

Staatliches Bauamt Weilheim  
Fachbereich Straßenbau

## **2D-Wasserspiegelberechnung am Lech 2015**

### **St2059 Neubau der Lechbrücke Gründl**

München, den 19.10.2015

RMD-Consult GmbH  
Wasserbau und Energie  
Blutenburgstraße 20  
80636 München

Tel.: 089/99 222-402 S. Kanne

i.V. Kanne z.A. [Signature]

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>VERANLASSUNG</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>GRUNDLAGEN</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>VORGEHENSWEISE</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>6</b>
	<b>ANLAGENVERZEICHNIS</b>	<b>8</b>

## **1 VERANLASSUNG**

Das Staatliche Bauamt Weilheim plant die Erneuerung der Straßenbrücke St 2059 über den Lech bei Gründl. In diesem Zusammenhang sind hydraulische Untersuchungen mit einem hydrodynamischen 2D-Modell für die Planung des Bauzustands erforderlich.

## **2 GRUNDLAGEN**

Grundlagen der Berechnungen sind:

- [1].vorliegendes 2D-Modell des Lechs bei Lechbruck zur Berechnung der Wasserspiegellagen (aus HWGK, LfU, 2013)
- [2].Entwurfsplan „Erneuerung der Lechbrücke Gründl, Bau-km 0+160“, SSF Ing., Vorabzug Stand 22.05.2015 (siehe Anlage 1)
- [3].Entwurfsplan „Erneuerung der Lechbrücke Gründl, Behelfsbrücke: Lageplan, Längsschnitt“, SSF Ing., Vorabzug Stand 18.08.2015 (siehe Anlage 2 )
- [4].Entwurfsplan „Erneuerung der Lechbrücke Gründl, Hauptbrücke: Ansicht, Längsschnitt, Grundriss“, SSF Ing., Vorabzug Stand 18.08.2015 (siehe Anlage 3)

## **3 VORGEHENSWEISE**

Die Berechnungen werden mit einem vorliegenden 2D-Modell zur Berechnung der Wasserspiegellagen und Fließgeschwindigkeiten durchgeführt. Die Berechnungen erfolgen stationär. Retentionseffekte und damit mögliche Auswirkungen auf das Abflussgeschehen unterstromig der Brücke werden nicht berücksichtigt. Die Auswirkungen der geänderten Wasserspiegellagen und somit des Retentionsvolumens kann als vernachlässigbar angenommen werden.

Die in den Berechnungen verwendeten Abflüsse sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1. Berechnete Abflüsse

Name	Abfluss [m³/s]
NQ (Winter)	12.2
MQ	91.6
Q160	160.0
HQ1	320.0
HQ2	390.0
HQ5	480.0

Um die Auswirkungen der Querschnittseingengungen durch verschiedene Bauzustände zu ermitteln, werden drei verschiedene Szenarien definiert, modelliert und berechnet:

(1) Modell 1: Mittelpfeiler Bestandsbrücke und Flußpfeiler Behelfsbrücke

Die Grundlage für Berechnungen im Bauzustand, die sich ungünstig auf die Wasserspiegellagen auswirken, ist in Modell 1 definiert. Darin ist die bestehende Brücke mit dem massiven Mittelpfeiler vorhanden und der Flußpfeiler in Achse 30 der Behelfsbrücke errichtet (siehe Anlage 1). Das entsprechende Modell ist in Anlage 4 dargestellt. Für die Bewertung der Wasserspiegellagenänderungen werden drei Punkte (Pegel) in der Flusssohle des Baubereiches herangezogen. Die Lage der Pegel ist in Anlage 4 zusätzlich dargestellt.

Mit dem Modell 1 werden sechs Abflüsse vom NQ bis zum HQ5 (siehe Tabelle 1) berechnet.

(2) Modell 2: Bauzustand Behelfsbrücke

Für den Bauzustand Behelfsbrücke (Modellsicht in Anlage 5) werden die bestehende Brücke (Widerlager und Mittelpfeiler), der Flußpfeiler in Achse 30 der Behelfsbrücke und die drei bauzeitlichen Fangedämme entsprechend der Planunterlage [3] in Anlage 2 in das Modell eingebaut. Für die Bewertung der Wasserspiegellagenänderungen werden die drei Pegel wie im Modell 1 in der Flusssohle des Baubereiches herangezogen. Die Lage der Pegel ist in Anlage 5 dargestellt.

Mit dem Modell 2, Bauzustand Behelfsbrücke, werden die Abflüsse  $Q=160 \text{ m}^3/\text{s}$ , HQ2 und HQ5 berechnet.

### (3) Modell 3: Bauzustand Hauptbrücke

Für den Bauzustand Hauptbrücke (Modellsicht in Anlage 6) werden die geplante, neue Hauptbrücke (Widerlager, ohne Pfeiler), die zwei bauzeitlichen Fangedämme der Hauptbrücke an den Widerlagen und die Behelfsbrücke (Widerlager und beide Pfeiler) entsprechend der Planunterlage [4] in Anlage 3 in das Modell eingebaut. Die Lage der drei Pegel ist in Anlage 6 dargestellt.

Mit dem Modell 3, Bauzustand Hauptbrücke, werden die Abflüsse  $Q=160 \text{ m}^3/\text{s}$ , HQ2 und HQ5 berechnet.

Für die Modellerstellung und die numerischen Berechnungen mit dem 2D-Modell wird das Programm Hydro\_AS-2d, Version 2.2 (Dr. Nujic, Rosenheim) verwendet. Dieses Software ist ein Standardprogramm für die numerische Berechnung von 2D-Modellen und wird auch in der Bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung eingesetzt.

## **4 ERGEBNISSE**

Die berechneten Wasserspiegellagen (WSPL) für Modell 1 sind in Lageplanausschnitten in der Anlage 7 dargestellt. Die Wasserspiegellagen an den drei Pegeln im Untersuchungsbereich sind in Anlage 10 in einem Diagramm dargestellt. Anlage 10 enthält zusätzlich die Zahlenwerte in einer Tabelle. Die berechneten Wassertiefen sind in Anlage 14 und die Fließgeschwindigkeiten in Anlage 17 dargestellt.

Die Wasserspiegellagen für Modell 2 „Bauzustand Behelfsbrücke“ sind in Lageplanausschnitten in der Anlage 8 und für Modell 3 „Bauzustand Hauptbrücke“ in Lageplanausschnitten in der Anlage 9 dargestellt.

Die Wasserspiegellagen für alle Modelle sind in Anlage 11 am Pegel 1, in Anlage 12 am Pegel 2 und in Anlage 13 am Pegel 3 in Diagrammen dargestellt und verglichen. Zusätzlich sind jeweils Tabellen mit den Zahlenwerten enthalten.

Die Wassertiefen für Modell 2 sind in Lageplanausschnitten in der Anlage 15 und für Modell 3 in der Anlage 16 dargestellt.

Die Fließgeschwindigkeiten für Modell 2 sind in Lageplanausschnitten in der Anlage 18 dargestellt und für Modell 3 in der Anlage 19.

Die Ergebnisse aus Modell 1 zeigen einen tiefsten Wasserspiegel von 722,01 m ü. NN an den drei Pegeln für den Abfluss NQ und einen höchsten Wasserspiegel von 725,87 m ü. NN am Pegel 1 für den Abfluss HQ5. Der Freibord bis zur Unterkante der bestehenden Brücke (730,00 m ü. NN) beträgt für den Abfluss HQ5 am Brückennefeiler ca. 4,5 m.

Die Ergebnisse zeigen, dass im Modell 2 beim Abfluss  $Q=160 \text{ m}^3/\text{s}$  der Fangedamm des Flussnefeilers (Dammkrone modelltechnisch mit 724,00 m. ü. NN erfasst) mit  $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$  leicht überströmt ist. Damit empfiehlt sich eine leichte Erhöhung der Dammkrone. Dies hätte keine Auswirkung auf die Wasserspiegelhöhe bei  $Q=160 \text{ m}^3/\text{s}$ . Die Ergebnisse bei Modell 2 zeigen, dass bei HQ2 und HQ5 die HW-Schutzfunktion der geplanten Dämme grundsätzlich sichergestellt ist. Die Berechnungen ergeben ein leichtes seitliches Eindringen von Wasser von Oberstrom aus in die Baugrube, die auf eine modelltechnische Ungenauigkeit im Anschlussbereich Damm/Gelände zurückzuführen ist. In der Detailplanung der Dämme ist daher sicherzustellen, dass ein

lückenloser Anschluss an das Gelände auf der geplanten Höhe der Dammkrone gegeben ist

Die Ergebnisse bei Modell 3 zeigen, dass bei HQ2 und HQ5 die HW-Schutzfunktion der geplanten Dämme grundsätzlich sichergestellt ist. Die Berechnungen ergeben ein leichtes seitliches Eindringen von Wasser von Unterstrom aus in die Baugrube, die auf eine modelltechnische Ungenauigkeit im Anschlussbereich Damm/Gelände zurückzuführen ist. In der Detailplanung der Dämme ist daher sicherzustellen, dass ein lückenloser Anschluss an das Gelände auf der geplanten Höhe der Dammkrone gegeben ist.

Am Pegel 1 verursachen die Querschnittsreduktionen durch die Fangedämme in den Modellen 2 und 3 bei allen untersuchten Abflüssen nur einen leichten Aufstau im Vergleich zum Modell 1 (Anlage 11). Beim Modell 2 „Bauzustand Behelfsbrücke“ beträgt der Wasserspiegel bei HQ5 275,92 m ü. NN, d.h., es erfolgt ein Aufstau von +5 cm im Vergleich zum Modell 1. Beim Modell 3 „Bauzustand Hauptbrücke“ beträgt der Wasserspiegel bei HQ5 275,97 m ü. NN, d.h., es erfolgt ein Aufstau von +10 cm im Vergleich zum Modell 1.

An den Pegel 2 und 3 sinken jedoch die Wasserspiegellagen wegen der höheren Fließgeschwindigkeiten in den beiden Modellen 2 und 3 (Anlage 12 und Anlage 13). Die maximale Absenkung der Wasserspiegellagen beträgt am Pegel 2 für den Abfluss HQ5 7 cm beim Modell 2 „Bauzustand Behelfsbrücke“ und 27 cm beim Modell 3 „Bauzustand Hauptbrücke“.

Die berechneten Fließgeschwindigkeiten sind beim Modell 3 „Bauzustand Hauptbrücke“ (3,1 m/s im Durchschnitt unter der Hauptbrücke für HQ5) wegen der Querschnittsreduktion der Fangedämme etwas höher als beim Modell 2 (2,9 m/s) und Modell 1 (2,8 m/s).

Erosionseffekte aufgrund höher, lokaler Fließgeschwindigkeiten auf der Flusssohle sind in dieser Studie nicht betrachtet.

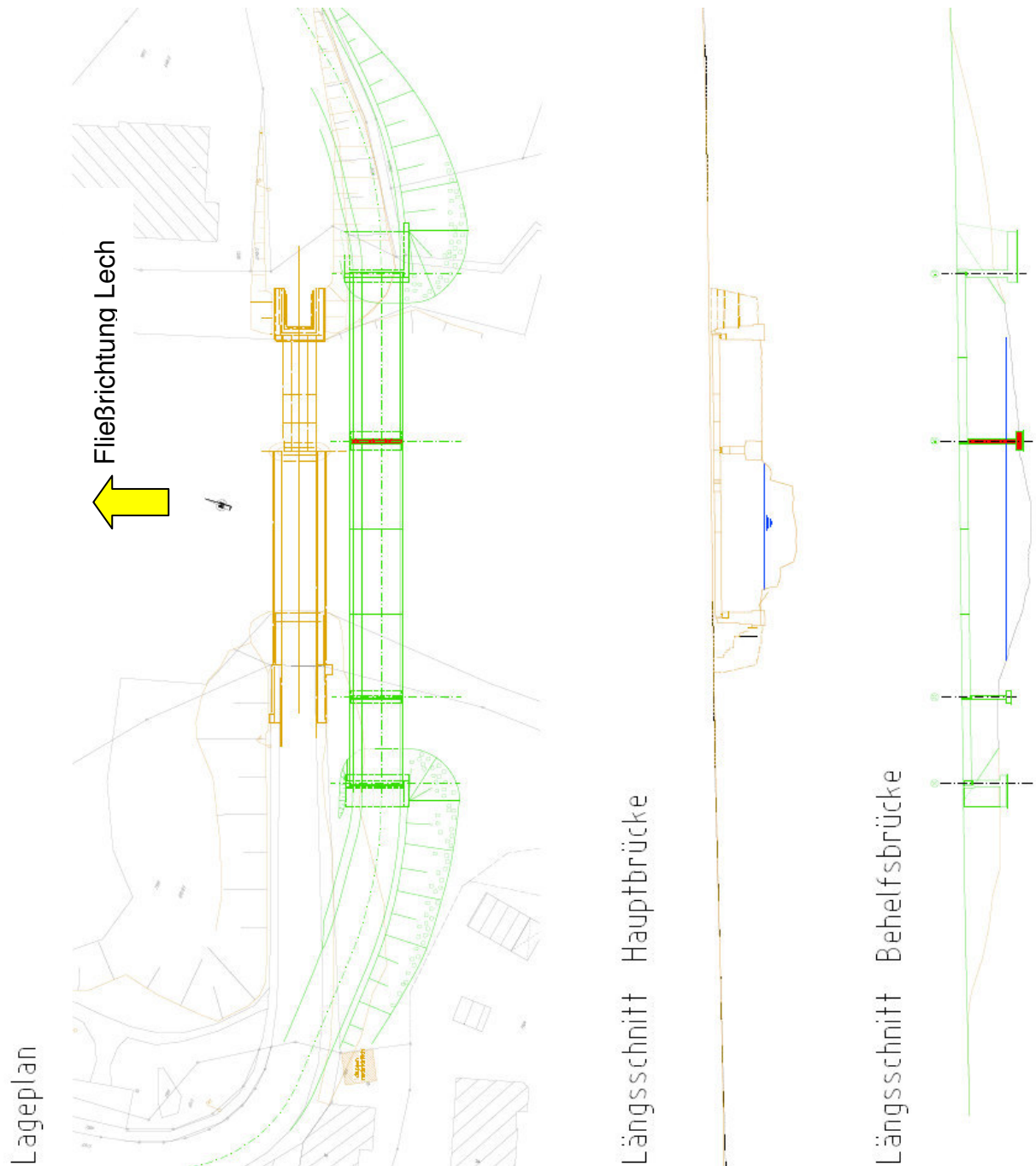
## **ANLAGENVERZEICHNIS**

Anlage 1	Bestandsbrücke und Behelfsbrücke, Grundlage für Modell 1
Anlage 2	Bauzustand Behelfsbrücke, Grundlage für Modell 2
Anlage 3	Bauzustand Hauptbrücke, Grundlage für Modell 3
Anlage 4	Lageplan Pegel Modell 1
Anlage 5	Lageplan Pegel Modell 2 „Bauzustand Behelfsbrücke“
Anlage 6	Lageplan Pegel Modell 3 „Bauzustand Hauptbrücke“
Anlage 7	Wasserspiegellage (m ü.NN), Modell 1
Anlage 8	Wasserspiegellage (m ü.NN), Modell 2 Bauzustand Behelfsbrücke
Anlage 9	Wasserspiegellage (m ü.NN), Modell 3 Bauzustand Hauptbrücke
Anlage 10	WSPL am Pegel 1, 2 und 3, Modell 1
Anlage 11	WSPL am Pegel 1, Bauzustände
Anlage 12	WSPL am Pegel 2, Bauzustände
Anlage 13	WSPL am Pegel 3, Bauzustände
Anlage 14	Wassertiefen (m), Modell 1
Anlage 15	Wassertiefen (m), Modell 2 Bauzustand Behelfsbrücke
Anlage 16	Wassertiefen (m), Modell 3 Bauzustand Hauptbrücke
Anlage 17	Fließgeschwindigkeiten (m/s), Modell 1
Anlage 18	Fließgeschwindigkeiten (m/s), Modell 2 Bauzustand Behelfsbrücke

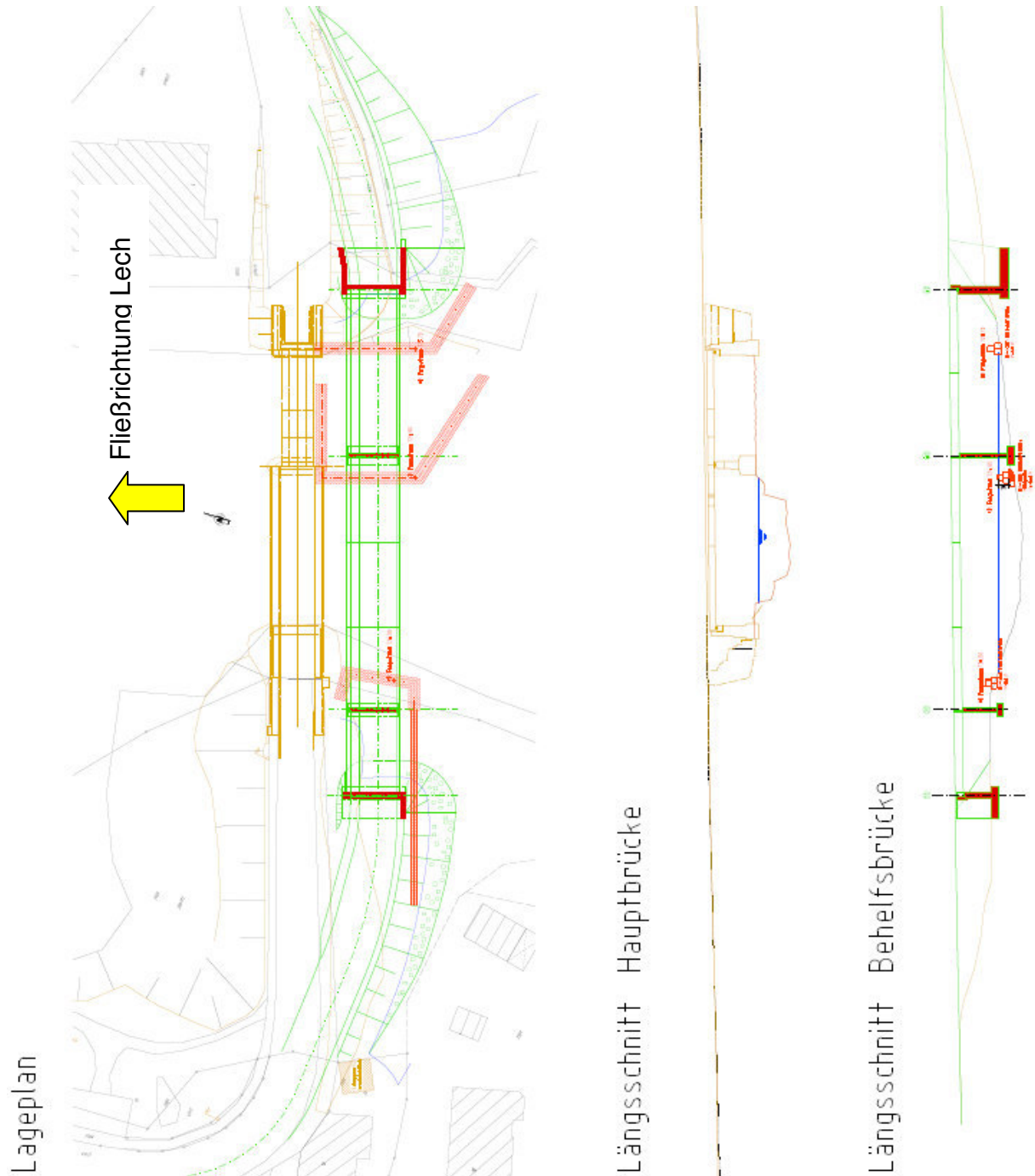


Anlage 19      Fließgeschwindigkeiten (m/s), Modell 3 Bauzustand  
Hauptbrücke

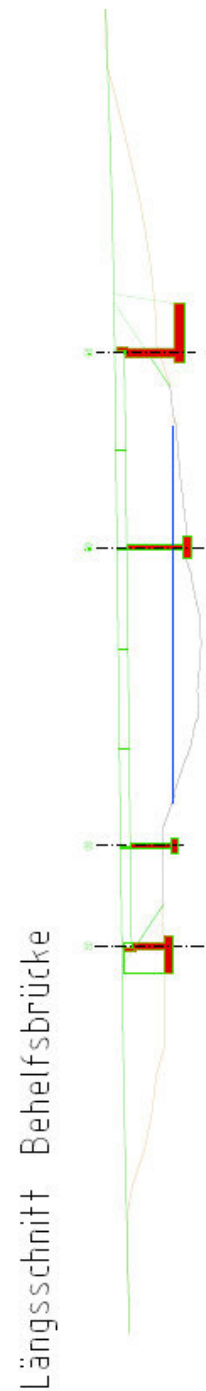
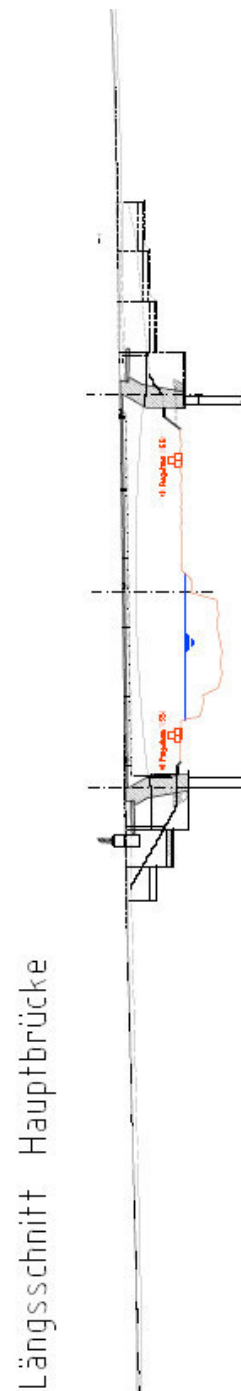
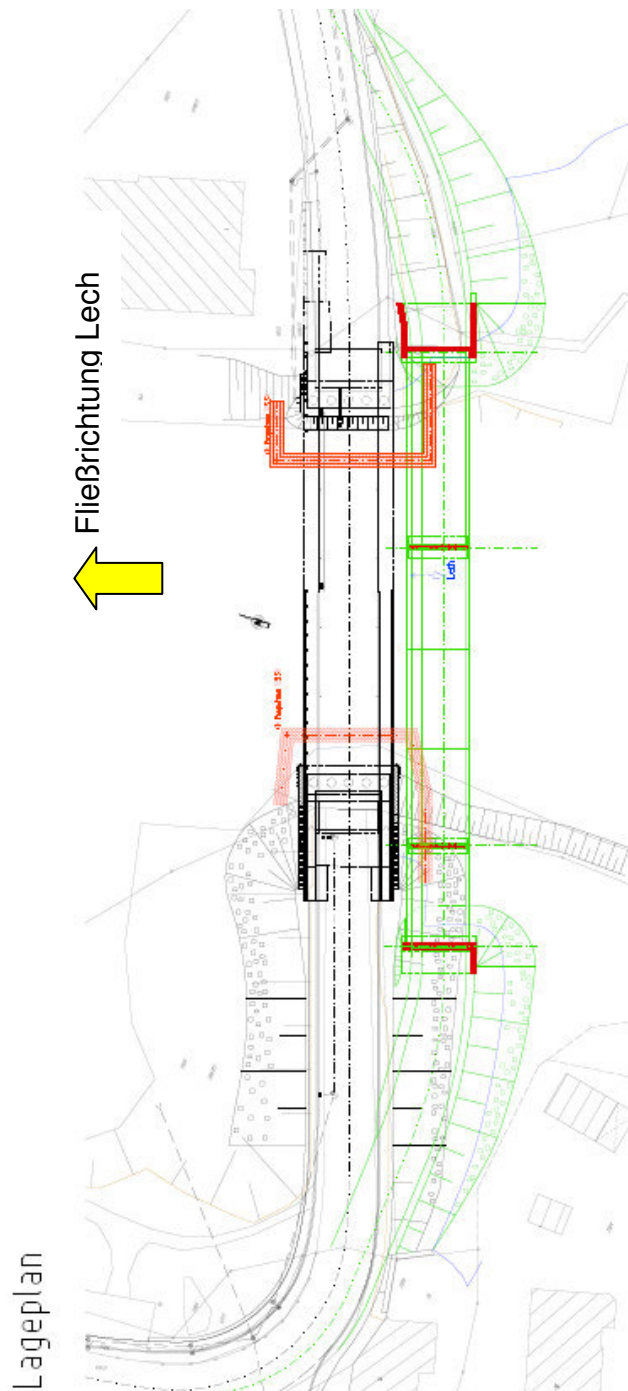
**Anlage 1 Bestandsbrücke und Behelfsbrücke, Grundlage für Modell 1**



**Anlage 2 Bauzustand Behelfsbrücke, Grundlage für Modell 2**

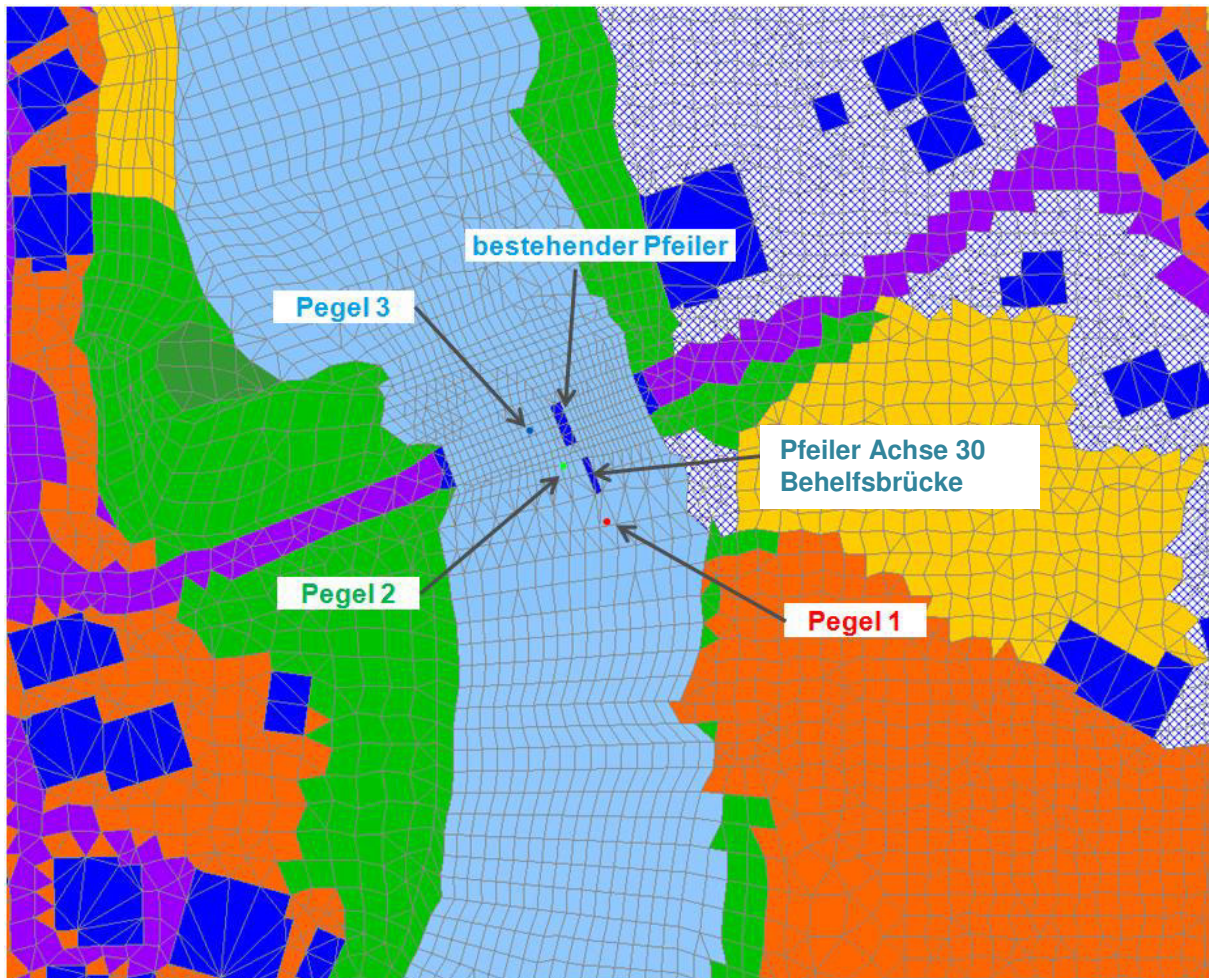


**Anlage 3 Bauzustand Hauptbrücke, Grundlage für Modell 3**



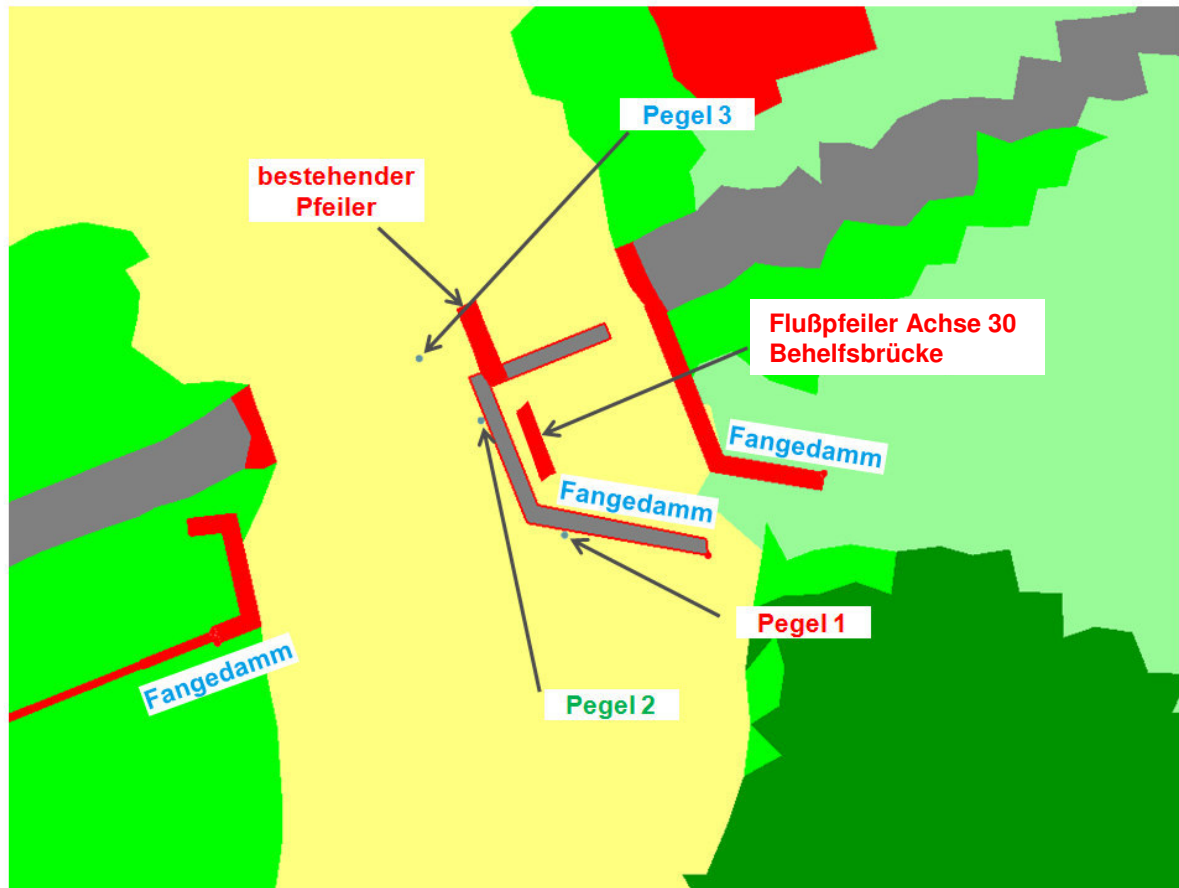


**Anlage 4 Lageplan Pegel Modell 1**

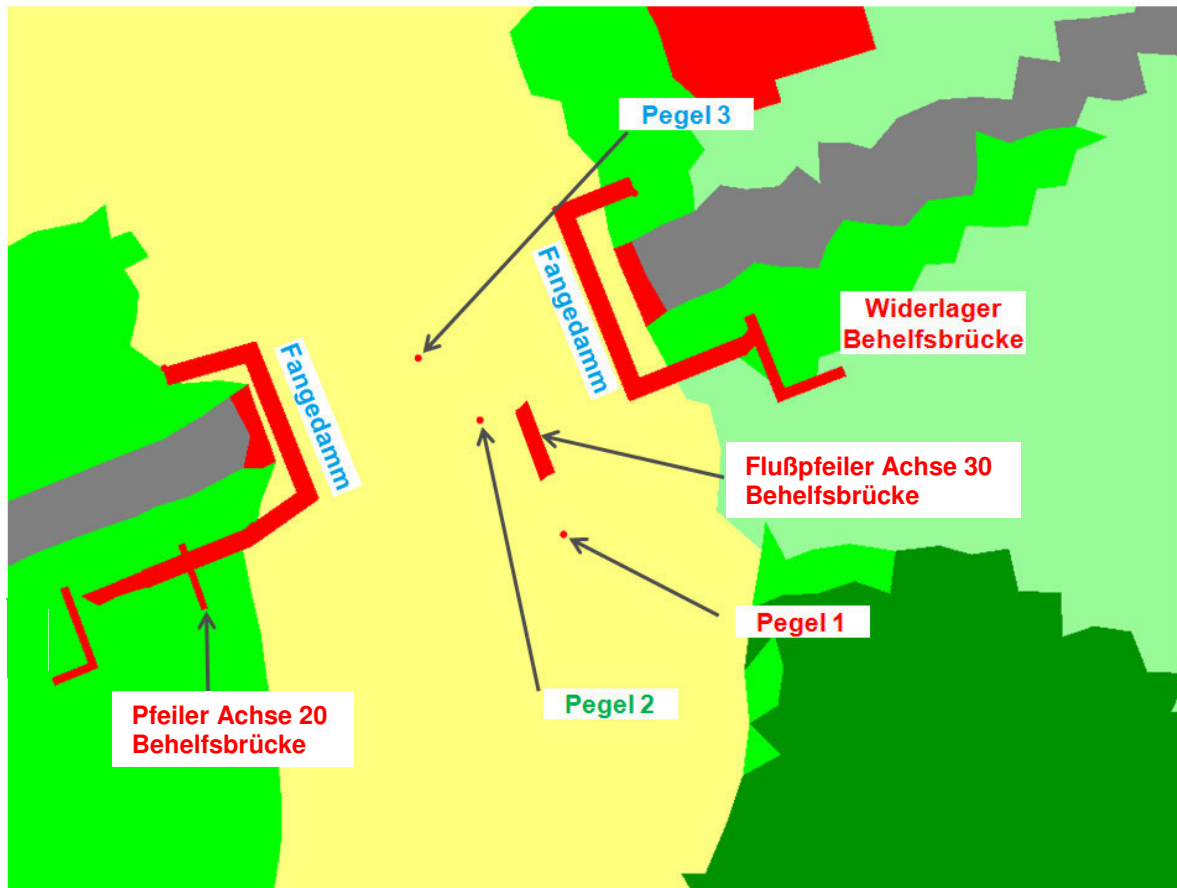


↑ Fließrichtung Lech

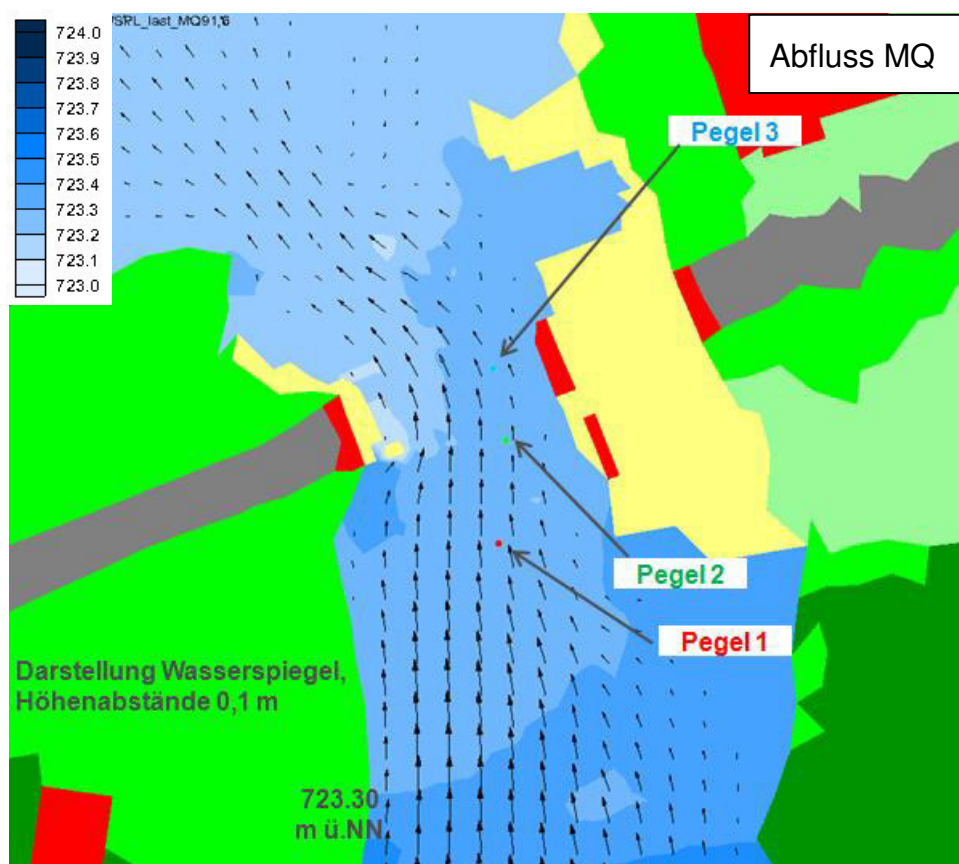
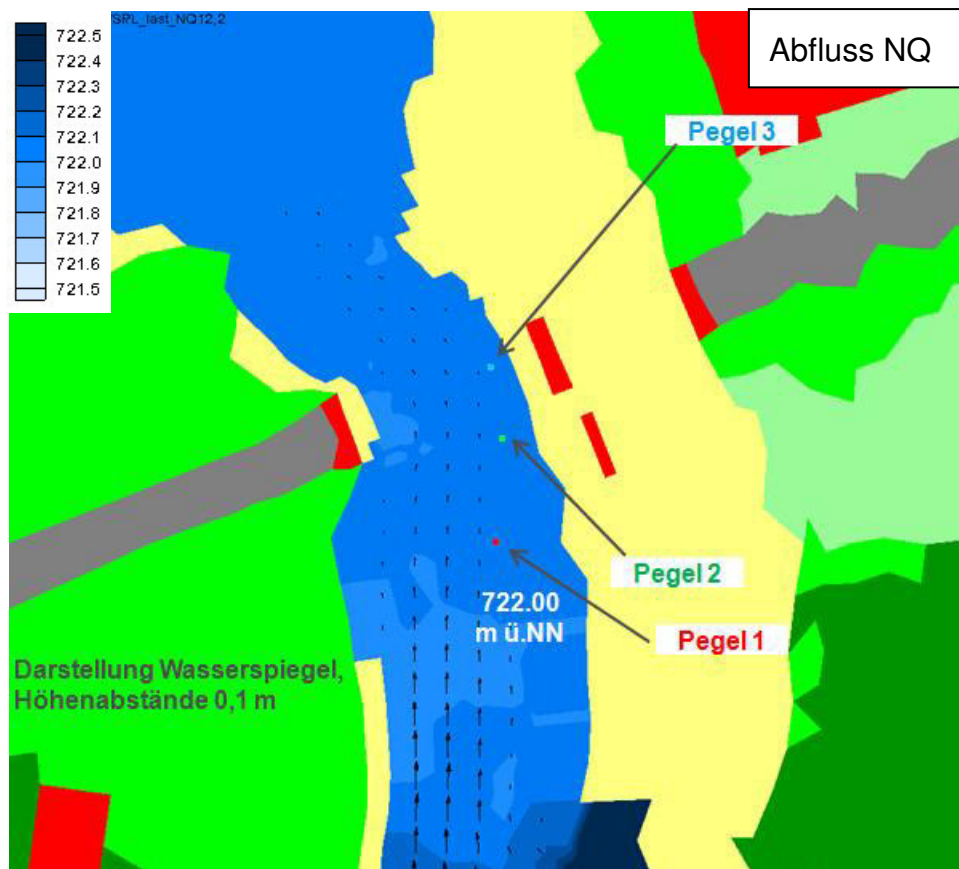
**Anlage 5 Lageplan Pegel Modell 2 „Bauzustand Behelfsbrücke“**



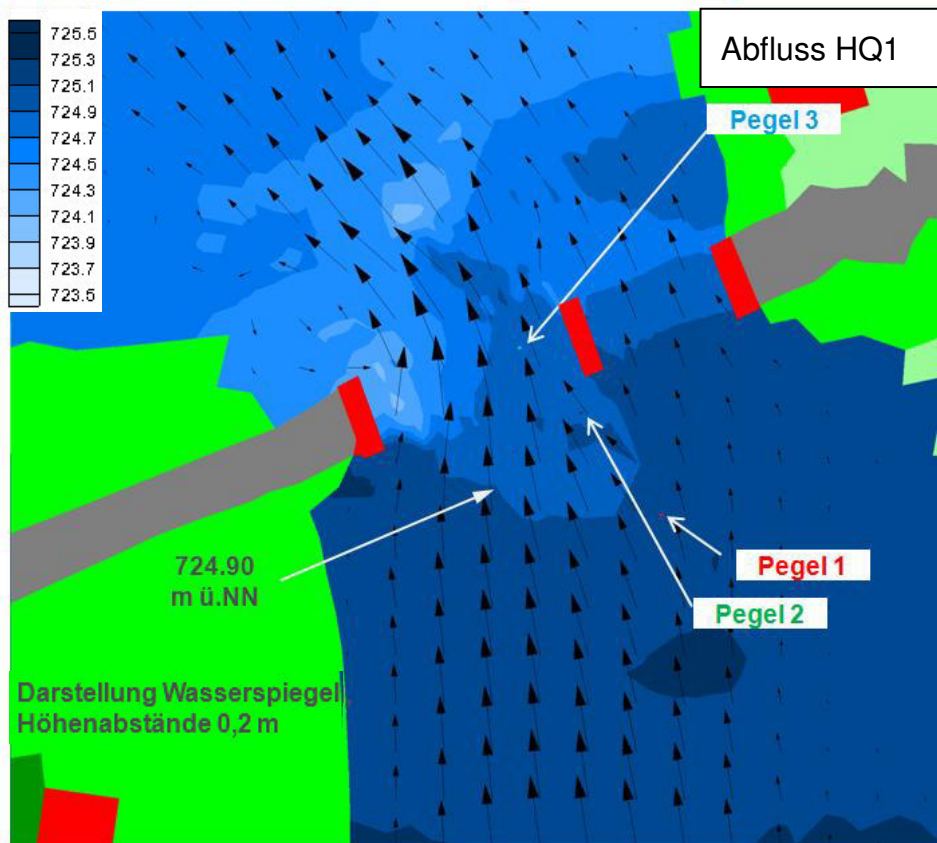
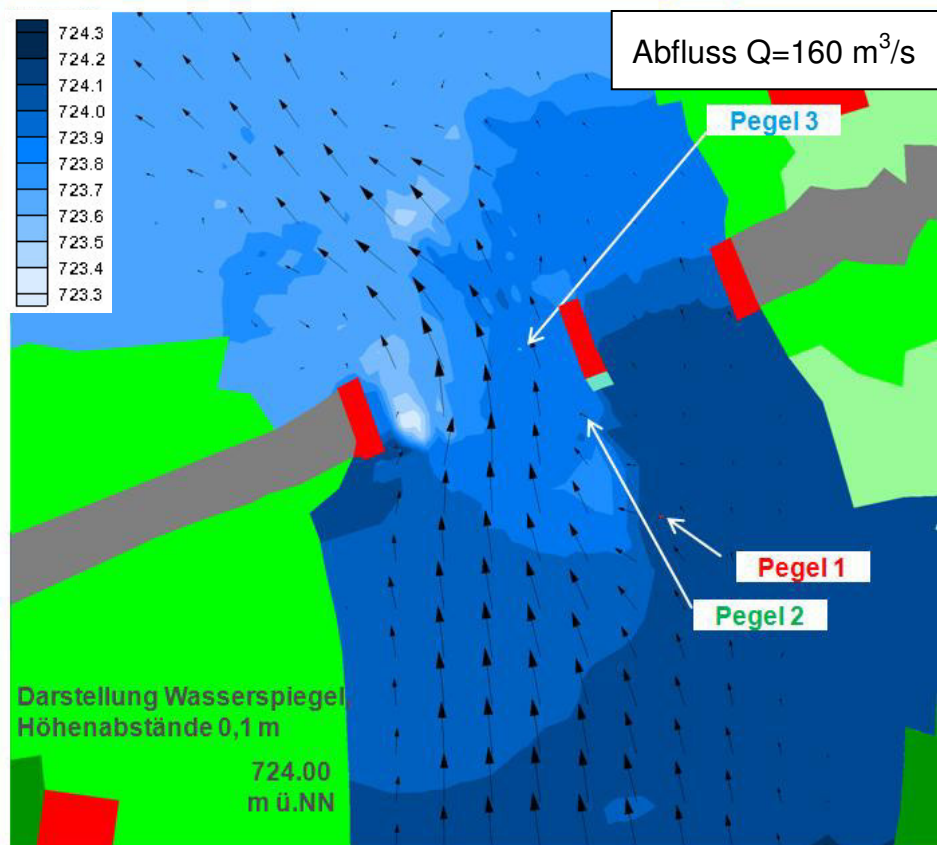
**Anlage 6 Lageplan Pegel Modell 3 „Bauzustand Hauptbrücke“**

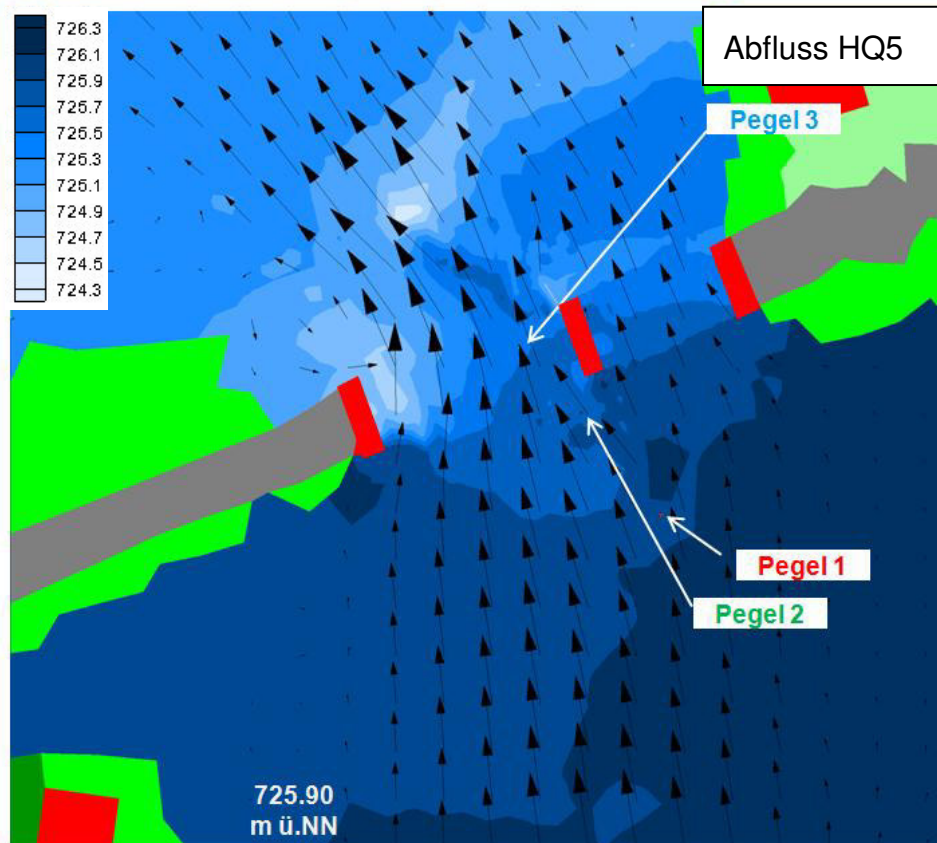
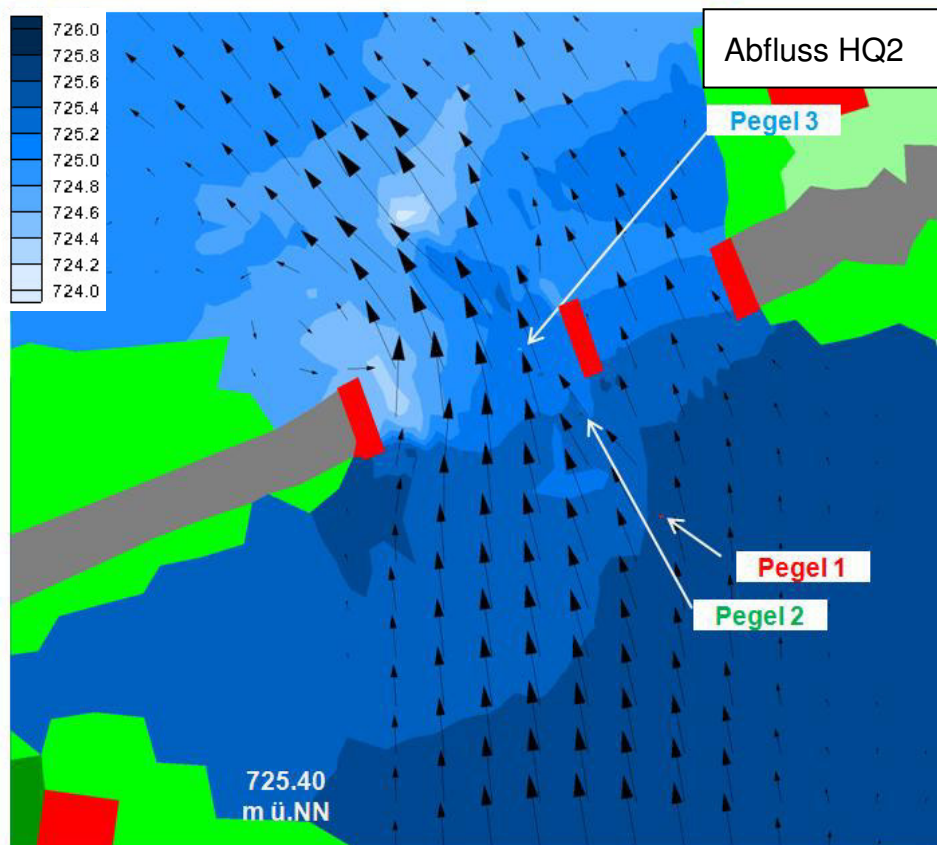


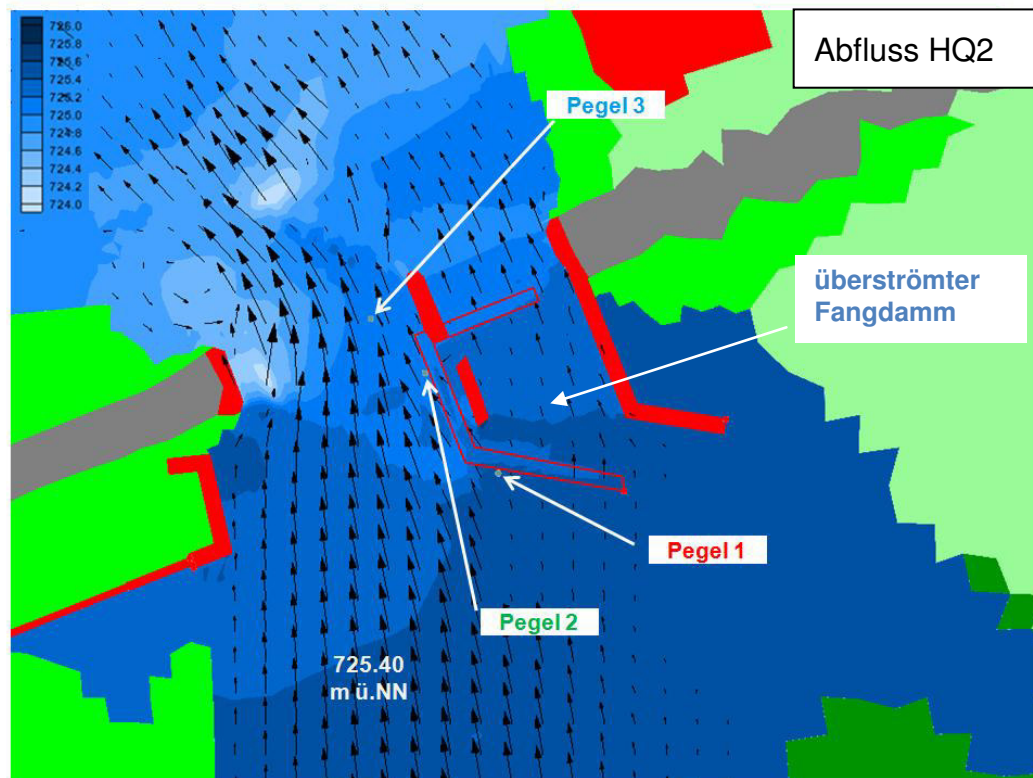
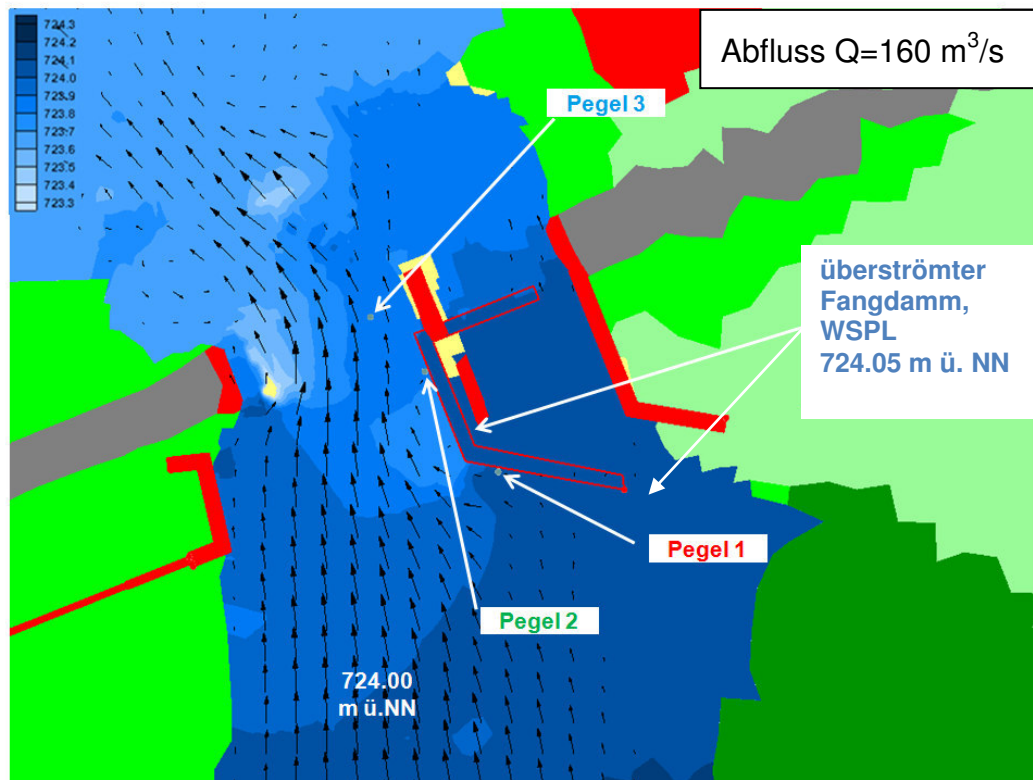


**Anlage 7    Wasserspiegellage (m ü.NN), Modell 1**

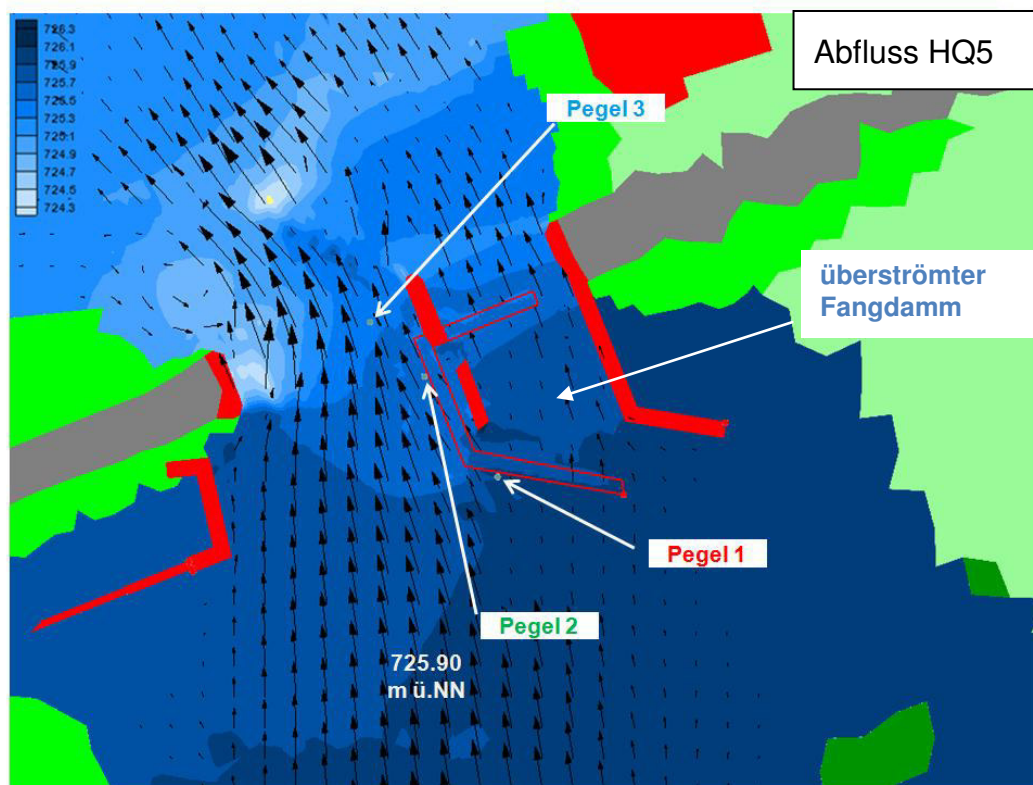


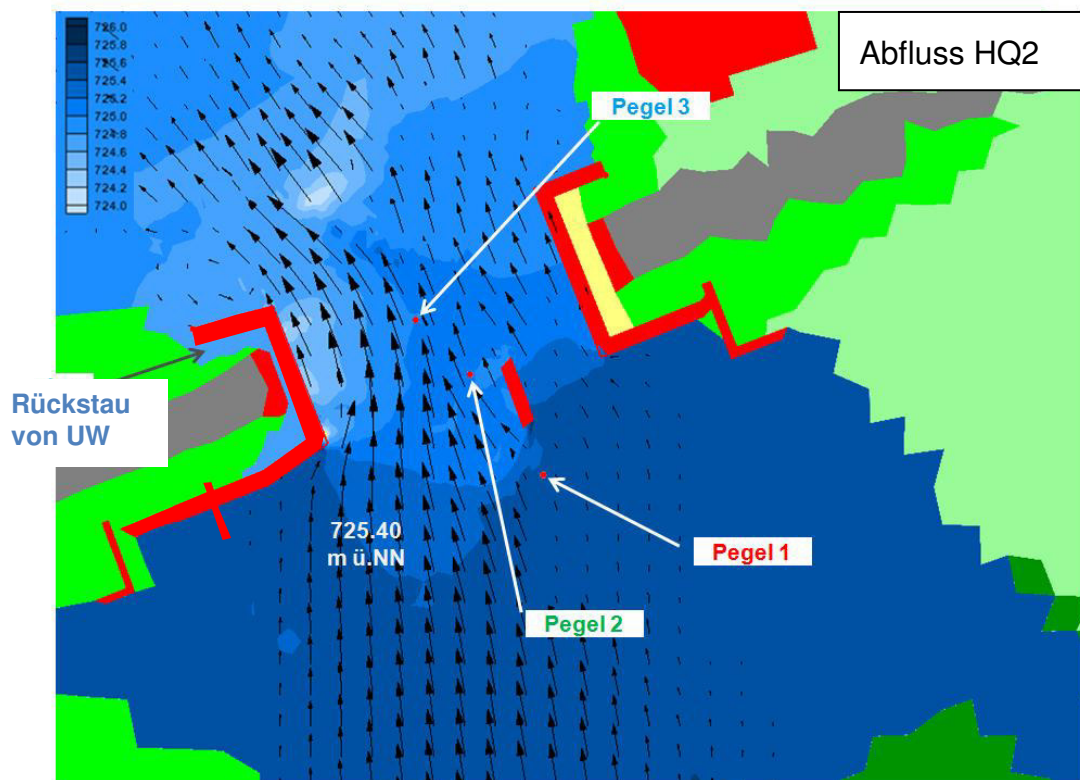
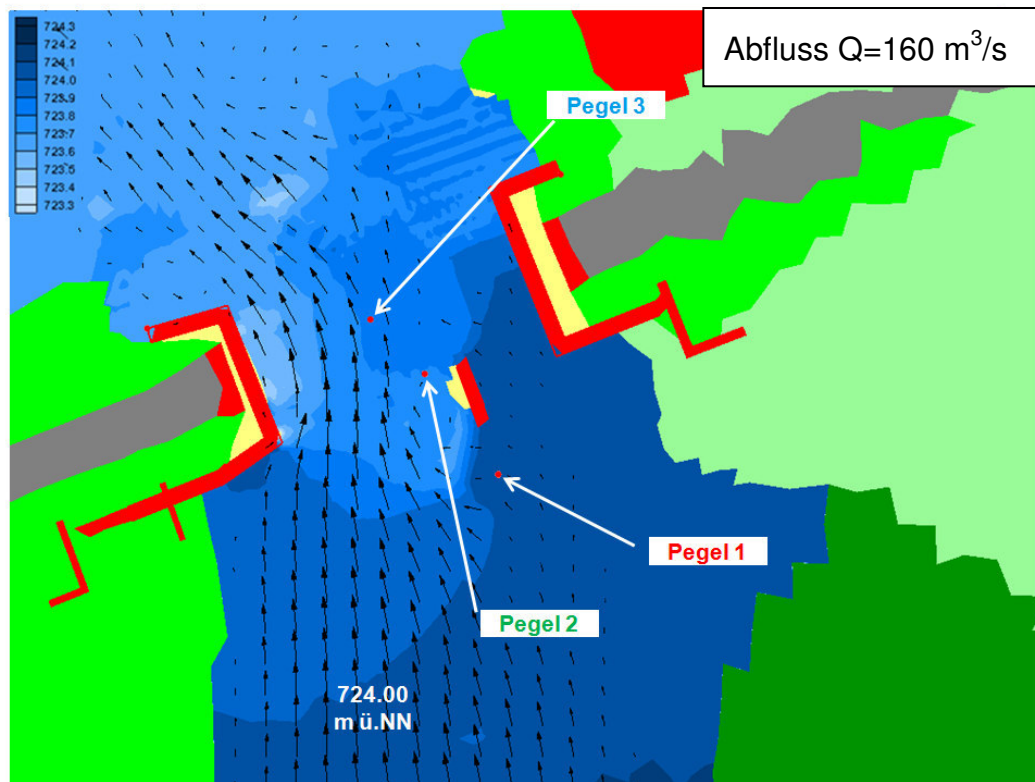


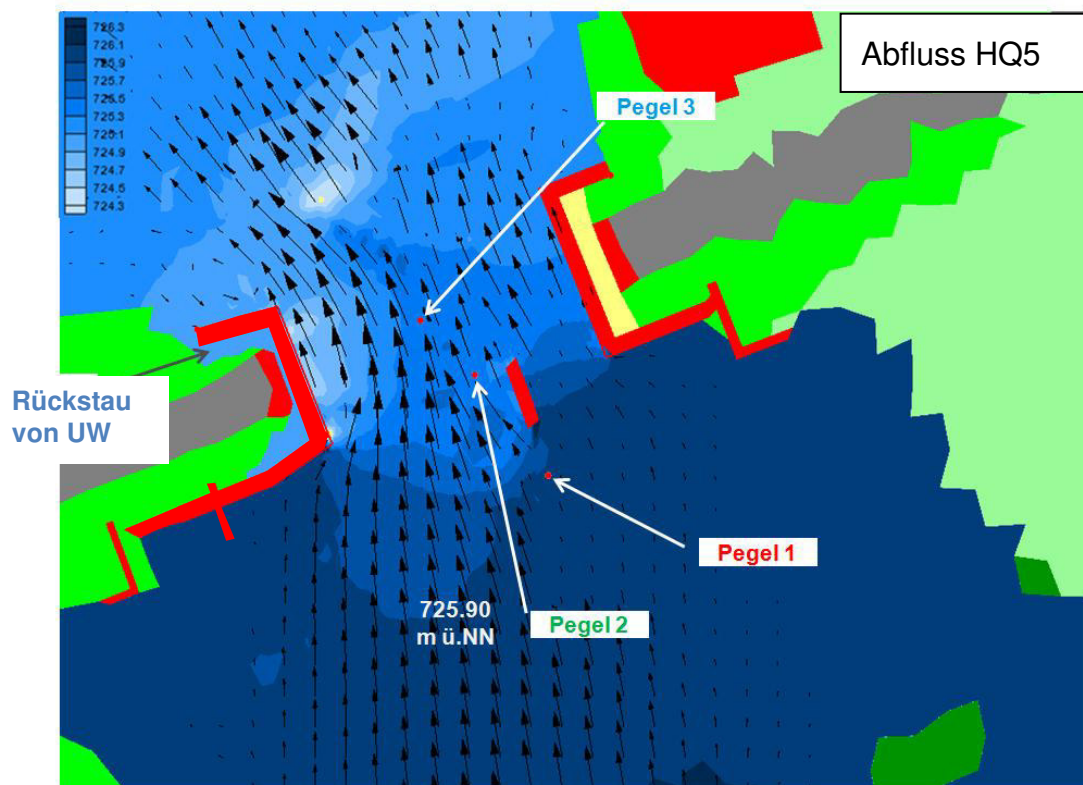


**Anlage 8    Wasserspiegellage (m ü.NN), Modell 2 Bauzustand Behelfsbrücke**



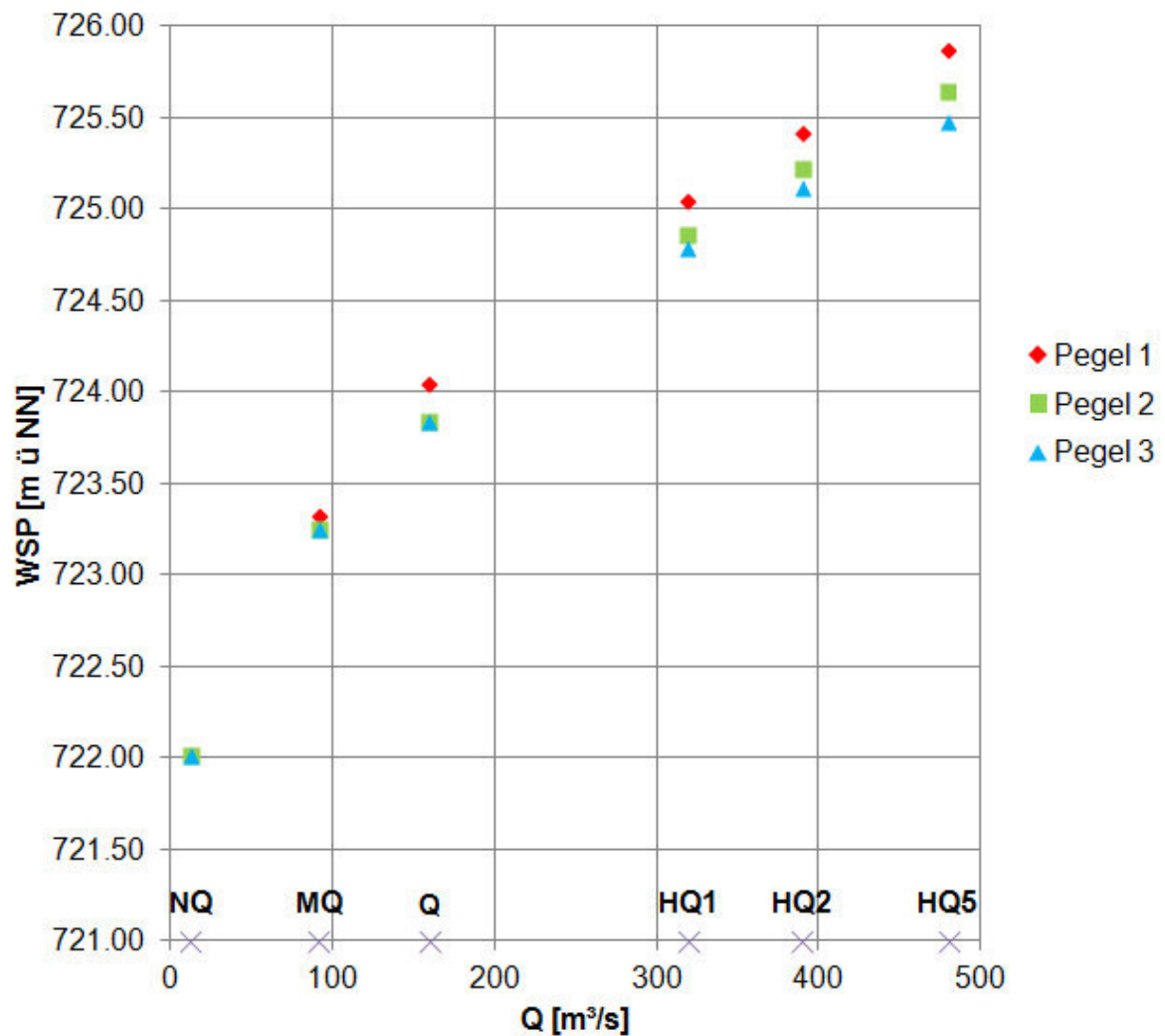


**Anlage 9    Wasserspiegellage (m ü.NN), Modell 3 Bauzustand Hauptbrücke**



**Anlage 10 WSPL am Pegel 1, 2 und 3, Modell 1**

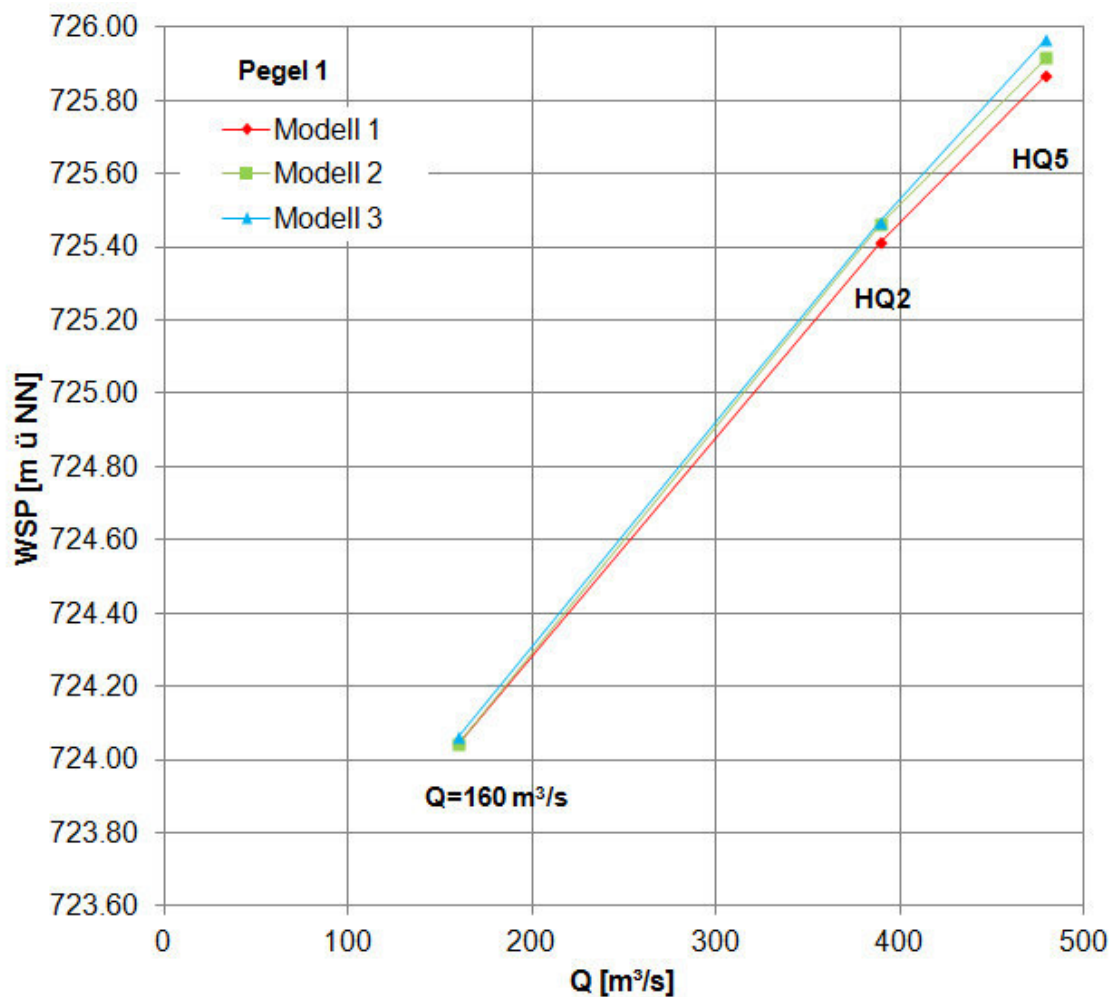
	NQ = 12,2 m³/s	MQ = 91,6 m³/s	Q = 160 m³/s	HQ1= 320 m³/s	HQ2= 390 m³/s	HQ5= 480 m³/s
Q [m³/s]	12.2	91.6	160	320	390	480
Pegel 1	722.01	723.32	724.04	725.04	725.41	725.87
Pegel 2	722.01	723.25	723.83	724.85	725.22	725.65
Pegel 3	722.01	723.25	723.84	724.78	725.11	725.48



Modell 1: Mittelpfeiler Bestandsbrücke und Flußpfeiler Behelfsbrücke

**Anlage 11 WSPL am Pegel 1, Bauzustände**

Pegel 1 [m ü.NN]	Q = 160 m <sup>3</sup> /s	HQ2= 390 m <sup>3</sup> /s	HQ5= 480 m <sup>3</sup> /s
Q [m <sup>3</sup> /s]	160	390	480
Modell 1	724.04	725.41	725.87
Modell 2	724.04	725.46	725.92
Modell 3	724.06	725.47	725.97



Modell 1: Mittelpfeiler Bestandsbrücke und Flußpfeiler Behelfsbrücke

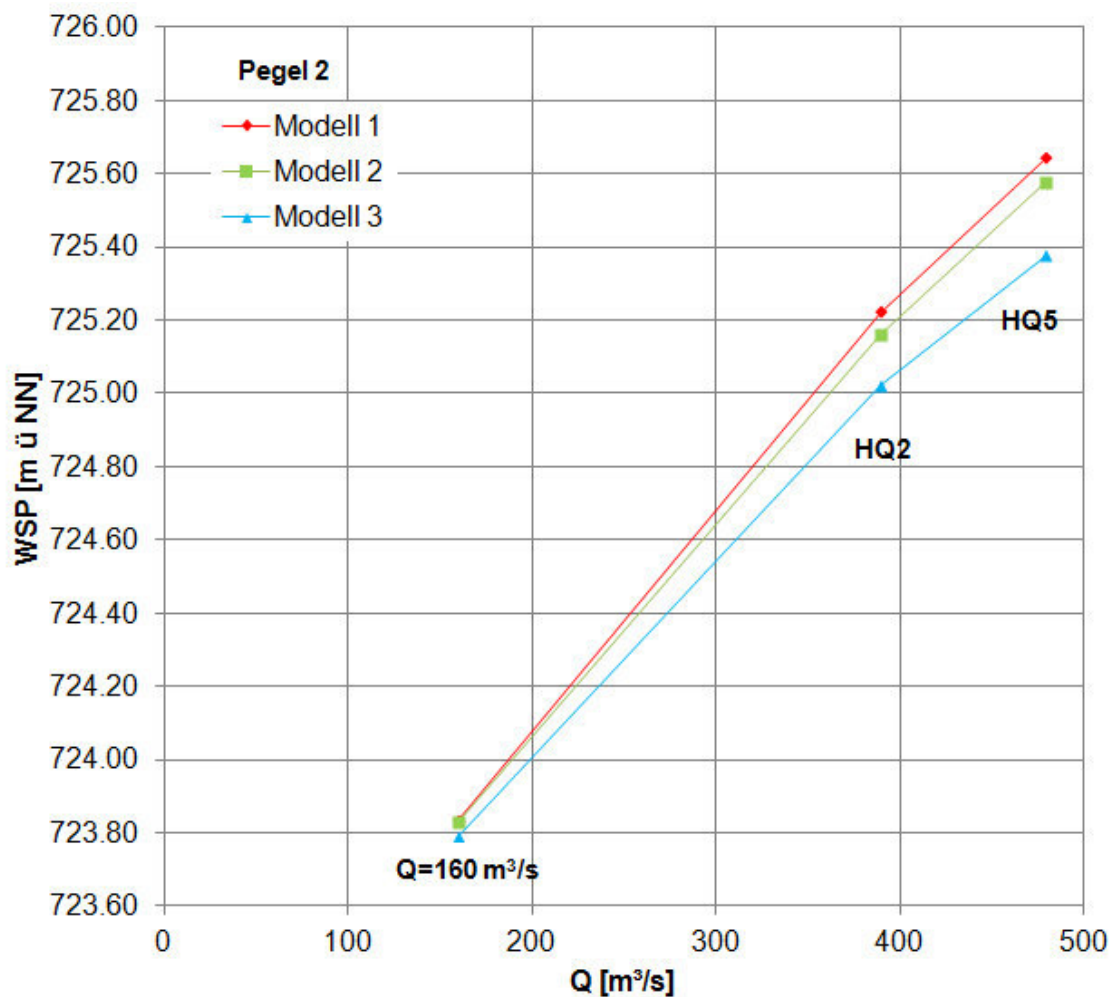
Modell 2: Bauzustand Behelfsbrücke

Modell 3: Bauzustand Hauptbrücke



**Anlage 12 WSPL am Pegel 2, Bauzustände**

Pegel 2 [m ü.NN]	Q = 160 m <sup>3</sup> /s	HQ2= 390 m <sup>3</sup> /s	HQ5= 480 m <sup>3</sup> /s
Q [m <sup>3</sup> /s]	160	390	480
Modell 1	723.83	725.22	725.65
Modell 2	723.83	725.16	725.58
Modell 3	723.79	725.02	725.38



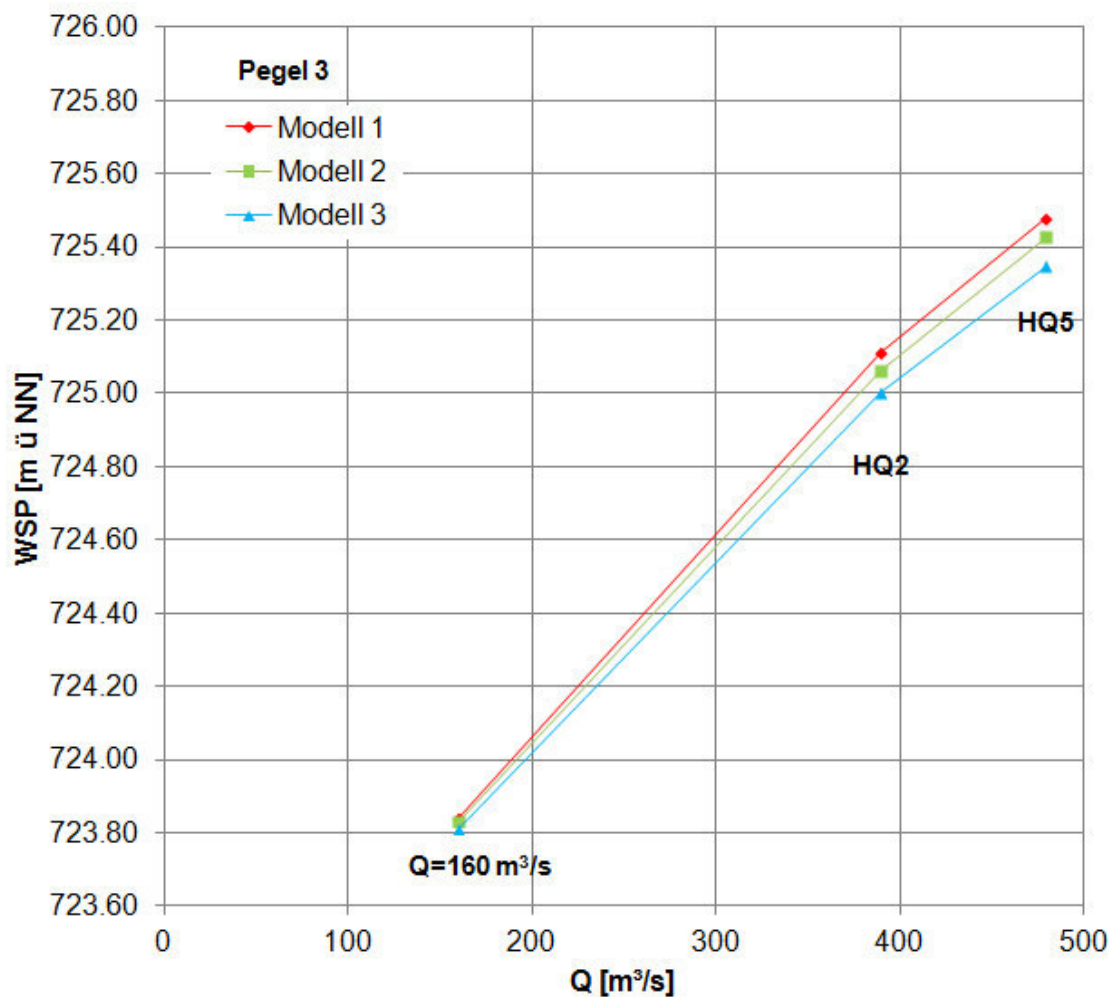
Modell 1: Mittelpfeiler Bestandsbrücke und Flußpfeiler Behelfsbrücke

Modell 2: Bauzustand Behelfsbrücke

Modell 3: Bauzustand Hauptbrücke

**Anlage 13 WSPL am Pegel 3, Bauzustände**

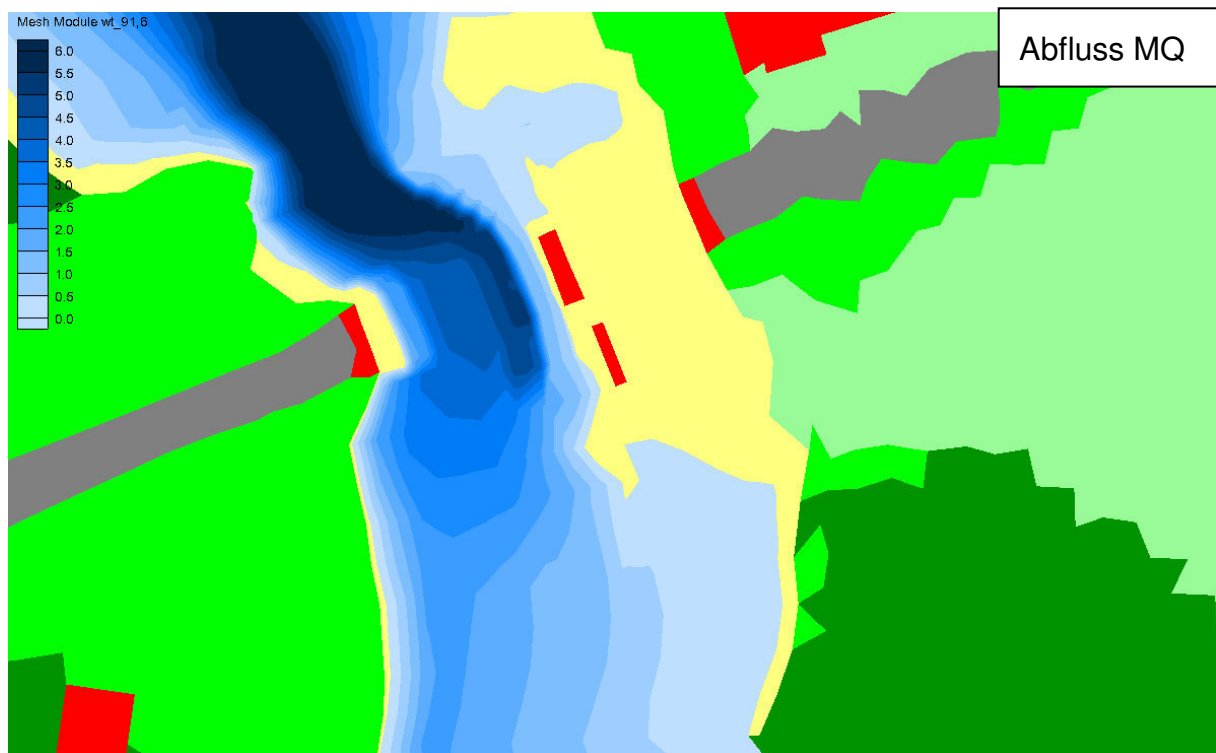
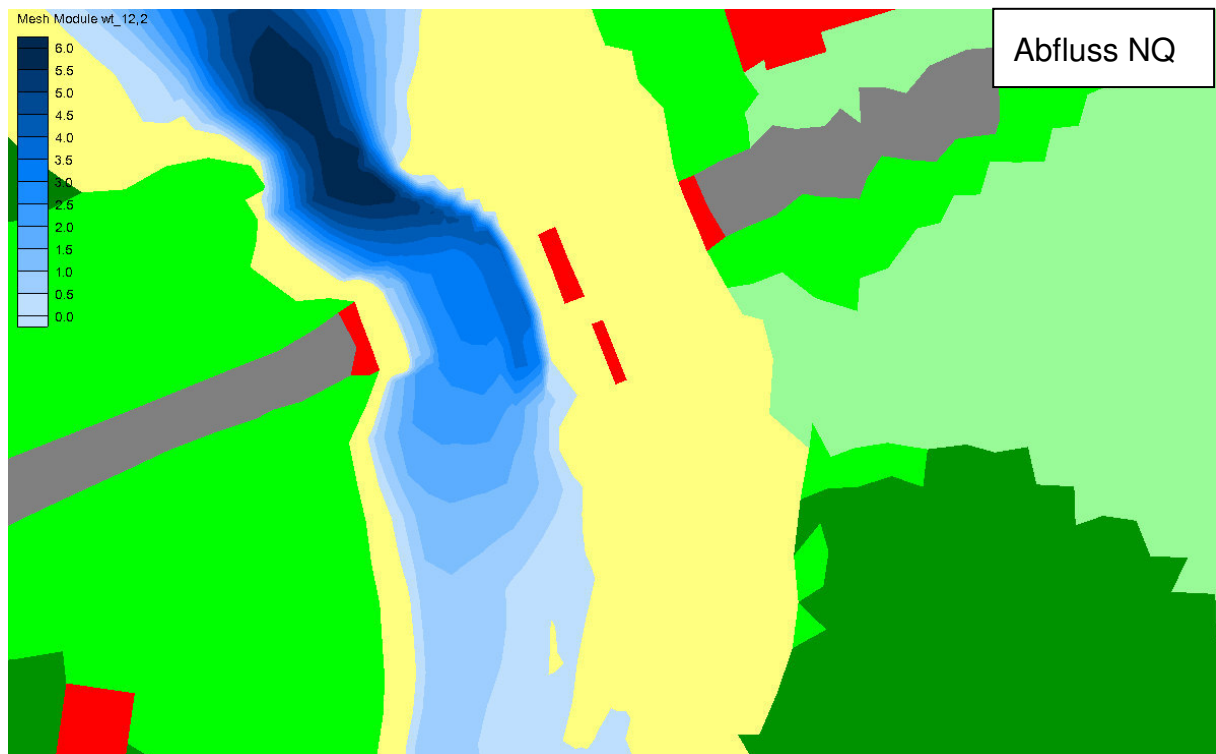
Pegel 3 [m ü.NN]	Q = 160 m <sup>3</sup> /s	HQ2= 390 m <sup>3</sup> /s	HQ5= 480 m <sup>3</sup> /s
Q [m <sup>3</sup> /s]	160	390	480
Modell 1	723.84	725.11	725.48
Modell 2	723.83	725.06	725.43
Modell 3	723.81	725.00	725.35

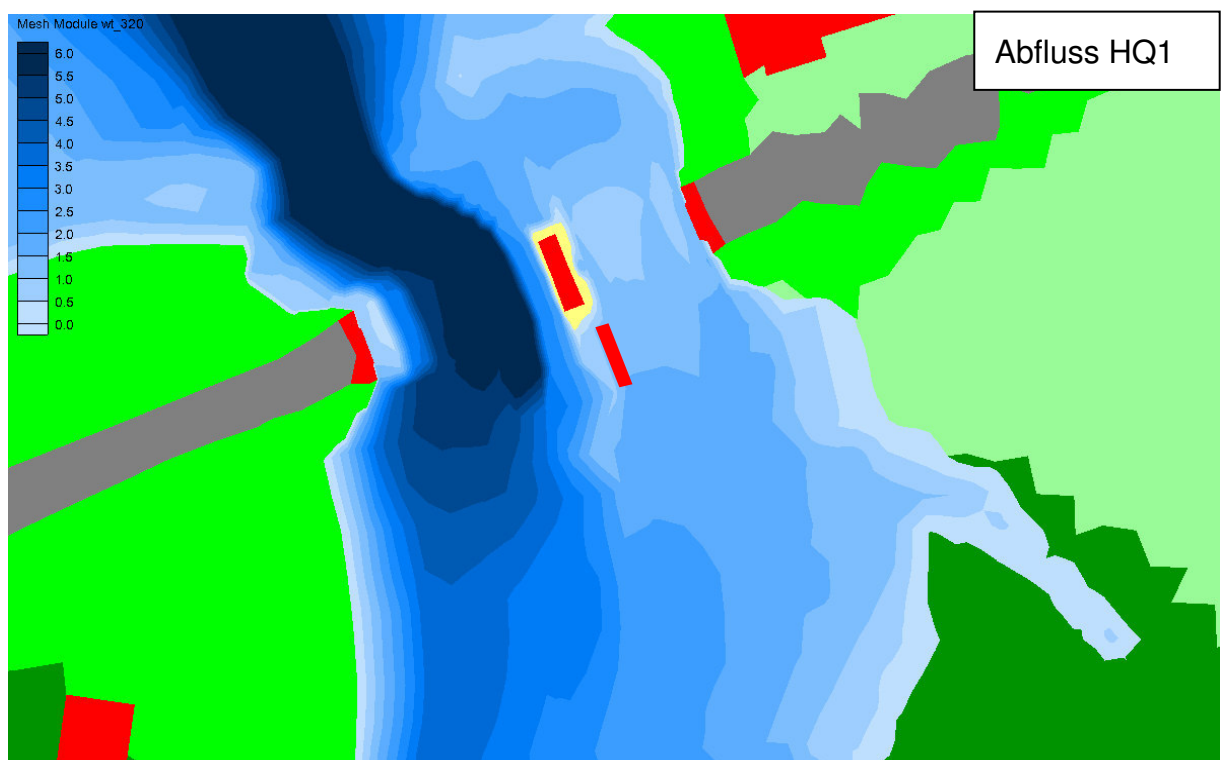
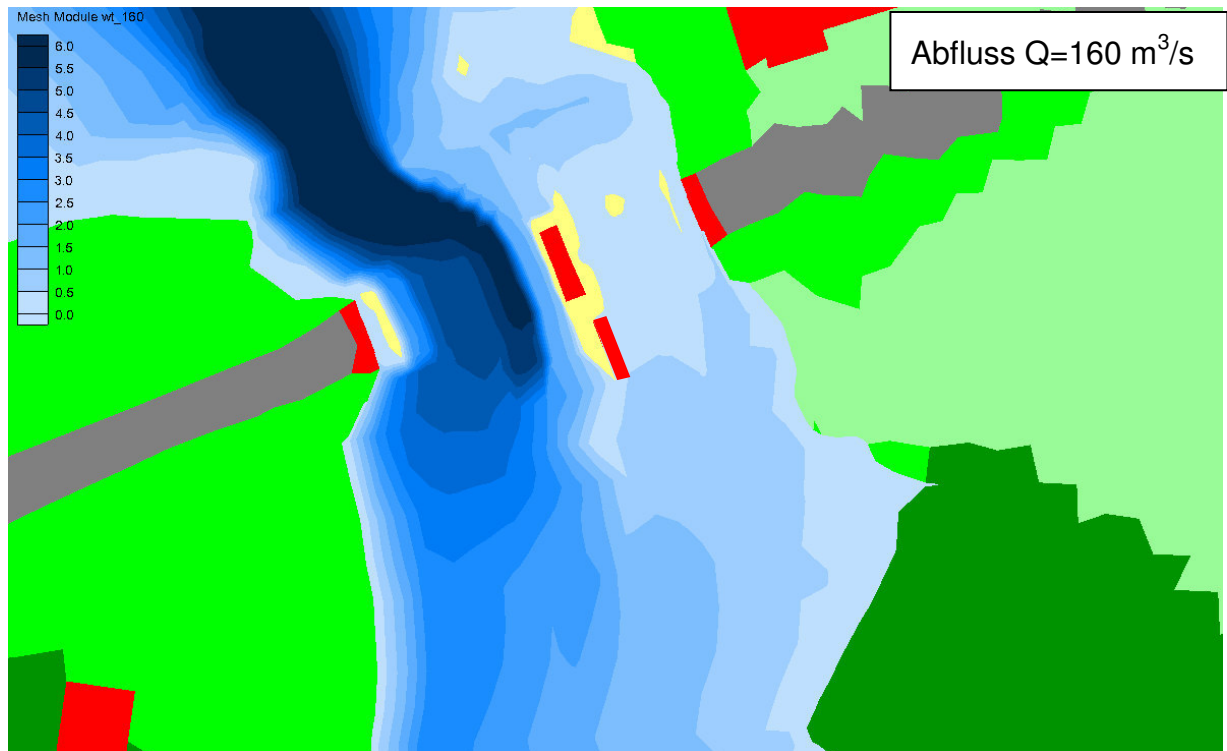


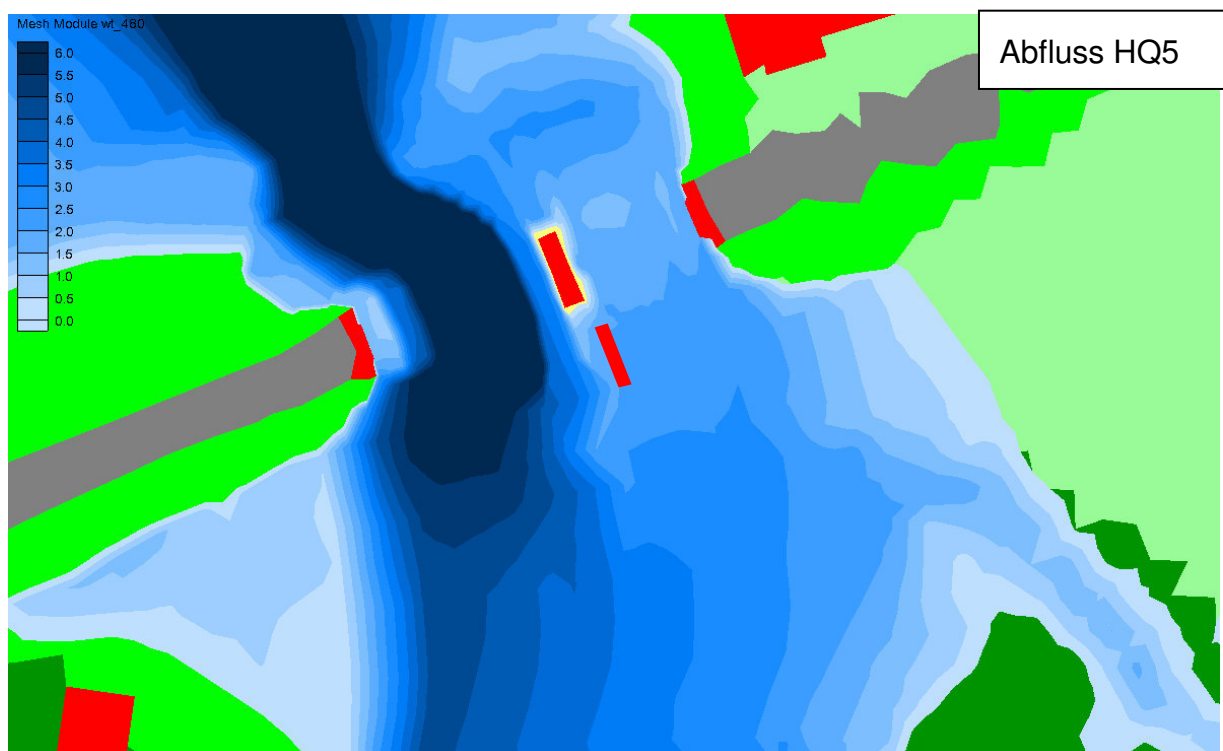
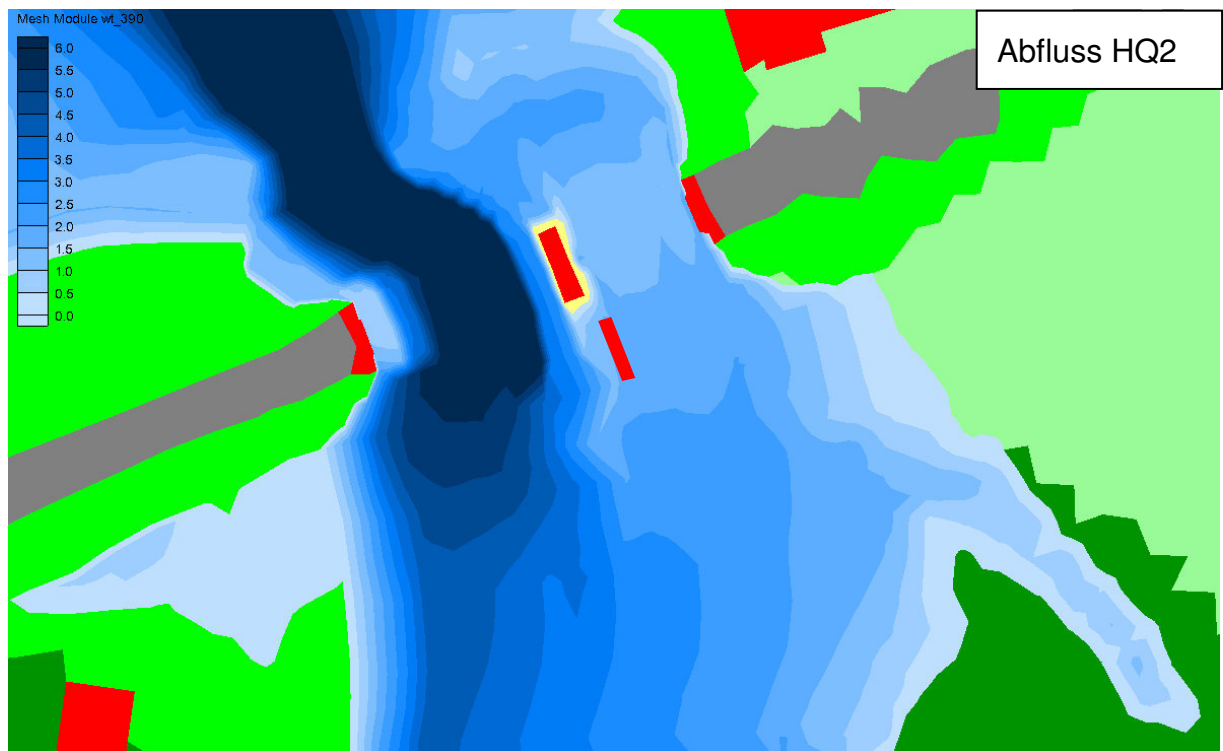
Modell 1: Mittelpfeiler Bestandsbrücke und Flußpfeiler Behelfsbrücke

Modell 2: Bauzustand Behelfsbrücke

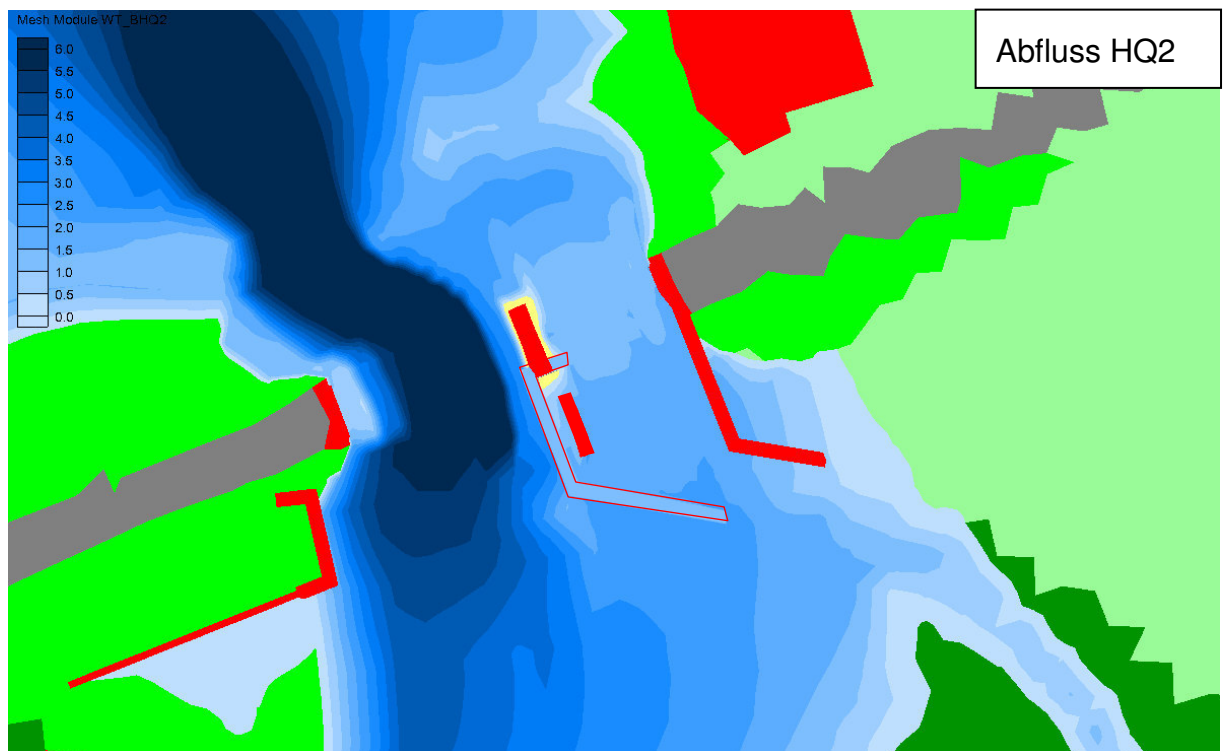
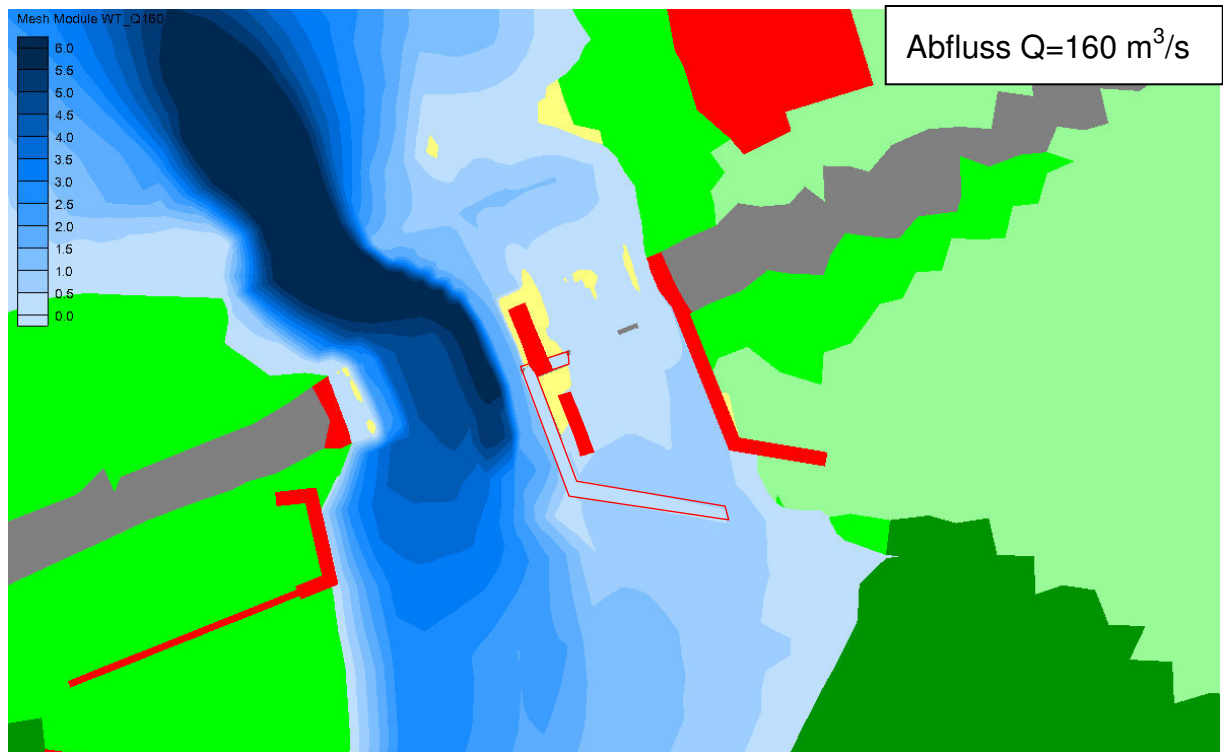
Modell 3: Bauzustand Hauptbrücke

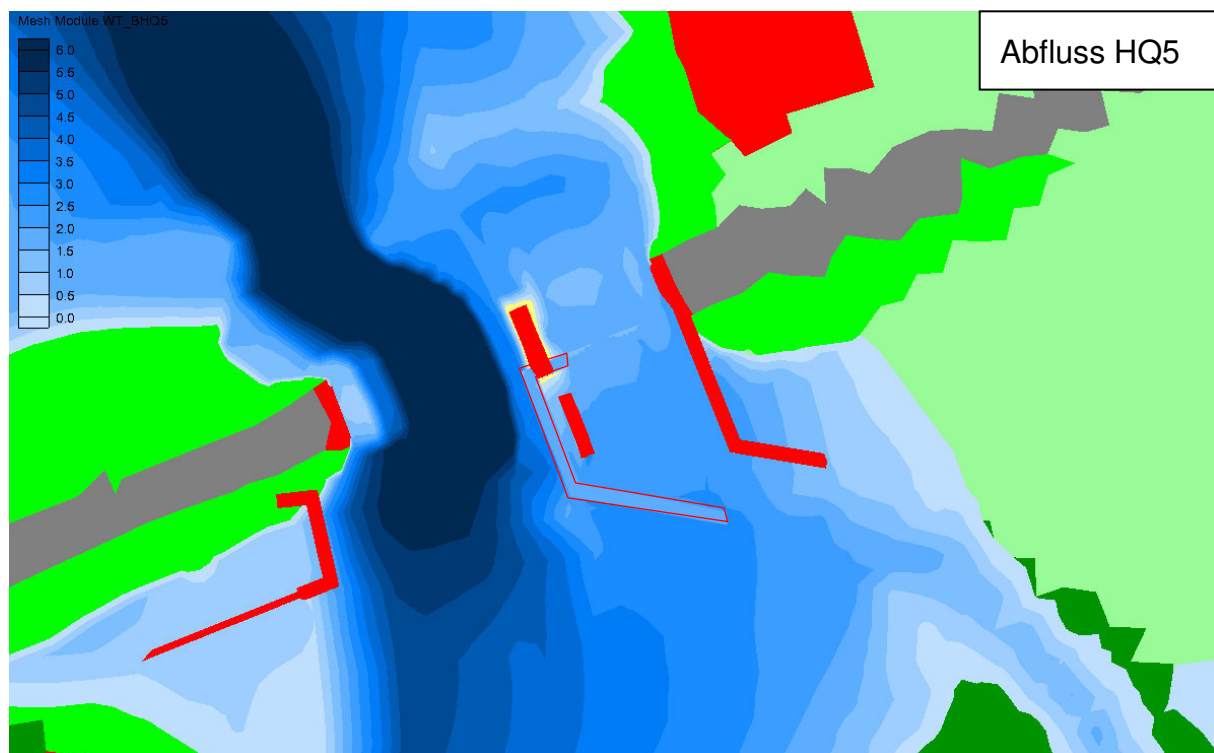
**Anlage 14 Wassertiefen (m), Modell 1**

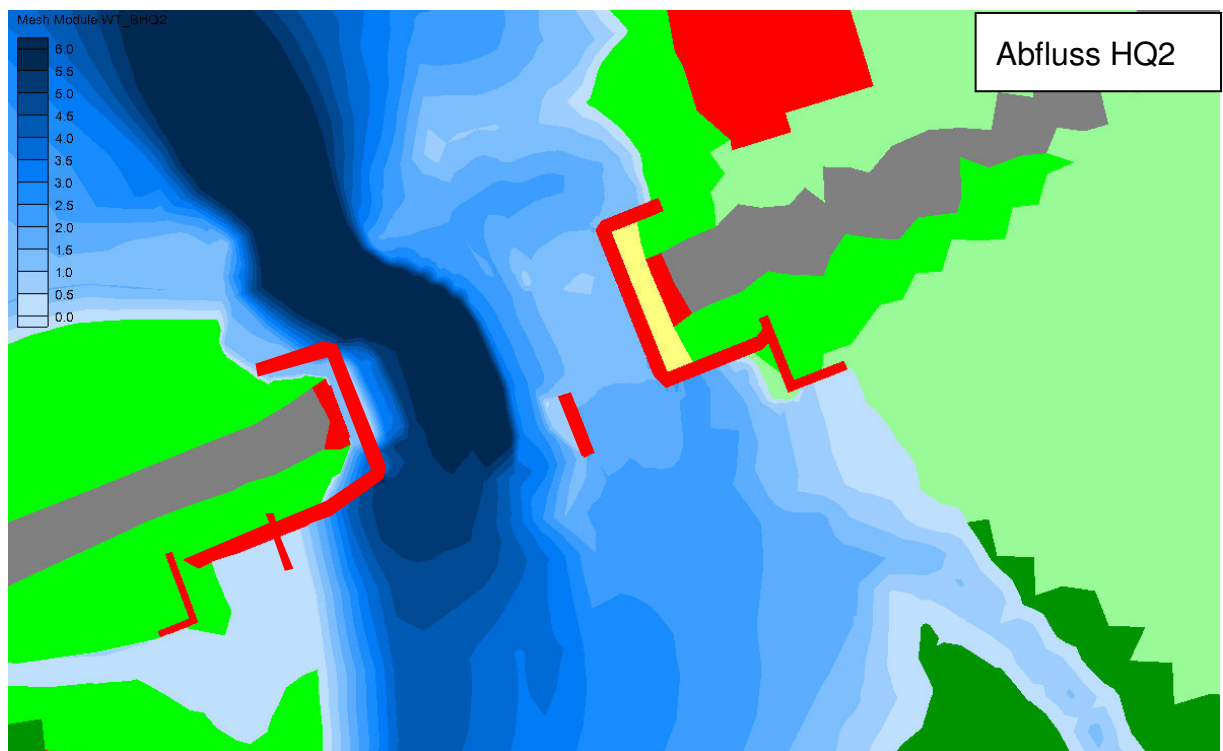
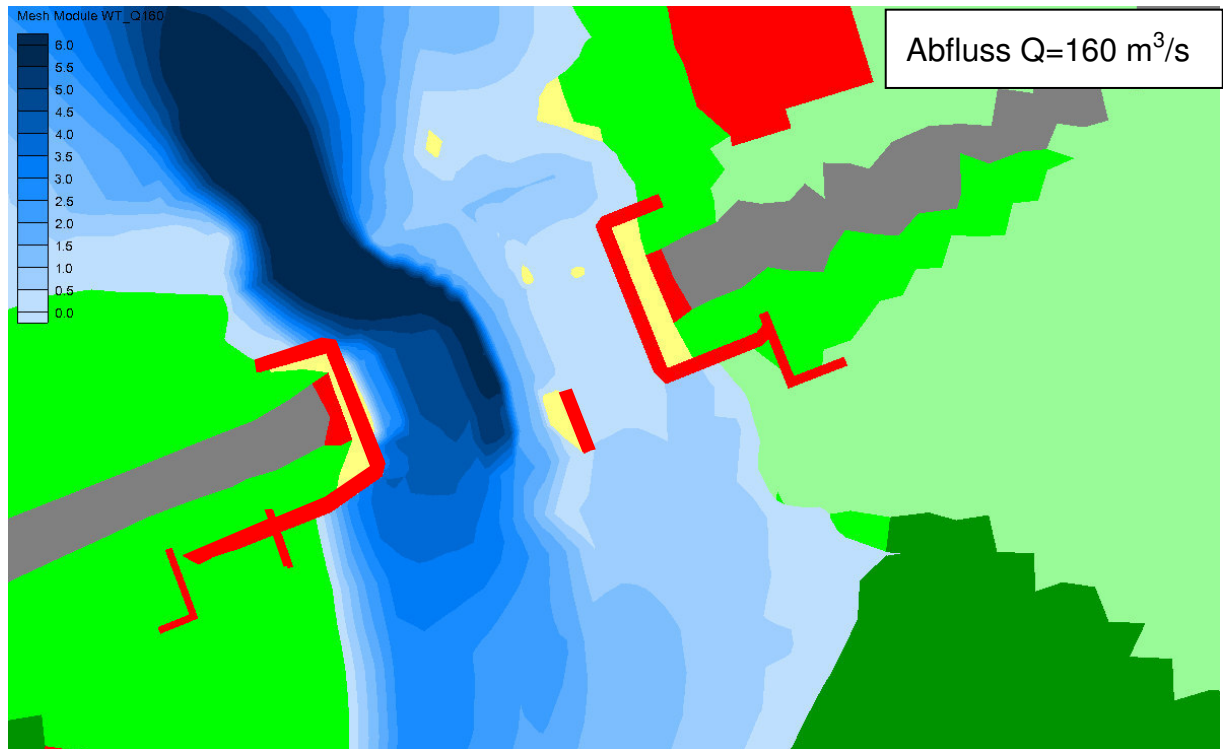




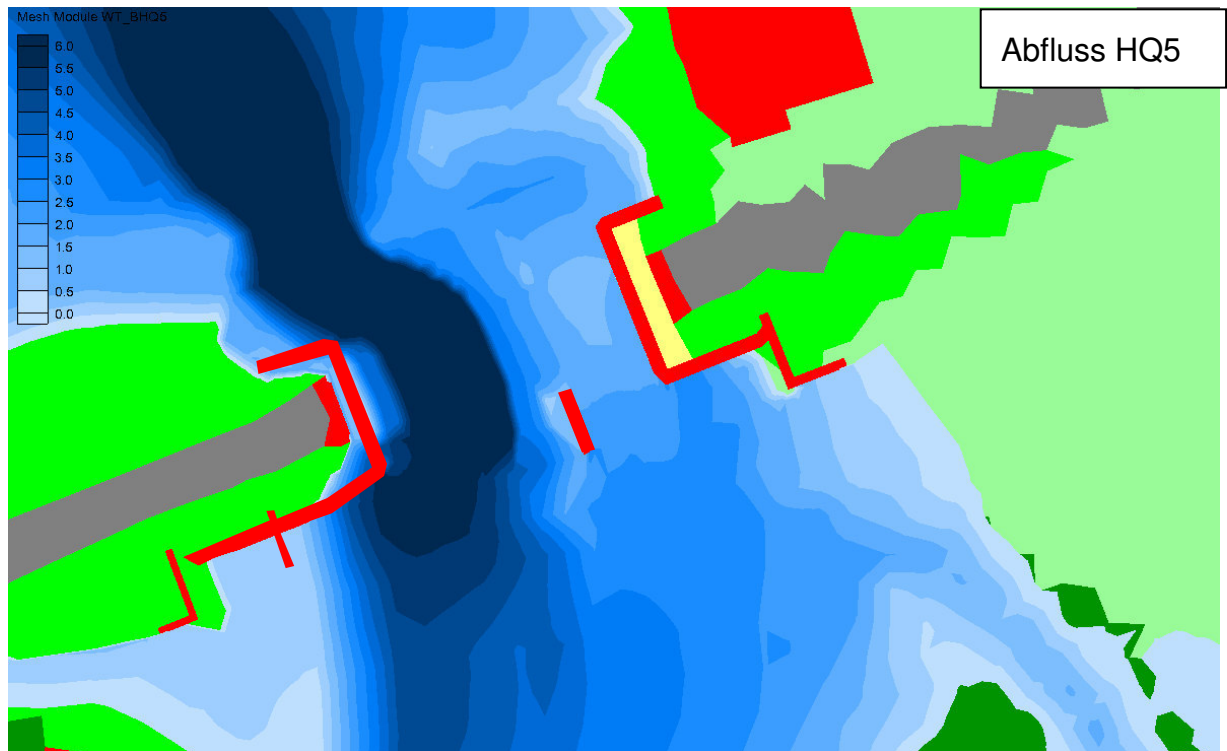


**Anlage 15 Wassertiefen (m), Modell 2 Bauzustand Behelfsbrücke**

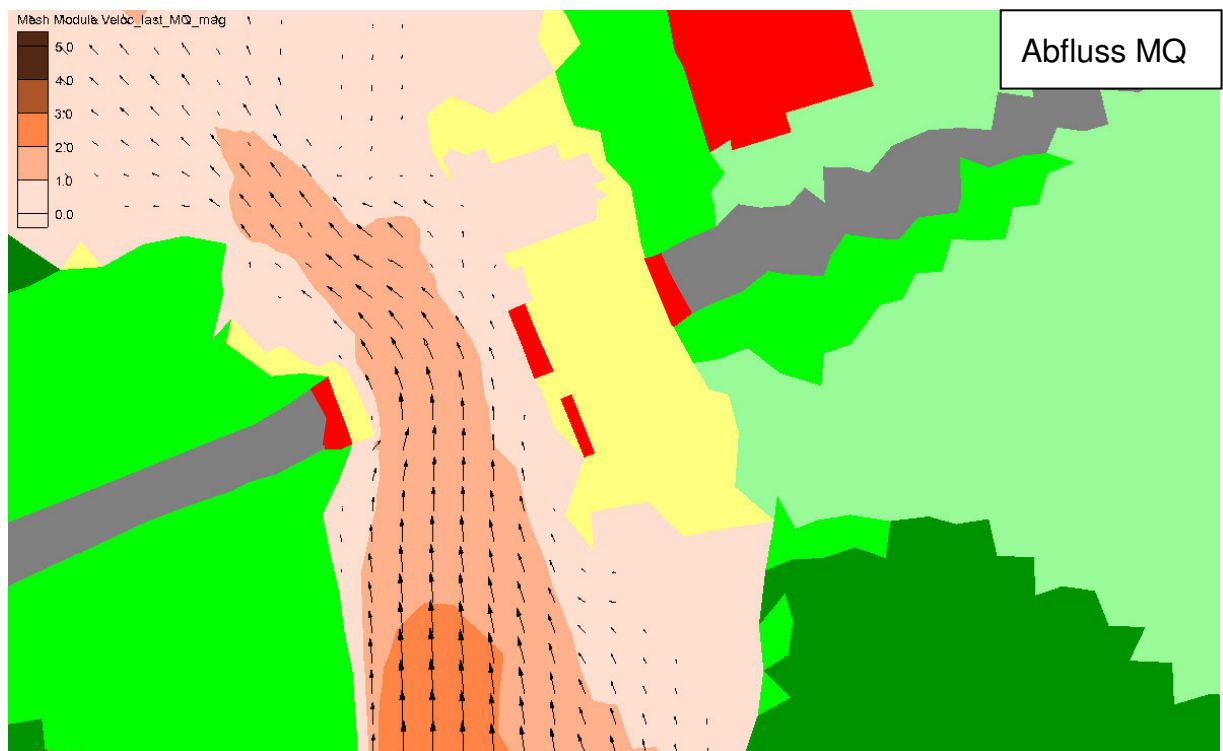


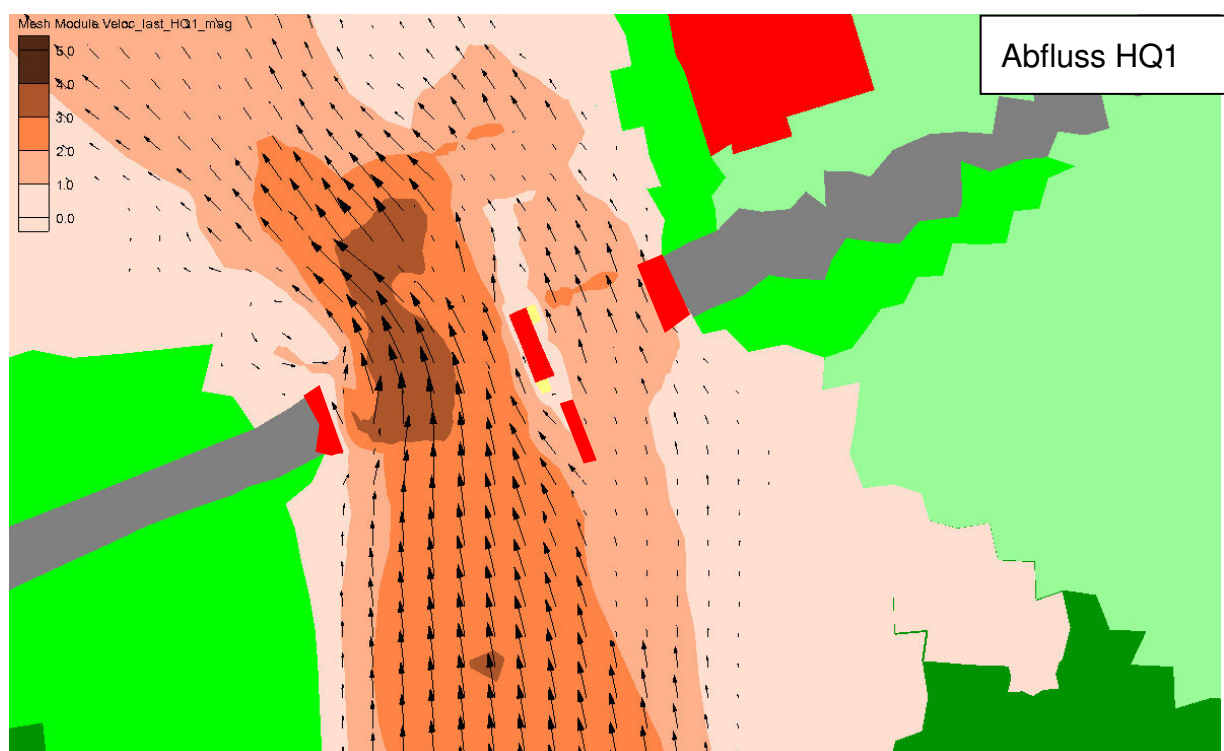
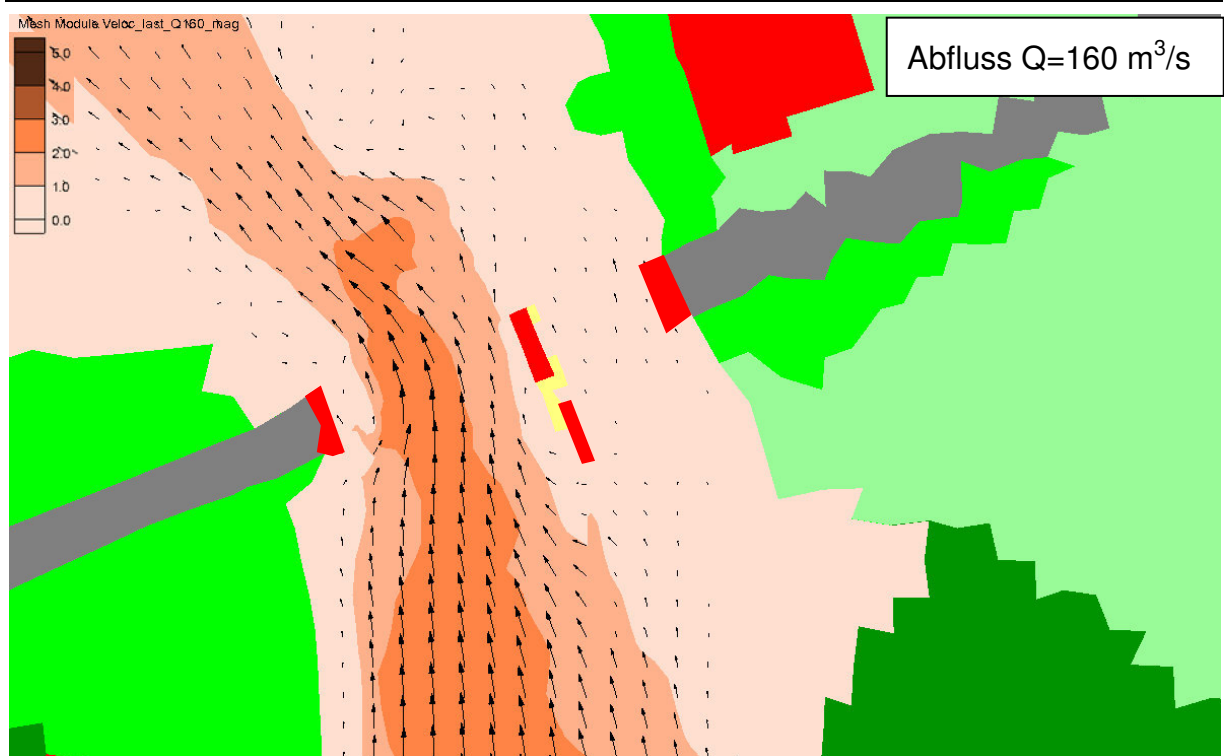
**Anlage 16 Wassertiefen (m), Modell 3 Bauzustand Hauptbrücke**

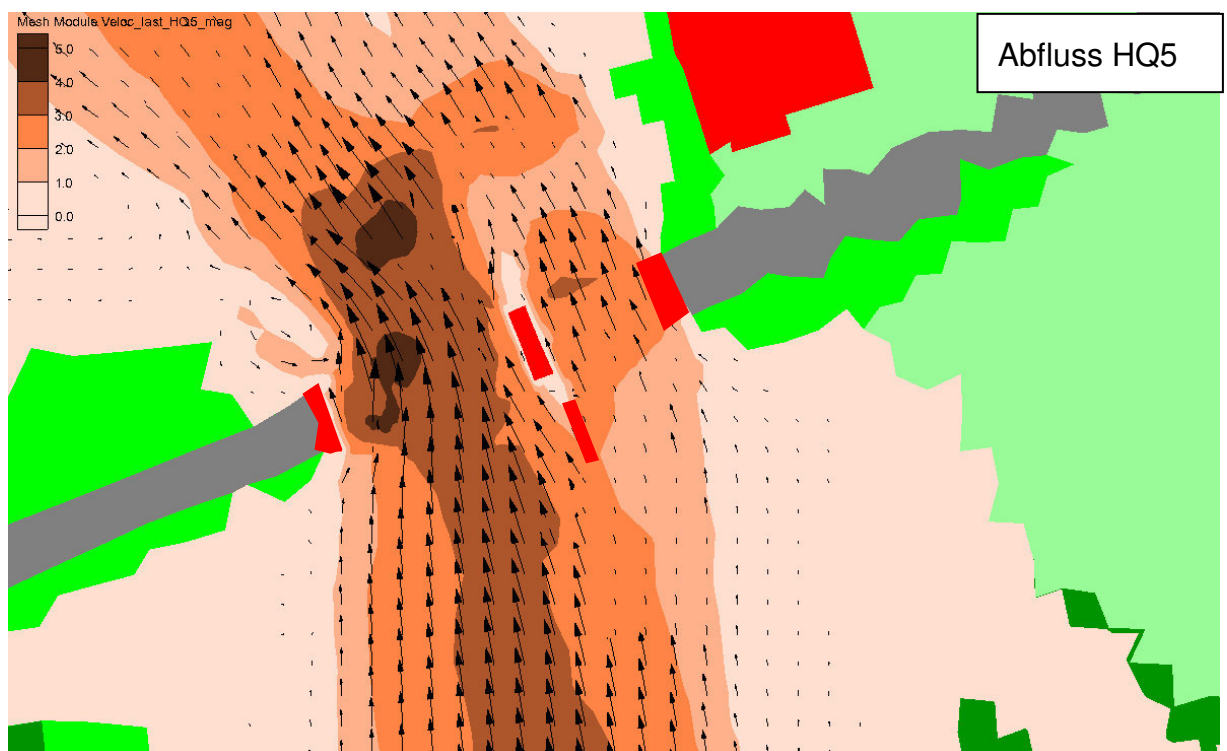
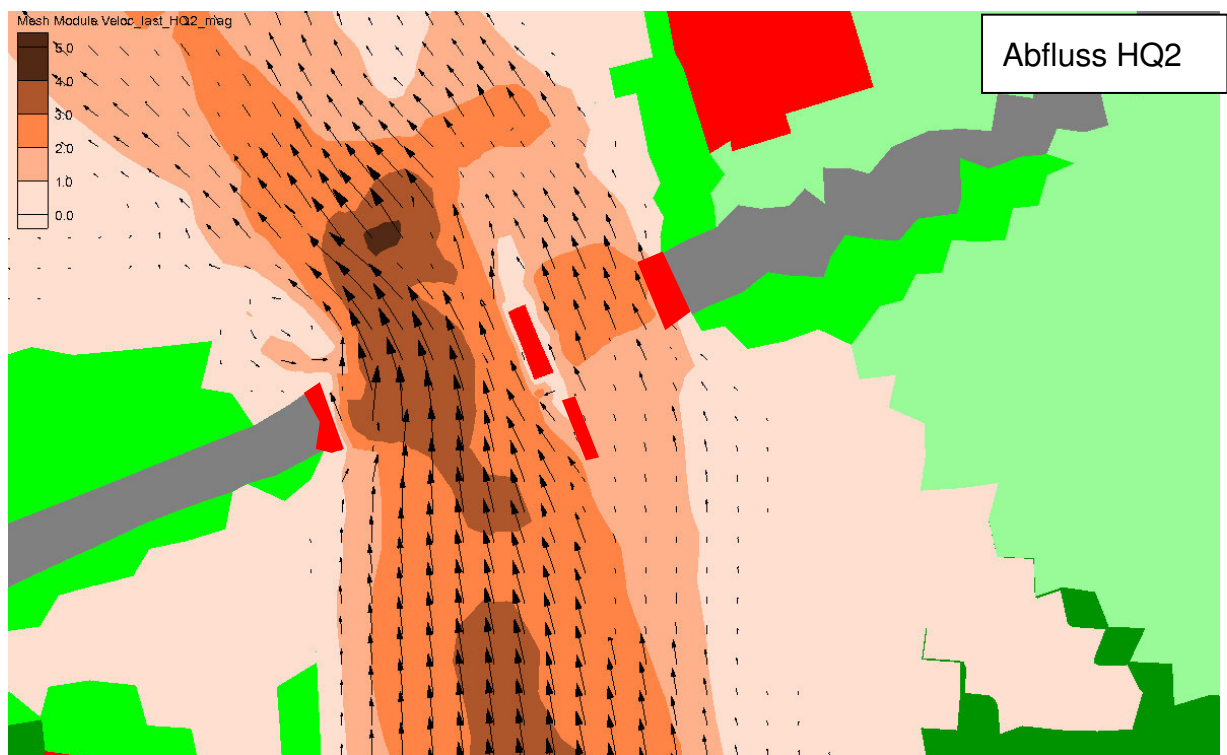


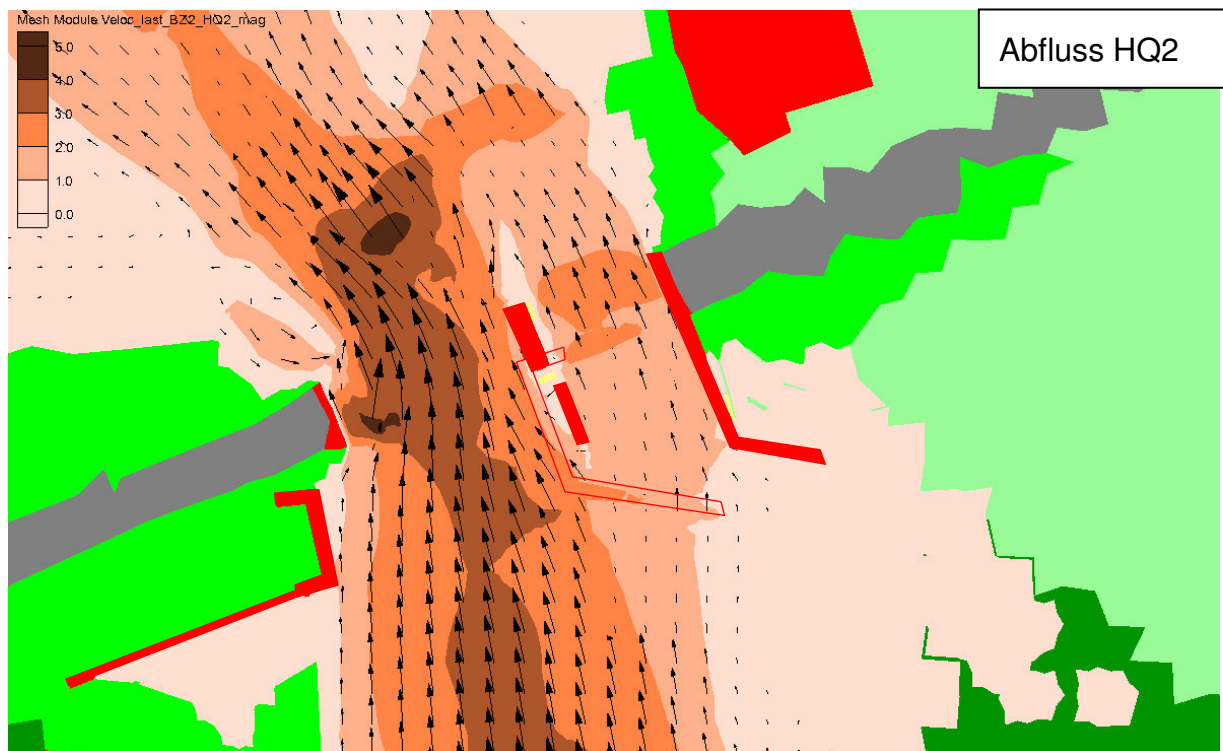
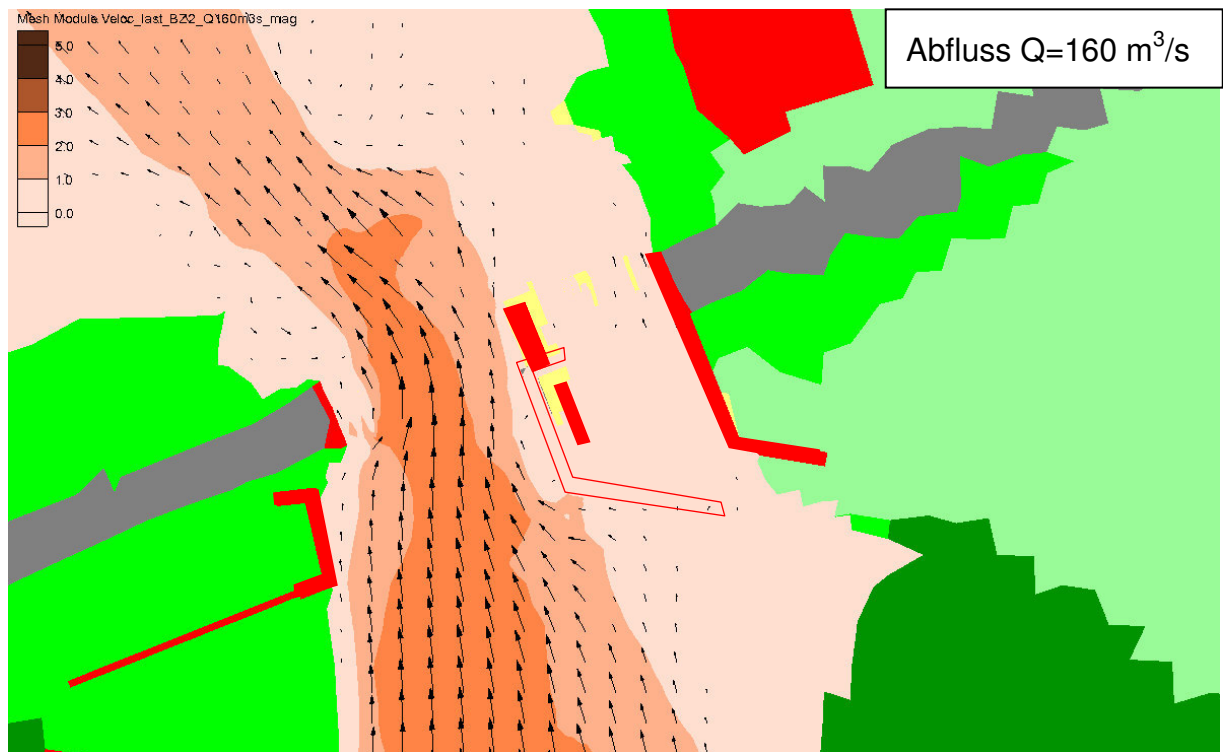


**Anlage 17 Fließgeschwindigkeiten (m/s), Modell 1**

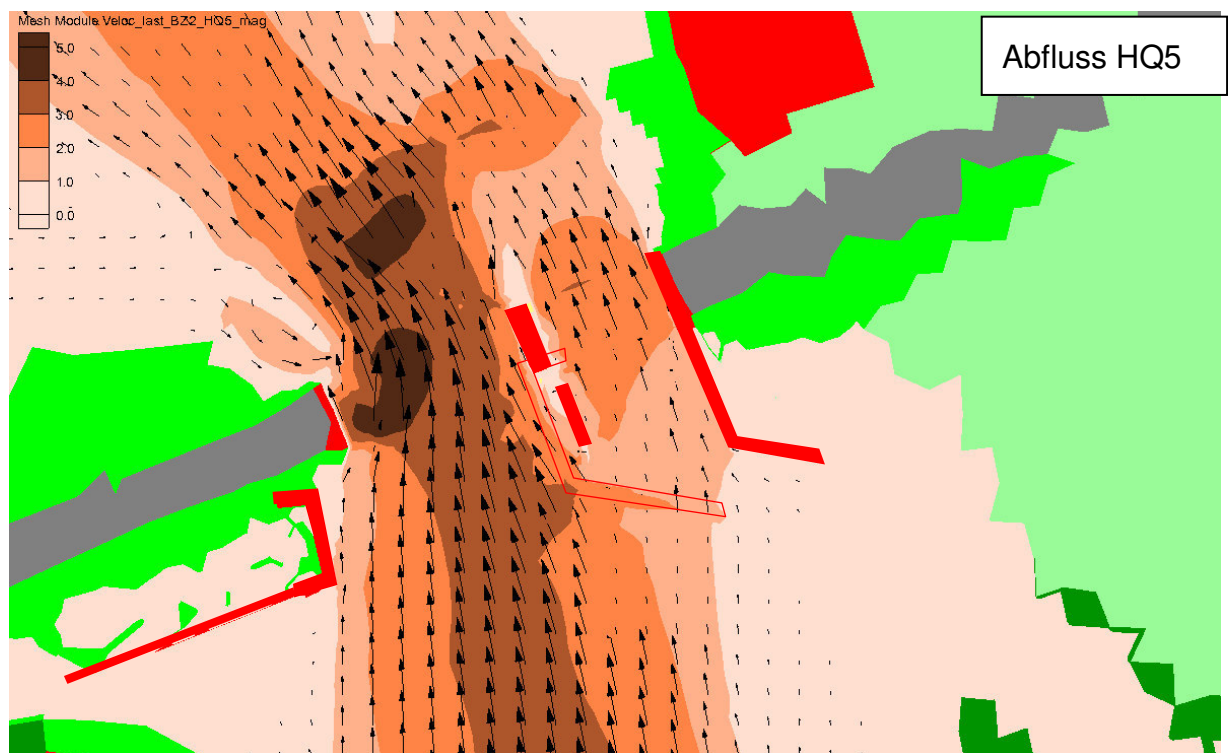






**Anlage 18 Fließgeschwindigkeiten (m/s), Modell 2 Bauzustand Behelfsbrücke**





**Anlage 19 Fließgeschwindigkeiten (m/s), Modell 3 Bauzustand Hauptbrücke**