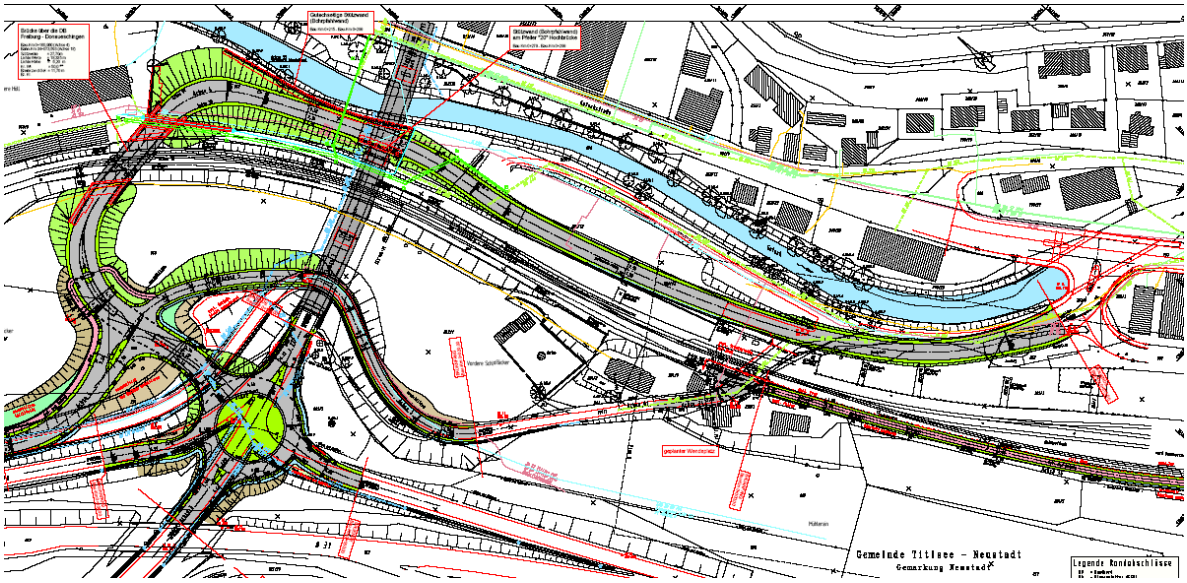
LOGO AUFTRAGGEBER / STADT TITISEE-NEUSTADT

Zweidimensionale hydraulische Berechnung der Gutach im Bereich des BV Anbindung Unterstadt

Erläuterungsbericht



Projekt-Nr. 612-1510

Juli 2011

FICHTNER
WATER & TRANSPORTATION

Versions- und Revisionsbericht

Nr.	Datum	Erstellt	Geprüft	Beschreibung
1	14.07.2011	M. Gerspacher	S. Rapp	Version 0

ppa. Dr. Andreas Clausen i. V. Matthias Wollny

Fichtner Water & Transportation GmbH

Linnéstraße 5, 79110 Freiburg
Deutschland
Telefon: +49-761-88505-0
Fax: +49-761-88505-22
E-Mail: info@fwt.fichtner.de

Copyright © by FICHTNER WATER & TRANSPORTATION GMBH

Inhaltsverzeichnis

1. Veranlassung / Aufgabenstellung 1

2. Bearbeitungsgebiet 2

3. Geplantes Straßenbauvorhaben Anbindung Unterstadt 4

4. Hydrologie 6

5. Hydrologie 8

5.1 Software 8

5.2 Hydraulisches Modell der Gutach 8

5.2.1 Ausdehnung und Auflösung 8

5.2.2 Festlegung der Modellrauigkeiten 10

5.2.3 Modelltopographie 11

5.3 Berechnungsläufe 14

6. Berechnungsergebnisse 15

6.1 Bestandssituation 16

6.1.1 HQ_{100} 16

6.1.2 HQ_{50} 21

6.2 Planzustand 25

6.2.1 HQ_{100} 25

6.2.2 HQ_{50} 29

7. Zusammenfassung 32

Abbildungen

Abb. 2-1: Geografische Lage Titisee-Neustadt ... 2

Abb. 2-2: Lage BV Unterstadt im Stadtgebiet Titisee-Neustadt mit Planung der Umgestaltung Neustadt-Mitte (schwarz), Gutach (blau) und Bahntrasse (orange) ... 3

Abb. 3-1: Übersicht BV Anbindung Unterstadt ... 4

Abb. 4-1: Stammdaten und Hauptzahlen Pegel Neustadt ... 6

Abb. 5-1: Ausdehnung des gesamten hydraulischen Modells (grün) und des südlichen Teilbereichs der für die hydraulische Betrachtung des BV Anbindung Unterstadt herangezogen wird. ... 9

Abb. 5-2: Berechnungsgitter des hydraulischen 2D-Modells ... 9

Abb. 5-3: Flächen mit unterschiedlicher Landnutzung im hydraulischen 2D-Modell ... 10

Abb. 5-4: Landnutzungstypen und Rauhigkeitsbeiwerte im hydraulischen 2D-Modell ... 12

Abb. 5-5: Modelltopografie im Bereich der geplanten Anbindungsstraße, Ansicht von unterstrom ... 13

Abb. 5-6: Modelltopografie im Bereich der geplanten Anbindungsstraße, Ansicht von oberstrom ... 13

Abb. 6-1: Lage der Beobachtungsquerprofile zur Diskussion der Berechnungsergebnisse ... 15

Abb. 6-2: Tiefendifferenzierte Darstellung der Berechnungsergebnisse der Bestandssituation bei HQ_{100} ... 16

Abb. 6-3: Darstellung der Berechnungsergebnisse der Bestandssituation bei HQ_{100} im Querprofil 6 auf Höhe des Bauhofgeländes ... 17

Abb. 6-4: Längsschnitt der Berechnungsergebnisse der Bestandssituation bei HQ_{100} im Bereich der Zufahrtsbrücke zum Bauhofgelände ... 17

Abb. 6-5: Querschnitt der Berechnungsergebnisse der Bestandssituation bei HQ_{100} im Einlaufbereich der Zufahrtsbrücke zum Bauhofgelände ... 18

Abb. 6-6: Fliesswege in der Bestandssituation bei HQ_{100} im Bereich der geplanten Straßenbaumaßnahme (grün) ... 19

Abb. 6-7: Tiefendifferenzierte Darstellung der Berechnungsergebnisse der Bestandssituation bei HQ_{100}, Fließtiefen ≥ 0,10 m ... 20

Abb. 6-8: Tiefendifferenzierte Darstellung der Berechnungsergebnisse der Bestandssituation bei HQ_{50} ... 21

Abb. 6-9: Längsschnitt der Berechnungsergebnisse der Bestandssituation bei HQ_{50} im Bereich der Zufahrtsbrücke zum Bauhofgelände 22

Abb. 6-10: Querschnitt der Berechnungsergebnisse der Bestandssituation bei HQ_{50} im Einlaufbereich der Zufahrtsbrücke zum Bauhofgelände 22

Abb. 6-11: Querschnitt der Berechnungsergebnisse der Bestandssituation bei HQ_{50} in Querprofil 2 und Querprofil 4 23

Abb. 6-12: Tiefendifferenzierte Darstellung der Berechnungsergebnisse des Planzustands bei HQ_{100} mit Vergleich zu den Überschwemmungsflächen der Bestandssituation (türkis)..... 25

Abb. 6-13: Querschnitt der Berechnungsergebnisse des Planzustands bei HQ_{100} im Einlaufbereich der Zufahrtsbrücke zum Bauhofgelände 26

Abb. 6-14: Ergebnisse der Freibordbetrachtung bei HQ_{100} 28

Abb. 6-15: Tiefendifferenzierte Darstellung der Berechnungsergebnisse des Planzustands bei HQ_{50}..... 29

Abb. 6-16: Querschnitt der Berechnungsergebnisse des Planzustands bei HQ_{50} im Einlaufbereich der Zufahrtsbrücke zum Bauhofgelände 30

Abb. 6-17: Ergebnisse der Freibordbetrachtung bei HQ_{50} 31

Tabellen

Tab. 5-1: Landnutzungstypen und Rauhigkeitsbeiwerte im hydraulischen 2D-Modell 11

Anlagen

Anlage 1 Planunterlagen

Anlage 1.1 Lageplan Berechnungsergebnisse Planzustand HQ_{100}

Anlage 1.2 Lageplan Berechnungsergebnisse Planzustand HQ_{50}

Anlage 2 Wasserspiegelquer- und Wasserspiegellängsschnitte

Anlage 2.1 HQ_{100}

Anlage 2.2 HQ_{50}

Abkürzungen

FWT	Fichtner Water & Transportation GmbH
LRA BH	Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald
RPF	Regierungspräsidium Freiburg
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
GIS	Geografische Informationssystem
HWGK	Hochwassergefahrenkarten
DGM	Digitales Geländemodell
LGL	Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

Quellenverzeichnis

[1] Straßenplanung: „Neue Überführung Zufahrt Neustadt Mitte / Anbindung Unterstadt bei Bahn-km 34.075“, Ingenieurbüro Vögele & Riepen GbR, Entwurfsplanung, Vorabzug 26. Juli 2010

[2] Planung Bohrpfahlwand: „BW3, Gutachseitige Stützwand bei Bau-km 0+215 bis 0+299,5“, Weiß Ingenieure GmbH beratende Ingenieure VBI, Entwurfsplanung, 15.09.2010

[3] Planung zum „Neubau RÜB Untere Höll“, Hunziker Betatech GmbH, 05.04.2011

[4] Vermessung der Hochwassergefahrenkarten im bereich Titisee-Neustadt, ISTW Planungsgesellschaft mbH, 29.01.2011

[5] Laserscanbefliegung des LGL, 2011

[6] Terrestrische Vermessung des Bereichs Anbindung Unterstadt, Vermessungsbüro Mandolla & Gilbert, 17.05.2011

1. VERANLASSUNG / AUFGABENSTELLUNG

Die Gemeinde Titisee-Neustadt beabsichtigt die Anschlußstelle Neustadt-Mitte der B31 umzugestalten.

Zur Anbindung der Unterstadt der Gemeinde Titisee wird zukünftig eine Straßenverbindung von der neu gestalteten Anschlussstelle Neustadt Mitte auf der Südseite der Gutach zwischen Bahntrasse und Gewässer zum Stadtteil Unterstadt hin verlaufen. Auf Grund der unmittelbaren Gewässernähe dieser in Dammlage befindlichen Straßenverbindung wird der Straßendamm bereichsweise durch eine Bohrpfahlwand zum Gewässer hin abgefangen. Da die in Dammlage befindliche Straßenverbindung zwischen der neuen Anschlussstelle Neustadt Mitte und dem Stadtgebiet Unterstadt im Bereich der Hochbrücke in der Talaue liegt und derzeitige Wiesenflächen in Anspruch nehmen wird, wurde durch das LRA BH ein hydraulischer Nachweis gefordert, dass durch die geplante Baumaßnahme keine Verschlechterung der Hochwassersituation infolge eines Rückstaus oder dem Verlust von Retentionsflächen resultiert.

Des Weiteren ist zu klären, ob der vorgesehene Standort für das in Planung befindliche RÜB „Untere Höll“ im fünfzig- und hundertjährlichen Hochwasserfall von Ausuferungen betroffen ist und dementsprechende Sicherungsmaßnahmen zum Schutz des RÜB vorgesehen werden müssen.

Zur Klärung dieser Fragestellungen wurde die Fichtner Water & Transportation GmbH mit Schreiben vom 25.02.2011 durch die Stadt Titisee-Neustadt beauftragt, im Bereich der geplanten Straßenbaumaßnahme eine zweidimensionale hydrodynamisch-numerische (HN) Berechnung der Gutach für den fünfzig- und den hundertjährlichen Hochwasserfall durchzuführen.

2. BEARBEITUNGSGEBIET

Die rund 12.000 Einwohner zählende Stadt Titisee-Neustadt liegt etwa 35 km westlich von Freiburg im Breisgau im Naturpark Südschwarzwald östlich des Feldbergs.

Der Ortsteil Titisee liegt am Nordufer des gleichnamigen Titisees, der Ortsteil Neustadt liegt rund fünf Kilometer östlich davon. Das Stadtgebiet befindet sich auf einer Höhe von 780 m ü. NN bis 1192 m ü. NN.

Titisee-Neustadt liegt an der B 31, der B 317 und der B 500, die L 156 führt durch das Stadtgebiet.

Die Lage der Gemeinde Titisee-Neustadt ist in Abbildung 2-1 rot markiert.

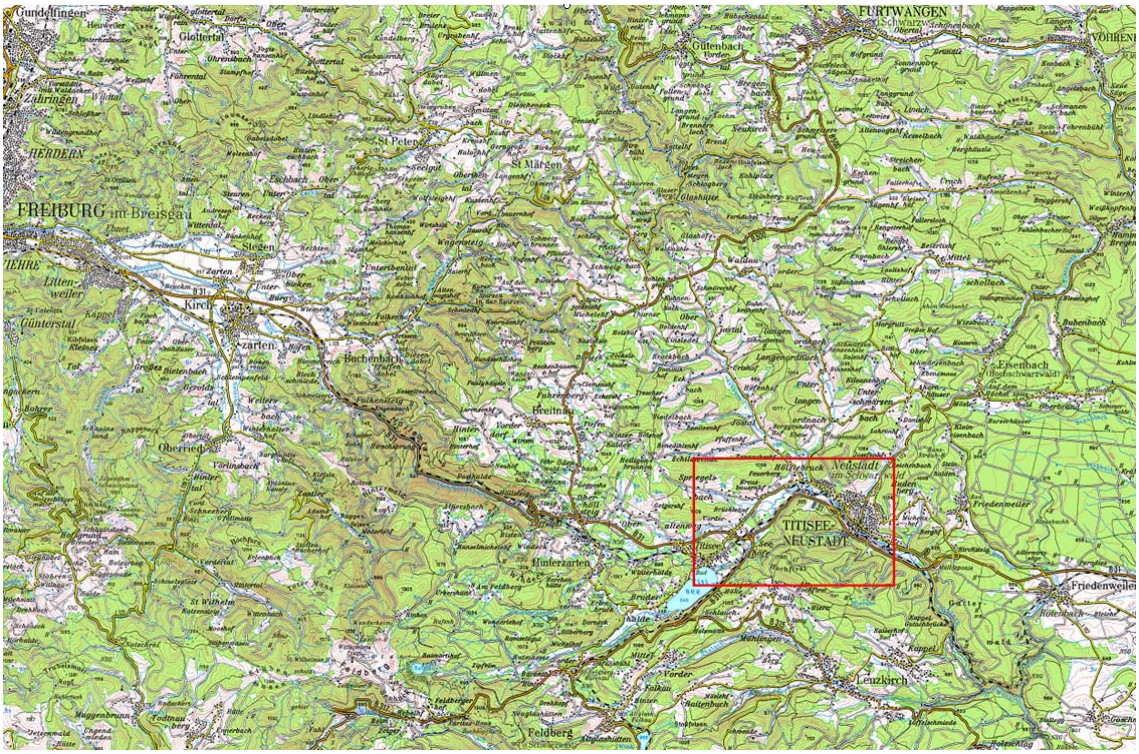


Abb. 2-1: Geografische Lage Titisee-Neustadt

Die geplante Straßenbaumaßnahme befindet sich im Bereich der Anschlussstelle Neustadt-Mitte der B 31 (siehe Abbildung 2-2). Von der Anschlussstelle der B 31 führt derzeit eine Hochbrücke über das Gutachtal zur Hauptstraße. Nordwestlich der Anschlussstelle Neustadt Mitte verläuft der Schwarzenbachweg parallel zur B31, führt im Bereich der Hochbrücke zur Gutach hinunter und bindet dort an die Gutachtalstraße an.

Wie in Abbildung 2-2 zu erkennen ist, verläuft die Gutach unmittelbar linksseitig der geplanten Straßenbaumaßnahme Unterstadt. Die von der Gutachstraße ausgehende Anbindungsstraße zwischen der umgestalteten Anschlussstelle Neustadt Mitte und dem Stadtteil Unterstadt verläuft in der Talaue zwischen dem Gewässer und der Bahntrasse.

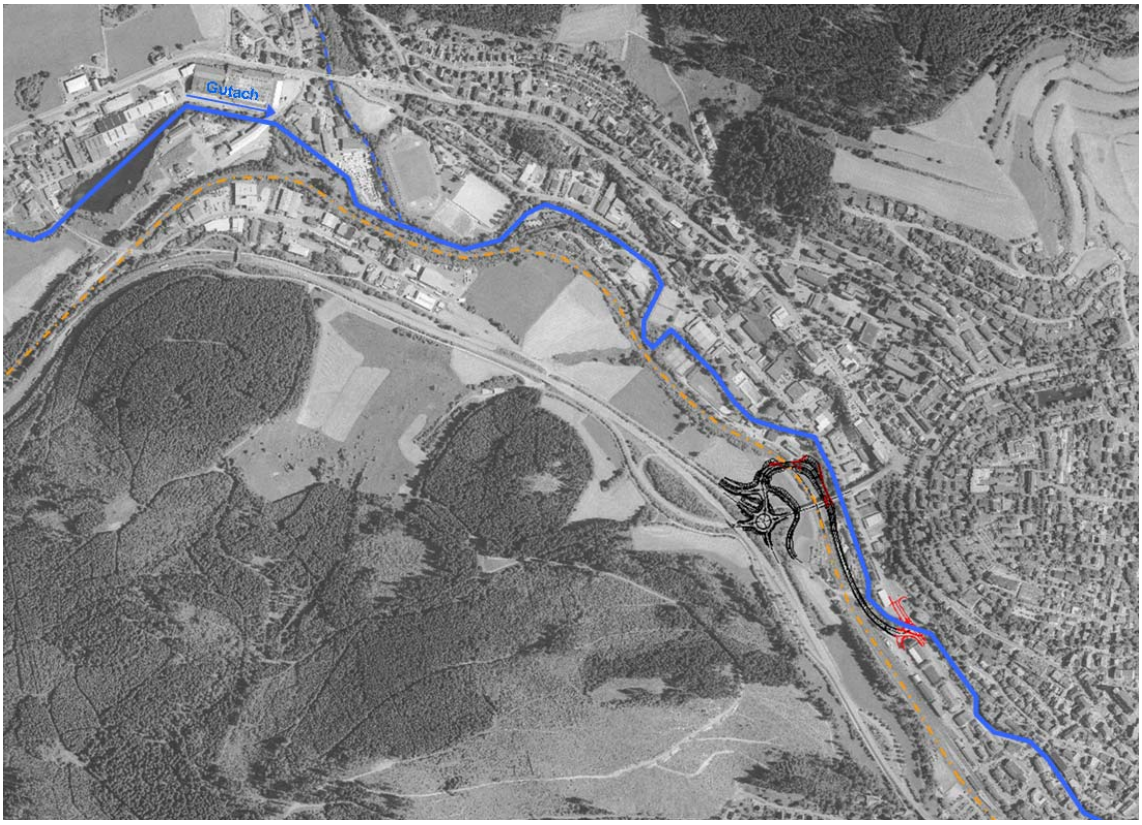


Abb. 2-2: Lage BV Unterstadt im Stadtgebiet Titisee-Neustadt mit Planung der Umgestaltung Neustadt-Mitte (schwarz), Gutach (blau) und Bahntrasse (orange)

Nach oberstrom schließt am rechten Ufer der Bauhof der Stadt Titisee-Neustadt an die geplante Straßenbaumaßnahme an.

3. GEPLANTES STRAßENBAUVORHABEN ANBINDUNG UNTERSTADT

Im Zuge des Straßenbauvorhabens Anbindung Unterstadt soll die Anschlussstelle Neustadt-Mitte zur B 31 umgestaltet werden und eine weiterführende Anbindung des Stadtbereichs Unterstadt an die Anschlussstelle erfolgen.

Abbildung 3-1 zeigt eine Übersicht über die geplante Straßenbaumaßnahme Anbindung Unterstadt.

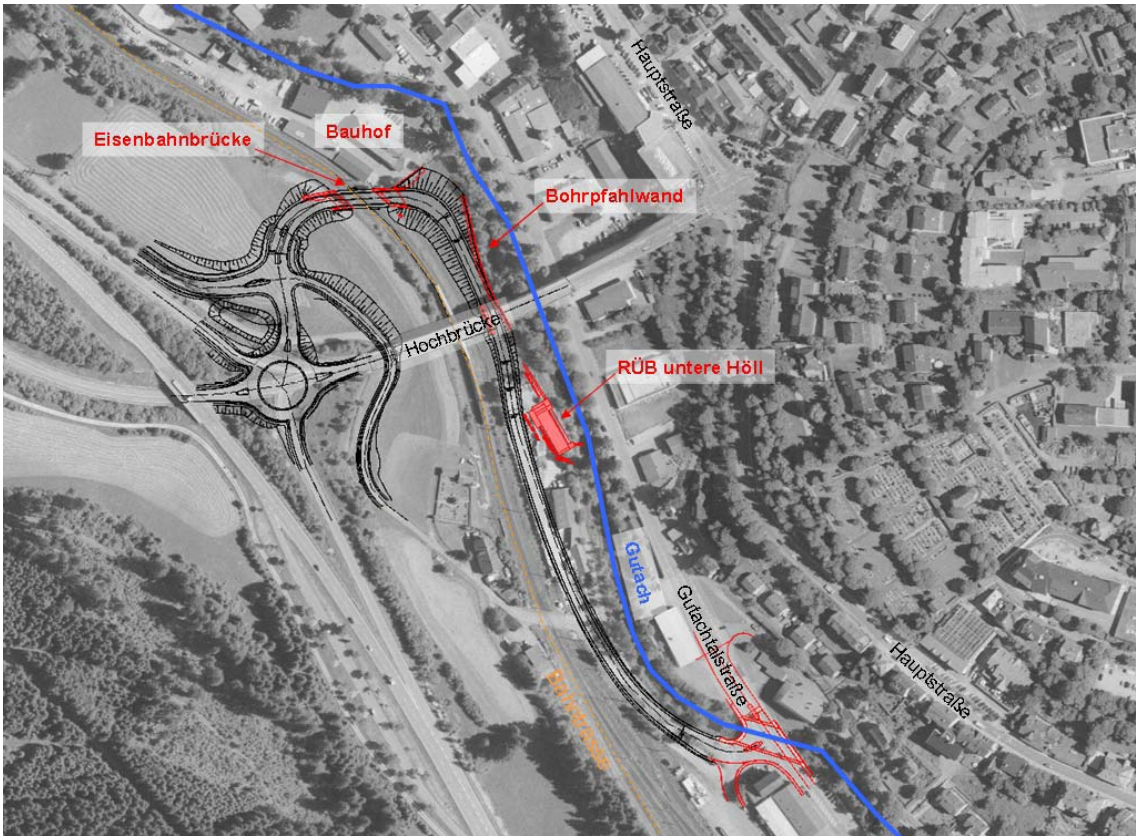


Abb. 3-1: Übersicht BV Anbindung Unterstadt

Vom neu gestalteten Kreisverkehr an der Anschlussstelle Neustadt Mitte verläuft die Straße zur neuen Anbindung des Stadtbereichs Unterstadt zunächst etwa 70 m in nördlicher Richtung, um an einer Kreuzung an den bestehenden Schwarzenbachweg anzuschließen. Nach weiteren rund 40 m in nördlicher Richtung biegt die Trasse der neuen Anbindungsstraße rechtwinklig nach Osten ab um mittels eines Brückenbauwerks die Bahntrasse zu überqueren. Unmittelbar nach der Bahnbrücke befindet sich die geplante Straße mit einer Höhenkote von rund 820,00 m ü. NN in etwa 10 m über dem Geländeniveau des angrenzenden Bauhofs. Zum Bauhof hin wird der Straßendamm der neuen Anbindungsstraße durch eine Stützwand abgefangen. Nach Überquerung der Bahntrasse verläuft die neue Anbindungsstraße zur Unterstadt am südlichen Ende des Bauhofs über etwa 30 m in westlicher Richtung auf die Gutach zu, um sich dann im Bereich der südlich des Bauhofs gelegenen Wiesenfläche in etwa parallel zum Gewässer nach Süden hin auszurichten. Aufgrund der Höhendifferenz zwischen Straßentrasse und Urgelände und der unmittelbaren Nähe zum Gewässer wird die gewässerseitige Böschung des Straßendamms ab ca. 30 m unterstrom des Bauhofs mit-

tels einer Bohrpfahlwand abgefangen. So wird sichergestellt, dass das abflusswirksame Gewässerprofil des eigentlichen Flussschlauchs der Gutach von der Maßnahme unbeeinflusst bleibt. Die Bohrpfahlwand erstreckt sich entlang der rechten Böschungsoberkante des Gewässerprofils über eine Länge von rund 90 m. Planunterlagen zur geplanten Bohrpfahlwand befinden sich in Anlage 2.

Etwa 100 m unterstrom des Bauhofgeländes unterquert die geplante Anbindungsstraße die Hochbrücke. Im Bereich eines Brückenpfeilers der Hochbrücke wird der Straßendamm auf der Gewässer abgewandten Seite durch eine Stützwand abgefangen. Im Bereich der Hochbrücke liegt die Trasse der Anbindungsstraße mit rund 811,50 m ü. NN noch etwa 3-4 m über dem Niveau des Urgeländes.

Ungefähr 55 m unterstrom der Hochbrücke ist zwischen der Anbindungsstraße und der Gutach das RÜB „Untere Höll“ geplant. Im weiteren Verlauf unterstrom der Hochbrücke fällt die Anbindungsstraße weiterhin und erreicht etwa auf Höhe des RÜB „Untere Höll“ das Niveau des Urgeländes. Im weiteren Verlauf mündet nach etwas 140 m das südöstliche Ende des Schwarzenbachwegs in die Anbindungsstraße ein. Ab dort folgt diese der Trasse des Schwarzenbachwegs um nach weiteren 150 m an die bestehende Brücke und die Gutachstraße anzubinden.

4. HYDROLOGIE

Der Seebach fließt vom Feldberg kommend aus südwestlicher Richtung in den Titisee. Nachdem der Bach den Titisee an dessen nordöstlichem Ufer wieder verlassen hat, heißt er Gutach. Nach Passieren des Stadtteils Titisee münden das Altenwegbächle und der Spriegelbach in die Gutach. Am westlichen Ortseingang zum Stadtteil Neustadt mündet außerdem der Zusammenfluss aus Joosbach und Langenordnach in die Gutach. Im Bereich des Stadtteils Neustadt, den die Gutach von Nordwest nach Südost durchfließt, münden zudem Reichenbach, Langenbach, Schmiedsbach, Lochenbach, Schwarzenbach und Wittenbach in die Gutach ein. Etwa 5 km südöstlich des Stadtgebiets Titisee-Neustadt bildet die Gutach nach Zusammenfluss mit der Haslach auf Höhe der Gemeinde Lenzkirch die Wutach. Gemäß Regionalisierung der LUBW beträgt der hundertjährliche Hochwasserabfluss am Gutachpegel in Neustadt HQ_{100} = 72,99 m³/s. Am Pegel Neustadt entwässert die Gutach gemäß Angaben der LUBW eine Fläche von 101,73 km². Laut Aussage des RPF existiert der Gutachpegel in Neustadt allerdings seit dem 31.10.1983 nicht mehr. Gemäß LUBW-Regionalisierung beträgt der Mittelwasserabfluss am Pegel Neustadt MQ = 2,419 m³/s, der mittlere Niedrigwasserabfluss beträgt MNQ = 0,448 m³/s.

Abfluss-Kennwerte in Baden-Württemberg LUBW

Pegel IWG

Datenstand: 03/2007

360 Neustadt im Schw. / Gutach

Stammdaten

Lfd.Nr.	156
Gewässer	Gutach
Hauptgewässer	Wutach
Flussgebiet	Hochrhein
Messnetz	aufgehoben
RP	Freiburg / DS Bad Säckingen
Lage ob. Mü. [km]	70.42
Flussufer	re.
PNP [m+NN]	798.99
Rechtswert	3440984
Hochwert	5308634
Vorgänger	-

Gebiets-Kenngrößen

A_{EO} [km²]	101.73
S [%]	3.0
W [%]	60.1
I_g [%]	1.20
L [km]	20.70
L_c [km]	3.38
N_G [mm]	1487
LF [-]	63.3

HQ-Kennwerte

	Abfluss [m³/s]	Spende [m³/s·km²]
HHQ (1945)	59.29	-
MHQ / MHq	30.62	0.301
HQ_2 / Hq_2	28.33	0.278
HQ_5 / Hq_5	39.42	0.388
HQ_{10} / Hq_{10}	47.09	0.463
HQ_{20} / Hq_{20}	54.70	0.538
HQ_{50} / Hq_{50}	64.95	0.638
HQ_{100} / Hq_{100}	72.99	0.717
HQ_T aus:		Regionalisierung

Bemerkung Überleitungen z. Schluchsee ab 1933 (Seeb.-Hangabl.)

Abb. 4-1: Stammdaten und Hauptzahlen Pegel Neustadt

Für die zweidimensionale Berechnung der Gutach wurden der HQ_{100} = 72,99 m³/s und der HQ_{50} = 64,95 m³/s verwendet. Der Abfluss wurde im Modell über eine Berechnungsdauer von 90 Minuten stationär angesetzt. Diese Betrachtung liegt für die Ermittlung von Überschwemmungsflächen und Fließtiefen auf der sicheren Seite.

Im Bereich des oberstrom gelegenen Wohngebiets Obstgarten erfolgt eine Wasserentnahme für das Wasserkraftwerk Neustadt der Energiedienst AG. Die Wiedereinleitung der Entnahmemenge von 2 m³/s in die Gutach erfolgt unterhalb der Gutachbrücke. Da das Kraftwerk nach Aussage der Energiedienst AG auch bei Hochwasser betrieben wird, wurde im hydraulischen Modell am Einlauf in die Druckleitung im Gebiet Obstgarten eine Senke eingebaut welche die Ausbauwassermenge von 2 m³/s entnimmt.

5. HYDRAULISCHES MODELL

5.1 Software

Zur Untersuchung der Hochwassersituation im Bereich der geplanten Straßenbaumaßname „Anbindung Unterstadt“ in Titisee-Neustadt, wurde ein zweidimensionales hydrodynamisches Modell erstellt. Hierfür wurden die Programme SMS (Surface Modelling System, Version 10.1) und Basement (Version 2.0.1) verwendet.

Während das Programm SMS für die Generierung des Berechnungsgitters (Preprocessing) sowie zur Darstellung der Resultate (Postprocessing) genutzt wird, löst das Programm Basement der ETH Zürich die mathematischen Gleichungen der eigentlichen Strömungsvorgänge (Processing).

5.2 Hydraulisches Modell der Gutach

5.2.1 Ausdehnung und Auflösung

Da neben der hydraulischen Fragestellung im Bereich BV Anbindung Unterstadt zeitgleich auch eine hydraulische Betrachtung des oberstrom gelegenen Erschließungsgebiets Obstgarten erfolgen sollte, wurde ein Gesamtmodell für beide Bereiche erstellt. Durch die Verknüpfung zweier benachbarter Modellbereiche können die Einflüsse der Modellränder an denen hydraulische Randbedingungen zu definieren sind minimiert werden.

Das Gesamtmodell erstreckt sich vom Sportgelände ca. 200 m oberstrom der Wehranlage am Anfang des Wohngebiets auf der Insel über einen Gewässerabschnitt von rund 1,85 km bis kurz unterhalb der Wasserkraftanlage der Energiedienst AG gegenüber des Feuerwehrhauses. Die Trennung der beiden Teilbereiche erfolgt zwischen dem Gelände des Tennissportvereins und dem Schwimmbad. Der obere Bereich, der zur Beantwortung der hydraulischen Fragestellungen im Bereich des Erschließungsgebiets Obstgarten betrachtet wird, hat eine Länge von etwa 875 m. Der untere Teilbereich, der zur Beantwortung der hydraulischen Fragestellungen im Bereich BV Anbindung Unterstadt betrachtet wird, umfasst einen Gewässerabschnitt von rund 975 m.

Die Ausdehnung des gesamten Modellbereichs sowie der beiden Teilbereiche ist in Abbildung 5-1 dargestellt. Grüne Polygone innerhalb der Modellgrenzen sind Gebäude die aus dem hydraulischen Modell „ausgestanzt“ wurden.

Abb. 5-1: Ausdehnung des gesamten hydraulischen Modells (grün) und des südlichen Teilbereichs der für die hydraulische Betrachtung des BV Anbindung Unterstadt herangezogen wird.

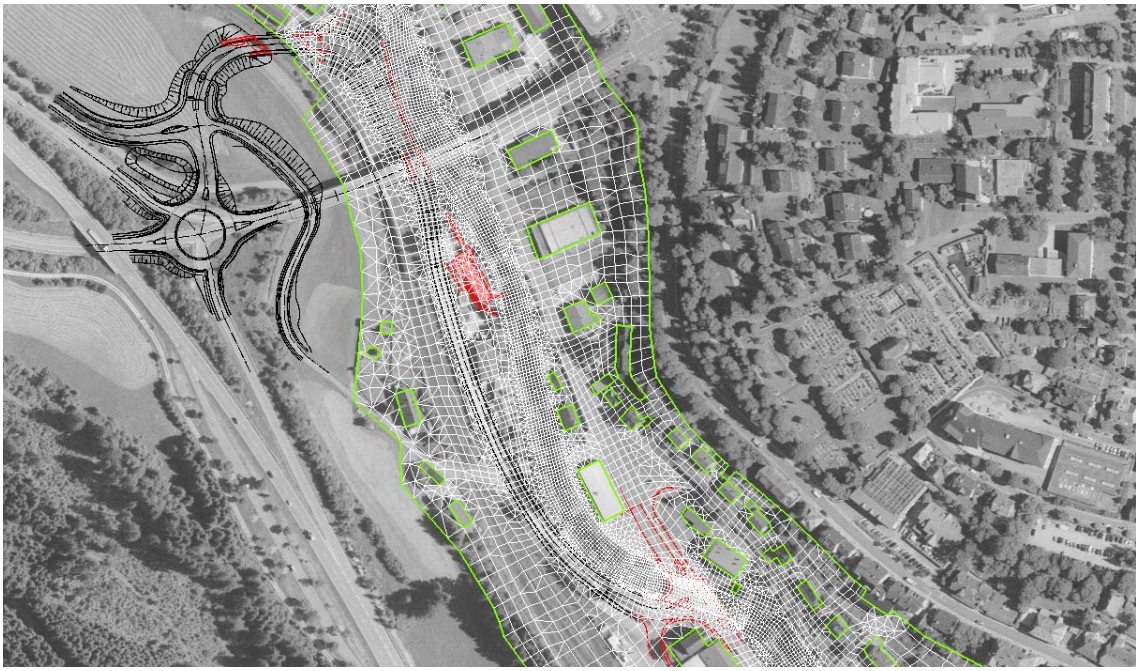


Abb. 5-2: Berechnungsgitter des hydraulischen 2D-Modells

Die laterale Ausdehnung des Berechnungsgitters wurde so gewählt, dass die im hundertjährlichen Hochwasserfall zu erwartenden Ausuferungen vollständig innerhalb der Modellgrenzen abgebildet werden können. Das Berechnungsgitter des gesamten hydraulischen Modells umfasst 27.385 Zellen und 21.940 Knoten. Die räumliche Auflösung des Berechnungsgitters wurde im Bereich des Gewässers und komplexer geometrischer Strukturen hoch gewählt und nimmt zu den Randbereichen des Modells hin ab. Abbildung 5-2 zeigt deutlich die erhöhte Diskretisierung des Berechnungsgitters im Bereich des Gewässers.

5.2.2 Festlegung der Modellrauigkeiten

Bei der Erstellung des Berechnungsgitters wurden die unterschiedlichen Landnutzungsformen anhand der digitalen Orthobilder in das Modell integriert. Es wurden insgesamt 13 unterschiedliche Landnutzungstypen definiert. Eine Übersicht über die Zuweisung der Landnutzung im hydraulischen Modell gibt Abbildung 5-3.

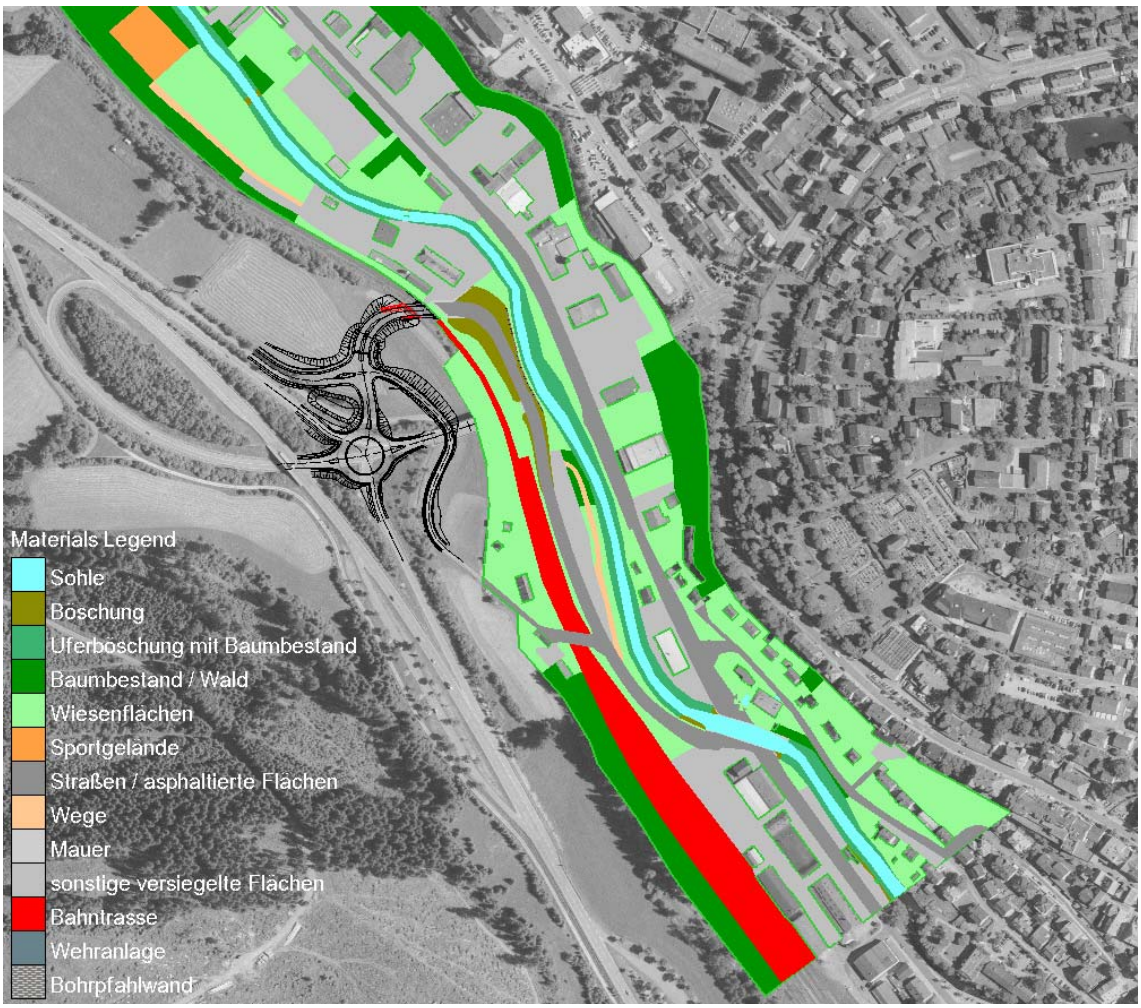


Abb. 5-3: Flächen mit unterschiedlicher Landnutzung im hydraulischen 2D-Modell

Den unterschiedlichen Landnutzungsformen wurden in der Berechnungssoftware verschiedene hydraulische Eigenschaften / Oberflächenrauhigkeiten zugewiesen.

Da zur Kalibrierung des Modells keine Eichmarken, Geschwemmsellinien oder ähnliches zur Verfügung standen, wurden die Rauigkeitsbeiwerte in einer Sensitivitätsanalyse innerhalb plausibler Werte variiert und darauf hin festgelegt. Tabelle 5-1 gibt einen Überblick über die Rauigkeitsbeiwerte, welche den unterschiedlichen Landnutzungstypen im hydraulischen Modell zugewiesen wurden.

Nr.	Landnutzung	Rauhigkeitsbeiwert k_{ST} [$m^{1/3}/s$]
1	Sohle	30
2	Böschung	40
3	Uferböschung mit Baumbestand	15
4	Baumbestand / Wald	12
5	Wiesenflächen	35
6	Sportgelände	45
7	Straßen / asphaltierte Flächen	50
8	Wege	45
9	Mauern	50
10	sonstige versiegelte Flächen	45
11	Bahntrasse	40
12	Wehranlage	35
13	Bohrpfahlwand	50

Tab. 5-1: Landnutzungstypen und Rauhigkeitsbeiwerte im hydraulischen 2D-Modell

5.2.3 Modelltopographie

Dem Berechnungsgitter werden in einem zweiten Bearbeitungsschritt Höhen zugewiesen. Die Höheninformationen entstammen der Gewässervermessung der HWGK und den Überfliegungsdaten des LGL. Da die terrestrische Bestandsvermessung des Büro Mandolla & Gilbert im Bereich der geplanten Straßenbaumaßnahme erst zu einem späten Bearbeitungszeitpunkt zur Verfügung stand, konnten diese Daten bei der Höhenzuweisung des Berechnungsgitters nicht berücksichtigt werden. Ein nachträglich durchgeführter Abgleich des Berechnungsgitters der Bestandssituation mit den terrestrischen Vermessungsdaten des Büro Mandolla & Gilbert ergab eine gute Übereinstimmung der Höheninformationen beider Datensätze.

Die Überfliegungsdaten weisen mit einem Raster von 1 m x 1 m eine hohe Punktdichte auf, besitzen jedoch insbesondere im Bereich von Fließgewässern eine gewisse Ungenauigkeit. Aus diesem Grund wurden die Befliegungsdaten des LGL mit Gewässerquerprofilen der HWGK-Vermessung ergänzt. In einem ersten Schritt wurde hierzu der Flussschlauch anhand der Orthobilder und der Gewässerquerprofile

digitalisiert. Im Bereich des Flussschlauchs wurde dann im GIS über ein DGM ein hoch aufgelöster, unregelmäßiger Vektordatensatz generiert, welcher auf den Informationen der terrestrischen HWGK-Vermessungen basiert. Der Vektordatensatz des Flussschlauchs kann im GIS so generiert werden, dass die einzelnen Punkte eine dem Knoten des Berechnungsgitters identische Position erhalten. Dieser Vektordatensatz des Gewässerschlauchs wurde anschließend mit dem Datensatz der LUBW Befliegungsdaten geeint, wobei die Befliegungsdaten im Bereich des Flussschlauchs vollständig durch terrestrische Vermessungsdaten ersetzt wurden. Das Resultat besteht in einem flächendeckenden Vektordatensatz, welcher die Höhenverhältnisse des gesamten Untersuchungsgebiets realistisch wiedergibt. Die maximale Höhe des Berechnungsgitters beträgt 833,65 m ü. NN, die minimale Höhe beträgt 801,80 m ü. NN.

In einem weiteren Schritt werden die Höhen des flächendeckenden Vektordatensatzes mittels Interpolation (nearest neighbour) auf die Knoten des Berechnungsgitters übertragen. Die resultierende Höhenverteilung innerhalb des Modellgebiets (Bestandssituation) ist in Abbildung 5-4 für den Bereich des geplanten Straßenbaumaßnahme farblich dargestellt.

Abschließend wird ein Berechnungsgitter des Planzustands hergestellt, indem die Höheninformationen aus der Planung des Straßenbauvorhabens Unterstadt in die Geometrie des Bestandsgitters eingearbeitet werden.

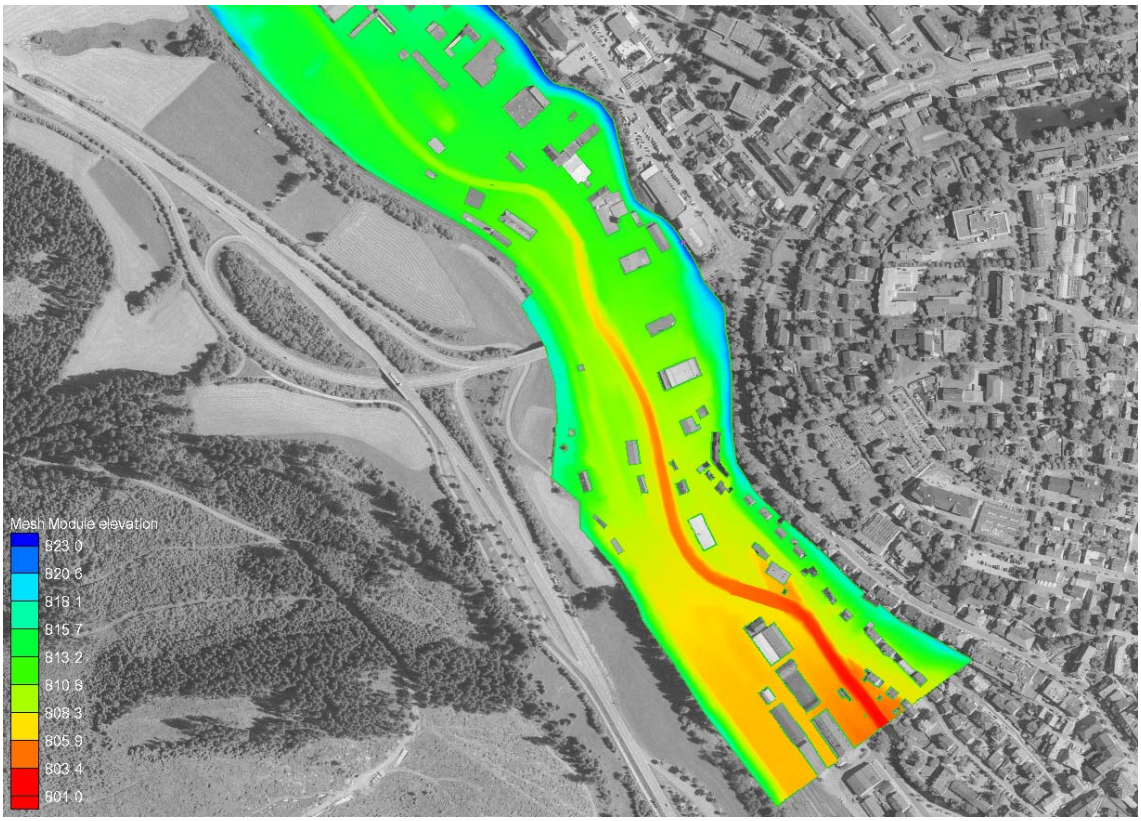


Abb. 5-4: Landnutzungstypen und Rauhigkeitsbeiwerte im hydraulischen 2D-Modell

Die resultierende Modelltopografie im Bereich der Straßenbaumaßnahme Anbindung Unterstadt ist in Abbildung 5-5 und Abbildung 5-6 dreidimensional dargestellt.

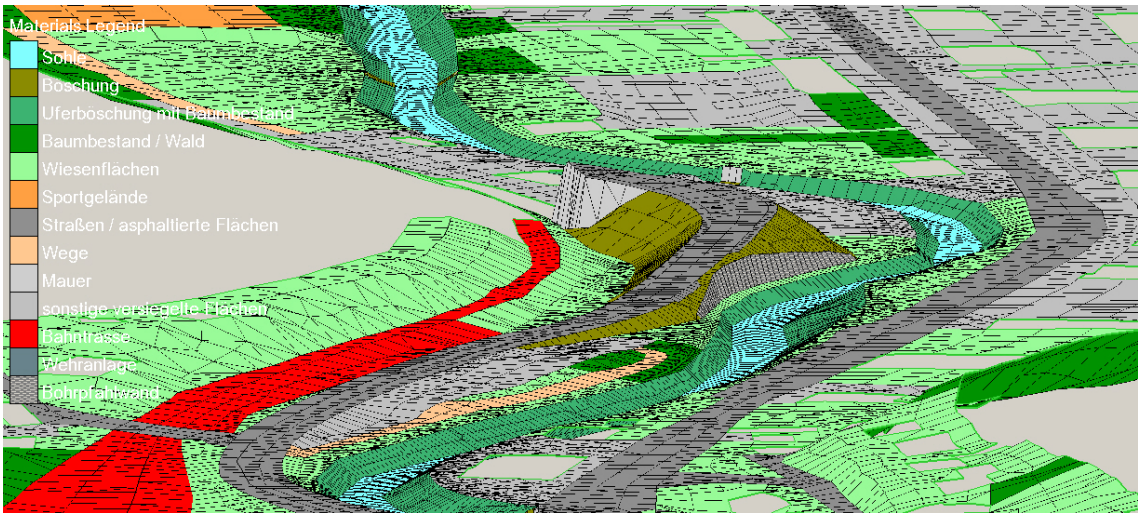


Abb. 5-5: Modelltopografie im Bereich der geplanten Anbindungsstraße, Ansicht von unterstrom

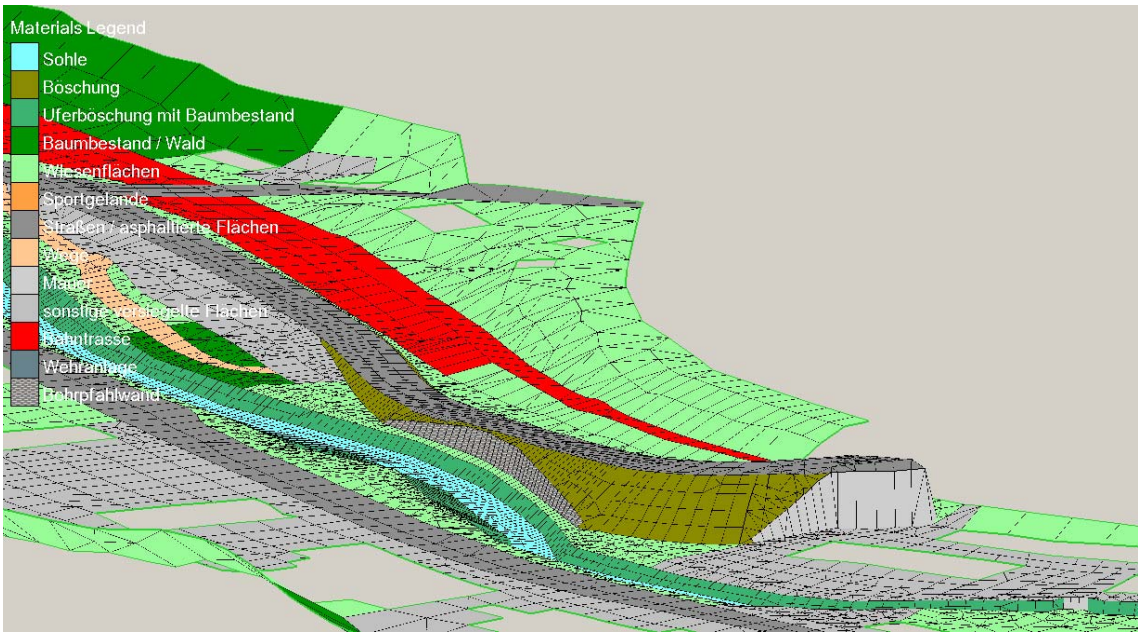


Abb. 5-6: Modelltopografie im Bereich der geplanten Anbindungsstraße, Ansicht von oberstrom

Da im Berechnungsgitter des hydraulischen 2D-Modells keine senkrechten Flächen dargestellt werden können, weil diese unendlich dünne Berechnungszellen zur Folge hätten, wurden die Gebäude im Modellgebiet aus dem Berechnungsgitter „ausgestanzt“. Die so entstandenen Modellränder im Inneren des Berechnungsgitters werden von der Berechnungssoftware als vertikale Wände unbegrenzter Höhe berücksichtigt.

Weil es zur hydraulischen Abbildung von Brückenbauwerken in der Berechnungssoftware keine explizite innere Randbedingung gibt, wurde das Brückentragwerk, im Gegensatz zu den Widerlagern, im Modellgebiet nicht in die Geometrie des Berechnungsgitters eingearbeitet. Solange Freispiegelabfluss vorliegt ist diese Vereinfachung richtig, da dass Brückentragwerk dann hydraulisch keinen Einfluss hat. Wird festgestellt, dass der berechnete Wasserspiegel ohne das Brückentragwerk über dessen Unterkante liegt, dass die Brücke also eingestaut ist, kann der resultierende Druckabfluss über die innere Randbedingung „Schütz“ in einem weiteren Berechnungsgang abgebildet werden. Im Bereich von Brückenpfeiler wurden, analog dem Vorgehen bei Gebäuden, die entsprechenden Zellen im Bereich der Grundfläche der Pfeiler aus dem Berechnungsgitter „ausgestanzt“. In einem letzten Bearbeitungsschritt wurde die Modellgeometrie plausibilisiert und Fehler der automatisierten Höhenzuweisung wurden manuell korrigiert.

5.3 Berechnungsläufe

In den ersten beiden Berechnungsläufen wurden der **hundert- und der fünfzigjährliche Hochwasserabfluss für die Bestandssituation** berechnet.

In zwei weiteren Berechnungsläufen wurden dann **hundert- und der fünfzigjährliche Hochwasserabfluss für den Planzustand** berechnet.

Die Berechnungsergenisse der Bestandssituation dienen als Referenz für die Berechnungsergebnisse des Planzustands. Durch den Vergleich der Berechnungsergebnisse aus Bestandssituation und Planzustand lässt sich eine Aussage darüber treffen ob, bzw. inwieweit die geplante Straßenbaumaßnahme die hydraulische Situation im Hochwasserfall beeinflusst.

6. BERECHNUNGSERGEBNISSE

Nachfolgend werden die Berechnungsergebnisse für die Bestandssituation und den Planzustand, sowie für die unterschiedlichen Abflusszustände HQ_{100} = 72,99 m³/s und HQ_{50} = 64,95 m³/s zusammengefasst. Eine grafische Darstellung der Berechnungsergebnisse in Form von Lageplänen mit tiefendifferenzierter Darstellung der Überschwemmungsflächen liegt dem Erläuterungsbericht als Anlage 1 bei. Zur Diskussion der Berechnungsergebnisse werden die in Abbildung 6-1 dargestellten Querprofile verwendet. Anlage 2 enthält eine ausführliche Darstellung der Berechnungsergebnisse des Planzustands für beide betrachteten Abflusszustände.

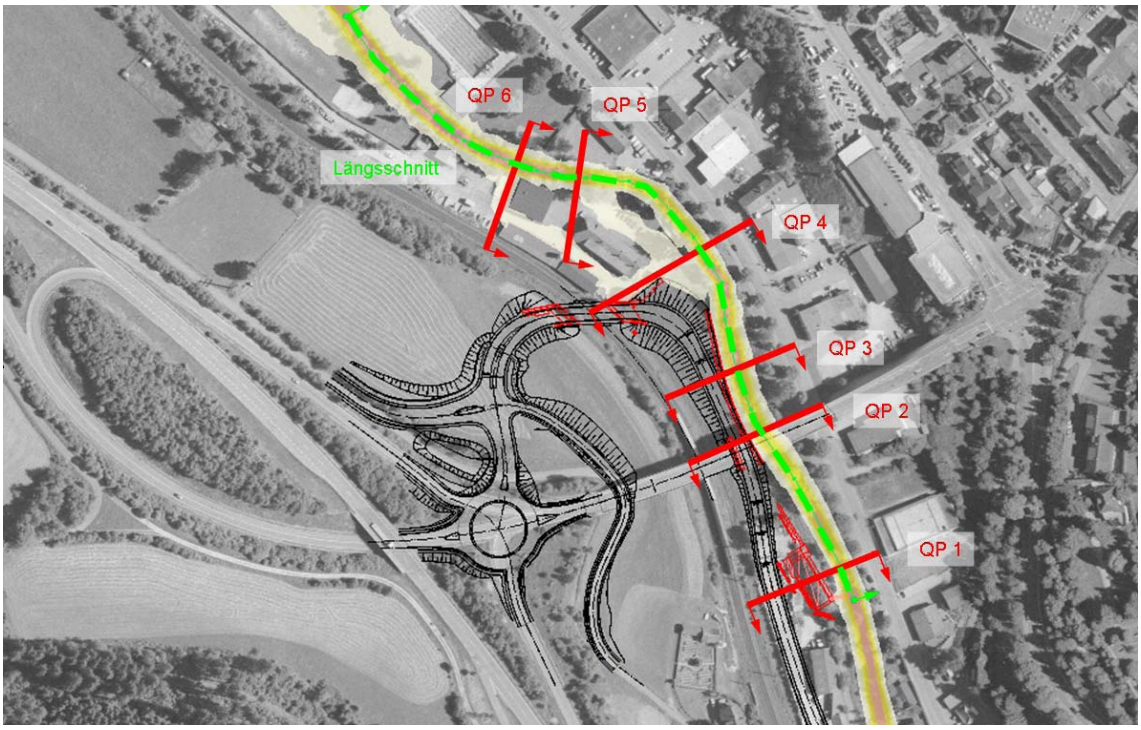


Abb. 6-1: Lage der Beobachtungsquerprofile zur Diskussion der Berechnungsergebnisse

Auf Wunsch der Gemeinde Titisee-Neustadt erfolgt die tiefendifferenzierte Darstellung der Überschwemmungsflächen gemäß der Konvention der HWGK. Somit kann eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse dieser Untersuchung mit den zukünftig erscheinenden HWGK gewährleistet werden.

6.1 Bestandssituation

Für die Bestandssituation wurden der hundert- und der fünfzigjährliche Hochwasserabfluss im zweidimensionalen HN-Modell berechnet.

6.1.1 HQ_{100}

Für den hundertjährlichen Hochwasserabfluss von HQ100 = 72,99 m³/s in der Bestandssituation sind die Berechnungsergebnisse in Abbildung 6-2 dargestellt.

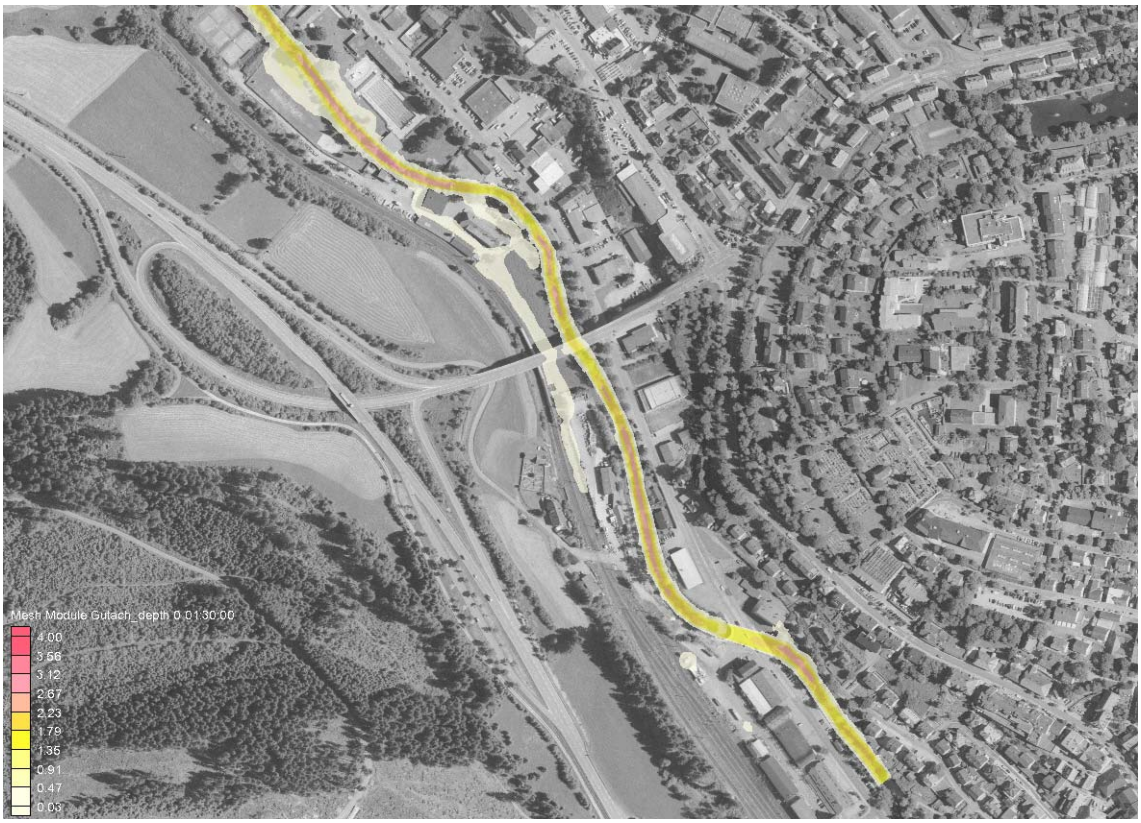


Abb. 6-2: Tiefendifferenzierte Darstellung der Berechnungsergebnisse der Bestandssituation bei HQ_{100}

In Abbildung 6-2 ist deutlich erkennbar, dass es im oberen Bereich des Teilgebiets ***auf Höhe des Schwimmbadgeländes*** zu beidseitigen Ausuferungen kommt. Am linken Ufer breitet sich die Überschwemmungsfläche bis zu einem Abstand von 20 m vom Gewässer auf dem Schwimmbadgelände aus, die Wassertiefen in diesem Bereich betragen ≤ 0,25.

Auf der rechten Gewässerseite erstreckt sich die Überschwemmungsfläche bis zu 25 m vom Gewässer in die Wiesenfläche hinein. Im oberen Bereich dieser Wiesenfläche erreichen die Fließtiefen der Ausuferungen Werte von bis zu 0,60 m was auf eine Geländesenke an dieser Stelle zurückzuführen ist. Die Fließtiefen der flächigen Ausuferungen im Bereich der Wiesenfläche betragen zwischen 0,25 m und 0,40 m.

Im darauffolgenden ***Gewässerabschnitt bis zum Bauhofgelände*** auf der rechten Uferseite kommt es beidseitig zu geringeren Ausuferungen welche die Böschungsoberkanten des Gewässers überschreiten und sich beidseitig in geringem Ausmaß in die Vorländer ausbreiten.

Schließlich kommt es auf dem ***Bauhofgelände*** zu signifikanten rechtsseitigen Ausuferungen. Abbildung 6-3 stellt die Berechnungsergebnisse in diesem Bereich anhand von Querprofil 6 (siehe auch Anlage 2) dar. Die Blickrichtung der Querprofildarstellung erfolgt stets in Fließrichtung des Gewässers. Die flächigen Ausuferungen auf dem Bauhofgelände haben im Bereich von QP 6 Fließtiefen ≤ 0,10 m.

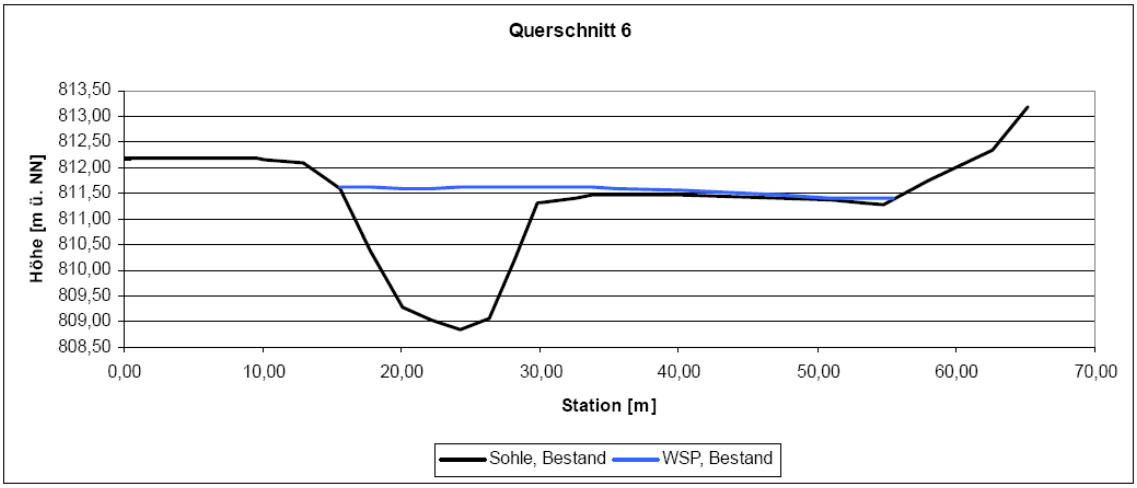


Abb. 6-3: Darstellung der Berechnungsergebnisse der Bestandssituation bei HQ_{100} im Querprofil 6 auf Höhe des Bauhofgeländes

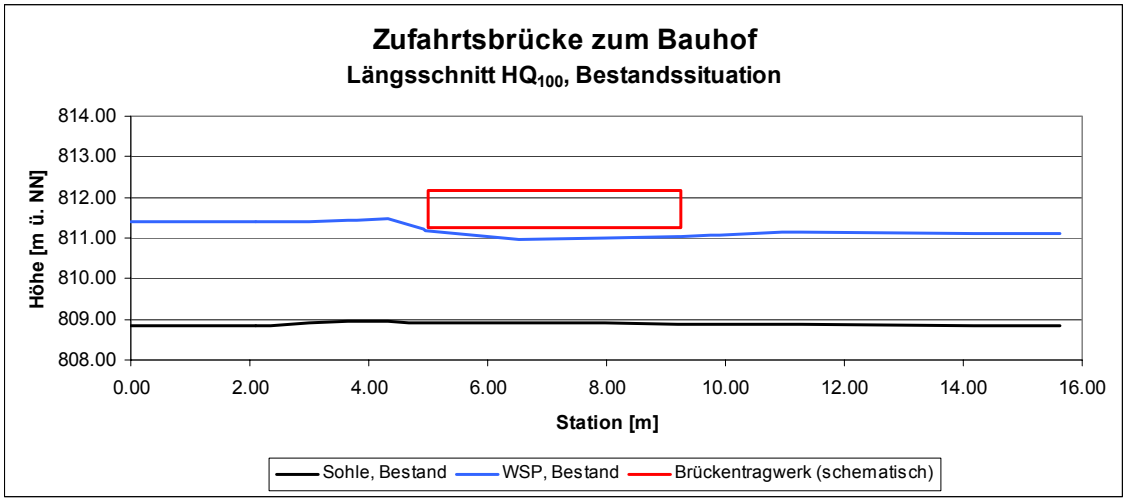


Abb. 6-4: Längsschnitt der Berechnungsergebnisse der Bestandssituation bei HQ_{100} im Bereich der Zufahrtsbrücke zum Bauhofgelände

Die zwischen QP 6 und QP 5 gelegene ***Zufahrtsbrücke zum Bauhof*** ist gemäß den Berechnungsergebnissen des HN-Modells ganz knapp nicht eingestaut. Abbildung 6-4 zeigt einen Wasserspiegellängsschnitt in dem schematisch das Brückentragwerk

eingezeichnet ist; es wird deutlich, dass oberstrom des Brückenbauwerks ein Rückstau vorliegt.

Abbildung 6-5 zeigt einen Querschnitt durch das Gewässer im Bereich des oberen Endes der Zufahrtsbrücke. Die Brückengeometrie wurde der Vermessung der HWGK entnommen. Es wird deutlich, dass der berechnete Wasserspiegel unmittel unterhalb der Tragwerksunterkante der Brücke liegt.

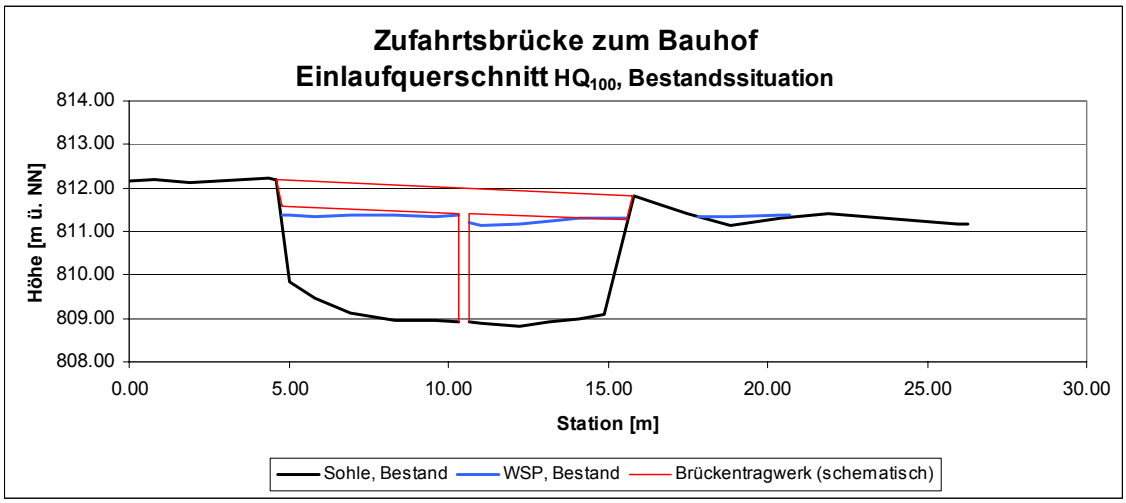


Abb. 6-5: Querschnitt der Berechnungsergebnisse der Bestandssituation bei HQ_{100} im Einlaufbereich der Zufahrtsbrücke zum Bauhofgelände

Rechtsseitig des Brückenpfeilers beträgt der berechnete mittlere Wasserspiegel 811,24 m ü. NN. Die minimale Höhenkote der Tragwerksunterkante beträgt am rechten Auflager der Brückenplatte 811,27 m ü. NN. Somit resultiert ein Freibord von lediglich 0,03 m. Linksseitig des Brückenpfeilers beträgt der berechnete mittlere Wasserspiegel 811,36 m ü. NN. Bei einer minimalen Tragwerkshöhe von 811,42 m ü. NN resultiert ein ebenfalls unzureichender Freibord von 0,06 m. Das bedeutet, dass rechnerisch kein Einstau der Brücke vorliegt. In der Realität muss bei derart großen Abflüssen mit einem erheblichen Aufkommen von Geschwemmsel und in der Folge, aufgrund des geringen Freibords, mit Verklausung und Zuschlagen des Brückenquerschnitts gerechnet werden.

Rund 15 m ***unterhalb der Zufahrtsbrücke zum Bauhof*** kommt es rechtsseitig zu neuerlichen Ausuferungen, welche sich im weiteren Verlauf über eine Länge von rund 100 m in einem ca. 20 m breiten Streifen am rechten Gewässerrand nach unterstrom ausbreiten und anschließend wieder der Gutach zufließen. Die Fließtiefen im Bereich dieser Überschwemmungsfläche betragen ≤ 0,10 m.

Um den Verlauf der Ausuferungen nachvollziehen zu können sind in Abbildung 6-6 die Fließrichtungen anhand von Pfeilen dargestellt. Es wird deutlich, dass sich, ausgehend von der Ausuferung oberhalb der Zufahrtsbrücke zum Bauhof, bei stationärer Betrachtung im ***Bereich der geplanten Straßenbaumaßnahme*** eine Überschwemmungsfläche ausbildet. Die Überschwemmungsfläche verläuft in etwa parallel zu Bahntrasse und Gewässer entlang einer Geländesenke welche sich am

Böschungsfuß des Bahndamms im Bereich der geplanten Straßenbaumaßnahme befindet. Am unterstromigen Ende des Bauhofs gibt es eine hydraulische Verbindung zwischen der Überschwemmungsfläche und der Gutach, weil Wasser von der Überschwemmungsfläche zum Gewässer zurück fließt. Dasselbe Phänomen ist auch unter der Hochbrücke zu beobachten, wo ebenfalls Wasser von der Überschwemmungsfläche zurück zum Gewässer fließt.

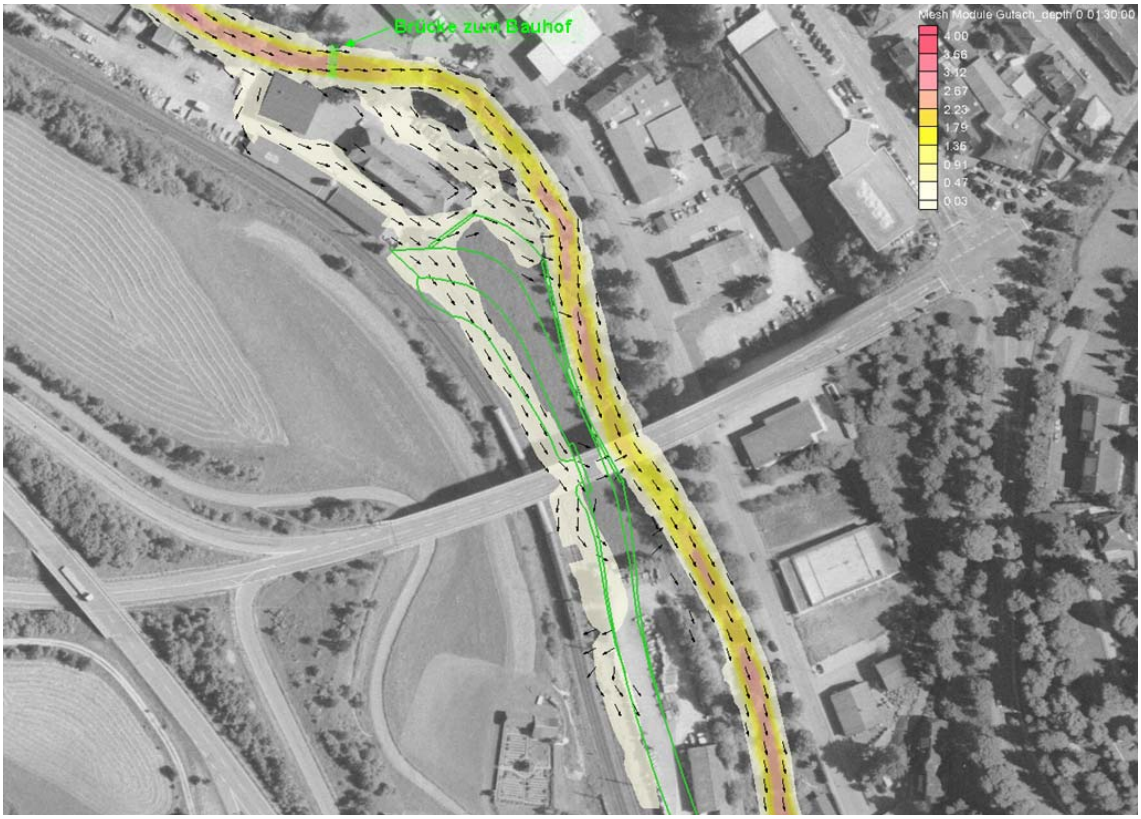


Abb. 6-6: Fliesswege in der Bestandssituation bei HQ_{100} im Bereich der geplanten Straßenbaumaßnahme (grün)

Die Überschwemmungsfläche entlang des Böschungsfußes der Bahnlinie weist Fließtiefen von ≤ 0,20 m auf. Die geringen Fließtiefen der Überschwemmungen im Bereich des Bauhofs und der geplanten Straßenbaumaßnahme werden anhand der Darstellung in Abbildung 6-7 deutlich: werden nur die Fließtiefen ≥ 0,10 dargestellt, so reduziert sich die Ausdehnung der Überschwemmungsflächen auf einige „Inseln“ im Bereich der Geländesenke am Fuß des Bahndamms.

Aufgrund der geringen Fließtiefen im Bereich der geplanten Maßnahmen ist das „zwischengespeicherte“ Abflussvolumen in der rechts des Gewässers befindlichen Wiesenfläche ober- und unterstrom der Hochbrücke im hundertjährlichen Hochwasserfall ebenfalls als sehr gering einzustufen. Das Wasservolumen der Ausuferungen auf der Wiesenfläche wurde zu rund 310 m³ berechnet und kann deshalb keinen nennenswerten Beitrag zur Verbesserung der Hochwassersituation bei HQ_{100} leisten. Bei einem Gewässer in der Größenordnung der Gutach, sind dazu erfahrungsgemäß Retentionsvolumina im Bereich von mindestens 10^6 bis 10^7 m³ erforderlich.

Wie die Darstellung der Fließwege in Abbildung 6-6 zeigt, wird das geringe „Retentionsvolumen“ im Bereich der geplanten Straßenbaumaßnahme erst durch die Ausuferungen im Bereich des Bauhofgeländes aktiviert. Eine Nutzung der betrachteten Wiesenfläche als Retentionsfläche würde im Umkehrschluss bedeuten, dass die Hochwassersituation auf dem Bauhofgelände nicht verbessert werden dürfte.
Die Wiesenfläche kann deshalb nach Einschätzung der FWT im hundertjährlichen Hochwasserfall nicht als Retentionsraum bewertet werden.

Abb. 6-7: Tiefendifferenzierte Darstellung der Berechnungsergebnisse der Bestandssituation bei HQ_{100}, Fließtiefen ≥ 0,10 m

Im Hochwasserfall wird sich die berechnete Überschwemmungsfläche im Bereich der geplanten Straßenbaumaßnahme nur in kleinerem Ausmaß einstellen, da die Abflussspitze von HQ_{100} = 72,99 m³/s im Gegensatz zur stationären Berechnung nicht über einen längeren Zeitraum, sondern nur am Scheitelpunkt der Ganglinie erreicht wird. Um zu klären, inwieweit eine Aktivierung des geringen Zwischenspeichervolumens im Bereich der geplanten Maßnahme im hundertjährlichen Hochwasserfall tatsächlich erfolgt, müsste eine Berechnung mit instationären Bedingungen durchgeführt werden.

Im weiteren Verlauf kommt es ***zwischen Bauhofgelände und der Gutachbrücke*** bei HQ_{100} gemäß der Berechnungsergebnisse für die Bestandssituation im Modellbereich zu keinen weiteren signifikanten Ausuferungen.

Die ***Gutachbrücke*** unterstrom der geplanten Maßnahme an der die Gutach die Gutachstraße unterquert ist in der Bestandssituation nicht eingestaut. Der aus der Vermessung der HWGK und den Berechnungsergebnissen des zweidimensionalen HN-Modells ermittelte Freibord von 0,25 m ist als unzureichend einzustufen.

6.1.2 HQ_{50}

Für den fünfzigjährlichen Hochwasserabfluss von HQ_{50} = 64,95 m³/s sind die Berechnungsergebnisse für die Bestandssituation in Abbildung 6-8 dargestellt.

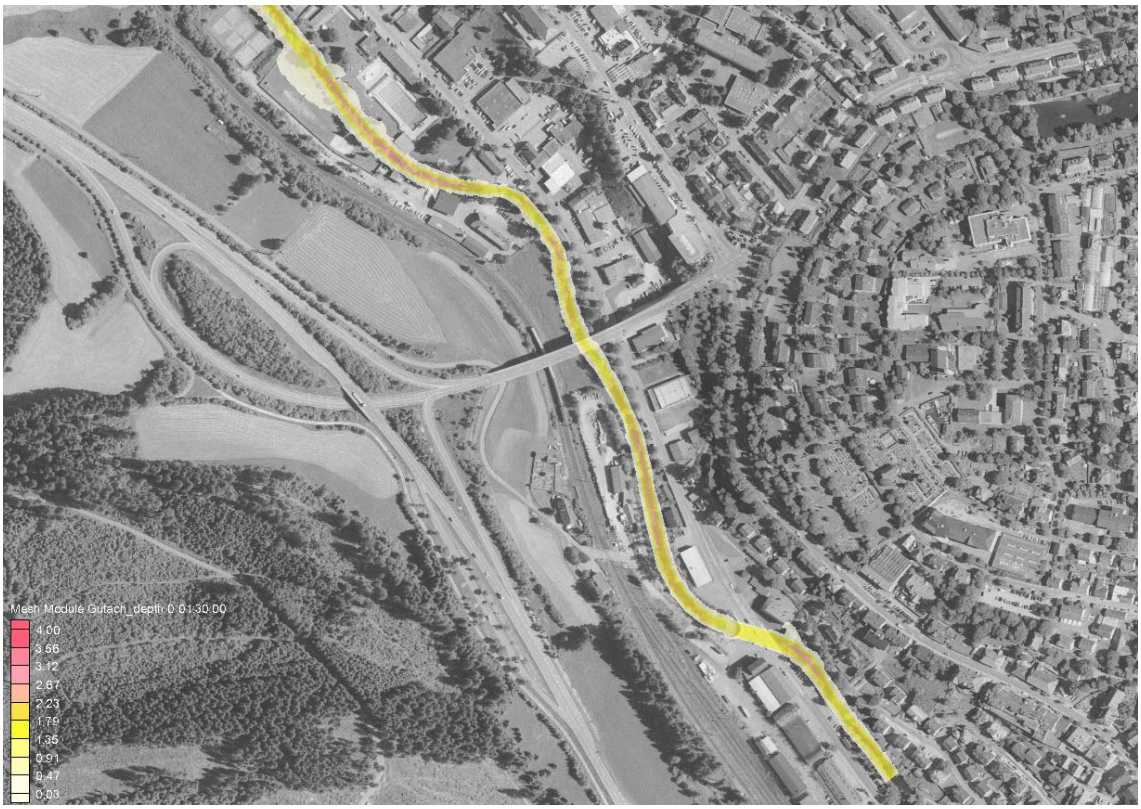


Abb. 6-8: Tiefendifferenzierte Darstellung der Berechnungsergebnisse der Bestandssituation bei HQ_{50}

In Abbildung 6-8 ist erkennbar, dass es im oberen Bereich des Teilgebiets ***auf Höhe des Schwimmbadgeländes*** ebenfalls zu beidseitigen Ausuferungen kommt. Am linken Ufer breitet sich die Überschwemmungsfläche bis zu einem Abstand von rund 10 m vom Gewässer auf dem Schwimmbadgelände aus, die Wassertiefen in diesem Bereich betragen ≤ 0,20 m.

Auf der rechten Gewässerseite erstreckt sich die Überschwemmungsfläche etwa 20 m vom Gewässer in die dort befindliche Wiesenfläche hinein. Im oberen Bereich dieser Wiesenfläche betragen die Fließtiefen der Ausuferungen wiederum bis zu 0,60 m was auf eine Geländesenke an dieser Stelle zurückzuführen ist. Die Fließtiefen der flächigen Ausuferungen im Bereich der Wiesenfläche weisen Werte zwischen 0,25 m und 0,40 m auf.

Im darauffolgenden ***Gewässerabschnitt bis zum Bauhofgelände*** auf der rechten Uferseite kommt es, ebenso wie im Bereich des Bauhofgeländes, bei HQ_{50} zu keinen signifikanten Ausuferungen.

Die zwischen QP 6 und QP 5 gelegene ***Zufahrtsbrücke zum Bauhof*** ist gemäß den Berechnungsergebnissen des HN-Modells nicht eingestaut. Abbildung 6-9 zeigt einen Wasserspiegellängsschnitt in dem schematisch das Brückentragwerk eingezeichnet ist.

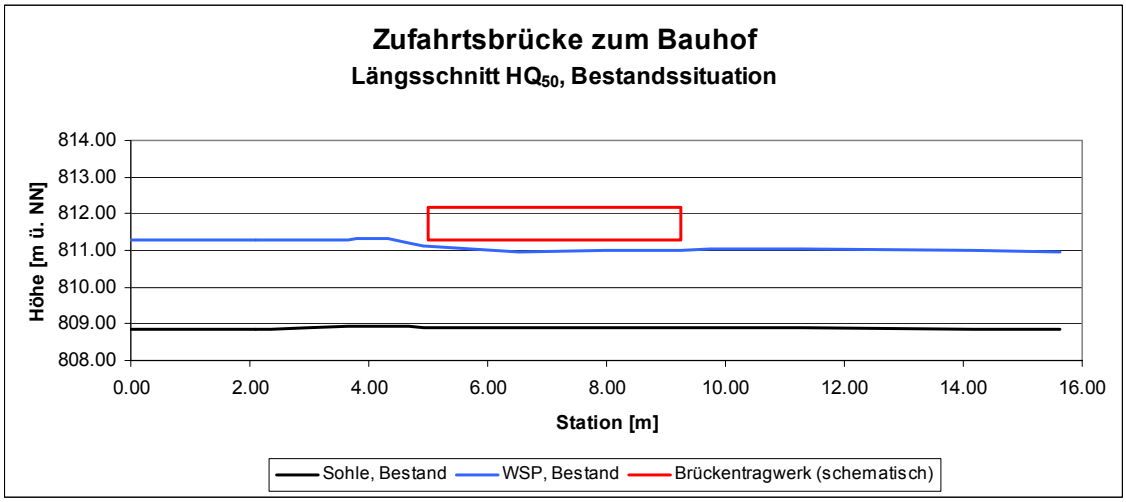


Abb. 6-9: Längsschnitt der Berechnungsergebnisse der Bestandssituation bei HQ_{50} im Bereich der Zufahrtsbrücke zum Bauhofgelände

Abbildung 6-10 zeigt einen Querschnitt durch das Gewässer im Bereich des oberen Endes der Zufahrtsbrücke. Die Brückengeometrie wurde der Vermessung der HWGK entnommen.

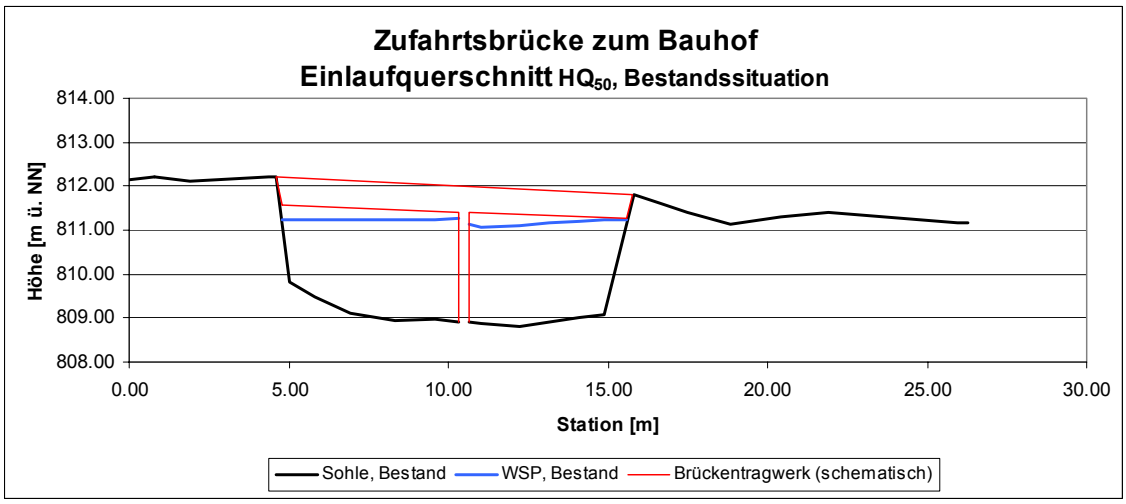


Abb. 6-10: Querschnitt der Berechnungsergebnisse der Bestandssituation bei HQ_{50} im Einlaufbereich der Zufahrtsbrücke zum Bauhofgelände

Rechtsseitig des Brückenpfeilers beträgt der berechnete mittlere Wasserspiegel im fünfzigjährlichen Hochwasserfall 811,15 m ü. NN. Die minimale Höhenkote der Tragwerksunterkante beträgt am rechten Auflager der Brückenplatte 811,27 m ü. NN. Somit resultiert ein Freibord von 0,12 m. Linksseitig des Brückenpfeilers beträgt der berechnete mittlere Wasserspiegel 811,24 m ü. NN. Bei einer minimalen

Tragwerkshöhe von 811,42 m ü. NN resultiert ein ebenfalls unzureichender Freibord von 0,18 m. Das bedeutet, dass rechnerisch kein Einstau der Brücke vorliegt.

In der Realität muss bei derart großen Abflüssen mit einem erheblichen Aufkommen von Geschwemmsel und in der Folge, aufgrund des geringen Freibords, mit Verklausung und Zuschlagen des Brückenquerschnitts gerechnet werden.

Im weiteren Verlauf kommt es ***unterhalb der Zufahrtsbrücke zum Bauhof*** über die gesamte restliche Länge des betrachteten Gewässerabschnitts bei HQ_{50} zu keinen weiteren signifikanten Ausuferungen. Es bilden sich auch im ***Bereich der geplanten Straßenbaumaßnahme*** keinerlei Überschwemmungsflächen aus. Die Tatsache, dass im fünfzigjährlichen Hochwasserfall keine nennenswerten Ausuferungen im Modellbereich auftreten wird sowohl anhand der Übersichtsdarstellung in Abbildung 6-8, als auch anhand der Darstellung der berechneten Wasserspiegellagen in QP 4 und QP 2 in Abbildung 6-11 deutlich.

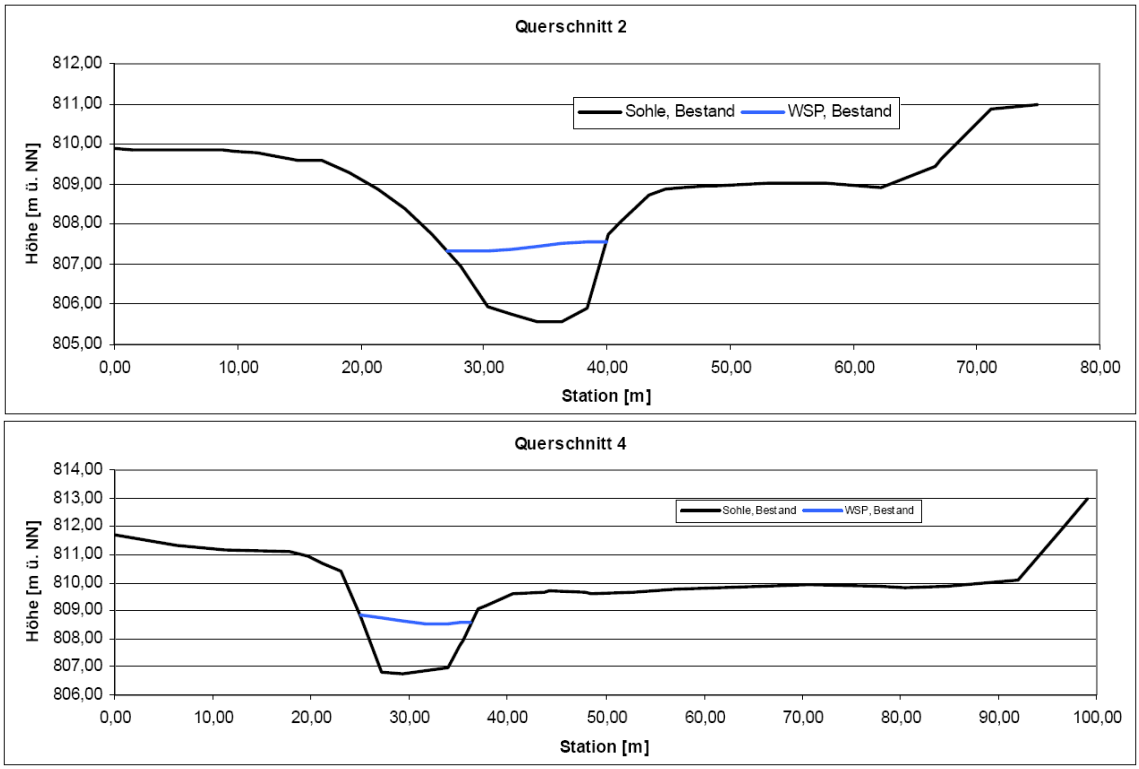


Abb. 6-11: Querschnitt der Berechnungsergebnisse der Bestandssituation bei HQ_{50} in Querprofil 2 und Querprofil 4

Im weiteren Verlauf kommt es ***zwischen Bauhofgelände und der Gutachbrücke*** im fünfzigjährlichen Hochwasserfall gemäß der Berechnungsergebnisse für die Bestandssituation im Modellbereich ebenfalls zu keinen signifikanten Ausuferungen.

Die ***Gutachbrücke*** unterstrom der geplanten Maßnahme an der die Gutach die Gutachstraße unterquert ist in der Bestandssituation nicht eingestaut. Der aus der Vermessung der HWGK und den Berechnungsergebnissen des zweidimensionalen

HN-Modells ermittelte Freibord von 0,48 m wird als ausreichend eingestuft, weil hier üblicherweise ein Maß von 0,50 m angesetzt wird.

6.2 Planzustand

Für den Planzustand wurden ebenfalls der hundert- und der fünfzigjährliche Hochwasserabfluss im zweidimensionalen HN-Modell berechnet. Die Geometrie des Berechnungsgitters wurde entsprechend der Planung der Straßenbaumaßnahme Anbindung Unterstadt modifiziert (siehe auch Abschnitt 5.2.3). Wie in Abbildung 5-5 und Abbildung 5-6 zu erkennen ist, sind sowohl der geplante Straßendamm als auch die Bohrpfahlwand im Berechnungsgitter des Planzustands eingearbeitet.

6.2.1 HQ_{100}

Analog dem Vorgehen für die Bestandssituation werden die Berechnungsergebnisse für den Planzustand von ober- nach unterstrom beschrieben. Einen Überblick über die Berechnungsergebnisse für den hundertjährlichen Hochwasserabfluss von HQ_{100} = 72,99 m³/s im Planzustand geben Abbildung 6-12 und Plan Nr. 1 in Anlage 1.1. In Abbildung ist neben der tiefendifferenzierten Überschwemmungsfläche im Planzustand als türkisfarbene Polylinie auch die Ausbreitung der Überschwemmungsfläche in der Bestandssituation dargestellt um einen Vergleich der beiden Szenarien zu ermöglichen.

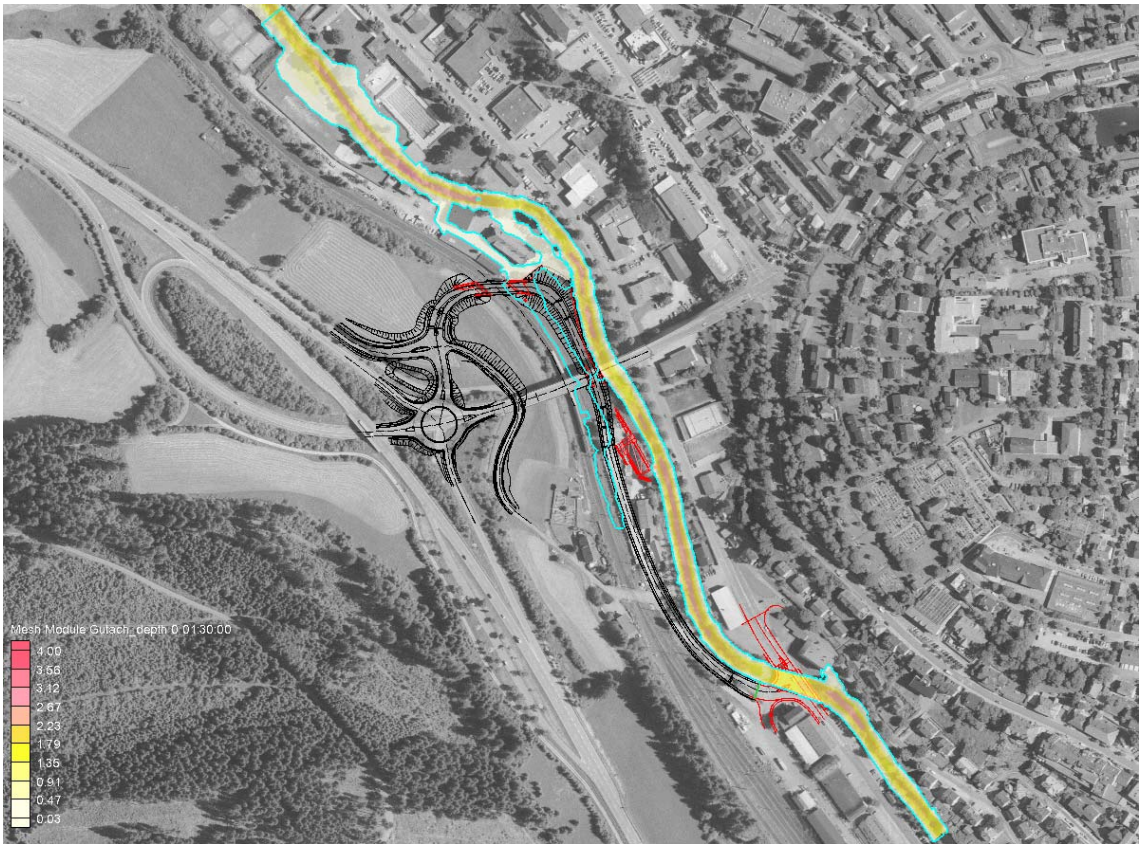


Abb. 6-12: Tiefendifferenzierte Darstellung der Berechnungsergebnisse des Planzustands bei HQ_{100} mit Vergleich zu den Überschwemmungsflächen der Bestandssituation (türkis)

Wie in Abbildung 6-12 deutlich wird, deckt sich die Ausdehnung der Überschwemmungsflächen im Teilgebiet ***auf Höhe des Schwimmbadgeländes***, im ***Gewässerabschnitt bis zum Bauhofgelände*** und im Bereich des ***Bauhofs*** mit den berechneten Überschwemmungsflächen in der Bestandssituation.

Die Situation im Bereich der ***Zufahrtsbrücke zum Bauhof*** stellt sich im Vergleich zur Bestandssituation ebenfalls unverändert dar. Dies wird anhand Abbildung 6-13 deutlich wo ein Wasserspiegellängsschnitt für Bestandssituation und Planzustand im Bereich der Brücke abgebildet ist.

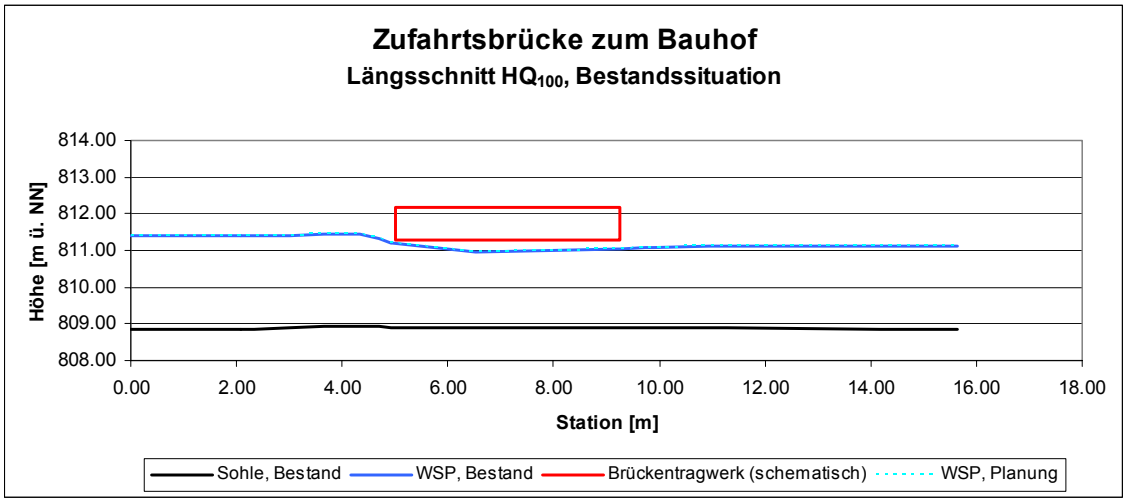


Abb. 6-13: Querschnitt der Berechnungsergebnisse des Planzustands bei HQ_{100} im Einlaufbereich der Zufahrtsbrücke zum Bauhofgelände

Signifikante Unterschiede zwischen der Überschwemmungssituation in Bestandssituation und Planzustand sind hingegen am südlichen Ende des Bauhofs ***unterhalb der Zufahrtsbrücke zum Bauhof*** und auf der unterstrom davon gelegenen Wiesenfläche im ***Bereich der geplanten Straßenbaumaßnahme*** zu beobachten: infolge des Straßendammes können sich die Ausuferungen, die auf dem Bauhofgelände auftreten, nicht mehr entlang der Geländesenke am Böschungsfuß der Bahntrasse ausbreiten. Vielmehr leitet der Straßendamm, der im Planzustand in der Modellgeometrie berücksichtigt ist, die Ausuferungen schon am südwestlichen Ende des Bauhofgeländes zurück in die Gutach. Die Überschwemmungsfläche, die sich in der Bestandssituation entlang des Bahndamms einstellt, existiert im Planzustand also nicht mehr, so dass sich die Hochwassersituation für den bestehenden Bahndamm durch die Straßenbaumaßnahme verbessert.

Zur vertieften Analyse der Hochwassersituation im Bereich der geplanten Straßenbaumaßnahme enthält Anlage 2.1 Wasserspiegellängs- und Wasserspiegelquerschnitte welche eine vergleichende Darstellung der berechneten Wasserspiegellagen für Bestandssituation und Planzustand enthalten. Die maximale Abweichung der mittleren Wasserspiegellagen innerhalb der Beobachtungsquerschnitte tritt mit 0,04 m auf Höhe des südwestlichen Endes des Bauhofgeländes ein. Der Beobachtungsquerschnitt 4 liegt an der Stelle, wo die Ausuferungen die im Bereich des Bauhofs auftreten durch den geplanten

Straßendamm wieder in die Gutach zurück geleitet werden. An allen anderen Beobachtungsquerschnitten beträgt die Abweichung der mittleren Wasserspiegellagen von Bestandssituation und Planzustand maximal 0,02 m.

Die Erkenntnis, dass die maximale Abweichung der berechneten Wasserspiegellagen für Bestandssituation und Planzustand ≤ 0,04 m ist, spiegelt sich auch in dem vergleichenden Wasserspiegellängsschnitt in Anlage 2 wieder wo die Ergebnisse aus Bestandssituation und Planzustand quasi deckungsgleich sind.

Im weiteren Verlauf ***zwischen Bauhofgelände und der Gutachbrücke*** sind gegenüber der Bestandssituation wiederum keine Veränderungen der Hochwasserhydraulik zu beobachten, die Überschwemmungsflächen von Bestandssituation und Planzustand in Abbildung 6-12 sind deckungsgleich.

Die Situation an der ***Gutachbrücke*** unterstrom der geplanten Maßnahme an der die Gutach die Gutachstraße unterquert stellt sich gegenüber der Bestandssituation als unverändert dar.

Es kann festgehalten werden, dass durch eine vergleichende Betrachtung der berechneten Wasserspiegellagen für Bestandssituation und Planzustand im hundertjährlichen Hochwasserfall keine signifikante Veränderung oder gar Verschlechterung der Hochwassersituation infolge der geplanten Baumaßnahme Anbindung Unterstadt nachgewiesen werden konnte. Weder kommt es zu Rückstaueffekten im Oberwasser der geplanten Maßnahme durch die Bohrpfahlwand noch zeigt der „Verlust“ der Ausuferungen im Bereich der rechts des Gewässers befindlichen Wiesenfläche signifikante negative Auswirkungen auf die Wasserspiegellagen bei HQ_{100} im betrachteten Gewässerabschnitt.

Im Zuge einer weitergehenden ***Freibordbetrachtung*** wurde die Höhendifferenz zwischen der berechneten Wasserspiegellage und dem rechten bzw. linken Uferbord ermittelt. In dem Gewässerabschnitt unterhalb des Bauhofs wurde die Freibordbetrachtung nicht anhand des jeweiligen Uferbords, sondern anhand der Höhenlage der Gutachstraße bzw. der geplanten Anbindungsstraße durchgeführt. Die Ergebnisse der Freiborduntersuchung sind in Abbildung 6-14 dargestellt: für die ausgewählten Beobachtungsquerprofile ist jeweils der ermittelte Freibord zu beiden Seiten des Gewässers abgebildet. Wird der üblichen Freibordanforderung von ≥ 0,50 m Genüge getan, sind die Beobachtungsquerprofile in Abbildung 6-14 grün eingefärbt. Ist der ermittelte Freibord hingegen ≤ 0,50 m, so sind die Beobachtungsquerprofile in Abbildung 6-14 rot eingefärbt.

Als Ergebnis der Freibordbetrachtung kann festgehalten werden, dass vom unterstromigen Ende des Schwimmbadgeländes bis rund 40 m unterhalb der Zufahrtsbrücke zum Bauhof die Freibordanforderungen nicht erfüllt werden. Dies gilt vornehmlich für den in Fließrichtung rechten Uferbereich wo stellenweise auf Grund von Ausuferungen gar kein Freibord mehr vorhanden ist. Unterhalb des Bauhofgeländes werden die Freibordanforderungen erfüllt.

Abb. 6-14: Ergebnisse der Freibordbetrachtung bei HQ_{100}

6.2.2 HQ_{50}

Einen Überblick über die Berechnungsergebnisse für den fünfzigjährlichen Hochwasserabfluss von HQ_{50} = 64,95 m³/s im Planzustand geben Abbildung 6-15 und Plan Nr. 2 in Anlage 1.2.

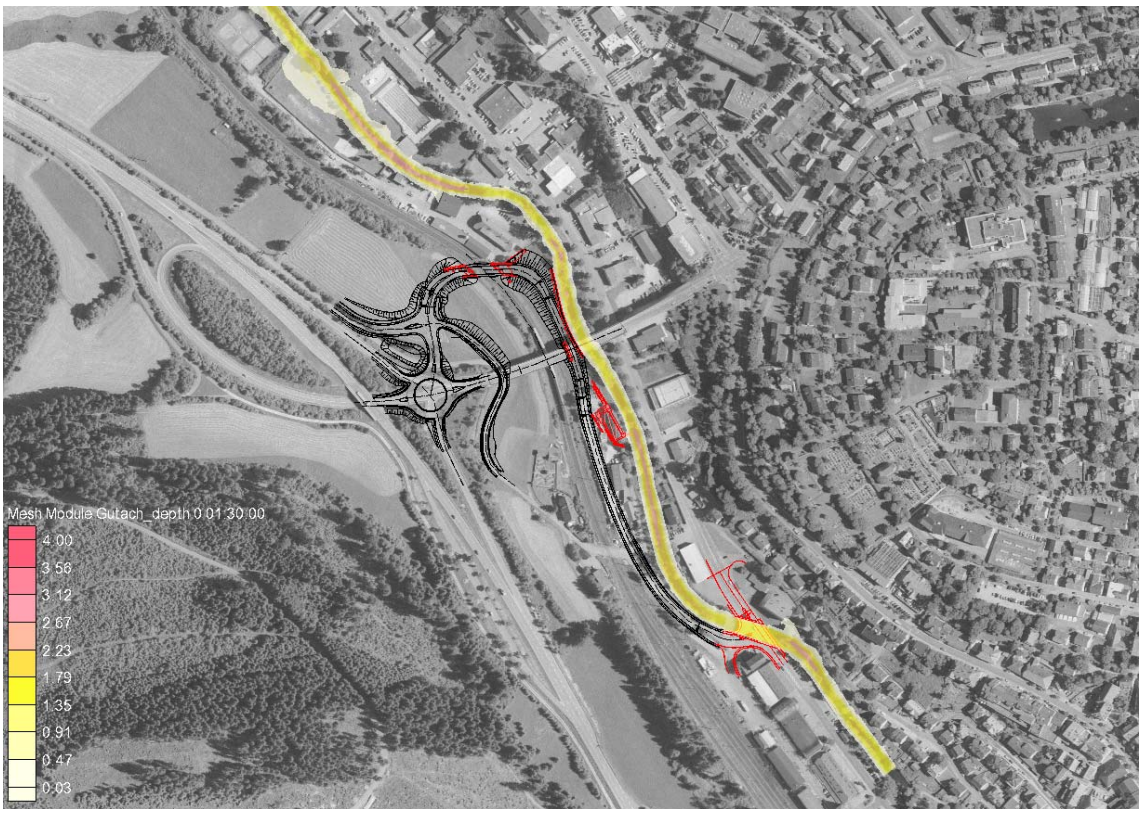


Abb. 6-15: Tiefendifferenzierte Darstellung der Berechnungsergebnisse des Planzustands bei HQ_{50}

Wie in Abbildung 6-15 deutlich wird, deckt sich die Ausdehnung der Überschwemmungsflächen im ***gesamten Modellgebiet*** mit den berechneten Wasserspiegellagen der Bestandssituation. Die Situation im Bereich der ***Zufahrtsbrücke zum Bauhof*** stellt sich im Vergleich zur Bestandssituation ebenfalls unverändert dar. Dies wird anhand Abbildung 6-16 deutlich, wo ein vergleichender Wasserspiegellängsschnitt für Bestandssituation und Planzustand im Bereich der Brücke abgebildet ist. Zur vertieften Analyse der Hochwassersituation im Bereich der geplanten Straßenbaumaßnahme enthält Anlage 2.2 Wasserspiegellängs- und Wasserspiegelquerschnitte welche eine vergleichende Darstellung der berechneten Wasserspiegellagen für Bestandssituation und Planzustand zeigen. Die maximale Abweichung der mittleren Wasserspiegellagen innerhalb der Beobachtungsquer- und -längsschnitte beträgt 0,01 m und liegt damit im Bereich der Modellunsicherheiten.

Die Erkenntnis, dass zwischen den berechneten Wasserspiegellagen für Bestandssituation und Planzustand keine Abweichung besteht, spiegelt sich auch in Anlage 2.2 wider, wo die Wasserspiegellängsschnitte für Bestandssituation und Planzustand quasi deckungsgleich sind.

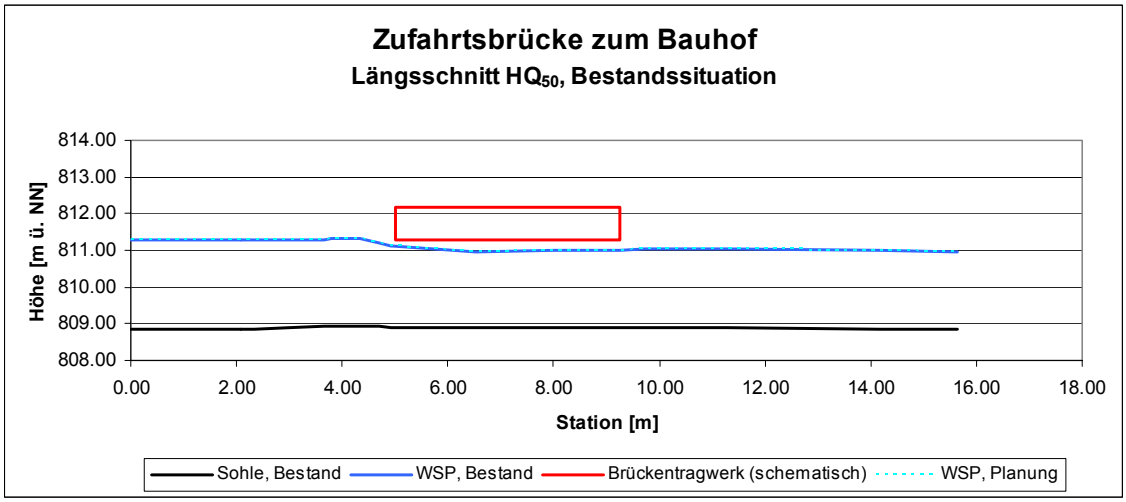


Abb. 6-16: Querschnitt der Berechnungsergebnisse des Planzustands bei HQ_{50} im Einlaufbereich der Zufahrtsbrücke zum Bauhofgelände

Die Situation an der ***Gutachbrücke*** unterstrom der geplanten Maßnahme, an der die Gutach die Gutachstraße unterquert, stellt sich gegenüber der Bestandssituation als unverändert dar.

Es kann abschließend festgehalten werden, dass durch eine vergleichende Betrachtung der berechneten Wasserspiegellagen für Bestandssituation und Planzustand im fünfzigjährlichen Hochwasserfall keine signifikante Veränderung oder gar Verschlechterung der Hochwassersituation infolge der geplanten Baumaßnahme Anbindung Unterstadt nachgewiesen werden konnte. Im hydraulischen Modell wurden keine Rückstaueffekte im Oberwasser der geplanten Maßnahme durch die Bohrpfahlwand beobachtet.

Im Zuge einer weitergehenden ***Freibordbetrachtung*** wurde die Höhendifferenz zwischen der berechneten Wasserspiegellage und dem rechten bzw. linken Uferbord ermittelt. In dem Gewässerabschnitt unterhalb des Bauhofs wurde die Freibordbetrachtung nicht anhand des jeweiligen Uferbords, sondern anhand der Höhenlage der Gutachstraße bzw. der geplanten Anbindungsstraße durchgeführt. Die Ergebnisse der Freiborduntersuchung sind in Abbildung 6-17 analog der Darstellung in Abbildung 6-14 dargestellt.

Als Ergebnis der Freibordbetrachtung kann festgehalten werden, dass vom unterstromigen Ende des Schwimmbadgeländes bis rund 40 m unterhalb der Zufahrtsbrücke zum Bauhof die Freibordanforderungen nicht erfüllt werden. Dies gilt vornehmlich für den in Fließrichtung rechten Uferbereich. Unterhalb des Bauhofgeländes werden die Freibordanforderungen erfüllt.

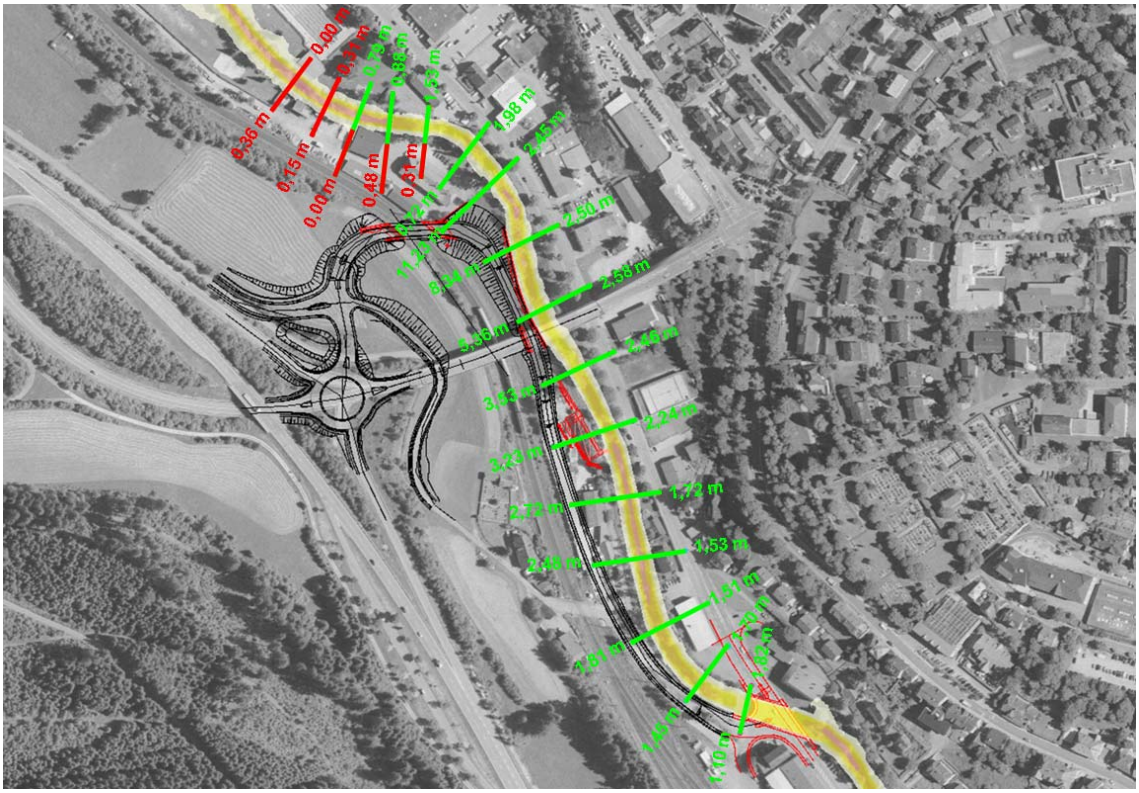


Abb. 6-17: Ergebnisse der Freibordbetrachtung bei HQ_{50}

7. ZUSAMMENFASSUNG

Zur Beurteilung der Auswirkungen der geplanten Straßenbaumaßnahme Unterstadt wurde ein zweidimensionales HN-Modell für Bestandssituation und Planzustand aufgestellt. Im Folgenden wurde für beide Modelltopographien jeweils der fünfzig- und der hundertjährliche Hochwasserabfluss in der Gutach berechnet um Auswirkungen der Baumaßnahme abbilden und quantifizieren zu können.

Die Berechnungsergebnisse der ***Bestandssituation haben für den hundertjährlichen Hochwasserfall*** gezeigt, dass es am Bauhofgelände zu Ausuferungen kommt, welche sich in der Folge nach unterstrom bis zum Bereich der geplanten Straßenbaumaßnahme ausbreiten. In der Realität ist im Bereich der geplanten Straßenbaumaßnahme mit einer geringeren Ausdehnung der Überschwemmungsfläche zu rechnen, da sich diese im Modell erst infolge der stationären Berechnung mit dem Scheitelwert der HQ_{100}- Abflussganglinie ausbildet. Aufgrund der geringen Fließtiefen und des daraus resultierenden geringen zwischengespeicherten Volumens im Bereich der Überschwemmungsfläche im Bereich der geplanten Maßnahme, wird die dort befindliche Wiesenfläche im HQ_{100}-Fall keine maßgebende Retentionswirkung ausüben können. Die Wiesenfläche kann zudem nicht als Retentionsfläche eingestuft werden, da keine direkte hydraulische Anbindung zum Gewässer besteht, sondern das „Rückhaltevolumen“ vielmehr erst durch die Ausuferungen auf dem Bauhofgelände aktiviert wird.

Bei Betrachtung der Berechnungsergebnisse des ***Planzustands für den hundertjährlichen Hochwasserfall*** zeigt sich, dass die Erhöhung der Wasserspiegellage gegenüber der Bestandssituation im gesamten Modellbereich maximal 0,04 m beträgt. Diese Abweichung liegt im bereich der Modellunsicherheit. Eine signifikante Veränderung oder gar Verschlechterung der Hochwassersituation infolge der geplanten Baumaßnahme Anbindung Unterstadt konnte im hydraulischen Modell für HQ_{100} somit nicht nachgewiesen werden. Weder kommt es zu Rückstaueffekten im Oberwasser der geplanten Maßnahme durch die Bohrpfahlwand, noch zeigt der Verlust der Überschwemmungen im Bereich der rechts des Gewässers befindlichen Wiesenfläche signifikante negative Auswirkungen auf die Wasserspiegellagen bei HQ_{100} im betrachteten Gewässerabschnitt. Das geplante RÜB „Untere Höll“ ist nicht von Ausuferungen betroffen.
Eine weitergehende Freibordbetrachtung für den Planzustand hat gezeigt, dass lediglich im Bereich des Bauhofgeländes Freiborddefizite vorliegen. Unterstrom des Bauhofs sind die ermittelten Freiborde zur Gutachstraße und zur geplanten Anbindungsstraße ausreichend.

Die Berechnungsergebnisse für den ***fünfzigjährlichen Hochwasserfall*** zeigen für die Bestandssituation im Vergleich zu HQ_{100} ein weitgehend entschärftes Bild: die Ausuferungen im Bereich des Bauhofs treten nicht auf, was zur Folge hat, dass es auf der Wiesenfläche am rechten Ufer auf der die geplante Straßenbaumaßnahme realisiert werden soll zu keinerlei Überschwemmungen kommt. Der Vergleich der Berechnungsergebnisse aus Bestandssituation und Planzustand zeigt im fünfzigjährlichen Hochwasserfall zudem, das an keiner Stelle innerhalb des betrachteten Gewässerabschnitts eine signifikante Beeinflussung der

Hochwasserhydraulik durch die geplante Straßenbaumaßnahme nachgewiesen werden kann. Eine Erhöhung der Wasserspiegellage gegenüber der Bestandssituation ist im gesamten Modellbereich nicht nachweisbar. Das geplante RÜB „Untere Höll“ ist nicht von Ausuferungen betroffen. Im Bereich des Bauhofgeländes wurden auch für HQ_{50} insbesondere im rechten Uferbeich Freiborddefizite nachgewiesen.

Im Zuge der Realisierung der geplanten Straßenbaumaßnahme sollte der Böschungsfuß des geplanten Straßendamms im Anschlussbereich an die Bahnunterquerung auf einer Länge von rund 30 m gegen Strömungsangriff gesichert werden, beispielsweise mit einem Steinsatz von ca. 0,50 m Höhe.

Abschließend ist anzumerken, dass die Hochwassersituation im Bereich des Bauhofs nicht unmittelbar Gegenstand des vorliegenden Gutachtens ist. Anhand der Berechnungsergebnisse des zweidimensionalen HN-Modells konnte jedoch aufgezeigt werden, dass im Bereich des Bauhofgeländes bereits bei einem 50-jährlichen Hochwasserereignis mit Ausuferungen zu rechnen ist. Auch im Hinblick auf eine zukünftige erweiterte Nutzung dieses Bereichs sind Hochwasserschutzmaßnahmen, wie beispielsweise dem Umbau der Zufahrtsbrücke, Ufererhöhungen oder Verwallungen, ggf. im Rahmen einer separaten Planung zu untersuchen.

Anlage 1

Planunterlagen

Anlage 1.1

Lageplan Berechnungsergebnisse Planzustand HQ_{100}

..

Anlage 1.2

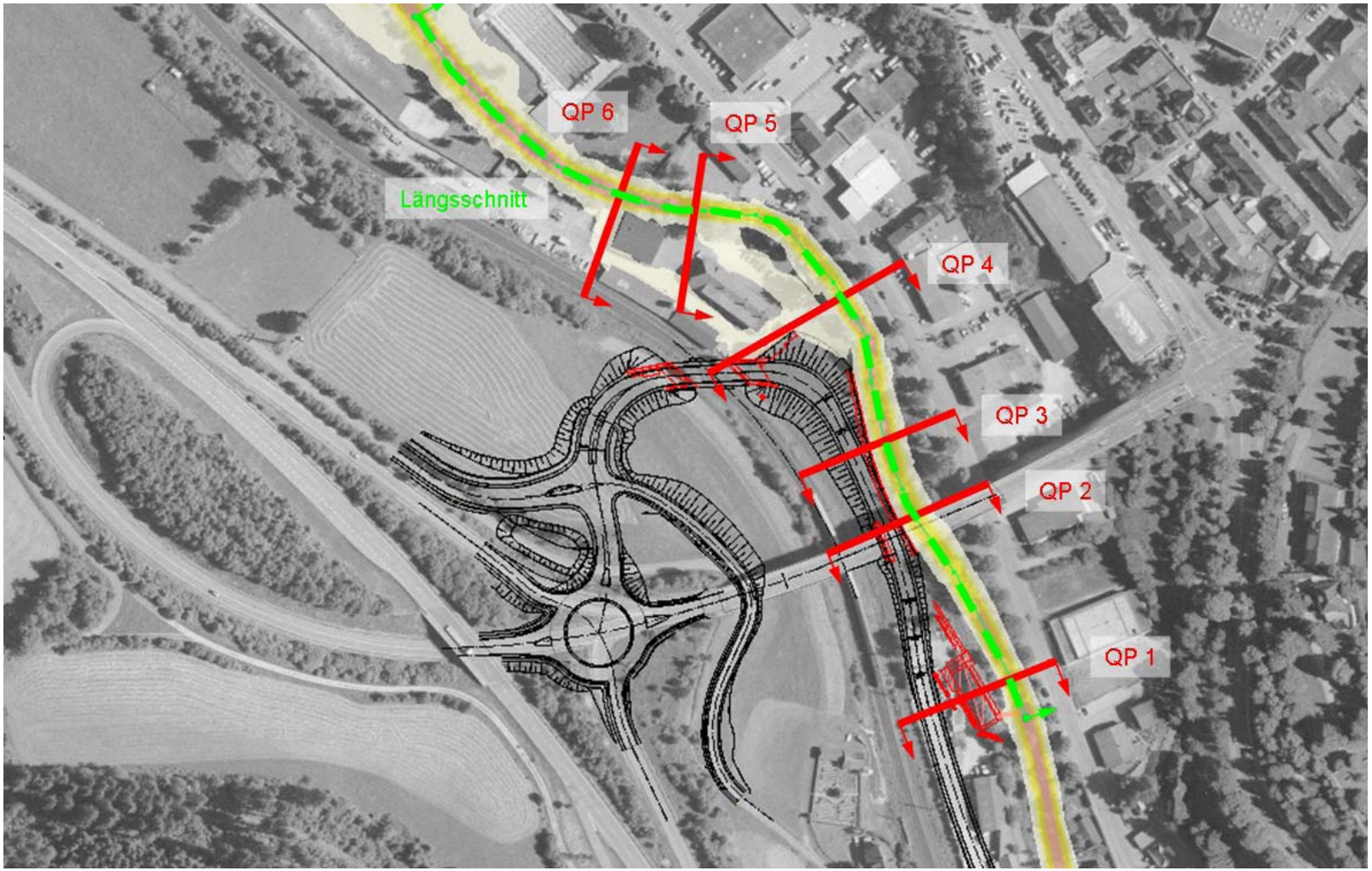
Lageplan Berechnungsergebnisse Planzustand HQ_{50}

Anlage 2

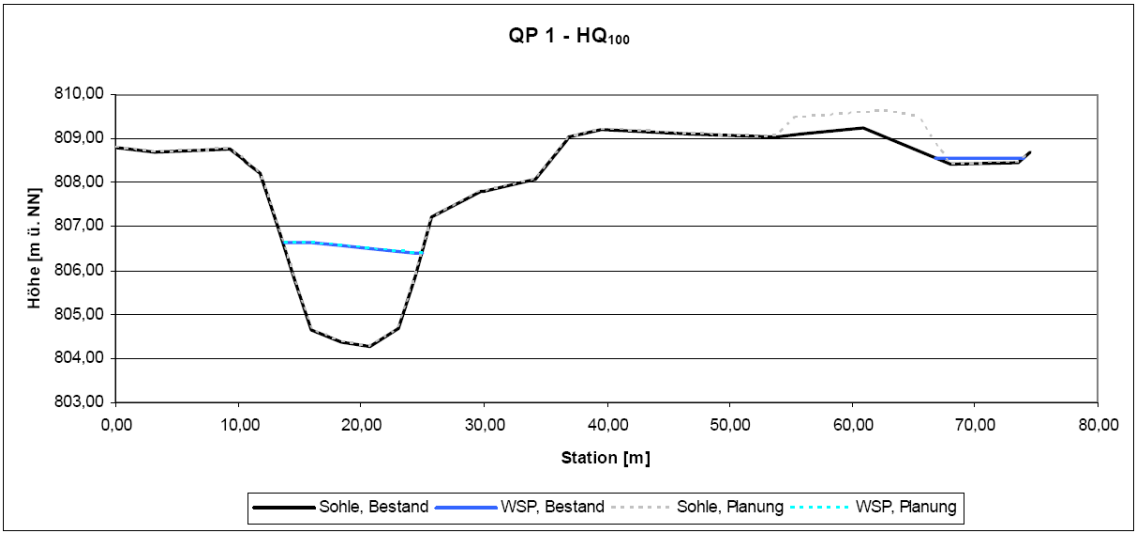
Wasserspiegelquer- und Wasserspiegellängsschnitte

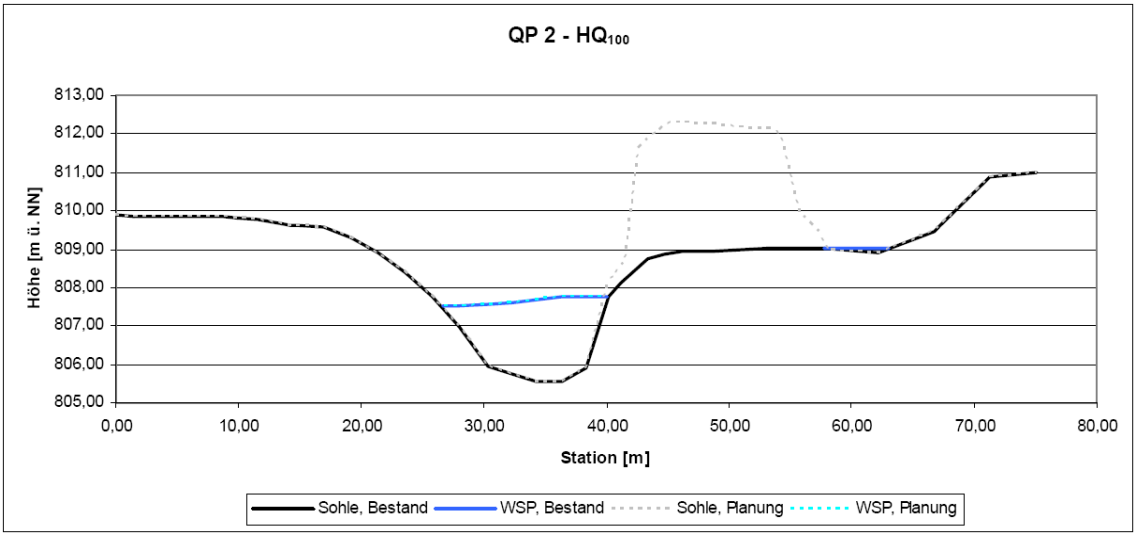
Anlage 2.1

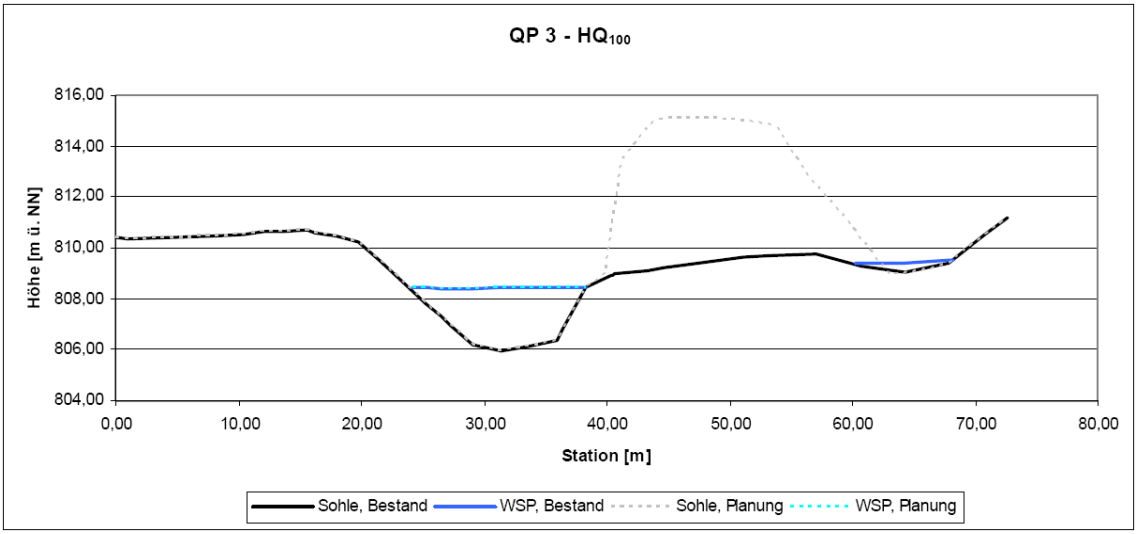
HQ_{100}

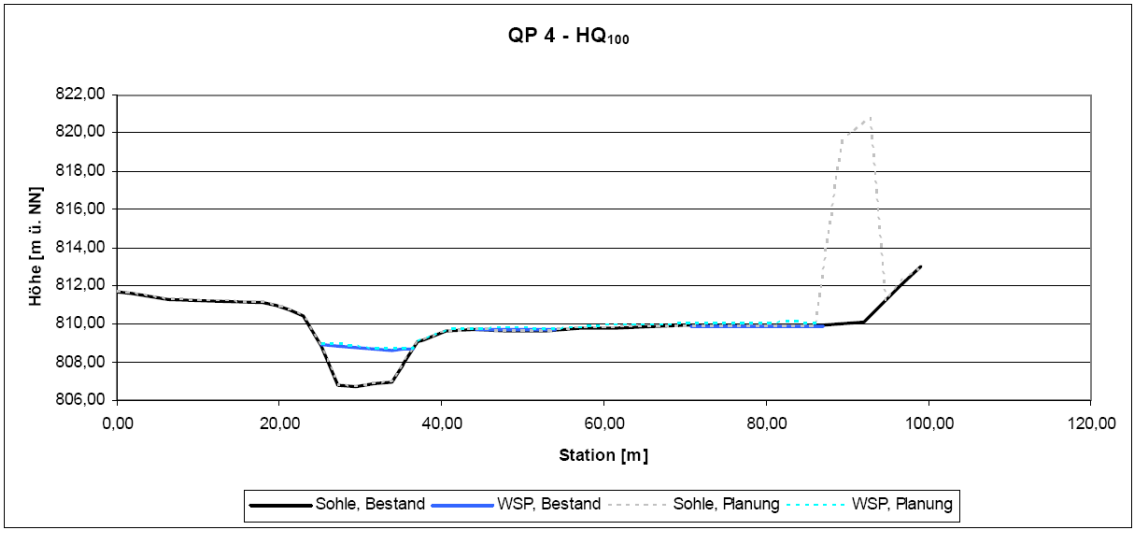


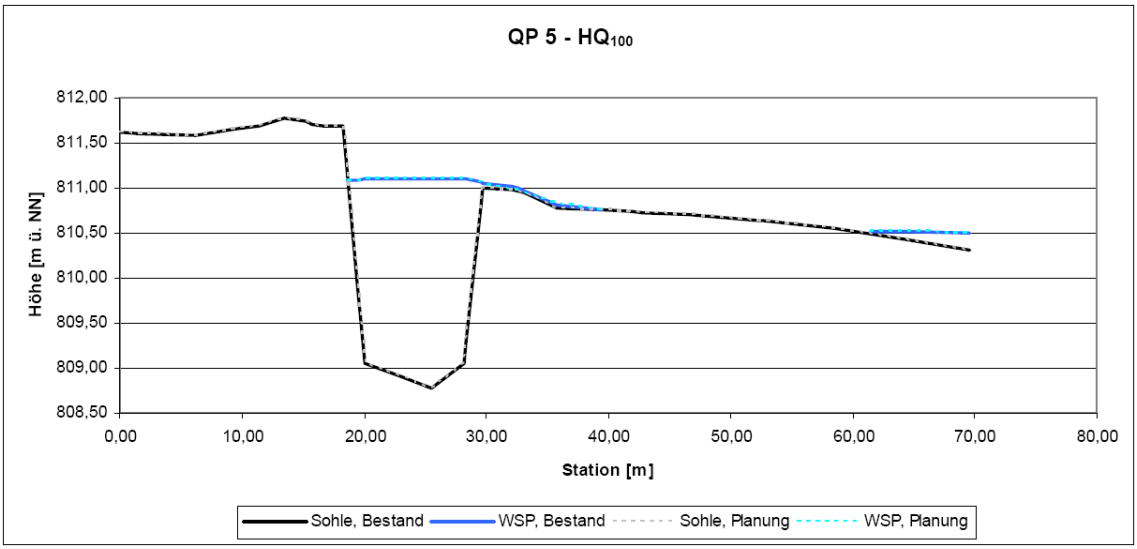
Lage der Quer- und Längsschnitte zur Diskussion der Berechnungsergebnisse

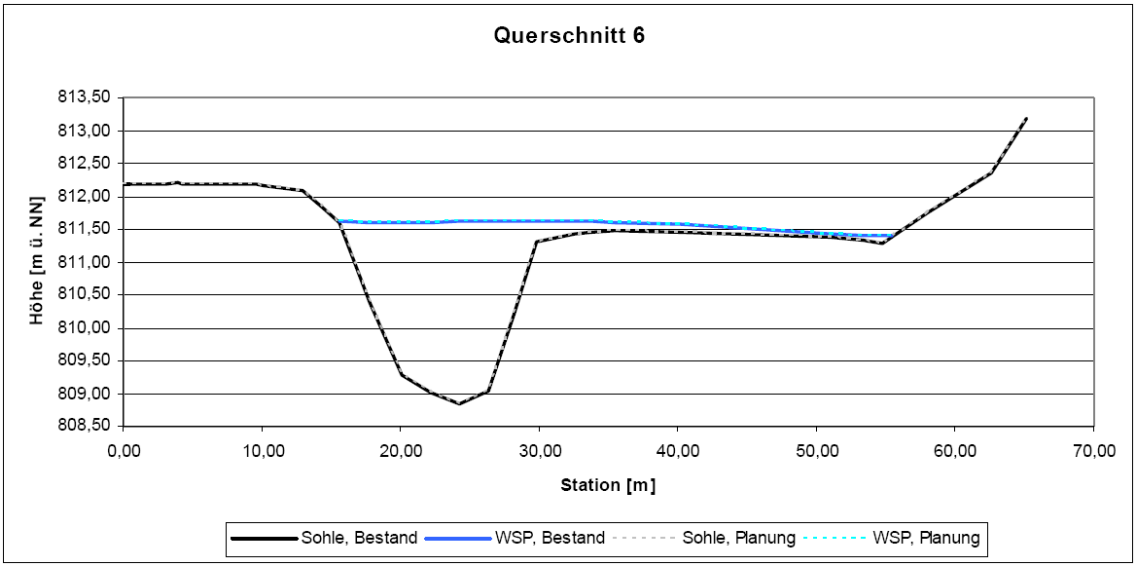

QP 1 - HQ100
Höhe [m ü. NN]
810,00
809,00
808,00
807,00
806,00
805,00
804,00
803,00
0,00
10,00
20,00
30,00
40,00
50,00
60,00
70,00
80,00
Station [m]
Sohle, Bestand
WSP, Bestand
Sohle, Planung
WSP, Planung

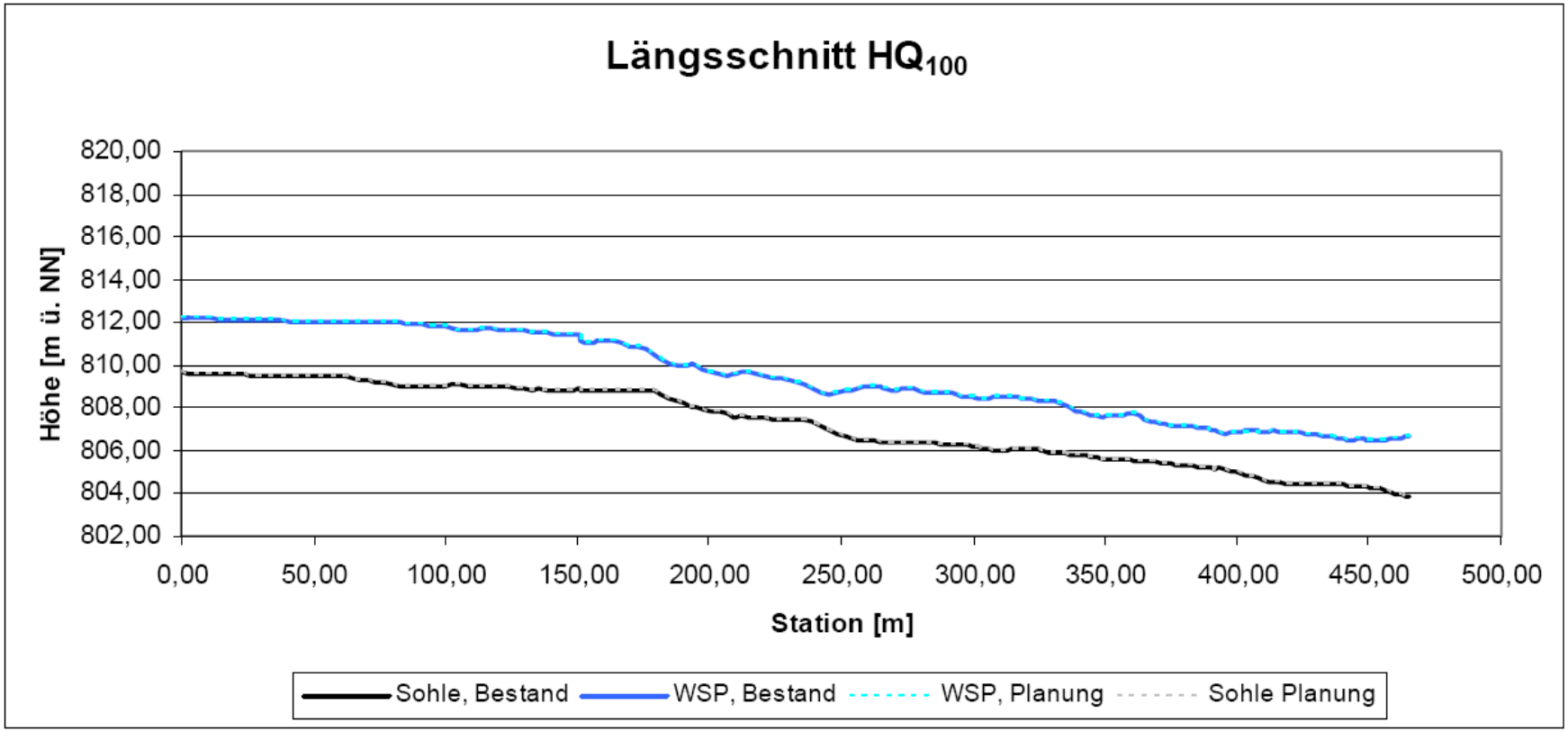

QP 2 - HQ100
Höhe [m ü. NN]
813,00
812,00
811,00
810,00
809,00
808,00
807,00
806,00
805,00
0,00
10,00
20,00
30,00
40,00
50,00
60,00
70,00
80,00
Station [m]
Sohle, Bestand
WSP, Bestand
Sohle, Planung
WSP, Planung


QP 3 - HQ100
Höhe [m ü. NN]
816,00
814,00
812,00
810,00
808,00
806,00
804,00
0,00
10,00
20,00
30,00
40,00
50,00
60,00
70,00
80,00
Station [m]
Sohle, Bestand
WSP, Bestand
Sohle, Planung
WSP, Planung


QP 4 - HQ100
Höhe [m ü. NN]
822,00
820,00
818,00
816,00
814,00
812,00
810,00
808,00
806,00
0,00
20,00
40,00
60,00
80,00
100,00
120,00
Station [m]
Sohle, Bestand
WSP, Bestand
Sohle, Planung
WSP, Planung

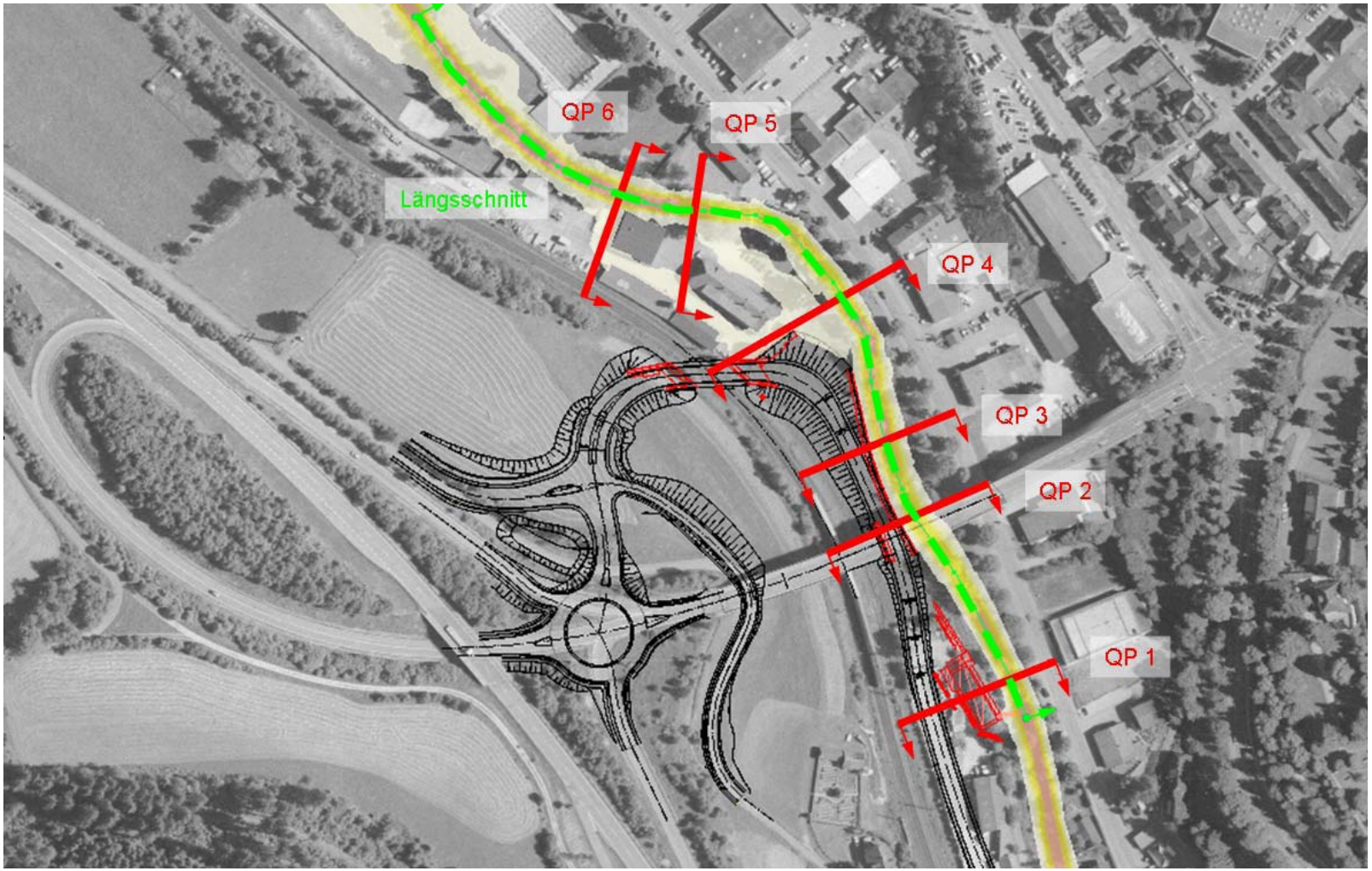

QP 5 - HQ100
Höhe [m ü. NN]
812,00
811,50
811,00
810,50
810,00
809,50
809,00
808,50
0,00
10,00
20,00
30,00
40,00
50,00
60,00
70,00
80,00
Station [m]
Sohle, Bestand
WSP, Bestand
Sohle, Planung
WSP, Planung


Querschnitt 6
Höhe [m ü. NN]
813,50
813,00
812,50
812,00
811,50
811,00
810,50
810,00
809,50
809,00
808,50
0,00
10,00
20,00
30,00
40,00
50,00
60,00
70,00
Station [m]
Sohle, Bestand
WSP, Bestand
Sohle, Planung
WSP, Planung

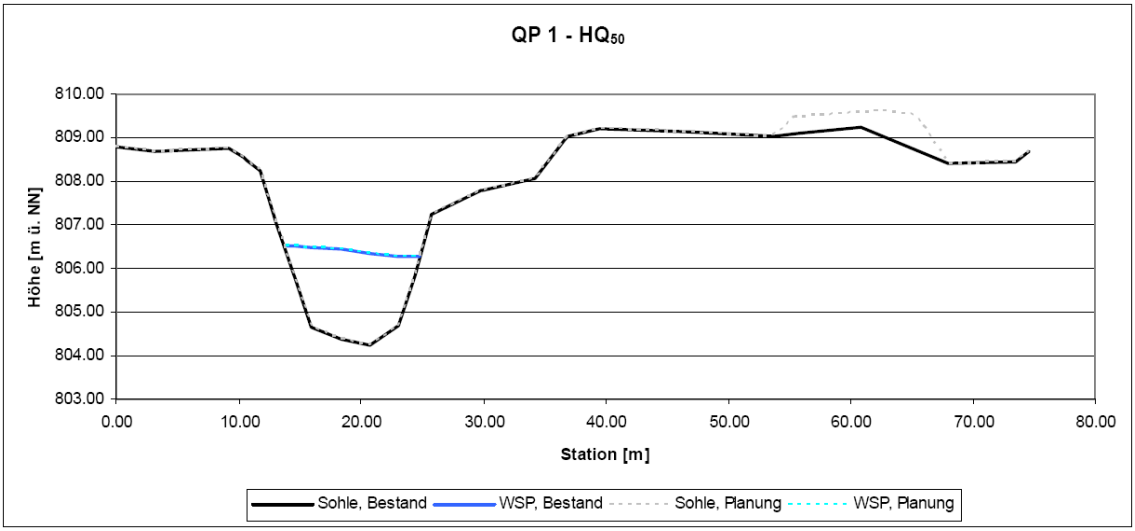

Längsschnitt HQ100
820,00
818,00
816,00
814,00
812,00
810,00
808,00
806,00
804,00
802,00
Höhe [m ü. NN]
0,00
50,00
100,00
150,00
200,00
250,00
300,00
350,00
400,00
450,00
500,00
Station [m]
Sohle, Bestand
WSP, Bestand
WSP, Planung
Sohle Planung

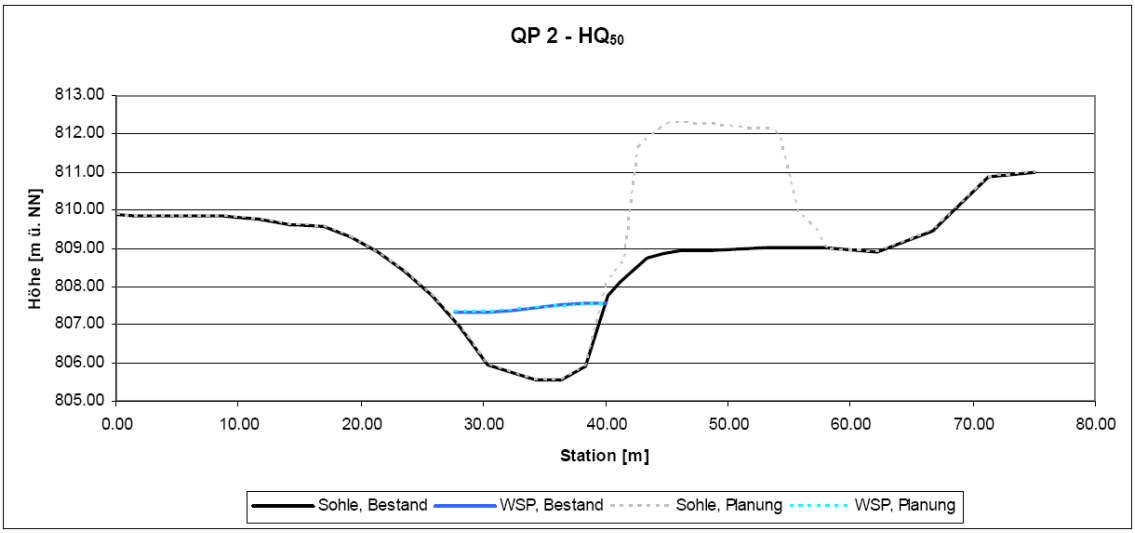
Anlage 2.2

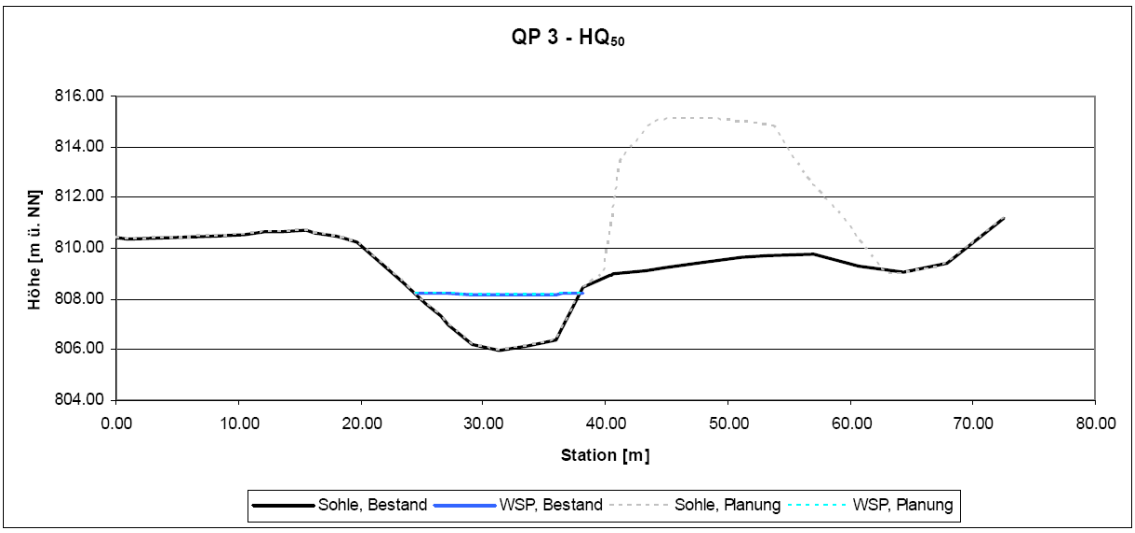
HQ_{50}

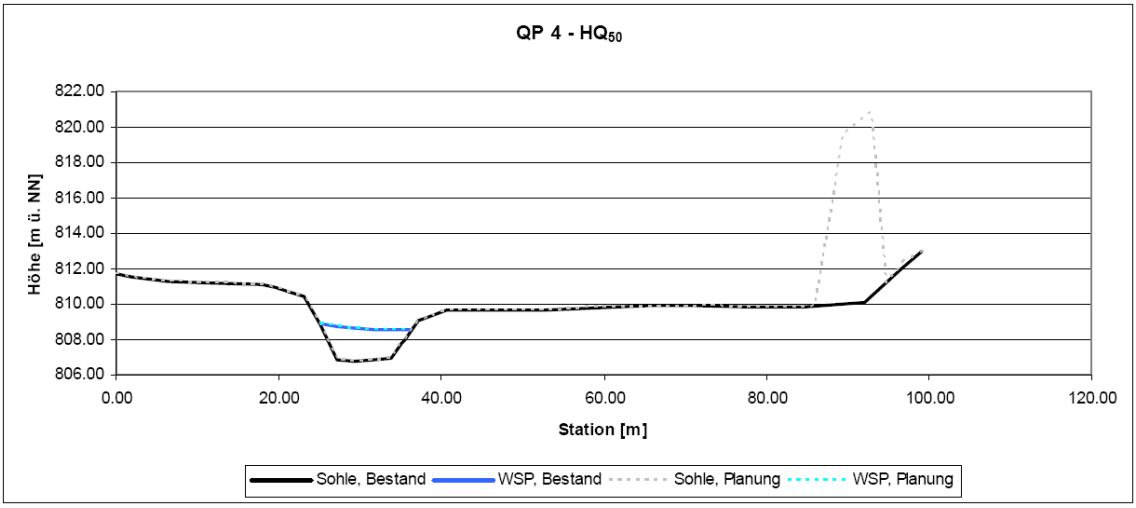


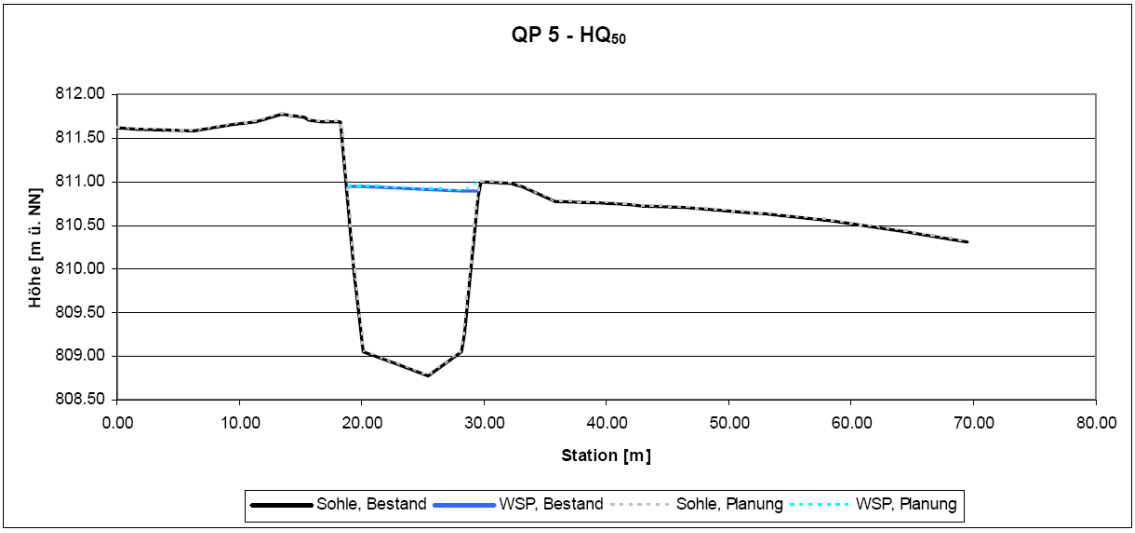
Lage der Quer- und Längsschnitte zur Diskussion der Berechnungsergebnisse

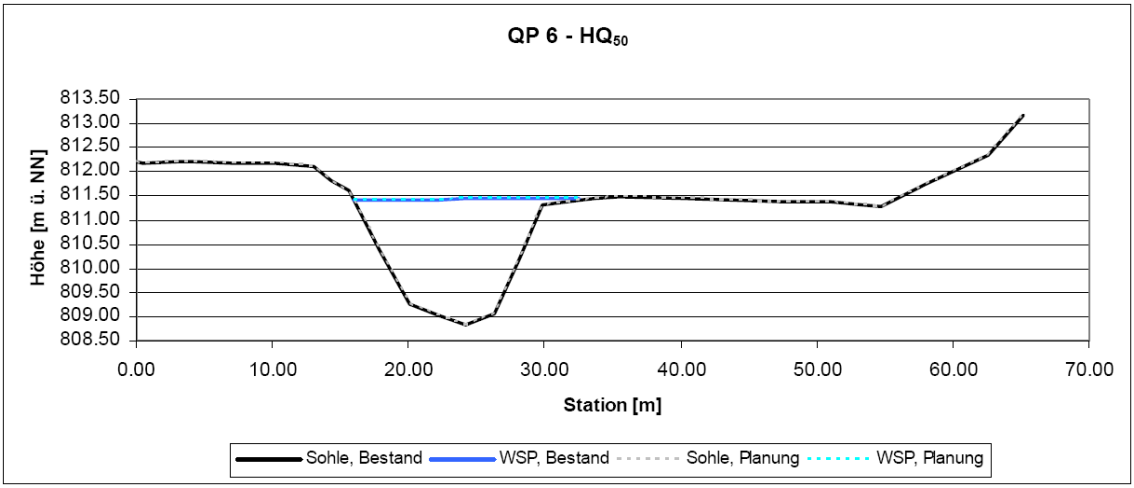

QP 1 - HQ50
Höhe [m ü. NN]
810.00
809.00
808.00
807.00
806.00
805.00
804.00
803.00
0.00
10.00
20.00
30.00
40.00
50.00
60.00
70.00
80.00
Station [m]
Sohle, Bestand
WSP, Bestand
Sohle, Planung
WSP, Planung

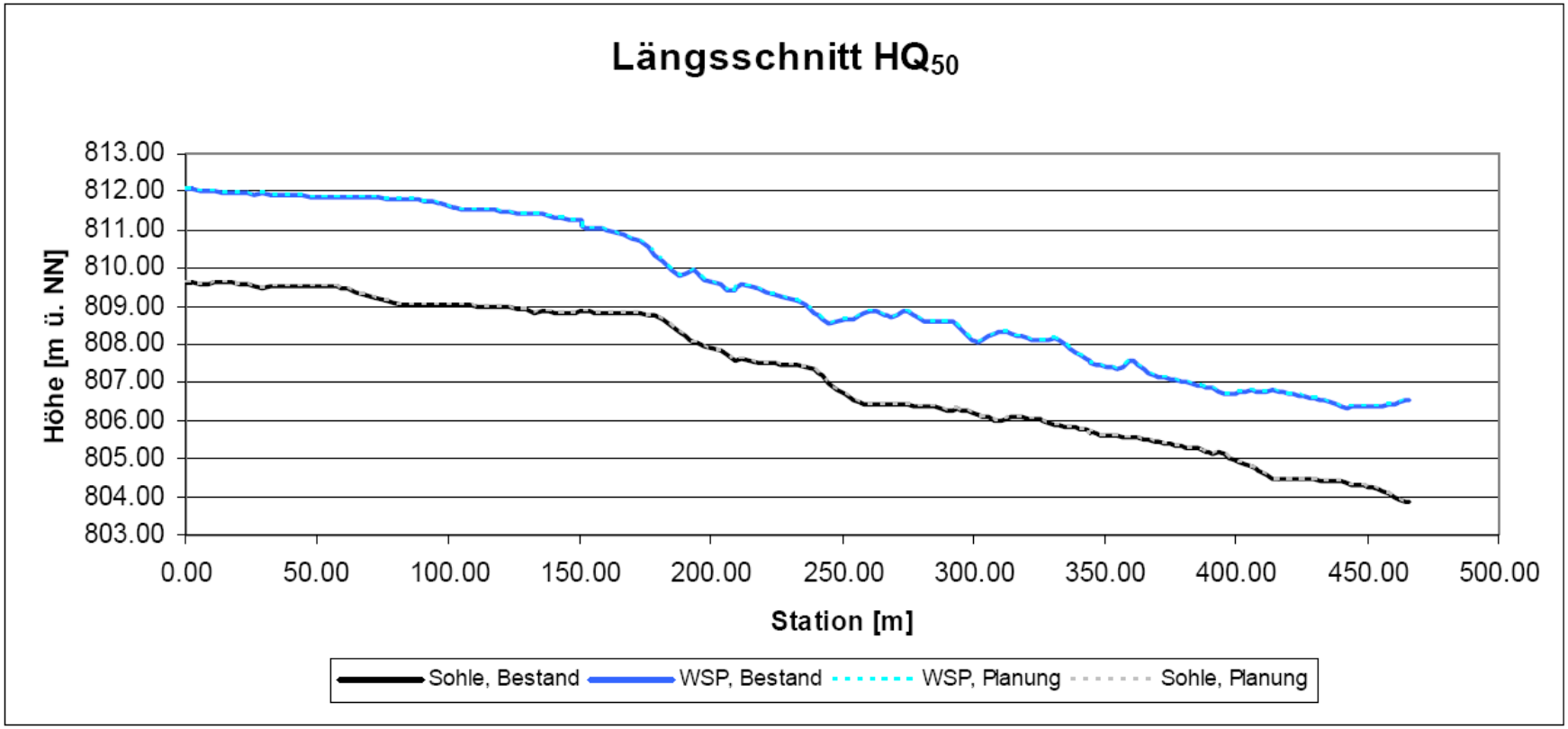

QP 2 - HQ50
Höhe [m ü. NN]
813.00
812.00
811.00
810.00
809.00
808.00
807.00
806.00
805.00
0.00
10.00
20.00
30.00
40.00
50.00
60.00
70.00
80.00
Station [m]
Sohle, Bestand
WSP, Bestand
Sohle, Planung
WSP, Planung


QP 3 - HQ50
Höhe [m ü. NN]
816.00
814.00
812.00
810.00
808.00
806.00
804.00
0.00
10.00
20.00
30.00
40.00
50.00
60.00
70.00
80.00
Station [m]
Sohle, Bestand
WSP, Bestand
Sohle, Planung
WSP, Planung


QP 4 - HQ50
Höhe [m ü. NN]
822.00
820.00
818.00
816.00
814.00
812.00
810.00
808.00
806.00
0.00
20.00
40.00
60.00
80.00
100.00
120.00
Station [m]
Sohle, Bestand
WSP, Bestand
Sohle, Planung
WSP, Planung


QP 5 - HQ50
Höhe [m ü. NN]
812.00
811.50
811.00
810.50
810.00
809.50
809.00
808.50
0.00
10.00
20.00
30.00
40.00
50.00
60.00
70.00
80.00
Station [m]
Sohle, Bestand
WSP, Bestand
Sohle, Planung
WSP, Planung


QP 6 - HQ50
Höhe [m ü. NN]
813.50
813.00
812.50
812.00
811.50
811.00
810.50
810.00
809.50
809.00
808.50
0.00
10.00
20.00
30.00
40.00
50.00
60.00
70.00
Station [m]
Sohle, Bestand
WSP, Bestand
Sohle, Planung
WSP, Planung


Längsschnitt HQ50
Höhe [m ü. NN]
813.00
812.00
811.00
810.00
809.00
808.00
807.00
806.00
805.00
804.00
803.00
0.00
50.00
100.00
150.00
200.00
250.00
300.00
350.00
400.00
450.00
500.00
Station [m]
Sohle, Bestand
WSP, Bestand
WSP, Planung
Sohle, Planung