Laserscan-Befliegung

Für die Erstellung der HWGK-AF wurde im hydraulischen Einflussbereich des Schnapperwehrs die neue Laserscan-Befliegung aus dem Jahr 2019 verwendet. Die aktuelle Befliegung wurde in ETRS89 als PunktraSTER im 0,5 m-Abstand zur Verfügung gestellt. Für die weitere Verarbeitung der Höhenpunkte wurden diese ins Koordinatensystem DHDN3 umgewandelt und die Höhendifferenz zwischen dem Bezugssystem der Neubefliegung (DHHN2016) und der Befliegung 2009 (DHHN12) ausgeglichen. Die Z-Koordinaten der Neubefliegung wurden um 4,2 cm angehoben.

Folgende Abbildung 2-1 verdeutlicht die Differenzen zwischen den beiden Befliegungen. Im Gewässerbett der Kinzig ist die Höhe aus der Laserscanbefliegung durch den Wasserspiegel beeinflusst. Durch die Glättung bzw. lineare Interpolation der Höhendaten zwischen Damm und Kinzig in den Daten des DGM HWGK-E sind größere Höhenabweichungen vorhanden.

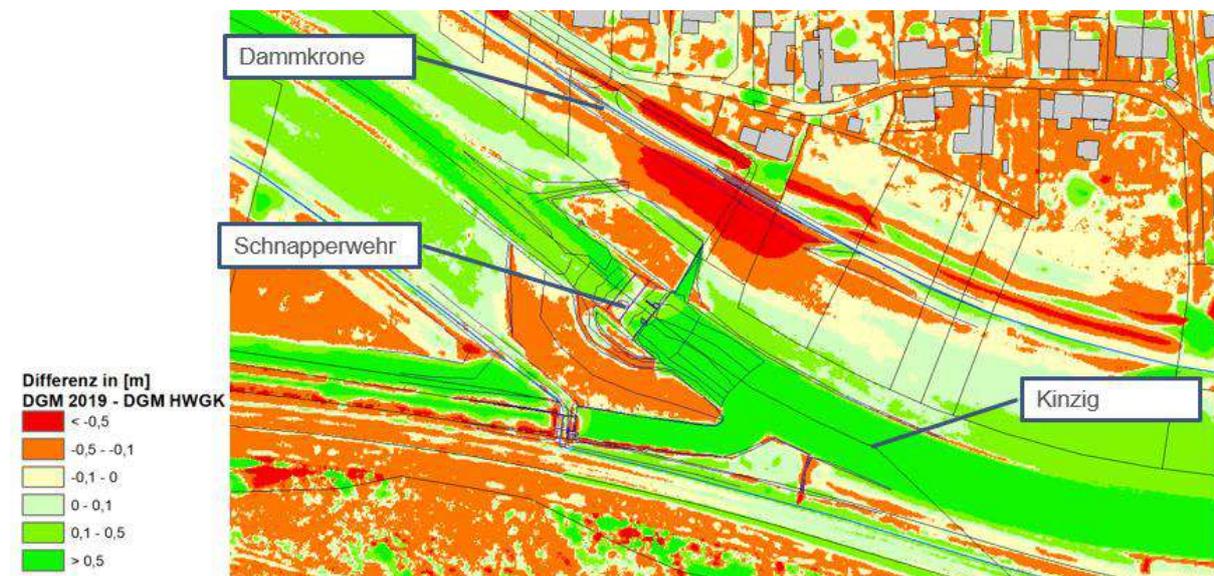


Abbildung 2-1: Höhendifferenzen zwischen Befliegung 2019 und 2009 im Bereich des Schnapperwehrs

2.2 Hydrologie

Die Abflüsse der Kinzig im Bereich des Schnapperwehrs stammen aus der landesweit durchgeführten Regionalisierung, die Grundlage für die HWGK-Berechnung war (Hydrotec 2015). Änderungen in der Hydrologie sind nach Angaben des LRA Ortenaukreis für die HWGK-AF nicht zu betrachten (Herr Thiel, E-Mail vom 27.05.2020).

Folgende Abflüsse wurden für die Berechnungen angesetzt:

Tabelle 2-1: Scheitelabflüsse der Berechnungsjährlichkeiten im Bereich Schnapperwehr

Jährlichkeit	Scheitelabfluss in m ³ /s
HQ10	447,07
HQ50	656,30
HQ100	750,52
HQextrem	1.166,36

3 Istzustand

Basis des Istzustands bildet das hydraulische Modell der Erstellung der Hochwassergefahrenkarte (HWGK-E). In diesem Modell wurde nach Absprache mit dem LRA Ortenaukreis und dem RP Freiburg der Bereich zwischen den Böschungsoberkanten der Kinzig und den Dammfüßen neu aufgebaut und die Höhen aus der aktuellen Befliegung (2019) verwendet. Im Bereich hinter den Hochwasserdämmen wurden die Höhen aus der Neubefliegung auf das bestehende Netz interpoliert. Die Dammkronen und das Gewässerbett der Kinzig wurden unverändert aus dem bestehenden hydraulischen Modell übernommen (für den Bereich Schnapperwehr siehe weiter unten).

In Abbildung 3-1 sind die Bereiche mit der Höheninterpolation aus den aktuellen Befliegungsdaten ersichtlich. In Fließrichtung weiter oberhalb bzw. unterhalb wurde das bestehende Berechnungsnetz nicht verändert.

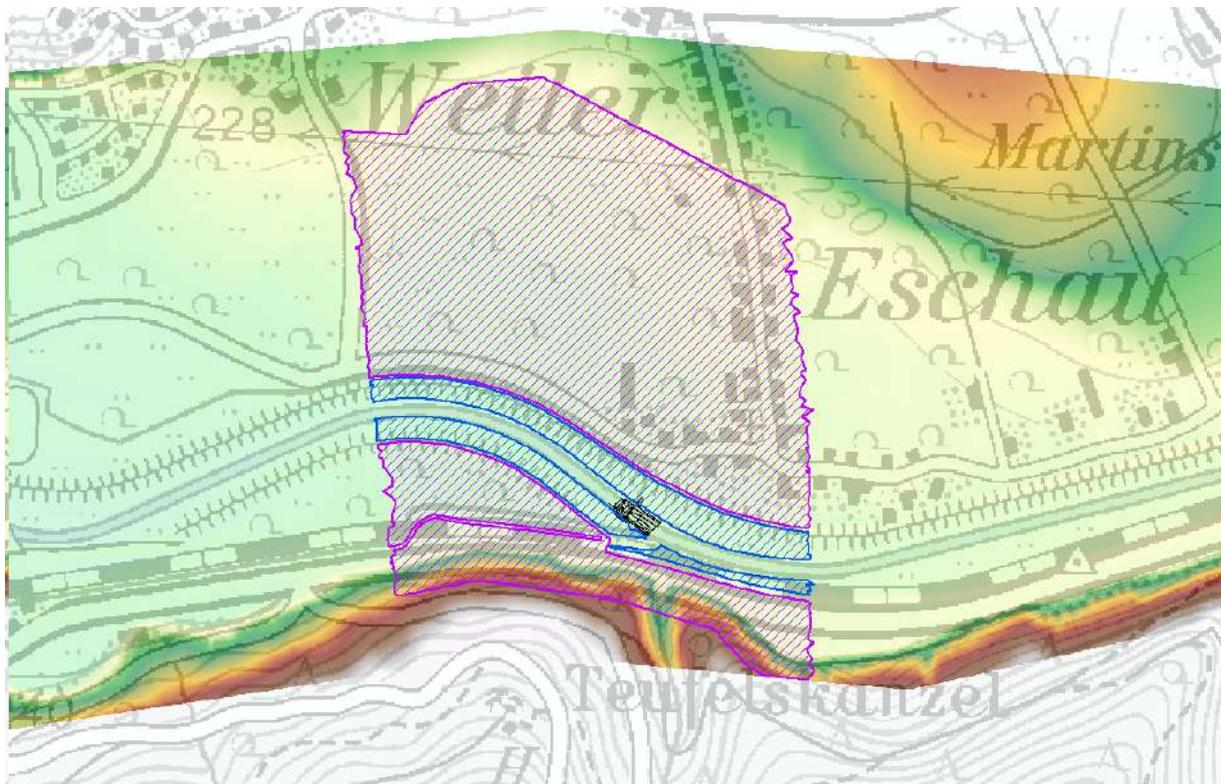


Abbildung 3-1: Verwendete Höhendaten und Netzaufbereitung, lila schraffiert: Höheninterpolation aktuelle Befliegungsdaten auf bestehendes Netz, blau schraffiert: neues Netz aus aktuellen Befliegungsdaten, schwarz: Bruchkanten Schnapperwehr aus terrestrischer Vermessung, Hintergrund: Raster der Neubefliegung und TK50

Eine hochaufgelöste Vermessung des Bestands im (aquatischen) Bereich des Schnapperwehrs wurde vom Ingenieurteam Trenkle (2014) durchgeführt. Folgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus dem Lageplan:



Abbildung 3-2: Ausschnitt Lageplan Vermessung Bestand (Ingenieurteam Trenkle 2014)

Die Höheninformationen wurden in ArcGIS in Bruchkanten aufbereitet und die Daten wurden in das 2D-Modell sowie in das Geländemodell (Terrain, DGM) übernommen. Rauheitsparameter wurden aus der Studie von Hydrotec (2015) übernommen.

Die Tafeln im Schnapperwehr sind nach den Vorgaben der HWGK ausgelöst (hochgezogen) abgebildet.

In einem zweidimensionalen hydraulischen Modell ist es nicht möglich, die bewegliche Tafel des Schnapperwehrs geometrisch abzubilden. Unterhalb der Tafel kann sich kein Druckabfluss einstellen bzw. oberhalb der Tafel eine Überströmsituation. Aufgrund der besonderen Geometrie und Steuerung wurden die Wehrklappe und der „Schnapper“ mittels erhöhter Oberflächenrauheit (Stricklerbeiwert $k_{st} = 10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) berücksichtigt.

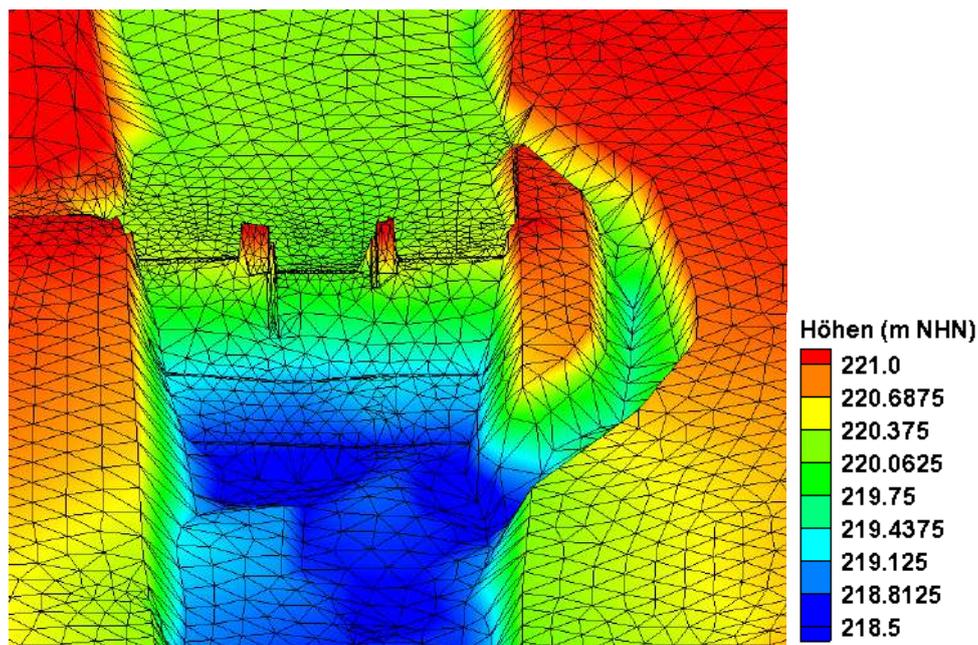


Abbildung 3-3: 3D-Ansicht Schnapperwehr im hydraulischen Modell der HWGK-E (gegen die Fließrichtung)

Einen Überblick über die räumliche Auflösung im hydraulischen Modell im Bereich des Schnapperwehrs im Bestand (Referenzzustand) gibt Abbildung 3-3.

Es wird angenommen, dass der im linken Vorland befindliche Gewerbekanal bei Hochwasser geschlossen ist.

4 Planzustand

Der Planzustand wurde auf Basis der vom IB Floecksmühle (2018 und 2021) und von Hydro Energie Roth (2019 und 2021) gelieferten Planungsdaten bzw. Entwurfsanpassungen erstellt. Die Planung des Wehrrumbaus besteht aus den Teilen Stahlklappenwehr, Geschiebe- und Entlastungsschutz, Flößergasse, Fischeaufstiegsanlage (FAA) und Einlauf des Gewerbekanal.

Im folgenden Kapitel wird nur der Planzustand zur Einreichung der Genehmigungsunterlagen detailliert beschrieben. Die vorherigen Planungen und die dazugehörigen Ergebnisse sind in Anlage 4 in pdf-Dokumenten beschrieben.

Angepasster Planzustand

Dieser Planzustand ist aufgrund der Ergebnisse des Planzustands auf Basis HWGK-AF entwickelt worden. Im Weiteren wird dieser Zustand nur Planzustand genannt.

Eine Übersicht der Planung ist in Abbildung 4-1 gegeben. Der Planzustand auf Basis der HWGK-AF wurde um den Geschiebe- und Entlastungsschutz ergänzt und die FAA wurde für die günstigere Anströmung entlang der Flurstücksgrenzen im oberen Bereich verschwenkt.

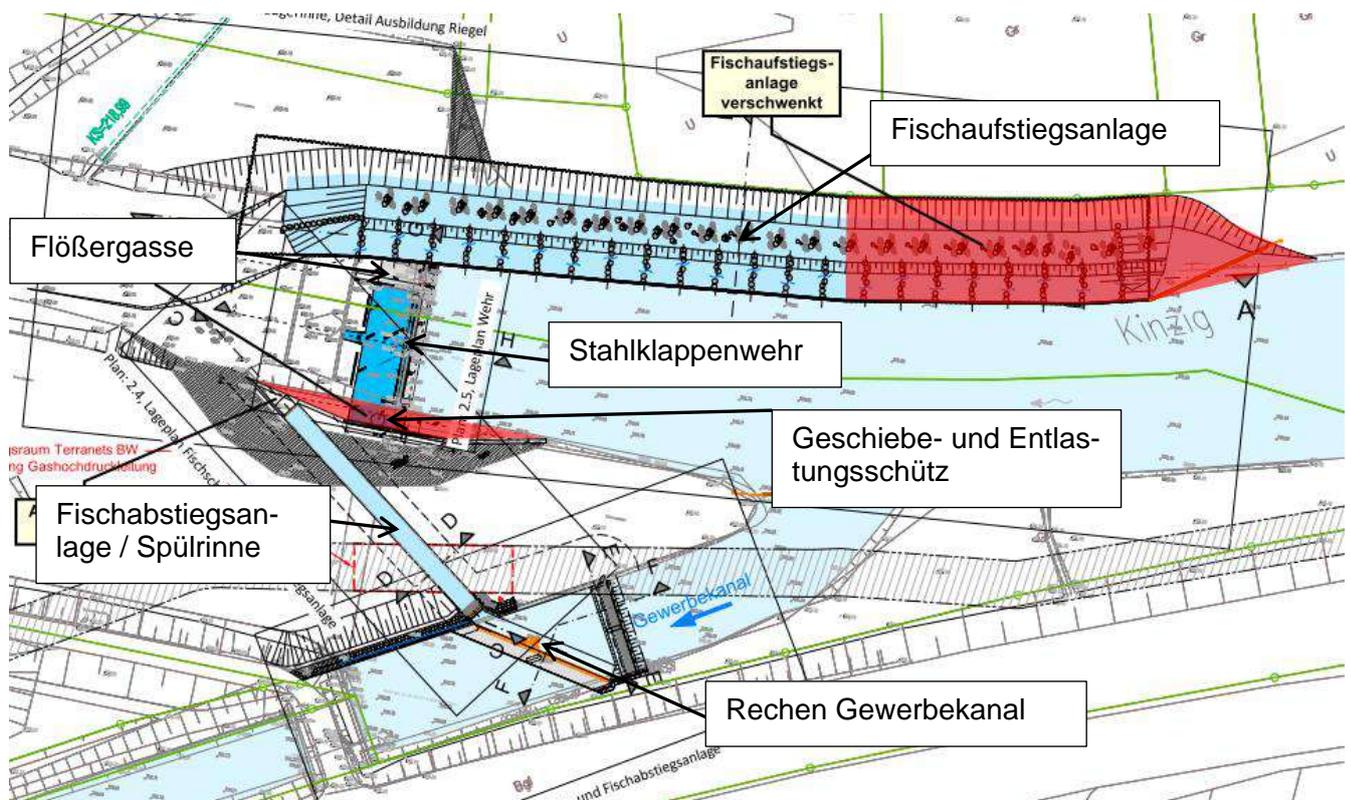


Abbildung 4-1: Bereich Schnapperwehr, Abzweig Gewerbekanal und geplante Fischeaufstiegsanlage, verschwenkter Bereich rot markiert (Entwurfsanpassung IB Floecksmühle 2021)

Einen Überblick über den Wehrbereich mit den verschiedenen Bauwerken gibt Abbildung 4-2.

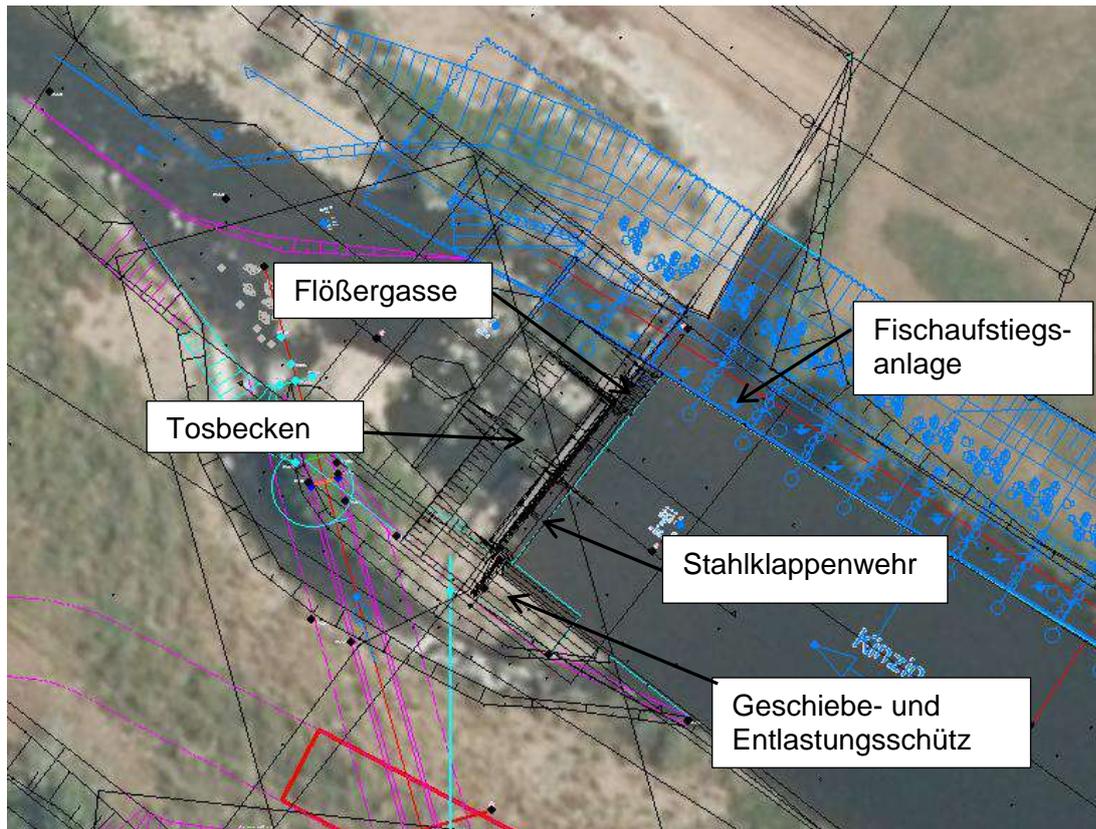


Abbildung 4-2: Ausschnitt Lageplan und Planung FAA (Hydro Energie Roth 2021)

Folgende Abbildung verdeutlicht die Darstellung des Wehrklappenbereichs mit Tosbecken im hydraulischen Modell:

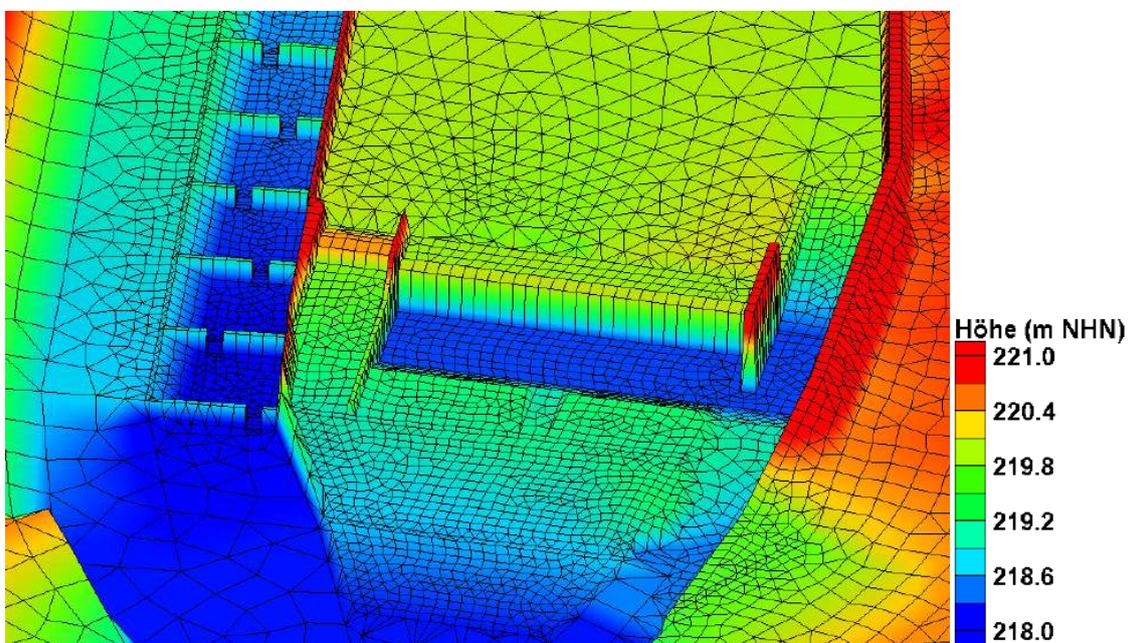


Abbildung 4-3: 3D-Ansicht Wehr und Tosbecken, Ausschnitt aus dem hydraulischen 2D-Modell

Die Klappe des Schnapperwehrs wurde für die hydraulische Berechnung des HQ100 gelegt mit einer Höhe von 220,14 m NHN abgebildet. Das Tosbecken im Unterwasser des Schnapperwehrs wurde mit einer konstanten Höhe von 218,20 m NHN abgebildet.

In Fließrichtung unterhalb wurde eine Schräge mit der Neigung 1:10 ausgebildet, um wieder an die vorhandene Sohlhöhe anschließen zu können. Das Tosbecken ist in der 3D-Ansicht in Abbildung 4-3 dargestellt.

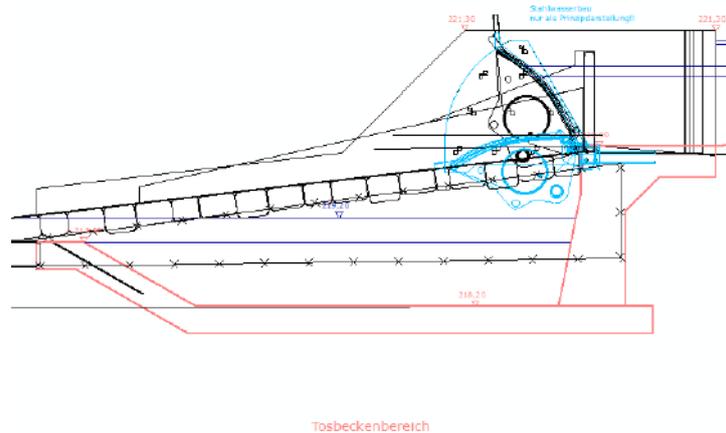


Abbildung 4-4: Längsschnitt Schnapperwehr mit gelegter Wehrklappe (blau) (Hydro Energie Roth 2019)

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die Darstellung des Wehrklappenbereichs mit Tosbecken im hydraulischen Modell.

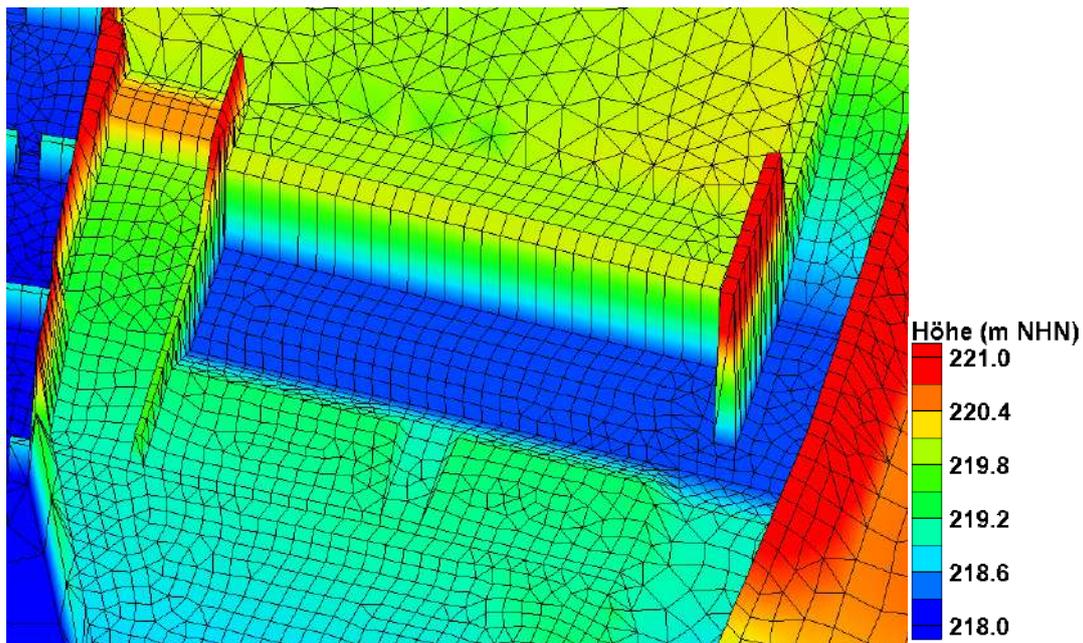


Abbildung 4-5: 3D-Ansicht Wehr und Tosbecken, Detailausschnitt aus dem hydraulischen 2D-Modell

Die Wehrklappe in der Flößergasse wurde im gelegten Zustand im hydraulischen Modell mit einer Höhe von 220,55 m NHN berücksichtigt (s. Abbildung 4-6). Die Bereiche unter den Klappen können in einem 2D-Modell nicht abgebildet und berechnet werden und wurden aus diesem Grund geschlossen im hydraulischen Modell abgebildet.

Die Trennwand zwischen Wehranlage und FAA wurde mit einer konstanten Höhe von 221,20 m NHN belegt.

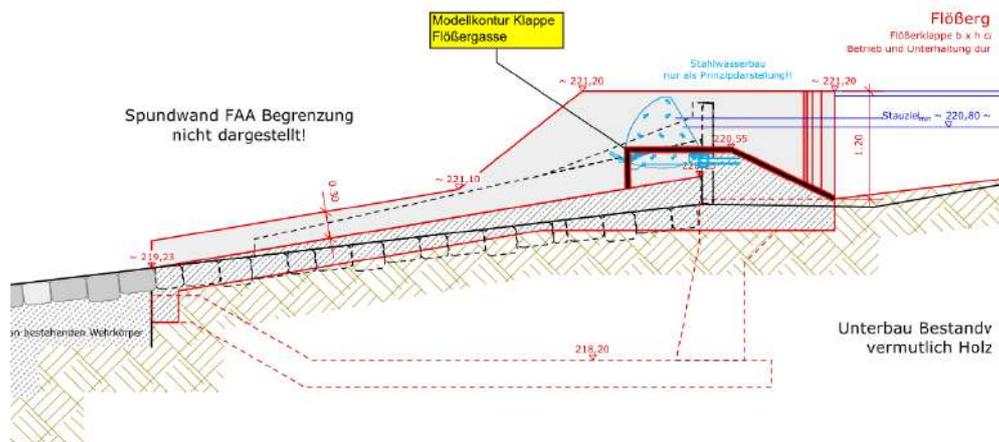


Abbildung 4-6: Längsschnitt Flößergasse mit schematischer Abbildung im hydraulischen Modell (schwarz-rote Linie) (Hydro Energie Roth, modifiziert von IB Floecks-mühle 2019)

Die Flößergasse und die Trennwand im hydraulischen Modell sind in Abbildung 4-7 dargestellt.

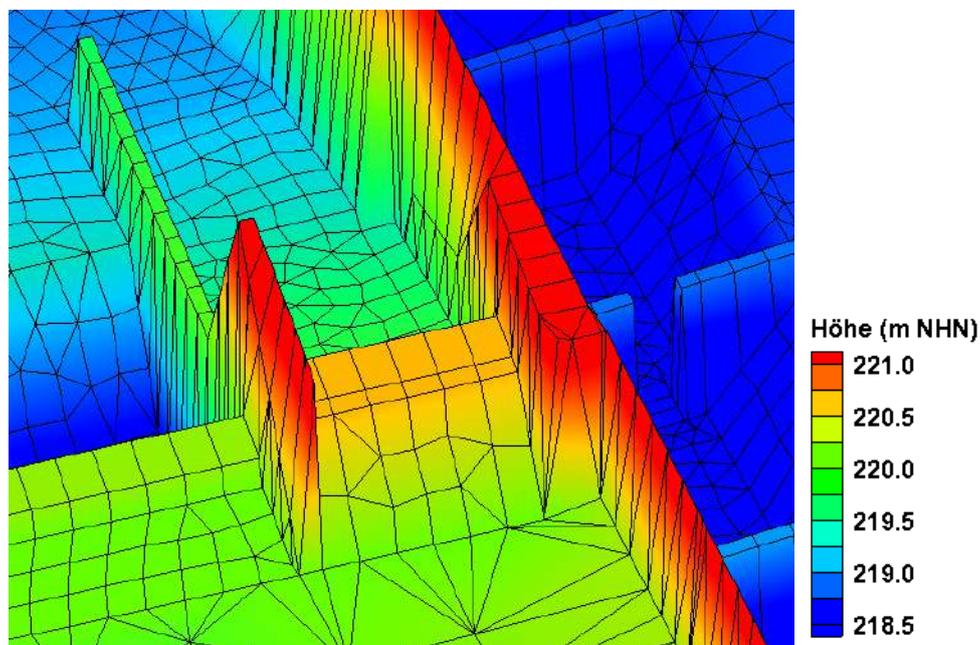


Abbildung 4-7: 3D-Ansicht Flößergasse und Trennwand, Ausschnitt aus dem hydraulischen 2D-Modell

Das Geschiebe- und Entlastungsschütz ist in Fließrichtung links neben dem Schnapperwehr angeordnet. Auf einer Breite von 3 m hat die 3,2 m hohe Schütztafel einen maximalen Hub von 3 m. Voll geöffnet liegt die Unterkante der Schütztafel bei 221,20 m NHN und die Oberkante entsprechend bei 224,4 m NHN. Im hydraulischen Modell des angepassten Planzustands wird die Schütztafel geöffnet abgebildet (Definition Konstruktionsunterkanten der Modellknoten in diesem Bereich).

Das Geschiebe- und Entlastungsschütz im hydraulischen Modell ist in Abbildung 4-8 dargestellt.

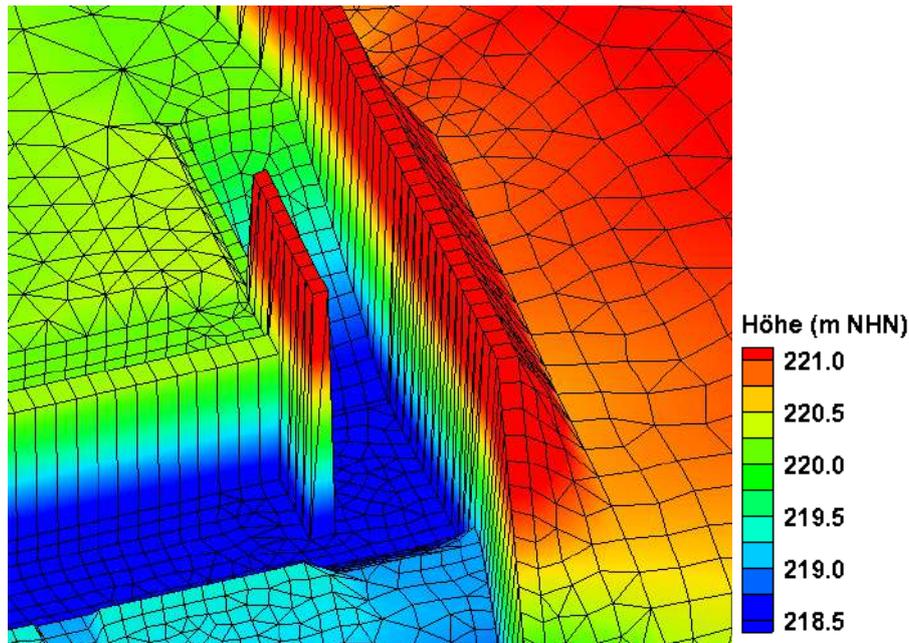


Abbildung 4-8: 3D-Ansicht Geschiebe- und Entlastungsschütz, Ausschnitt aus dem hydraulischen 2D-Modell

Das Tosbecken wurde nach Angaben von Hydro Energie Roth (2019) auf einer Höhe von 218,20 m NHN berücksichtigt. Weiter im Unterwasser wurde mittels einer Rampe das Tosbecken an den bestehenden Wehrkörper angeschlossen. Eine Übersicht über den Tosbeckenbereich ist in Abbildung 4-9 und eine 3D-Ansicht in Abbildung 4-3 gegeben.

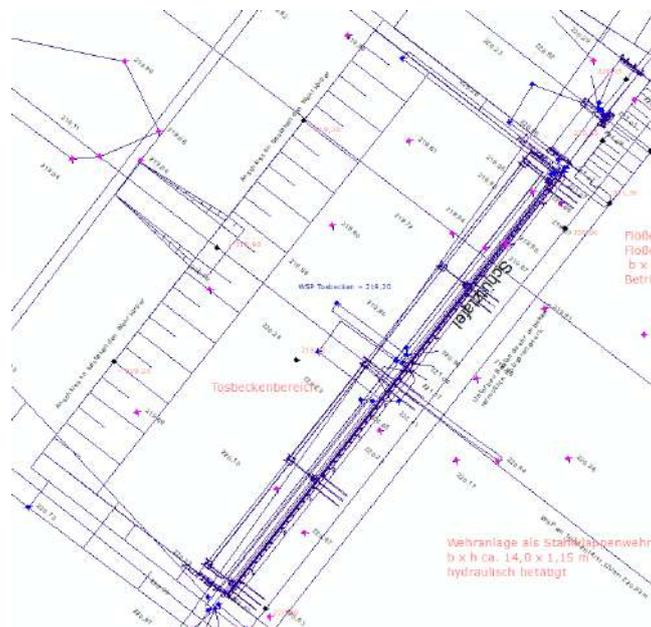


Abbildung 4-9: Ausschnitt Lageplan Sohlhöhen Unterwasser (Hydro Energie Roth 2019)

Die Geometrie der Fischaufstiegsanlage wurde vom AG zur Verfügung gestellt (Entwurfsplanung IB Floecksmühle, Dezember 2017, s. Abbildung 4-10).

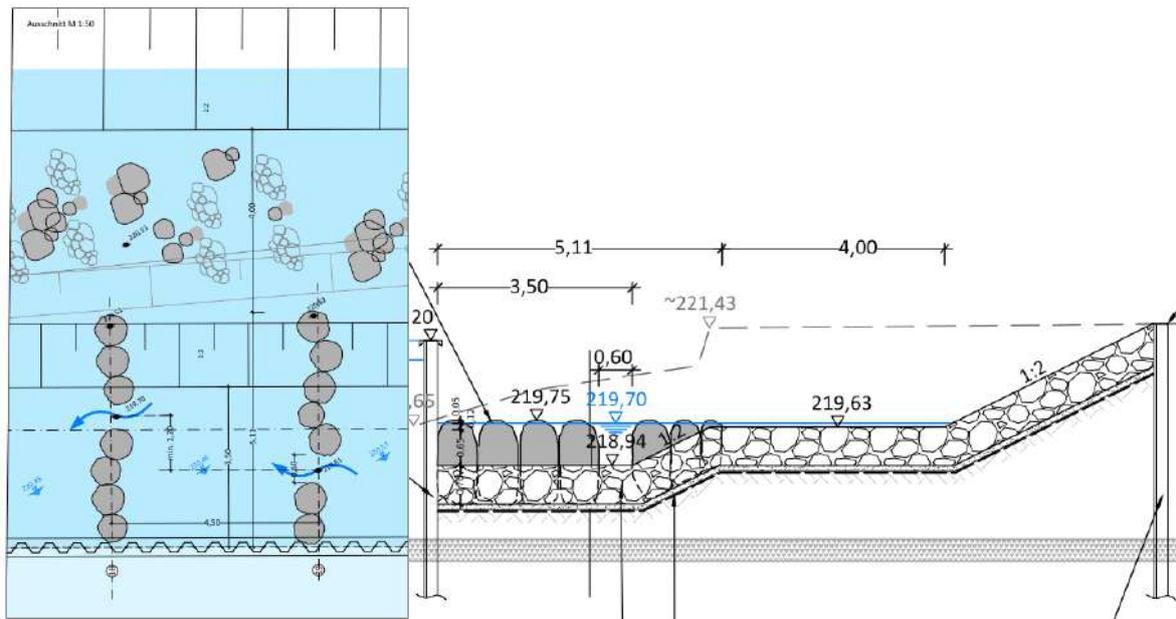


Abbildung 4-10: Ausschnitt Lageplan und Schnitt Fischaufstiegsanlage (Entwurfsplanung Hydro Energie Roth, April 2017)

Die FAA wurde mit zwei „Regelprofilen“ vereinfacht abgebildet. Die Regelprofile unterscheiden sich in der Lage der Riegelöffnung und wurden für die Abbildung der Fischtreppe in den Höhenangaben variiert. Abbildung 4-11 zeigt einen Ausschnitt der FAA im hydraulischen Modell:

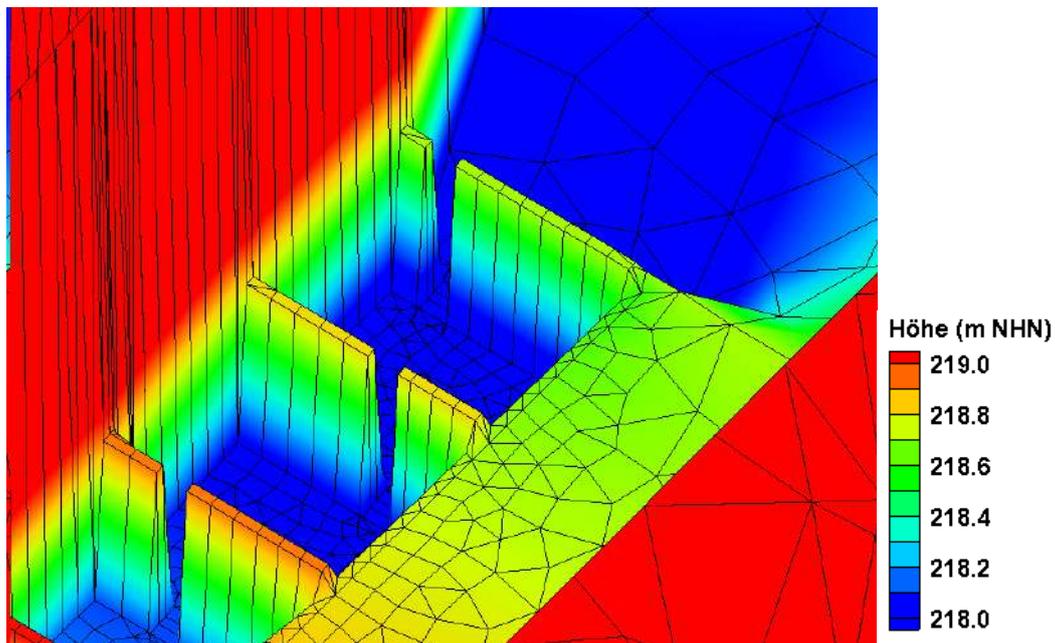


Abbildung 4-11: 3D-Ansicht Fischaufstiegsanlage, Ausschnitt aus dem hydraulischen 2D-Modell

Die Höheninformationen wurden in ArcGIS in Bruchkanten aufbereitet (s. Abbildung 4-2), die Daten wurden in das 2D-Modell sowie in das Geländemodell (Terrain, DGM) übernommen.

Die im Bestand vorhandene Fischaufstiegsanlage im linken Vorland wurde vollständig verfüllt und steht nicht mehr als Abflussquerschnitt zur Verfügung.

Der Steg im Einlaufbereich des Gewerbekanal wurde in das 2D-Modell mit Konstruktionsunterkante und einem Nodestring für die Abbildung des Überströmanteils übernommen.

Der Rechen im Einlaufbereich des Gewerbekanal wurde als „Wand“ abgebildet und kann beim HQ100 nur um- und nicht durchströmt werden (s. Abbildung 4-12). Die Fischabstiegsanlage / Spülrinne des Gewerbekanal wurde im 2D-Modell nicht abgebildet (unterirdischer Verlauf).

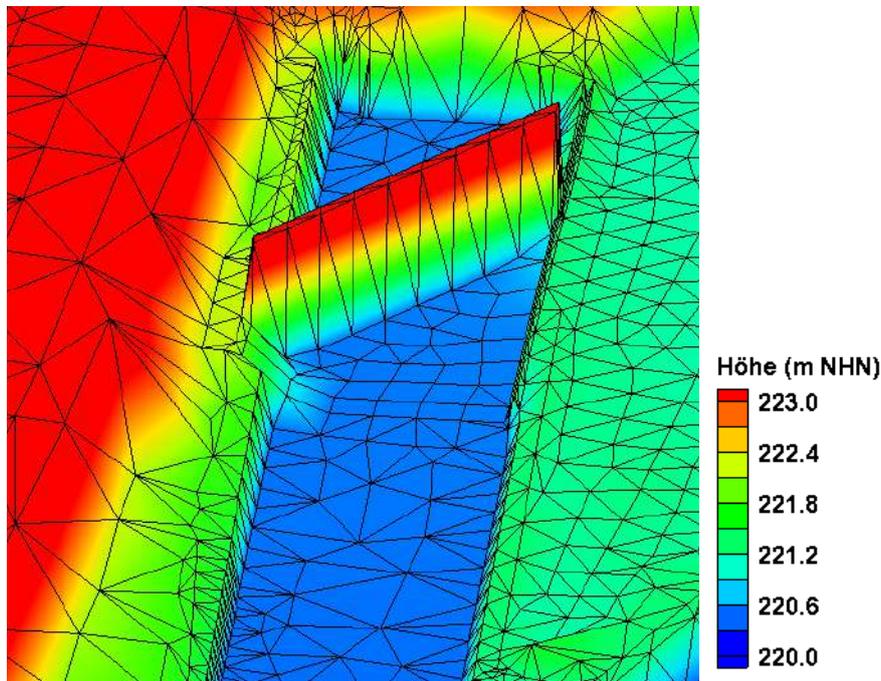


Abbildung 4-12: 3D-Ansicht Einlauf Gewerbekanal, Ausschnitt aus dem hydraulischen 2D-Modell

Die Rauheitsbeiwerte wurden aus dem HWGK-E-Modell übernommen (Hydrotec 2015). Im Bereich der FAA ist die Formrauheit durch die Abbildung der einzelnen Riegel berücksichtigt. Für die Oberflächenrauheit wurde der Stricklerbeiwert der Kinzig ($k_{st} = 40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) übernommen, da davon auszugehen ist, dass das Sohlmaterial der Kinzig sich zwischen den Riegeln und an der Böschung absetzt.

5 Hydraulische Berechnungen

Ziel der Untersuchung war es, den Ist- und Planzustand des Schnapperwehrs mittels zweidimensionaler hydrodynamisch-numerischer Modellierung abzubilden, um die Ergebnisse des Istzustands mit dem Planzustand vergleichen zu können.

Die hydraulischen Berechnungen wurden im Istzustand für die Jährlichkeiten HQ010, HQ050, HQ100 und HQextrem und im Planzustand für die Jährlichkeit HQ100 stationär durchgeführt.

Die zweidimensionale Modellierung der Kinzig wurde mit der Software HYDRO_AS-2D, aktuelle Version 5.2.4, 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 Viskositäts-ansatz und dem Ansatz einer über das Element konstanten Viskosität abgebildet.

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

6 Ergebnisse

Die Jährlichkeiten HQ010, HQ050, HQ100 und HQextrem wurden im Istzustand und HQ100 für den Planzustand stationär berechnet.

Die Berechnungsergebnisse wurden so aufbereitet, dass die Wasserspiegellagen als Rohergebnisse zur Auswertung vorlagen.

Die Berechnungsergebnisse wurden im Einflussbereich des Wehres aufbereitet. Im Unter- bzw. Oberwasser sind alle Wasserspiegellagen mit denen der HWGK-E identisch, sodass ein Anschluss an diese Flächen möglich ist.

6.1 Vergleich Istzustand HWGK-AF und HWGK-E

Der Wasserspiegel im Istzustand HWGK-AF weicht im Bereich des Schnapperwehrs bei allen berechneten Jährlichkeiten gegenüber dem Wasserspiegel HWGK-E ab. Direkt an und unterhalb der Wehrkrone steigt der Wasserspiegel zwischen den Hochwasserschutzdämmen bei der HWGK-AF um bis zu ca. 0,6 m an. Im Oberwasser des Schnapperwehrs sinkt der Wasserspiegel im Istzustand HWGK-AF um bis zu 0,8 m im Vergleich zum Wasserspiegel HWGK-E. Diese Wasserspiegellagedifferenzen verursachen aufgrund ihrer Lage zwischen den Dämmen keine großflächige Änderung in den Überflutungsflächen. Weiter im Ober- bzw. Unterwasser liegen die Wasserspiegeldifferenzen bei überwiegend +/- 0,1 m, wobei in Fließrichtung links der Wasserspiegel in der aktuellen Berechnung HWGK-AF steigt und abgesehen vom HQextrem der Wasserspiegel im rechten Vorland sinkt. Beim HQextrem sind Bereiche mit sinkendem und steigendem Wasserspiegel vorhanden.

Die Wasserspiegeldifferenzen sind überwiegend durch Berücksichtigung der terrestrischen Vermessung (verbesserte Abbildung des Schnapperwehrs) und mit der Netzerstellung zwischen den Dämmen unter Berücksichtigung der aktuellen Laserscanbefliegung zu erklären.

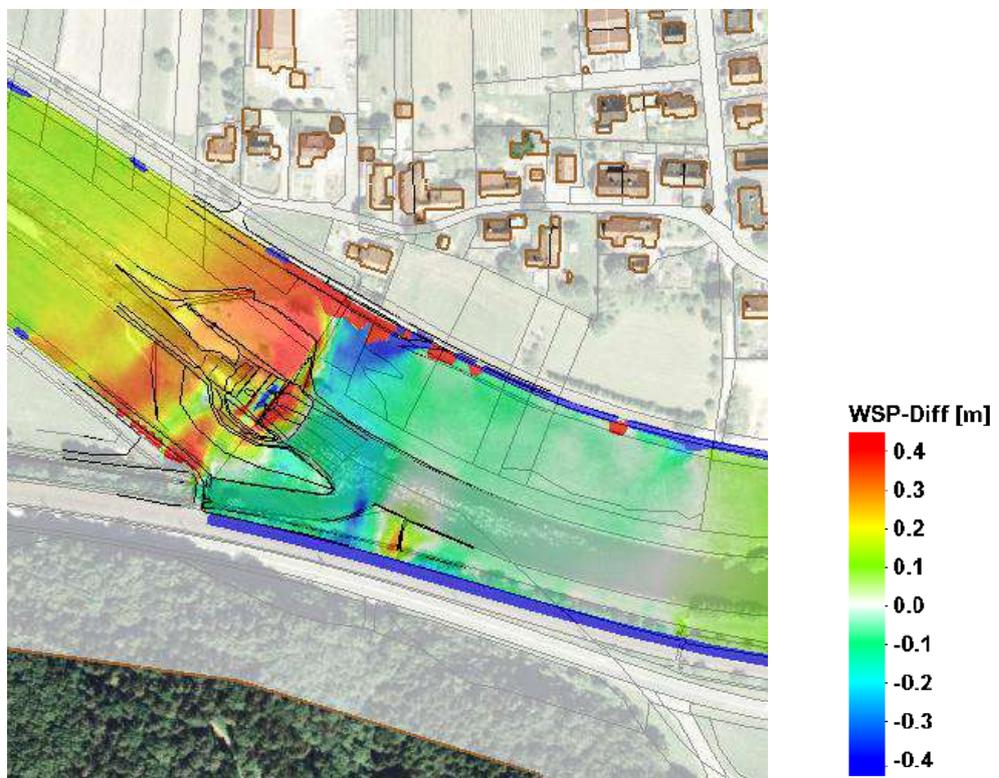


Abbildung 6-1: Wasserspiegeldifferenz HQ010 (farblich abgestuft) Istzustand HWGK-AF im Vergleich zum Istzustand HWGK-E (Ergebnisse aus SMS)

Eine Übersicht über die Wasserspiegeldifferenzen im Istzustand HWGK-AF im Vergleich zum Istzustand HWGK-E (positiver Wert (Rottöne) = WSP-Anstieg in HWGK-AF, negativer Wert (Blautöne) = WSP-Absenkung in HWGK-AF) für alle berechneten Jährlichkeiten ist in Abbildung 6-1 bis Abbildung 6-4 dargestellt.

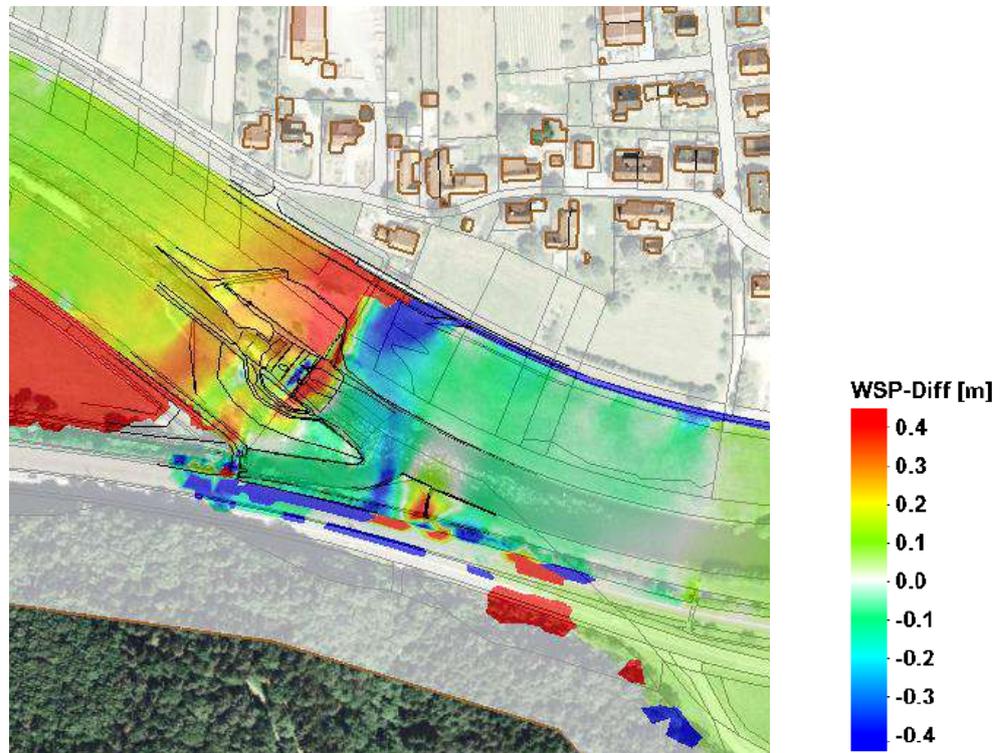


Abbildung 6-2: Wasserspiegeldifferenz HQ050 (farblich abgestuft) Istzustand HWGK-AF im Vergleich zum Istzustand HWGK-E (Ergebnisse aus SMS)

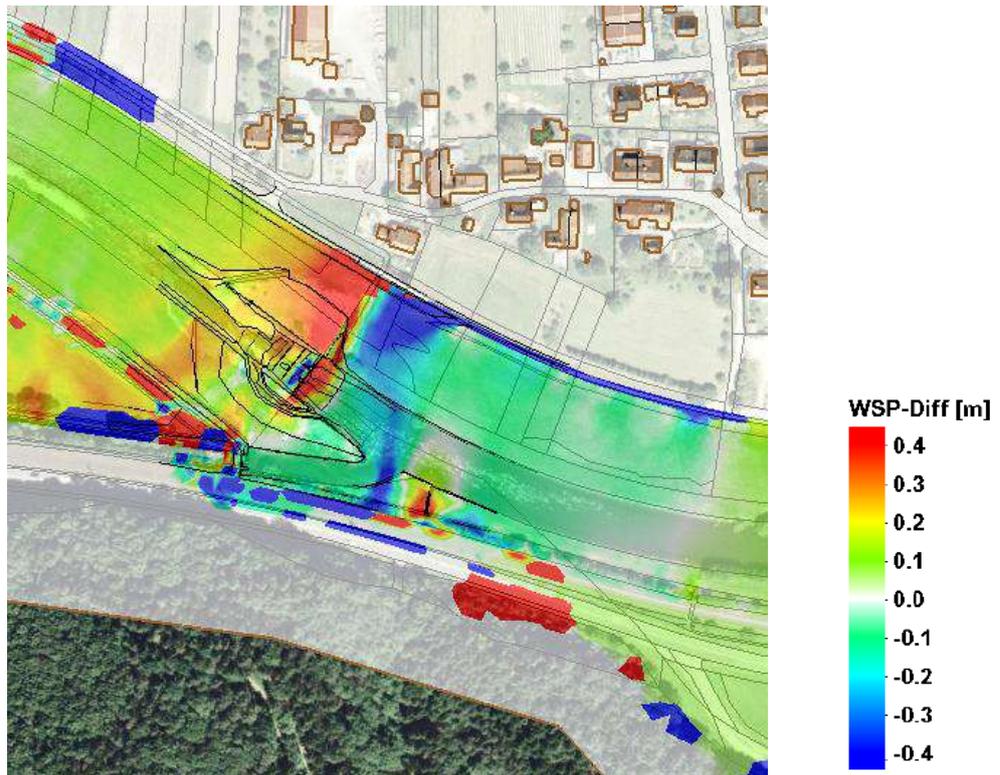


Abbildung 6-3: Wasserspiegeldifferenz HQ100 (farblich abgestuft) Istzustand HWGK-AF im Vergleich zum Istzustand HWGK-E (Ergebnisse aus SMS)

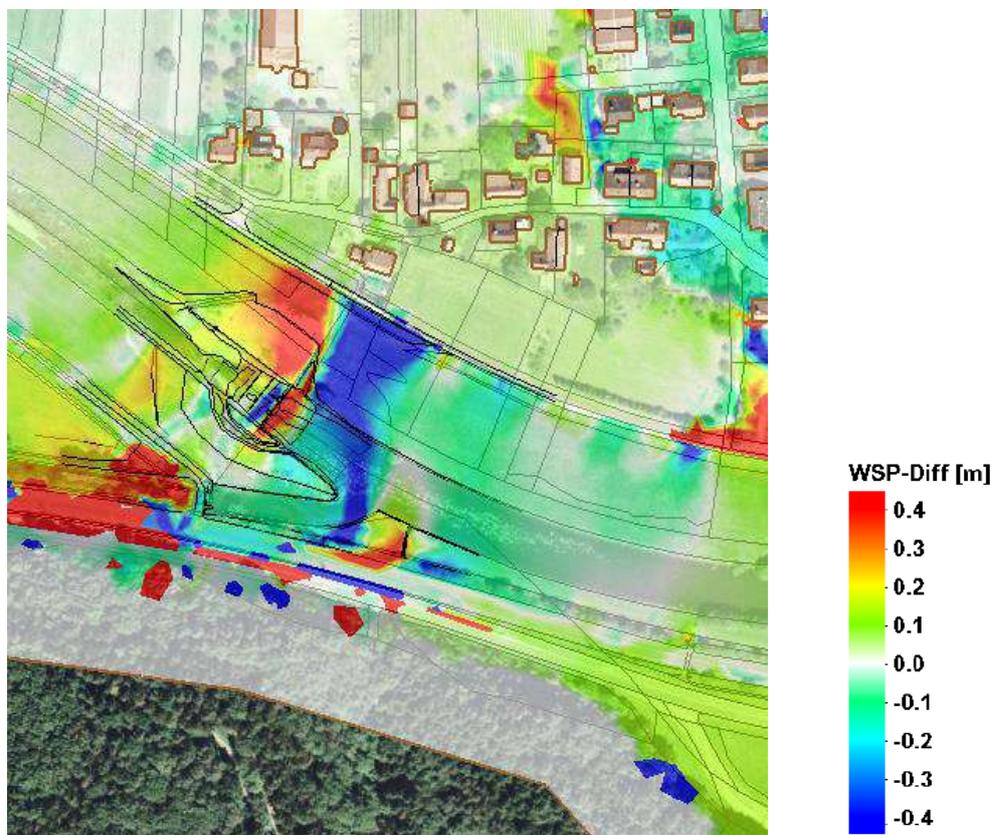


Abbildung 6-4: Wasserspiegeldifferenz HQextrem (farblich abgestuft) Istzustand HWGK-AF im Vergleich zum Istzustand HWGK-E (Ergebnisse aus SMS)

6.2 Vergleich Planzustand und Istzustand

Der Vergleich des Planzustands erfolgt mit dem Istzustand HWGK-AF (vereinfacht: Istzustand), da diese beiden Modellzustände bis auf die Planung die gleiche Datengrundlage haben.

In Abbildung 6-5 sind für das HQ100 die farblich abgestuften Wasserspiegeldifferenzen zwischen Plan- und Istzustand ersichtlich. Als Hintergrund ist zur besseren Orientierung das Luftbild hinterlegt.



Abbildung 6-5: Wasserspiegeldifferenz (farblich abgestuft) im Planzustand im Vergleich zum Istzustand (HQ100); rot = Wasserspiegelanstieg im Planzustand, blau = Wasserspiegelabfall im Planzustand (Ergebnisse aus SMS)

In Abbildung 6-6 sind die Wasserspiegeldifferenzen im Nahbereich des Schnapperwehrs und der FAA für das HQ100 im Plan- und Istzustand dargestellt.

Es ist ersichtlich, dass der Wasserspiegel oberhalb der FAA bis ca. zur halben Länge der FAA im Planzustand sinkt und bei weiterer Annäherung an das Wehr überwiegend gegenüber dem Istzustand ansteigt. Im rechten Vorland steigt der WSP HQ100 Planzustand im Bereich des Damms um bis zu ca. 0,26 m an.

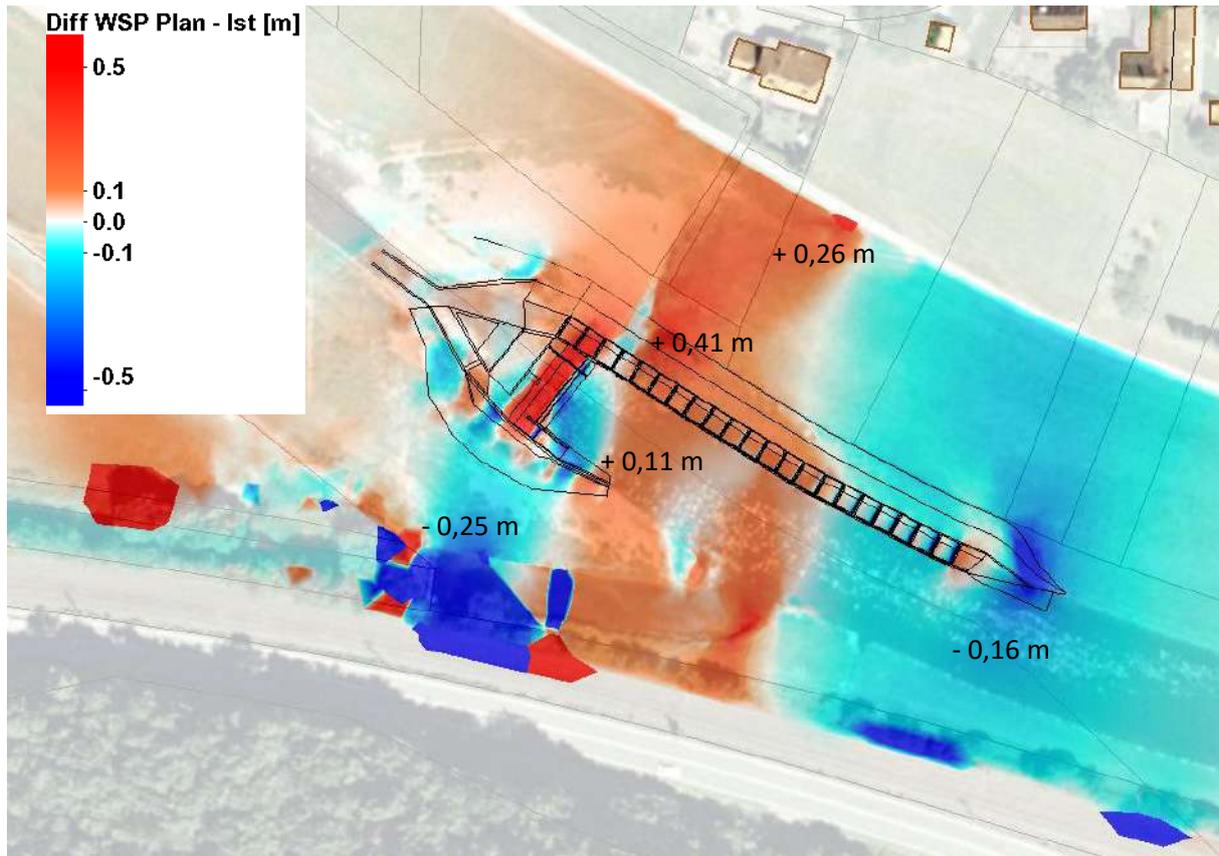


Abbildung 6-6: Wasserspiegeldifferenz (farblich abgestuft) im Planzustand im Vergleich zum Istzustand (HQ100); rot = Wasserspiegelanstieg im Planzustand, blau = Wasserspiegelabsenkung im Planzustand (Ergebnisse aus SMS)

Abbildung 6-7 zeigt einen Querschnitt oberhalb des Schnapperwehrs. Der Wasserspiegel HQ100 ist im Planzustand durchweg höher und die Fließgeschwindigkeiten sind niedriger als im Istzustand. Ein „Strömungsschatten“ aufgrund der eingestauten Trennwand der FAA bewirkt eine zusätzliche Verminderung der Fließgeschwindigkeit.

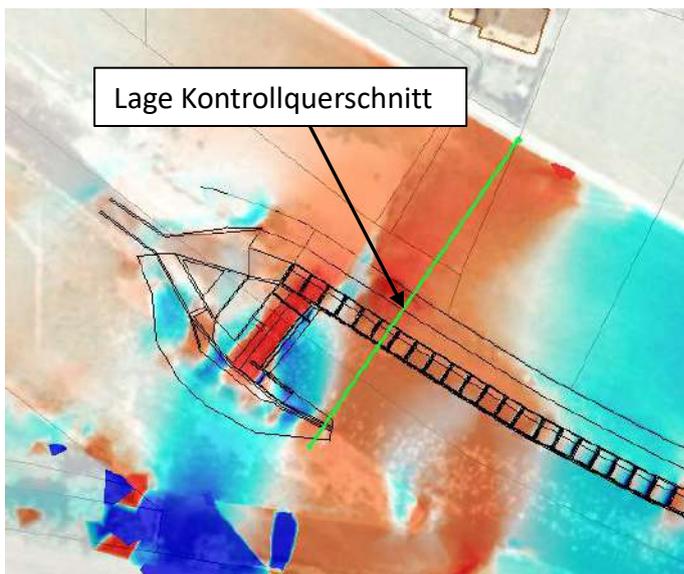
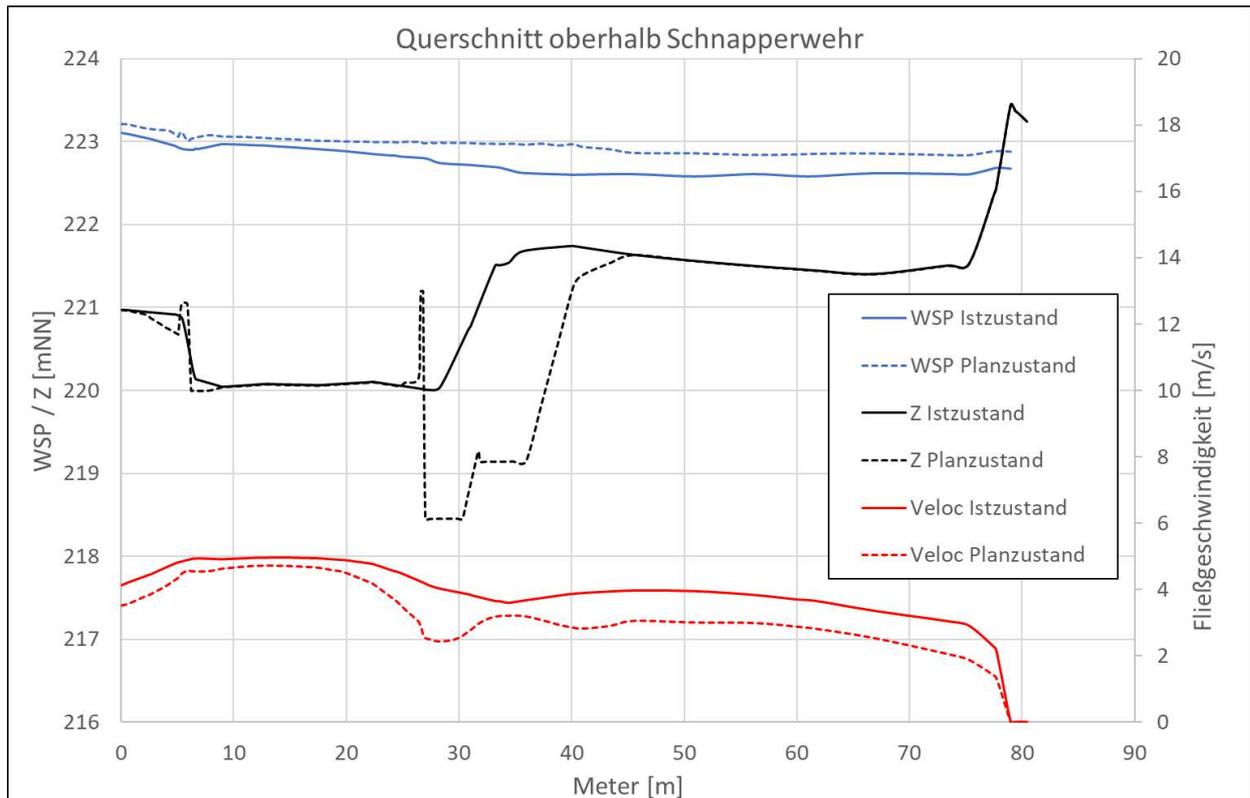


Abbildung 6-7: Kontrollquerschnitt mit Wasserspiegellagen, Sohlhöhen und maximale Fließgeschwindigkeit HQ100 im Planzustand im Vergleich zum Istzustand (HQ100); Lage des Kontrollquerschnitts

Zur übersichtlicheren Darstellung der Wasserspiegeldifferenzen entlang des rechten Damms wurde ein Längsschnitt im rechten Vorland entlang des Damms gezogen (s. rosa Linie in Abbildung 6-8). Entlang des Längsschnitts wurden die Wasserspiegel für den Plan- und Istzustand sowie die Geländehöhe (in beiden Zuständen identisch) abgegriffen und grafisch in Abbildung 6-8 dargestellt.

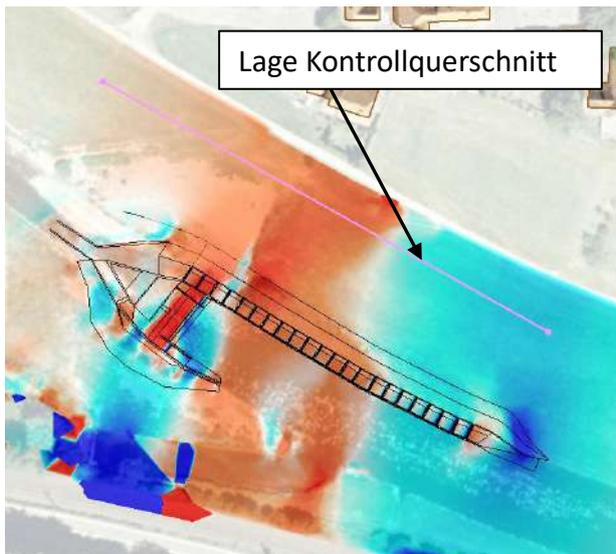
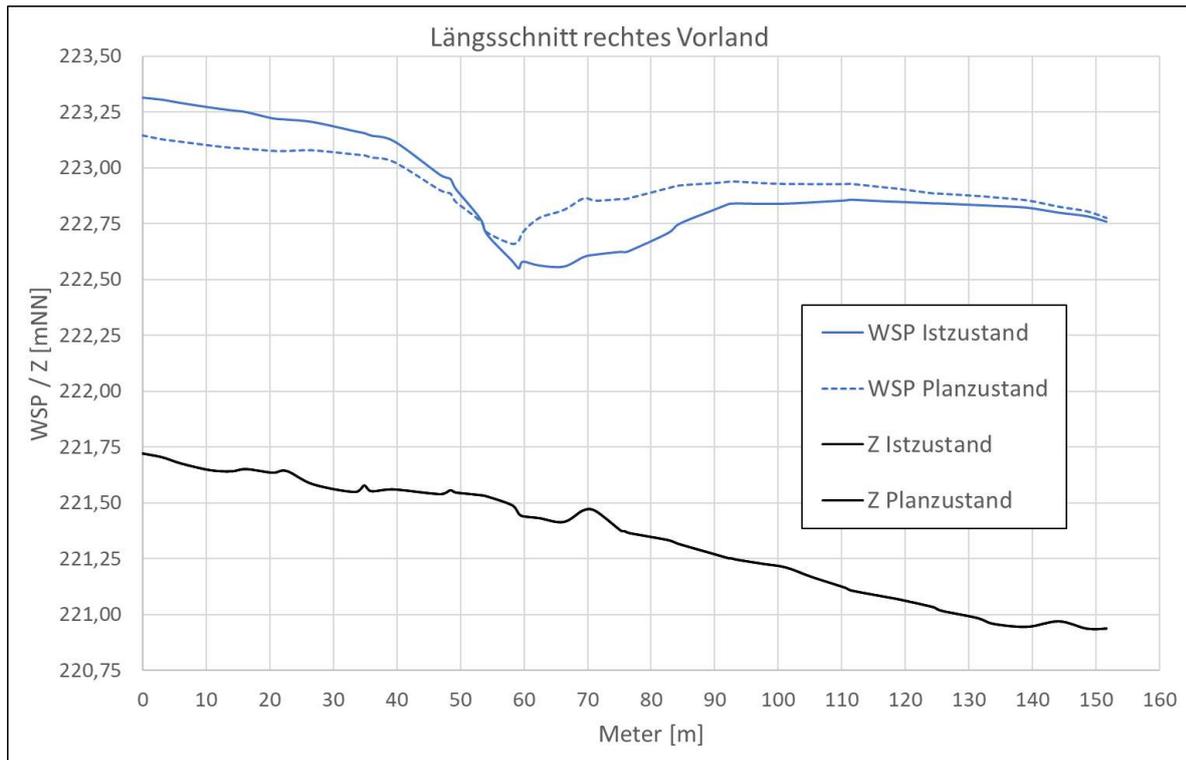


Abbildung 6-8: Wasserspiegel HQ100 entlang des rechtsseitigen Damms im Plan- und Istzustand sowie Geländeverlauf im rechten Vorland, Lage des Längsschnitts

Hier zeigt sich, dass der Wasserspiegel im Planzustand im Vergleich zum Istzustand zunächst sinkt (ca. 0,17 m), um unterhalb des von der wasserseitigen Dammkrone zum Dammfuß verlaufenden Weges lokal auf bis zu ca. 0,26 m über den WSP des Istzustands anzusteigen.

Die Wasserspiegel sind in Anlage 1 als Längsschnitt entlang der Gewässerachse und in Anlage 2 in Querprofilsschnitten (Lage der Querprofile aus der Vermessung HWGK-E) abgegriffen.

Die Überflutungsflächen HQ100 im Ist- und Planzustand wurden als Rohergebnisse erzeugt und sind damit nur bedingt mit den Überflutungsflächen der HWGK-E (nachbearbeitete Flächen und Dammbreschen) vergleichbar. Die Überflutungsflächen des Ist- und Planzustands dieser Untersuchung sind in Anlage 3 gegenübergestellt. Die Flächen unterschieden sich nur sehr kleinräumig.

7 Zusammenfassung und Fazit

An der Kinzig in Haslach soll das Schnapperwehr umgebaut und die Durchgängigkeit gemäß §34 WHG durch die Errichtung von Anlagen zu Fischaufstieg, Fischschutz- und -abstieg hergestellt werden. Das zzt. aus drei Schützen bestehende Wehr soll durch ein Stahlklappenwehr ersetzt werden. Die Auswirkung der geplanten Anlagen auf die Wasserspiegellage eines HQ100 waren zu untersuchen (s. Kapitel 1).

Im Istzustand HWGK-AF wurden im Bereich des Schnapperwehrs die Bestandsvermessung und die aktuelle Laserscanbefliegung berücksichtigt (s. Kapitel 2).

Es erfolgte eine stationäre Berechnung der Jährlichkeiten HQ010, HQ050, HQ100 und HQextrem im Istzustand und der Jährlichkeit HQ100 im Planzustand mit der aktuellen Version von HYDRO_AS-2D (s. Kapitel 5).

Die ermittelten Wasserspiegellagen und Überflutungsflächen aus der 2D-Berechnung im Istzustand HWGK-AF wurden ausgewertet und mit den Ergebnissen des Istzustands HWGK-E verglichen. Hier konnte gezeigt werden, dass sich der Wasserspiegel durch die verbesserte Abbildung des Schnapperwehrs und das detailliertere Modellnetz im Umfeld des Wehres deutlich ändert (s. Kapitel 6), die Auswirkungen sind jedoch nur lokal feststellbar. Im weiteren Umfeld ändert sich der Wasserspiegel um bis zu +/- 0,1 m in allen berechneten Jährlichkeiten.

Auf Basis des Istzustands HWGK-AF wurde die Planung für den Umbau des Schnapperwehrs im hydraulischen Modell berücksichtigt (s. Kapitel 4). Die Umplanung umfasst ein Spül- und Geschiebeschütz sowie eine Verschwenkung der FAA zur verbesserten Anströmung.

In Kapitel 6.1 sind vergleichende Ergebnisse der Istzustände HWGK-AF und HWGK-E zusammengefasst. Die Wasserspiegellagen sinken im Istzustand HWGK-AF oberhalb des Schnapperwehrs überwiegend und steigen mit zunehmender Annäherung an das Wehr an.

In Kapitel 6.2 sind vergleichende Ergebnisse des Planzustands und des Istzustands, beide für den Zustand HWGK-AF, zusammengefasst. Im Planzustand sinken die Wasserspiegellagen oberhalb des Schnapperwehrs und steigen auf Höhe des Schnapperwehrs wieder an.

Bei der Planung einer Dammertüchtigung müssen die aktuell berechneten Wasserspiegellagen des Planzustands berücksichtigt werden.

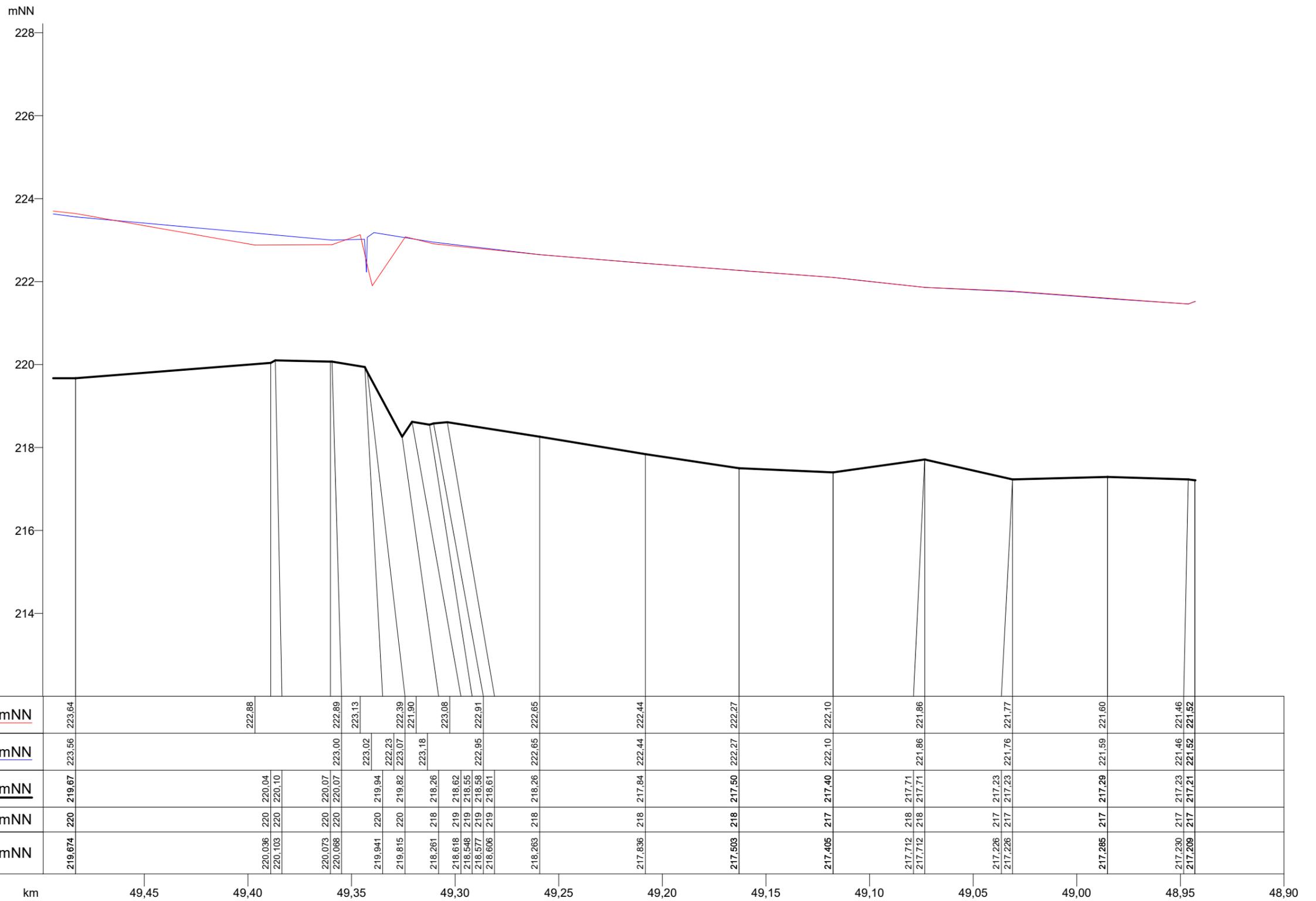
Das weitere Vorgehen ist mit der zuständigen Genehmigungsbehörde abzustimmen.

8 Literatur und verwendete EDV-Programmsysteme

- Hydrotec (2015): 2D-Modellierung des Mittel-/Oberlaufes der Kinzig einschließlich Dammbreschenberechnung, TBG 321, Studie im Auftrag des Regierungspräsidiums Freiburg, Abteilung Umwelt, Aachen.
- Hydrotec (2021): Benutzerhandbuch HYDRO_AS-2D, 2D-Strömungsmodell für die wirtschaftliche Praxis, Aachen.
- Hydro Energie Roth (2017): Durchgängigkeit am Schnapperwehr in Haslach, Entwurfsplanung, digitale Daten übergeben vom IB Floecksmühle, Stand: April 2017.
- Hydro Energie Roth (2019): Lageplan, Längs- und Querschnitte für den Planzustand, digitale Lieferung am 29.10.2019, Karlsruhe.
- Hydro Energie Roth (2021): Lageplan, Längs- und Querschnitte mit Entwurfsanpassungen, digitale Lieferung über IB Floecksmühle am 30.06.2021, Karlsruhe.
- IB Floecksmühle (2021): Lageplan, Längs- und Querschnitte mit Entwurfsanpassungen im Bereich FAA, digitale Lieferung 24.06.2021, Aachen.
- Ingenieurteam Trenkle (2014): Bestandsvermessung mit Kataster und Höhenpunkten, digitale Lieferung durch IB Floecksmühle, Karlsruhe.
- LUBW (Hrsg.) (2007): Informationssystem Abfluss-Kennwerte in Baden-Württemberg, Stand 2008, digitale Daten, Karlsruhe.
- LRA Ortenaukreis (2020): E-Mail Hr. Thiel, Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz, mit Angaben zur weiteren Bearbeitung vom 27.05.2020, Offenburg.
- Stadtwerke Haslach (2019a): Fotos vom Schnapperwehr während eines Hochwassers, E-Mail, 05.11.2019, Haslach.
- Stadtwerke Haslach (2019b): Angaben zur Steuerung des Schnapperwehrs, E-Mail, 08.11.2019, Haslach.

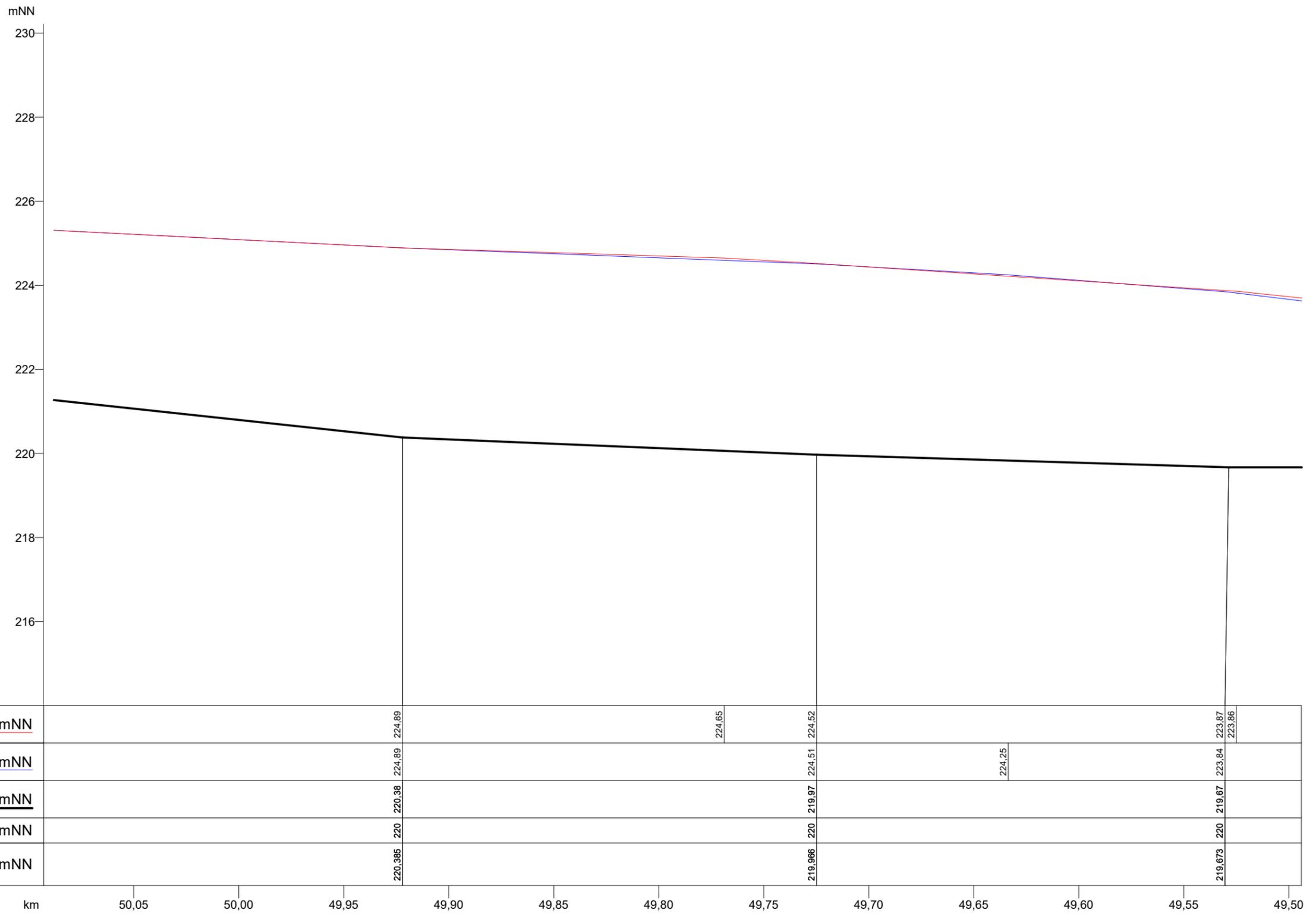
Verwendete EDV-Programmsysteme

- ArcGIS Desktop®, Version 10.3 - ESRI, Redlands (CA), USA
- AutoCAD, Version Civil 3D 2018 - Autodesk, San Rafael (CA), USA
- HYDRO_AS-2D, Version 5.2 - Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen
- SMS, Version 12.3 - AQUAVEO, Provo (Utah), USA



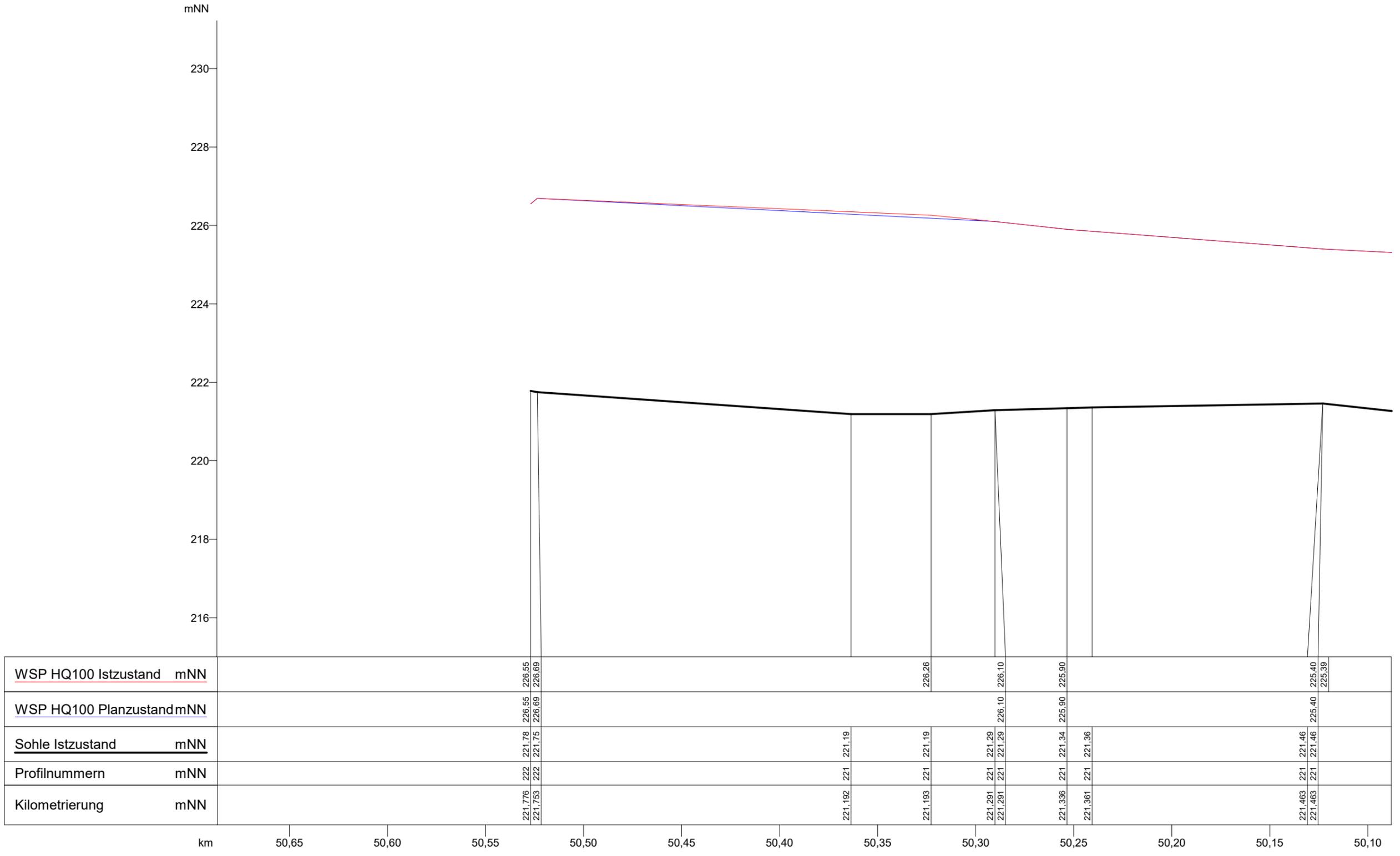
Hydrotec
Aachen, Januar 2022

Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
Anlage 1: Hydraulischer Längsschnitt Kinzig; 2D-Berechnung
MdL: 1 : 2000; MdH: 1 : 100; Blatt 1 / 3



Hydrotec
Aachen, Januar 2022

Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
 Anlage 1: Hydraulischer Längsschnitt Kinzig; 2D-Berechnung
 MdL: 1 : 2000; MdH: 1 : 100; Blatt 2 / 3



mNN

222.5

220.0

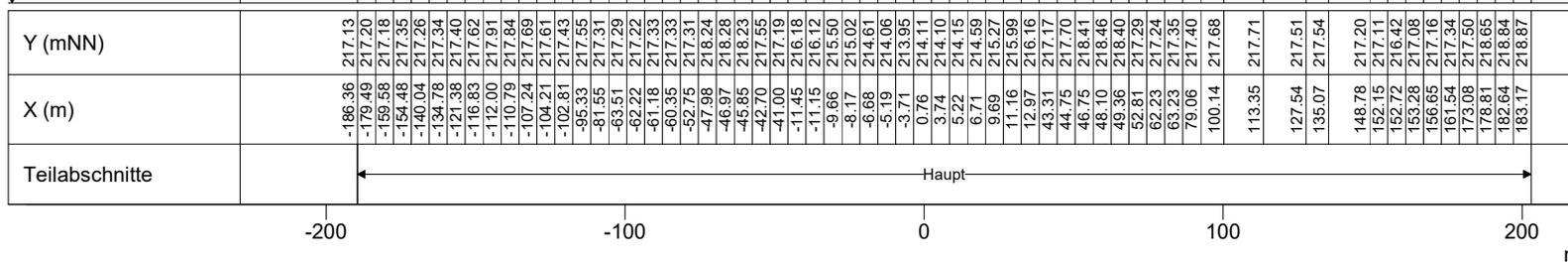
217.5

215.0

213.0

WSP HQ100 Plan (mNN)

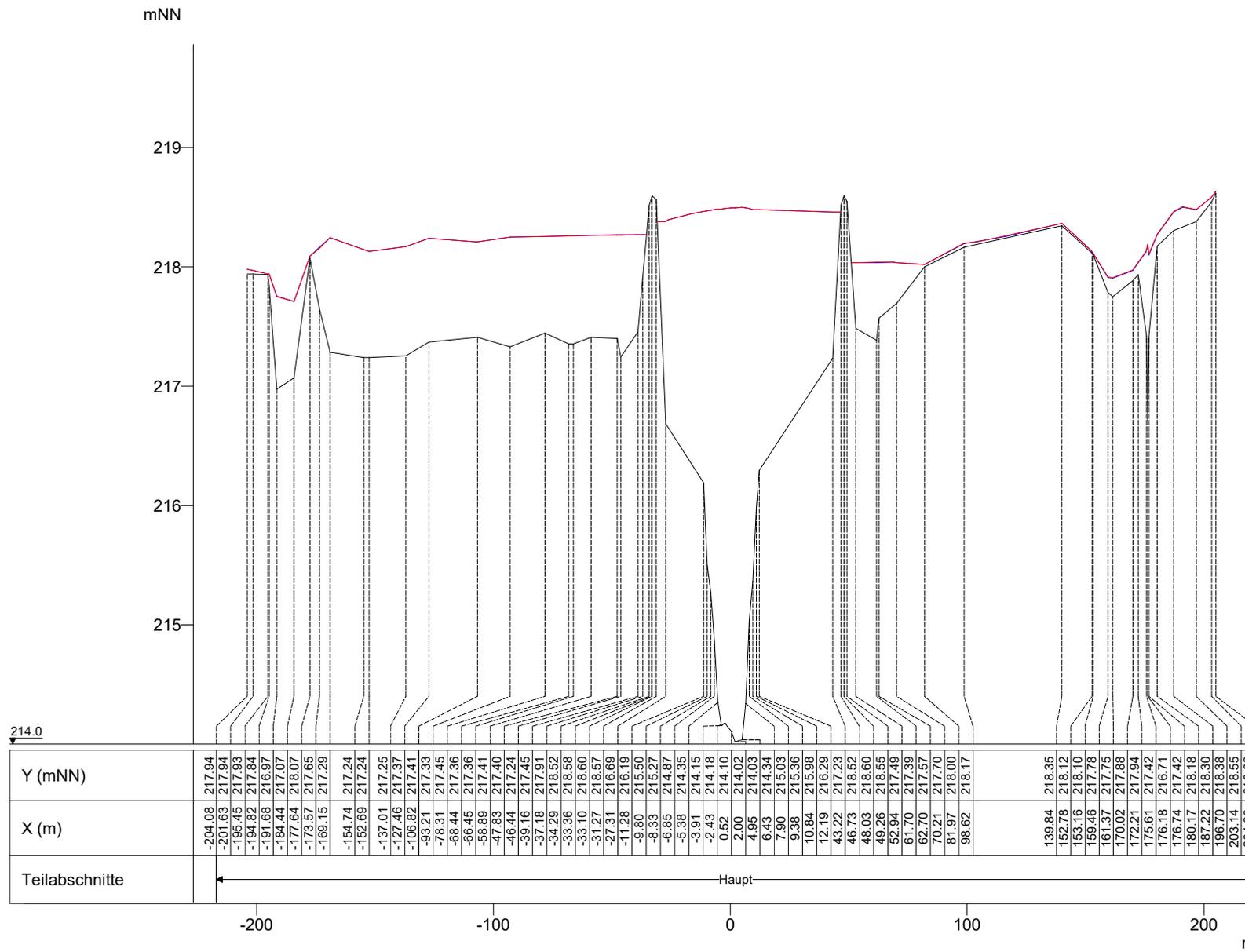
WSP HQ100 Ist (mNN)



Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
 Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 48055
 Kilometer 48.069
 X-Maßstab 1 : 2500
 Y-Maßstab 1 : 100
 Gewässerkennzahl -





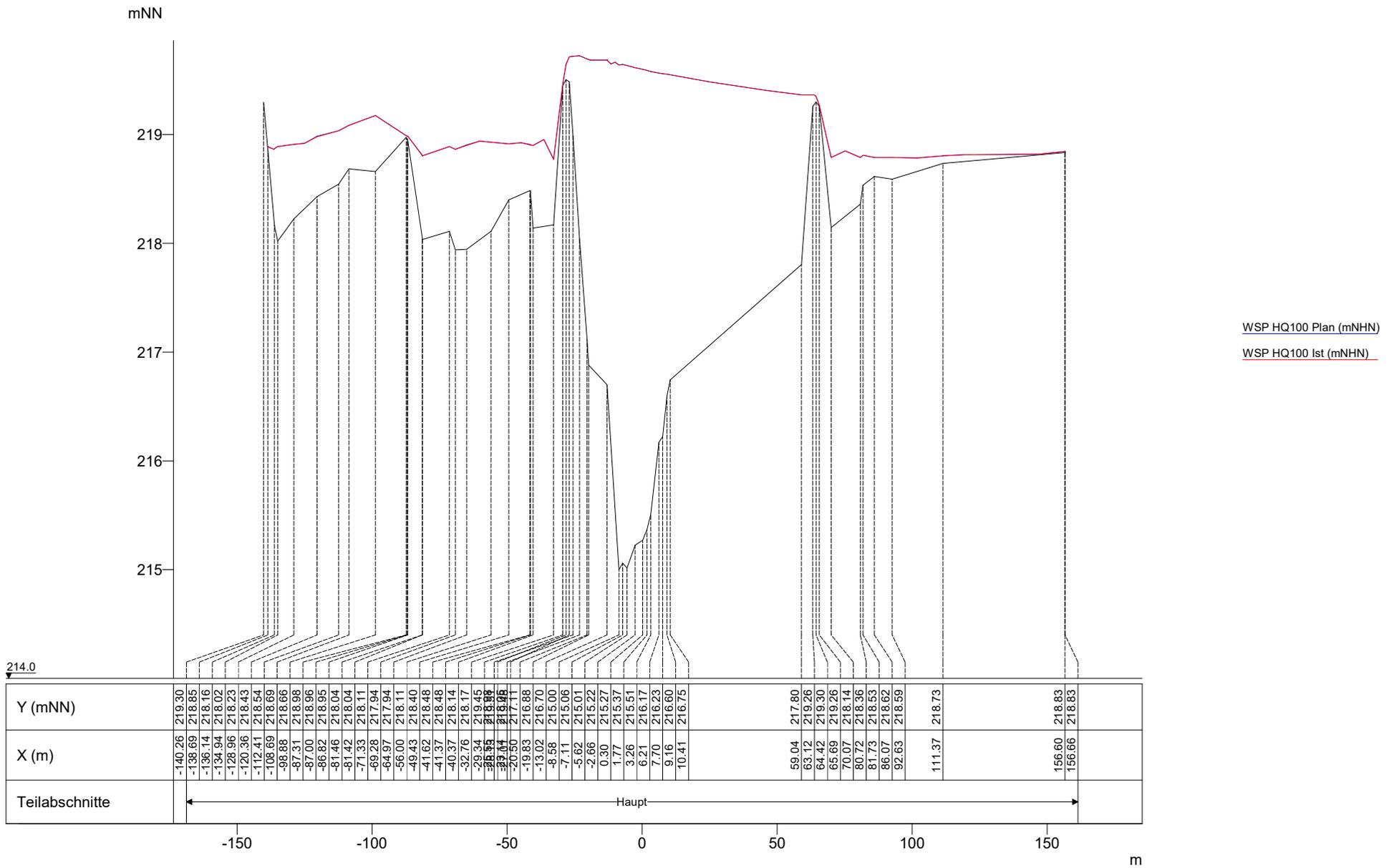
WSP HQ100 Plan (mNN)
 WSP HQ100 Ist (mNN)

Y (mNN)	-204.08	217.94	-201.63	217.94	-195.45	217.93	-194.82	217.84	-191.68	216.97	-184.44	217.07	-177.64	218.07	-173.57	217.65	-169.15	217.29	-154.74	217.24	-152.69	217.24	-137.01	217.25	-127.46	217.37	-106.82	217.41	-93.21	217.33	-78.31	217.45	-68.44	217.36	-66.45	217.36	-58.89	217.41	-47.83	217.40	-46.44	217.24	-39.16	217.45	-37.18	217.91	-34.29	218.52	-33.36	218.58	-33.10	218.60	-31.27	218.57	-27.31	216.69	-11.28	216.19	-9.80	215.50	-8.33	215.27	-6.85	214.87	-5.38	214.35	-2.43	214.18	0.52	214.10	2.00	214.02	4.95	214.03	6.43	214.34	7.90	215.03	9.38	215.36	10.84	215.98	12.19	216.29	43.22	217.23	46.73	218.52	48.03	218.60	49.26	218.55	52.94	217.49	61.70	217.39	62.70	217.57	70.21	217.70	81.97	218.00	96.62	218.17	139.84	218.35	152.78	218.12	153.16	218.10	159.46	217.78	161.37	217.75	170.02	217.88	172.21	217.94	175.61	217.42	176.18	216.71	176.74	217.42	180.17	218.18	187.22	218.30	196.70	218.38	203.14	218.55	204.90	218.62
X (m)	-200	-190	-180	-170	-160	-150	-140	-130	-120	-110	-100	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200																																																																																													
Teilabschnitte	←																				Haupt																				→																																																																																													

Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
 Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 48407
 Kilometer 48.115
 X-Maßstab 1 : 2500
 Y-Maßstab 1 : 50
 Gewässerkennzahl -





Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
 Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

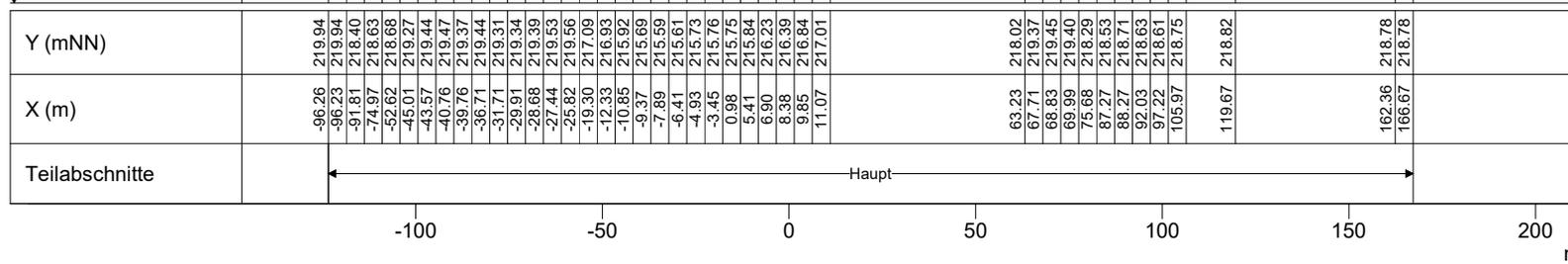
Profil-Nr. 48290
 Kilometer 48.302
 X-Maßstab 1 : 2000
 Y-Maßstab 1 : 50
 Gewässerkennzahl -



mNN

220
219
218
217
216

215.0



WSP HQ100 Plan (mNN)

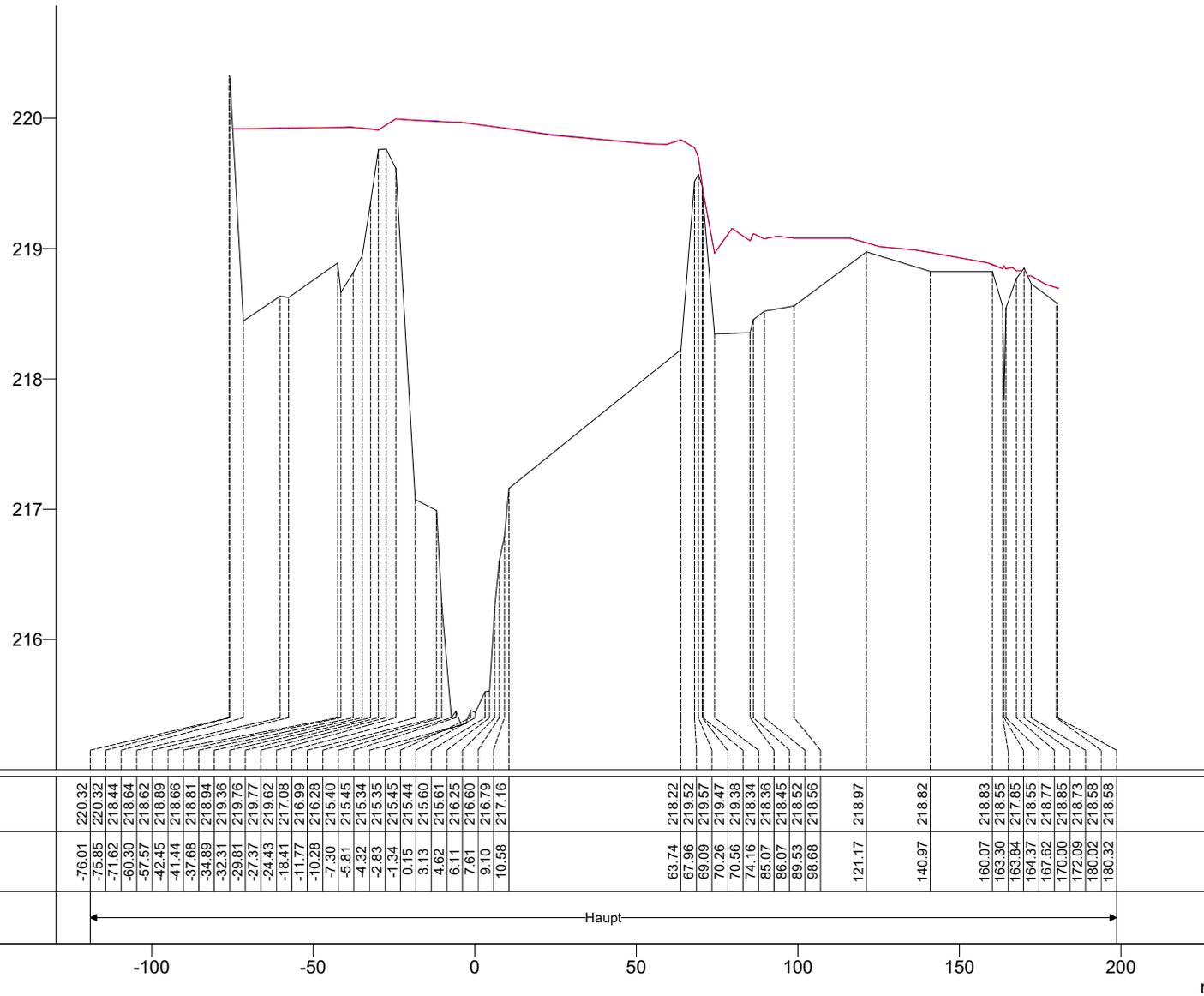
WSP HQ100 Ist (mNN)

Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 48354
Kilometer 48.367
X-Maßstab 1 : 2000
Y-Maßstab 1 : 50
Gewässerkennzahl -

Hydrotec
Ingenieurgesellschaft für
Wasser und Umwelt mbH

mNN



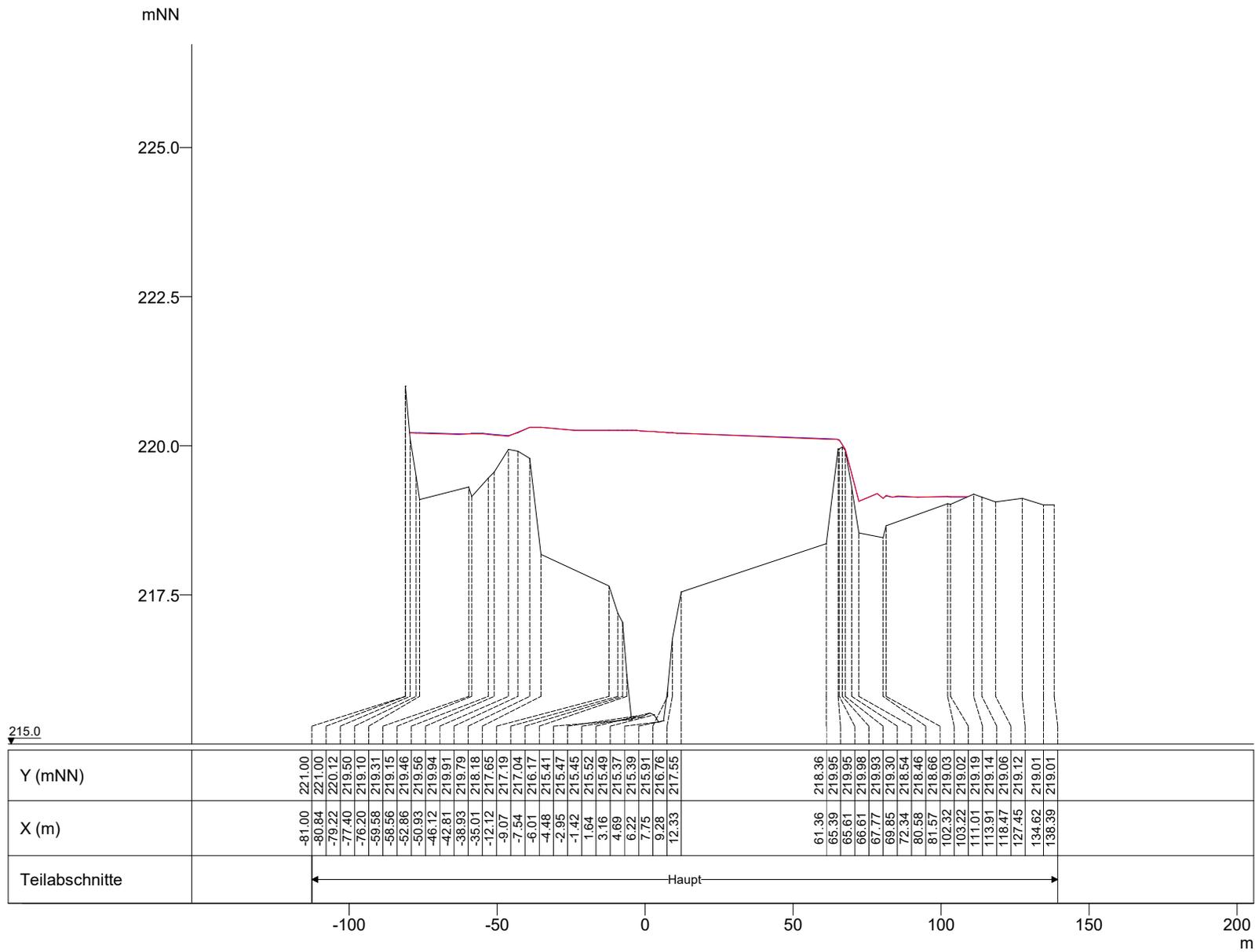
WSP HQ100 Plan (mNN)

WSP HQ100 Ist (mNN)

Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
 Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 48424
 Kilometer 48.436
 X-Maßstab 1 : 2000
 Y-Maßstab 1 : 50
 Gewässerkennzahl -





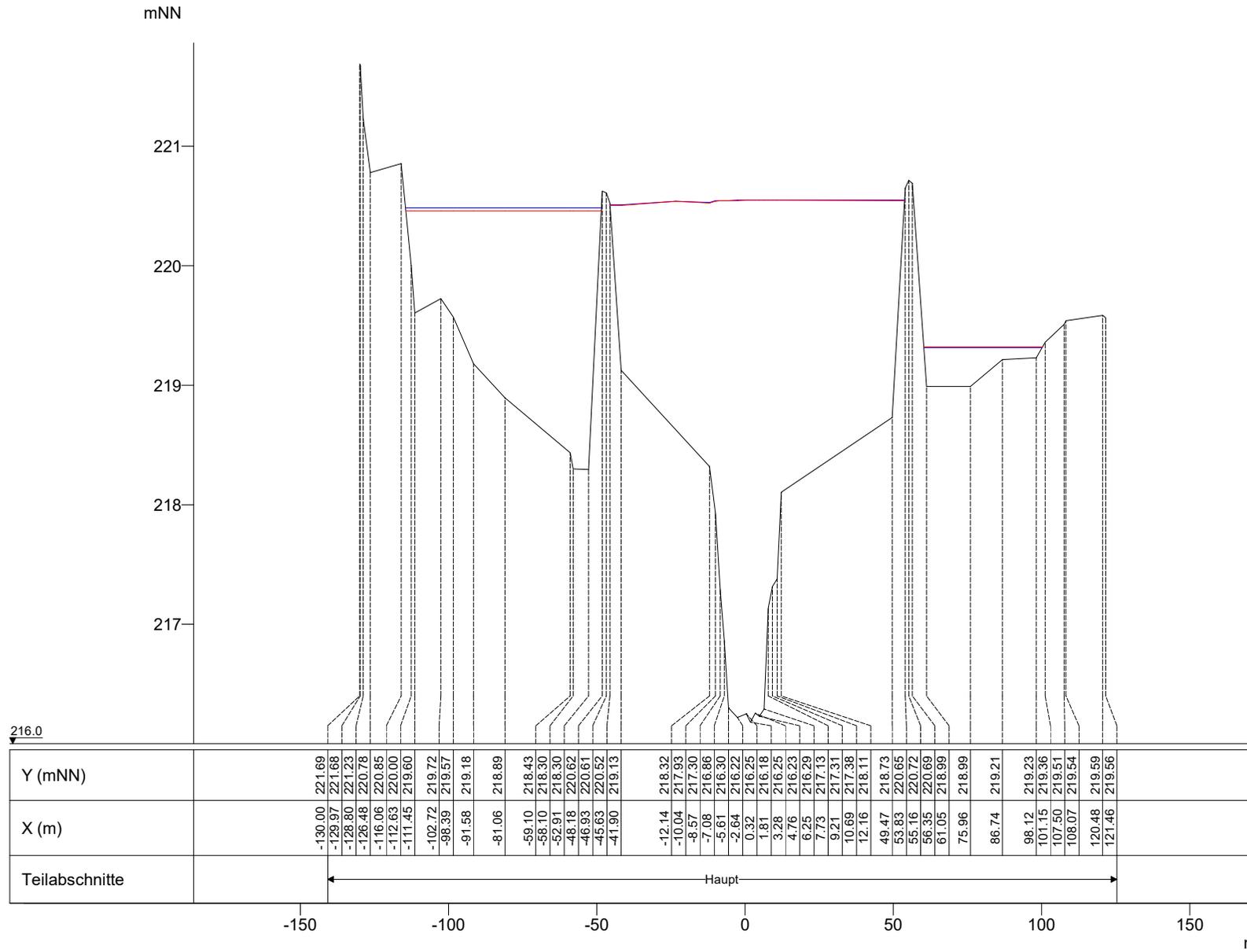
WSP HQ100 Plan (mNN)

WSP HQ100 Ist (mNN)

Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 48537
Kilometer 48.549
X-Maßstab 1 : 2000
Y-Maßstab 1 : 100
Gewässerkennzahl -

Hydrotec
Ingenieurgesellschaft für
Wasser und Umwelt mbH



WSP HQ100 Plan (mNN)
 WSP HQ100 Ist (mNN)

Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
 Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 48694
 Kilometer 48.705
 X-Maßstab 1 : 2000
 Y-Maßstab 1 : 50
 Gewässerkennzahl -



mNN

227.5

225.0

222.5

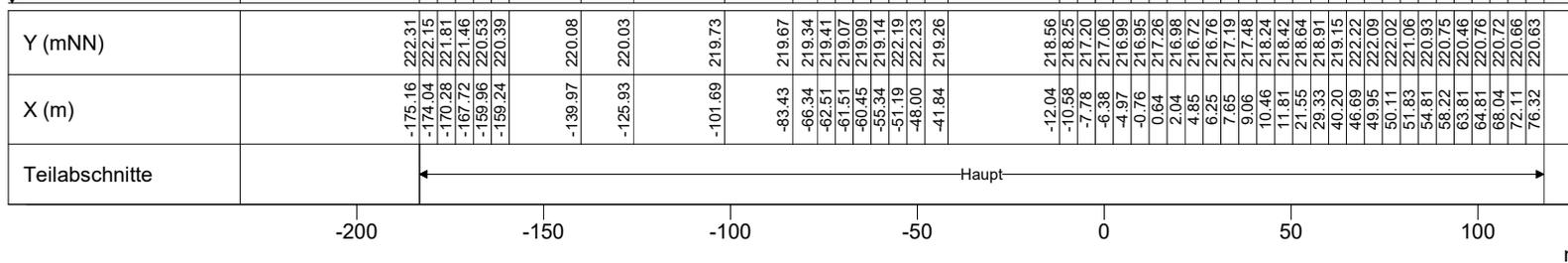
220.0

217.5

WSP HQ100 Plan (mNN)

WSP HQ100 Ist (mNN)

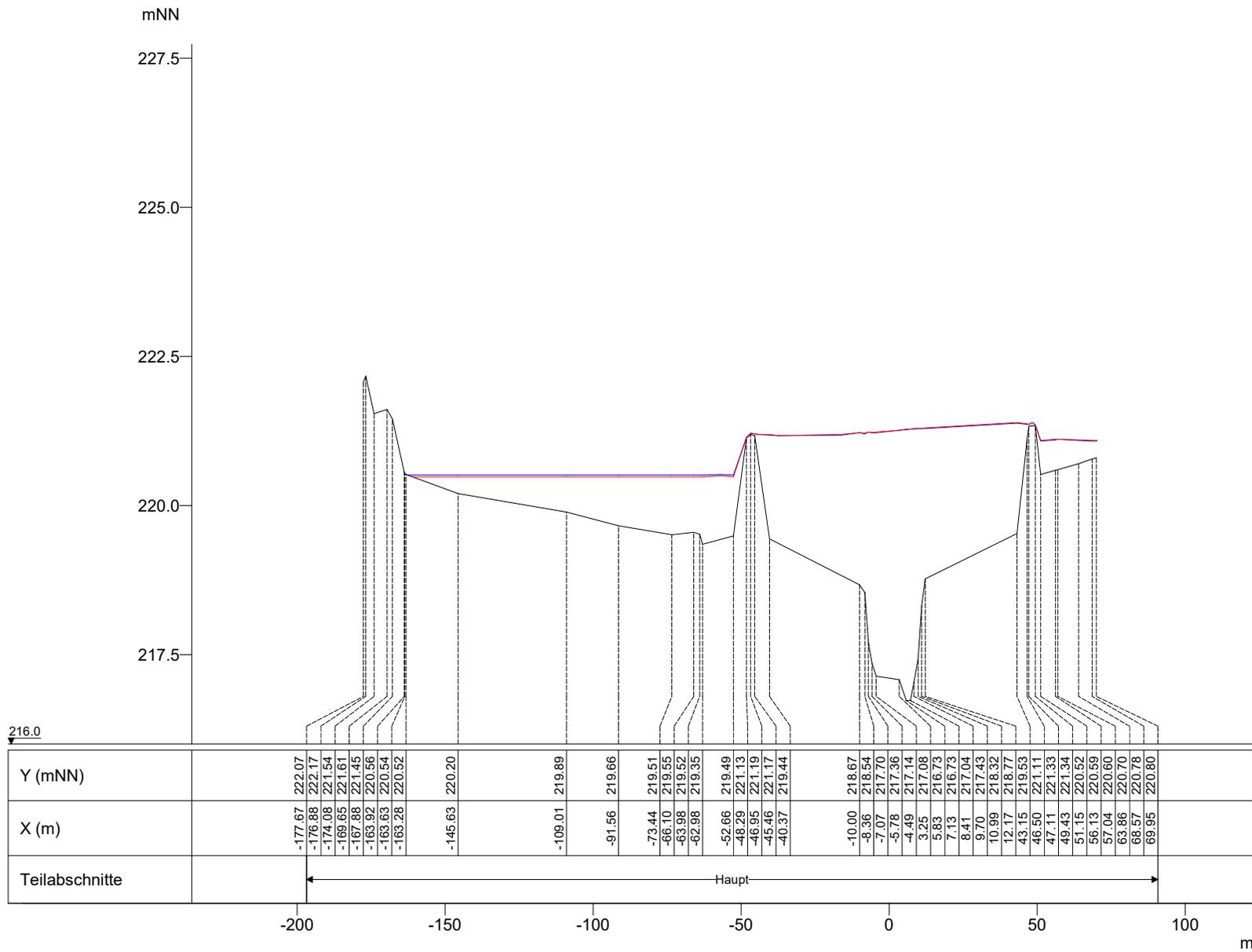
216.0



Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 48839
Kilometer 48.851
X-Maßstab 1 : 2000
Y-Maßstab 1 : 100
Gewässerkennzahl -

Hydrotec
Ingenieurgesellschaft für
Wasser und Umwelt mbH



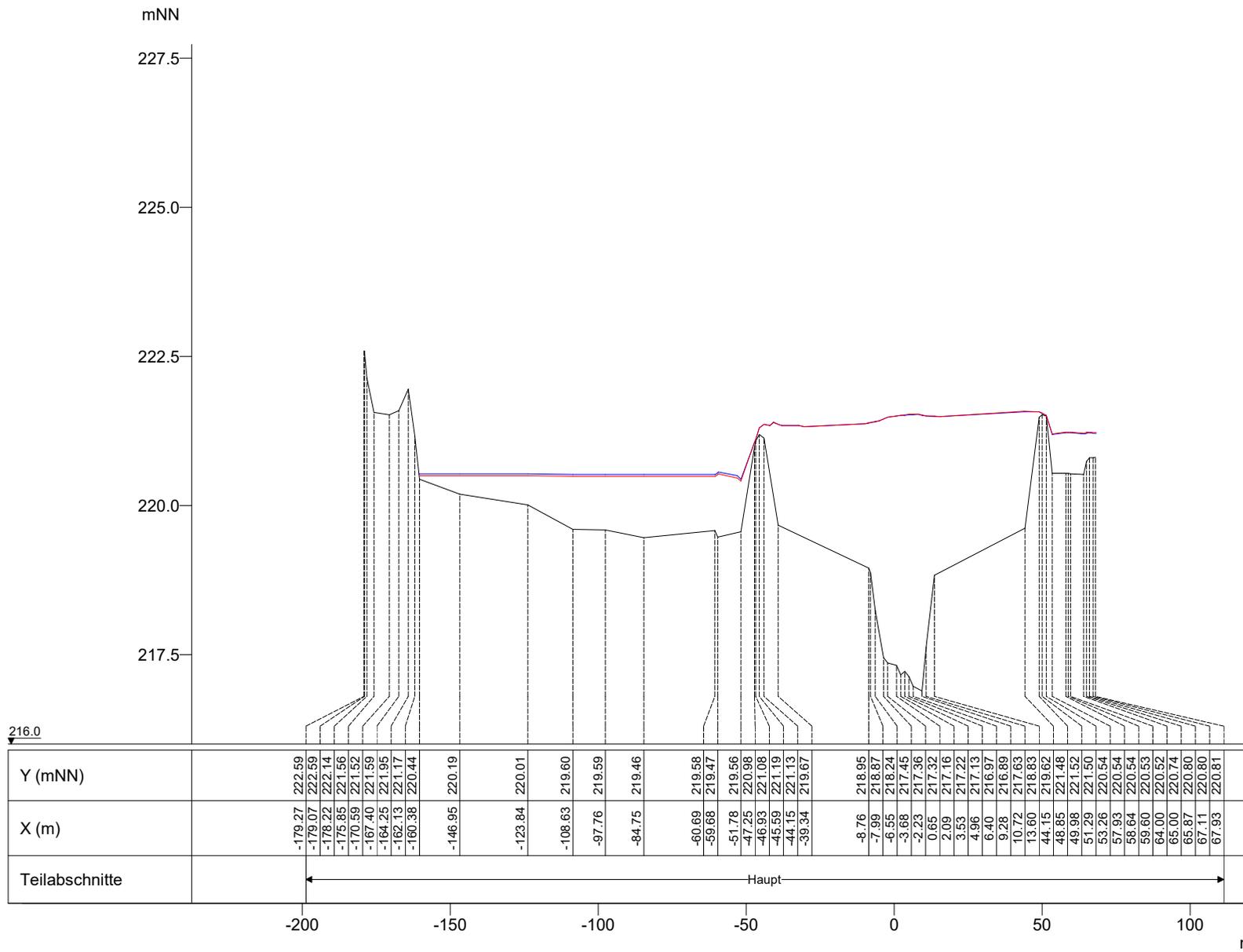
WSP HQ100 Plan (mNN)

WSP HQ100 Ist (mNN)

Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
 Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 48885
 Kilometer 48.897
 X-Maßstab 1 : 2000
 Y-Maßstab 1 : 100
 Gewässerkennzahl -





WSP HQ100 Plan (mNN)
 WSP HQ100 Ist (mNN)

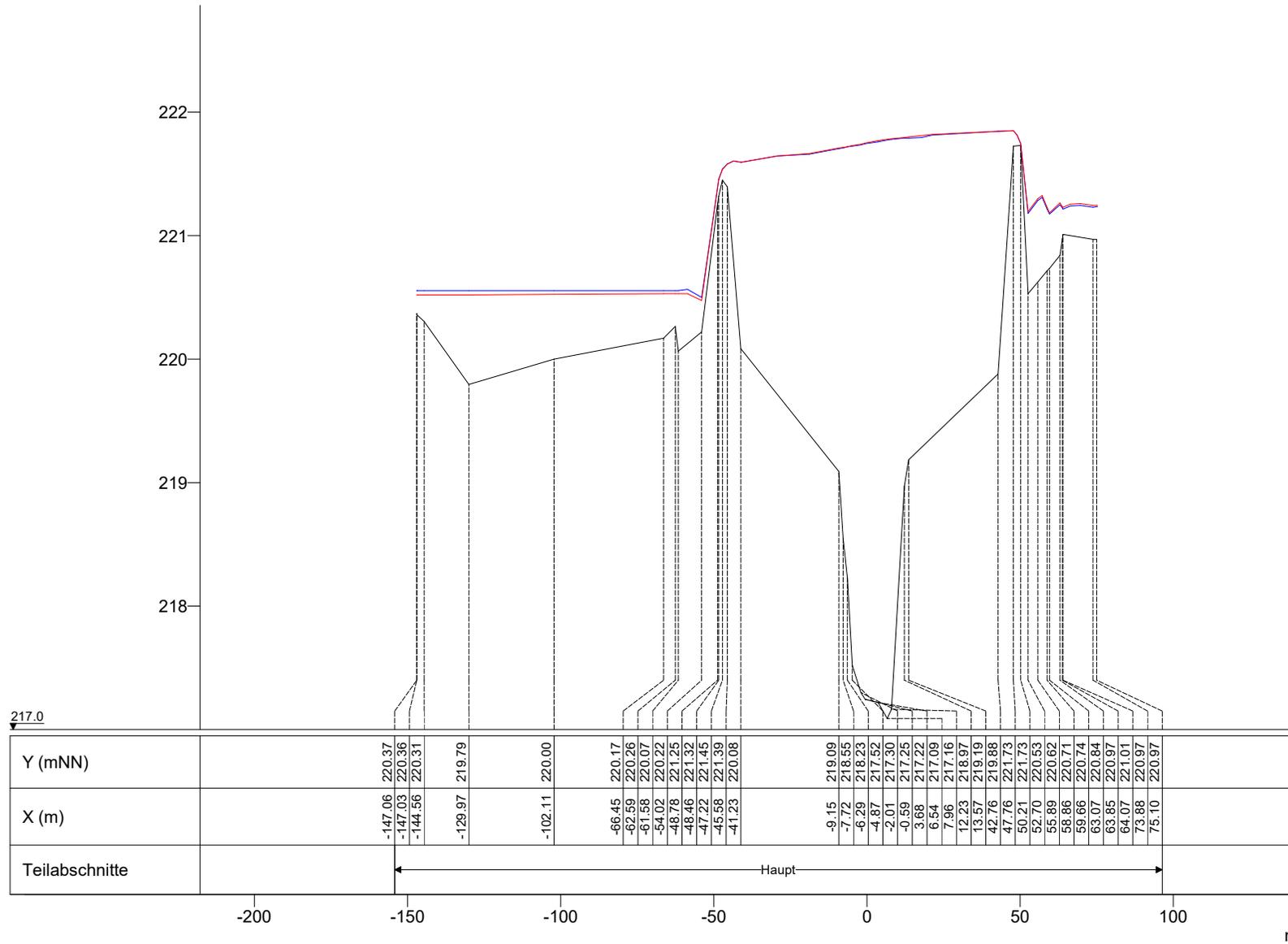
Y (mNN)		-179.27	222.59	-179.07	222.59	-178.22	222.14	-175.85	221.56	-170.59	221.52	-167.40	221.59	-164.25	221.95	-162.13	221.17	-160.38	220.44		-146.95	220.19		-123.84	220.01		-108.63	219.60		-97.76	219.59		-84.75	219.46		-60.69	219.58	-59.68	219.47	-51.78	219.56	-47.25	220.98	-46.93	221.08	-45.59	221.19	-44.15	221.13	-39.34	219.67		-8.76	218.95	-7.99	218.87	-6.55	218.24	-3.68	217.45	-2.23	217.36	0.65	217.32	2.09	217.16	3.53	217.22	4.96	217.13	6.40	216.97	9.28	216.89	10.72	217.63	13.60	218.83	44.15	219.62	48.85	221.48	49.98	221.52	51.29	221.50	53.26	220.54	57.93	220.54	58.64	220.54	59.60	220.53	64.00	220.74	65.00	220.74	65.87	220.80	67.11	220.80	67.93	220.81
X (m)		-179.27	222.59	-179.07	222.59	-178.22	222.14	-175.85	221.56	-170.59	221.52	-167.40	221.59	-164.25	221.95	-162.13	221.17	-160.38	220.44		-146.95	220.19		-123.84	220.01		-108.63	219.60		-97.76	219.59		-84.75	219.46		-60.69	219.58	-59.68	219.47	-51.78	219.56	-47.25	220.98	-46.93	221.08	-45.59	221.19	-44.15	221.13	-39.34	219.67		-8.76	218.95	-7.99	218.87	-6.55	218.24	-3.68	217.45	-2.23	217.36	0.65	217.32	2.09	217.16	3.53	217.22	4.96	217.13	6.40	216.97	9.28	216.89	10.72	217.63	13.60	218.83	44.15	219.62	48.85	221.48	49.98	221.52	51.29	221.50	53.26	220.54	57.93	220.54	58.64	220.54	59.60	220.53	64.00	220.74	65.00	220.74	65.87	220.80	67.11	220.80	67.93	220.81
Teilabschnitte		Haupt																																																																																																						

Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
 Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 48930
 Kilometer 48.943
 X-Maßstab 1 : 2000
 Y-Maßstab 1 : 100
 Gewässerkennzahl -



mNN



WSP HQ100 Plan (mNN)

WSP HQ100 Ist (mNN)

217.0

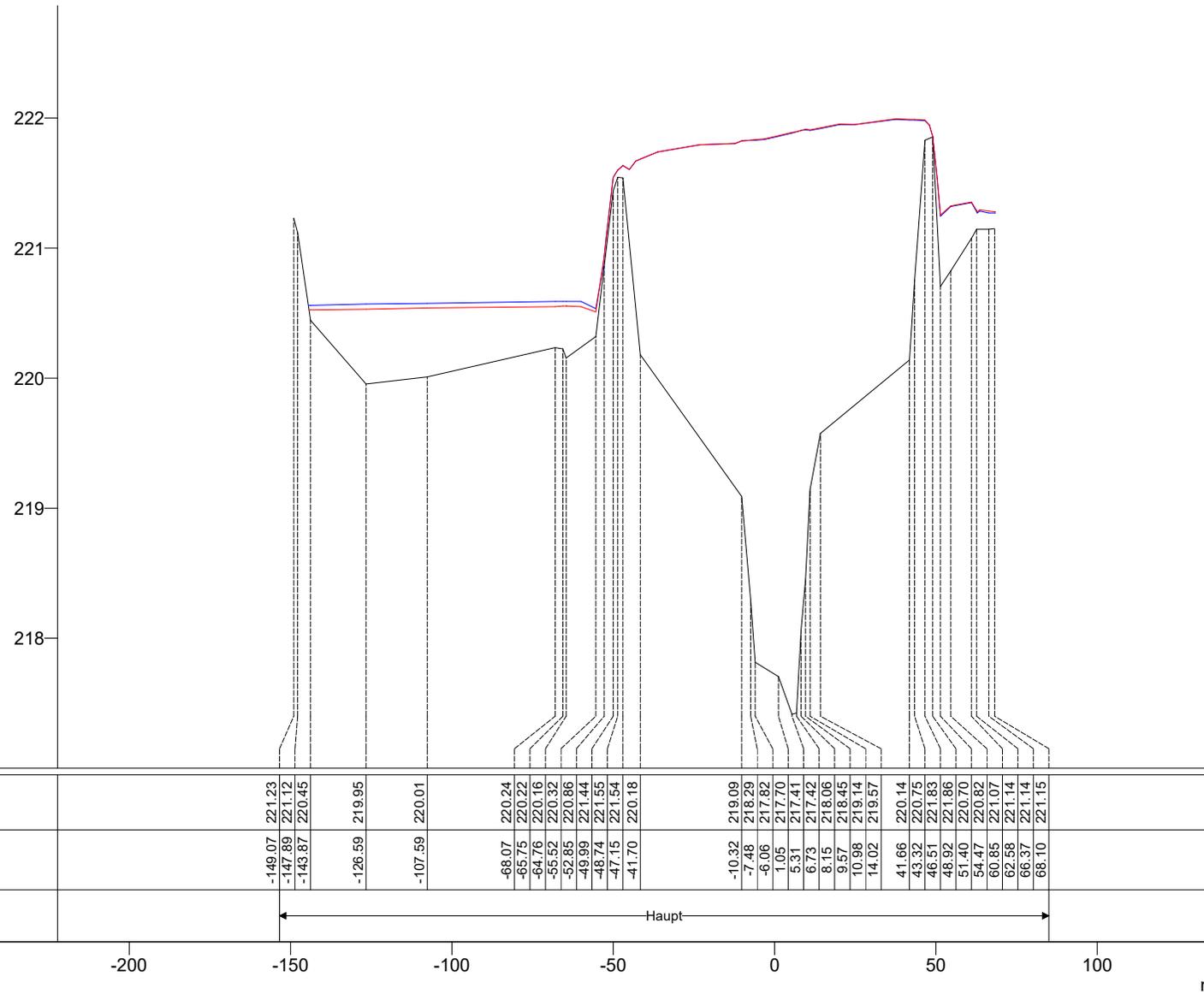
Y (mNN)	-147.06	220.37	-147.03	220.36	-144.56	220.31	-129.97	219.79	-102.11	220.00	-66.45	220.17	-62.59	220.26	-61.58	220.07	-54.02	220.22	-48.78	221.25	-48.46	221.32	-47.22	221.45	-45.58	221.39	-41.23	220.08	-9.15	219.09	-7.72	218.55	-6.29	218.23	-4.87	217.52	-2.01	217.30	-0.59	217.25	3.68	217.22	6.54	217.09	7.96	217.16	12.23	218.97	13.57	219.19	42.76	219.88	47.76	221.73	50.21	221.73	52.70	220.53	55.89	220.62	58.86	220.71	59.66	220.74	63.07	220.84	64.07	221.01	73.88	220.97	75.10	220.97
X (m)	-147.06	220.37	-147.03	220.36	-144.56	220.31	-129.97	219.79	-102.11	220.00	-66.45	220.17	-62.59	220.26	-61.58	220.07	-54.02	220.22	-48.78	221.25	-48.46	221.32	-47.22	221.45	-45.58	221.39	-41.23	220.08	-9.15	219.09	-7.72	218.55	-6.29	218.23	-4.87	217.52	-2.01	217.30	-0.59	217.25	3.68	217.22	6.54	217.09	7.96	217.16	12.23	218.97	13.57	219.19	42.76	219.88	47.76	221.73	50.21	221.73	52.70	220.53	55.89	220.62	58.86	220.71	59.66	220.74	63.07	220.84	64.07	221.01	73.88	220.97	75.10	220.97
Teilabschnitte	← Haupt →																																																																							

Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
 Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 49018
 Kilometer 49.031
 X-Maßstab 1 : 2000
 Y-Maßstab 1 : 50
 Gewässerkennzahl -



mNN



WSP HQ100 Plan (mNN)

WSP HQ100 Ist (mNN)

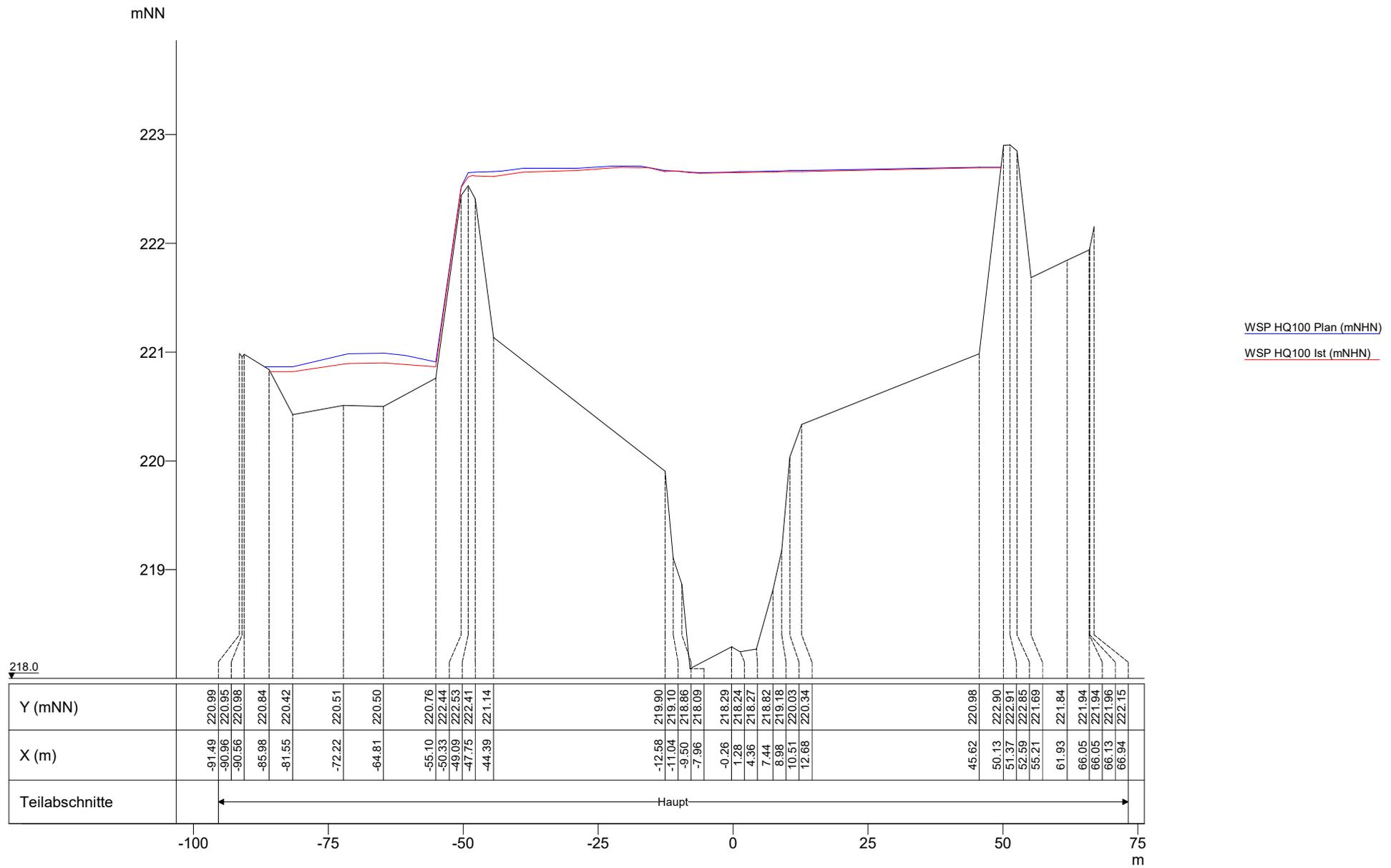
217.0

Y (mNN)	-149.07	221.23	-147.89	221.12	-143.87	220.45	-126.59	219.95	-107.59	220.01	-68.07	220.24	-65.75	220.22	-64.76	220.16	-55.52	220.32	-52.85	220.86	-49.99	221.44	-48.74	221.55	-47.15	221.54	-41.70	220.18	-10.32	219.09	-7.48	218.29	-6.06	217.82	1.05	217.70	5.31	217.41	6.73	217.42	8.15	218.06	9.57	218.45	10.98	219.14	14.02	219.57	41.66	220.14	43.32	220.75	46.51	221.83	48.92	221.86	51.40	220.70	54.47	220.82	60.85	221.07	62.58	221.14	66.37	221.14	68.10	221.15
X (m)	-149.07	221.23	-147.89	221.12	-143.87	220.45	-126.59	219.95	-107.59	220.01	-68.07	220.24	-65.75	220.22	-64.76	220.16	-55.52	220.32	-52.85	220.86	-49.99	221.44	-48.74	221.55	-47.15	221.54	-41.70	220.18	-10.32	219.09	-7.48	218.29	-6.06	217.82	1.05	217.70	5.31	217.41	6.73	217.42	8.15	218.06	9.57	218.45	10.98	219.14	14.02	219.57	41.66	220.14	43.32	220.75	46.51	221.83	48.92	221.86	51.40	220.70	54.47	220.82	60.85	221.07	62.58	221.14	66.37	221.14	68.10	221.15
Teilabschnitte	← Haupt →																																																																			

Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
 Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 49062
 Kilometer 49.074
 X-Maßstab 1 : 2000
 Y-Maßstab 1 : 50
 Gewässerkennzahl -



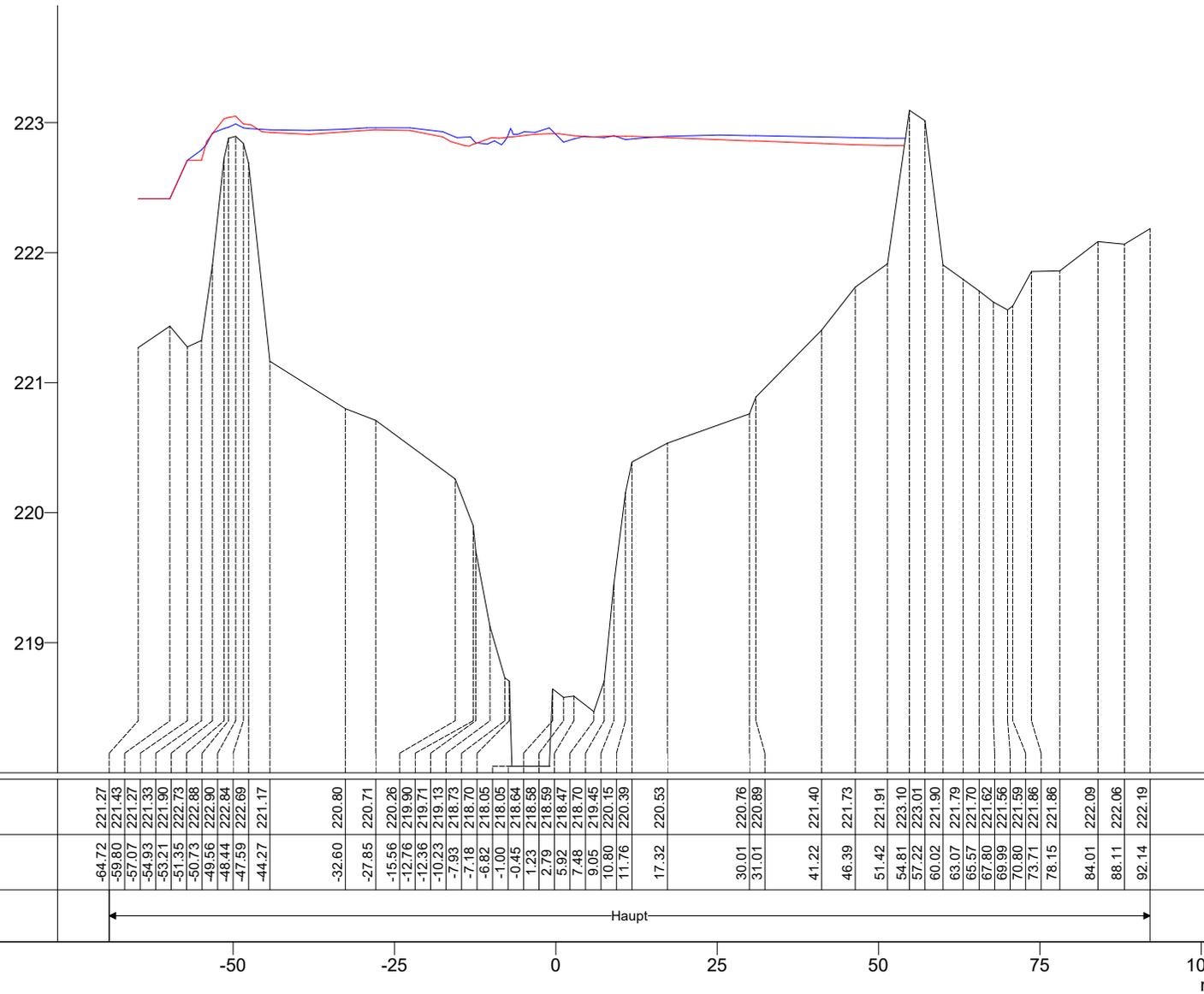


Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
 Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 49247
 Kilometer 49.259
 X-Maßstab 1 : 1000
 Y-Maßstab 1 : 50
 Gewässerkennzahl -



mNN



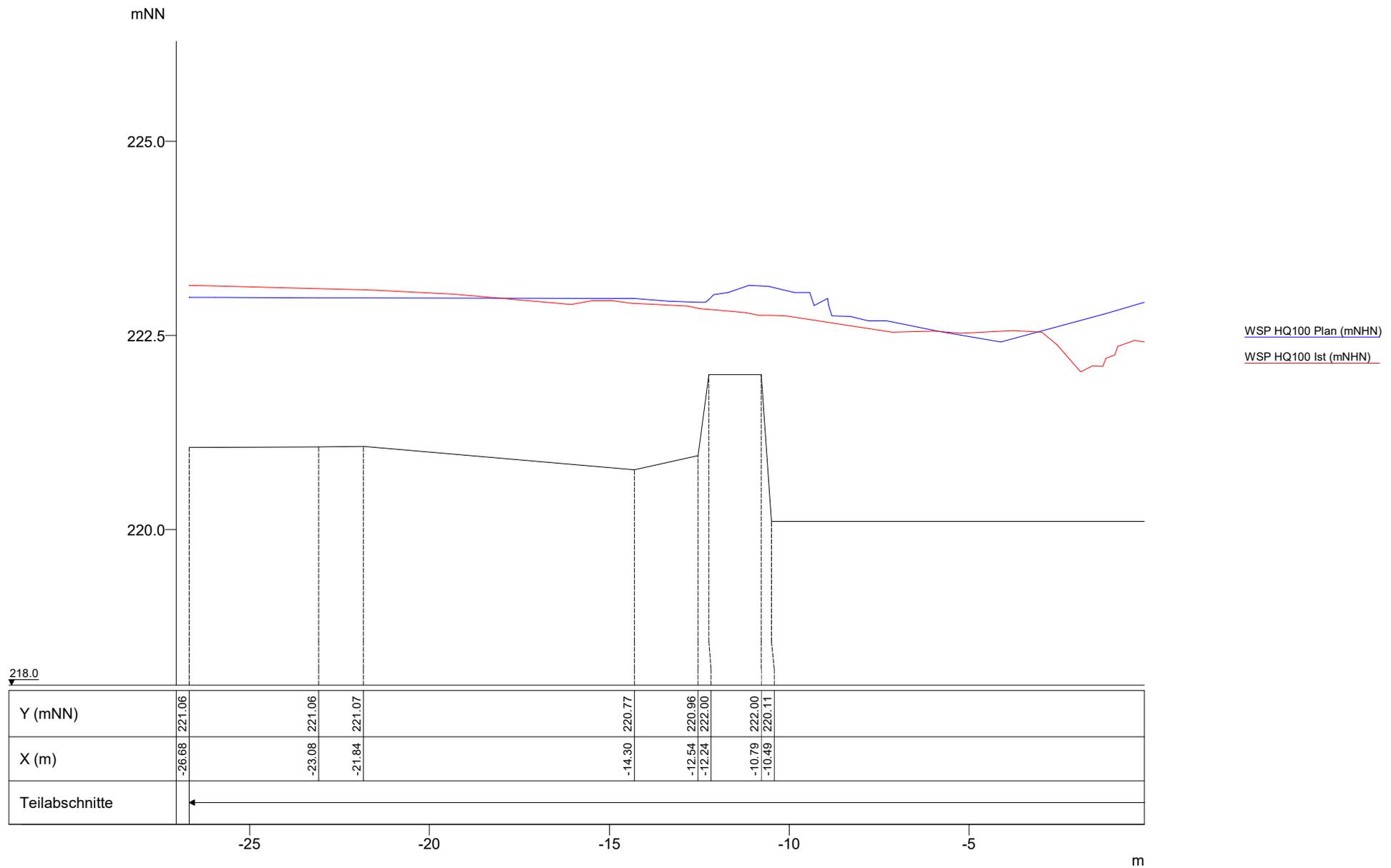
WSP HQ100 Plan (mNN)

WSP HQ100 Ist (mNN)

Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 49298
Kilometer 49.311
X-Maßstab 1 : 1000
Y-Maßstab 1 : 50
Gewässerkennzahl -

Hydrotec
Ingenieurgesellschaft für
Wasser und Umwelt mbH

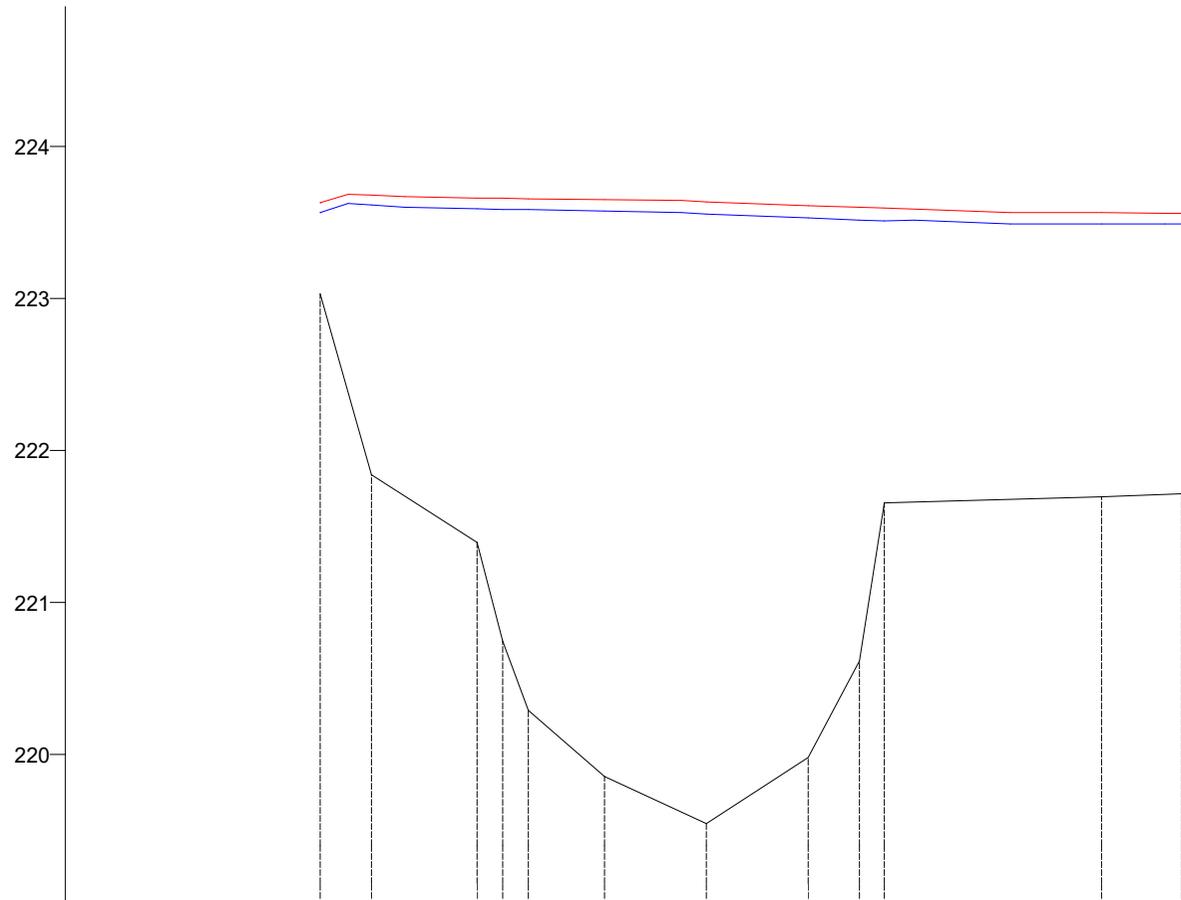


Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
 Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 49335
 Kilometer 49.342
 X-Maßstab 1 : 150
 Y-Maßstab 1 : 70
 Gewässerkennzahl -



mNN



WSP HQ100 Plan (mNN)

WSP HQ100 Ist (mNN)

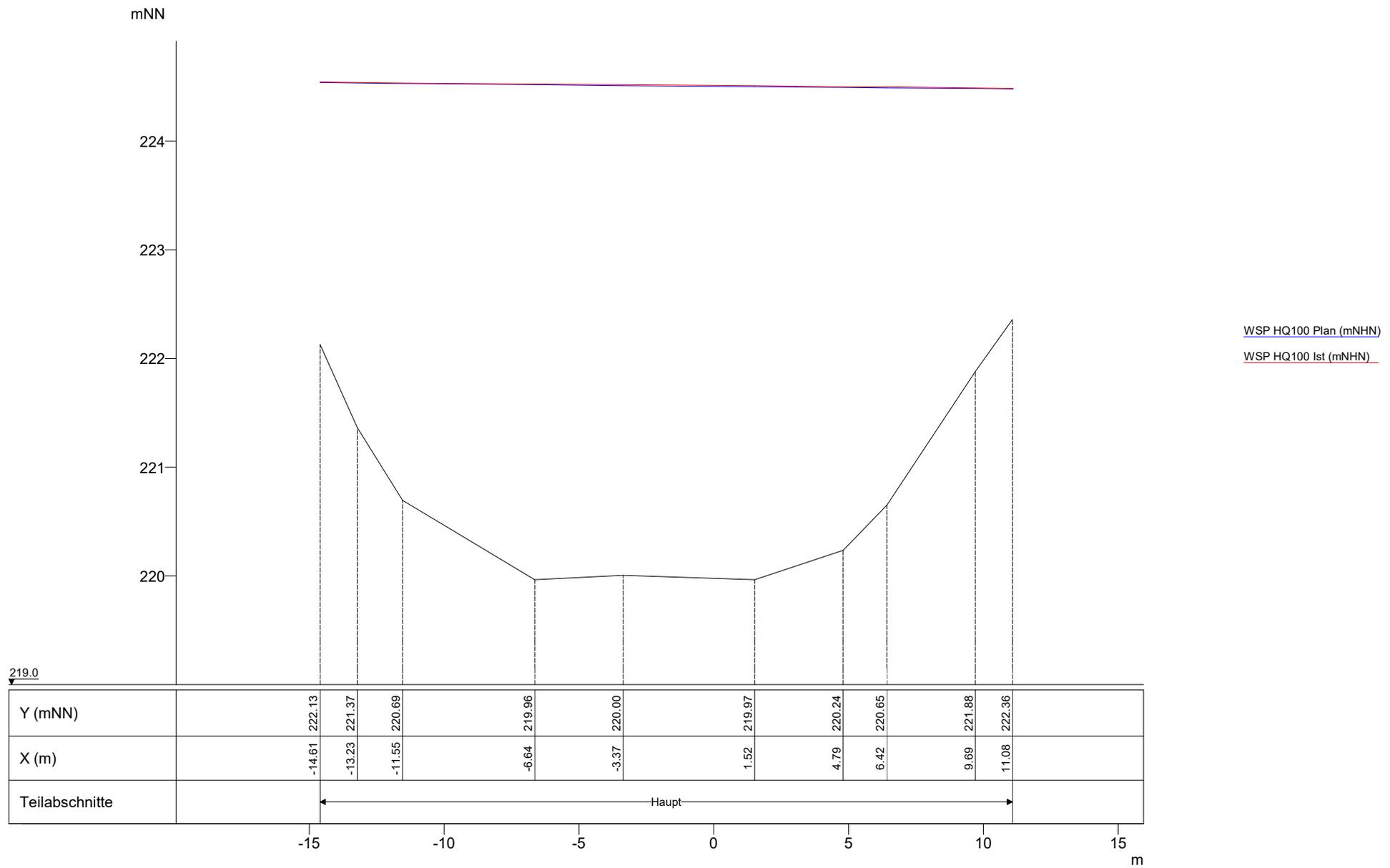
219.0

Y (mNN)		223.03	221.84	221.39	220.75	220.29	219.86	219.54	219.98	220.61	221.66	221.70	221.72	
X (m)		0.00	3.39	10.43	12.11	13.80	18.87	25.62	32.37	35.75	37.43	51.80	57.12	
Teilabschnitte		← Haupt →												
		0						25				50		m

Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
 Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 276
 Kilometer 49.483
 X-Maßstab 1 : 500
 Y-Maßstab 1 : 50
 Gewässerkennzahl -

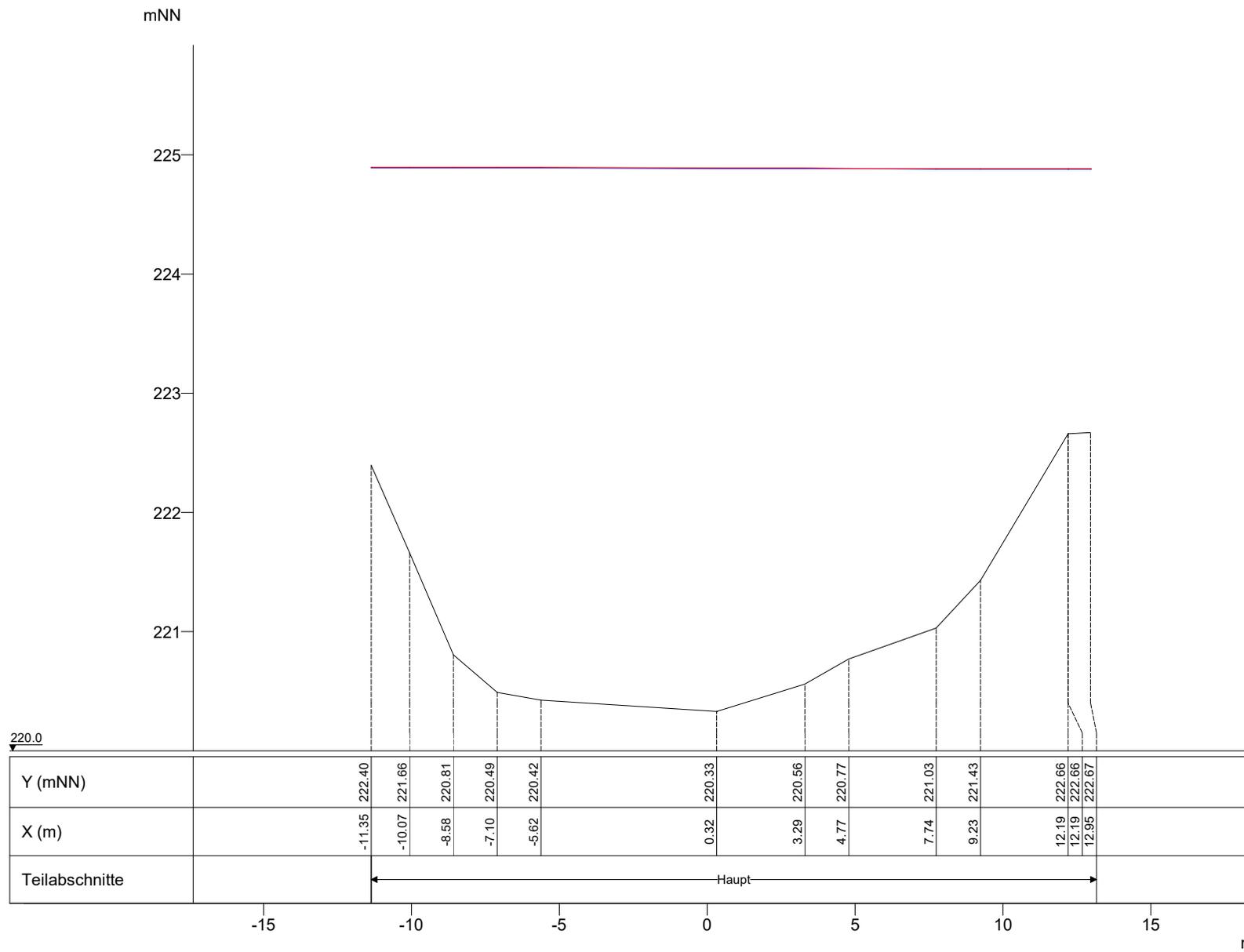




Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
 Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 49713
 Kilometer 49.725
 X-Maßstab 1 : 200
 Y-Maßstab 1 : 50
 Gewässerkennzahl -





WSP HQ100 Plan (mNN)

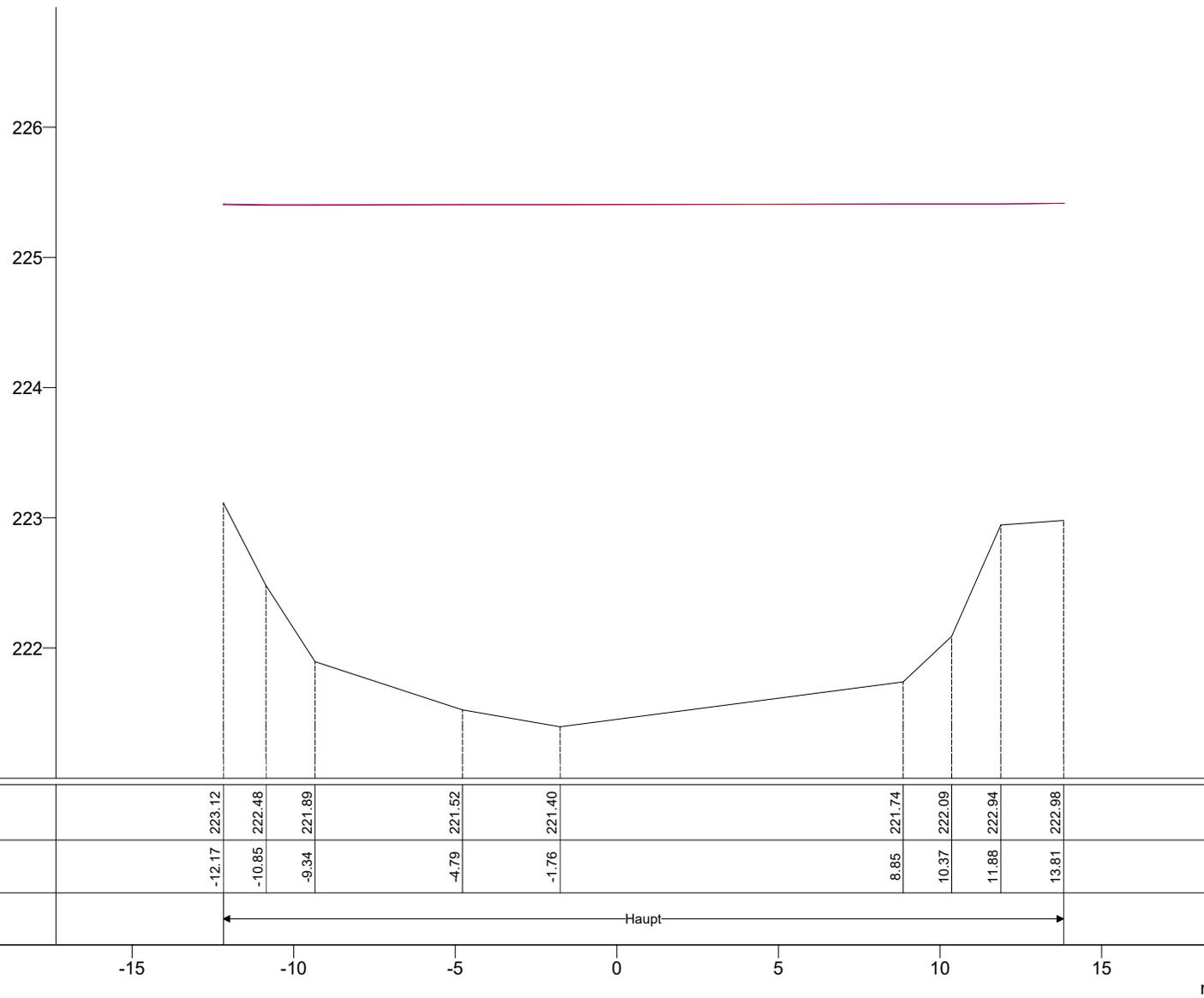
WSP HQ100 Ist (mNN)

Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
 Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 49910
 Kilometer 49.922
 X-Maßstab 1 : 200
 Y-Maßstab 1 : 50
 Gewässerkennzahl -



mNN



WSP HQ100 Plan (mNN)

WSP HQ100 Ist (mNN)

221.0

Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
 Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 50111
 Kilometer 50.122
 X-Maßstab 1 : 200
 Y-Maßstab 1 : 50
 Gewässerkennzahl -



mNN

226

225

224

223

222

WSP HQ100 Plan (mNN)

WSP HQ100 Ist (mNN)

221.0



Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
 Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

Profil-Nr. 50242
 Kilometer 50.253
 X-Maßstab 1 : 200
 Y-Maßstab 1 : 50
 Gewässerkennzahl -



mNN

226

225

224

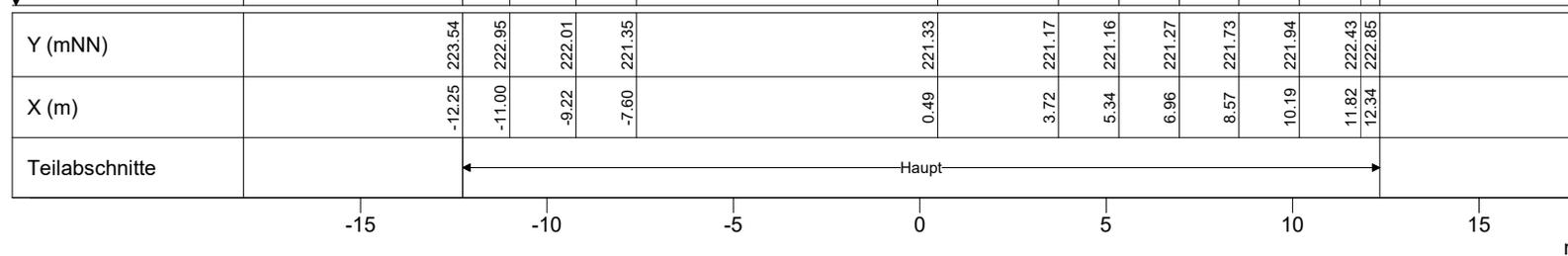
223

222

WSP HQ100 Plan (mNN)

WSP HQ100 Ist (mNN)

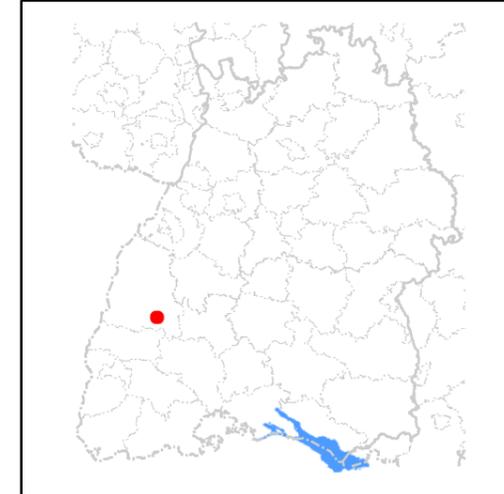
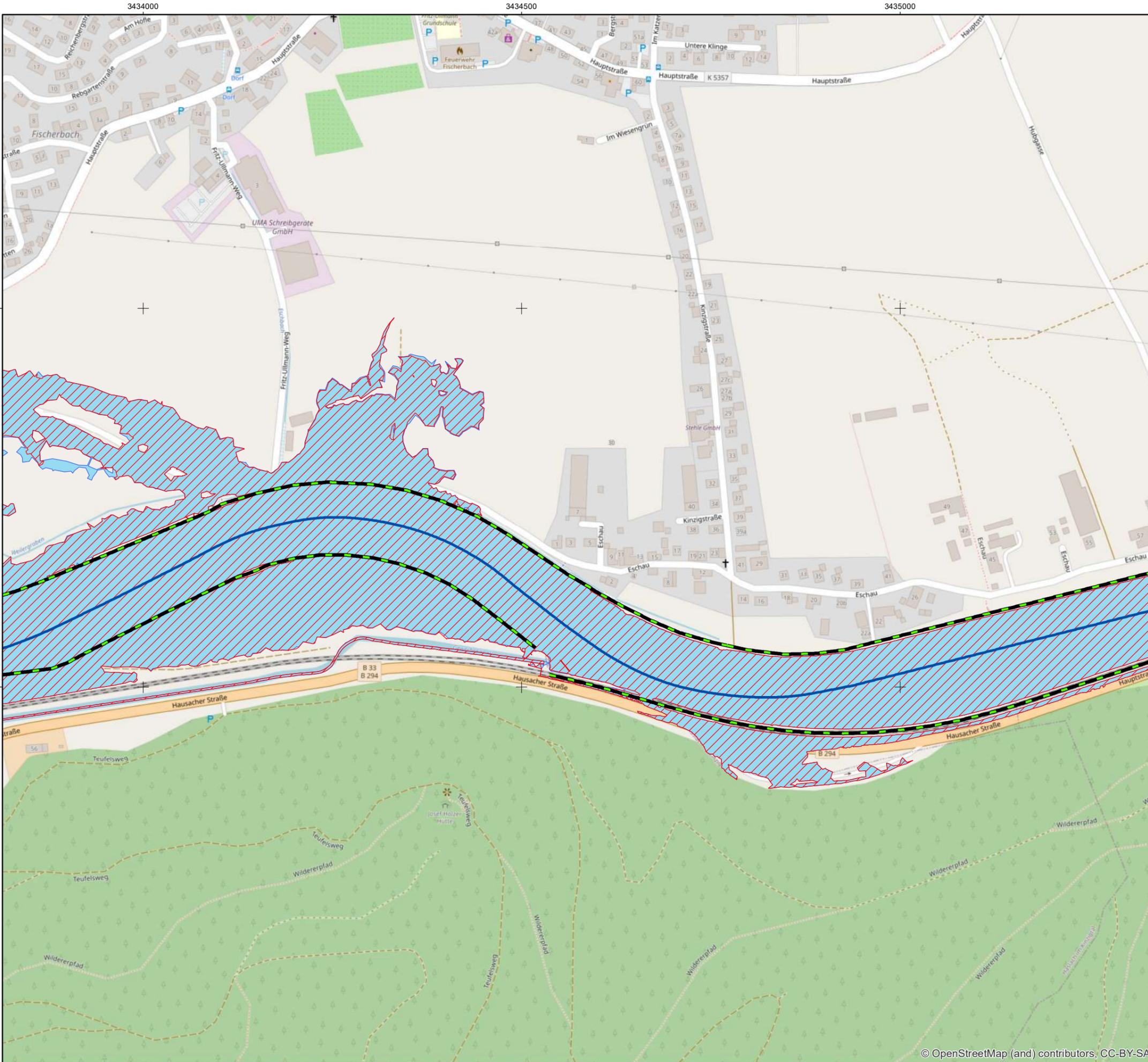
221.0



Nachweis Hochwasserverträglichkeit Schnapperwehr in Haslach
 Anlage 2: Querprofile mit Wasserspiegellagen Aachen, Januar 2022

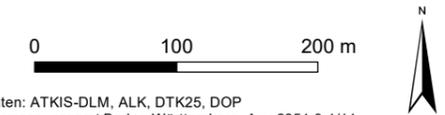
Profil-Nr. 50278
 Kilometer 50.290
 X-Maßstab 1 : 200
 Y-Maßstab 1 : 50
 Gewässerkennzahl -





Legende

-  Hochwasserschutzanlage
-  HWGK-Gewässer
-  Überflutungsfläche HQ100 Planzustand
-  Überflutungsfläche HQ100 Istzustand



Geobasisdaten: ATKIS-DLM, ALK, DTK25, DOP
 © Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Az.: 2851.9-1/11

Ingenieurbüro Floecksmühle

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser u. Umwelt mbH
 Bachstraße 62 - 64 - 52066 Aachen
 Tel. 0241/94689-0 - Fax 0241/506889
 E-Mail: mail@hydrotec.de

**Nachweis Hochwasserverträglichkeit
 am Schnapperwehr in Haslach**

Überflutungsflächen HQ100 - Ist- und Planzustand
 ROHERGEBNISSE

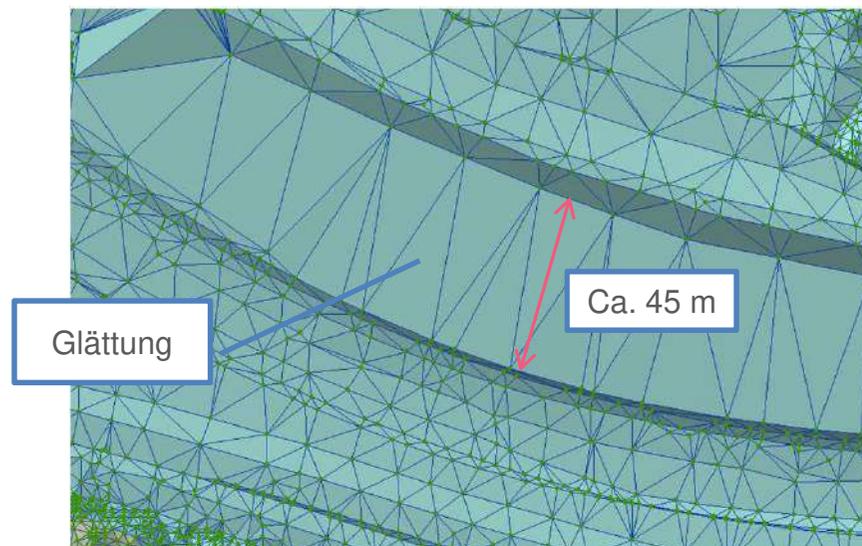
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

HWGK-AF am Schnapperwehr in Haslach

Referenzzustand

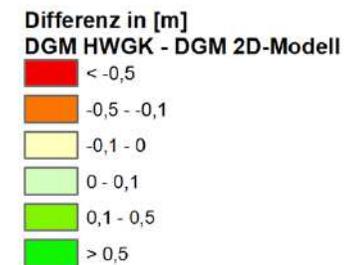
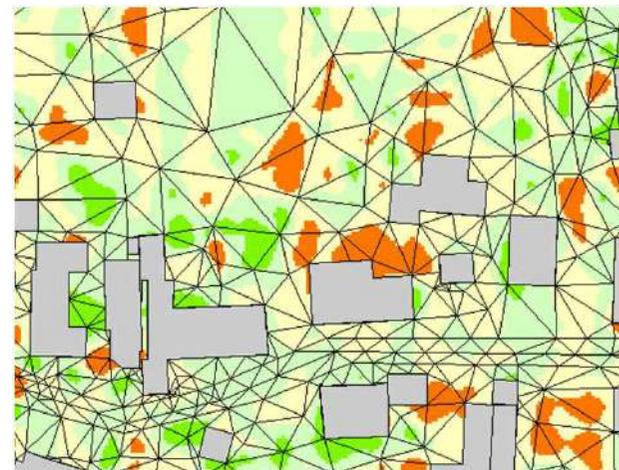
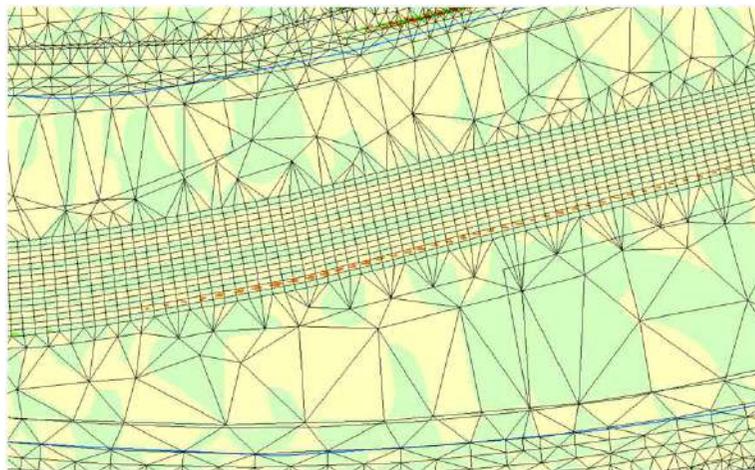
Vergleich der Eingangsdaten HWGK-E mit neuen Befliegungsdaten (2019)

- ▶ Terrain/DGM von AHK erstellt (Standardverfahren für HWGK BW)
 - ▶ Befliegungspunkte
 - ▶ Bruchkanten z.B. Ufer- und Böschungslinien und Dämme
 - ▶ Interpolation zwischen diesen Linien ohne Berücksichtigung ursprünglicher Höhen
 - ▶ Bei Gewässer gut, da dann die Sohle abgebildet wird
 - ▶ Interpolation zwischen Böschungsoberkante und Dammfuß nicht immer optimal, wenn diese weit auseinander liegen
 - ▶ Fläche zwischen BOK und Dammfuß geglättet
- ▶ Terrain bzw. daraus erstelltes DGM1 bildet Grundlage für das 2D-Modell



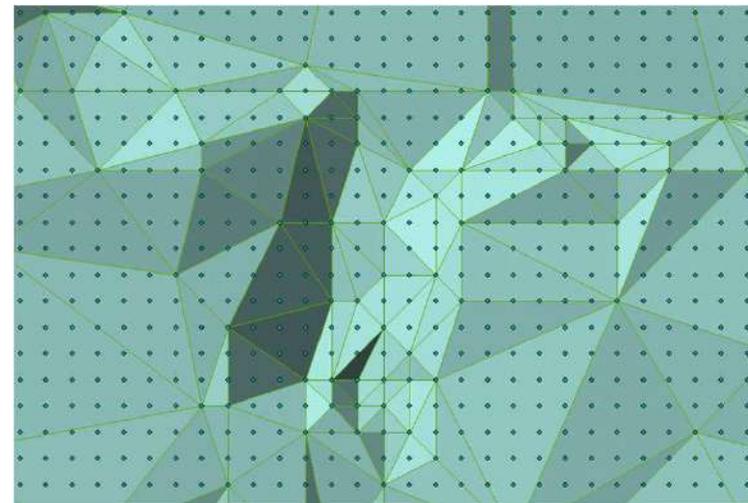
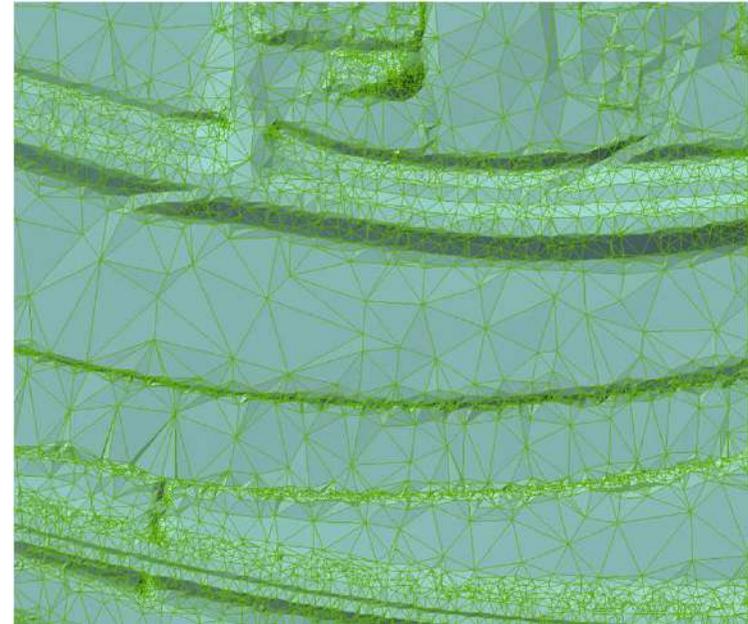
Vergleich HWGK DGM mit 2D Modell

- › Differenz zwischen den Deichen kaum vorhanden (Differenzen $< 0,01$ m)
- › Im Vorland etwas größere Abweichungen, vor allem zwischen den Knoten des 2D-Modells (Differenzen überwiegend $< +/- 0,2$ m)
- › Fazit: Grundlagen Daten HWGK wurden gut in das Modell übernommen



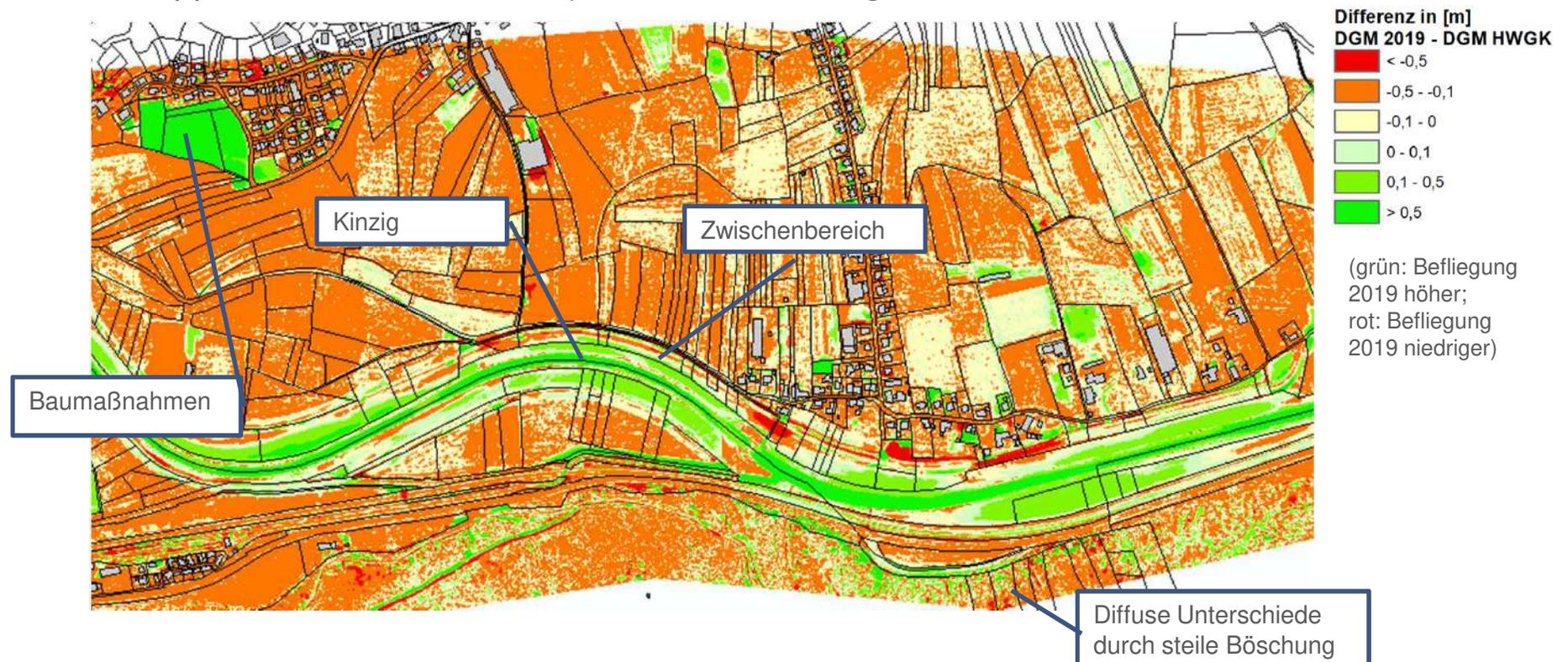
Daten DGM 2019 (neue Befliegung)

- Übergabe als Terrain (ausgedünnt) und
- Punktwolke mit 0,5 m Punktabstand

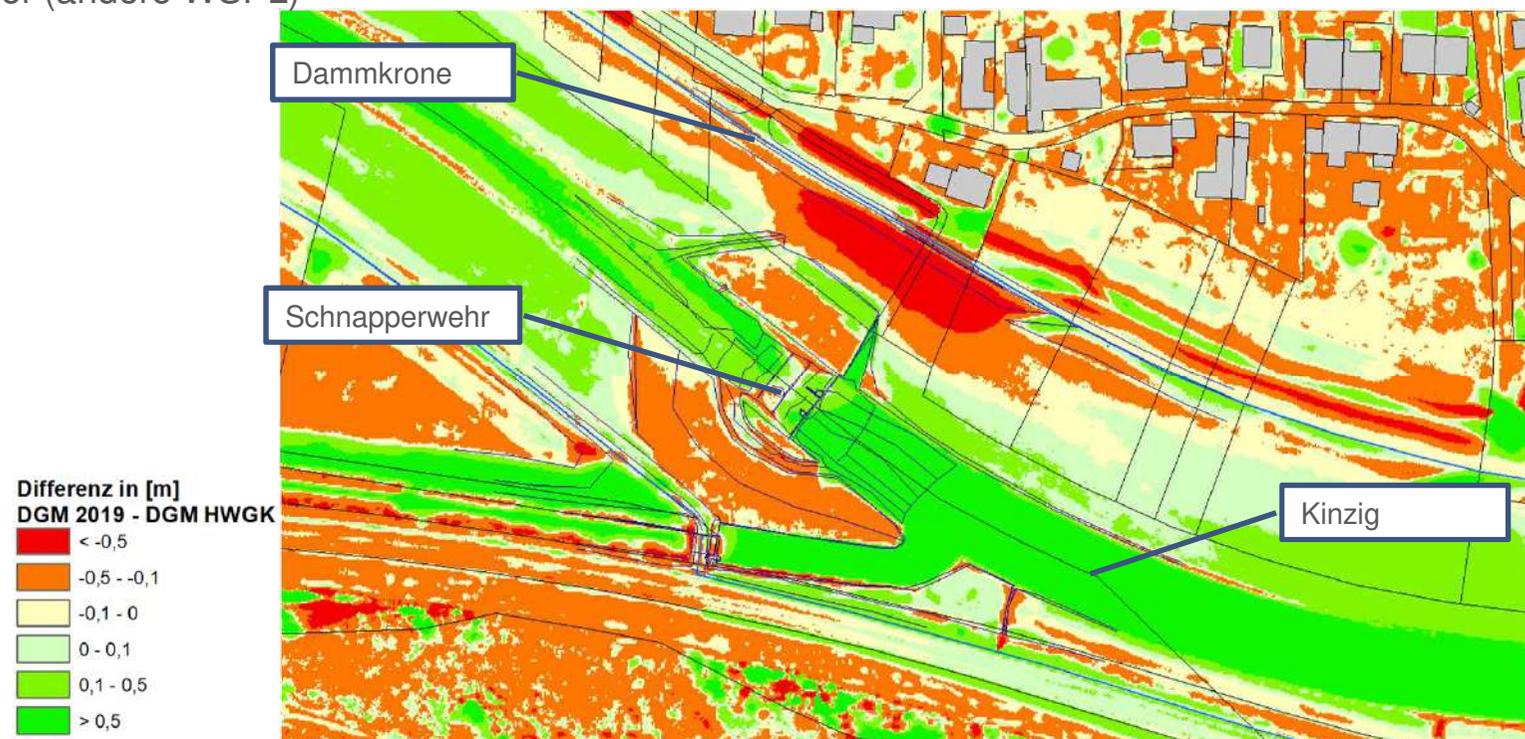


Vergleich DGM HWGK mit DGM 2019 (neue Befliegung)

- ▶ Vorland: gute Übereinstimmung und nur wenige nachvollziehbare größere Differenzen
- ▶ Kinzig: Plausible Unterschiede, da die neuen Befliegungsdaten keine Sohlstruktur enthält
- ▶ Bereich zwischen Kinzig und Dämmen: deutliche Differenzen (im Bereich Schnapperwehr mehr als 1,5 m) durch die Glättung im DGM HWGK

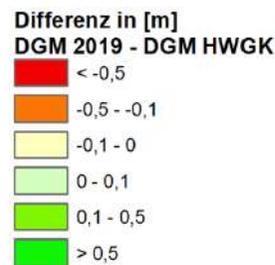


- Detailansicht Schnapperwehr
- (Eher) geringe Abweichungen an der Dammkrone (blaue Linie)
- Abweichungen:
 - Durch Glättung zwischen Damm und Kinzig (niedriger im DGM 2019) große Abweichung am Schnapperwehr
 - Gewässer (andere WSPL)



Vergleich Befliegung original HWGK mit 2019

- Geringe Abweichungen
- Abweichungen nachvollziehbar
 - Felder (andere Bestellung; überwiegend Abweichungen von $< 0,2$ m)
 - Gewässer (andere WSPL)
 - Baumaßnahmen



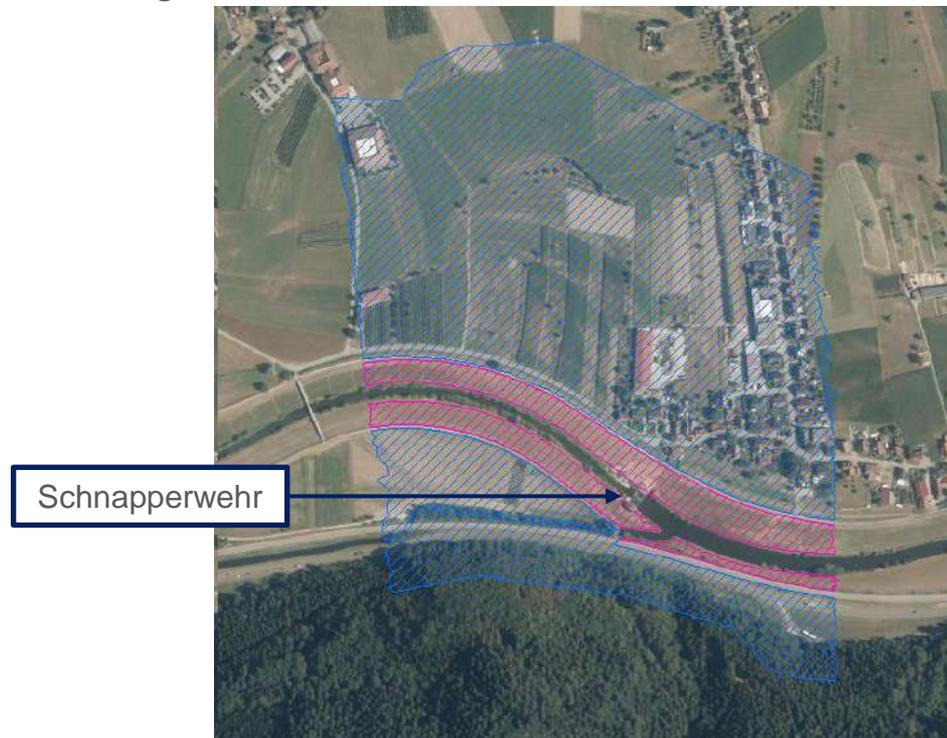
- ▶ Aufgrund der angepassten Grundlagendaten des HWGK (Glättung zwischen Gewässer und Damm) gibt es größere Abweichungen in diesem Bereich im Modell, bei denen eine hydraulische Wirksamkeit nicht ausgeschlossen ist.
- ▶ Unterschiede existieren über den betrachteten Bereich hinaus
- ▶ Möglichkeiten für weiteres Vorgehen (Entscheidung RP Freiburg)
 - ▶ Höheninterpolation aktuelle Befliegungsdaten auf bestehendes HWGK-Modell
 - ▶ + geringer zeitlicher Aufwand
 - ▶ - ggf. nicht korrekte Abbildung des Geländes (Bruchkanten werden nicht berücksichtigt) mit Einfluss auf WSPL und ÜSG
 - ▶ Aufbau neues hydraulisches Modell (Vorland und Flussschlauch) mit den aktuellen Befliegungsdaten
 - ▶ + korrektere Wiedergabe der realen Verhältnisse
 - ▶ - hoher zeitlicher Aufwand
 - ▶ Zwischen den Dämmen neues Netz mit den aktuellen Befliegungsdaten erstellen; Höheninterpolation aktuelle Befliegungsdaten auf bestehendes HWGK-Modell hinter den Dämmen
 - ▶ +/- mittlerer zeitlicher Aufwand
 - ▶ + korrektere Wiedergabe der realen Verhältnisse (insbesondere WSPL zwischen den Dämmen)

HWGK-AF am Schnapperwehr in Haslach

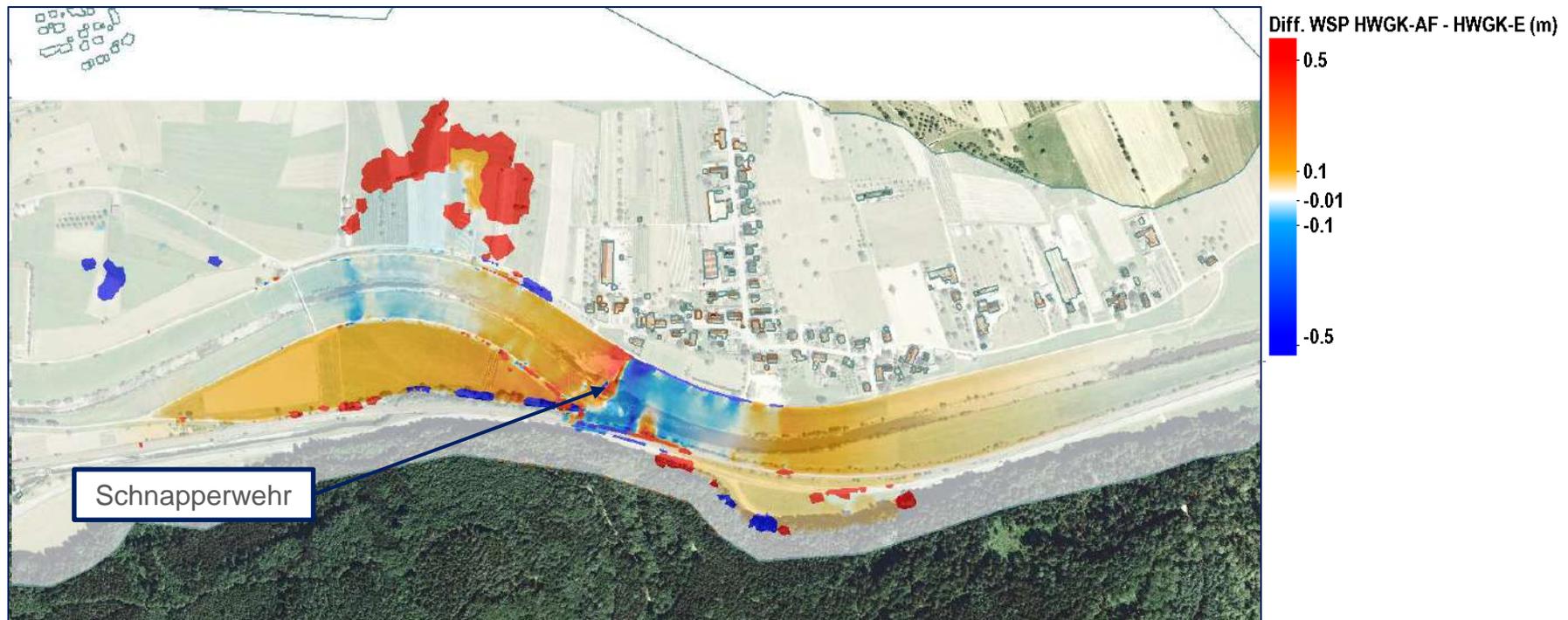
Vergleich der Wasserspiegellagen HQ100

Hochwassergefahrenkarte - **Anlassbezogene Fortschreibung** (HWGK-AF)
mit Hochwassergefahrenkarte – **Erstellung** (HWGK-E)

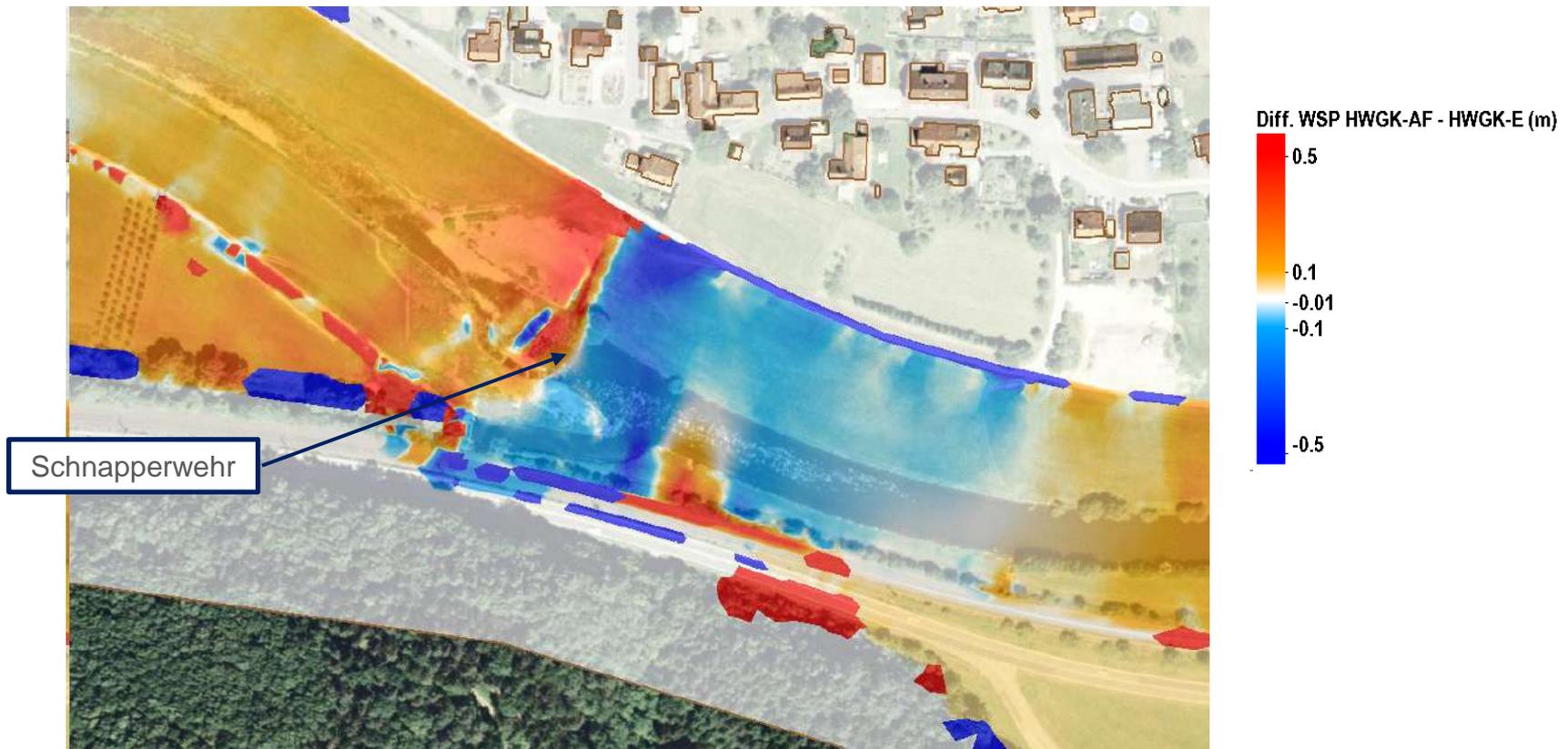
- ▶ Neue Befliegungsdaten (2019) im Bereich Schnapperwehr
 - ▶ Höheninterpolation auf bestehendes Netz (blau schraffiert)
 - ▶ Neuaufbau Netz (pinkt schraffiert)
- ▶ Schnapperwehr aus terrestrischer Vermessung, Wehrklappen geöffnet
- ▶ Keine Änderung im Flussschlauch Kinzig und Dammkronen



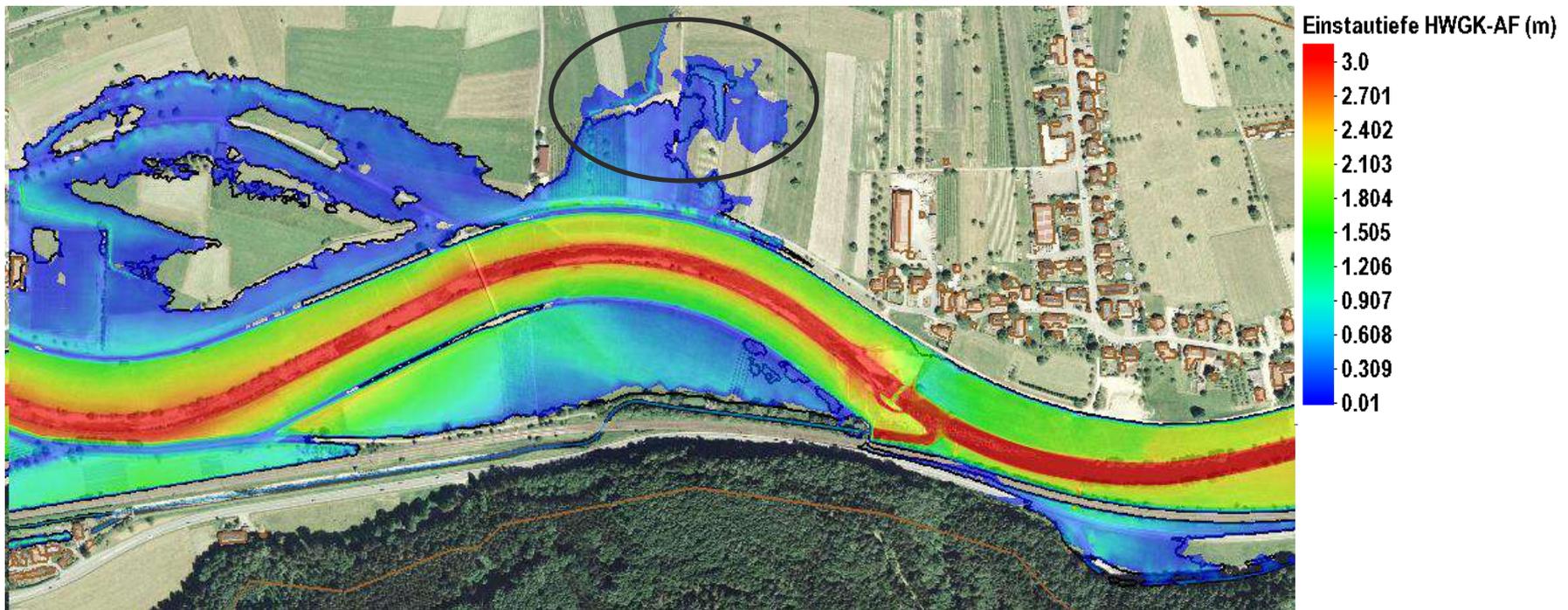
- WSP HQ100 HWGK-AF sowohl höher (orange bis rot eingefärbt) als auch niedriger (blau) im Vergleich zum WSP HQ100 HWGK-E
- WSP-Differenzen überwiegend +/- 0,1 m
- Anschluss an bestehenden WSP möglich (= Übereinstimmung mit WSP HWGK-E)



- ▶ Direkt oberhalb Wehr niedrigerer WSP HQ100 HWGK-AF (lokal bis -0,5 m)
- ▶ Unterhalb Wehr höherer WSP HQ100 HWGK-AF (lokal bis +0,6 m)



- ▶ Überflutungsfläche HQ100 HWGK-AF (Einstautiefen farblich abgestuft) im Vorland (eingekreist) größer als HWGK-E (schwarze Linie, Neuberechnung aktuelle Hydro_AS-Version ohne Dammbresche!)
- ▶ Restlichen Bereiche: gute Übereinstimmung



HWGK-AF

- ▶ Daten wurden im Rahmen der QS an das RP Freiburg übermittelt
- ▶ Warten auf Rückmeldung
- ▶ Berechnung der Jährlichkeiten HQ010, HQ050 und HQExtrem
- ▶ Postprocessing gemäß Vorgaben HWGK
- ▶ Abgabe Bericht und Anlagen

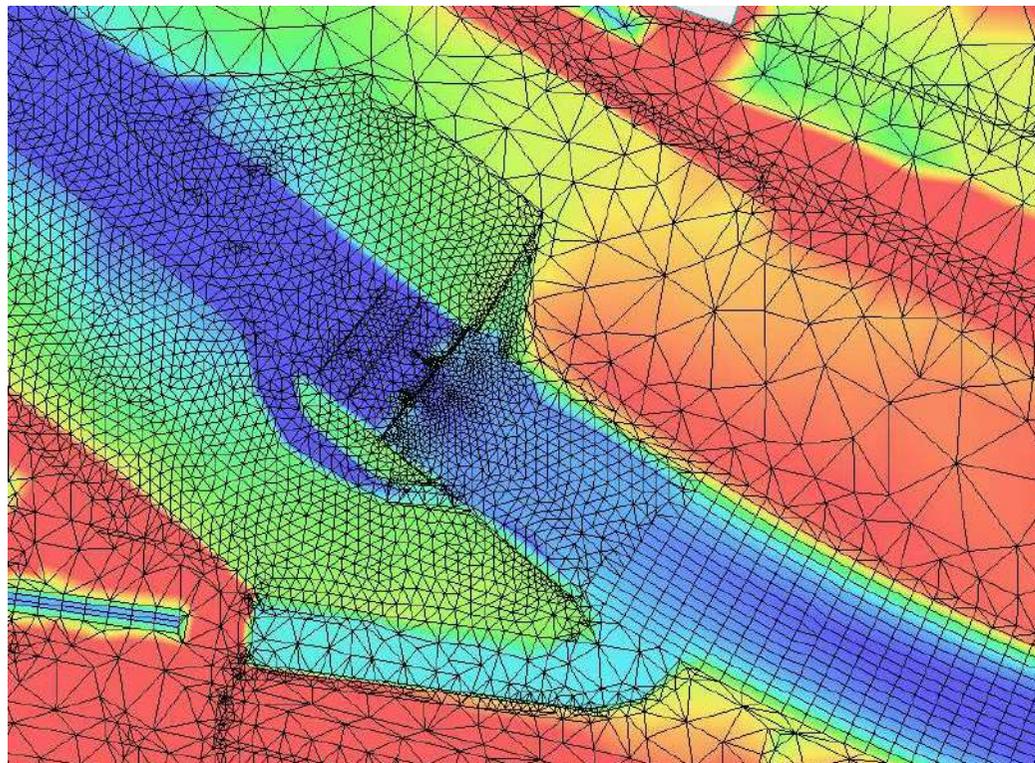
Wasserrechtliche Genehmigung

- ▶ Berechnung Planzustand (Planzustände) und weitere Abflussereignisse im Istzustand

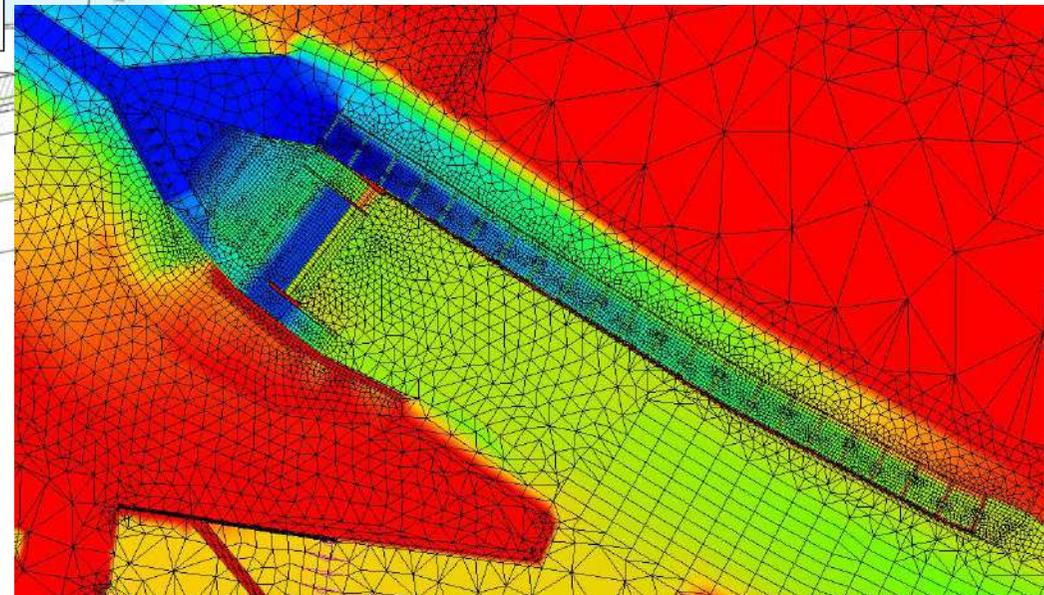
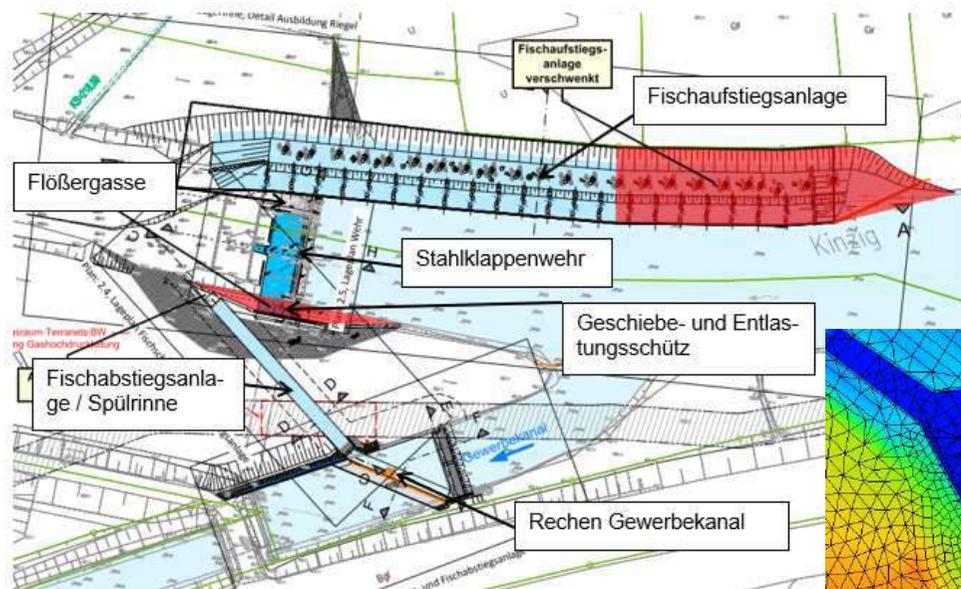
Nachweis Hochwasserverträglichkeit am Schnapperwehr in Haslach

Vergleich der Wasserspiegellagen HQ100 im Ist- und angepasster
Planzustand

- ▶ Neue Befliegungsdaten (2019) im Bereich Schnapperwehr
 - ▶ Höheninterpolation auf bestehendes Netz (Vorland hinter Dämmen) / Neuaufbau Netz (zwischen Kinzig und Dämmen)
- ▶ Schnapperwehr aus terrestrischer Vermessung, Wehrklappen geöffnet

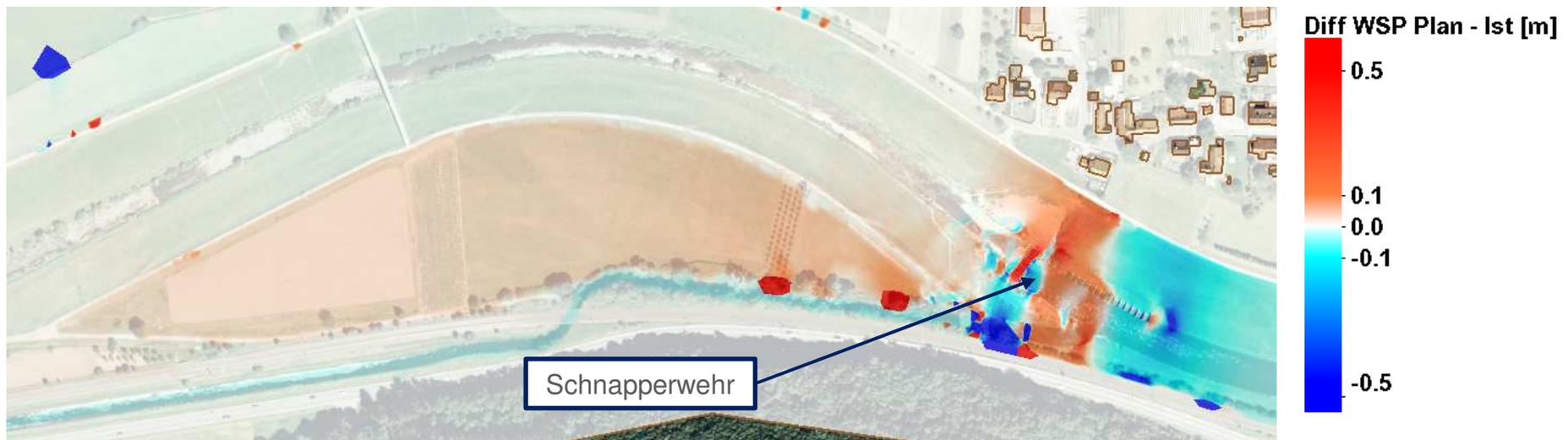


- Basis: Modell Planzustand
- Zusätzliches Geschiebe- und Entlastungsschütz links vom Schnapperwehr, Verlegung FAA an rechte Uferlinie



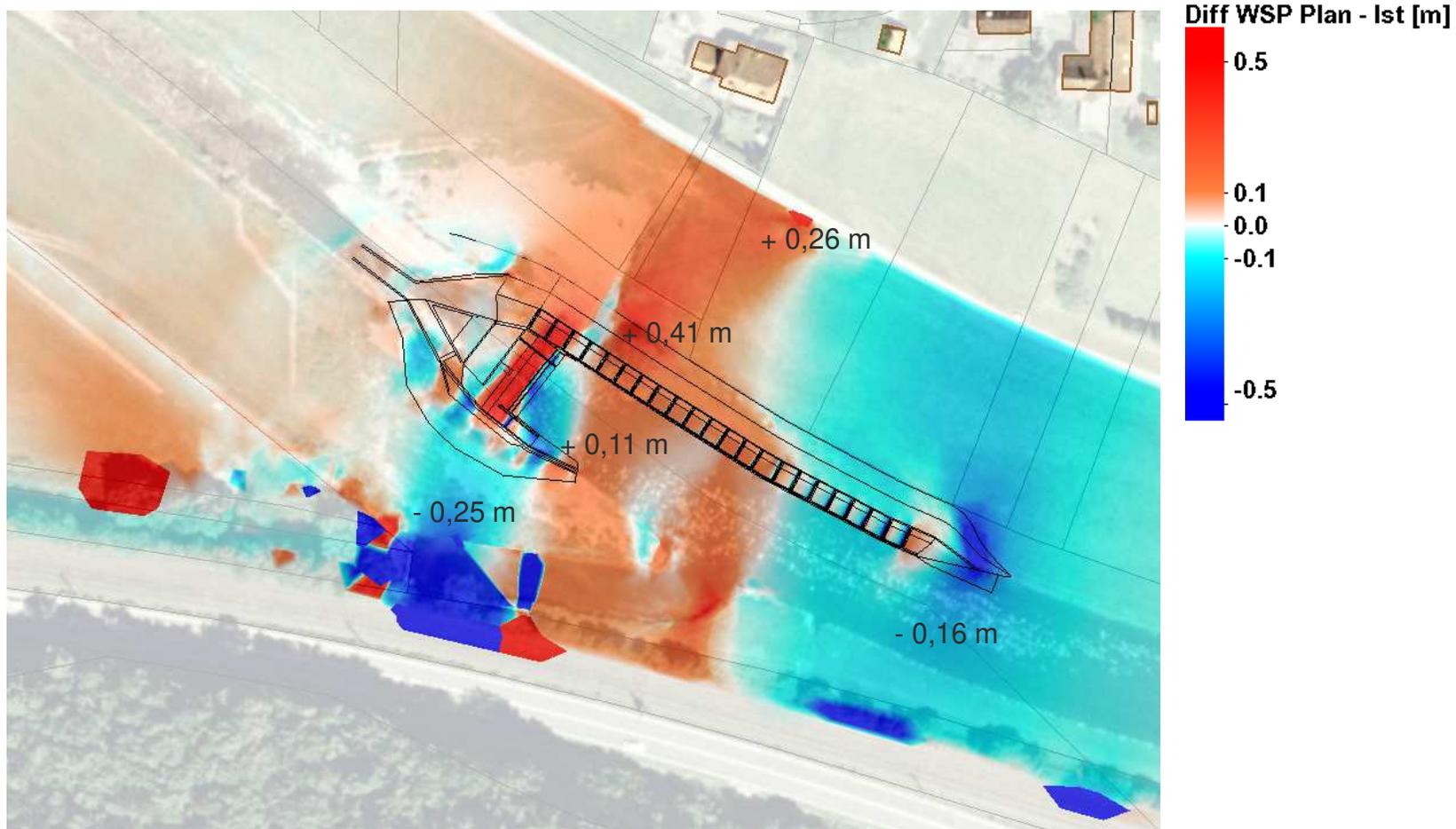
Vergleich Wasserspiegel HQ100

- ▶ WSP HQ100 angepasster Planzustand sowohl höher (orange bis rot eingefärbt) als auch niedriger (türkis bis blau) im Vergleich zum WSP HQ100 Istzustand
- ▶ WSP-Anstieg (lokal) bis zu 0,3 m im angepassten Planzustand im Vergleich zum Istzustand
- ▶ Anschluss WSP HQ100 angepasster Planzustand an Istzustand möglich



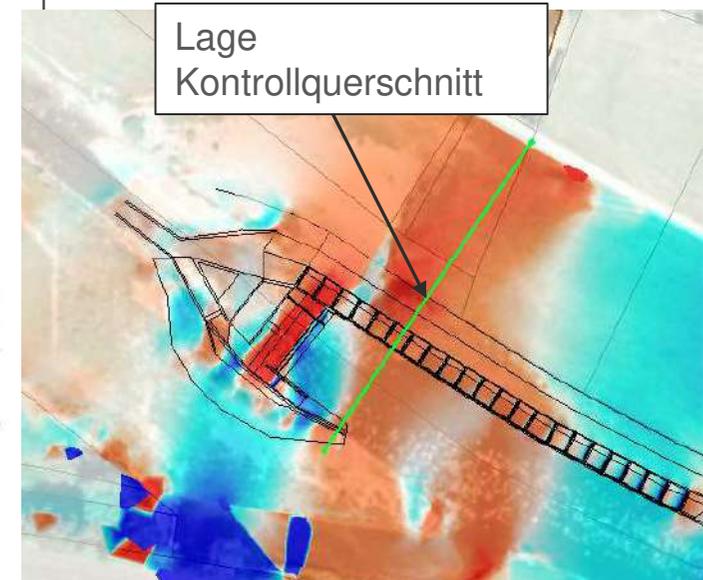
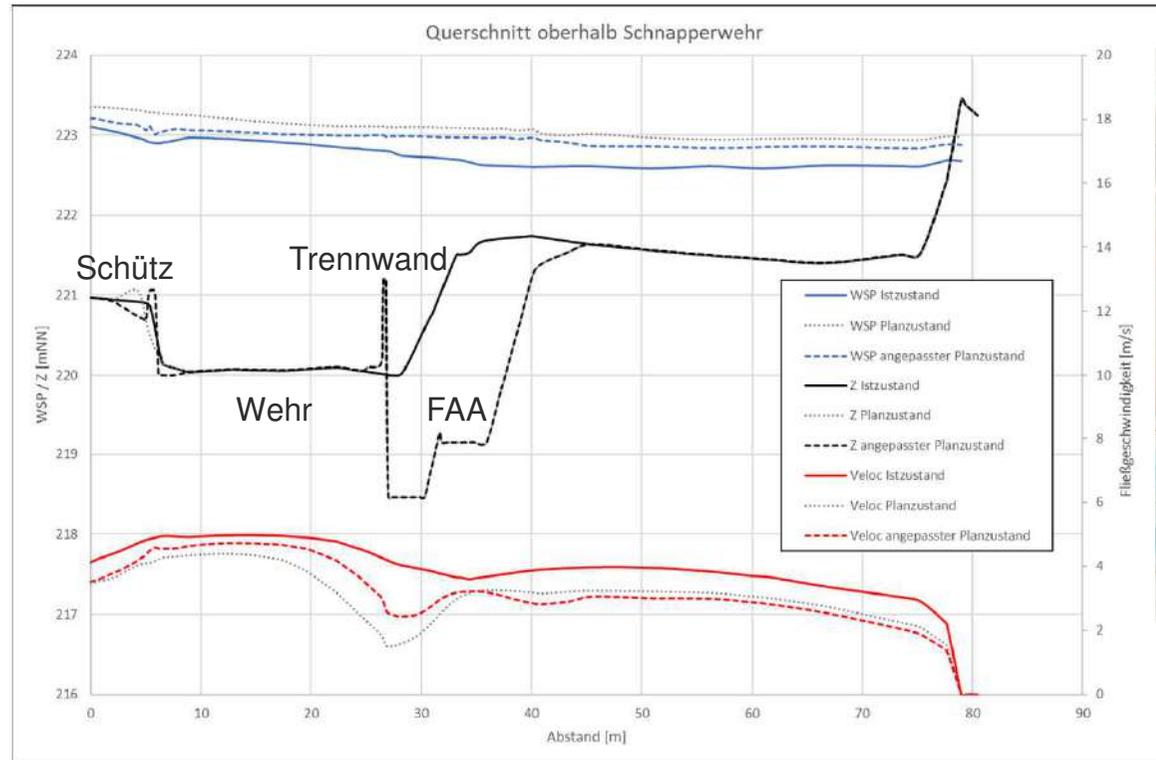
Vergleich Wasserspiegel HQ100

- ▶ Überwiegender Wasserspiegelanstieg im angepassten Planzustand HQ100 im Bereich des Schnapperwehrs



Vergleich Wasserspiegel HQ100

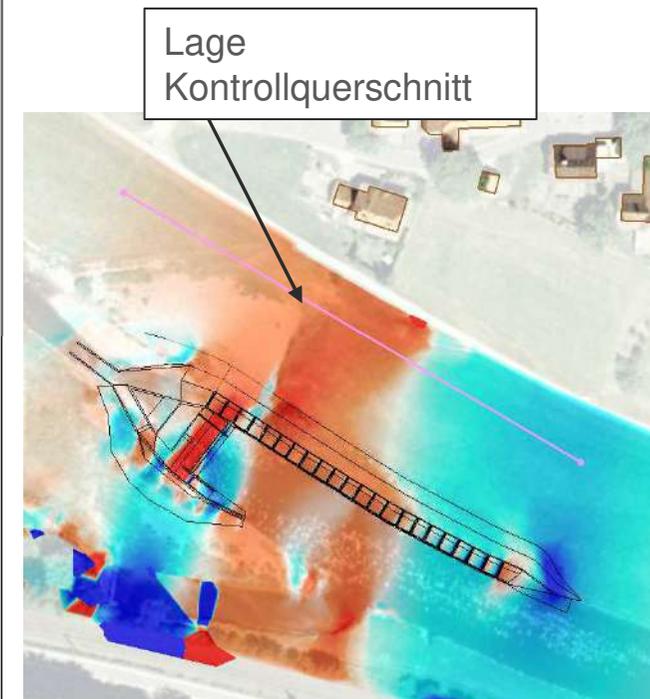
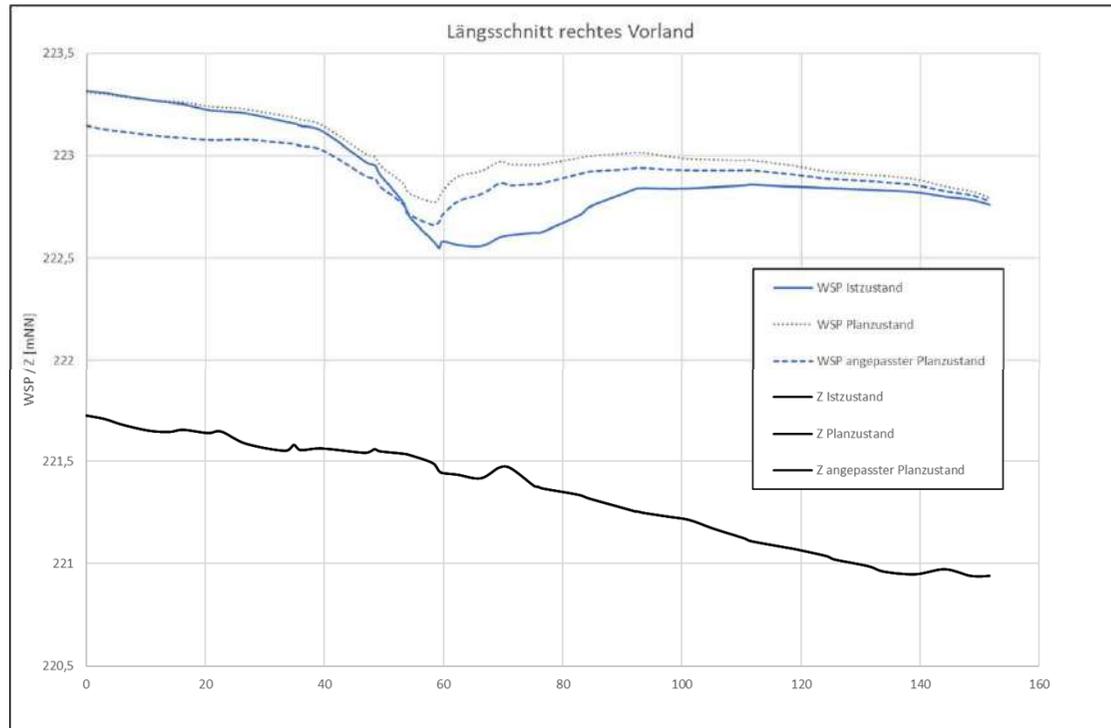
- Lage und Berechnungsergebnisse Kontrollquerschnitt:



- Positiver Einfluss Umplanung: WSP HQ100 sinkt; Fließgeschwindigkeit im Hauptgerinne höher als im Planzustand

Vergleich Wasserspiegel HQ100

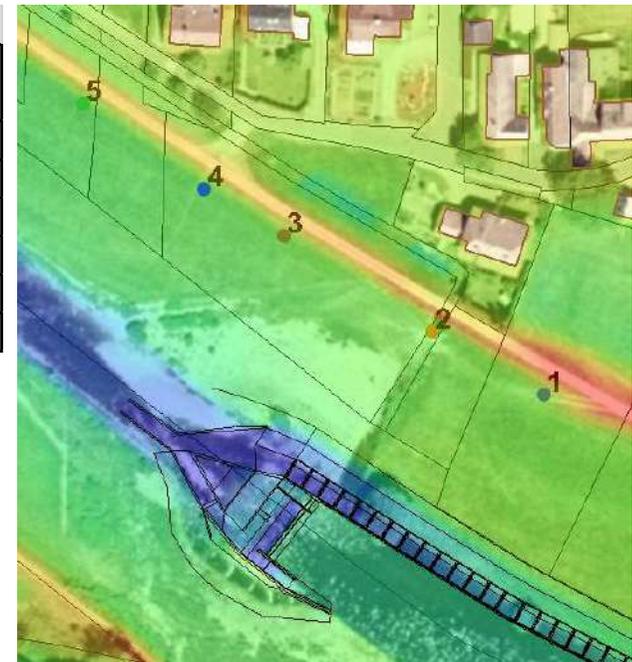
- Lage und Berechnungsergebnisse Längsschnitt rechtes Vorland:



Vergleich Wasserspiegel HQ100

- ▶ Vergleich WSP HQ100 HWGK, Ist- und Planzustand an ausgewählten Punkten (analog zur Auswertung 2019)

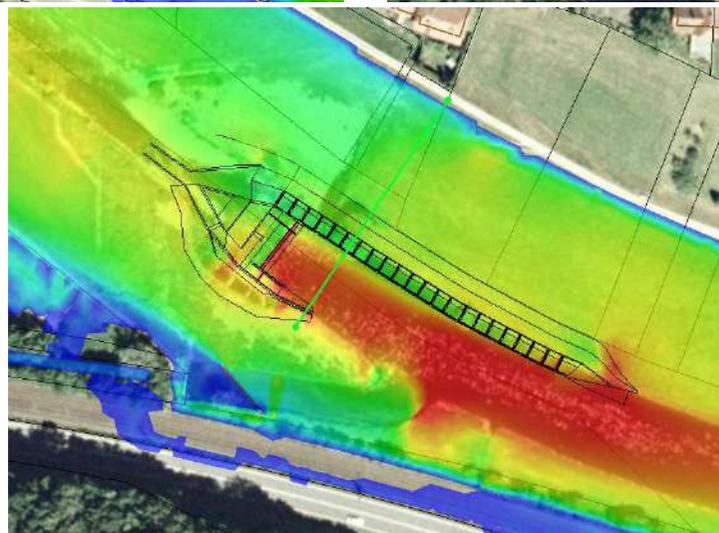
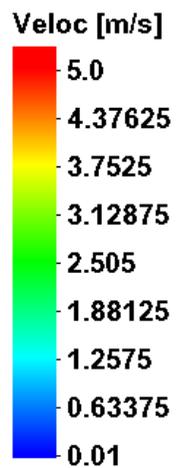
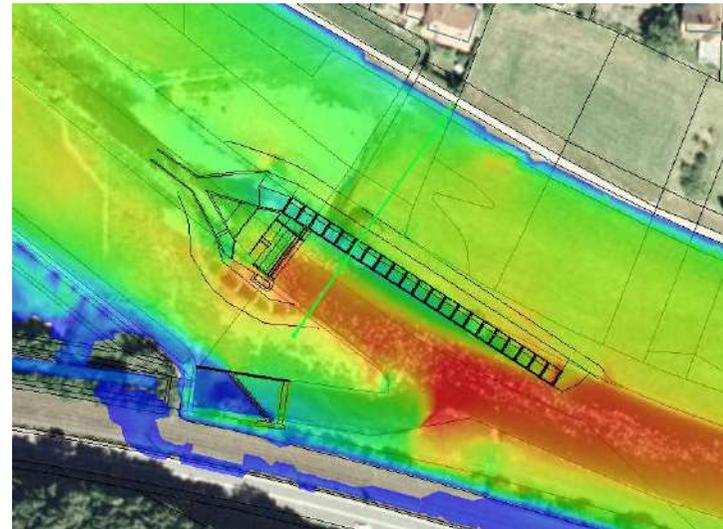
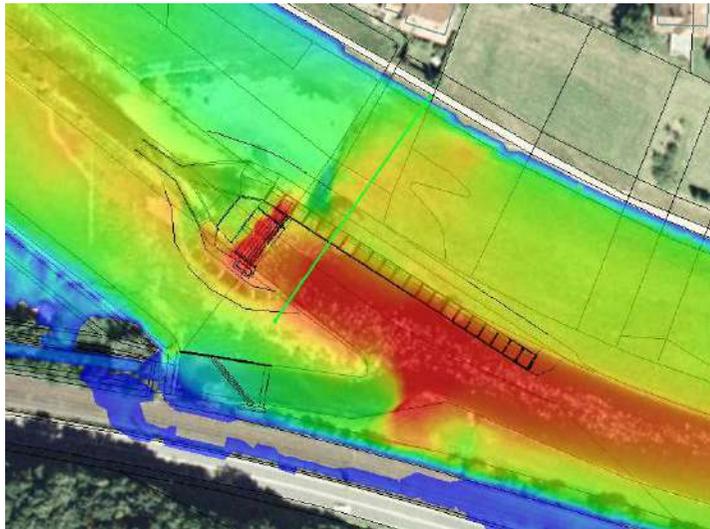
WSPL_max an ausgewählten Kontrollpunkten						
Punkt- nummer	X [m]	Y [m]	HWGK	Istzustand	Planzustand	angepasster
						Planzustand
WSPL_max [m NHN]						
1	3434628,41	5349601,62	223,12	222,31	222,70	222,54
2	3434601,95	5349616,43	222,75	222,80	223,01	222,92
3	3434566,88	5349638,87	222,57	222,84	222,91	222,88
4	3434547,82	5349649,87	222,58	222,76	222,80	222,78
5	3434519,29	5349669,91	222,51	222,65	222,66	222,65



- ▶ WSP HQ100 liegt im Istzustand höher als in den HWGK
- ▶ WSP HQ100 liegt im angepassten Planzustand teilweise höher als im Istzustand
- ▶ WSP HQ100 liegt im angepassten Planzustand niedriger als im Planzustand

Vergleich Fließgeschwindigkeiten HQ100

- ▶ Fließgeschwindigkeit HQ100 Istzustand (links) und Planzustand (rechts), angepasster Planzustand (unten)

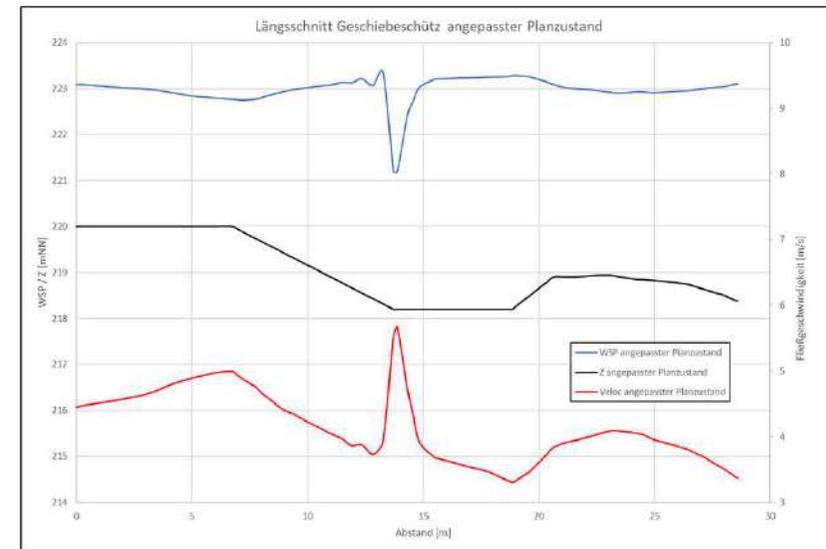
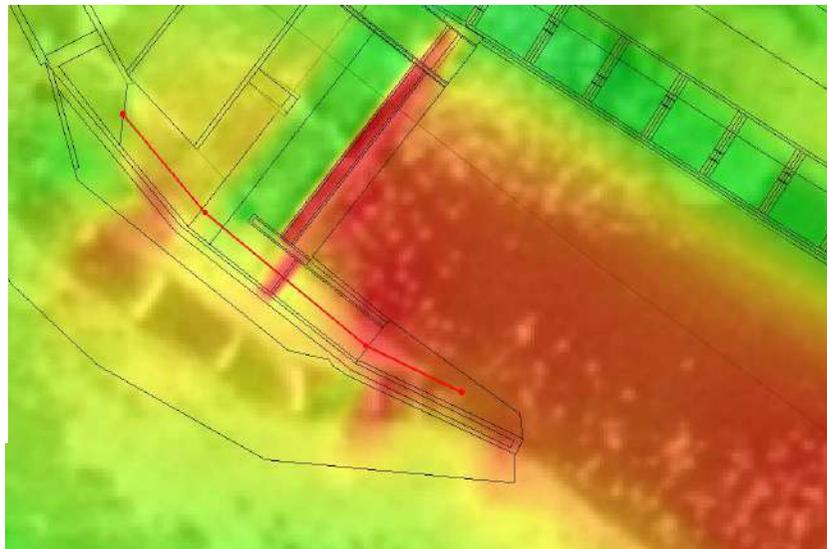


- Ergebnisse dem RP Freiburg und dem LRA Ortenaukreis zur Verfügung stellen
- Rückmeldung bzgl. Genehmigungsfähigkeit
- Höhere Unterkante gezogenes Geschiebeschutz?

Veloc [m/s]



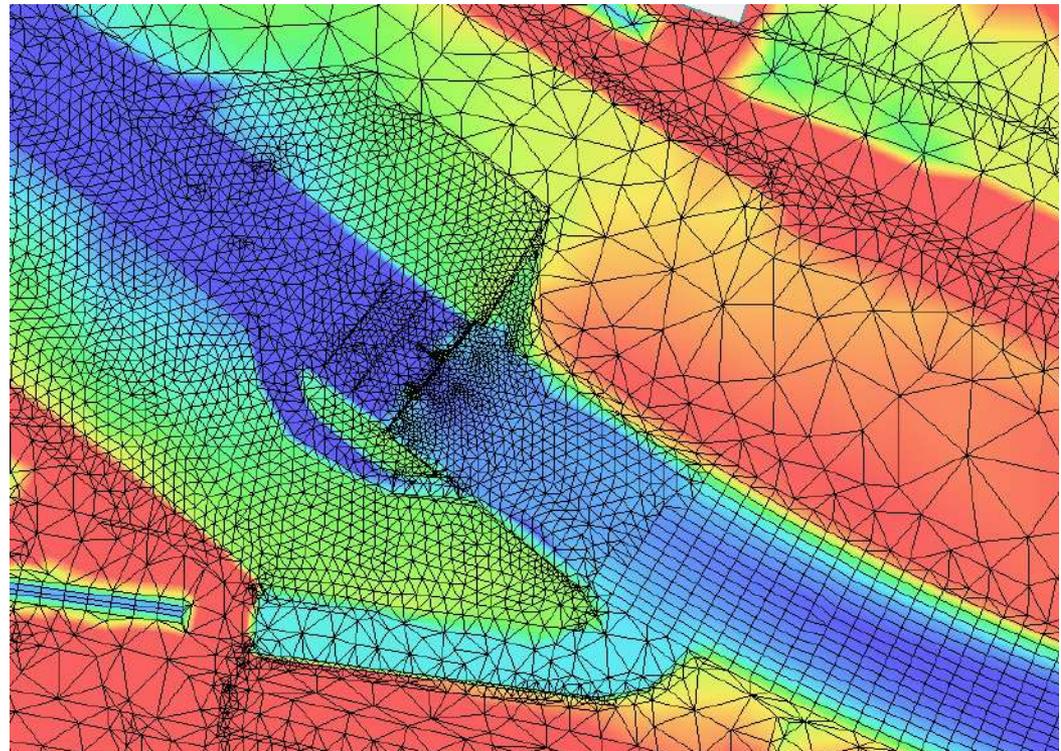
5.0
4.37625
3.7525
3.12875
2.505
1.88125
1.2575
0.63375
0.01



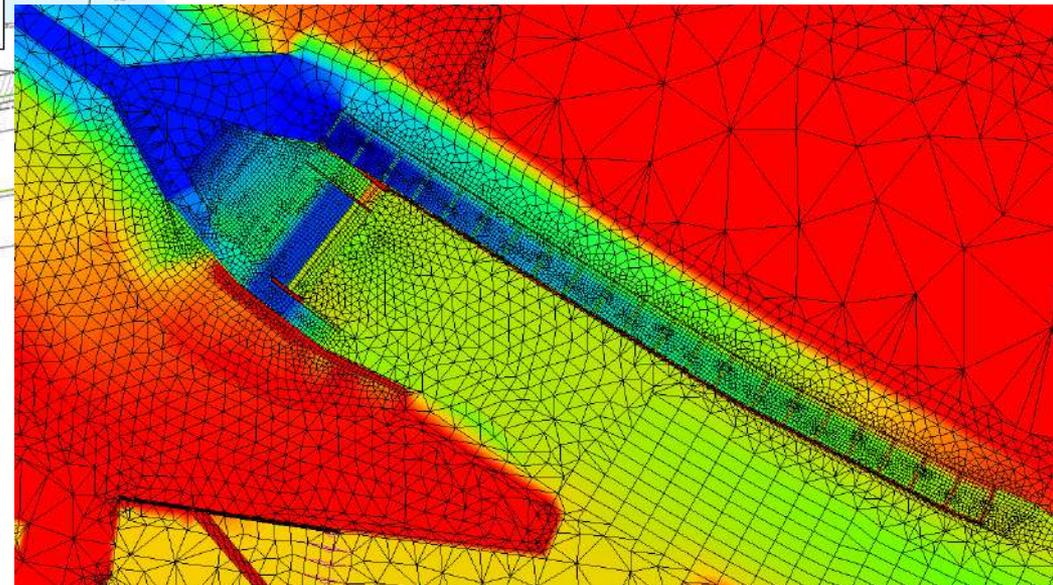
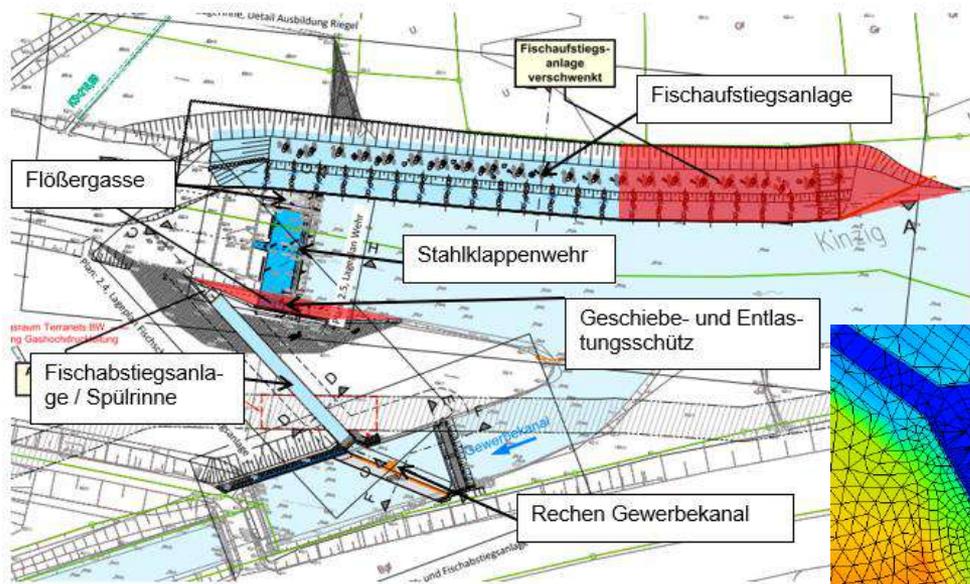
Nachweis Hochwasserverträglichkeit am Schnapperwehr in Haslach

Vergleich der Wasserspiegellagen HQ100 im Ist- und Planzustand 3

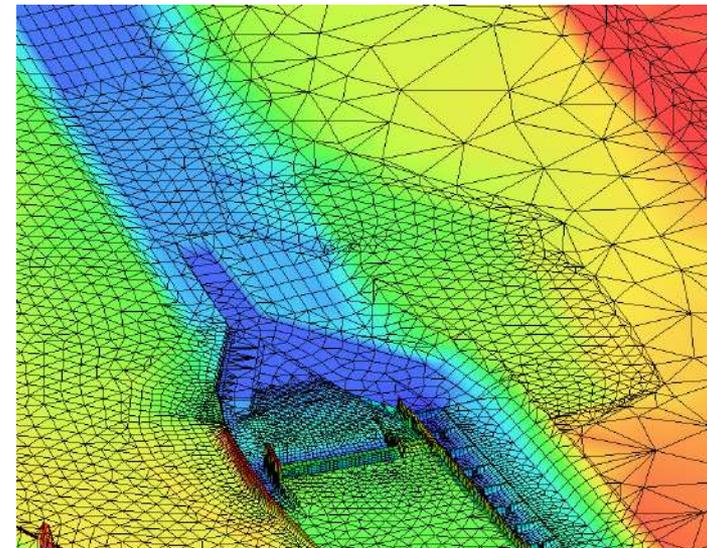
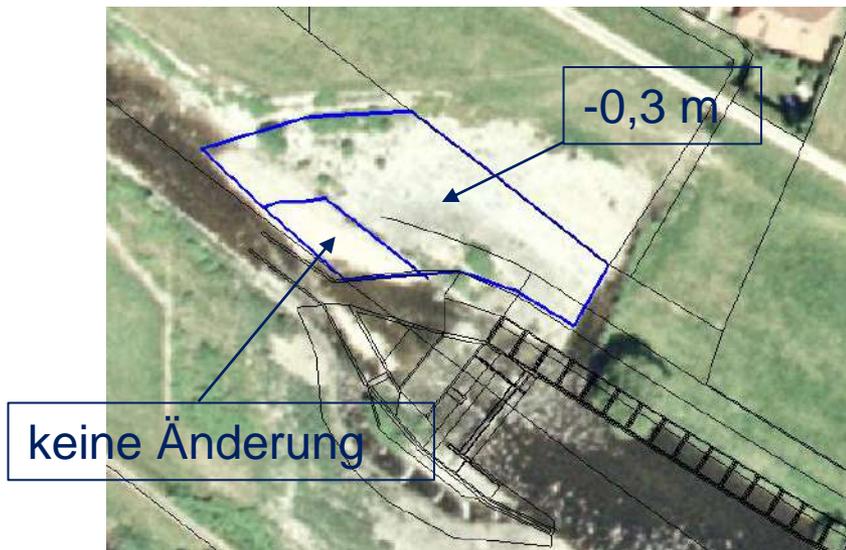
- ▶ Neue Befliegungsdaten (2019) im Bereich Schnapperwehr
 - ▶ Höheninterpolation auf bestehendes Netz (Vorland hinter Dämmen) / Neuaufbau Netz (zwischen Kinzig und Dämmen)
- ▶ Schnapperwehr aus terrestrischer Vermessung, Wehrklappen geöffnet



- ▶ Basis: Modell Planzustand
- ▶ Zusätzliches Geschiebe- und Entlastungsschütz links vom Schnapperwehr, Verlegung FAA an rechte Uferlinie



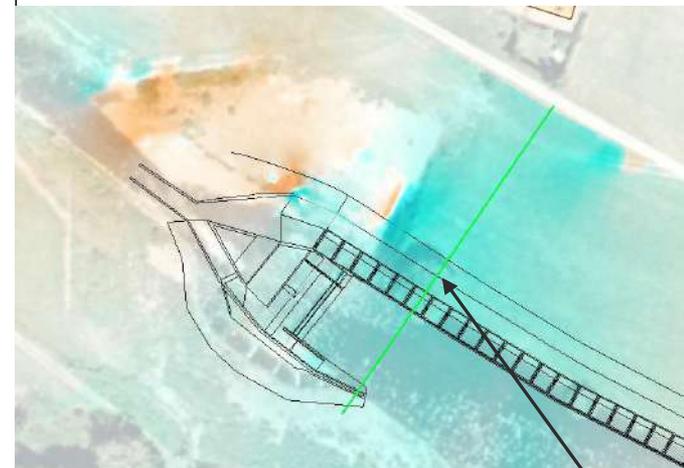
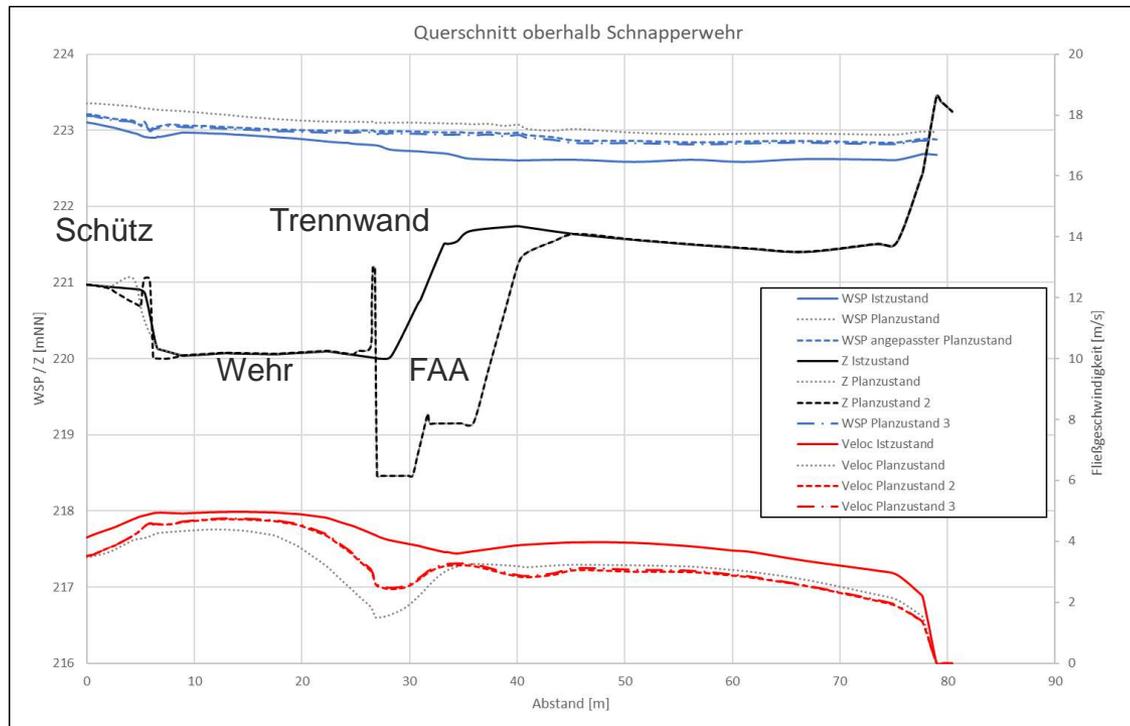
- Basis: Modell angepasster Planzustand
- Zusätzlich: Reduzierung (-0,3 m) der GOK unterhalb Wehrachse am rechten Ufer
- Nur auf dem öffentlichen Grundbesitz



- ▶ WSP HQ100 Planzustand 3 sowohl höher (orange bis rot eingefärbt) als auch niedriger (türkis bis blau) im Vergleich zum WSP HQ100 Planzustand 2
- ▶ WSP HQ100 (lokal) bis zu 0,06 m niedriger im Planzustand 3 im Vergleich zum Planzustand 2
- ▶ Lokaler Anstieg WSP HQ100 im Unterwasser des Wehrs um bis zu 0,1 m durch Geländeabsenkung



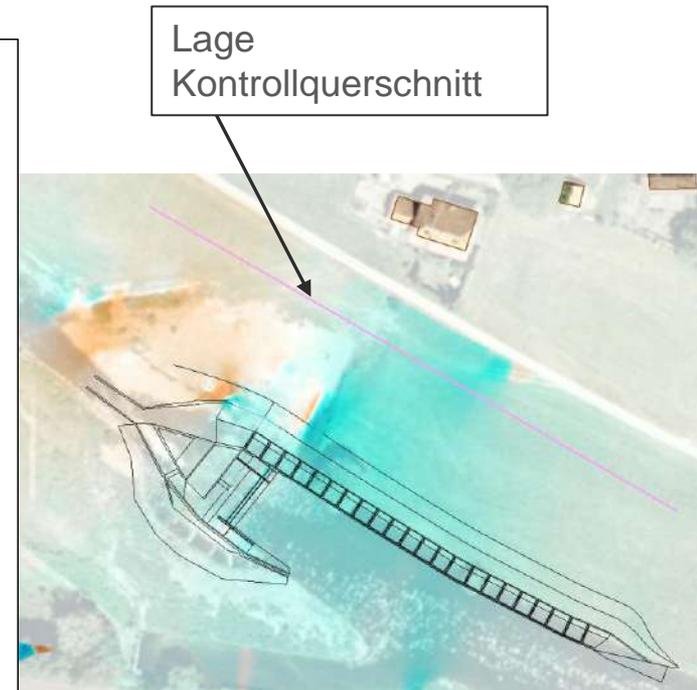
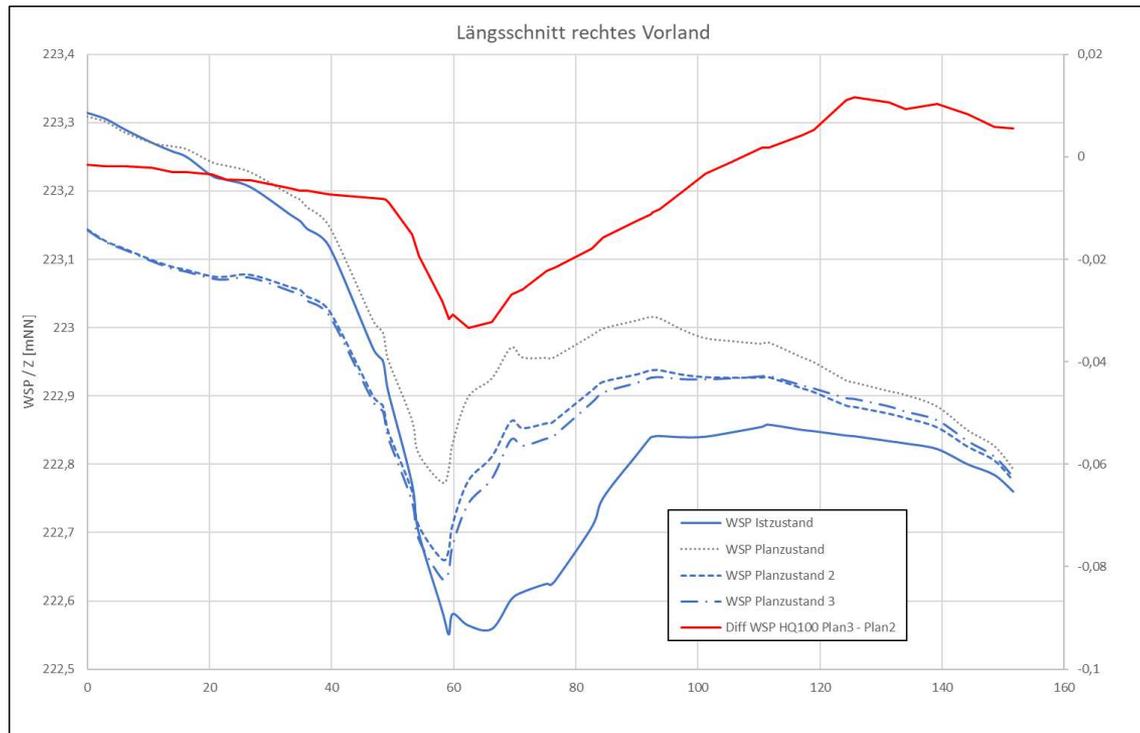
► Lage und Berechnungsergebnisse Kontrollquerschnitt:



Lage
Kontrollquerschnitt

► Positiver Einfluss Geländeabsenkung: WSP HQ100 im Planzustand 3 sinkt gegenüber Planzustand 2 um bis zu 0,06 m

▸ Lage und Berechnungsergebnisse Längsschnitt rechtes Vorland:



- ▶ Vergleich WSP HQ100 HWGK, Ist- und Planzustand an ausgewählten Punkten (analog zur Auswertung 2019)

WSPL_max an ausgewählten Kontrollpunkten							
Punkt- nummer	X [m]	Y [m]	HWGK	Ist- zustand	Plan- zustand	Plan- zustand 2	Plan- zustand 3
			WSPL_max [m NHN]				
1	3434628,41	5349601,62	223,12	222,31	222,70	222,54	222,52
2	3434601,95	5349616,43	222,75	222,80	223,01	222,92	222,91
3	3434566,88	5349638,87	222,57	222,84	222,91	222,88	222,88
4	3434547,82	5349649,87	222,58	222,76	222,80	222,78	222,78
5	3434519,29	5349669,91	222,51	222,65	222,66	222,65	222,65



- ▶ WSP HQ100 liegt im Istzustand höher als in den HWGK
- ▶ WSP HQ100 liegt in den Planzuständen teilweise höher als im Istzustand
- ▶ WSP HQ100 liegt in den Planzuständen 2 / 3 niedriger als im Planzustand