

---

2 96 004

**S 211 Ersatzneubau Brücke BW 8, einschl. BW 6 und BW 10  
über die Flöha in Neuhausen**

**Zweidimensionale numerische Berechnungen**

Kurzbericht

20.04.2020

Vorhabensträger:

LANDESAMT  
FÜR STRASSENBAU  
UND VERKEHR



Freistaat  
SACHSEN

Freistaates Sachsen  
Landesamt für Straßenbau und Ver-  
kehr NL Zschopau

Hans-Link-Straße 4

D-09131 Chemnitz

Entwurfsverfasser:



IWS - Institut für Wasserbau und  
Siedlungswasserwirtschaft GmbH

Lausener Dorfplatz 7A

D-04207 Leipzig

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	2
Abbildungsverzeichnis .....	3
Tabellenverzeichnis .....	4
Bearbeitungsgrundlagen .....	5
Planverzeichnis .....	6
1      Veranlassung und Zielstellung .....	7
2      Datengrundlage .....	9
2.1.   Lage- und Höhensystem .....	9
2.2.   Topografische Daten .....	9
2.3.   Vermessungsdaten .....	10
2.4.   Hydrologische Daten .....	11
2.5.   Rauigkeit / Landnutzung .....	11
3      Numerisches Strömungsmodell .....	14
3.1.   Verwendete Software .....	14
3.2.   Modellerstellung .....	14
3.2.1.   Gebäude .....	15
3.2.2.   Brücken .....	16
3.2.3.   Modellrandbedingungen .....	16
3.2.4.   Qualitätskontrolle .....	17
3.2.5.   Modellkalibrierung .....	17
3.2.6.   Sensitivitätsanalyse .....	17
3.2.7.   Fehlerbetrachtung .....	17
4      Ergebnisse .....	19
4.1.   Wasserspiegellagen und Freibord .....	19
4.2.   Fließgeschwindigkeiten .....	21
4.3.   Schubspannung .....	22
5      Zusammenfassung .....	23

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Übersichtslageplan .....	7
Abbildung 2-1: Vergleich der Gewässerachsen .....	10
Abbildung 2-2: Landnutzung .....	12
Abbildung 4-1: Längsschnitt der Wasserspiegellagen in der Flöha.....	19
Abbildung 4-2: Längsschnitt der Fließgeschwindigkeiten in der Flöha.....	21

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Hydrologie.....	11
Tabelle 2-2:	Landnutzung mit Angabe von Flächenanteilen und Rauigkeitsbeiwerten.....	13
Tabelle 5-1:	Freibordauswertung .....	20
Tabelle 5-2:	Wasserspiegellagen $HQ_5$ im Bereich des Abzweigs des Flutgrabens .....	21

## **Bearbeitungsgrundlagen**

Für die Bearbeitung der vorliegenden Studie wurde auf folgende Projekte und Unterlagen Bezug genommen:

- /1/ GEO Ingenieurservice Süd GmbH & Co. KG: Flöha zwischen der Ortslage Flöha und der Talsperre Rauschenbach – Fluss-km 5+000 bis 60+000, Bestandsvermessung, 2018
- /2/ IWS – Institut für Wasserbau und Siedlungswasserwirtschaft GmbH: zweidiemnsionale hydrodynamisch-numerische Simulation und die Erstellung von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten für die Flöha (km 6+000 bis 60+000), aktuell in Bearbeitung
- /3/ Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Betrieb Freiburger Mulde/Zschopau: Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS), Stand 10/2018
- /4/ Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Betrieb Freiburger Mulde/Zschopau: Digitales Geländemodell (ATKIS-DGM2), Übergabe 01/2018
- /5/ Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Betrieb Freiburger Mulde/Zschopau: Biotop- und Landnutzungskartierung (BTLNK), Übergabe 01/2018
- /6/ Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Betrieb Freiburger Mulde/Zschopau: Digitale Orthophotos (DOP), Übergabe 01/2018
- /7/ Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Betrieb Freiburger Mulde/Zschopau: Digitale topografische Karte im Maßstab 1 : 10.000 (DTK10) und 1 : 25.000 (DTK25), Übergabe 01/2018
- /8/ Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Betrieb Freiburger Mulde/Zschopau: Gewässerachse der Hochwasserschutzkonzeptionen Nr. 22 und 23, Übergabe 01/2018
- /9/ Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Betrieb Freiburger Mulde/Zschopau: 2D-HN-Simulation und Erstellung von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten für die Flöha, hydrologischer Längsschnitt, 10/2018
- /10/ Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Betrieb Freiburger Mulde/Zschopau: Stationierung der Gewässerachse, Übergabe 01/2018
- /11/ Prof. Dr.-Ing. H. Bechert + Partner Ingenieurbüro für Bauwesen: S 211 Ersatzneubau Brücke BW 8, einschl. BW 6 und BW 10, Feststellungsentwurf, 1. Tektur, 04/2020

## Planverzeichnis

Plan-Nr.	Blatt-Nr.	Name	Ereignis
1	1	Lageplan Differenzen der Wasserspiegellagen	HQ <sub>25</sub>
	2		HQ <sub>50</sub>
	3		HQ <sub>100</sub>
	4		HQ <sub>200</sub>
2		Lageplan Fließgeschwindigkeit	
2.1	1	Ist-Zustand	HQ <sub>25</sub>
	2		HQ <sub>50</sub>
	3		HQ <sub>100</sub>
	4		HQ <sub>200</sub>
2.2	1	Plan-Zustand	HQ <sub>25</sub>
	2		HQ <sub>50</sub>
	3		HQ <sub>100</sub>
	4		HQ <sub>200</sub>
3	1	Lageplan Differenzen der Fließgeschwindigkeit	HQ <sub>25</sub>
	2		HQ <sub>50</sub>
	3		HQ <sub>100</sub>
	4		HQ <sub>200</sub>
4	1	Lageplan Differenzen der Geländehöhen	
5	1	Lageplan Schubspannung Ist-Zustand	HQ <sub>100</sub>
	2	Lageplan Schubspannung Plan-Zustand	HQ <sub>100</sub>
	3	Lageplan maximale Schubspannung Plan-Zustand	HQ <sub>25</sub> bis HQ <sub>200</sub>
	4	Lageplan Differenzen Schubspannung Ist/Plan	HQ <sub>100</sub>
6	1	Lageplan Materialien Ist/Plan	

## 1 Veranlassung und Zielstellung

Das Landesamt für Straßenbau und Verkehr, Niederlassung Zschopau, plant am Ortsausgang, Fahrtrichtung Olbernhau, der Ortslage Neuhausen als Träger der Baulast den bestandsnahen Ausbau der Staatsstraße S 211. Im Zuge dessen sind der Neubau der Überführungsbauwerke BW 8 und BW 10 über die Flöha (Gewässer I. Ordnung) sowie die Sanierung und der abschnittsweise Neubau der Uferstützmauer BW 6 entlang des Gewässers vorgesehen.

Mithilfe zweidimensionaler hydrodynamisch numerischer Berechnungen sind auf Grundlage der aktuell gültigen Amtshydrologie die Auswirkungen der Baumaßnahmen auf die Wasserspiegellagen in der Flöha zu ermitteln und zu bewerten. Hierzu sind die Ergebnisse den Ergebnissen des Istzustandes gegenüberzustellen.

Abbildung 1-1 zeigt einen Übersichtslageplan des Gesamtmodells mit Angabe der Zu- und Abflüsse. Darüber hinaus sind die maßgebenden Bauwerke im Untersuchungsgebiet benannt.

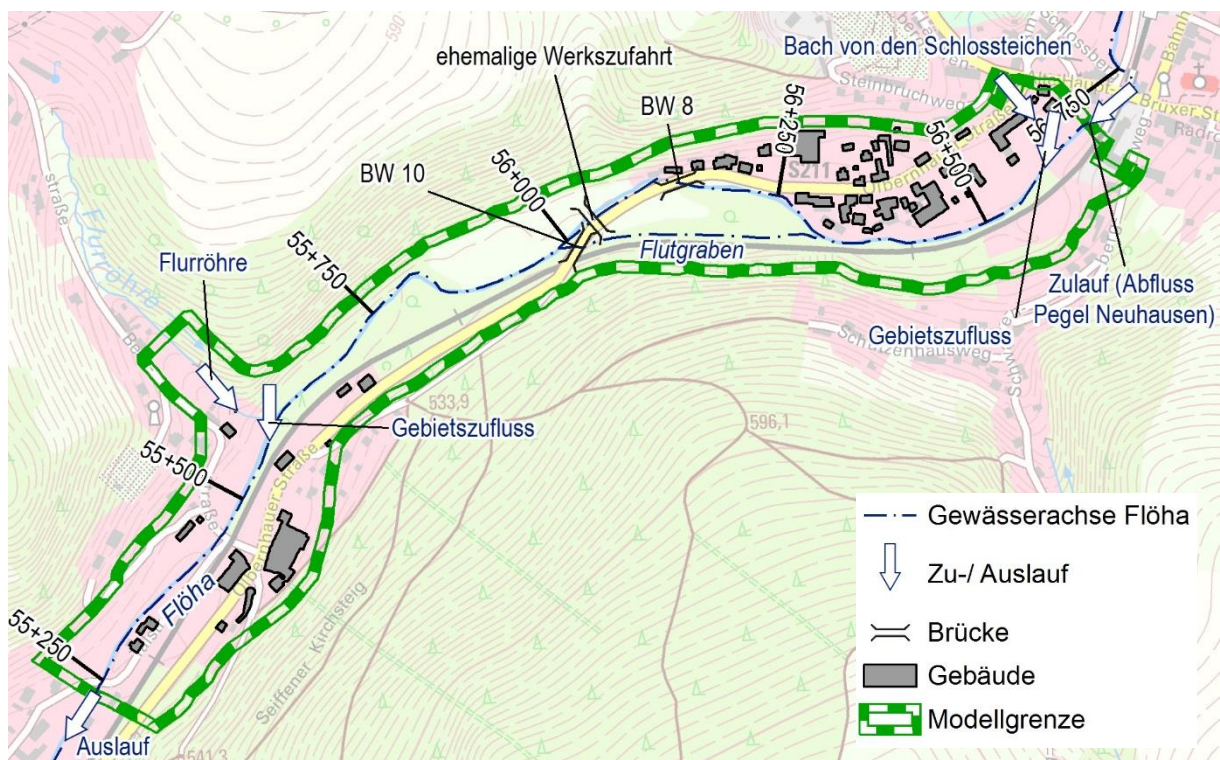


Abbildung 1-1: Übersichtslageplan

Die numerischen Berechnungen wurden durch die IWS - Institut für Wasserbau und Siedlungswasserwirtschaft GmbH (IWS) in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (HTWK) im Auftrag des Landesamtes für Straßenbau und Verkehr, Niederlassung Zschopau, durchgeführt. Die planerische Begleitung erfolgte durch das Ingenieurbüro für Bauwesen Prof. Dr.-Ing. H. Bechert + Partner.



## 2 Datengrundlage

### 2.1. Lage- und Höhensystem

Das 2D-HN-Modell wurde ursprünglich im Lagesystem „ETRS 89“ und mit Höhenbezug „Deutsches Haupthöhennetz 2016“ (DHHN2016) erstellt.

Anschließend erfolgte eine Koordinatentransformation auf das Gauß-Krüger-Koordinatensystem „RD\_83\_GK\_Zone\_4“ im 4. Meridianstreifen und das „Deutsche Haupthöhennetz 1992“ (DHHN92).

### 2.2. Topografische Daten

- ALKIS /3/

Das amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem beinhaltet u. a. Gebäudeumrisse, welche neben der terrestrischen Vermessung die Grundlage der im Bearbeitungsgebiet befindlichen Gebäude bilden. Teilweise erfolgte eine manuelle Anpassung auf Basis der digitalen Orthofotos (DOP).

- ATKIS-DGM2 /4/

Das digitale Geländemodell ATKIS-DGM2 (Befliegungsdaten im 2 m-Raster) bildet die Grundlage für die Modellierung nicht terrestrisch vermessener Bereiche und weist eine Höhengenaugkeit von  $\leq \pm 0,2$  m auf. Es liegt im aktuellen Höhenbezugssystem DHHN92 vor.

- BTLNK /5/

Auf Grundlage der Biotop- und Landnutzungskartierung (BTLNK) wurden Rauigkeitsbeiwerte nach Strickler ( $k_{st}$ ) entsprechend der ausgewiesenen Landnutzungen definiert. Teilweise erfolgte eine manuelle Anpassung auf Basis der Vermessungsdaten und digitalen Orthofotos (DOP).

- DOP /6/

Die digitalen Orthophotos (DOP) dienen dem Überblick und wurden zur Anpassung und Festlegung von Rauigkeiten und Gebäudeumrissen herangezogen.

- DTK10/ DTK25 /7/

Die digitalen topografischen Karten im Maßstab 1 : 10.000 (DTK10) und 1 : 25.000 (DTK25) dienen der Darstellung von Ergebnissen in Lageplänen.

- Gewässerachse /8/ mit Stationierung /10/

Die verwendete Gewässerachse der Flöha ist die offizielle Gewässerachse der Hochwasserschutzkonzeptionen Nr. 22 und 23. Diese wurde auf die offizielle Stationierung der LTV kalibriert.

Für die Auswertung des Planzustandes erfolgte aufgrund eines geänderten Gewässerlaufes eine lokale Anpassung der Gewässerachse durch IWS. Auf die Stationierung hat dies einen vernachlässigbaren Einfluss.

Abbildung 2-1 zeigt den Achsenvergleich mit den geringen Abweichungen.



**Abbildung 2-1: Vergleich der Gewässerachsen**

## 2.3. Vermessungsdaten

Die Modellierung des Istzustandes beruht maßgeblich auf der Verwendung der 2018 durch die Geo Ingenieurservice Süd GmbH & Co. KG durchgeführten terrestrischen Vermessung der Flöha /1/. Lediglich die Konstruktionsunterkante (KUK) des BW 8 wurde in Abstimmung mit dem Planer und auf Grundlage von Fotos geringfügig angepasst.

Die Anpassung auf den Planzustand erfolgte auf Grundlage des Feststellungsentwurfes der Planung /11/. Hierzu wurden neben Bauwerksplänen Bruchkanten in Verbindung mit einem digitalen Höhenmodell übergeben.

## 2.4. Hydrologische Daten

Die hydraulischen Berechnungen erfolgten auf Grundlage des von der Landestalsperrenverwaltung Sachsen übergebenen hydrologischen Längsschnittes für die Flöha /9/. Daraus ergeben sich in Verbindung mit Abbildung 1-1 die Abflusswerte gemäß Tabelle 2-1.

Sowohl für den Ist- als auch für den Planzustand sind 4 Hochwasserereignisse (HQ<sub>25</sub>, HQ<sub>50</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>200</sub>) zu betrachten. Den in der Untersuchung durchgeführten Simulationsrechnungen wurde ein stationärer Abflusszustand zu Grunde gelegt.

**Tabelle 2-1: Hydrologie**

Zulauf	Stationierung Flöha (LTV) [Fluss-km]	HQ <sub>25</sub>	HQ <sub>50</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>
		[m <sup>3</sup> /s]			
Modellzulauf (entspricht Abfluss Pegel Neuhausen zuzüglich Gebietsabfluss)	56+920	27,7	35,1	44,3	55,8
Bach von den Schlossteichen	56+610	0,65	0,82	1,02	1,28
Gebietsabfluss unterhalb der Mdg. Bach von den Schlossteichen	56+610	0,47	0,59	0,74	0,93
Flurröhre	55+590	0,33	0,41	0,52	0,65
Gebietsabfluss unterhalb der Mdg. Flurröhre	55+590	0,92	1,15	1,44	1,80

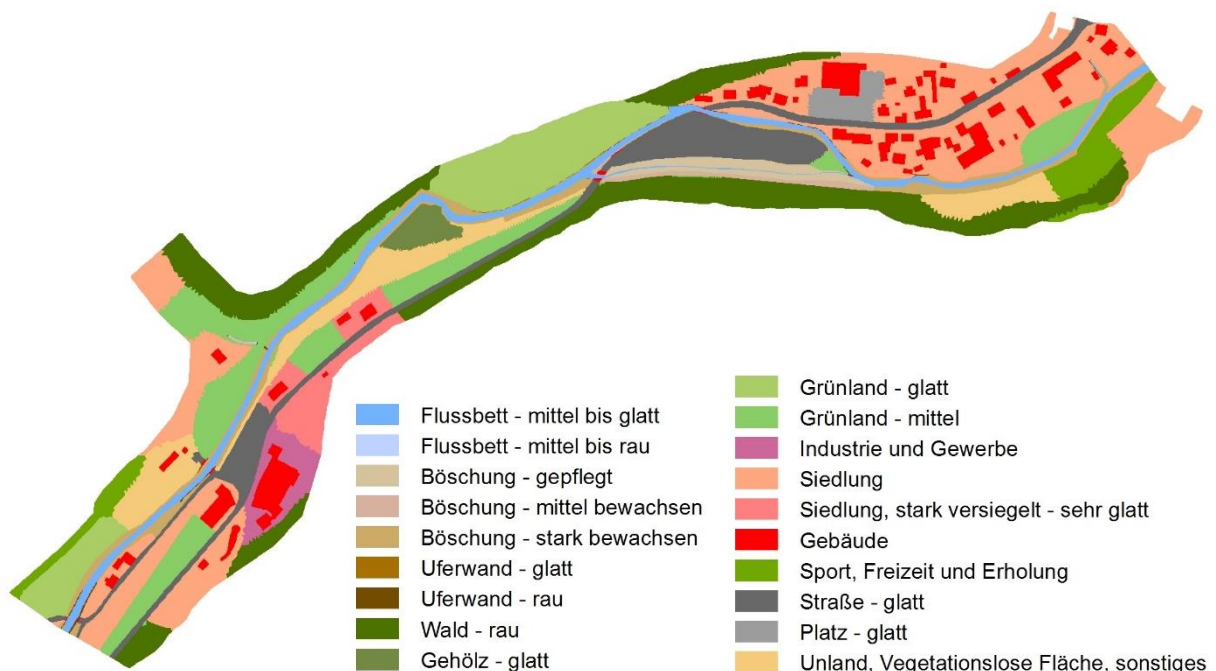
## 2.5. Rauigkeit / Landnutzung

Die Landnutzung und die damit für die Simulationsberechnung verbundene Oberflächenbeschaffenheit wurde im Modell flächendeckend über den Rauigkeitsbeiwert  $k_{st}$  nach Strickler berücksichtigt. Als Grundlage zur Bestimmung der Rauigkeit dienten die in der Biotopen- und Landnutzungskartierung (BTLNK) unterschiedenen Landnutzungsarten. Die Rauigkeitsbeiwerte wurden dabei aus der 2D-Modellierung der Flöha /2/ übernommen. Für das Gewässerbett erfolgte auf Grundlage der Vermessungsdaten und Orthophotos eine manuelle Überarbeitung. Neben den Stricklerbeiwerten sind in Tabelle 2-2 die Flächenanteile der jeweiligen Landnutzung bezogen auf das Gesamtgebiet aufgeführt. Abbildung 2-2 fasst die Landnutzung grafisch zusammen.

Für den Planzustand ist im Bereich des BW 8 (etwa Fluss-km 56+135 und 56+156) die Sohlbefestigung durch Wasserbaupflaster vorgesehen. Hier wurde ein  $k_{st}$ -Wert von  $36 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  („Flussbett – extrem glatt“) angesetzt. Ferner ist im Bereich zwischen

km 56+160 bis 56+170 ein Eingriff in die Sohle geplant. Hier wird die Sohle als Rampe (von 524,00 auf 523,50 m NHN92) ausgeführt. Zusätzlich kurzer Übergangsstrecken von jeweils etwa 4 m ist in diesem Bereich eine Steinschüttung vorgesehen. Die Struktur ist dabei ähnlich der übrigen Flusssohle, weshalb ebenfalls das Material „Flussbett – mittel bis glatt“ mit einem  $k_{st}$ -Wert von  $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  angesetzt wurde. Die Planung sieht zudem links- sowie rechtsseitig der Rampe ingenieurbologische Bauweisen (z. B. begrünte Steinschüttung, Weidenspreitlage) vor. Hierfür wurde als Material „Böschung – mittel bewachsen“ mit einem  $k_{st}$ -Wert von  $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  festgelegt.

Für den Bereich des BW 8 sind die Materialien/ Rauigkeiten für den Istzustand dem Planzustand in Plan 6 gegenübergestellt.



**Abbildung 2-2: Landnutzung Istzustand**

**Tabelle 2-2: Landnutzung mit Angabe von Flächenanteilen und Rauigkeitsbeiwerten für den Istzustand**

Landnutzung	Fläche [m²]	Fläche [%]	k <sub>St</sub> [m <sup>1/3</sup> /s]
Flussbett – mittel bis glatt	0,88	4,6	30
Flussbett – mittel bis rau	0,00	0,0	26
Böschung – gepflegt	0,34	1,7	28
Böschung - mittel bewachsen	0,15	0,8	20
Böschung – stark bewachsen	0,79	4,1	16
Uferwand - glatt	0,02	0,1	50
Uferwand – rau	0,03	0,1	40
Wald – rau	2,81	14,6	12
Gehölz – glatt	0,22	1,1	20
Grünland – glatt	1,62	8,4	24
Grünland – mittel	2,03	10,6	20
Industrie und Gewerbe	0,33	1,7	18
Siedlung	4,30	22,4	18
Siedlung, stark versiegelt – sehr glatt	0,59	3,1	24
Gebäude	1,15	6,0	-
Sport, Freizeit und Erholung	0,70	3,7	18
Straße – glatt	1,71	8,9	50
Platz – glatt	0,25	1,3	50
Unland, vegetationslose Fläche, sonstiges	1,31	6,8	16
	19,22	100	

## **3 Numerisches Strömungsmodell**

### **3.1. Verwendete Software**

Das Strömungsverhalten von Fluiden kann durch die Kontinuitätsgleichung und die Navier-Stokes-Gleichungen vollständig beschrieben werden. Eine analytische Lösung dieser Erhaltungsgleichungen ist jedoch nur in wenigen, sehr einfachen Fällen möglich. Für die Beschreibung der Abflussvorgänge in Fließgewässern bedient man sich daher häufig der zweidimensionalen numerischen Strömungssimulation.

Bei der numerischen Strömungssimulation wird das Strömungsgebiet in eine Vielzahl von diskreten Teilgebieten einfacher Geometrie (Elemente) zerlegt. Die Erhaltungsgleichungen werden für die einzelnen Elemente iterativ gelöst.

Für die vorliegende Untersuchung wurde das Modell HYDRO\_AS-2D von Dr. Nujić (Version 4.2) verwendet. Dieses Strömungsmodell wurde ursprünglich für die Simulation von Damm- und Deichbruchwellen konzipiert, kann jedoch auch für andere wasserwirtschaftliche Problemstellungen im Rahmen der Hochwassersimulation eingesetzt werden.

Die Generierung des Berechnungsnetzes erfolgte mit Hilfe des Programms Surface-water Modeling System (Version 12.2) der Firma Aquaveo. Grundlage hierfür ist die direkte Kopplung des Strömungsmodells HYDRO\_AS-2D an die Oberfläche von SMS. Dadurch ist es möglich, das Berechnungsmodell für die 2D-Simulation im SMS aufzubereiten sowie die späteren Berechnungsergebnisse wieder einzulesen, auszuwerten bzw. darzustellen.

### **3.2. Modellerstellung**

Das Berechnungsnetz wurde unter der Zielstellung, die hydraulischen Verhältnisse unter Berücksichtigung der wesentlichen topografischen Gegebenheiten abzubilden, entwickelt. Die Bruchkanten der Vermessung wurden dabei hinsichtlich ihrer hydraulischen Wirksamkeit zugunsten einer sinnvollen Netzgeometrie selektiert.

Die Festlegung der Modellgrenzen erfolgte zum einen auf Basis der Ausdehnung der übergebenen Vermessungsdaten. Zum anderen wurde die Ausdehnung des Modellgebietes so gewählt, dass alle zu untersuchenden Abflussereignisse ohne Inanspruchnahme der seitlichen Grenzen berechnet werden können.



Das eigentliche Berechnungsnetz wurde aus Dreiecks- und Vierecksmaschen gebildet. Dabei wurde das Netz im Hinblick auf eine bestmögliche Anpassung an die topografischen und hydrodynamischen Gegebenheiten in strömungsrelevanten Bereichen an die jeweilige Strömungssituation angepasst. Für die Flussschläuche bedeutete dies im SMS eine Modellierung von Vierecksmaschen, soweit es die vorliegende Vermessung zuließ. Die Erzeugung der Maschen erfolgte abschnittsweise, wobei darauf geachtet wurde, dass die Maschenkanten parallel bzw. orthogonal zur Hauptströmung verlaufen und eine über die Gewässerbreite ausreichende Elementanzahl entsprechend der Empfehlungen des Programmentwicklers modelliert wurde. Das Verhältnis von Länge zur Breite der Maschen sollte dabei in Bereichen mit normalen Strömungsverhältnissen ohne Störungen nach Möglichkeit bei maximal 3 : 1 liegen. Ferner wurden die erzeugten Viereckselemente im Sinne einer bestmöglichen Anordnung der Maschenkanten zum Strömungsvektor in den einzelnen Abschnitten, wo die zu erwartende Richtung der Hauptströmung nicht eindeutig zu erkennen war (im Bereich von Bauwerken, Abzweigen, usw.), in Dreiecke untergliedert. Für das Vorland wurde unter Berücksichtigung maßgebender Bruchkanten sowie Gebäudeumrisse ein Netz aus Dreiecken generiert.

Die ermittelten Punkte des Berechnungsnetzes wurden hinsichtlich ihrer Höhe auf das digitale Höhenmodell bzw. das ATKIS-DGM2 interpoliert. Im Anschluss erfolgten die Festlegung und Zuweisung der Rauigkeiten, die Implementierung der Bauwerke (Brücken, Wehre, Durchlässe, etc.) sowie die Definition der oberen (Zulauf) und unteren (Auslauf) Modellränder.

Das endgültige Berechnungsnetz erstreckt sich etwa von Fluss-km 55+250 bis 56+700 und besteht insgesamt aus etwa 31.000 Punkten und 52.000 Elementen. Es bildet eine Fläche von etwa 19 ha ab.

### **3.2.1. Gebäude**

Die für die Untersuchung relevanten Gebäude wurden im Modell in Lage und Form berücksichtigt. Um ein Umströmen der Gebäude zu gewährleisten, wurden diese anschließend aus dem Berechnungsnetz ausgestanzt.

### **3.2.2. Brücken**

Folgende Brücken werden in der Auswertung berücksichtigt:

- BW 8 (S 211 über die Flöha)
- ehemalige Werkszufahrt über die Flöha
- BW 10 (S 211 über den Flutgraben der Flöha)

Der Abfluss durch die Brückenbauwerke wurde zweidimensional modelliert. Die Konstruktionsunterkanten (KUK) der Brücken (Tabelle 4-1) wurde den entsprechenden Netzknoten als Attribute zugewiesen. Brückengeländer wurden als verklaust angenommen, so dass ein Überströmen der Brücken im Modell nicht möglich ist.

Brückenwiderlager und –pfeiler wurden aus dem Berechnungsnetz ausgestanzt.

### **3.2.3. Modellrandbedingungen**

- Zulauftrand  
Im Modell sind insgesamt 5 Zuläufe definiert (Abbildung 1-1). Diese sind über sogenannte nodestings senkrecht zur Fließrichtung über die Gewässerbreite berücksichtigt. Die Abflusswerte sind in Tabelle 2-1 angegeben.
- Auslauftrand  
Für den unteren Modellrand (etwa Fluss-km 55+250) ist ein Auslauf definiert. Als Auslauftyp wurde dabei das Energieliniengefälle  $I_E$  gewählt. Dieses wurde auf Grundlage des Sohlgefälles mit 5 ‰ abgeschätzt.
- Vor- und Nachlaufstrecken  
Um eine Beeinflussung der Modellränder auf die Berechnungsergebnisse im Untersuchungsgebiet weitestgehend ausschließen zu können, sollten auf Empfehlung des Programmentwicklers entsprechende Vor- und Nachlaufstrecken modelliert werden, die über das Untersuchungsgebiet hinausgehen. Die Empfehlungen des Programmentwicklers, Vorlaufstrecken von 300 m und Nachlaufstrecken von 500 m vorzusehen, sind im Berechnungsnetz berücksichtigt.



#### **3.2.4. Qualitätskontrolle**

Vor allem die Abbildung maßgeblicher Bruchkanten wurde durch den visuellen Vergleich mit den Vermessungsdaten lage- und höhenmäßig überprüft und gegebenenfalls nochmals angepasst.

Bezüglich der Netzqualität erfolgte die Erstellung des Berechnungsnetzes auf nachfolgend benannte Kriterien für die Elemente:

- minimaler Innenwinkel: 5
- maximaler Innenwinkel: 150
- angrenzende Elemente: 8
- Elementwachstum: 0,5

Infolge des maximalen Seitenverhältnisses von 3 : 1 der Vierecksmaschen im Flussschlauch wird das Elementwachstum von 0,5 beim Übergang zu den Vorlandelementen (Dreiecke) teilweise nicht eingehalten. Ein Verhältnis von 0,4 wird nur von wenigen Elementen nicht eingehalten. Insgesamt besitzt das Berechnungsnetz eine hohe Qualität.

#### **3.2.5. Modellkalibrierung**

Eine Modellkalibrierung war nicht Gegenstand der Untersuchung.

#### **3.2.6. Sensitivitätsanalyse**

Eine Sensitivitätsanalyse zur Ermittlung des Einflusses von Modellparametern auf die Berechnungsergebnisse war nicht Gegenstand der Untersuchung.

#### **3.2.7. Fehlerbetrachtung**

Die Ausgabe der Berechnungsergebnisse erfolgt zwar auf vier Nachkommastellen genau. Erfahrungswerte zeigen jedoch, dass eine Genauigkeit der Wasserspiegellagen von  $\pm 10$  cm zuzüglich der Vermessungsungenauigkeiten realistisch ist. Für die Befliegungsdaten (ATKIS-DGM2), welche im Wesentlichen die Grundlage der Außenbereiche darstellen, wird eine Genauigkeit von  $\pm 20$  cm angegeben. Die dargestellten und beschriebenen Ergebnisse stellen trotzdem immer die Auswertung der errechneten Wasserspiegellagen selbst dar. Der relative Vergleich zweier auf demselben Rechen-

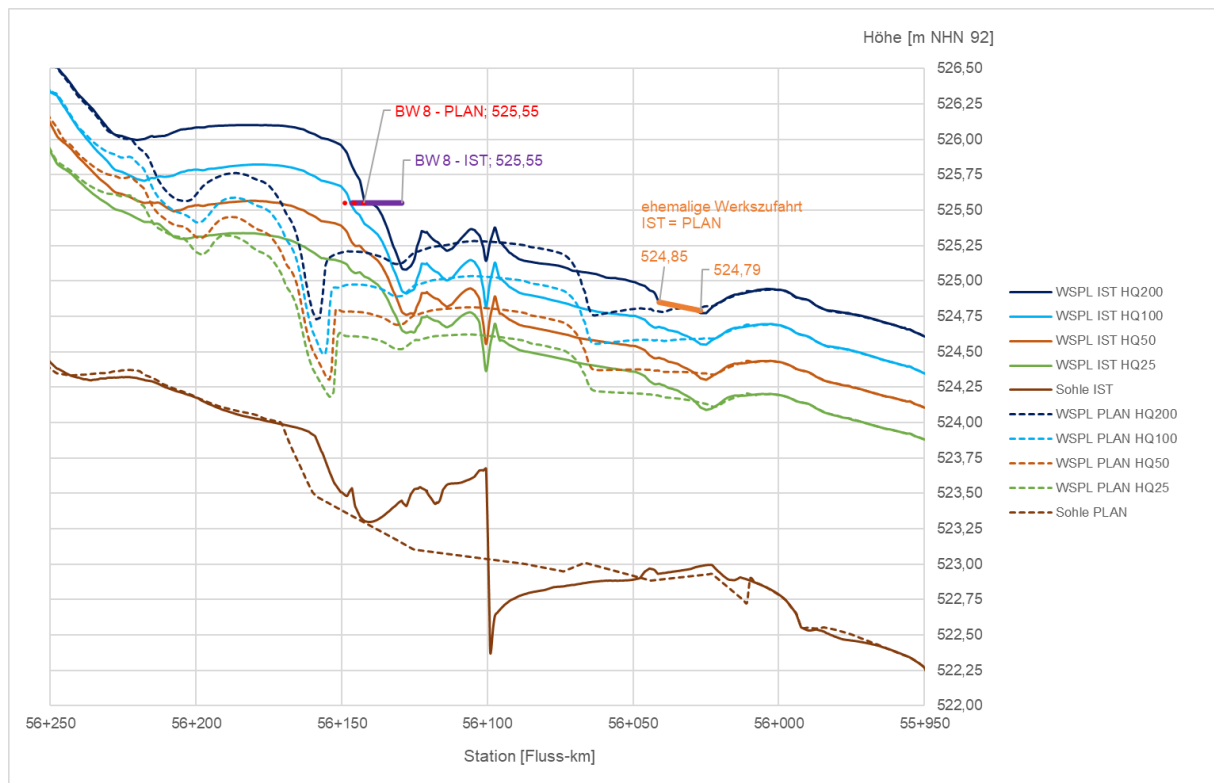
netz basierender Simulationen kann als objektiv angesehen werden, da mögliche Ungenauigkeiten in beide Berechnungen gleichermaßen eingehen. Vor allem in Bauwerksbereichen können im Gewässer hydraulische Phänomene auftreten, die mit Hilfe einer 2D-Modellierung nicht abgebildet werden können.

Neben der Modellgenauigkeit haben die Hydrologie, die Randbedingungen der Modellränder, die Rauigkeit und vor allem die Genauigkeit der Vermessungsdaten, insbesondere der Befliegungsdaten Einfluss auf die Überschwemmungsflächen.

## 4 Ergebnisse

### 4.1. Wasserspiegellagen und Freibord

Der Vergleich der Wasserspiegellagen zwischen Ist- und Planzustand wird für den relevanten Bereich in Abbildung 4-1 zusammengefasst. Ober- und unterhalb dieses Ausschnittes sind keine Abweichungen der Wasserspiegellagen zu verzeichnen. In dem Längsschnitt sind die Konstruktionsunterkanten der Brücken angegeben.



**Abbildung 4-1: Längsschnitt der Wasserspiegellagen in der Flöha**

Plan 1 beinhaltet für alle Abflussereignisse eine flächige Auswertung der Differenzen der Wasserspiegellagen zwischen Ist- und Planzustand. Ferner sind dem Plan die Überschwemmungsflächen im Untersuchungsgebiet zu entnehmen. Die Überschwemmungen sind dabei nicht auf die Baumaßnahmen zurückzuführen. Das Wasser tritt bereits bei HQ<sub>25</sub> sowohl im Ist- als auch im Planzustand rechtsseitig oberhalb des Abzweigs zum Flutgraben über die Ufer und fließt der Flöha anschließend oberhalb des BW 8 wieder zu. Die Überschwemmungsflächen im Planzustand decken sich

dabei weitestgehend mit denen des Istzustandes. Lediglich lokal sind geringe Unterschiede festzustellen. Zusätzliche Betroffenheiten sind im Planzustand nicht zu erwarten.

Die Unterschiede der Geländehöhen werden in Plan 4 aufgezeigt.

Zusätzlich zu den Brücken über die Flöha erfolgte eine Freibordauswertung für BW 10 über den Flutgraben. Für Brückenneubauten besteht die Forderung eines Mindestfreibords von 50 cm bei HQ<sub>100</sub>. Sowohl BW 8 als auch BW 10 halten diesen im Planzustand ein (Tabelle 4-1). Für die ehemalige Werkszufahrt (kein Neubau) wird der Mindestfreibord bei HQ<sub>100</sub> nicht eingehalten, eine Verbesserung zum Istzustand ist jedoch zu verzeichnen.

**Tabelle 4-1: Freibordauswertung**

Brücke	Stationierung Flöha (LTV) [Fluss-km]	KUK IST / PLAN [m NHN 92]		Ereignis	f IST / PLAN [m]	
BW 8 (S 211 über die Flöha)	56+140	525,55	525,55	HQ <sub>25</sub>	0,48	0,92
				HQ <sub>50</sub>	0,29	0,74
				HQ <sub>100</sub>	- 0,12	0,58
				HQ <sub>200</sub>	- 0,41	0,35
ehemalige Werkszufahrt über die Flöha	56+035	524,85	524,85	HQ <sub>25</sub>	0,58	0,65
				HQ <sub>50</sub>	0,39	0,48
				HQ <sub>100</sub>	0,18	0,26
				HQ <sub>200</sub>	- 0,08	0,03
BW 10 (S 211 über den Flut- graben der Flöha)	56+005	525,40	525,57	HQ <sub>25</sub>	1,20	1,32
				HQ <sub>50</sub>	0,93	1,05
				HQ <sub>100</sub>	0,62	0,74
				HQ <sub>200</sub>	0,30	0,41
keine Gefährdung (f ≥ 0,5 m) / Gefährdung (0,5 m < f ≥ 0,0 m) / Einstau (f < 0,0 m)						

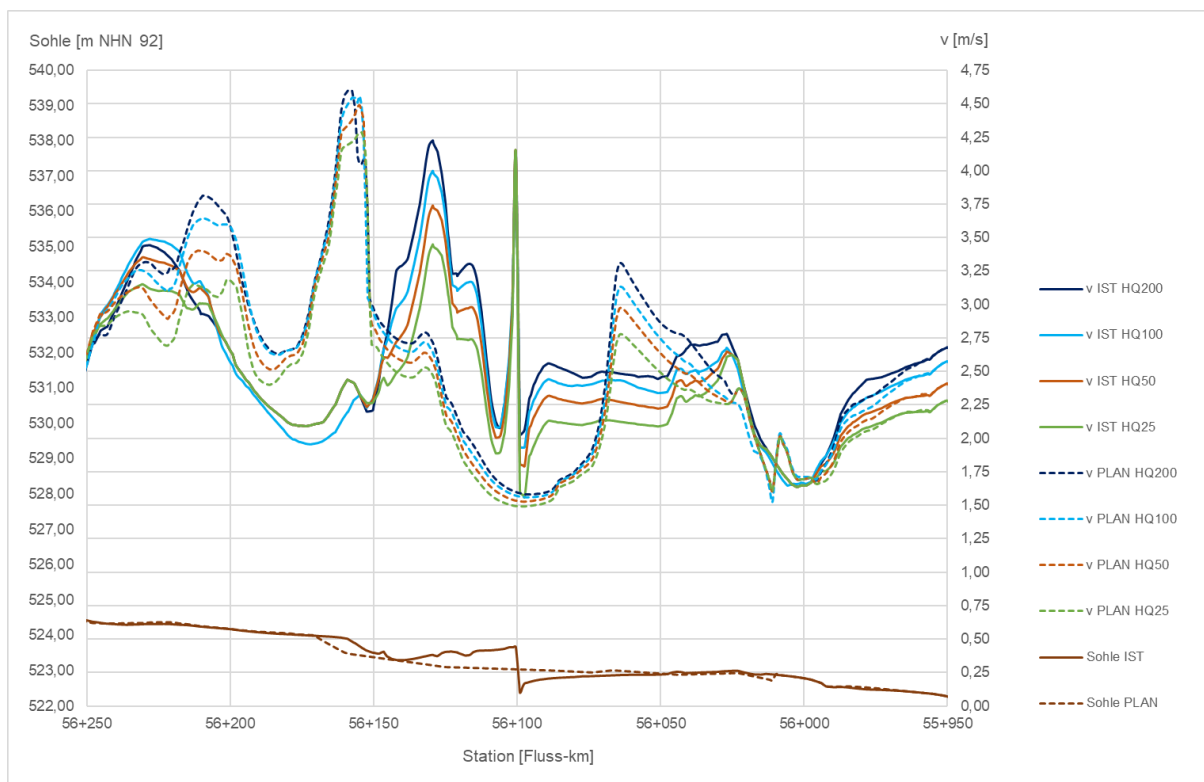
Der Flutgraben muss im Hochwasserfall ab HQ<sub>5</sub> zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund erfolgte zusätzlich die Berechnung des HQ<sub>5</sub> Planzustand. Die Wasserspiegel-lagen im Bereich des Abzweigs des Flutgrabens sind in Tabelle 4-2 aufgeführt.

**Tabelle 4-2: Wasserspiegellagen HQ<sub>5</sub> im Bereich des Abzweigs des Flutgrabens**

Punkt-Nr.	Hochwert [m]	Rechtswert [m]	WSPL HQ <sub>5</sub> [m NHN 92]
1	5616246,39	4603321,24	526,12
2	5616248,44	4603322,96	526,18
2	5616244,12	4603327,34	526,07

## 4.2. Fließgeschwindigkeiten

Die Fließgeschwindigkeiten sind im Längsschnitt in Abbildung 4-2 dargestellt. Während die größten Geschwindigkeiten ( $> 4 \text{ m/s}$ ) im Istzustand im Bereich des BW 8 (etwa Fluss-km 56+125) auftreten, sind im Planzustand, bedingt durch die Sohlanpassung, 2 Peaks stromaufwärts zu verzeichnen.



**Abbildung 4-2: Längsschnitt der Fließgeschwindigkeiten in der Flöha**

Eine flächige Auswertung der Fließgeschwindigkeiten aller Abflussereignisse für den Ist- und Planzustand findet sich in Plan 2. Plan 3 umfasst darüber hinaus die Differenzen der Fließgeschwindigkeiten zwischen Ist- und Planzustand.

### **4.3. Schubspannung**

Zur Abschätzung erforderlicher Befestigungsmaßnahmen sind die Schubspannungen für den Planzustand in den Plänen 5.1 bis 5.4 dargestellt. In den Plänen 5.1 und 5.2 sind die Schubspannungen für  $HQ_{100}$  des Ist- und Planzustandes zu sehen. Die Differenzen zwischen beiden Berechnungen zeigt Plan 5.4. Da die Schubspannungen jedoch nicht zwangsläufig mit dem Abfluss ansteigen, sondern infolge lokaler Gegebenheiten (z. B. Einstau von Brücken) variieren können, wurde für den Planzustand ferner das Schubspannungsmaximum für jeden Knoten des Berechnungsnetzes aus den 4 Abflussereignissen ermittelt (Plan 5.3).

## **5 Zusammenfassung**

Durch das Landesamt für Straßenbau und Verkehr, Niederlassung Zschopau, ist am Ortsausgang, Fahrtrichtung Olbernhau, der Ortslage Neuhausen der Ausbau der Staatsstraße S 211 geplant. Die Planung umfasst den Neubau der Überführungsbauwerke BW 8 und BW 10 über die Flöha (Gewässer I. Ordnung) sowie die Sanierung und den abschnittswisen Neubau der Uferstützmauer BW 6 entlang des Gewässers.

Die Auswirkungen der Baumaßnahmen auf die Wasserspiegellagen waren im Rahmen der Untersuchung mithilfe zweidimensionaler numerischer Berechnungen zu ermitteln und dem Istzustand gegenüberzustellen.

Durch die geplanten Baumaßnahmen sind keine Verschlechterungen gegenüber dem Istzustand zu erwarten. Für die Brückenneubauten BW 8 und BW 10 wird der geforderte Mindestfreibord von 50 cm bei HQ<sub>100</sub> eingehalten. Die Gefährdung eines Einstaus des BW 8 ist damit im Vergleich zum Istzustand erheblich gesunken. Aber auch für das BW 10 sowie die ehemalige Werkszufahrt zeigen sich niedrigere Wasserspiegel.

Die numerischen Berechnungen erfolgten durch die IWS - Institut für Wasserbau und Siedlungswasserwirtschaft GmbH (IWS) in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (HTWK).

Verfasser: M.Sc. Tilo Buschmann

aufgestellt Leipzig, den 20.04.2020

---

T. Buschmann

---

T. Sahlbach, Geschäftsführer