

**DONAU-  
KRAFTWERK  
JOCHENSTEIN**  
AKTIENGESELLSCHAFT

RMD CONSULT

Erstellt	RMD CONSULT	S. Kanne	14.01.2015
Geprüft	RMD CONSULT	R. Hoepffner 	14.01.2015
Freigegeben	DKJ	D. Mayr 	15.01.2015
	Unternehmen / Abteilung	Vorname Nachname	Datum

Fremdfirmen-Nr.:																				Aufstellungsort:										Bl. von Bl.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
																					+																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			



# Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines .....	7
2.	Allgemeine Grundlagen .....	8
2.1.	Geländedaten .....	8
2.2.	Geometrie Gewässerökologische Maßnahme Jochenstein.....	9
2.3.	Hauptdaten Donau .....	11
2.4.	Grenze Wasserstraße.....	12
2.5.	Sonstige .....	12
3.	Einfluss auf die Schifffahrt .....	14
3.1.	Verwendete Software .....	14
3.2.	Berechnete Lastfälle .....	14
3.3.	Ergebnisse .....	15
3.4.	Zusammenfassung .....	22
4.	Einfluss auf den Abfluss eines HQ100 .....	23
4.1.	Verwendete Software .....	23
4.2.	Vorliegende Überschwemmungsgrenze .....	23
4.3.	Berechnung HQ100 für den Istzustand.....	23
4.4.	Berechnung HQ100 für den Zustand mit geplanter Maßnahme .....	26
4.5.	Auswirkung der Maßnahme auf den Abfluss HQ100 .....	29
4.6.	Auswirkung auf die Retentionsräume beim Abfluss HQ100.....	31
4.7.	Sohlschubspannungen beim Abfluss HQ10.....	32
5.	Auswirkung der Maßnahme auf den Abfluss MQ .....	35

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Untersuchungsbereich mit gewässerökologischer Maßnahme Jochenstein und Fahrwassergrenze Via Donau .....	7
Abbildung 2: Übersicht Datengrundlagen Sohldaten und Geländedaten.....	8
Abbildung 3: 3D-Ansicht der Donausohle mit Uferbereich, Datengrundlage gem. Abbildung 2.....	9
Abbildung 4: Verschiebung der Uferböschung im Bereich der ökologischen Gewässergestaltung .....	10
Abbildung 5: 3D-Ansicht Donausohle und Vorland vom Kraftwerk Jochenstein stromabwärts	10
Abbildung 6: Schlüsselkurven Donau-km 2196,0 (unterer 2D-Modellrand), und Donau-km 2203,0 (UW Jochenstein) .....	11
Abbildung 7: Grenzen Wasserstraße WSV (hellblau) und Via Donau (dunkelblau)....	12
Abbildung 8: Horizontale Strömungsgeschwindigkeiten bei $Q = Q_A = 2050 \text{ m}^3/\text{s}$ ....	16
Abbildung 9: Horizontale Strömungsgeschwindigkeiten bei $Q = M_Q = 1430 \text{ m}^3/\text{s}$ ..	17
Abbildung 10: Horizontale Strömungsgeschwindigkeiten bei $Q = R_{NQ} = 680 \text{ m}^3/\text{s}$ ..	18
Abbildung 11: Horizontale Strömungsgeschwindigkeiten bei $Q = H_{SQ} = 3450 \text{ m}^3/\text{s}$ .....	19
Abbildung 12: Fließgeschwindigkeiten an der linken Fahrwassergrenze (Via Donau) in etwa 1 m Wassertiefe, nur y-Anteil der Geschwindigkeiten, positive Werte nach Norden gerichtet.....	20
Abbildung 13: Darstellung der Fließgeschwindigkeiten bei HSW im Istzustand in etwa 1m Wassertiefe, nur y-Anteil der nach Süden gerichteten Geschwindigkeiten flächig dargestellt. ....	21
Abbildung 14: Darstellung der Fließgeschwindigkeiten bei HSW im Istzustand in etwa 1m Wassertiefe, nur y-Anteil der nach Süden gerichteten Geschwindigkeiten flächig dargestellt. ....	21
Abbildung 15: HW-Fixierung Hochwasser 1954 und Geländehöhen Istzustand bis max. 288,00 m ü.NN, Höhenlinien in 1-m-Abständen .....	23
Abbildung 16: HQ100 Istzustand, Wassertiefen (Abstufung 1m); oberes Bild Bereich Schleuse bis Staatsgrenze, unteres Bild Bereich Staatsgrenze .....	24
Abbildung 17: HQ100 Istzustand, Wasserspiegellagen (Abstufung 0,1m); oberes Bild Bereich Schleuse bis Staatsgrenze, unteres Bild Bereich Staatsgrenze .....	25
Abbildung 18: HQ100 Istzustand, Fließgeschwindigkeiten (Abstufung 0,5m) und -vektoren; oberes Bild Bereich Schleuse bis Staatsgrenze, unteres Bild Bereich Staatsgrenze .....	26
Abbildung 19: HQ100 Planzustand, Wassertiefen (Abstufung 1m) ; oberes Bild Bereich Schleuse bis Staatsgrenze, unteres Bild Bereich Staatsgrenze .....	27
Abbildung 20: HQ100 Planzustand, Wasserspiegellagen (Abstufung 0,1m) ; oberes Bild Bereich Schleuse bis Staatsgrenze, unteres Bild Bereich Staatsgrenze .....	28
Abbildung 21: HQ100 Planzustand, Fließgeschwindigkeiten (Abstufung 0,5m) und -vektoren; oberes Bild Bereich Schleuse bis Staatsgrenze, unteres Bild Bereich Staatsgrenze .....	29
Abbildung 22: Differenz der Wasserspiegellagen Planzustand minus Istzustand (Abstufung 0,01m, nur positive Differenzen dargestellt) ; oberes Bild Bereich Schleuse bis Staatsgrenze, unteres Bild Bereich Staatsgrenze .....	30
Abbildung 23: Ausschnitt Jochenstein, oben: Differenz der Wasserspiegellagen Planzustand minus Istzustand entspr. Abbildung 22 unten: Wassertiefen, d.h. genaue Darstellung der Überschwemmungsgrenze.....	31
Abbildung 24: HQ10 Istzustand, Sohlschubspannungen (Abstufung $10 \text{ N/m}^2$ ).....	32
Abbildung 25: HQ100 Istzustand, Sohlschubspannungen (Abstufung $10 \text{ N/m}^2$ ) .....	33
Abbildung 26: HQ10 Planzustand, Sohlschubspannungen (Abstufung $10 \text{ N/m}^2$ ) .....	33
Abbildung 27: HQ100 Planzustand, Sohlschubspannungen (Abstufung $10 \text{ N/m}^2$ ).....	34
Abbildung 28: Differenz der Sohlschubspannungen Planzustand minus Istzustand für HQ10 (Abstufung $5 \text{ N/m}^2$ , nur positive Differenzen dargestellt).....	34

Abbildung 29: Differenz der Sohlschubspannungen Planzustand minus Istzustand für HQ100 (Abstufung 5 N/m <sup>2</sup> , nur positive Differenzen dargestellt).....	35
Abbildung 30: MQ Istzustand, Wassertiefen (Abstufung 1m) .....	36
Abbildung 31: MQ Istzustand, Wasserspiegellagen (Abstufung 0,05m) .....	36
Abbildung 32: Differenz der Wasserspiegellagen Planzustand minus Istzustand bei MQ (Abstufung 0,01m, nur positive Differenzen vorhanden) .....	37

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Abflüsse Donau im Untersuchungsbereich .....	11
Tabelle 2: Untersuchte Lastfälle und Abflüsse .....	14

## 1. Allgemeines

Die RMD CONSULT wurde beauftragt, die hydraulischen Verhältnisse der geplanten gewässerökologischen Maßnahmen Jochenstein im Stauraum Aschach zu untersuchen. Diese Maßnahme sieht eine Verschiebung der linken Uferböschung von Flusskilometer 2202,52 bis 2201,76 in Richtung Flussmitte vor. Ziel der Untersuchung war:

- die Untersuchung der Auswirkungen der Maßnahme auf die Fließgeschwindigkeiten im Bereich des Fahrwassers für verschiedene Abflüsse in der Donau, Beurteilung der Auswirkungen auf die Schifffahrt,
- die Ermittlung der Auswirkungen der Maßnahme auf den Hochwasserabfluss HQ100 und die Retentionsräume,
- Ermittlung der Sohlschubspannungen für HQ10.

Die Untersuchungen der Auswirkungen auf die Fließgeschwindigkeiten wurden mit einem detaillierten numerischen 3D-Modell durchgeführt. Der Untersuchungsbereich ist in Abbildung 1 dargestellt.

Die Auswirkungen auf den Hochwasserabfluss wurden mit einem numerischen 2D-Modell untersucht. Der Untersuchungsbereich reicht von der Staustufe Jochenstein bei Donau-km ca. 2203,4 bis Donau km 2196,0.

Alle Untersuchungen wurden im deutschen Gauss-Krüger-Format im 4. Band durchgeführt, die Höhenangaben beziehen sich auf m ü. NN. Grundlagen mit österreichischem Bezug wurden umgerechnet.

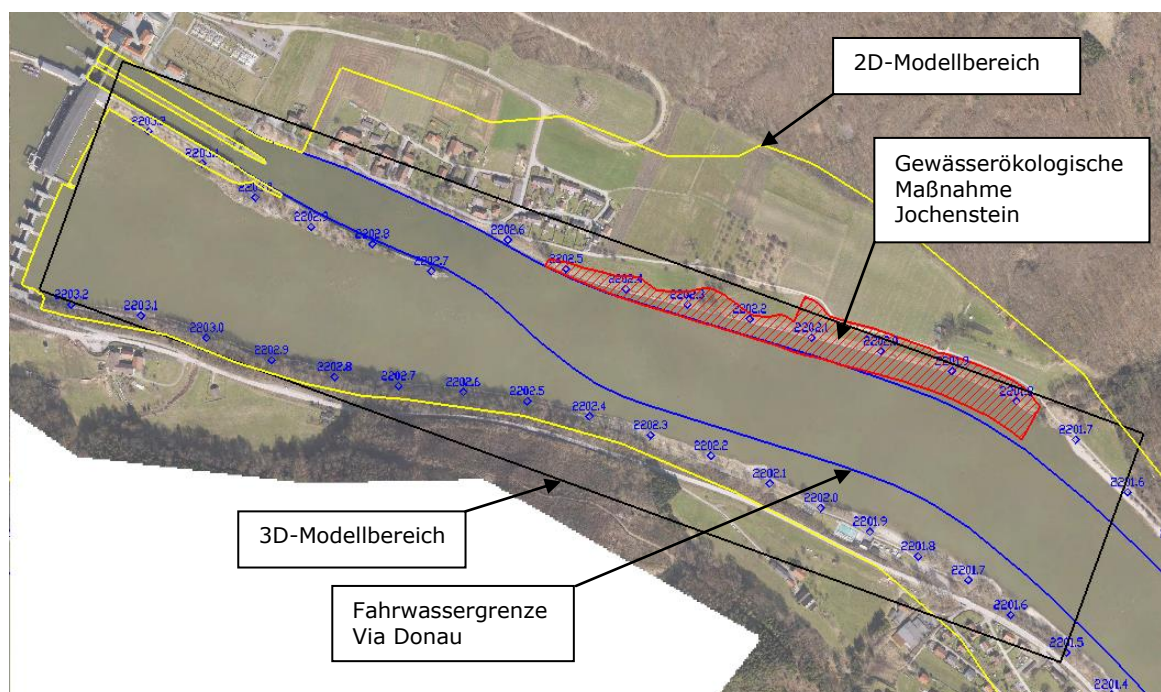


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet mit gewässerökologischer Maßnahme Jochenstein und Fahrwassergrenze Via Donau

## 2. Allgemeine Grundlagen

### 2.1. Geländedaten

Die Modellerstellung erfolgte unter Verwendung von verschiedenen Grundlagedaten, die in der Übersicht in Abbildung 2 dargestellt sind. Die Höhen zwischen den verschiedenen Daten und zwischen den Querprofilen sind interpoliert.

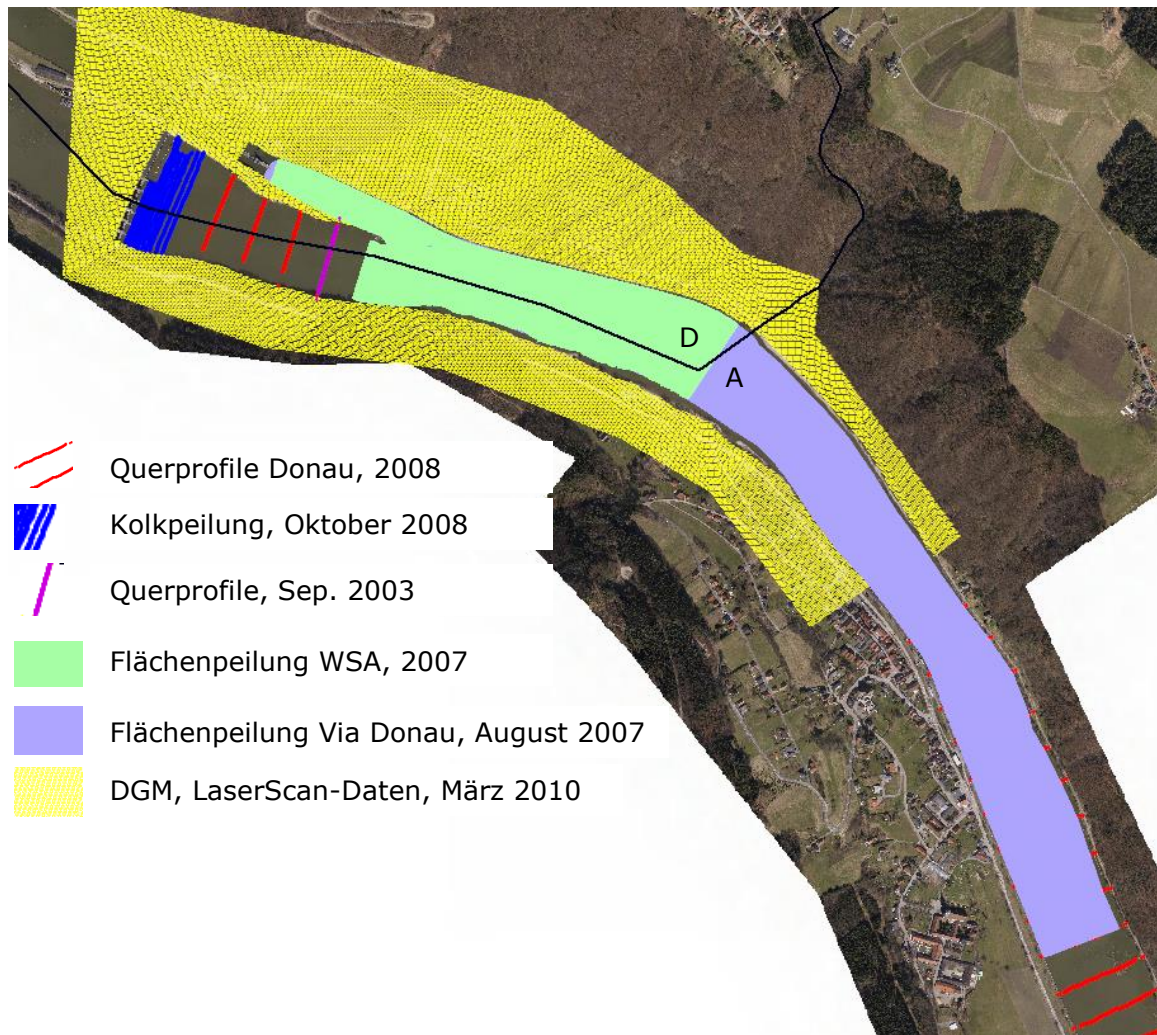


Abbildung 2: Übersicht Datengrundlagen Sohldaten und Geländedaten

Das Querprofil vom September 2003 wurde hinzugezogen, weil die Profile aus dem Jahr 2008 die rechte Hälfte der Flusssohle nicht erfassen. In diesem Bereich befinden sich die Reste einer Baugrubenumschließung aus der Bauzeit des Kraftwerks Jochenstein. Diese Mauerreste von Donau-km ca. 2202,9 bis ca. 2202,75 liegen etwa stromparallel, die Oberkante liegt auf ca. 279,30 m ü.NN (vgl. Abbildung 3). Da diese Mauerreste einen Einfluss auf die Anströmung des linken Donauufers haben kann, wurde sie sowohl in den 2D-Modellen als auch im 3D Modell eingebaut.



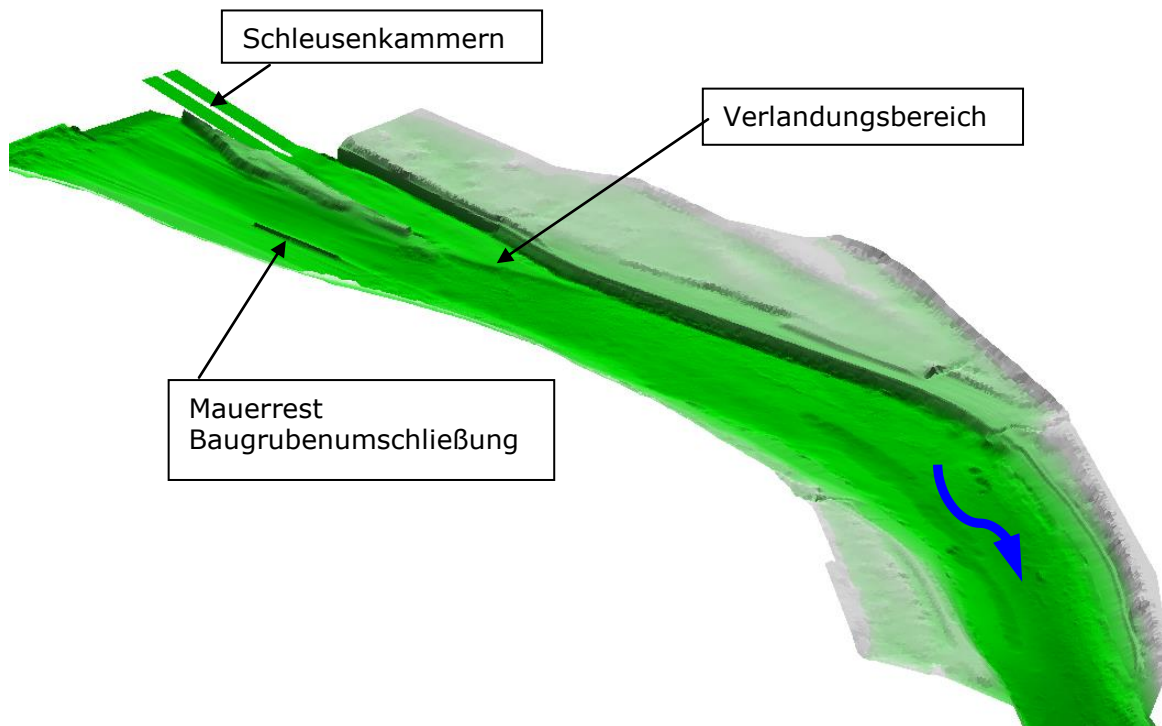


Abbildung 3: 3D-Ansicht der Donausohle mit Uferbereich, Datengrundlage gem. Abbildung 2

Die Schleusenkammern wurden entsprechend den Bauwerksplänen modelliert. Die senkrechten Kammerwände sind im Modell durch den Modellrand abgebildet.

Im Bereich der Einmündung des unteren Schleusenvorhafens in die Donau kommt es zu Sedimentation, die regelmäßig ausgebaggert wird. Die entsprechende Geländekante ist in der 3D-Ansicht der Donausohle in Abbildung 3 gut zu sehen.

## **2.2. Geometrie Gewässerökologische Maßnahme Jochenstein**

Die Geometrie der ökologischen Gewässergestaltung wurde durch den Gewässerökologen (Büro ezb) vorgegeben. Diese Vorgabe erfolgte durch eine lagemäßige Festlegung des neuen Böschungsfußes und der neuen Böschungsoberkante sowie die Lage der Anschlaglinien für MW +1m, für RNW und für RNW -1m.

Die Maßnahme schließt in Richtung oberstrom an die bereits vorhandene ökologische Gewässergestaltung an, die auf österreichischem Staatsgebiet unterhalb der Dandlbachmündung realisiert wurde.

In Abbildung 4 sind die Höhenlinien der geplanten Uferböschung dargestellt. Im Vergleich zum Orthofoto ist die Verschiebung ersichtlich.

In Abbildung 5 ist die Sohle der Donau in einer 3D-Ansicht mit und ohne der Maßnahme dargestellt.

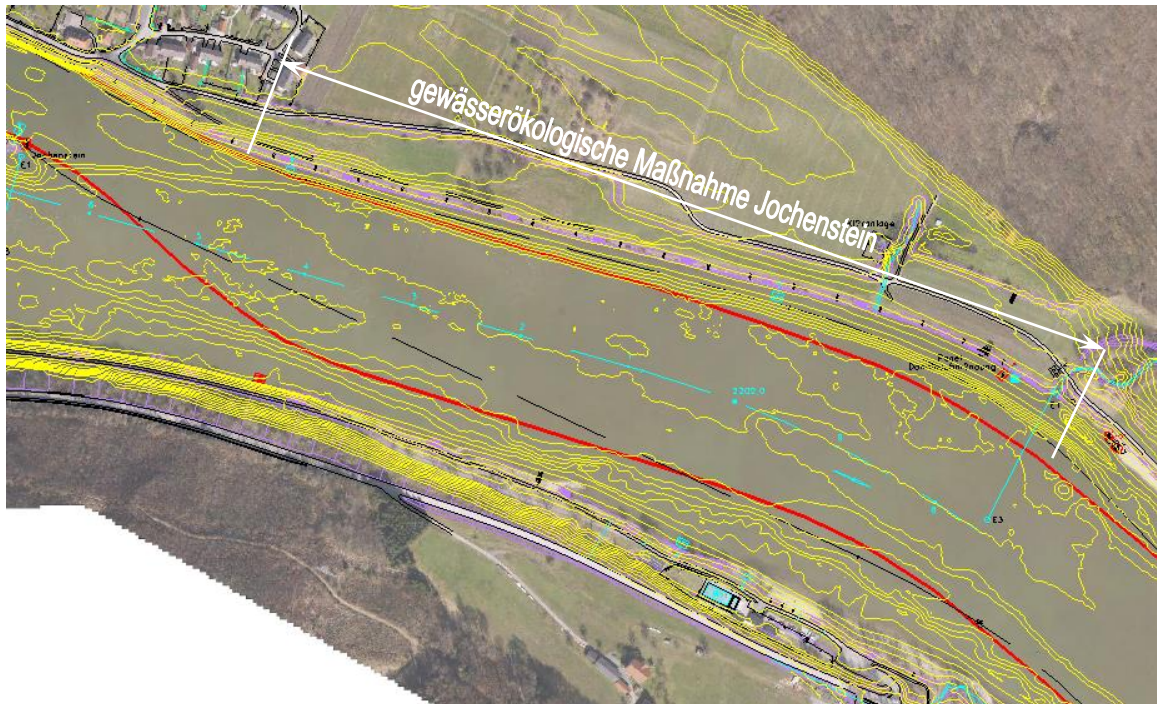


Abbildung 4: Verschiebung der Uferböschung im Bereich der ökologischen Gewässergestaltung

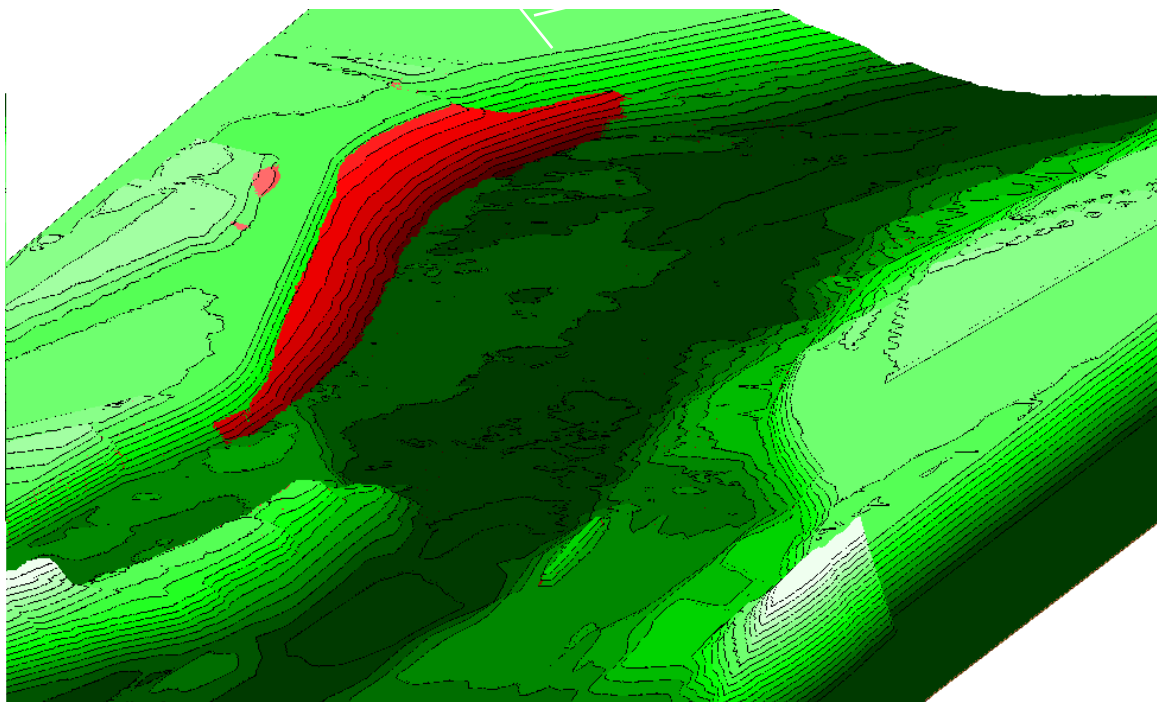


Abbildung 5: 3D-Ansicht Donausohle und Vorland vom Kraftwerk Jochenstein stromabwärts

## 2.3. Hauptdaten Donau

Die Abflüsse in der Donau sind in Tabelle 1 zusammengestellt:

NNQ	535 m <sup>3</sup> /s
RNQ, Regulierungsniedrigabfluss	680 m <sup>3</sup> /s
MQ, Mittlerer Abfluss	1430 m <sup>3</sup> /s
HSQ, Höchster schiffbarer Abfluss (KWD 96)	3450 m <sup>3</sup> /s
HQ100	8820 m <sup>3</sup> /s
HQ1000	10210 m <sup>3</sup> /s

Tabelle 1: Abflüsse Donau im Untersuchungsbereich

Der Ausbaudurchfluss des Kraftwerks Jochenstein beträgt 2050 m<sup>3</sup>/s.

Aus den Berechnungsergebnissen eines 1D-Modells der Verbund Hydro Power AG (VHP), welches den gesamten Stauraum Aschach abbildet, wurden für die zu untersuchenden Abflüsse die Wasserspiegellagen am unteren Rand des 2D-Modells, d.h. bei Donau-km 2196,0 zur Verfügung gestellt. Die Donau befindet sich für alle untersuchten Durchflüsse im gesamten Stauraum Aschach im strömenden Abflusszustand, d. b. dass sich lokale Eingriffe (wie Kiesvorschüttungen) in das Abflussgeschehen nur nach oberstrom hin auswirken.

Aus den gerechneten Wasserspiegellagen wurde eine Schlüsselkurve erstellt und als untere Modellrandbedingung angesetzt. Eine solche Schlüsselkurve gibt es für die obere und die untere Grenze der Stauzieltoleranz am Wehr Aschach. In dem Diagramm in Abbildung 6 sind die beiden Schlüsselkurven dargestellt.

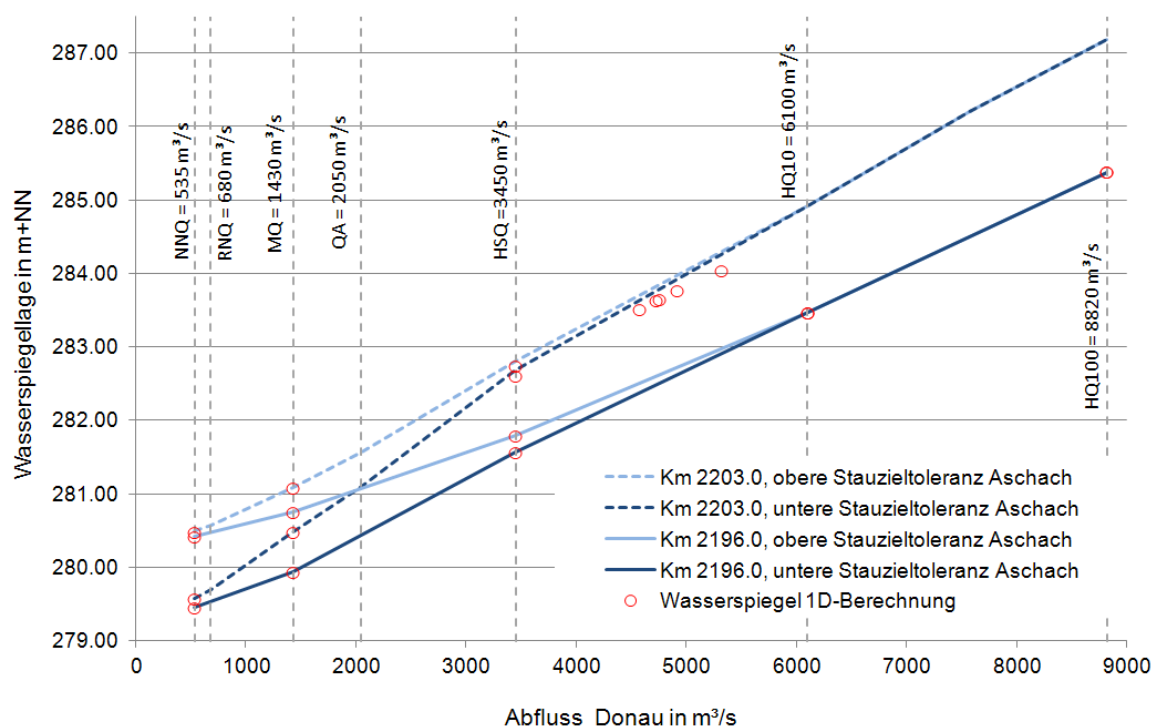


Abbildung 6: Schlüsselkurven Donau-km 2196,0 (unterer 2D-Modellrand), und Donau-km 2203,0 (UW Jochenstein)



Das bei der VHP vorhandene 1D-Modell ist kalibriert. Die mit diesem Modell berechneten Wasserspiegellagen wurden für die Kalibrierung der Sohlrauheiten im 2D-Modell verwendet. Bei Abflüssen ab etwa HSQ liegt die mit dem 2D-Modell berechnete Wasserspiegellage etwas über den Werten aus dem 1D-Modell. Dies kann damit zusammenhängen, dass die im 2D-Modell besser abgebildeten lokalen Gegebenheiten wie die Einmündung des Schleusenvorhafens, und die Strömungsablösung am rechten Ufer auf der Höhe des Jochenstein-Felsens zu zusätzlichen Energieverlusten und somit zu etwas höheren Wasserspiegellagen führen.

## 2.4. Grenze Wasserstraße

Für die Bewertung des Einflusses der Maßnahme auf die Schifffahrt ist die Lage der Fahrwassergrenze von Bedeutung.

Auf Grund der Besonderheit, dass im Untersuchungsbereich die Landesgrenze zwischen Deutschland und Österreich in Donaumitte verläuft, verwenden die deutsche Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) und die österreichische Via Donau unterschiedliche Fahrwassergrenzen. Wie in Abbildung 7 zu sehen, besteht die linke Fahrwassergrenze der Via Donau zudem aus 2 Linien. Dies berücksichtigt den Umstand, dass in diesem Bereich am linken Ufer derzeit eine Wartelände vorhanden ist. Daher wird davon ausgegangen, dass die ufernahe Fahrwassergrenze nur im Zusammenhang mit der Wartelände von Bedeutung ist und für weitere Betrachtungen keine Rolle spielt.

Der neue Böschungsfuß der gewässerökologischen Maßnahme reicht teilweise bis an die Fahrwassergrenze der Via Donau heran.

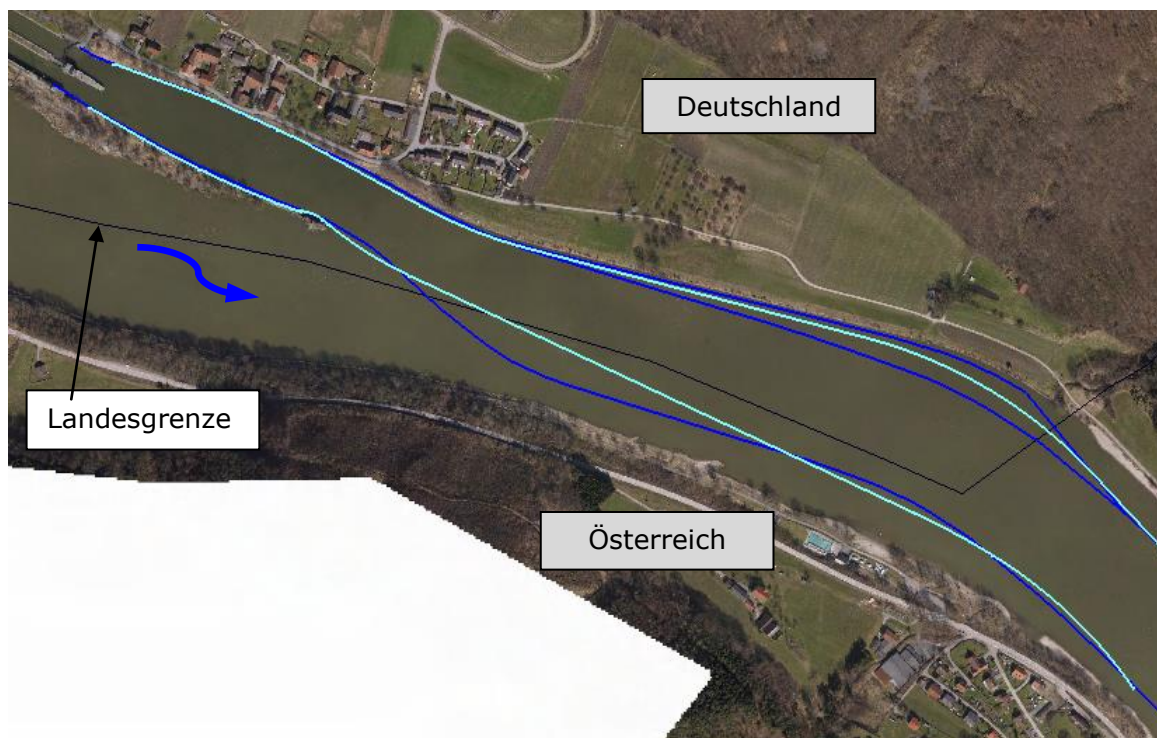


Abbildung 7: Grenzen Wasserstraße WSV (hellblau) und Via Donau (dunkelblau)

## 2.5. Sonstige

Weitere verwendete Grundlagen sind Planunterlagen der Schleuse Jochenstein und des Wehres Jochenstein.

Weiterhin stand eine Fixierung des Hochwassers aus dem Jahr 1954 zur Verfügung.

### 3. Einfluss auf die Schifffahrt

Im Rahmen des Projektes wurde in einem ersten Schritt der Einfluss der ökologischen Gewässergestaltung auf die Schifffahrt untersucht. Um die Einflüsse in der Nähe des Ufers möglichst genau abzubilden, wurden die Strömungsverhältnisse dreidimensional berechnet.

#### 3.1. Verwendete Software

Zur Berechnung des gegebenen Systems wurde das kommerzielle Simulationsprogramm Flow3D® der Firma FlowScience® Inc., eingesetzt. Im Gegensatz zu anderen Strömungslösern wurde das Programm speziell für die Berechnung von Strömungen mit freien Oberflächen entwickelt und optimiert.

Das Programm bietet verschiedenste Berechnungsmethoden und Diskretisierungsmöglichkeiten an, um die physikalischen Randbedingungen zu beschreiben. In der verwendeten Programmkonfiguration löst Flow3D die inkompressiblen Navier-Stokes- Gleichungen auf einem kartesischen Gitter mit einem Finite-Volumen-Verfahren: Die räumliche Approximation der Flüsse erfolgte mit der Monotonicity-Preserving-Second-Order Methode. Diese stellt eine Kombination aus einem Zentralknotenverfahren (CDS, zweiter Ordnung) und einem Upwind-Verfahren (erster Ordnung) dar. Die Zeitintegration wird mit einem expliziten Verfahren durchgeführt, wobei der Druck implizit durch eine iterative Berechnung gelöst wird. Die Länge der Zeitschritte wurde automatisch durch das Programm über eine Betrachtung der Courant-Zahl bestimmt. Für die Berechnung der freien Oberfläche wird der Algorithmus von Hirt und Nichols benutzt.

In Flow3D wird die Strömung an kartesischen strukturierten Gittern nach dem Finite-Volumen-Verfahren berechnet. Um Hindernisse in der Strömung zu beschreiben, bedient sich das Programm der Fractional Area/ Volume Obstacle Representation Methode (FAVORTM-Methode). Es wird hierbei an jeder Zelle der Anteil bestimmt, der mit Fluid gefüllt werden kann. Dieser Bereich wird durch Flächen- und Kantenanteile der Zelle beschrieben. Die im Programm verwendeten Interpolationen werden derart modifiziert, dass die im Finite-Volumen-Verfahren verwendeten Erhaltungsgleichungen weiterhin gültig sind.

Zur Modellierung eines Flussschlauchs wurde die Geometrie der Sohle anhand eines digitalen Geländemodells erstellt.

#### 3.2. Berechnete Lastfälle

Die Strömungsbedingungen wurden bei vier unterschiedlichen Randbedingungen berechnet:

RNQ	$Q = 680 \text{ m}^3/\text{s}$
MQ	$Q = 1430 \text{ m}^3/\text{s}$
QA	$Q = 2050 \text{ m}^3/\text{s}$
HSQ	$Q = 3450 \text{ m}^3/\text{s}$

Tabelle 2: Untersuchte Lastfälle und Abflüsse

Für die Berechnung wurde am östlichen Rand des Berechnungsgebietes eine Druckrandbedingung gesetzt, an der ein festgesetzter Wasserspiegel gehalten wurde. Die einzustellenden Höhen des Wasserspiegels im Berechnungsgebiet wurden im Vorfeld der 3D Berechnungen mit 2D Simulationen ermittelt.

Am westlichen Rand des Berechnungsgebietes wurde der Durchfluss bei NNQ und bei MQ uniform über die vertikale Fläche des Saugschlauches verteilt. Der restliche Teil des westlichen Randes wurde mit Wänden versehen, so dass weder durch das Wehr noch durch die Schleuse Wasser aus dem Berechnungsgebiet ausfließen konnte.

Sobald der Abfluss der Donau höher als der Ausbaudurchfluss des Kraftwerks ist, kommt es zu Wehrüberfall. Zur Simulation dieses Strömungsfalles wurde der Abfluss der Donau aufgeteilt um eine möglichst realitätsnahe Berechnung der Strömungsverhältnisse zu erreichen. Der Ausbaudurchfluss von 2050 m<sup>3</sup>/s wurde wieder uniform über die vertikale Fläche des Saugschlauches verteilt. Der Abfluss über das Wehr wurde über eine Öffnung in der Sohle vor dem Wehr hinzugegeben. Dieses Vorgehen vermeidet einen ungewollten Eintrag von horizontalem Impuls durch das Wehr. Die mittlere horizontale Strömungsgeschwindigkeit im Tosbecken ist sehr klein, so dass die gewählte Randbedingung mit den in der Realität vorzufindenden Verhältnissen vergleichbar ist.

### **3.3. Ergebnisse**

---

Im Folgenden sind die Strömungsverhältnisse bei unterschiedlichen Abflüssen, jeweils mit und ohne Gestaltung in einer Wassertiefe von 1,00 m dargestellt. Die Ergebnisse wurden aus instationären dreidimensionalen Simulationen gewonnen, wobei sich quasistationäre Strömungsverhältnisse einstellten.

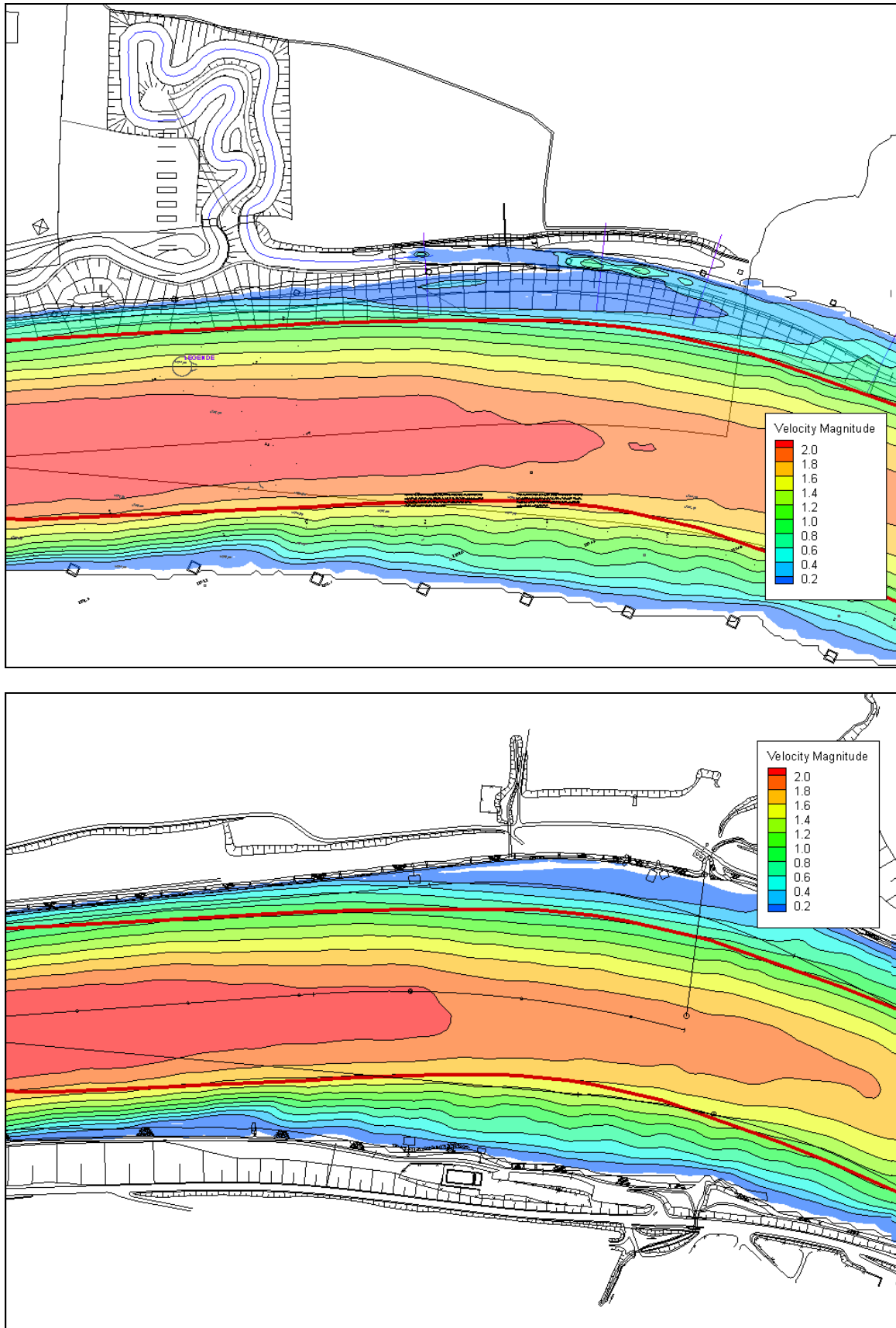


Abbildung 8: Horizontale Strömungsgeschwindigkeiten bei  $Q = Q_A = 2050 \text{ m}^3/\text{s}$ .  
Horizontalschnitt in 1,00 m Tiefe,  
Oben: mit Gewässergestaltung; Unten: ohne Gewässergestaltung  
Rot dargestellt: Fahrrinne Via Donau



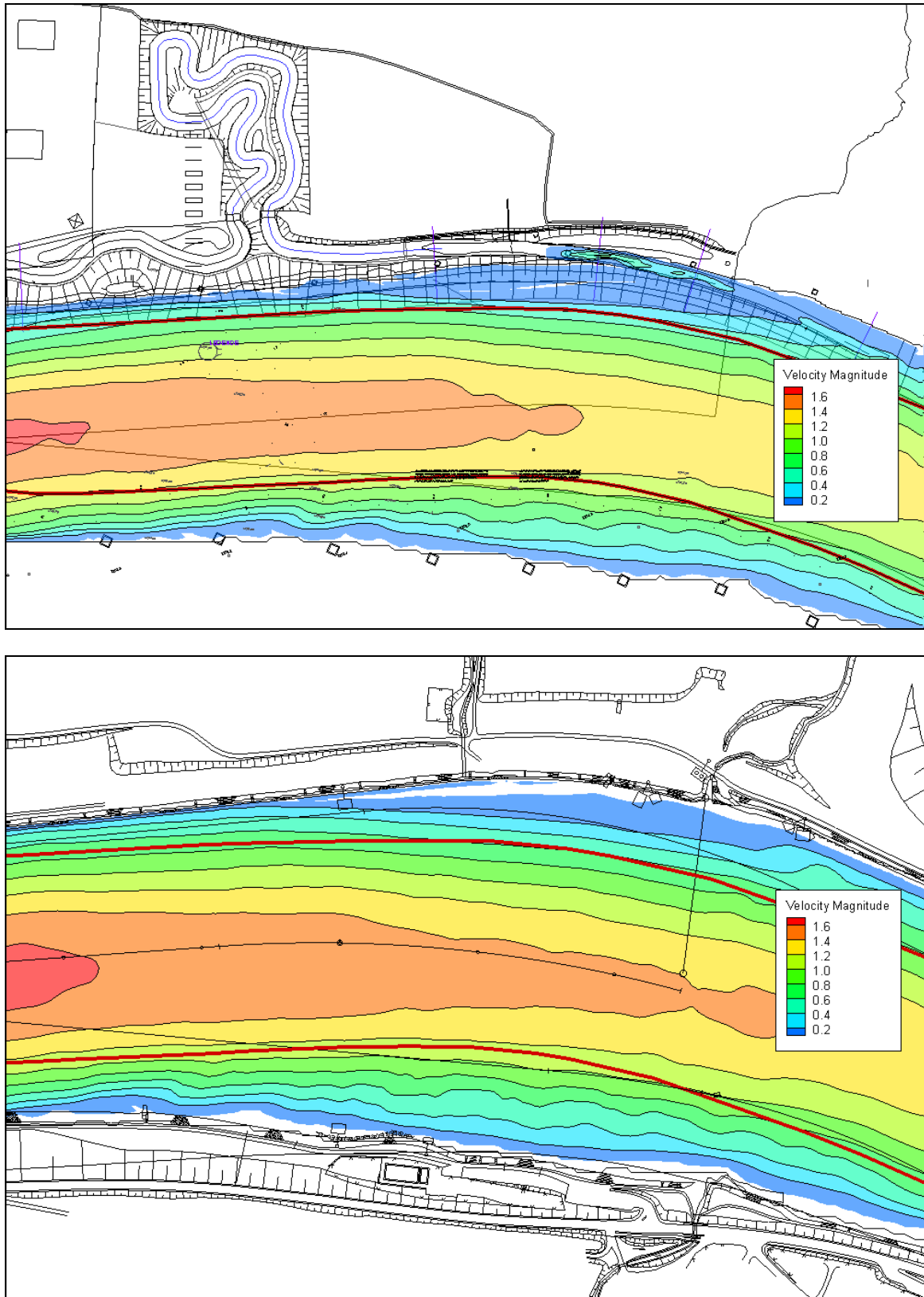


Abbildung 9: Horizontale Strömungsgeschwindigkeiten bei  $Q = MQ = 1430 \text{ m}^3/\text{s}$ .  
Horizontalschnitt in 1,00 m Tiefe,  
Oben: mit Gewässergestaltung; Unten: ohne Gewässergestaltung  
Rot dargestellt: Fahrrinne Via Donau

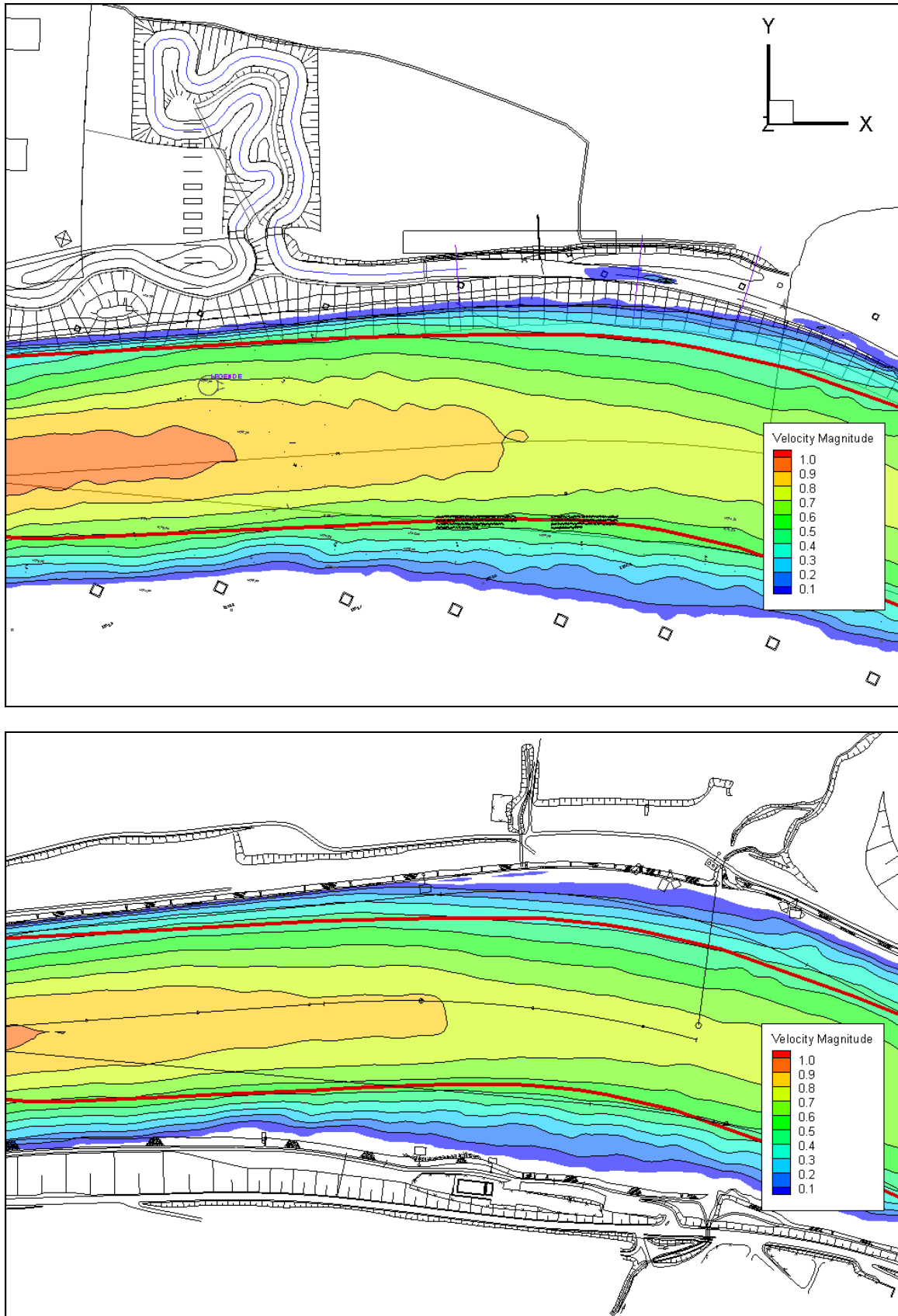


Abbildung 10: Horizontale Strömungsgeschwindigkeiten bei  $Q = RNQ = 680 \text{ m}^3/\text{s}$ .  
 Horizontalschnitt in 1,00 m Tiefe,  
 Oben: mit Gewässergestaltung; Unten: ohne Gewässergestaltung  
 Rot dargestellt: Fahrrinne Via Donau

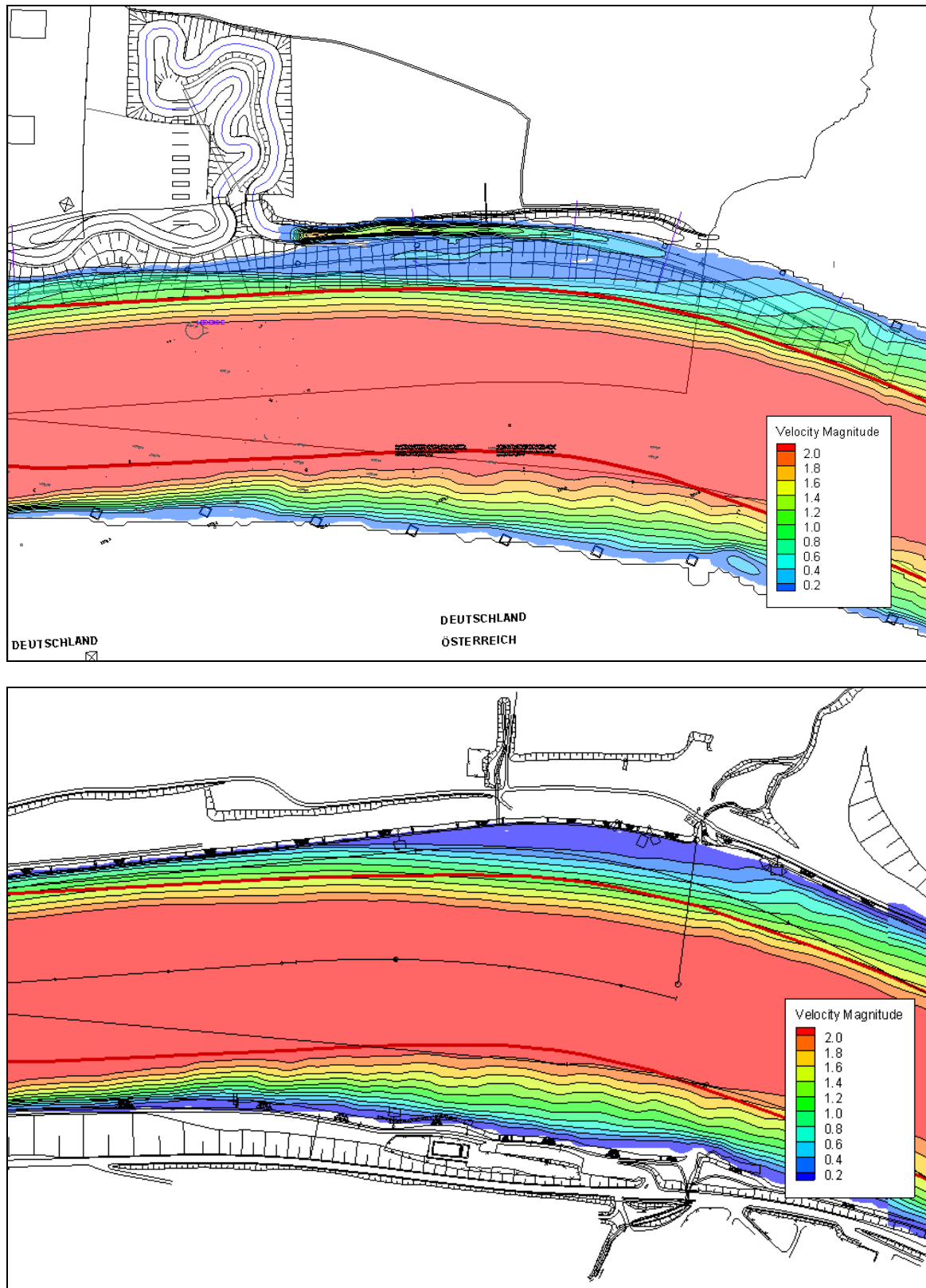


Abbildung 11: Horizontale Strömungsgeschwindigkeiten bei  $Q = HSQ = 3450 \text{ m}^3/\text{s}$ .  
 Horizontalschnitt in 1,00 m Tiefe,  
 Oben: mit Gewässergestaltung; Unten: ohne Gewässergestaltung  
 Rot dargestellt: Fahrrinne Via Donau

In Abbildung 12 ist näherungsweise die Querströmung an der linken Fahrwassergrenze (Via Donau) dargestellt. Der Auswertebereich reicht von Donau-km 2201.7 bis 2202.7 und damit etwas über den Abschnitt der geplanten gewässerökologischen Maßnahme hinaus.

Die Darstellung erfolgt für den y-Anteil der berechneten Fließgeschwindigkeiten, d.h. positive Werte sind nach Norden gerichtet, negative nach Süden. Da die Fahrwassergrenze im betrachteten Bereich ungefähr in West-Ost-Richtung verläuft, gibt der y-Anteil der Fließgeschwindigkeiten eine gute Näherung der Querströmungen.

Bei näherer Betrachtung von Abbildung 12 fallen die höheren Querströmungen bei HSQ im Bereich von km 2202.4 bis 2202.6 auf, wo sich die Mündung des unteren Vorhafens befindet. Dieser Strömungsfall ist in den Abbildungen 13 und 14 nochmals näher dargestellt. Der in diesem Bereich vorhandene Wirbel, der bereits jetzt für Verlandungseffekte verantwortlich ist, verändert sich aufgrund der Vorschüttung geringfügig. Die lokale Änderung der Strömungsverhältnisse direkt an der Fahrwassergrenze kann in diesem Zusammenhang vermutlich vernachlässigt werden.

Zusammengefasst folgt aus den Berechnungen, dass die Änderungen der Querströmungen durch die gewässerökologische Maßnahme gering sind und für die Schifffahrt keine Beeinträchtigung dar stellen.

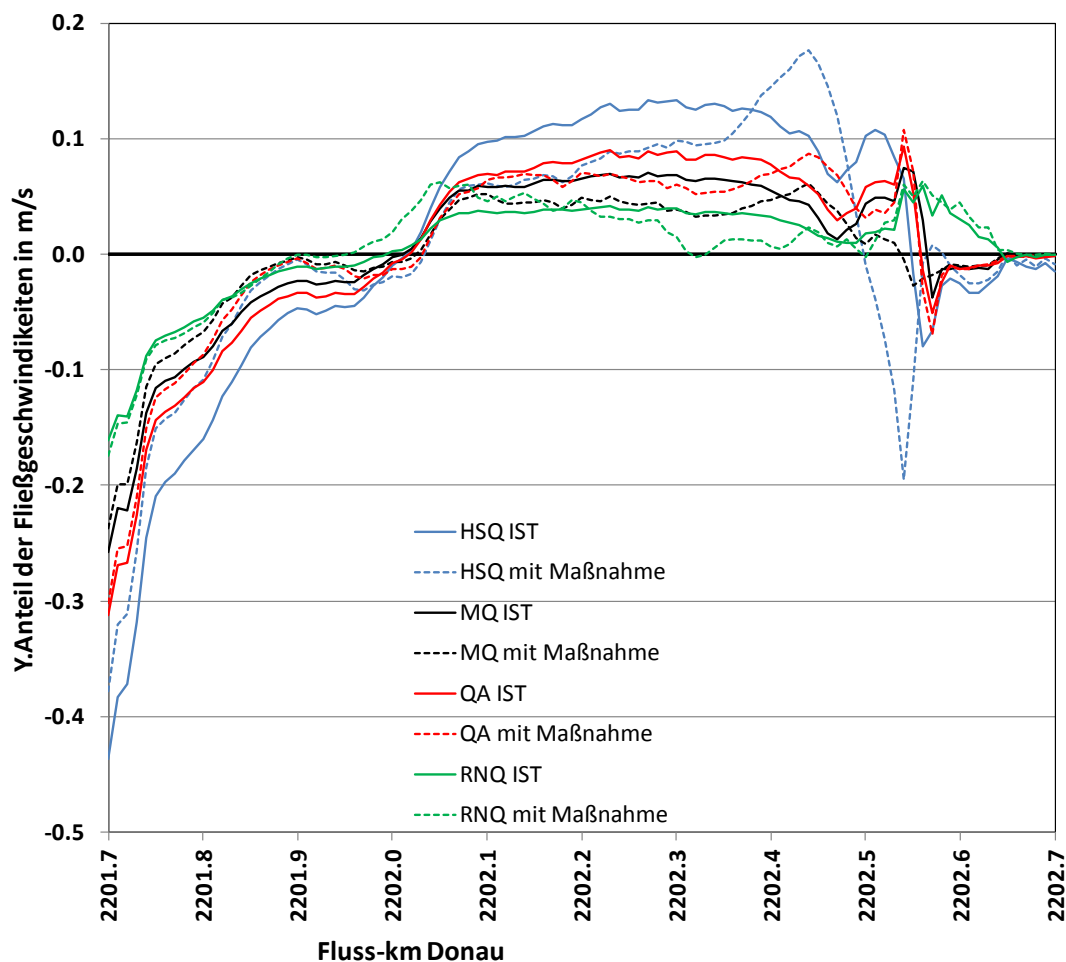


Abbildung 12: Fließgeschwindigkeiten an der linken Fahrwassergrenze (Via Donau) in etwa 1 m Wassertiefe, nur y-Anteil der Geschwindigkeiten, positive Werte nach Norden gerichtet

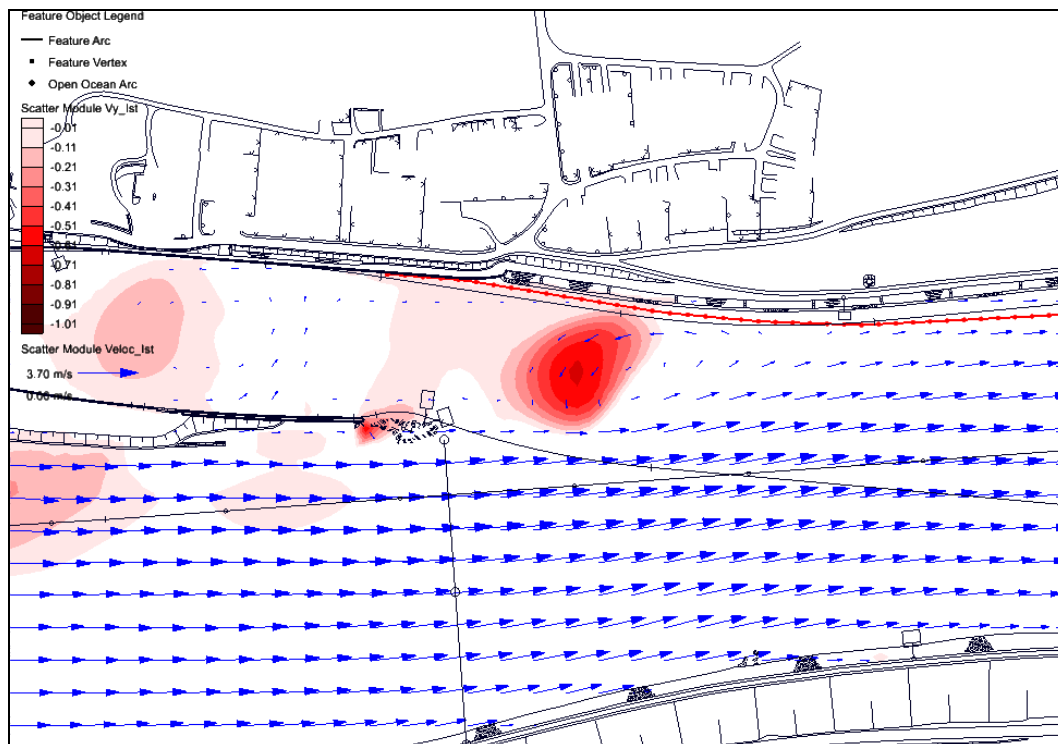


Abbildung 13: Darstellung der Fließgeschwindigkeiten bei HSW im Istzustand in etwa 1m Wassertiefe, nur y-Anteil der nach Süden gerichteten Geschwindigkeiten flächig dargestellt.

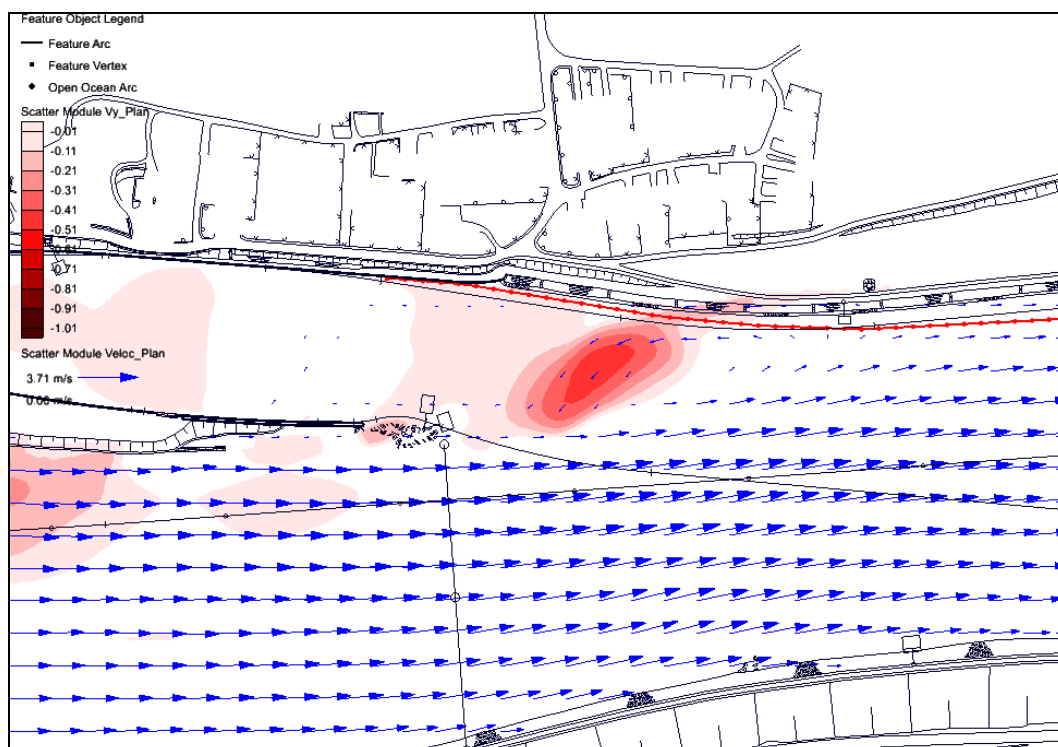


Abbildung 14: Darstellung der Fließgeschwindigkeiten bei HSW im Istzustand in etwa 1m Wassertiefe, nur y-Anteil der nach Süden gerichteten Geschwindigkeiten flächig dargestellt.

### **3.4. Zusammenfassung**

---

Beim visuellen Vergleich der zwei sich entsprechenden Simulationsergebnissen aus Kapitel 3.3 wird erkenntlich, dass sich die Strömungsverhältnisse nach der ökologischen Gewässergestaltung nicht wesentlich ändern. Die Gestaltung wird nur im Uferbereich vorgenommen, wo nur kleinere Geschwindigkeiten auftreten. Durch die begrenzte Bereiche der Gestaltung ist ein Einfluss der Gestaltung auf die Bereiche höherer Strömung in der Flussmitte nicht zu erkennen. Es treten bei allen Abflüssen vergleichbare Strömungsverhältnisse auf.



## 4. Einfluss auf den Abfluss eines HQ100

### 4.1. Verwendete Software

Zur Berechnung der Fließgeschwindigkeiten und der Wasserspiegellagen wurde das 2D-Berechnungsprogramm Hydro\_AS-2D von Dr. Nujic, Rosenheim, Version 2.1 genutzt. Dieses Programm wird auch in der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung eingesetzt.

Die Netzgenerierung im Vorlandbereich aus den Laser-Scan-Daten ist mit dem Programm Laser\_As, ebenfalls Dr. Nujic, Rosenheim, erfolgt. Die übrige Netzerstellung, die Vorbereitung der Berechnungsdaten sowie die Darstellung der Berechnungsergebnisse der 2D Modellierung erfolgt mit dem Programm Surface Modelling System (SMS), Version 10.1, der Firma Aquaveo, USA.

### 4.2. Vorliegende Überschwemmungsgrenze

Die Fixierung der Überschwemmungsfläche des Hochwassers am 10.07.1954 ist in Abbildung 15 dargestellt. Der Abflussscheitel beim Hochwasser 1954 wird an den Pegeln Achleiten und Passau Ilzstadt mit  $9.100 \text{ m}^3/\text{s}$  angegeben und liegt damit etwas höher als das HQ100 mit  $8.820 \text{ m}^3/\text{s}$ .

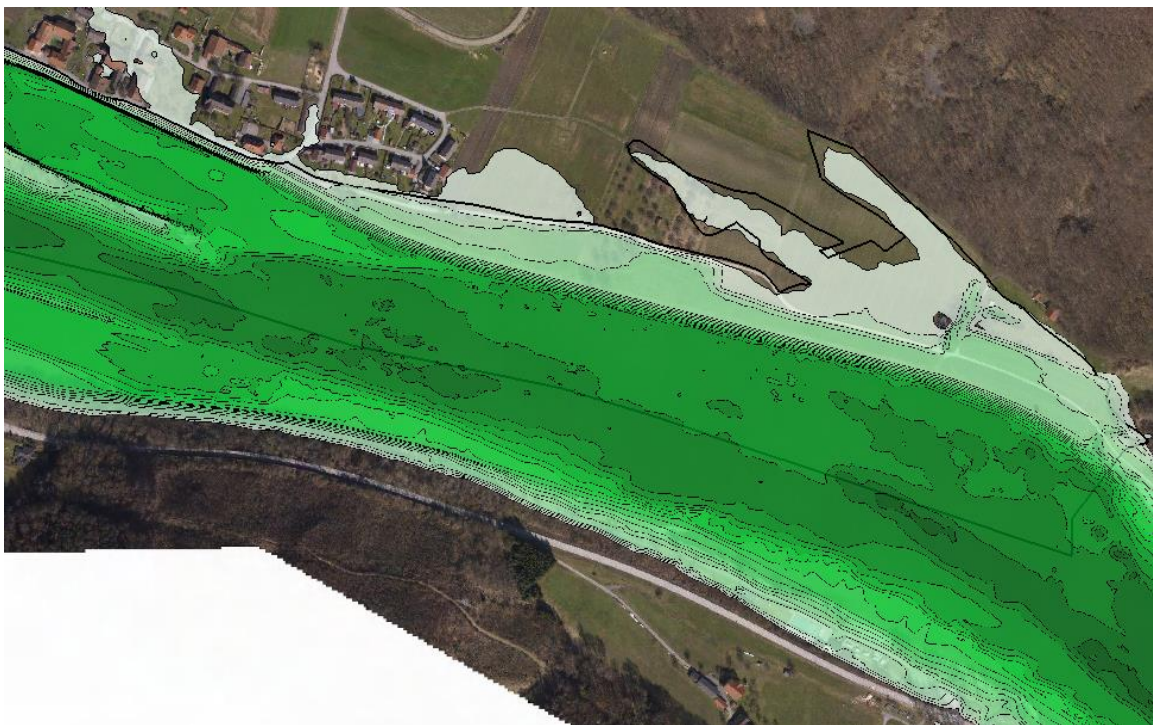


Abbildung 15: HW-Fixierung Hochwasser 1954 und Geländehöhen Istzustand bis max. 288,00 m ü.NN, Höhenlinien in 1-m-Abständen

### 4.3. Berechnung HQ100 für den Istzustand

Der Abfluss HQ100 wurde mit dem 2D-Modell berechnet. Hierfür wurde der Abfluss am Kraftwerk nach Angaben des Betreibers mit  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  angesetzt. Die beiden Schleusen werden ebenfalls zur Hochwasserabfuhr herangezogen. Durch die Nordschleuse fließen  $200 \text{ m}^3/\text{s}$  und durch die Südschleuse  $1500 \text{ m}^3/\text{s}$ . Über das Wehr fließen  $7020 \text{ m}^3/\text{s}$  ab. Die Ergebnisse der stationären Berechnung ergeben einen



Wasserspiegel in der Donau von ca. 287,00 m<sup>3</sup>/s. Die berechnete Überschwemmungsfläche als Wassertiefen-Darstellung ist in der Abbildung 16 dargestellt.

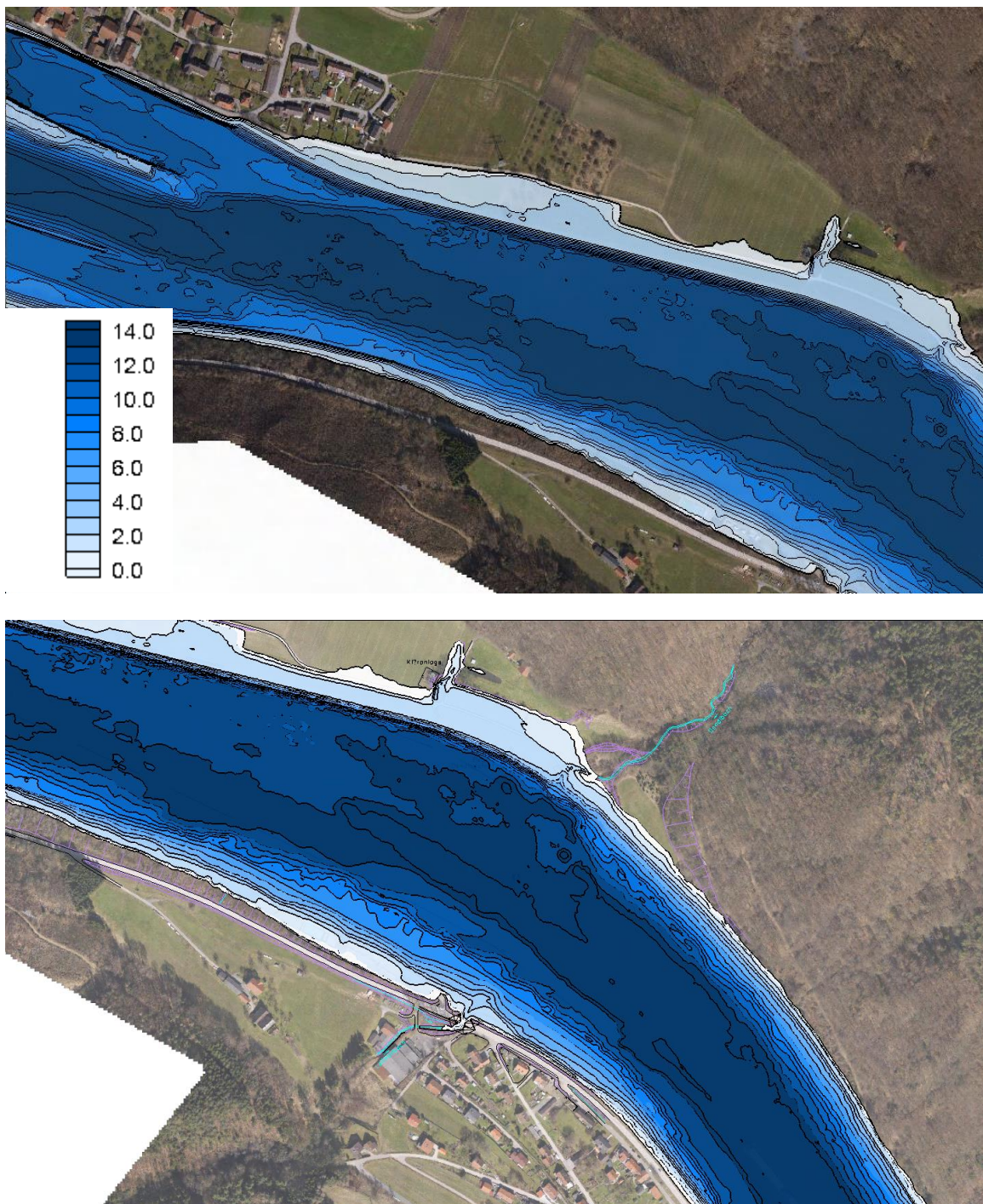


Abbildung 16: HQ100 Istzustand, Wassertiefen (Abstufung 1m); oberes Bild Bereich Schleuse bis Staatsgrenze, unteres Bild Bereich Staatsgrenze

Die Wasserspiegellagen für HQ100 im Istzustand sind in Abbildung 17 dargestellt. Die Schwankungen der Wasserspiegellagen entstehen durch unterschiedlich große Fließgeschwindigkeiten und durch die Prallufer auf der rechten Flussseite unterhalb des Wehres und auf der linken Seite beim Dandlbach.



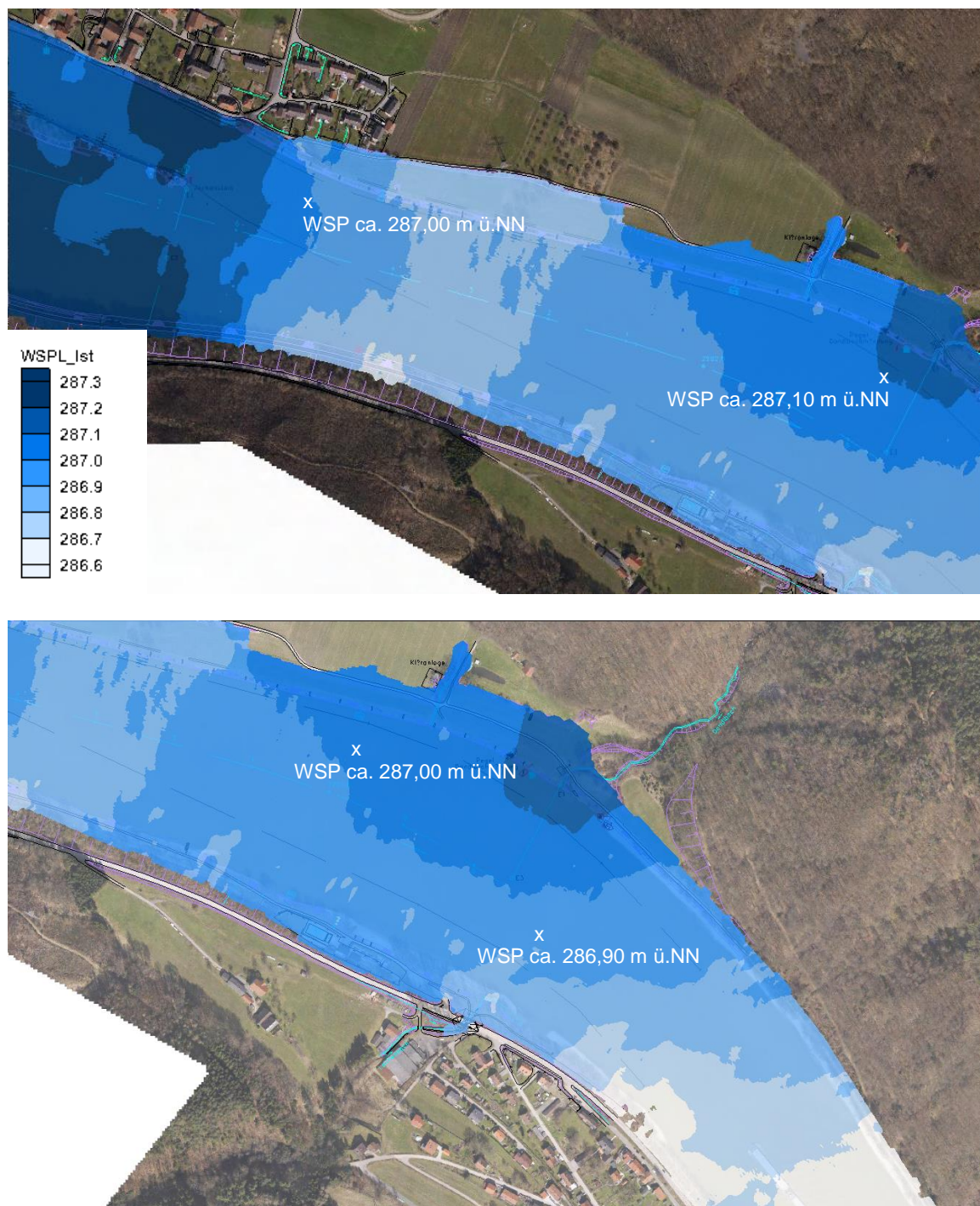


Abbildung 17: HQ100 Istzustand, Wasserspiegellagen (Abstufung 0,1m); oberes Bild Bereich Schleuse bis Staatsgrenze, unteres Bild Bereich Staatsgrenze

Eine Differenz der Überschwemmungsgebiete zwischen dem HQ100 und dem HQ1954 ist durch den geringen Unterschied beim Abfluss nicht zu rechtfertigen, wie die Schlüsselkurve in Abbildung 6 zeigt. Es ist anzunehmen, dass Überschwemmungsflächen oberhalb der Kläranlage nicht von der Donau aus überströmt wurden, sondern durch Niederschlagswasser oder durch Hangwasser, zum Beispiel aus dem Dandlbach.

In Abbildung 18 sind die Fließgeschwindigkeiten durch Farbflächen und Vektoren dargestellt. Auf der linken Flussseite zwischen der Kläranlage und der Dandlbachmündung betragen die Fließgeschwindigkeiten im Abstand von ca. 45 m von der Böschungsoberkante des Ufers nur max. ca. 1,5 m/s. Dies ist der Bereich, in dem die



Uferböschung am weitesten in Richtung Fluss verschoben werden soll. In Flussmitte betragen die Geschwindigkeiten ca. 3,5 m/s.

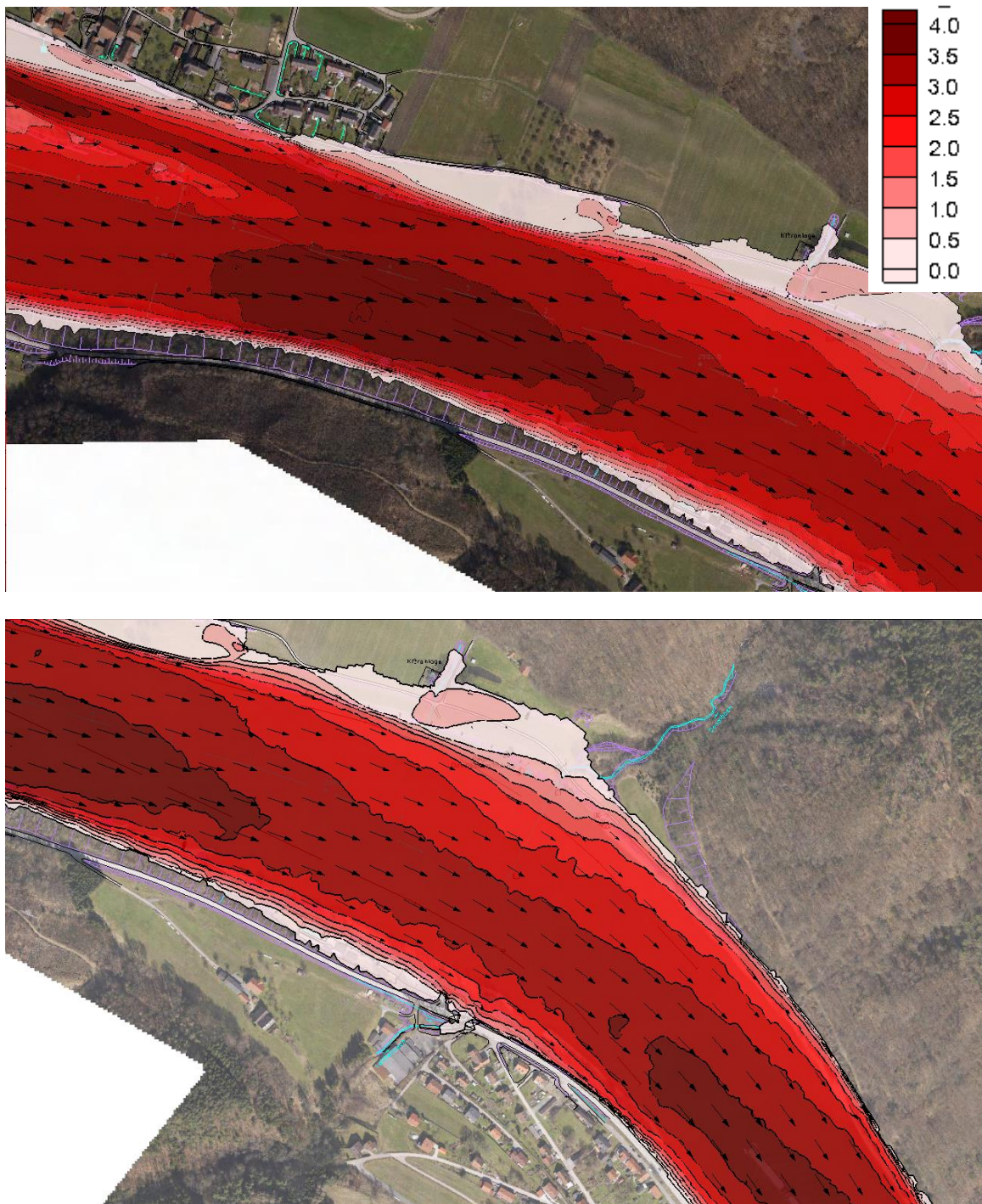


Abbildung 18: HQ100 Istzustand, Fließgeschwindigkeiten (Abstufung 0,5m) und -vektoren; oberes Bild Bereich Schleuse bis Staatsgrenze, unteres Bild Bereich Staatsgrenze

#### 4.4. Berechnung HQ100 für den Zustand mit geplanter Maßnahme

Im Planzustand wird durch die ökologische Flussgestaltung der Flussquerschnitt zwischen Donau-km 2201,70 und 2202,50 durch die Verschiebung der Uferböschung reduziert.



Die berechnete Überschwemmungsfläche als Wassertiefen-Darstellung ist für ein HQ100 und den Planzustand in der Abbildung 19 dargestellt. Die Abflüsse an den Schleusen, am Kraftwerk und am Wehr sind dabei wie beim Istzustand angesetzt.

In Abbildung 20 sind die Wasserspiegellagen dargestellt. Auch für den Planzustand sind Schwankungen der Wasserspiegellage festzustellen, die sich durch die andere Gerinnegeometrie jedoch vom Istzustand unterscheiden. Besonders auffallend ist hier der geringere „Aufstau“ im Bereich des Dandlbaches. Durch die geplante Maßnahme ist das Prallufer weit weniger ausgeprägt.

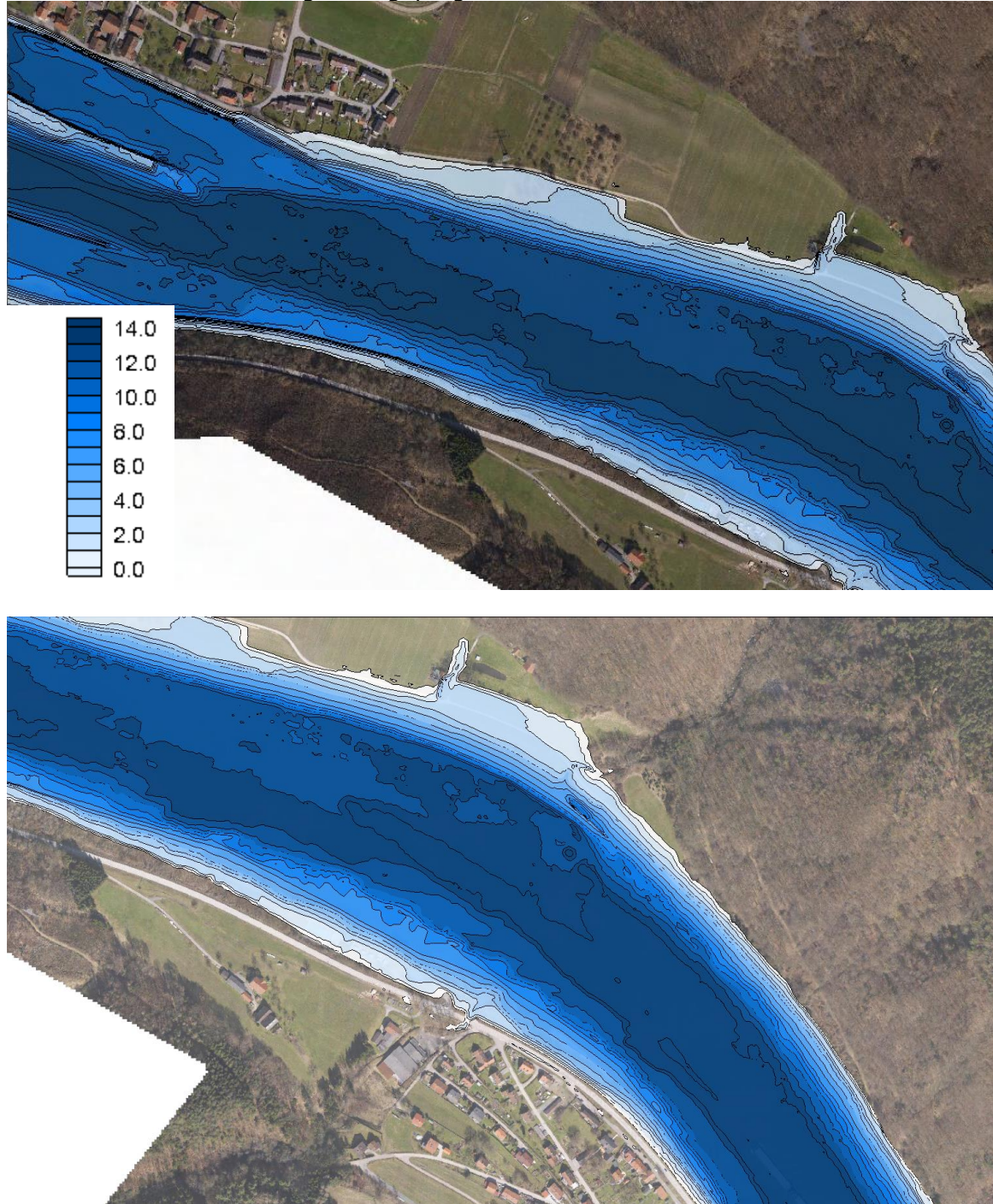


Abbildung 19: HQ100 Planzustand, Wassertiefen (Abstufung 1m) ; oberes Bild Bereich Schleuse bis Staatsgrenze, unteres Bild Bereich Staatsgrenze



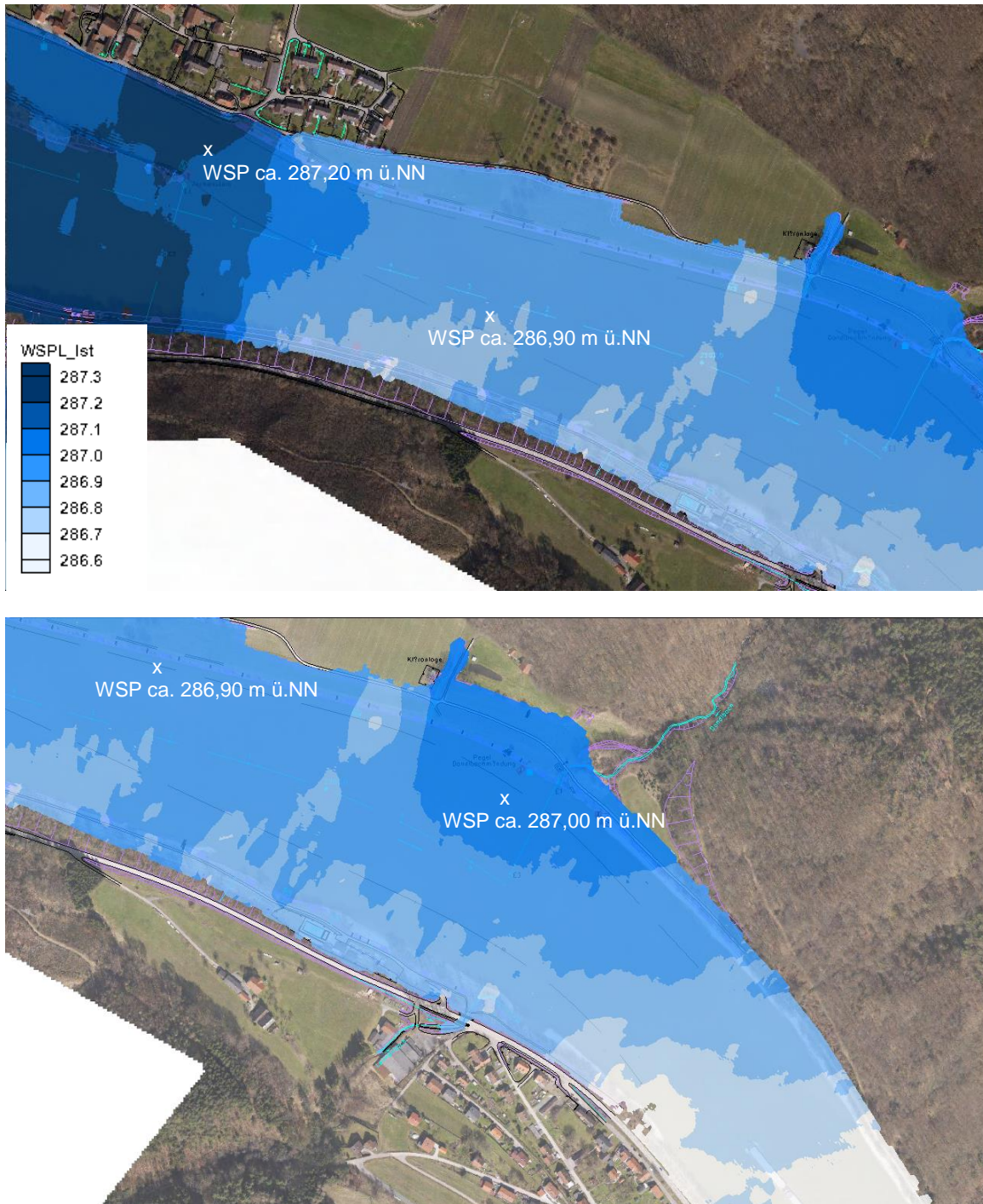


Abbildung 20: HQ100 Planzustand, Wasserspiegellagen (Abstufung 0,1m) ; oberes Bild Bereich Schleuse bis Staatsgrenze, unteres Bild Bereich Staatsgrenze

In Abbildung 21 sind die Fließgeschwindigkeiten für ein HQ100 und den Planzustand durch Farbflächen und Vektoren dargestellt. Bedingt durch den verengten Querschnitt nehmen die Fließgeschwindigkeiten geringfügig zu.



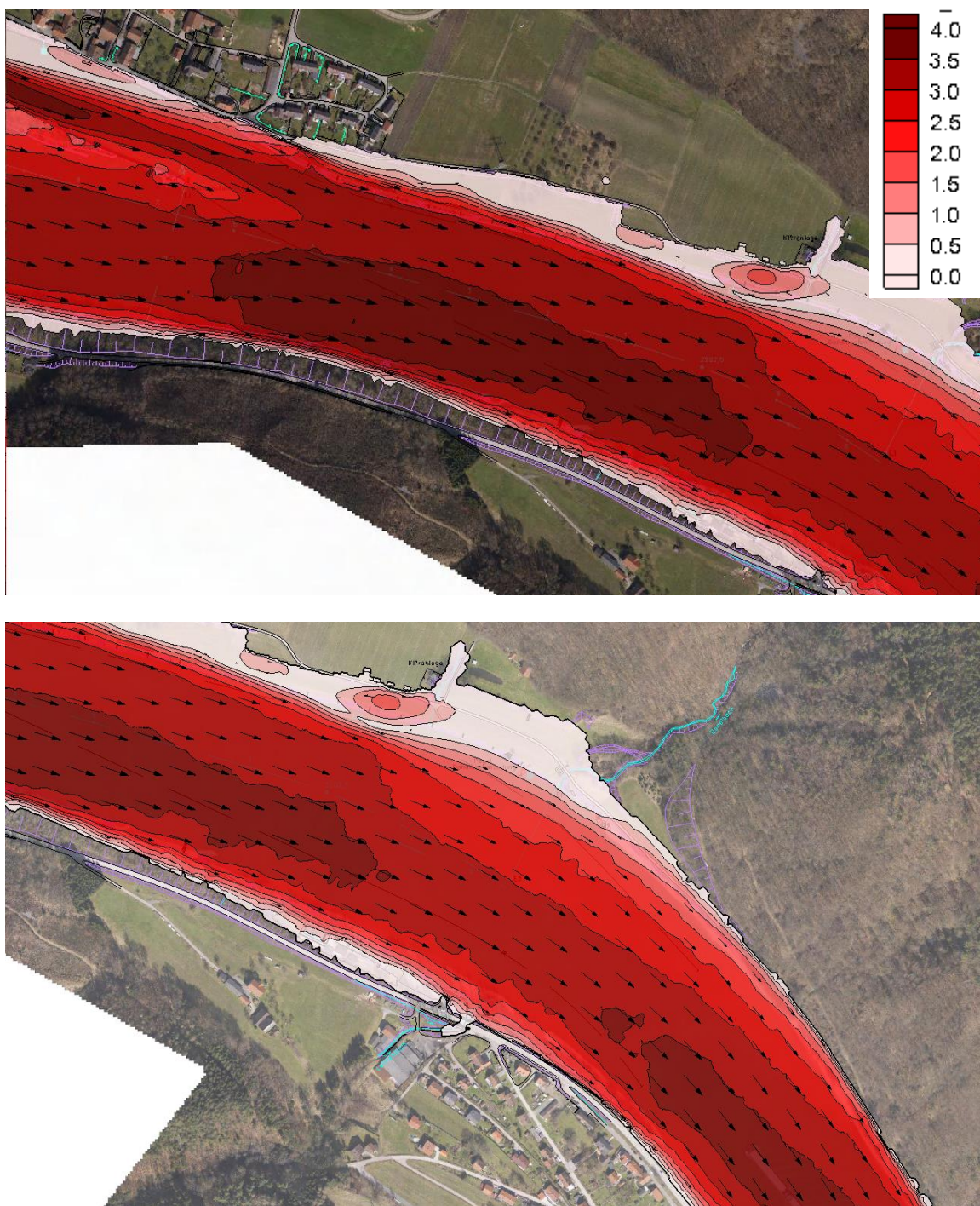


Abbildung 21: HQ100 Planzustand, Fließgeschwindigkeiten (Abstufung 0,5m) und -vektoren; oberes Bild Bereich Schleuse bis Staatsgrenze, unteres Bild Bereich Staatsgrenze

#### 4.5. Auswirkung der Maßnahme auf den Abfluss HQ100

In Abbildung 22 ist die Differenz der Wasserspiegellagen des Planzustands minus derjenigen des Istzustand dargestellt. Es sind nur positive Werte, d.h. höhere Wasserspiegellagen im Planzustand dargestellt.

Im Bereich der Ortschaft Jochenstein liegt der Wasserspiegel im Planzustand rechnerisch nur etwa 1 cm höher als im Istzustand. Der lokal stärkste Anstieg ist am östlichen Ortsende der Ortschaft Jochenstein mit ca. 7 cm vorhanden (vgl. Abbildung 23, oben). Die Darstellung der Wasserspiegellagen bzw. der Differenz der



Wasserspiegellagen weist berechnungsspezifisch einen größeren Bereich aus, als der tatsächlichen Überschwemmungsfläche entspricht. Wie in Abbildung 23 unten zu sehen ist, wird in diesem Bereich der Radweg und ein Teil der Gärten bei HQ100 leicht überschwemmt. Die Gebäude liegen jedoch mit ca. 288,40 m ü. NN. (Laserscan-Daten, siehe Kapitel 2.1) deutlich höher, als der Wasserspiegel mit 287,00 m ü. NN. Die Überschwemmungsfläche ist durch den bis zu 7 cm höheren Wasserspiegel nur unwesentlich größer.

Im Bereich der Kläranlage liegt der Wasserspiegel in Flussmitte um bis zu 15 cm tiefer, was vor allem an der weniger ausgeprägten Anprallsituation im Planzustand und zusätzlich an der Differenz der Geschwindigkeitsenergiehöhe wegen der etwas höheren Geschwindigkeit im Planzustand liegt.

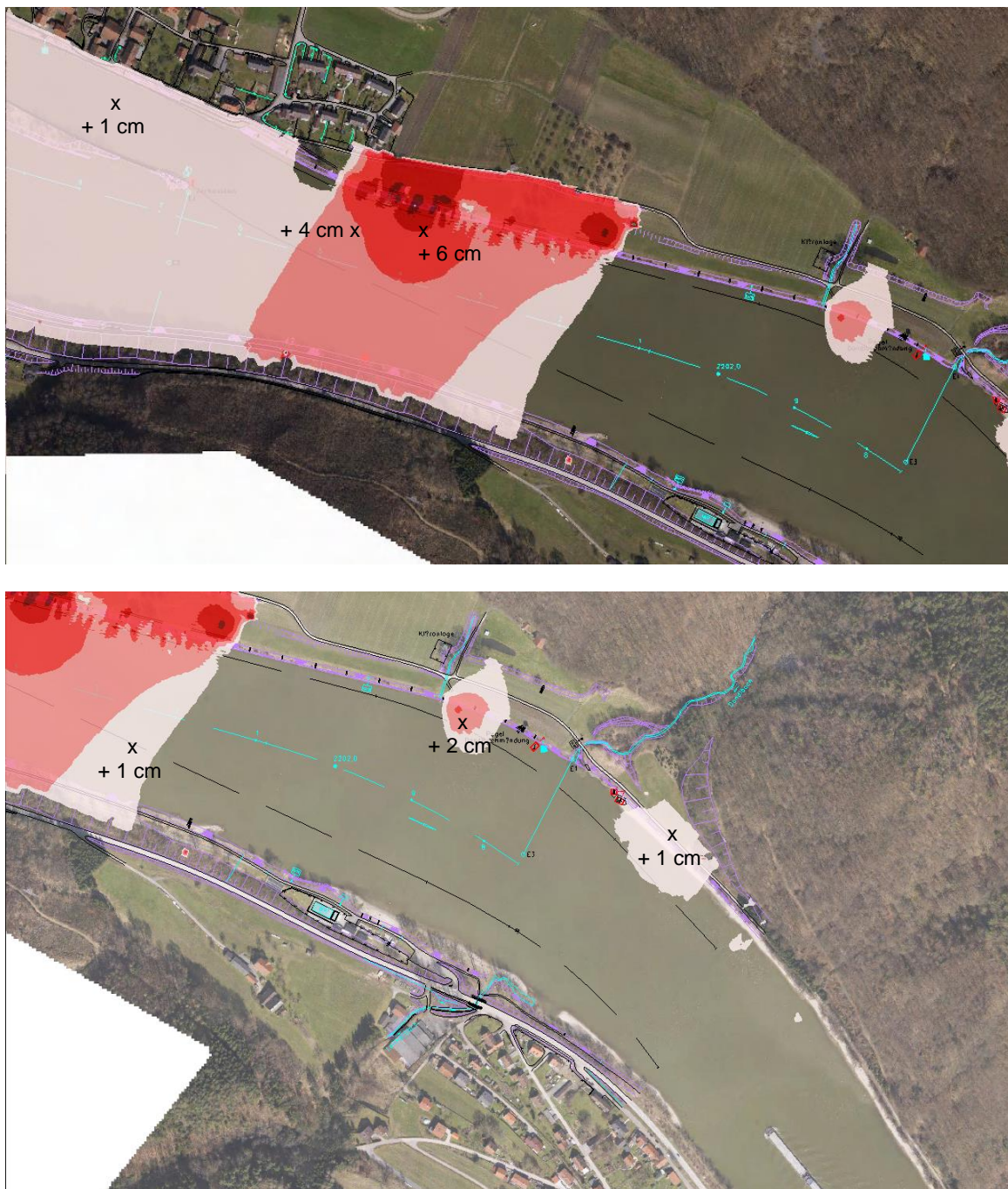


Abbildung 22: Differenz der Wasserspiegellagen Planzustand minus Istzustand (Abstufung 0,01m, nur positive Differenzen dargestellt) ; oberes Bild Bereich Schleuse bis Staatsgrenze, unteres Bild Bereich Staatsgrenze

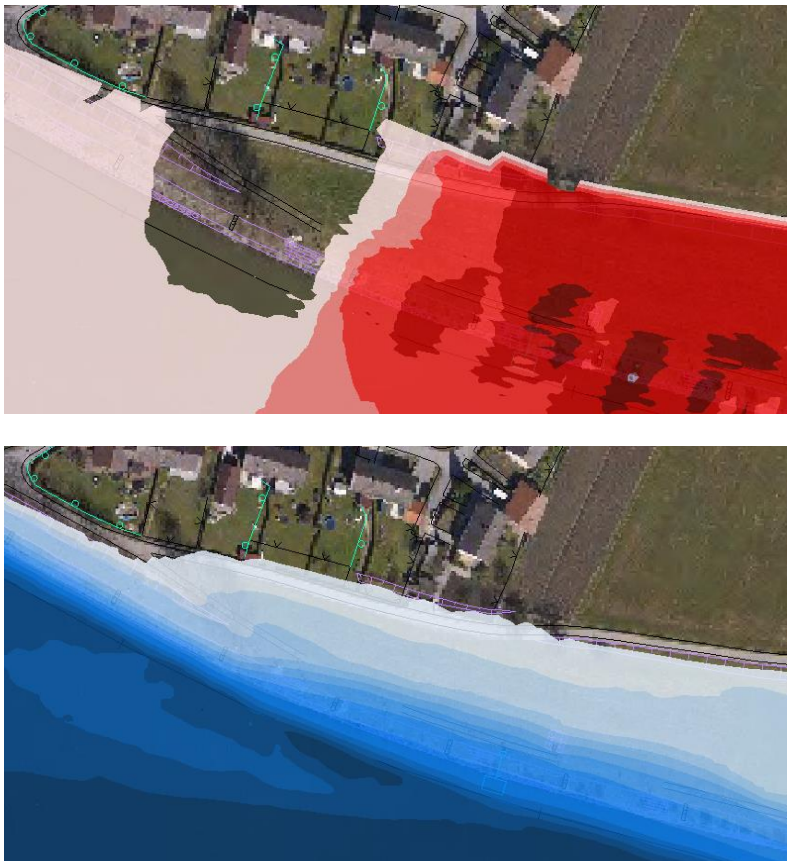


Abbildung 23: Ausschnitt Jochenstein,  
oben: Differenz der Wasserspiegellagen Planzustand minus Istzustand entspr. Abbildung 22  
unten: Wassertiefen, d.h. genaue Darstellung der Überschwemmungsgrenze

#### 4.6. Auswirkung auf die Retentionsräume beim Abfluss HQ100

Durch die Veränderung der Uferböschung ändert sich das Retentionsvolumen im Hochwasserfall. Hierfür wird das Volumen beim Abfluss HQ100 betrachtet.

Für die Retention des Hochwasserabflusses bzw. die Änderung der Retention spielt allerdings nur das Wasservolumen eine Rolle, welches sich über dem Wasserspiegel vor dem Eintreffen der Hochwasserwelle befindet. Dieser Wasserspiegel vor dem Eintreffen der Hochwasserwelle wird mit 281,00 m ü. NN. angesetzt und entspricht etwa dem Wasserspiegel bei MQ (obere Stauzieltoleranz in Aschach).

Das Wasservolumen wurde aus den Ergebnissen der 2D-Berechnungen ermittelt. Für den Planzustand nimmt das Retentionsvolumen um ca. 16800 m<sup>3</sup> zu. Diese Zunahme wird dadurch erklärt, dass die gewässerökologische Maßnahme im Bereich unterhalb des Wasserspiegels bei MQ überwiegend durch Vorschüttungen besteht, aber oberhalb dieses Wasserspiegels eher durch Uferrücknahmen.

In dieser Bilanz ist das Gerinne der Organismenwanderhilfe (OWH) nicht enthalten. In diesem Gerinne wird durch Rückstau das Retentionsvolumen im Planzustand weiter erhöht.



#### 4.7. Sohlschubspannungen beim Abfluss HQ10

Die Sohlschubspannungen für die Abflüsse HQ10 und HQ100 sind in Abbildung 24 bis Abbildung 27 dargestellt. Die Änderung der Schubspannungen sind in Abbildung 28 für HQ10 und in Abbildung 29 für HQ100 dargestellt.

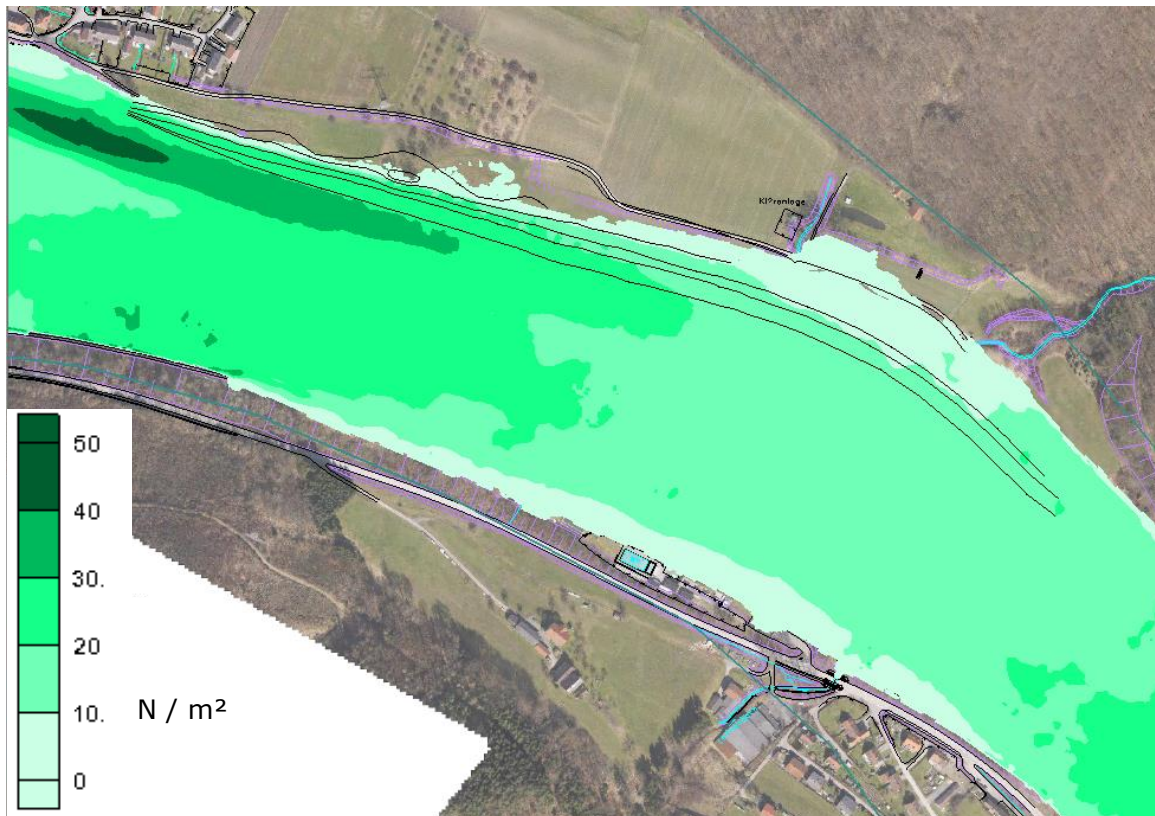
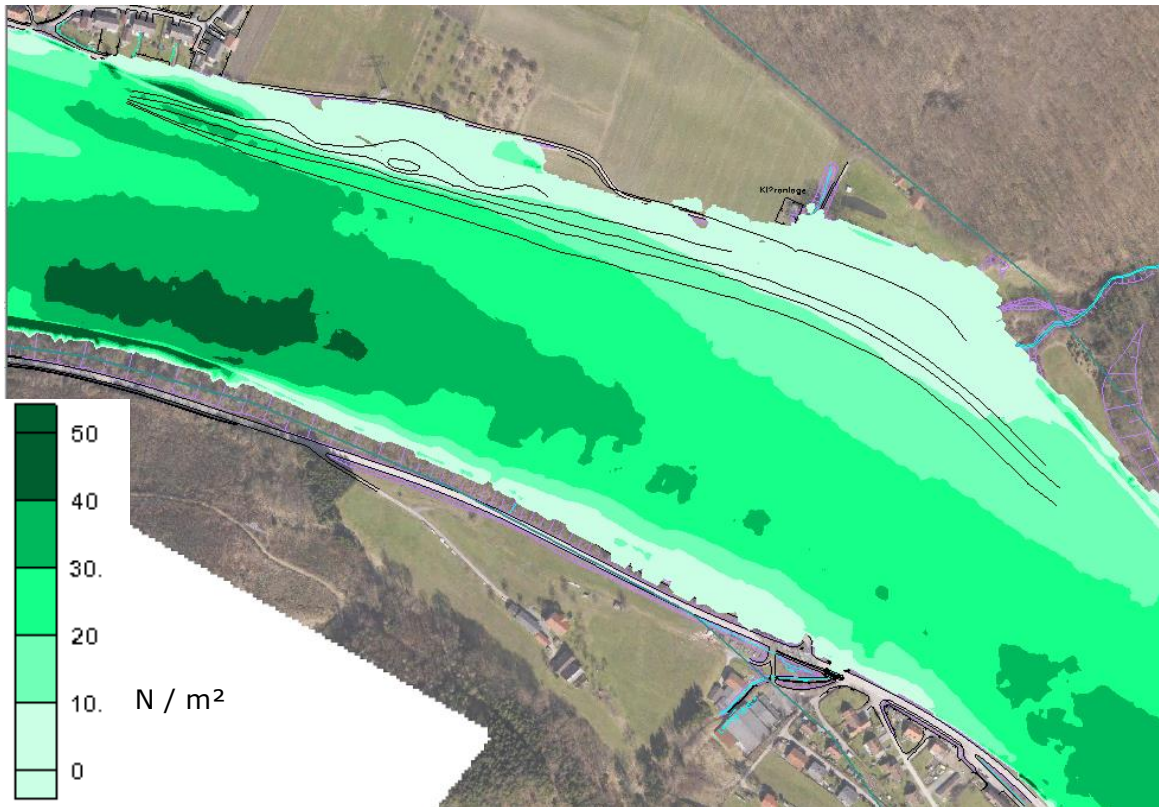
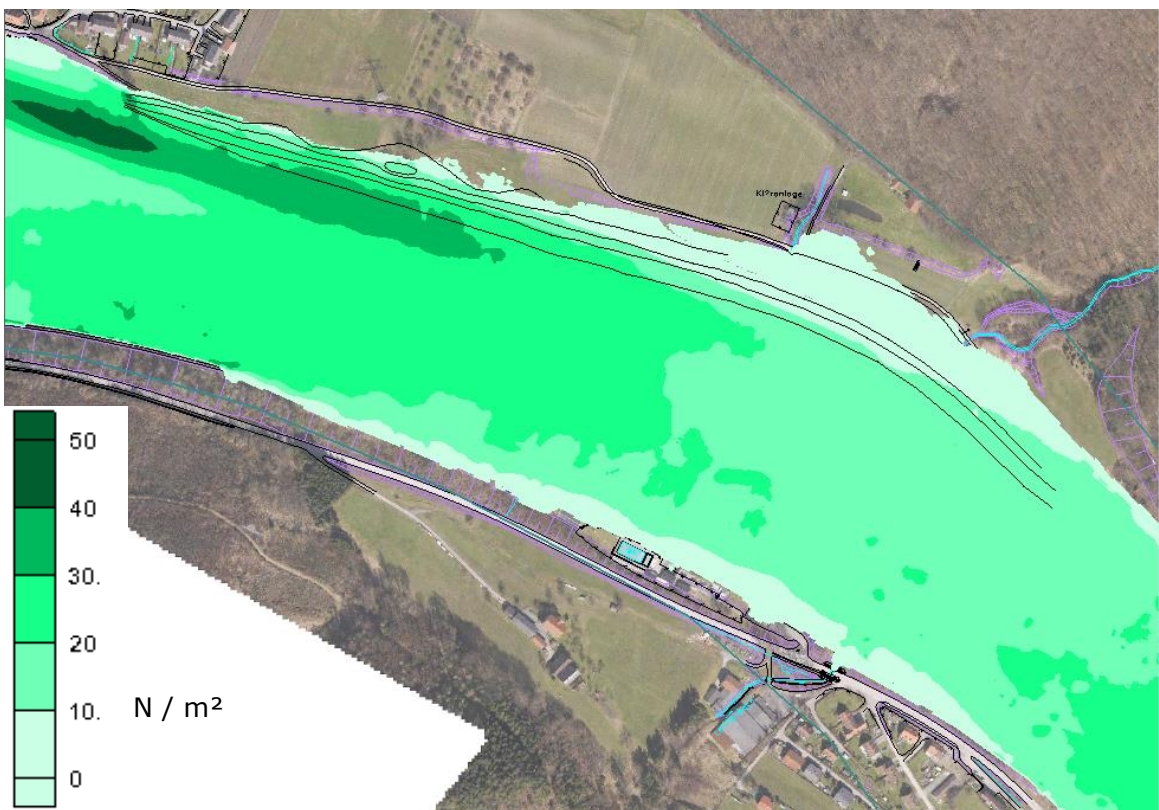
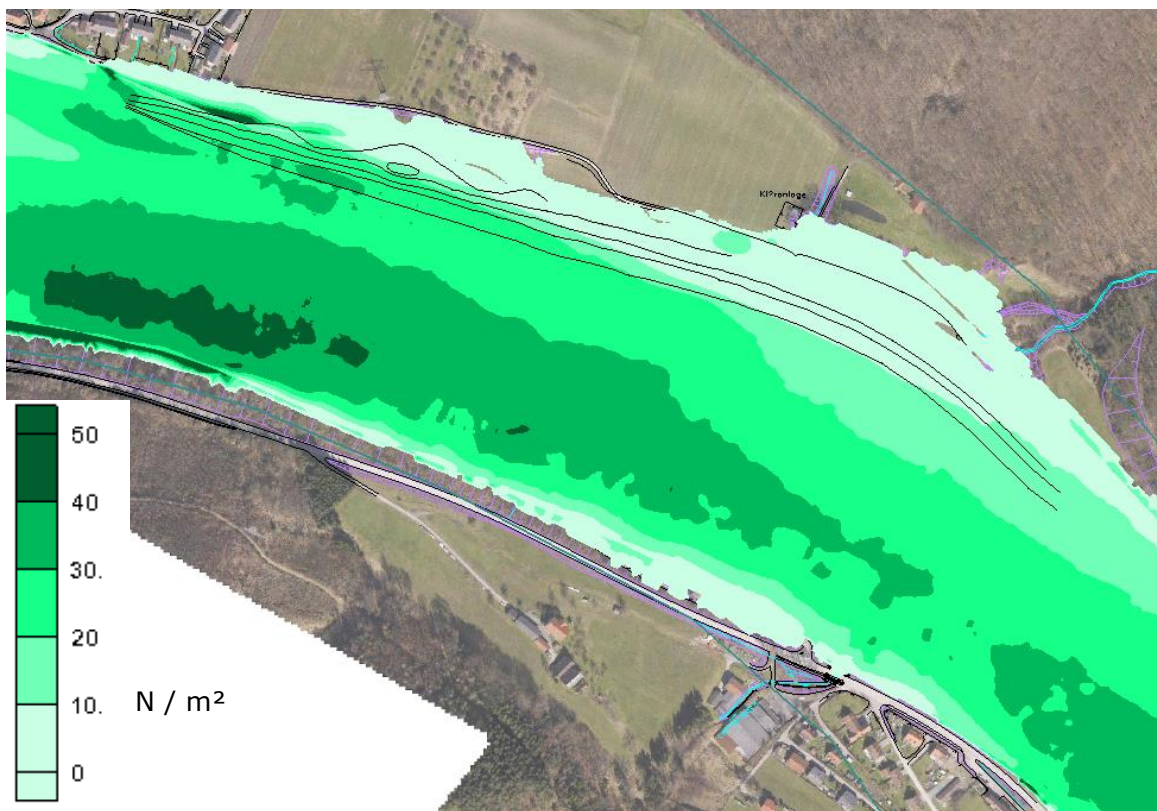
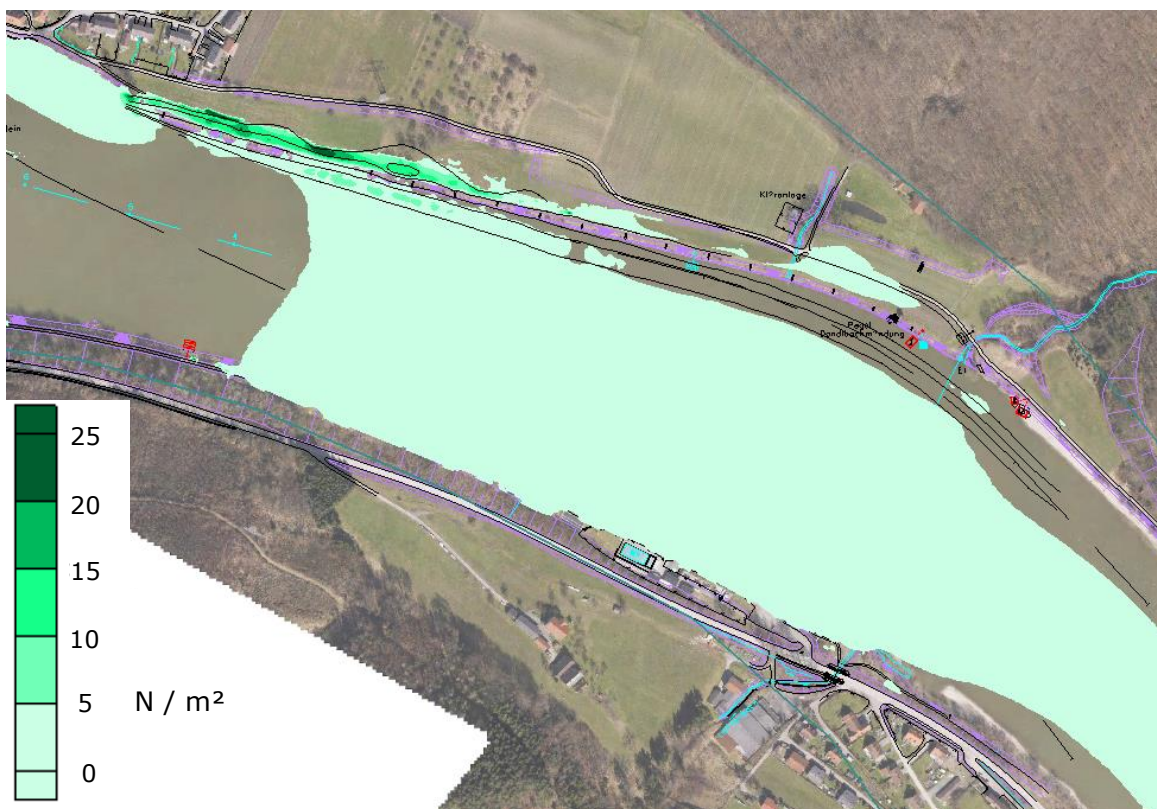


Abbildung 24: HQ10 Istzustand, Sohlschubspannungen (Abstufung 10 N/m<sup>2</sup>)



Abbildung 25: HQ100 Istzustand, Sohlschubspannungen (Abstufung 10 N/m<sup>2</sup>)Abbildung 26: HQ10 Planzustand, Sohlschubspannungen (Abstufung 10 N/m<sup>2</sup>)



Abbildung 27: HQ100 Planzustand, Sohlschubspannungen (Abstufung 10 N/m<sup>2</sup>)Abbildung 28: Differenz der Sohlschubspannungen Planzustand minus Istzustand für HQ10 (Abstufung 5 N/m<sup>2</sup>, nur positive Differenzen dargestellt)

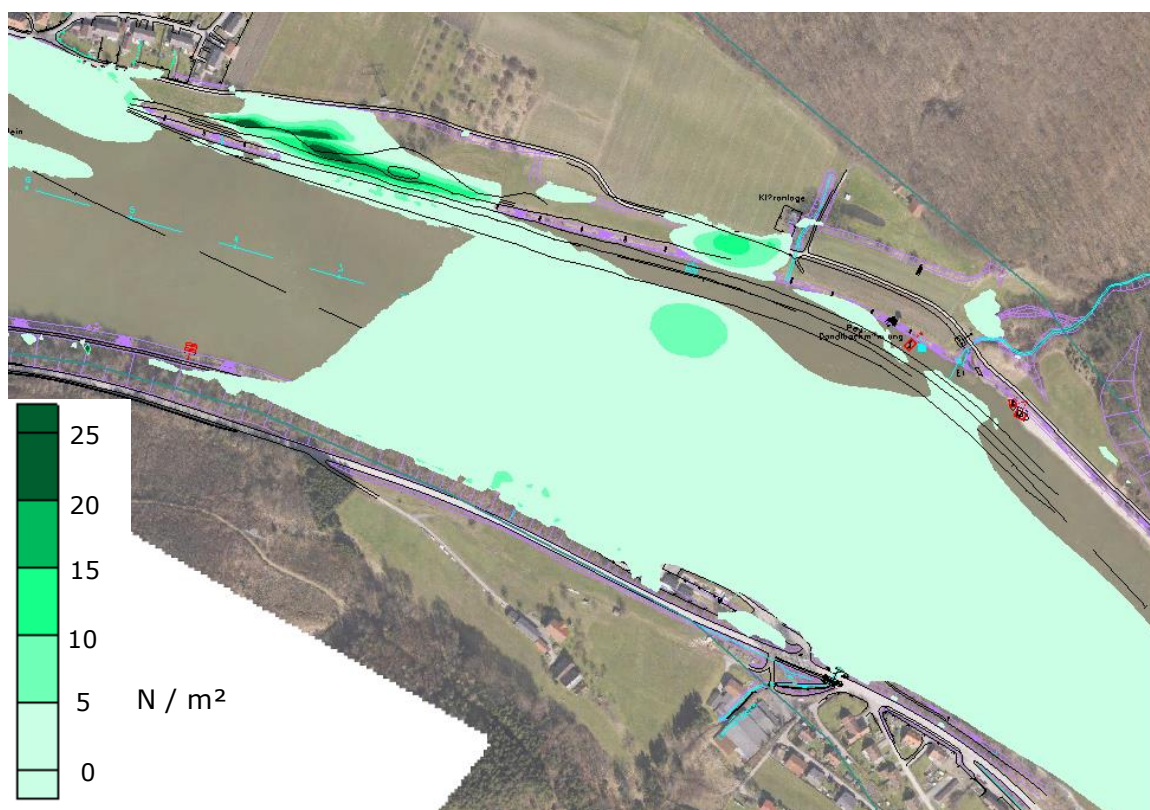


Abbildung 29: Differenz der Sohlschubspannungen Planzustand minus Istzustand für HQ100 (Abstufung 5  $\text{N/m}^2$ , nur positive Differenzen dargestellt)

## 5. Auswirkung der Maßnahme auf den Abfluss MQ

Entsprechend der Berechnungen für HQ100 im Kapitel 4 wird der Einfluss der Maßnahme auf den Abfluss beim Abfluss  $\text{MQ} = 1430 \text{ m}^3/\text{s}$  untersucht.

Die berechnete Überschwemmungsfläche als Wassertiefen-Darstellung ist für ein MQ im Istzustand in der Abbildung 30 dargestellt. Die Abflüsse sind dabei nur am Wehr angesetzt. In Abbildung 31 sind die Wasserspiegellagen dargestellt.

Wegen der geringen Fließgeschwindigkeiten bei MQ sind die Auswirkungen der Vorschüttung auf die Wasserspiegellagen in der Donau sehr gering. Wie in Abbildung 32 dargestellt, steigt der Wasserspiegel nur lokal begrenzt um maximal 3 cm an.



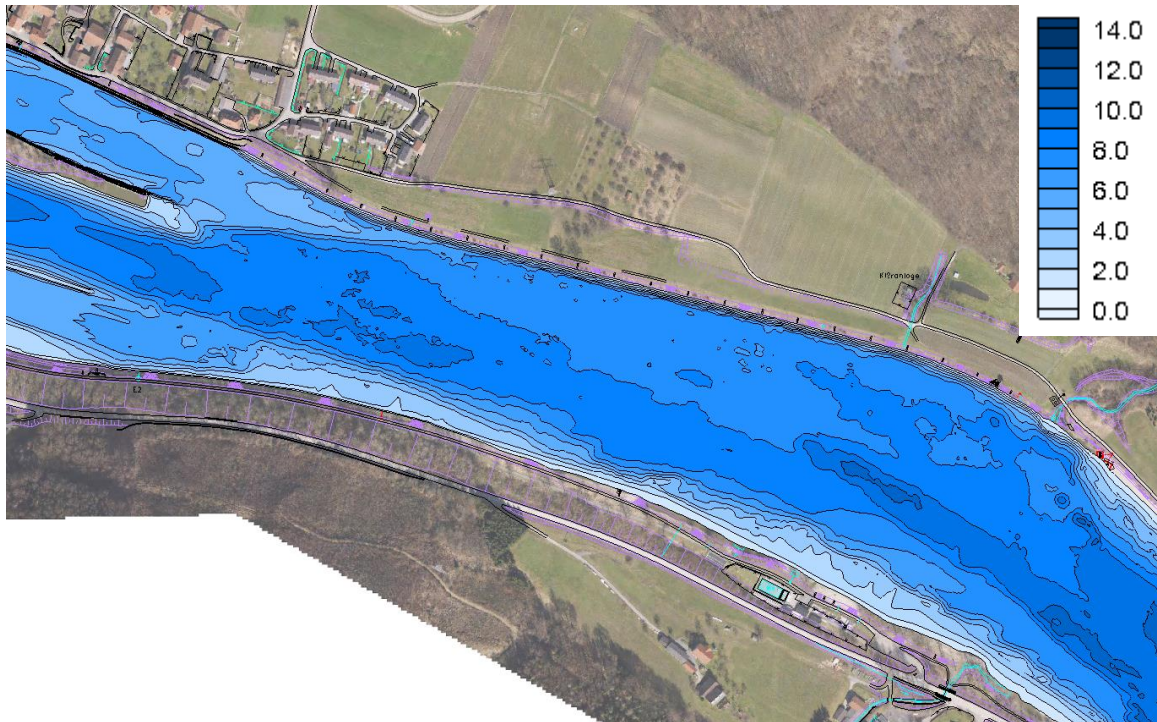


Abbildung 30: MQ Istzustand, Wassertiefen (Abstufung 1m)

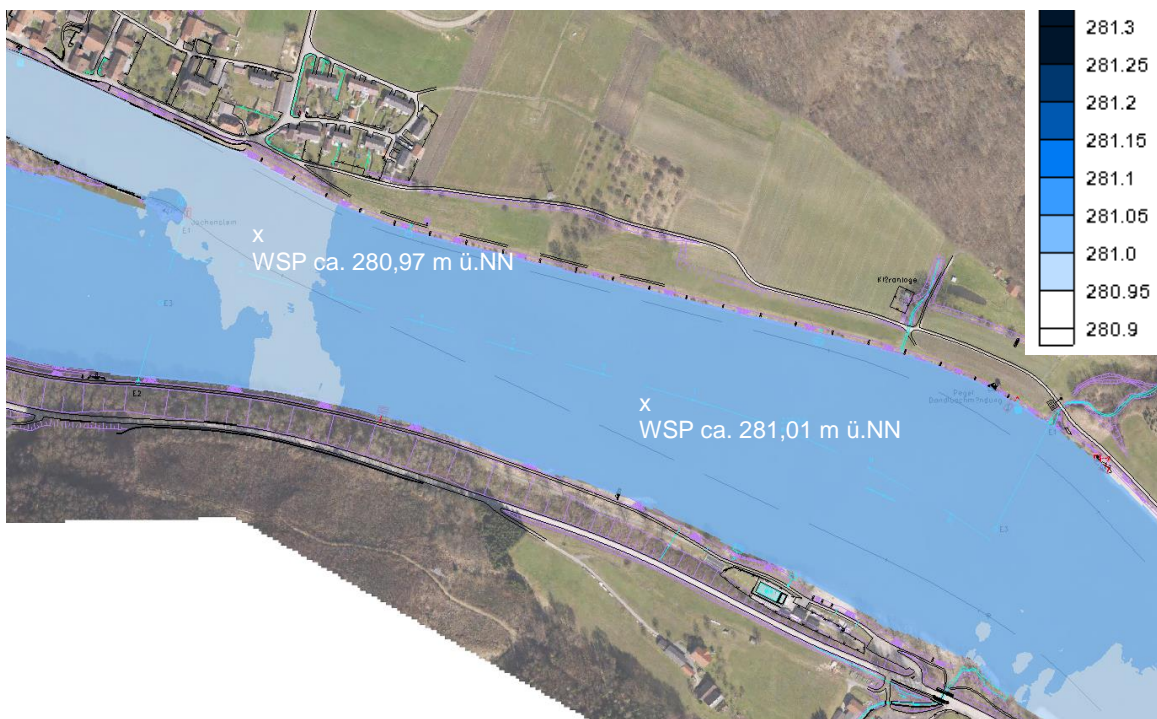


Abbildung 31: MQ Istzustand, Wasserspiegellagen (Abstufung 0,05m)

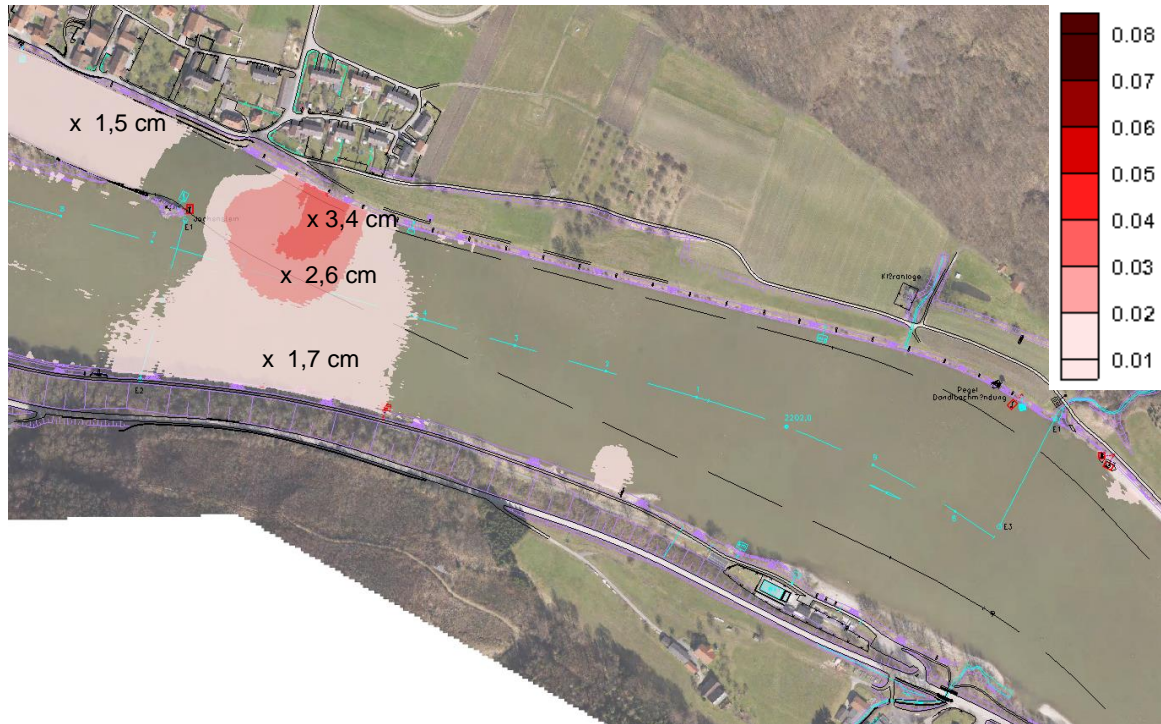


Abbildung 32: Differenz der Wasserspiegellagen Planzustand minus Istzustand bei MQ (Abstufung 0,01m, nur positive Differenzen vorhanden)