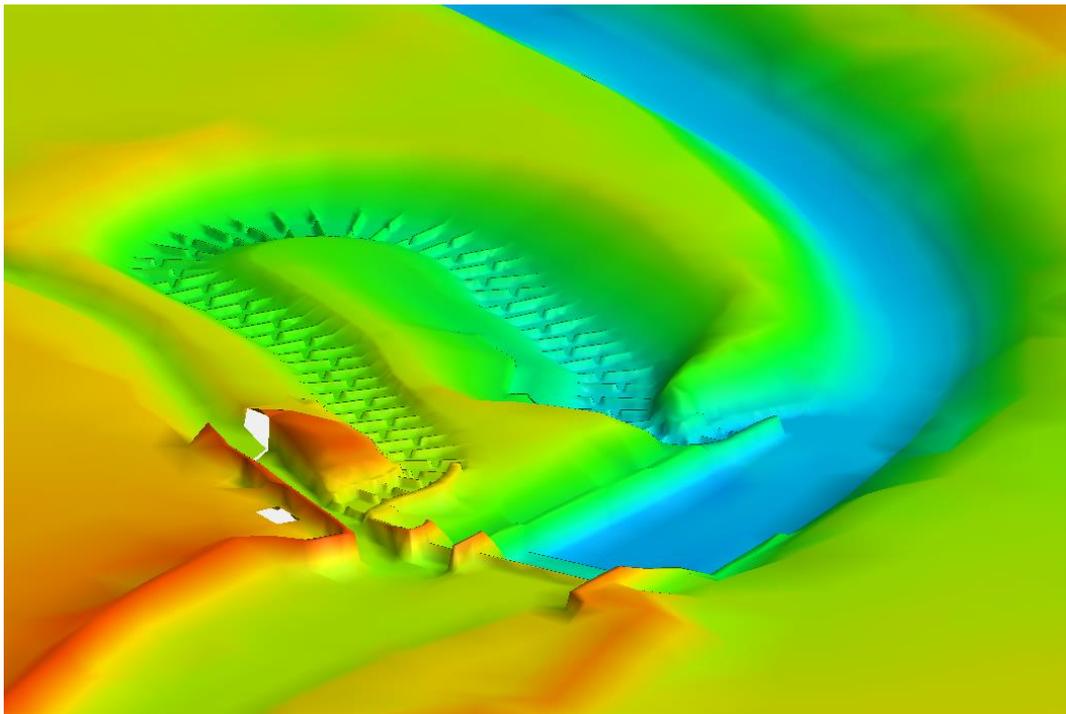


Projektbericht

Hydraulische Berechnung zum Hochwasserschutz Mühlkanal Süßen mit Herstellung der Durchgängigkeit



Auftraggeber

**Stadt Süßen
Stadtbauamt**

Essen, März 2017

Wir danken allen Beteiligten für die Hilfestellungen bei der Bearbeitung und die jederzeit freundliche und kooperative Zusammenarbeit.

Projektbearbeitung

Andrea Siebert M. Sc.
Dipl.-Ing. Johannes Rohde
Dipl.-Geogr. Lisa Friedeheim

Redaktion

M.A. Geogr. Birgitt Charl

Das Titelbild zeigt das Berechnungsnetz des 2D-Modells im Bereich des Filswehres.

Essen, März 2017



(Johannes Rohde)



(Andrea Siebert)

© Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH
Kaiser-Otto-Platz 13
D-45276 Essen

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

Projektnummer	P1939
Anzahl der Ausfertigungen	digital
Ausfertigungsnummer	1
Auflage	1

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
Anlagenverzeichnis	3
1 Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2 Hydraulisches 2D-Modell	5
2.1 Erstellung des Planzustandes	5
2.2 Ergebnisse der hydraulischen Berechnung	8
3 Fazit	12
4 Literatur und verwendete EDV-Programmsysteme	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Überflutungsgebiet HQ100 aus den HWGK (rot schraffiert) und Zustand mit geplanter B466 (flächig blau); Verlauf geplante B 466 (grün)4
Abbildung 2-1:	Ausschnitt des Lageplans der Entwurfsplanung des Wehrrumbaus (Wald + Corbe 2017)6
Abbildung 2-2:	Abbildung der Becken der Fischaufstiegsanlage im Berechnungsnetz7
Abbildung 2-3:	Ausschnitt des Berechnungsnetzes im Bereich des Filswehres für den Istzustand: Links: Ansicht in Fließrichtung der Fils; Rechts: Ansicht gegen die Fließrichtung7
Abbildung 2-4:	Ausschnitt des Berechnungsnetzes im Bereich des Filswehres für den Planzustand. Links: Ansicht in Fließrichtung der Fils; Rechts: Ansicht gegen die Fließrichtung7
Abbildung 2-5:	Vergleich der Überflutungsgebiete im Bereich der Fischaufstiegsanlage für HQ100: Istzustand (blau) und Planzustand (rot-schraffiert).....8
Abbildung 2-6:	Schubspannungen für den Planzustand im Bereich der Fischaufstiegsanlage für HQ100.....9
Abbildung 2-7:	Fließgeschwindigkeiten für den Planzustand im Bereich der Fischaufstiegsanlage, HQ100 10
Abbildung 2-8:	Vergleich der Überflutungsgebiete im Bereich der Fischaufstiegsanlage für HQ100 (rot-schraffiert) und HQ100 Klima (grün)..... 11

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Überflutungsfläche HQ100 HWGK
Anlage 2:	Überflutungsfläche HQ100 mit geplanter B466
Anlage 3:	Überflutungsfläche HQ100 HWS Mühlkanal Süßen, Umgestaltung Filswehr
Anlage 4:	Überflutungsfläche HQ100 Klima HWS Mühlkanal Süßen, Umgestaltung Filswehr

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Am Filswehr in Süßen soll der Hochwasserschutz für die Ortslage Süßen sowie die ökologische Durchgängigkeit der Wehranlage hergestellt werden. Damit verbunden sind der Einbau einer Wehrklappe anstelle des vorhandenen Schützes am Wehrkörper sowie der Umbau des Einlaufbereichs zum Mühlkanal. Zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit wird eine Fischaufstiegsanlage (FAA) in Form eines naturnahen Umgehungsgerinnes mit Beckenstruktur errichtet.

Der Istzustand der Hochwassergefährdung wurde von Hydrotec im Rahmen der Arbeiten für die Hochwassergefahrenkarten (HWGK) Baden-Württemberg, hier Teilbearbeitungsgebiet (TBG) 414, Los 4, mit einem 2D-Modell abgebildet (Hydrotec 2011).

Im Oktober 2014 wurde Hydrotec vom Stadtbauamt Süßen beauftragt, die Auswirkungen der geplanten Trassenführung der B 466 im Süden von Süßen auf die in den HWGK ermittelte Flächenausbreitung zu untersuchen. Der Weiterbau hat erheblichen Einfluss auf die Überflutungen im Bereich Süßen, wie die folgende Abbildung zeigt (Hydrotec 2014).

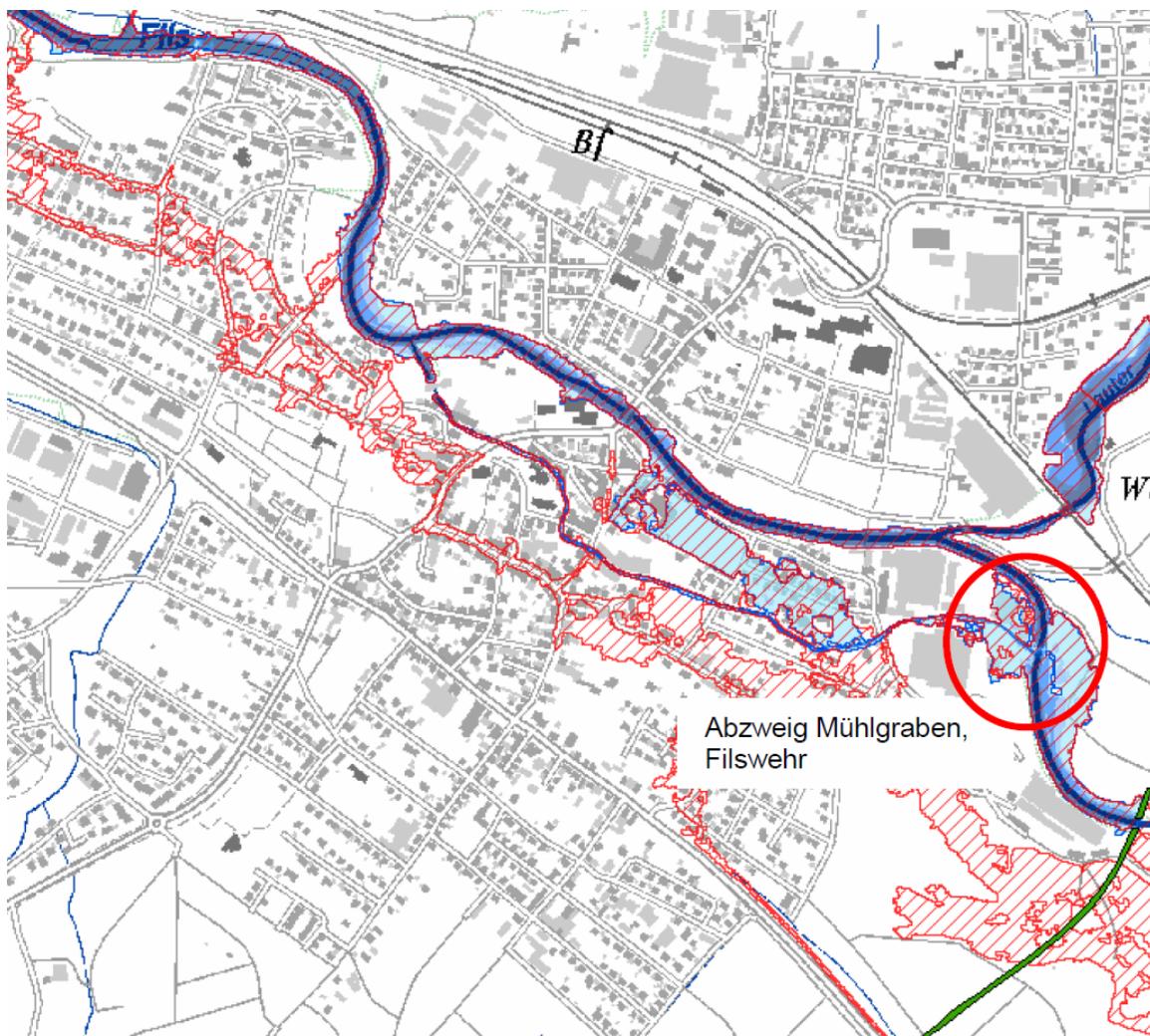


Abbildung 1-1: Überflutungsgebiet HQ100 aus den HWGK (rot schraffiert) und Zustand mit geplanter B466 (flächig blau); Verlauf geplante B 466 (grün)

Die hier durchgeführte Berechnung basiert auf dem Zustand mit Berücksichtigung der B 466, die mittlerweile fertiggestellt ist.

Berechnet werden sollen die Jährlichkeiten HQ100 und HQ100 Klima.

2 Hydraulisches 2D-Modell

Die zweidimensionale Modellierung der Gewässer wurde mit der Software HYDRO_AS-2D, Version 4.2.4, 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.

Die Qualitätskontrolle, die Abbildung von Steuerungselementen und die abschließende Parametrisierung des Netzes erfolgten mit dem Programm SMS 11.2 und SMS 12.1.

Die hydraulischen Berechnungen wurden für HQ100 und HQ100 Klima durchgeführt. Für HQ100 Klima wurde in Absprache mit dem Ingenieurbüro Wald + Corbe der Klimaanpassungsfaktor von 1,15 verwendet. Alle im 2D-Modell enthaltenen Zuflüsse wurden dabei im Vergleich zum HQ100 um den Faktor 1,15 erhöht.

Die Berechnungen erfolgten analog zum Istzustand mit einem stationären Berechnungsansatz.

2.1 Erstellung des Planzustandes

Als Referenz für den Istzustand diente das vorhandene Modell aus 2014, in dem die Planung B466 bereits berücksichtigt ist (Hydrotec 2014). Für die Erstellung des Planzustandes wurde das Modell auf die aktuelle HYDRO_AS-2D Version 4.2.4 aktualisiert.

Die Erstellung des Planzustandes erfolgte auf Grundlage der von Wald + Corbe (2017) zur Verfügung gestellten Daten und Pläne (u.a. Abbildung 2-1). Bereiche ohne absolute Höhenangaben wurden dabei entsprechend der in den Plänen angegebenen Vorgaben (Böschungsnäigung, Breite etc.) linear interpoliert. Die Änderungen wurden sowohl im 2D-Modell, als auch im Geländemodell (Terrain & DGM) durchgeführt.

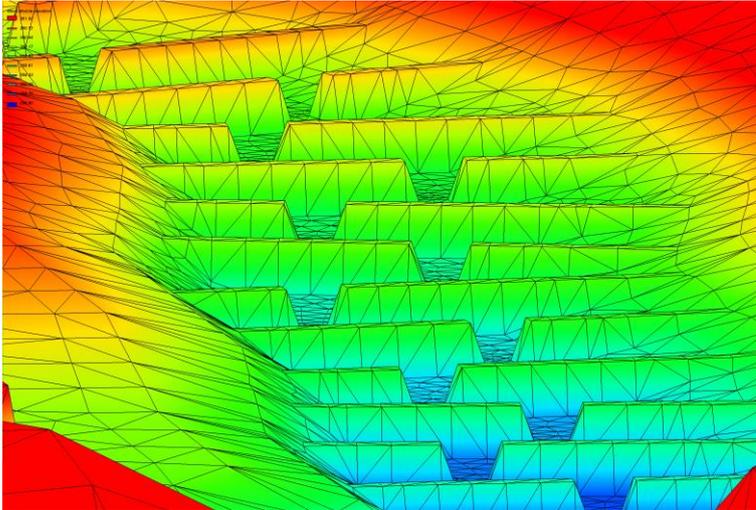


Abbildung 2-2: Abbildung der Becken der Fischaufstiegsanlage im Berechnungsnetz

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen das Berechnungsnetz vor (Istzustand) und nach (Planzustand) den Modellanpassungen.

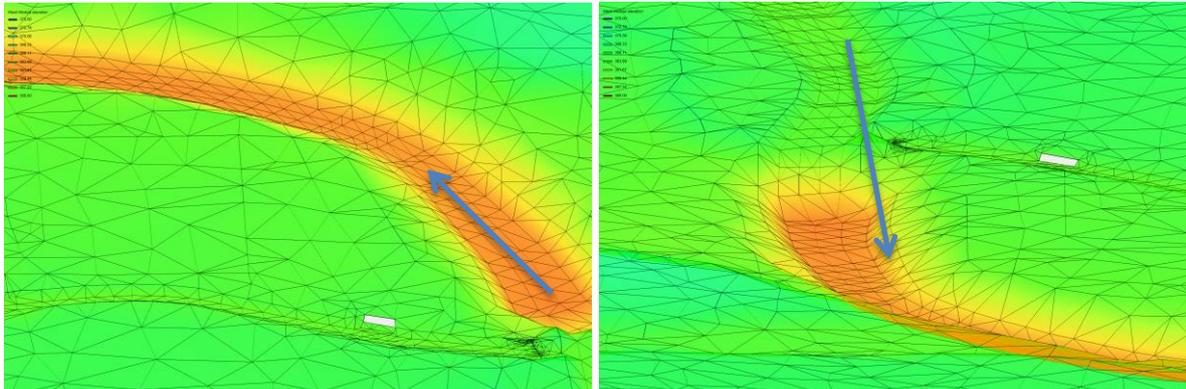


Abbildung 2-3: Ausschnitt des Berechnungsnetzes im Bereich des Filswehres für den Istzustand: Links: Ansicht in Fließrichtung der Fils; Rechts: Ansicht gegen die Fließrichtung

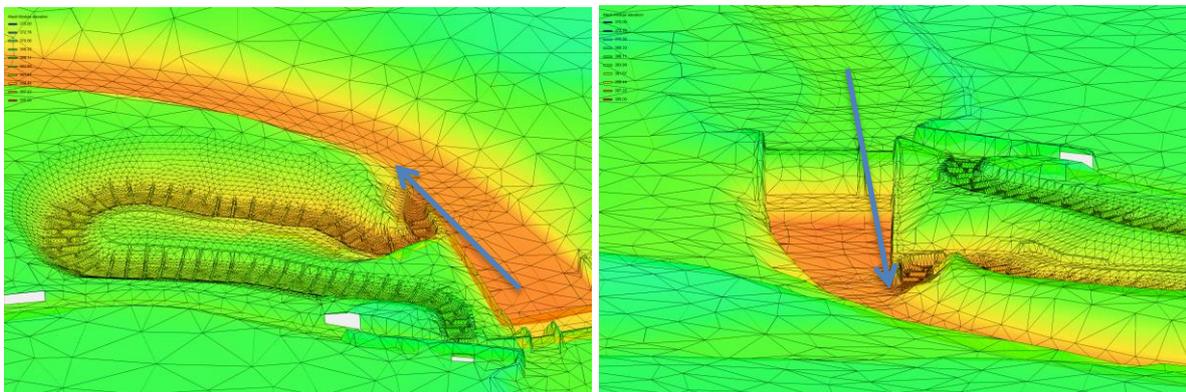


Abbildung 2-4: Ausschnitt des Berechnungsnetzes im Bereich des Filswehres für den Planzustand. Links: Ansicht in Fließrichtung der Fils; Rechts: Ansicht gegen die Fließrichtung

2.2 Ergebnisse der hydraulischen Berechnung

Die Aufbereitung der Berechnungsergebnisse erfolgte in ArcGIS. Für die Erstellung der Überflutungsflächen wurden die Wasserspiegellagen aus der hydraulischen Berechnung mit dem um die geplante Baumaßnahme ergänzten digitalen Geländemodell verschnitten.

Die Wasserspiegellagen, maximalen Fließgeschwindigkeiten, Sohlschubspannung und die Überflutungsflächen wurden im digitalen Format an Wald + Corbe übergeben.

Überflutungsflächen HQ100

Der Vergleich der Überflutungsflächen für HQ100 in Ist- und Planzustand zeigt eine deutliche Veränderung im Bereich des Mühlkanals und der geplanten Fischaufstiegsanlage. Aus dem Mühlkanal treten durch die Begrenzung auf 3,5 m³/s keine Ausuferungen mehr aus. Die Ausuferungen der Fils an der linken Uferseite, oberhalb des Wehres werden ebenfalls unterbunden. Die Überflutungsflächen östlich des Filswehres bleiben bestehen (vgl. Abbildung 2-5).

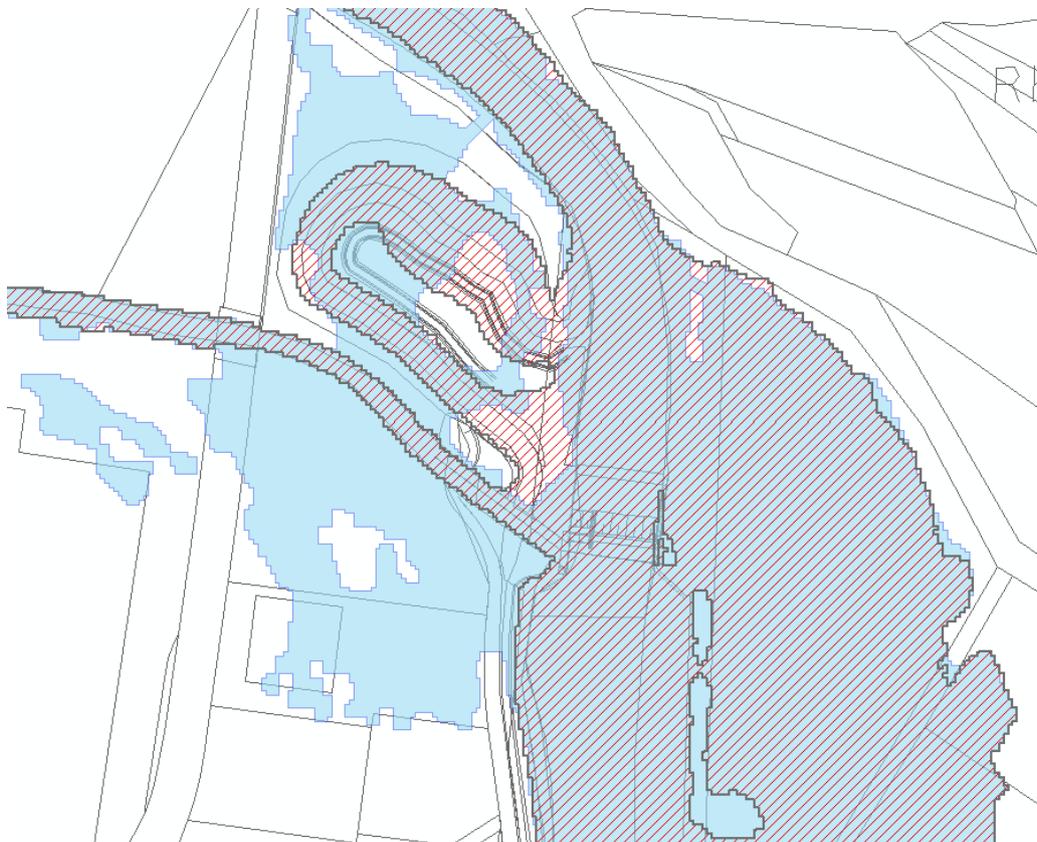


Abbildung 2-5: Vergleich der Überflutungsgebiete im Bereich der Fischaufstiegsanlage für HQ100: Istzustand (blau) und Planzustand (rot-schraffiert)

Wasserspiegellage HQ100

Für HQ100 ändern sich in der Fils im Vergleich zum Istzustand die Wasserspiegel im näheren Umfeld des Filswehres. Unterhalb erstreckt sich der Einfluss bis zur Mündung des Mühlkanals in die Fils (etwa 1200 m unterhalb des Wehres). Oberhalb ist der Einfluss bis zur B 466 ersichtlich (etwa 300 m oberhalb des Wehres). Außerhalb des genannten Bereichs bleiben die Wasserspiegel unbeeinflusst.

Der Vergleich der Wasserspiegel des Istzustandes und des Planzustandes zeigen, dass im Nahbereich um das Wehr die Wasserspiegel in etwa um 10 cm ansteigen. Ober und unterhalb des Wehres sinken die Wasserspiegel in der Fils, unterhalb um etwa 15 cm, oberhalb um etwa 10 cm.

Sohlschubspannung HQ100

Die Sohlschubspannung wird in HYDRO_AS-2D mit folgendem Ansatz berechnet:

$$\tau = \rho * g * h * I_R = \rho * g * h * \frac{v^2}{(K_{St}^2 * h^{\frac{4}{3}})}$$

mit:

ρ = Dichte des Wassers in kg/m³

g = Erdbeschleunigung in m/s²

h = Wassertiefe in m

v = Größe der tiefengemittelten Fließgeschwindigkeiten in m/s

K_{St}^2 = Strickler-Rauheit in m^{1/3}/s

Die je Knoten berechneten Sohlschubspannungen (Tau) wurden in eine flächige Darstellung überführt und sind in Abbildung 2-6 dargestellt. Dabei wurde die Schubspannung in folgende Klassen eingeteilt (vgl. Legende in Abbildung 2-6):

- 0 bis 5 N/m²
- 5 bis 10 N/m²
- 10 bis 15 N/m²
- 15 bis 20 N/m²
- 20 bis 30 N/m²
- 30 bis 50 N/m²
- 50 bis 75 N/m²
- größer 75 N/m²

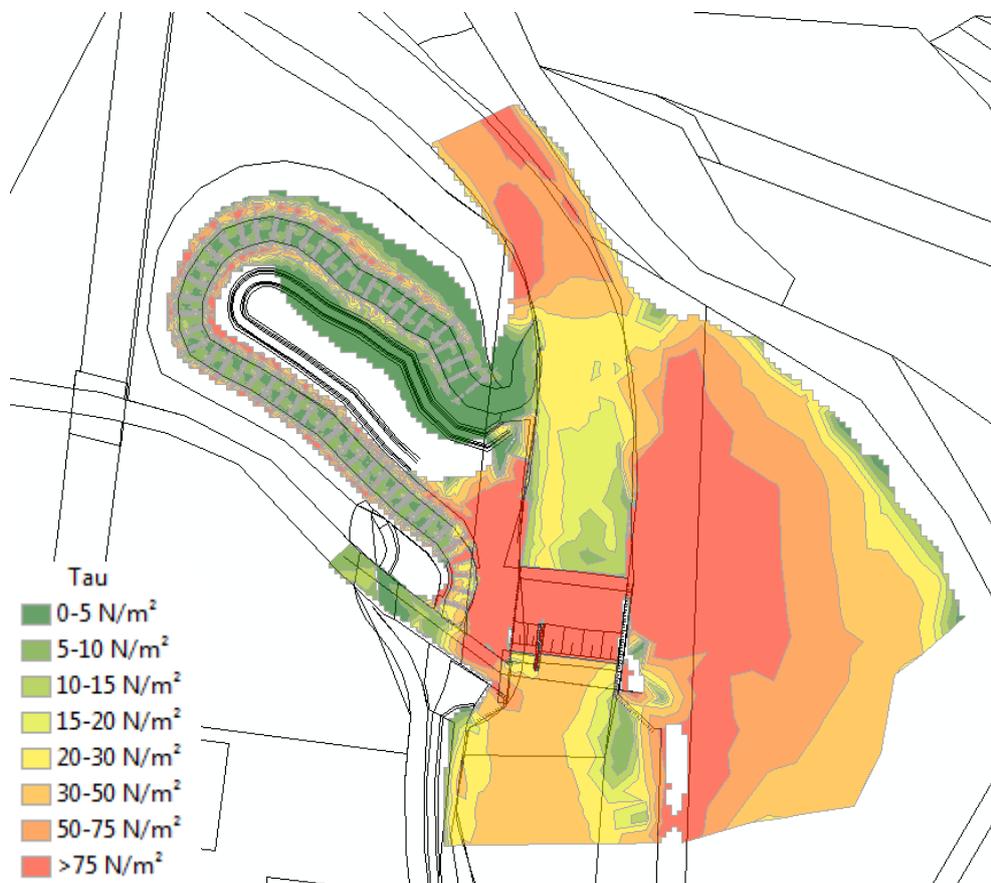


Abbildung 2-6: Schubspannungen für den Planzustand im Bereich der Fischaufstiegsanlage für HQ100

Fließgeschwindigkeit HQ100

Die Fließgeschwindigkeit wird tiefengemittelt in m/s für jeden Knoten des Berechnungsnetzes berechnet. Für den betrachteten Abschnitt tritt die maximale Fließgeschwindigkeit im Bereich des Wehres auf und liegt bei ca. 13 m/s (vgl. Abbildung 2-7).



Abbildung 2-7: Fließgeschwindigkeiten für den Planzustand im Bereich der Fischaufstiegsanlage, HQ100

Überflutungsflächen HQ100 Klima

Der Vergleich der Überflutungsflächen für HQ100 und HQ100 Klima (vgl. Abbildung 2-8) zeigt an zwei Stellen größere Auswirkungen des Klimafaktors. Im Fall HQ100 Klima entstehen vor der Bahn größere Ausuferungen, sodass zusätzlich ein Fließweg unter der Bahnunterführung der Straße „An der Lauter“ entsteht, der vor der eigentlichen Mündung der Lauter in die Fils führt.

Weiterhin wird unterhalb der Mündung des Mühlkanals die Wiesenfläche Stiegelwiesenstraße bzw. Filsbogenpark überflutet.

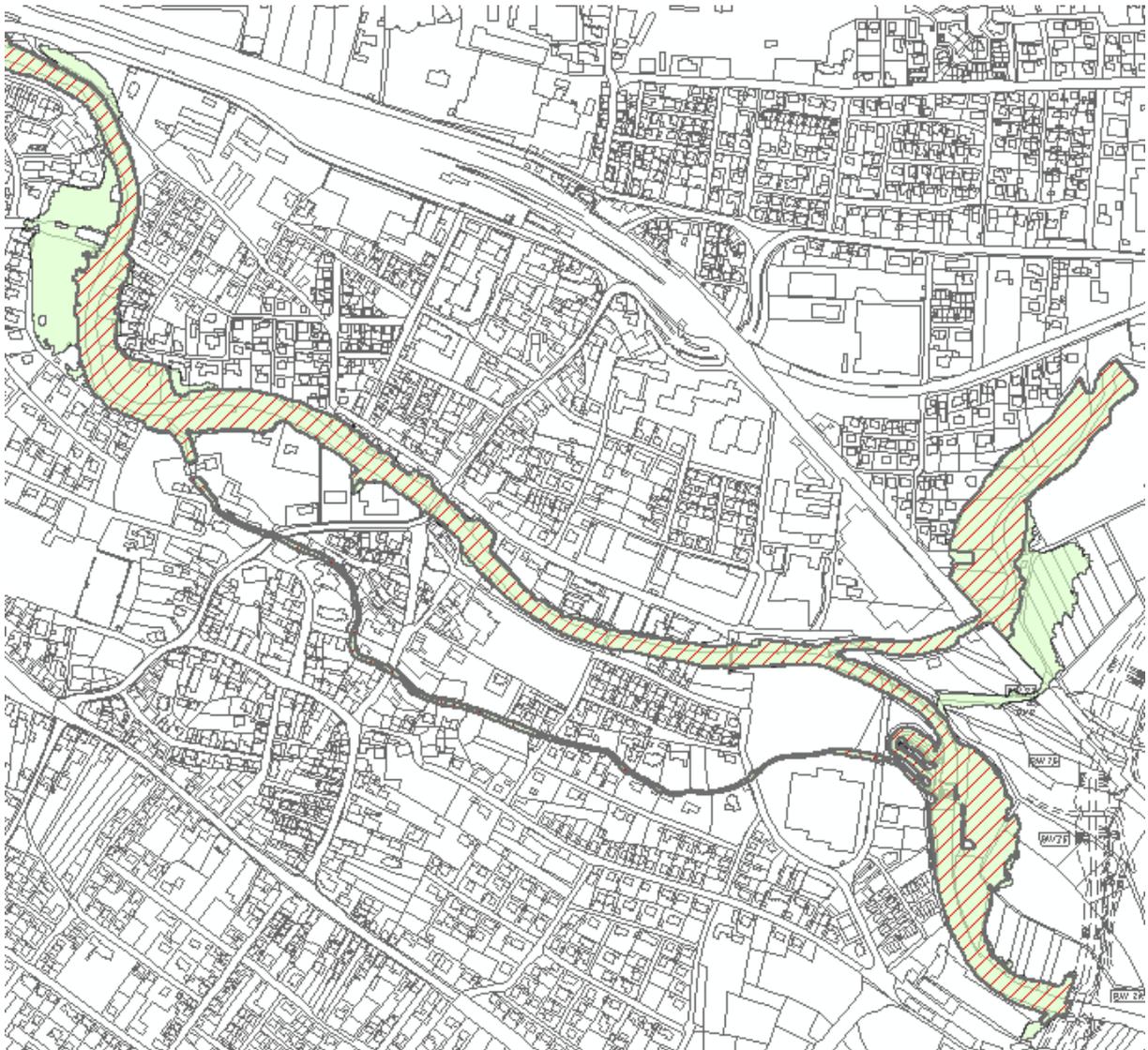


Abbildung 2-8: Vergleich der Überflutungsgebiete im Bereich der Fischauftstiegsanlage für HQ100 (rot-schraffiert) und HQ100 Klima (grün)

Wasserspiegel HQ100 Klima

Für das HQ100 Klima erhöhen sich die Wasserspiegel im Vergleich zum HQ100 unterhalb des Filswehres um bis zu 80 cm, oberhalb des Filswehres um etwa 10 cm. Im Mühlkanal bleiben aufgrund der Drosselung die Wasserspiegel identisch. Lediglich im Rückstaubereich der Fils erhöhen sich die Wasserspiegel im Mühlkanal über eine Länge von etwa 30 m.

3 Fazit

Durch die geplanten Hochwasserschutz- und Umbaumaßnahmen mit gleichzeitiger Herstellung der Durchgängigkeit am Filswehr werden die Ausuferungen bei HQ100 und bei HQ100 Klima unterbunden. Ein Übertritt aus der Fils in den Mühlkanal, oberhalb des Abschlages in den Mühlkanal findet bei HQ100 und HQ100 Klima ebenfalls nicht mehr statt.

Die größten Fließgeschwindigkeiten werden im Planzustand am Filswehr berechnet. Weitere Fließgeschwindigkeitsspitzen treten an den Mauern am Übergang vom Mühlkanal zur Fischaufstiegsanlage auf.

Die größten Schubspannungen treten im Bereich der Riegel der Fischaufstiegsanlage sowie am Böschungsbereich links- und rechtsseitig der Riegel auf. Weiterhin ist der Bereich des Filswehres von größeren Schubspannungen betroffen.

4 Literatur und verwendete EDV-Programmsysteme

Hydrotec (2011): Hydrologische und hydraulische Berechnungen zur Erstellung der hochwassergefahrenkarten im Pilotgebiet 414 EZG Fils, Los 4, Baden-Württemberg 2011, Studie im Auftrag des Regierungspräsidiums Stuttgart, Abteilung Umwelt, P939, Aachen.

Hydrotec (2014): Hydraulische Berechnungen im Bereich der geplanten Bundesstraße B466, Projektbericht P1681, Aachen.

Wald + Corbe (2017): Lageplan, Querschnitte, 3D-Mittelachse FAA, Bemessungstabelle FAA mit Beckenabmessungen, Fotos, Stand Februar 2017, Stuttgart.

Verwendete EDV-Programmsysteme

- | | |
|----------------------------|--|
| ArcGIS®, Version 10.3 | - ESRI, Redlands (CA), USA |
| HYDRO_AS-2D, Version 4.2.4 | - Dr. M. Nujić, Rosenheim / Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen |
| JabPlot, Version 3.1 | - Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen |
| Jabron, Version 6.9 | - Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen |
| SMS, Version 11.2 | - AQUAVEO, Provo (Utah), USA |
| SMS, Version 12.1 | - AQUAVEO, Provo (Utah), USA |