

Kurzbericht

Ersatzneubau Kirchbrücke
Wasserspiegellagenberechnung mit HYDRO-AS_2D
- bezogen auf die HQ(T) 2015 -

Auftraggeber:



schulze+rank
INGENIEURGESELLSCHAFT

Impressum

Auftraggeber: **Ingenieurbüro Schulze & Rank Ingenieurgesellschaft mbH**

Kaßbergstraße 41
09112 Chemnitz

Auftragnehmer: **Sweco GmbH**

Tieckstraße 3
04275 Leipzig

Bearbeitung: Dipl.-Phys. / Dipl. SysWiss. Martin Lubrichs
Dipl.-Geogr. Nadine Schippel

Bearbeitungszeitraum: Januar 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Veranlassung	1
1.2	Aufgabenstellung	1
1.3	Datengrundlage	1
1.3.1	Lage- und Höhensystem	1
1.3.2	Modelldaten	2
1.3.3	Hydrologische Daten und Planungsdaten	2
2	Beschreibung des Untersuchungsgegenstandes	3
2.1	Bestandsbrücke	3
2.2	Brückenersatzneubau	3
2.3	Angrenzende Hochwasserschutzanlagen	5
3	Modellerstellung	6
3.1	Verwendete Software / Rechenkern	6
3.2	Grundlagen	6
3.2.1	Erstellung des Geländemodells / Berechnungsnetzes	6
3.2.2	Querbauwerke	8
3.2.3	Modellrandbedingungen	8
3.2.4	Qualitätskontrolle und Modellkalibrierung	9
4	Ergebnisse	10
4.1	Wirkung auf Brückenbauwerk	10
4.2	Wirkung stromauf	11
4.3	Wirkung stromab	12
4.4	Vergleich Bemessungsabflüsse gemäß Hochwasserstatistik 2002 und 2015	13
4.5	Freibordverhältnisse der angrenzenden Hochwasserschutzanlagen	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Kirchbrücke im Bestand (gemäß Vermessung 2003 in m HN) [2]	3
Abbildung 2:	Ansicht Ersatzneubau Kirchbrücke (gemäß Planung 2016 in m NHN) [10]	4
Abbildung 3:	Grundriss Ersatzneubau Kirchbrücke [10]	4
Abbildung 4:	Lageübersicht angrenzende HWS-Anlagen	5
Abbildung 5:	Ausschnitt aus dem Finite-Elemente-Netz des Istzustands	7
Abbildung 6:	Überschwemmungstiefe HQ100 Ist- und Planzustand an der Kirchbrücke	10

Abbildung 7: Ausschnitt Differenzenkarte HQ100	Seite 12
--	-------------

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Sonderbauwerke (Liste mit Brücken und Wehren)	8
Tabelle 2: Ausschnitt Wasserspiegeltabelle	11

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Überschwemmungskarten
Anlage 1a	Überschwemmungskarte HQ100 Istzustand
Anlage 1b	Überschwemmungskarte HQ50 Istzustand
Anlage 1c	Überschwemmungskarte HQ25 Istzustand
Anlage 1d	Überschwemmungskarte HQ100 Planzustand
Anlage 1e	Überschwemmungskarte HQ50 Istzustand
Anlage 1f	Überschwemmungskarte HQ25 Istzustand
Anlage 2	Differenzenkarten
Anlage 2a	Differenzenkarte HQ100
Anlage 2b	Differenzenkarte HQ50
Anlage 2c	Differenzenkarte HQ25
Anlage 3	Wasserspiegeltabellen
Anlage 3a	Wasserspiegeltabelle für HQ100 Ist- und Planzustand
Anlage 3b	Wasserspiegeltabelle für HQ50 Ist- und Planzustand
Anlage 3c	Wasserspiegeltabelle für HQ25 Ist- und Planzustand
Anlage 3d	Wasserspiegeltabelle für Querprofil 0+288.1
Anlage 4	Schnittdarstellungen
Anlage 4a	Hydraulischer Längsschnitt der Flöha
Anlage 4b	Querschnitt oberhalb Kirchbrücke (0+288.1)
Anlage 5	Nutzungsvereinbarung LTV
Anlage 6	Wassertiefengrid und -Shape / Differenzengrid für den Ist- und Planzustand (nur digital)

Literaturverzeichnis

Bayrisches Landesamt für Wasserwirtschaft (2006): HYDRO-AS_2D Tutorial zu SMS / Hydro-AS_2D

DVWK [Hrsg.] (1991): Hydraulische Berechnung von Fließgewässern. Merkblatt zur Wasserwirtschaft Heft 220.- Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

DVWK [Hrsg.] (1999): Numerische Modelle von Flüssen, Seen und Küstengewässern. – DVWK-Schriften, Heft 127. - Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

LAWA Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2010): Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten.- beschlossen auf der 139. LAWA-VV am 25./26. März 2010 in Dresden.

LTV - Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (2015): Aufgabenstellung für die Erstellung der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten für die Ortslagen Flöha und Niederwiesa.- Pirna / Lengefeld, Entwurf 05/2015.

NUJIC, M. (2003): Hydro-AS_2D. Ein zweidimensionales Strömungsmodell für die wasserwirtschaftliche Praxis, Benutzerhandbuch.

PSW-Knauf: Rauheitsklassen für Fließgewässer.- auf: www.psw-knauf.de

SCHNEIDER, K.-J. [Hrsg.] (1998¹³): Bautabellen für Ingenieure.- Düsseldorf

SMS - Surface Water Modeling System (2000): Tutorials. Brigham Young University – Environmental Modeling Research Laboratory.

1 Einführung

1.1 Veranlassung

Das Ingenieurbüro Schulze & Rank plant im Auftrag der Stadt Flöha den Ersatzneubau der Kirchbrücke über die Flöha in der Stadt Flöha.

Bei der Bestandsbrücke handelt es sich um eine 2-feldrige Gewölbebrücke, die im Hochwasserfall einen Rückstau der Flöha verursacht. Für den Brückenneubau sind eine Verschlankung des Mittelpfeilers und eine Zurücksetzung der Widerlager in Flucht der vorhandenen Hochwasserschutzmauern vorgesehen.

Gegenstand der vorliegenden hydraulischen Berechnung ist die Ermittlung der Abflusshöhen bei HQ100, HQ50 und HQ25 unter Berücksichtigung einer veränderten Geometrie der Kirchbrücke.

1.2 Aufgabenstellung

Die hydraulische Wirkung des Brückenneubaus soll mittels einer zweidimensionalen hydraulischen Berechnung untersucht werden. Die Modellrechnung erfolgt für den Planzustand HQ25, HQ50 und HQ100. Die berechneten Wasserspiegel werden der Wasserspiegellagenberechnung des Istzustandes gegenübergestellt.

Die Wasserspiegeländerungen durch den Brückenneubau sind in Form von Differenzkarten und Längs- und Querschnittdarstellungen zu dokumentieren.

Die hydraulische Berechnung soll als Grundlage für die Brückenbemessung und Freibordoptimierung dienen.

1.3 Datengrundlage

1.3.1 Lage- und Höhensystem

Das vorliegende Modell wird im folgenden Lage- und Höhensystem erstellt:

- Lagesystem: DE_RD-83_3GK4
Gauß-Krüger-Koordinaten im 3°-Streifensystem, die auf den 4. GK-Streifen und auf das Rauenbergdatum von 1983 bezogen sind,
Referenzellipsoid: Bessel 1841
= (altes) amtliches Lagebezugssystem im Freistaat Sachsen
- Höhensystem: Normalhöhensystem des Deutschen Haupthöhennetzes 1992 (DHHN92),
Amsterdamer Pegel
Höhen in m über NHN [m NHN]

1.3.2 Modelldaten

Die Modelldaten, die im Zuge der Erarbeitung der Hochwassergefahrenkarten für die Stadt Flöha durch den AN zusammengestellt wurden (HWGK-Modell), werden von der LTV, Betrieb FM/Z zur Verfügung gestellt. Die Datennutzungsvereinbarung ist als Anlage 4 beigefügt.

Folgende Daten fanden Verwendung:

- [1] Staatsbetrieb Geoinformation und Vermessung Sachsen (2015): Digitales Geländemodell im 2 m - Raster (DGM2), Stand 04/2008.- Datenübergabe durch LTV 08/2015.
- [2] LTV (2003): Gewässerprofilvermessung inkl. Gewässerstationierung (RD 83 / HN 76; aus HWSK Nr. 23 bzw. Los 7 – Zschopau ab Pegel Hopfgarten mit unterer Flöha, Großer Lößnitz und Wilisch).- Vermessungsabschnitte Los 1, Los 2.2, Los 12 und Los 16, LTV 06 bis 07/2003.
- [3] LTV (2016): Querprofilvermessung Flöha / Niederwiesa (RD 83 / DHHN 92).- Ingenieurbüro Dr. Göhler im Auftrag der LTV B FM/Z, 02/2016.
- [4] LTV (2015): Los 3, TA 5, Maßnahmen M581 und M582, Bestandsvermessung mit Grenzen (Geo-Mess-Marienberg GmbH 01-02/2015 im Auftrag der LTV)
- [5] LTV (2015): TA 6.2, Lage- und Höhenplan M560, M570, M580, M585, M586B, M590B (Bestandsplan; Krause & Co. Hoch-, Tief- und Anlagenbau GmbH 04/2015 im Auftrag der LTV)
- [6] LTV (2015): TA 6.1, Lage- und Höhenplan M230, M540 (Bestandsplan; Krause & Co. Hoch-, Tief- und Anlagenbau GmbH 04/2015 im Auftrag der LTV)
- [7] LTV (2009): Sofortmaßnahmen im Bereich Kirchbrücke, M510, M520, M550, Bestandsvermessung mit Grenzen (Geo-Mess-Marienberg GmbH 07/2009 im Auftrag der LTV)
- [8] LTV (2015): TA 8, Lage- und Höhenplan M200, M210 (Bestandsplan; Krause & Co. Hoch-, Tief- und Anlagenbau GmbH 04/2015 im Auftrag der LTV)

1.3.3 Hydrologische Daten und Planungsdaten

- [9] LTV (2017): Hochwasserscheitelabflüsse der Flöha im Betrachtungsgebiet gemäß „HQ_T und MHQ sächsischer Fließgewässer“ (Stand 2015), Übergabestand 27.11.2017.
- [10] IB Schulze & Rank (2016): Bauwerksplan Variante 2 – Ersatzneubau Zweifeldbrücke / Spannbeton, ehem. B180, Neubau der Kirchenbrücke über die Flöha BW 5144 511, Bau-km 0+000 bis 0+118.- vom AG bestätigte Bauwerksskizze, Stand 16.09.2016.

2 Beschreibung des Untersuchungsgegenstandes

2.1 Bestandsbrücke

Die Kirchbrücke befindet sich bei Fluss-km 0+280 der Flöha im Stadtgebiet von Flöha. Hier quert die Augustusburger Straße (ehem. B180) das Gewässer. Die Brücke ist im Bestand als zweifeldrige Bogenbrücke ausgebildet. Sie besitzt einen 2,0 m breiten Mittelpfeiler. Die lichte Weite der Brückenfelder beträgt 14,55 m (linkes Feld) + 14,65 m (rechtes Feld) = 29,20 m.

Die Brückenunterkante liegt im Scheitel bei $269,39 \text{ m HN} + 0,14 \text{ m} = 269,53 \text{ m NHN}$ bzw. bei $269,29 \text{ m HN} + 0,14 \text{ m} = 269,43 \text{ m NHN}$. Die Brückenoberkante liegt bei $270,19 \text{ m} + 0,14 = 270,44 \text{ m NHN}$ (siehe Abbildung 1).

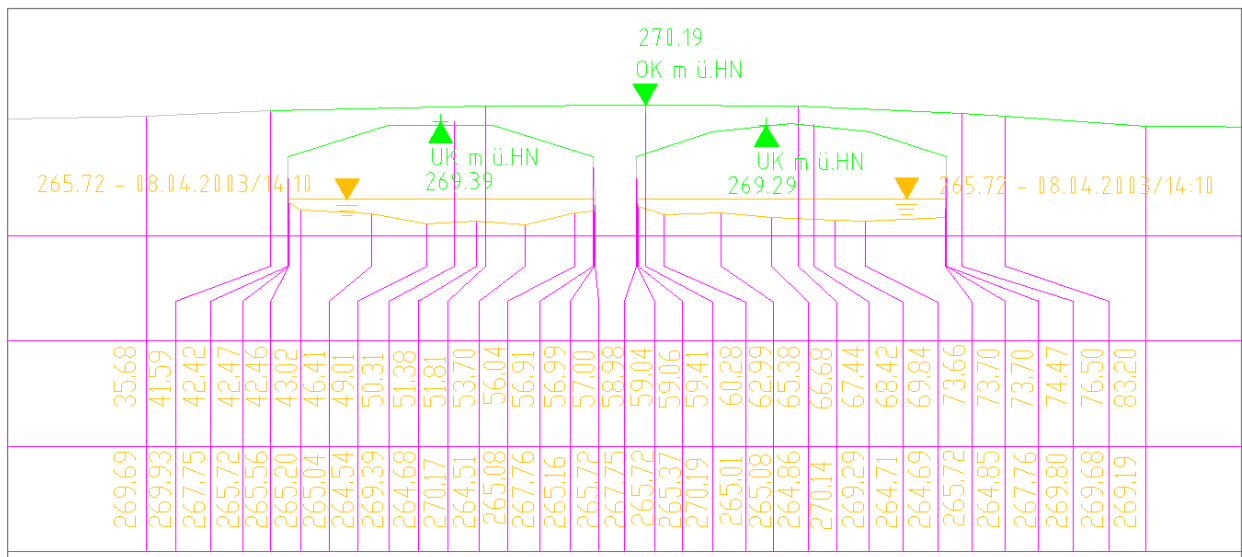


Abbildung 1: Kirchbrücke im Bestand (gemäß Vermessung 2003 in m HN) [2]

2.2 Brückenersatzneubau

Der Brückenneubau ist an gleicher Stelle ebenfalls als Zweifeldbrücke geplant (vgl. Abbildung 3 – Grundriss Kirchbrücke). Da die Brücke nur begrenzt angehoben werden kann, ist eine Zurücksetzung der Widerlager in Flucht der Hochwasserschutzwände geplant. Der Mittelpfeiler ist mit einer Breite von ca. 1,00 m wesentlich schlanker als der bisherige 2,0 m breite Pfeiler. Die lichte Weite des Brückenneubaus beträgt 40,29 m (gegenüber 29,20 m + 2,00 m = 31,20 m im Istzustand, vgl. Abbildung 2).

Die Höhe der Brückenunterkante liegt bei 270,21 m NHN. Die Brückenoberkante liegt bei 271,15 m NHN (vgl. Abbildung 2).

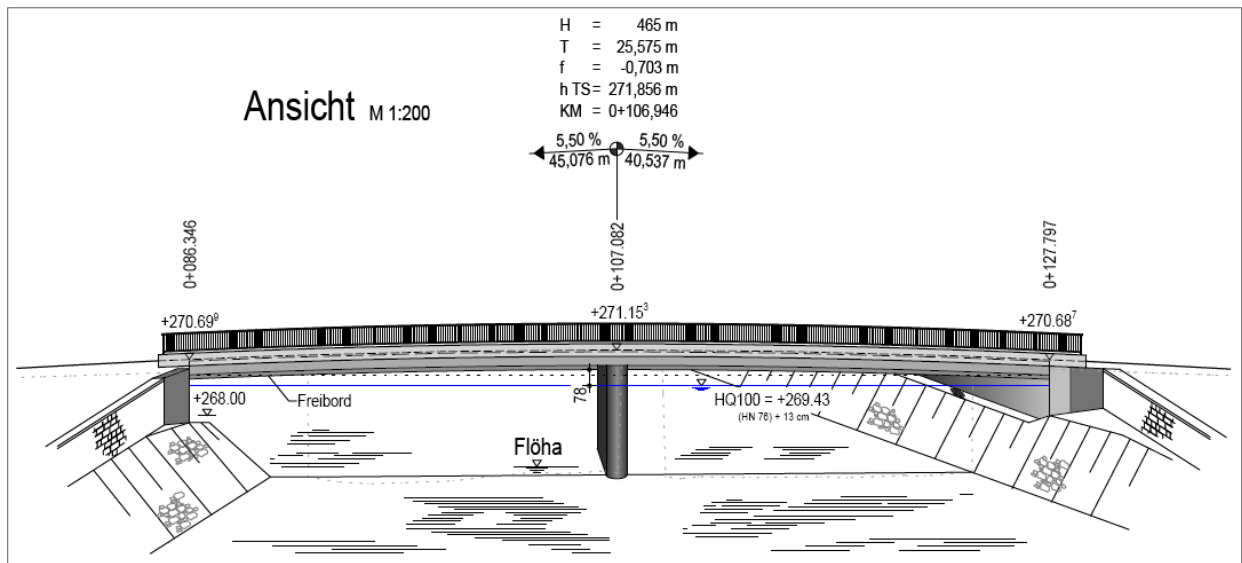


Abbildung 2: Ansicht Ersatzneubau Kirchbrücke (gemäß Planung 2016 in m NHN) [10]

Der Brückenneubau weist damit einen deutlich größeren Querschnitt auf. Dieser ist ca. 9,10 m breiter und im Scheitel 0,73 m höher als die Bestandsbrücke.

Der Grundriss ist der folgenden Abbildung zu entnehmen.

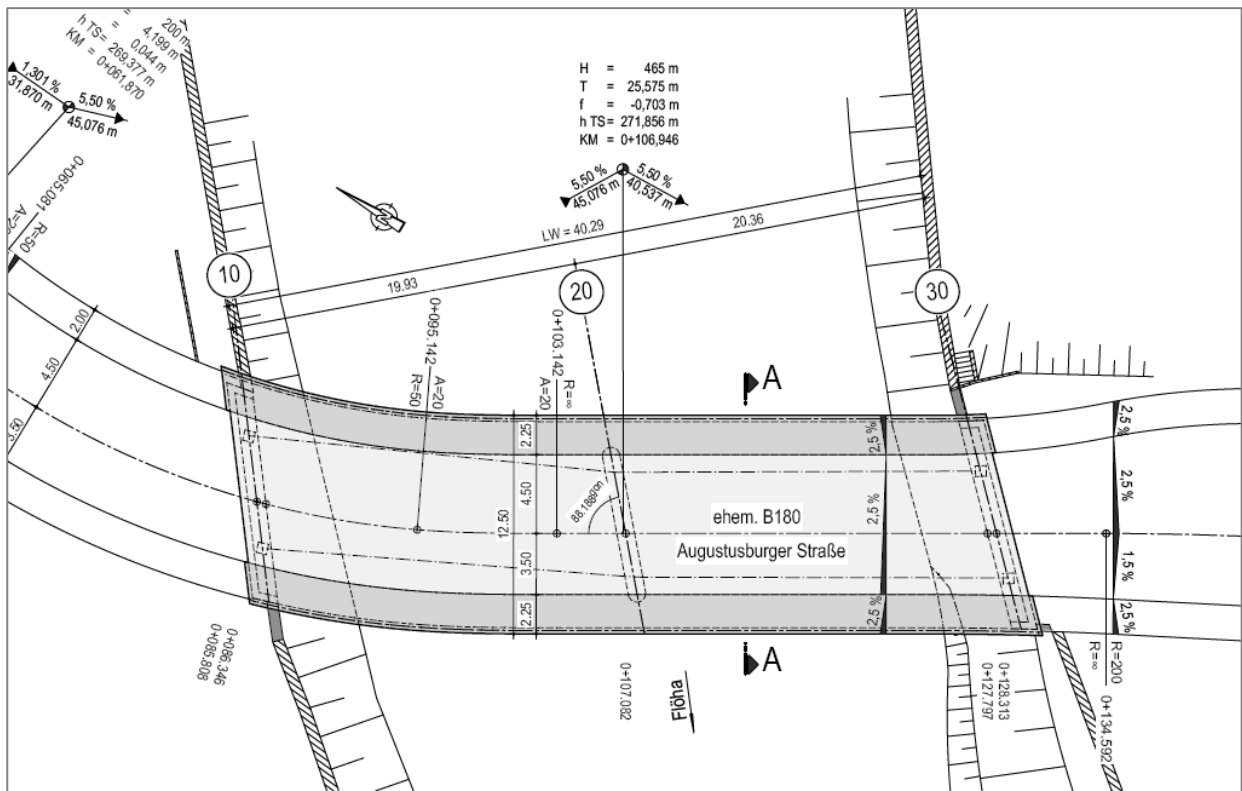


Abbildung 3: Grundriss Ersatzneubau Kirchbrücke [10]

2.3 Angrenzende Hochwasserschutzanlagen

Unmittelbar an das Brückenbauwerk grenzen folgende Hochwasserschutzbauwerke an:

- Flöha-li-Flöha-FuBr-Lessingstraße-A8-Wand (M570 – M585), flusslinks entlang der Lessingstr.
- Flöha-li-Flöha-FuBr-Lessingstraße-A8-Deich (M560), flusslinks zwischen Talstr. und Lessingstr.
- Flöha-li-Flöha-oh-Kirchbr-Talstr-A7-Wand (M550), flusslinks oberstromig der Kirchbrücke
- Flöha-re-Flöha-oh-Kirchbr-A6-Wand (M520), flussrechts oberstromig der Kirchbrücke
- Flöha-li-Flöha-Am-Anger-uh-Kirchbr-Wand (M540), flusslinks unterstromig der Kirchbrücke
- Flöha-li-Flöha-uh-Kirchbr-A6-Wand (M510), flussrechts unterstromig der Kirchbrücke.

Diese bewirken eine Kanalisierung des Flusses. Die Hochwasserschutzanlagen setzen sich nach ober- und unterstrom weiter fort. Die lichte Weite zwischen den jeweils gegenüberliegenden Hochwasserschutzmauern beträgt angrenzend an die Brücke

- oberstrom: ca. 39,60 m
- unterstrom: ca. 42,90 m.

Eine Lageübersicht gibt Abbildung 4.



Abbildung 4: Lageübersicht angrenzende HWS-Anlagen

3 Modellerstellung

3.1 Verwendete Software / Rechenkern

Für die Bearbeitung, speziell das Pre- und Postprocessing, wurde neben den üblichen GIS-Werkzeugen das Programmsystem SMS (Surface Water Modeling System) der Firma EMS-I (Utah, USA) in der Version 10.0.9 verwendet [SMS 2000].

Die hydraulische Berechnung erfolgte mit dem Simulationsmodell Hydro_AS-2D, Version 2.2 [NUJIC 2003]. Das in HYDRO_AS-2D integrierte Verfahren basiert auf der numerischen Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen mit der Finite-Volumen-Diskretisierung.

3.2 Grundlagen

Die für die Modellerstellung verwendeten Daten entsprechen der Auflistung in Kapitel 1.3.2.

Die wichtigsten Bestandteile des Modells sind die Gewässerquerprofile und das DGM. Ergänzt werden diese durch Vermessungsdaten bzw. Planungsdaten der abflussrelevanten Bauwerke und die hydrologischen Daten, die letztendlich den Abfluss definieren.

Die Grundlage bildet das Modell für die Erarbeitung der Hochwassergefahrenkarten im Auftrag der LTV B FM/Z. Dieses liegt der LTV derzeit zur Prüfung vor.

Für die vorliegenden Untersuchungen im Bereich der Kirchbrücke wurde das Modell eingekürzt. Das Modellgebiet „Kirchbrücke“ umfasst den Gewässerabschnitt zwischen

- Wehr Gückelsberg an der Flöha bei Fluss-km 2+071,3
- oberstromig Seeberbrücke über die Zschopau bei Fluss-km 54+040,1
- unterstromig Gymnasium / Auenstadion an der Zschopau bei Fluss-km 52+355,0

einschließlich der Flöhamündung in die Zschopau.

3.2.1 Erstellung des Geländemodells / Berechnungsnetzes

Im ersten Schritt wurde aus den Vermessungsquerprofilen die Topographie des Flussschlauchs erzeugt. Dazu wurden die Querprofile zunächst in ein einheitliches Höhensystem transformiert (DHHN 92) und auf Plausibilität überprüft. Die aus den Querprofilen erzeugte Flussschlauchtographie bildet im Wesentlichen den Bereich des Mittelwasserabfluss ab. Zur Interpolation des Flussschlauchs aus den Querprofilen wurden (im GIS) Uferlinien erzeugt, die dafür sorgen, dass der Flussschlauch bestmöglich dem realen Ufer folgt. Dieses ist besonders an stark mäandrierenden Stellen wichtig. Abschließend wurde aus den gekürzten Querprofilen unter Zuhilfenahme der Uferlinien der Flussschlauch interpoliert. Er wurde in Form einer Vierecksvermaschung angelegt, welche, wenn sie möglichst parallel zur Strömungsrichtung ausgerichtet ist, bessere Ergebnisse erzielt als eine Dreiecksvermaschung [NUJIC 2003].

Im zweiten Schritt wurde aus dem digitalen Geländemodell die Vorlandtopographie erzeugt. Dazu wurden die übernommenen Laserscandaten unter Berücksichtigung von Bruchkanten (Höhenversprünge,

Geländeknicke) ausgedünnt. Die verbleibenden Punkte wurden trianguliert. Der vom Flussschlauch bedeckte Bereich wurde dann aus der Vorlandtopographie ausgeschnitten.

Im nächsten Schritt wurde das Vorlandmodell mit der Flussschlauchttopographie verknüpft. Die beiden Teilmodelle wurden zusammengespielt und Vorland und Flussschlauch abschnittsweise mittels Dreiecksvermaschung miteinander verbunden. Dazu wurden die jeweiligen Randpunkte der Topographien genutzt.

In das nun vollständige Geländemodell wurden im Weiteren die Bereiche, für die eine terrestrische Vermessung vorlag, eingepflegt. Soweit es sich um flächige Vermessungen handelt, wurden lokale Teilmodelle erstellt und diese in das Gesamtmodell eingesetzt. Linienartige Strukturen wie z.B. Mauern und Bauwerksdaten wurden händisch ins Geländemodell übernommen.

Einen Einflussfaktor auf die Strömungsverhältnisse bei Hochwasserereignissen stellen die Gebäude im Untersuchungsgebiet dar. Für die Abbildung im Modell ist ein Ausschneiden der Gebäude die hydraulisch beste Lösung. Im Untersuchungsgebiet wurden daher die Grundrisse von > 1000 Gebäuden aus dem Modellgebiet ausgeschnitten. Dabei handelt es sich um Gebäude, die in unmittelbarer Nähe zum Gewässer bzw. in potenziell überfluteten Gebiet liegen.

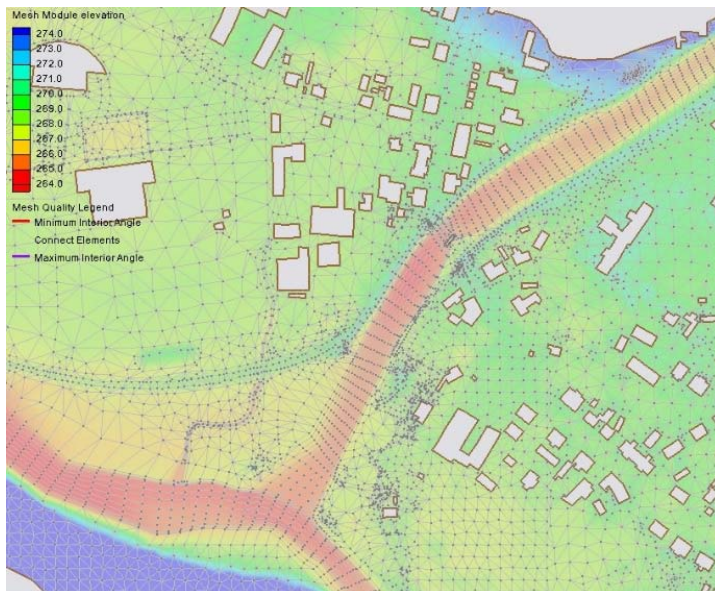


Abbildung 5: Ausschnitt aus dem Finite-Elemente-Netz des Istzustands
(bläulich-grünlich gefärbt: Vorlandbereich, rötlich gefärbt: Flussschlauch)

Die für die Berechnungen erforderlichen Rauigkeitsbeiwerte der Geländeoberfläche wurden anhand der Flächennutzung festgelegt. Die Rauigkeitsbeiwerte wurden mittels einer shape-Datei auf das Modell übertragen („attribute mapping“). Jedem Element wurde dabei der Rauigkeitsbeiwert zugewiesen, den das Element mit dem größten Teil seiner Fläche überdeckt.

3.2.2 Querbauwerke

Sonderbauwerke werden im Modell als sogenannte innere Randbedingungen dargestellt. Das bedeutet, dass durch die Entnahme oder Zuführung von Wasser oder durch zusätzliche Begrenzungen der Abflussmenge in das normale Abflussgeschehen eingegriffen wird.

Bei Brücken, die den Sohlbereich nur geringfügig einengen, wird normalerweise die Konstruktionsunterkante als obere Begrenzung der Abflusshöhe ins Modell übernommen. Sollte eine Überströmung der Brücke möglich sein, so kann zusätzlich ein Überfall (analog zum Wehr) über die Brücke eingefügt werden.

Die im Modell vorhandenen inneren Randbedingungen sind mit ihren wichtigsten Eigenschaften in der folgenden Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1: Sonderbauwerke (Liste mit Brücken und Wehren)

Name	Fluss- km [km]	Seite	Höhe Brücken-UK [m NHN]	Bemerkung
Zschopau				
Eisenbahnbrücke Flöha inkl. angehängter Fußgängerbrücke	53+102	quer	269,80	mittels Stahlstreben angehängte Stahlkonstruktion
Brücke B173	53+121	quer	274,83	1-Feld-Brücke
Brücke Claußstraße („Claußbrücke“)	53+814	quer	271,29	2-Feld-Brücke zuzügl. Umfluterbrücke
Seeberbrücke	53+838	quer	271,32	2-Feld-Bogenbrücke zuzügl. Umfluterbrücke
Flöha				
Fußgängerbrücke	0+154	quer	269,87	1-Feld-Brücke
Kirchbrücke	0+280	quer	Ist: 269,49 Pl: 270,21	2-Feld Bogenbrücke, Ersatzneubau geplant
Fußgängerbrücke (Stegbrücke)	1+099	quer	272,74	2-Feld-Brücke inkl. Vorland Ersatzneubau geplant
Fußgängerbrücke (Gückelsberg)	1+477	quer	273,33	
Wehr Gückelsberg	2+037	quer		

Die Kirchbrücke wurde entsprechend der Abmessungen von Bestandsbrücke und Brückenneubau gemäß Kapitel 2 in das Modell als Sonderbauwerk eingefügt.

3.2.3 Modellrandbedingungen

Als obere Randbedingung sind alle Zuflüsse in das Modellgebiet anzusehen. Im vorliegenden Modell sind das die Zuflüsse aus der Flöha gemäß [9]:

Flöha:

HQ100 = 468 m³/s

HQ50 = 364 m³/s

HQ25 = 282 m³/s

Die Zuflüsse wurden als Zeitreihe an der entsprechenden Stelle ins Modell eingefügt. Bei den quasistationären Modellteilen enthält die Zeitreihe nur einen konstanten Wert über die gesamte Simulationsdauer.

Der Abfluss aus dem Modellgebiet stellt die untere Randbedingung dar. Diese wird in der verwendeten Software als Energieliniengefälle oder als Beziehung zwischen Wasserspiegel und Abfluss (h-q-Beziehung) dargestellt.

Obwohl es sich bei HYDRO_AS-2D um ein instationäres Abflussmodell handelt, wird ein stationärer Zustand berechnet, d.h. der berechnete Wasserstand entspricht dem Hochwasserscheitel (= größte Abflussmenge und damit ungünstigster Zustand innerhalb des Hochwasserereignisses, vorhandene Retentionsräume bereits gefüllt). Dieses wird durch die Wahl konstanter Randbedingungen erreicht. Bis zum Erreichen des stationären Zustands ist eine Rechenzeit von mehreren Stunden erforderlich. Der Berechnungszeitraum betrug 10 Stunden. Die Ausgabe der Ergebnisse erfolgte alle 60 Minuten.

3.2.4 Qualitätskontrolle und Modellkalibrierung

Während und nach der Erstellung des Modells wurden die software-internen Qualitätsprüfungen durchgeführt. Die Innenwinkel der finiten Elemente liegen zwischen 10° und 160° und an jeden Modellknoten sind nicht mehr als 8 Elemente angeschlossen.

Während der Modellerstellung wurde fortlaufend darauf geachtet, dass die Kanten der Elemente bei leitenden Strukturen in die richtige Richtung verlaufen.

Vor jedem Simulationslauf wurde der software-interne Modelltest durchgeführt, bei dem das Modell unter anderem auf unkorrekte Nummerierung der Elemente, fehlerhafte Randbedingungen, kleine Lücken etc. geprüft wird.

Für das der vorliegenden Modellierung zugrunde liegende Modell „Hochwassergefahrenkarten“ erfolgte eine Modellkalibrierung am Hochwasserereignis vom 02.06.2013. Insgesamt treten bei der Kalibrierungsrechnung sowohl Überschätzungen als auch Unterschätzungen des Wasserspiegels auf. Im Mittel werden die berechneten Wasserspiegel an der Zschopau um 0,10 m und an der Flöha um 0,05 m überschätzt.

4 Ergebnisse

Die hydraulische Berechnung wurde, um Aussagen über die hydraulische Wirkung des Brückenersatzneubaus treffen zu können, für den Ist- und Planzustand durchgeführt.

Der zur Verfügung stehende Fließquerschnitt vergrößert sich beim Brückenneubau um ca. 9,10 m in der Breite und um 0,73 m in der Höhe gegenüber der Bestandsbrücke. Die Wiederlager werden jeweils um 3 – 4 m zurückverlegt. Der Mittelpfeiler ist deutlich schmaler und günstiger zur Fließrichtung angeordnet. Er verringert sich von 2,0 auf 1,0 m Breite. In der nachfolgenden Abbildung sind die Überschwemmungsflächen HQ100 im Bereich der Kirchbrücke gegenübergestellt.

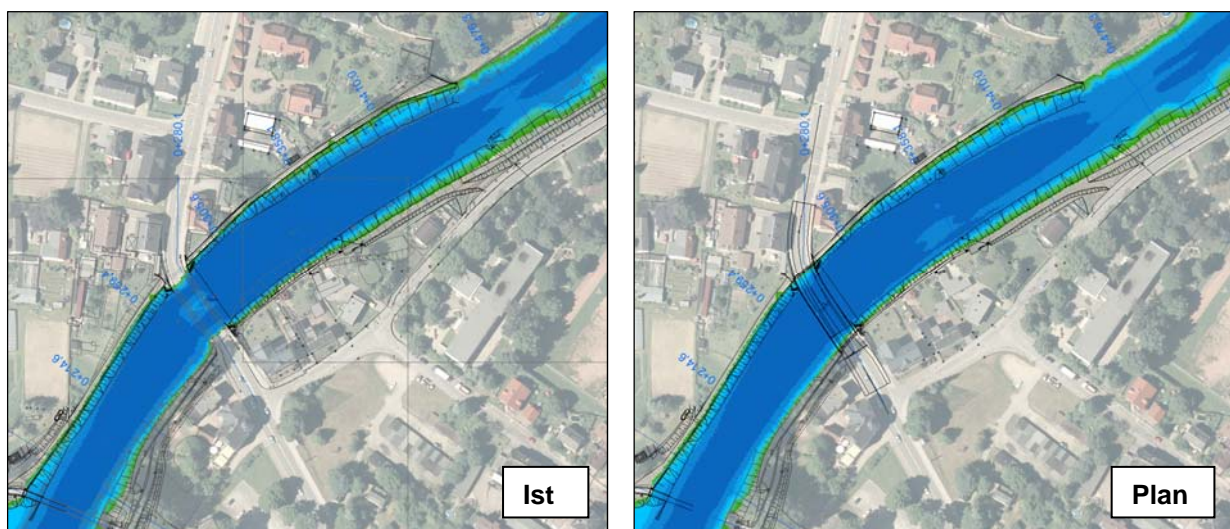


Abbildung 6: Überschwemmungstiefe HQ100 Ist- und Planzustand an der Kirchbrücke

Die Wasserspiegel HQ100, HQ50 und HQ25 für den Ist- und Planzustand sind den Wasserspiegeltabellen in Anlage 3 zu entnehmen. Außerdem wird auf den hydraulischen Längsschnitt und den Querschnitt oberhalb der Brücke in Anlage 4 verwiesen. Die Überschwemmungskarten finden sich unter Anlage 1, die Differenzkarten in Anlage 2.

4.1 Wirkung auf Brückenbauwerk

Der Einfluss der Kirchbrücke ist im Istzustand für HQ100 bis etwa zur Stegbrücke (Fluss-km 1+079.5) bzw. bis zum Fluss-km 1+092.5 nachweisbar. Im Istzustand wird die Kirchbrücke eingestaut:

- Wasserspiegel im Oberwasser = 269,69 m NHN
- Brückenunterkante im Scheitel = 269,49 m NHN
- ⇒ Einstau 0,20 m.

Im Planzustand

- Wasserspiegel im Oberwasser = 270,21 m NHN
- Brückenunterkante im Scheitel = 269,61 m NHN
- ⇒ Freibord 0,60 m.

4.2 Wirkung stromauf

In Tabelle 2 sind die Wasserspiegel HQ100 Ist- und Planzustand in Flussachse im unmittelbaren Wirkungsbereich des Brückenneubaus gegenübergestellt. Eine detaillierte Zusammenstellung der Wasserspiegel inkl. der Wasserspiegellagen in den Uferbereichen ist der Anlage 3a zu entnehmen.

Tabelle 2: Ausschnitt Wasserspiegeltabelle

Station [km]	Lage	Wsp100Ist Achse [m NHN]	Wsp100Plan Achse [m NHN]	Diff Plan-Ist HQ100, Achse [m]
0+154,0	Fußgängerbr.	269,22	269,22	0,00
0+172,4	M540_li / M510_re	269,30	269,30	0,00
0+214,6	M540_li / M510_re	269,29	269,30	0,01
0+259,4	M540_li / M510_re	269,50	269,55	0,05
0+271,8	UK Kirchbr.	268,57	269,50	0,93
0+280,1	Kirchbrücke	268,39	269,51	1,12
0+284,6	OK Kirchbr	270,33	269,91	-0,42
0+288,1	QP oh. Kirchbrücke	269,69	269,61	-0,08
0+294,8	M550_li / M520_re	269,80	269,63	-0,17
0+305,6	M550_li / M520_re	269,79	269,62	-0,17
0+335,5	M550_li / M520_re	269,84	269,67	-0,17
0+358,1	M550_li / M520_re	269,82	269,66	-0,16
0+383,5	M550_li / M520_re	269,86	269,70	-0,16
0+403,9	M550_li / M520_re	269,87	269,71	-0,16
0+434,2	M550_li / M520_re	269,81	269,63	-0,18
0+463,8	M550_li / Friedhofsm._re	269,67	269,48	-0,19
0+476,3	M550_li / Friedhofsm._re	269,65	269,47	-0,18
0+509,7	M550_li / Friedhofsm._re	269,90	269,78	-0,12
0+552,5	M550_li / Abzw. Talstr.	270,20	270,12	-0,08
0+605,0	M560_li / Abzw. Talstr.	270,64	270,58	-0,06
0+658,7	M560_li (Deich)	270,76	270,71	-0,05
0+667,7	M560_li (Deich)	270,75	270,70	-0,05
0+720,5	M560_li (Deich)	270,84	270,80	-0,04
0+765,4	M560_li (Deich)	270,89	270,85	-0,04
0+812,9	M560_li (Deich)	270,93	270,89	-0,04
0+863,0	M570_li (Mauer)	270,92	270,88	-0,04
0+906,7	M570_li (Mauer)	270,89	270,84	-0,05
0+982,8	ca. Pegel Fl.1	271,14	271,11	-0,03
1+042,9	M570_li (Mauer)	271,59	271,58	-0,01
1+079,5	Stegbrücke	271,76	271,75	-0,01
1+099,0	M580_li (Mauer)	271,90	271,89	-0,01
1+165,1	M580_li (Mauer) / ÜSG_re	272,06	272,05	-0,01
1+214,3	M580_li (Mauer) / ÜSG_re	272,11	272,11	0,00

Gegenüber der Bestandsbrücke wird der Wasserspiegel für HQ100 bei dem geplanten Brückenneubau oberstromig der Kirchbrücke um bis zu 0,19 m absinken. Bis zum Fluss-km 0+500, d.h. etwa 240 m oberhalb der Kirchbrücke nimmt die Wasserspiegelabsenkung HQ100 auf < 0,10 m ab. Bis zur Stegbrücke bei Fluss-km 1+079.5 ist die Positivwirkung des Brückenersatzneubaus auf „0“ cm abgeklungen.

Unmittelbar oberhalb der Kirchbrücke (Station 0+288.1) liegt der Wasserspiegel HQ100 zukünftig bei 269,61 m NHN. Bei einer geplanten Höhe der Brückenunterkante von 270,21 m NHN ergibt sich im Querschnittsmittel ein maximaler Freibord von 0,60 m.

Im unmittelbaren Brückenumfeld herrscht, insbesondere bei der Bestandsbrücke, eine hohe Turbulenz. Innerhalb des Profilquerschnittes Station 0+288.1 kann der Wasserspiegel HQ100 zwischen Uferbereich, Feldmitte und Pfeiler im Istzustand um bis zu ca. 0,34 m schwanken. Im Planzustand verringert sich die Turbulenz infolge des um 1 m schmalere Pfeilers und damit auch die Schwankungsbreite im Profilquerschnitt auf 0,13 m (vgl. Anlage 3d - Wasserspiegel und 4b - Querschnitt).

Abbildung 7 zeigt einen Ausschnitt aus der Differenzenkarte HQ100. Hier ist in der Betrachtung Planzustand minus Istzustand der Wirkungsbereich des Brückenersatzneubaus über das Fließgewässer dargestellt. Die Differenzenkarten HQ25, HQ50 und HQ100 finden sich unter Anlage 2.

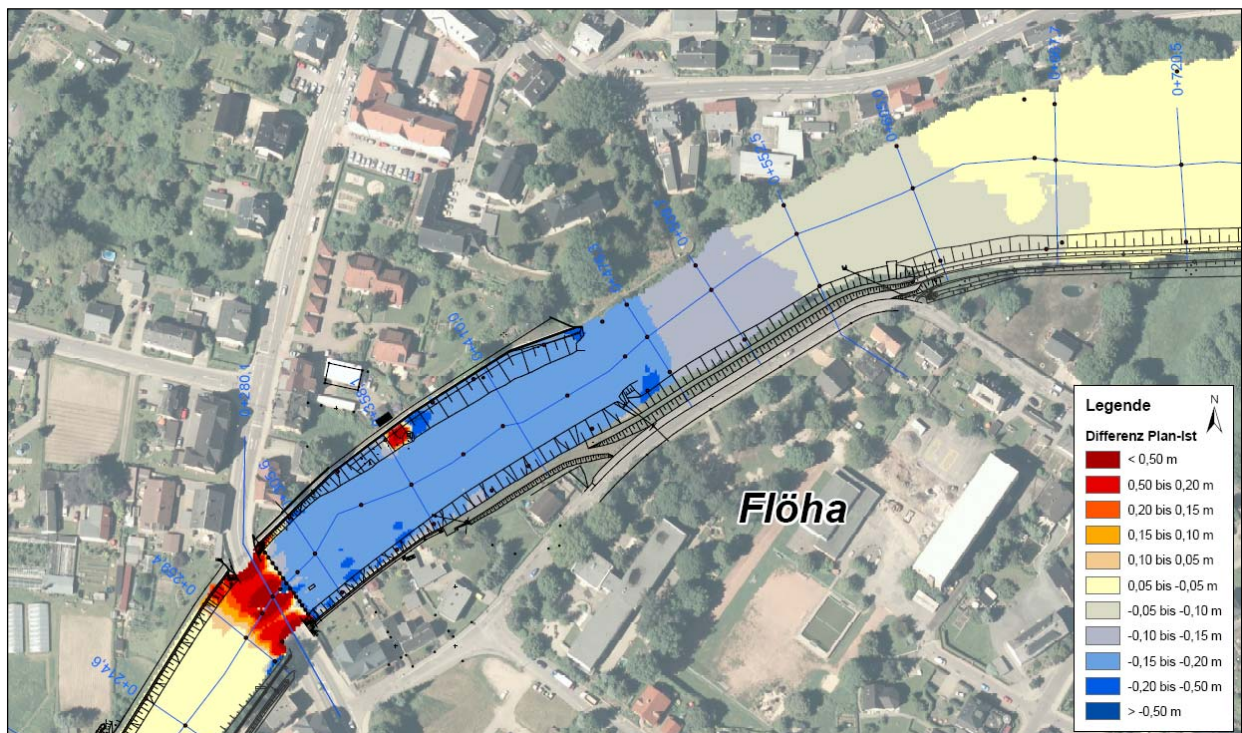


Abbildung 7: Ausschnitt Differenzenkarte HQ100

Der für die Brückenplanung zu berücksichtigende Bemessungswasserspiegel ist in Tabelle 2 fett dargestellt.

4.3 Wirkung stromab

Im Brückenbereich und unterstromig der Kirchbrücke erfolgt durch die Brückenquerschnittserweiterung ein Wasserspiegelanstieg. Dieser ist vor allem innerhalb des in Fließrichtung etwa 12,50 m breiten Brückenbauwerkes nachweisbar. Unterhalb des Brückenbauwerkes beträgt er bei HQ100, insbesondere rechtsufrig, bis etwa 0,13 m (vgl. Tabelle 2 bzw. Anlage 3a).

Der Wasserspiegelanstieg wirkt sich bei HQ100 bis Fluss-km 0+226 (links) bis 0+214 (rechts) aus. Im Mittel (Flussachse) ist der Wasserspiegelanstieg bis Fluss-km 0+200, d.h. nach 72 m auf „0“ cm abgeklungen (vgl. Abbildung 7 bzw. Anlage 2a).

4.4 Vergleich Bemessungsabflüsse gemäß Hochwasserstatistik 2002 und 2015

Bezogen auf HQ100 nahm der Hochwasserscheitelabfluss von Stand 2002 (433,3 m³/s) auf Stand 2015 (468 m³/s) um 34,7 m³/s zu. Dies entspricht im Umfeld der Kirchbrücke einem Wasserspiegelanstieg HW100 um durchschnittlich 0,13 m (+ 7 cm bis + 20 cm).

4.5 Freibordverhältnisse der angrenzenden Hochwasserschutzanlagen

In den Wasserspiegeltabellen der Anlagen 3a bis 3c sowie dem Längsschnitt in Anlage 4a sind die Höhen der angrenzenden Hochwasserschutzanlagen (HWSA) dargestellt. Die Oberkanten der HWSA (Deich- oder Mauerkronen) sind zur Wasserseite geneigt. Die Höhenangaben beziehen sich jeweils auf die (ungünstigere) untere, wasserseitige Kronenhöhe.

Die Hochwasserschutzanlagen wurden anhand der Hochwasserscheitelabflüsse Stand 2002 bemessen. Auch bei geänderter Hochwasserstatistik (Hochwasserscheitelabflüsse Stand 2015) werden die Hochwasserschutzanlagen an der Flöha in Flöha sowohl im Ist- als auch im Planzustand nicht überströmt.

Die Schutzhöhen der HWSA für die Hochwasserereignisse HQ25 und HQ50 sind unkritisch. Beim maßgebenden Bemessungsereignis HQ100 liegen an den angrenzenden Hochwasserschutzanlagen für den Istzustand Freibordhöhen zwischen 0,11 und 0,86 m (im Mittel 0,43 m) vor.

Durch die Brückenquerschnittserweiterung betragen die an den angrenzenden Hochwasserschutzanlagen vorhandenen Freibordhöhen zukünftig zwischen 0,15 und 1,02 m (im Mittel 0,52 m). Dies ist mit der durch die Brückenquerschnittserweiterung hervorgerufenen (oberstromigen) Wasserspiegelabsenkung verbunden. Unterstromig der Brücke beträgt der Freibord trotz der kleinräumigen Wasserspiegelerhöhung mindestens 0,40 m.

Leipzig, den 31.01.2018
ES / SP 0951-17-054

Sweco GmbH
Niederlassung Leipzig



i.V. Ray Estel



i.A. Nadine Schippel