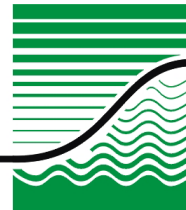




Hydrotechnische Berechnung zur Ermittlung des Hochwasserabflusses an der Schwabach



**Hydraulischer Nachweis (HQ₁₀₀) für einen geplanten
Radweg an der St2243**



Hydrotechnische Berechnung zur Ermittlung des Hochwasserabflusses an der Schwabach

Hydraulischer Nachweis (HQ₁₀₀) für einen geplanten Radweg an der St2243

- Erläuterungsbericht -

Auftraggeber:

Staatliches Bauamt Nürnberg
Flaschenhofstraße 53
90402 Nürnberg

Bearbeitung:

STADT-LAND-FLUSS
INGENIEURDIENSTE GmbH
Am Vogelherd 8
90547 Stein

Stein, den 29.04.2013

.....
Dipl.-Geogr. M. Löffler
Geschäftsführer



Inhaltsverzeichnis

1	Anlass, Vorgang	1
2	Beschreibung des Untersuchungsgebiets	2
3	Datensituation	2
3.1	Topografische Daten	2
3.2	Hydrologische Daten	2
3.3	Weitere Datenquellen	2
4	Zweidimensionale Wasserspiegelberechnung mit HYDRO_AS-2D	3
4.1	Übernahme des Schwabachmodells des WWA Nürnberg	3
4.2	Modellprüfung	4
4.3	Beschreibung der Planungsvariante	5
4.4	Rechenläufe	6
5	Ergebnisdiskussion	6
5.1	Darstellungsweise	6
5.2	Ergebnisse für den Istzustand	7
5.3	Ergebnisse für den Planungsstand	8
6	Bilanzierung der Veränderungen im Retentionsraum	8
7	Fazit	9

Anlagen

1	Überschwemmungsgrenzen HQ ₁₀₀ , Wassertiefenverteilung HQ ₁₀₀ für den Ist-Zustand (M 1:2:500)
2	Überschwemmungsgrenzen HQ ₁₀₀ , Wassertiefenverteilung HQ ₁₀₀ für den Planungs- zustand (M 1:2:500)
3	Überschwemmungsgrenzen HQ ₁₀₀ , Wasserspiegeldifferenzen Istzustand - Planungs- zustand (M 1:2:500)
4	Querschnitte (M 1:200)



1 Anlass, Vorgang

Das Staatliche Bauamt Nürnberg plant im Süden der Ortslage Dormitz (LK FO) einen Radweg entlang der St2243 zwischen Dormitz und Kalchreuth (LK ERH). Die vorgesehene Trassenführung kreuzt dabei das Überschwemmungsgebiet der Schwabach (Gew. II. Ordnung).

Durch eine zweidimensionale hydraulische Abflussberechnung (Bemessungshochwasser HQ₁₀₀) soll untersucht werden, welche Auswirkungen der Bau des Radwegs auf den Hochwasserabfluss der Schwabach hat. Soweit es zu einer Verschlechterung der bestehenden Hochwassersituation kommt (Abflussverschärfung, Aufstau, Eingriff in das Ü-gebiet), sind Ausgleichsmaßnahmen zu entwickeln (z.B. Flutmulden, Retentionsraumbilanz) und deren Wirksamkeit durch Berechnungsläufe nachzuweisen. Besonderes Augenmerk ist dabei auf bauliche Einrichtungen östlich der St2243 zu richten (Habernhofer Mühle).

Im Auftrag des Wasserwirtschaftsamts Nürnberg hat die STADT-LAND-FLUSS INGENIEURDIENSTE GmbH (kurz: SLF) im Jahr 2005 mit Hilfe des zweidimensionalen hydrodynamischen Simulationsmodells HYDRO_AS-2D (Standardwerkzeug der Bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung für Hochwasseruntersuchungen) für die Schwabach Abfluss- und Wasserspiegelberechnungen durchgeführt, u.a. um für ein HQ₁₀₀ (Bemessungshochwasser für siedlungsnahen Flussbereiche) das natürliche Überschwemmungsgebiet zu ermitteln¹. In dem Modell sind alle topografischen Eigenschaften des Gewässers (Querprofile für den Flussschlauch, digitales Geländemodell für die Vorländer) erfasst, ebenso alle hydraulisch wirksamen Bauwerke (Brücken, Wehre) und Strukturen (z.B. Flurwege, Kreisstraßen, bebaute Bereiche im Talraum) sowie die unterschiedlichen Nutzungen (Wiesen, Siedlungsbereiche etc.).

Das Staatliche Bauamt Nürnberg beauftragte am 06.02.2013 die STADT-LAND-FLUSS INGENIEURDIENSTE GmbH, Stein, durch hydrotechnische Berechnungen den möglichen Einfluss des Radwegs auf den Hochwasserabfluss (HQ₁₀₀) der Schwabach zu prüfen.

Die Bearbeitung des Projekts ist zwischenzeitlich abgeschlossen, die Ergebnisse werden hiermit in Form eines Erläuterungsberichts mit Planunterlagen vorgelegt.

¹ SLF (2005): Zweidimensionale hydrotechnische Wasserspiegelberechnung der Schwabach von Fluss-Kilometer 0,000 bis 22,400 - Ermittlung des Überschwemmungsgebiets. 30 Seiten.



2 Beschreibung des Untersuchungsgebiets

Das Untersuchungsgebiet liegt im Gemeindebereich von Uttenreuth, Landkreis Erlangen-Höchstädt. Die St2243 verläuft ab Kalchreuth in nördlicher Richtung und mündet auf die St2240 zwischen Weiher und Dormitz. Der Radweg wird auf Höhe der alten Eisenstraße (Fl.Nr. 231/20) in den Talraum der Schwabach geführt und läuft parallel zur St2243 bis zur Kreuzung mit dem Habernhofer Weg der Gemeinde Weiher (siehe Abb. 1).

3 Datensituation

3.1 Topografische Daten

Als topografische Datengrundlage dient das vorhandene Gitternetzmodell der Schwabach mit Laserscandaten im 1x1m-Raster. Sie wurden vom Bayerischen Landesamt für Vermessung und Geoinformation zur Verfügung gestellt. Diese Daten enthalten gegenüber fotogrammetrisch ausgewerteten Befliegungsdaten auch in Waldgebieten genaue Information über die Geländeoberfläche (Trennung von Signalen von der „Vegetationsoberfläche“ = Baumdach und vom Boden). Der Flussschlauch der Schwabach wurde in einer Vermessungskampagne genau erfasst und in das Modell eingebaut².

3.2 Hydrologische Daten

Die zur Simulation eines Hochwasserereignisses in das Modell einzusteuernenden Zuflüsse waren ebenfalls vom WWA Nürnberg ermittelt und in das Modell integriert worden. Die verwendeten Hochwasserlängsschnitte berücksichtigen den Zufluss am oberen Modellende sowie alle relevanten seitlichen Zuflüsse. Der Abfluss auf Höhe der Habernhofer Mühle liegt bei einem HQ₁₀₀ bei 73,6 m³/s.

3.3 Weitere Datenquellen

Daten zu Bebauung, Vegetation und Nutzung wurden der DFK und den Orthofotos entnommen. Weitere Informationen und Planunterlagen zu wasserbaulichen Einrichtungen (z.B. Durchlässe, Verrohrungen) lieferte die Planung des Auftraggebers bzw. das bereits vorhandene Gitternetzmodell des WWA Nürnberg. In Abbildung 1 sind die geplanten Baumaßnahmen des Staatlichen Bauamtes Nürnberg dargestellt.

² SLF (2005), Kapitel 4.3

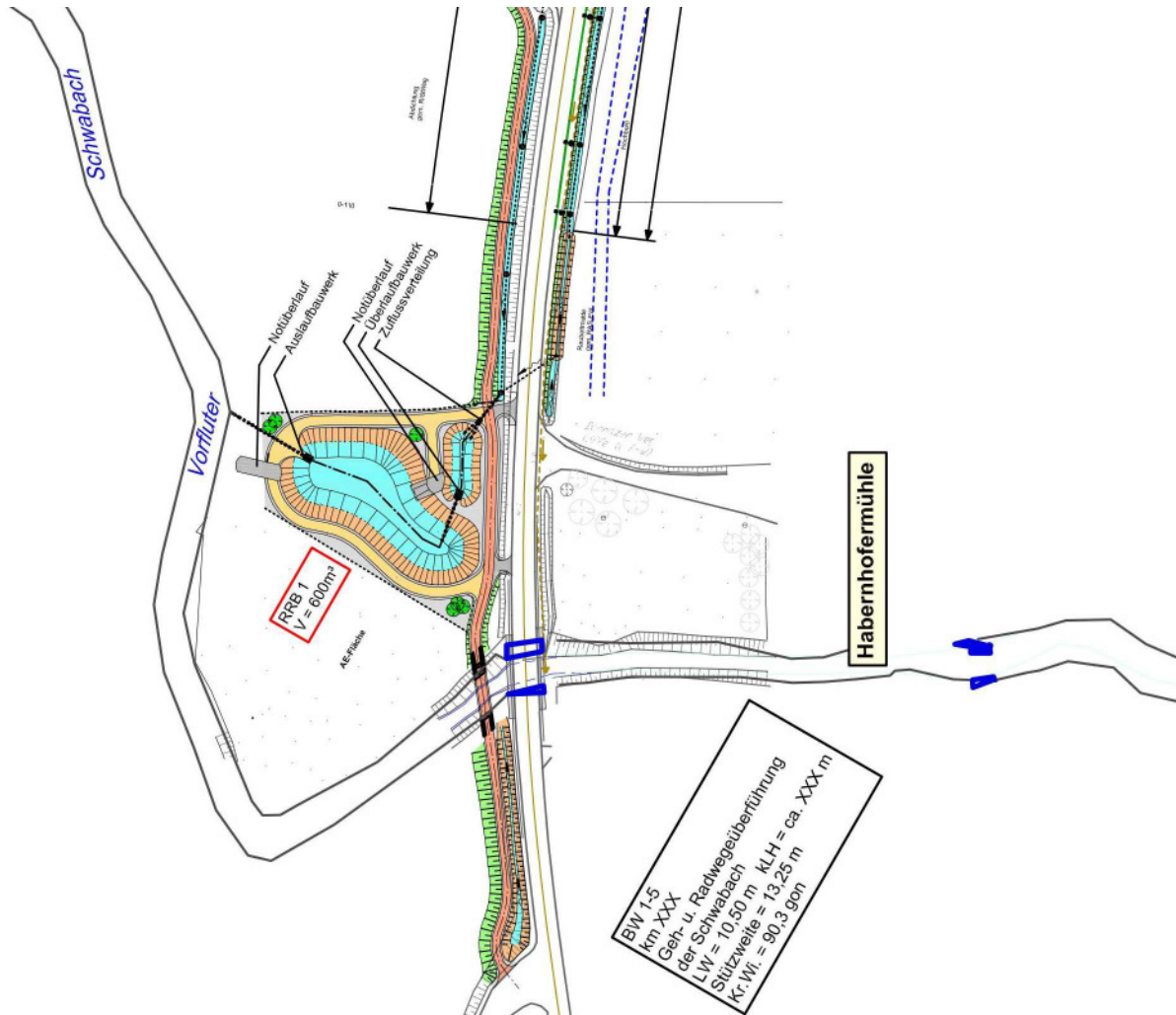


Abb. 1: Planung des Staatlichen Bauamtes Nürnberg für den Radweg an der St2243

4 Zweidimensionale Wasserspiegelberechnung mit HYDRO_AS-2D

4.1 Übernahme des Schwabachmodells des WWA Nürnberg

Für das Untersuchungsgebiet liegt ein zweidimensionales Simulationsmodell der Schwabach des WWA Nürnberg vor. Das zweidimensionale Simulationsmodell HYDRO_AS-2D, ein sog. Finite-Volumen-Programm, baut auf einem Gitternetz aus Drei- und Viereckselementen auf, die über Kanten und Knoten miteinander verbunden sind. Für die Elementflächen sind die Strukturen der Geländeoberfläche, die sog. Rauheiten, vorzugeben, an den Knoten die jeweilige Geländehöhe. Außerdem müssen sog. Randbedingungen spezifiziert werden, z.B. die Zuflüsse, wie sie sich aus den Hochwasserlängsschnitten ergeben. Mit diesen Informationen berechnet das Programm für



jeden Knoten (und jeden Zeitschritt) Wasserstand und Geschwindigkeit. Daraus lassen sich dann weitere Größen wie Wassertiefen, Durchflüsse entlang eines Polygonzuges von Elementkanten, Schleppspannungen etc. ermitteln.

Das Gitternetz beginnt östlich der Gemeinde Forth, deckt den gesamten Talraum der Schwabach nach Westen ab und geht letztendlich in das zweidimensionale Gitternetzmodell der Regnitz über. Das Untersuchungsgebiet bei Dormitz bzw. der Habernhofer Mühle ist somit vom vorhandenen Modell komplett abgedeckt. Im Modell ist der Flussschlauch der Schwabach eingebaut, vorhandene Bauwerke (Brücken, Durchlässe, Wehre) sind berücksichtigt und Rauheiten entsprechend der Landnutzung belegt.

Das Modell ist für eine stationäre Abflussberechnung eingerichtet, d.h. es wird ein konstanter Abfluss zum Zeitpunkt der Hochwasserspitze angesetzt. Dadurch werden die maximal mögliche Ausbreitung des Hochwassers in der Talaue und die maximal auftretenden Wasserstände ermittelt.

4.2 Modellprüfung

Die Übertragbarkeit des Modells auf die Rechner des Auftragnehmers wurde in einem Testlauf geprüft. Hierfür wurde ein Rechenlauf mit den Parametern des Originalmodells durchgeführt, um mögliche Abweichungen der Ergebnisse aufgrund unterschiedlicher Soft- oder Hardwarebedingungen darstellen zu können. Alle Eingabewerte wie Rechengeschwindigkeit, Zeitschritte, Zulaufkurven, Rauheiten usw. wurden exakt übernommen. Der Rechenlauf wurde für das gesamte Gitternetzmodell durchgeführt und weist im Untersuchungsgebiet leichte Abweichungen zu den Ergebnissen des Originalmodells auf (siehe Abb. 2). Nach der Berechnung der U-Grenze im Jahr 2010 wurde ein Upgrade der Programmversion von HYDRO_AS-2D (Upgrade auf Version 2.2) veröffentlicht. Die beiden zu vergleichenden Überschwemmungsgrenzen stimmen daher im Rahmen der Rechengenauigkeit überein. Die neu berechneten Ergebnisse werden daher als Referenz für die nachfolgend beschriebenen Planungsvarianten eingesetzt.

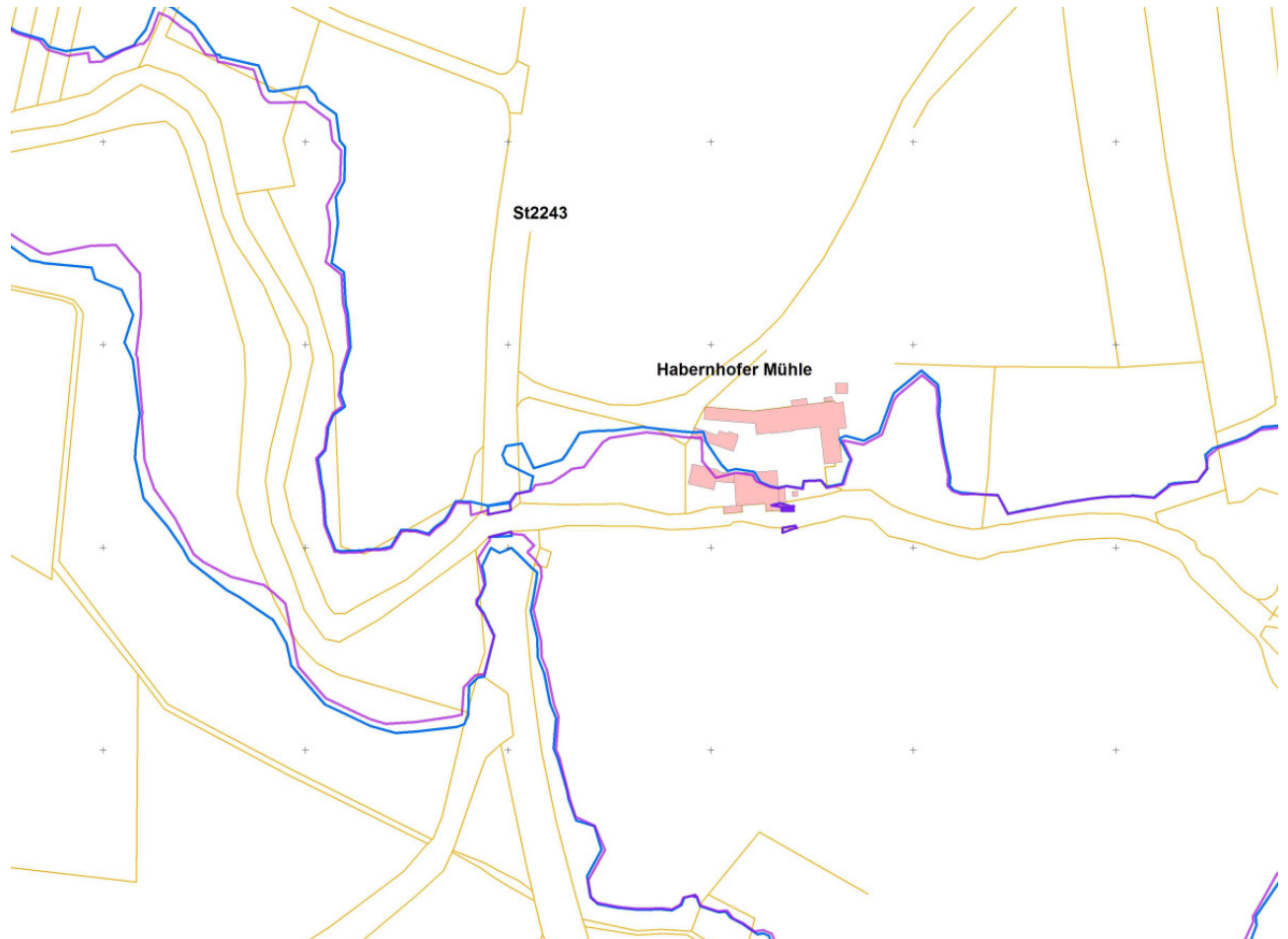


Abb. 2: Vergleich der U-Grenze aus der Berechnung im Jahr 2010 (blaue Linie) und der Berechnung im Jahr 2013 (lila Linie)

4.3 Beschreibung der Planungsvariante

Zur Erfassung der Planungsmaßnahmen (Radweg, Brückenbauwerk, RRB) müssen im Modellgitternetz verschiedene Anpassungen vorgenommen werden:

- Verschiebung von Elementkanten, um die Geometrie eines geplanten Trassenverlaufs (z.B. Böschungsoberkanten und -unterkanten, Straßenrandgraben) zu beschreiben.
- Änderung von Knotenhöhen, um die Topografie des geplanten Trassenverlaufs darzustellen
- Definition von hydraulischen Parametern, insb. Konstruktionsunterkanten der Brücke



Die oben beschriebenen Änderungen wurden nach den Plänen des Staatlichen Bauamtes Nürnberg vom 15.04.2013 in das vorhandene Gitternetzmodell eingebaut. Die lichte Weite der Radwegbrücke liegt bei $b=14,50$ m, die Konstruktionsunterkanten liegen bei 294,12 m ü. NN bzw. 294,26 m ü. NN. Der Brückendurchlass wird 2D als Gitternetzelemente mit Boundary Condition (KUK's) eingebaut.

Des Weiteren wurden Maßnahmen zur Verbesserung der Hochwassersituation im Bereich der St2243 eingebaut. Dabei wurde im Überschwemmungsgebiet der Schwabach ein Aufweiten des Flussschlauchs und ein Abtrag von Oberboden bis ca. 80 m flussabwärts der neuen Radwegbrücke simuliert. Diese Maßnahmen sollen die Abströmsituation nach dem Brückenbauwerk verbessern und flussaufwärts zu einem Absenken des Aufstaus beitragen. Die Maßnahmen sind in den Querschnitten in Anlage 4 im Maßstab 1:200 dargestellt.

4.4 Rechenläufe

Mit dem (angepassten) Modell wurden zwei Rechenläufe für den Abfluss eines HQ₁₀₀ durchgeführt und bewertet:

- Berechnung des Ist-Zustandes

Vergleich der Ergebnisse mit denen des WWA-Originalmodells; Bewertung von Abweichungen, soweit aufgetreten; Erzeugung eines Referenzzustandes zur Beurteilung von potentiellen Änderungen durch das Straßenbauvorhaben.

- Berechnung für die Planung

Vergleich der Ergebnisse mit denen des Referenzzustandes (Ist-Zustand); Bestimmung und Bewertung von Veränderungen im Hochwassergeschehen (Wasserstände, Überschwemmungsgebiet); Berechnungen zum Retentionsraumausgleich.

5 Ergebnisdiskussion

5.1 Darstellungsweise

In den Anlage 1 bis 3 sind die Ergebnisse der Hochwasserberechnungen für die Schwabach im Maßstab 1:2.500 vor dem Hintergrund der digitalen Flurkarte dargestellt. Das Überschwemmungsgebiet für das HQ₁₀₀ wurde farbig abgestuft.



Die farbliche Hinterlegung beim HQ₁₀₀ entspricht der Wassertiefenverteilung mit folgenden Tiefenstufen:

- 0 – 10 cm „feuchte“ Wiesen, „Wasserpfützen“ auf Verkehrsflächen
- 10 – 30 cm geringe Überflutung, nur zum Teil abflusswirksam
- 30 – 50 cm abflusswirksame Überflutung von Vorländern und Siedlungsgebieten
- 50 – 100 cm abflusswirksame Überflutung, teilweise Einstau vor Durchlässen
- > 100 cm tritt nur im Flussschlauch und in einigen Staubereichen auf.

5.2 Ergebnisse für den Istzustand

In Anlage 1 ist der Ist-Zustand im HQ₁₀₀-Fall im Maßstab 1:2.500 dargestellt.

Der HW-Abfluss strömt in östlicher Richtung in das Untersuchungsgebiet ein, wobei er teilweise von den nördlichen und südlichen Talraumterrassen begrenzt wird. Die Vorländer werden flächendeckend überflutet. Vor der St2243 kommt es zu einem Anstau, der sich bis zur Habernhofer Mühle fortsetzt. Die Habernhofer Mühle liegt bei einem HQ₁₀₀ im Überschwemmungsgebiet der Schwabach. Diese Situation konnte bei einem Hochwasser am 20.07.2011 beobachtet werden. Der höchste Abfluss für dieses Ereignis am Pegel Büg lag außerhalb des Pegelmessbereichs (>60 m³/s).



Abb. 3 : Abfluss an der St2243 am 20.07.2011



Abb. 4: Überschwemmung an der Habernhofer Mühle am 20.07.2011



Die Brücke der St2243 steht unter Druckabfluss, ein Freibord ist nicht mehr vorhanden (vergleiche Abb. 3). Der Bereich vor und direkt an der Habernhofer Mühle ist weiträumig überflutet (Abb. 4). Die Überschwemmung vom 20.07.2011 deckt sich relativ gut mit dem berechneten Überschwemmungsgebiet in Anlage 1.

5.3 Ergebnisse für den Planungsstand

Anlage 2 zeigt die Auswirkungen der Planung (s. Kap. 4.3) auf den Abfluss des HQ₁₀₀ im Maßstab 1:2.500. Die Differenz der Wasserspiegel ist in Anlage 3 im Maßstab 1:2.500 dargestellt.

Es kommt durch die Verbesserung der Abströmung nach den beiden Brücken der St2243 und des neuen Radwegs zu einer leichten Absenkung der WSP flussaufwärts. Die Absenkung der WSP liegt bei maximal 0,08 m. Dadurch entspannt sich die Überflutungssituation an der Habernhofer Mühle leicht. Eine Gefährdung der Gebäude besteht allerdings nach wie vor. Flussabwärts der Brücke breitet sich der Abfluss in den Abgrabungsbereichen aus (höhere Wassertiefen im Vergleich zum Istzustand in der Flussbiegung). Die Überflutungssituation verändert sich minimal, die Ausgleichsfläche zwischen RRB und dem bestehenden Überschwemmungsgebiet der Schwabach (siehe Abb. 1) wird bei einem HQ₁₀₀ nicht überflutet. In der Flussbiegung an der Schwabach steigen die WSP leicht an (maximal 0,15 m, flächenhaft um ca. 0,05 m). Der WSP unter der Radwegbrücke liegt bei ca. 293,74 m ü. NN, die Konstruktionsunterkanten liegen bei 294,12 m ü. NN bzw. 294,26 m ü. NN. Es liegt demnach ein Freibord von mind. 0,38 m vor. Die Überschwemmungssituation bleibt weitgehend unverändert, es findet keine Verschlechterung im Vergleich zur bestehenden Situation statt.

6 Bilanzierung der Veränderungen im Retentionsraum

Es kommt durch die Maßnahmen (insb. Bau eines Radwegdamms) zu einem Verlust an Retentionsraum, aber auch in Teilbereichen zu einer Erweiterung des Überschwemmungsgebietes auf natürlichen Flächen (siehe Abb. 5). Die schraffierten Flächen stellen einen Verlust an Retentionsraum, die gekreuzten Flächen eine Erweiterung des Überschwemmungsgebietes dar.

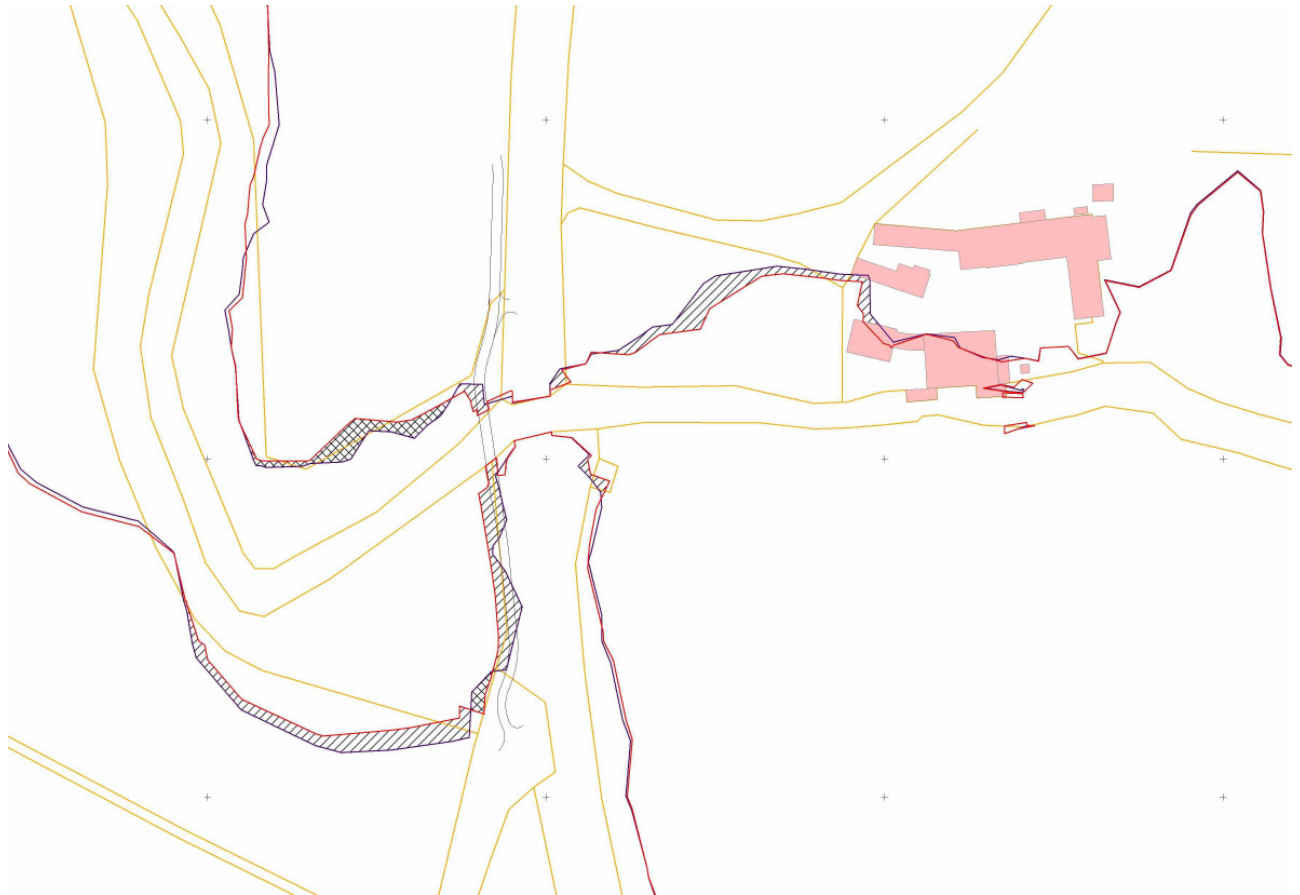


Abbildung 5: Flächenverluste und –gewinne im Bereich des Radwegs

Aus der Verschneidung der Flächen mit den Wasserspiegellagen bei einem HQ₁₀₀, ergibt sich folgende Retentionsraumbilanz:

Tabelle 1: Retentionsraumbilanz im Bereich der St2243

	Fläche in m ²	Volumen in m ³
Retentionsraumverlust	748	165
Retentionsraumgewinn	275	122
Gesamt		43

Es ist ein Retentionsraumausgleich von 43 m³ erforderlich. Durch den Geländeabtrag im Bereich der Flussbiegung und der Aufweitung des Flussschlauchs wird ein Retentionsvolumen von ca. 2.400 m³ geschaffen. Der Retentionsraumverlust wird dadurch deutlich kompensiert.

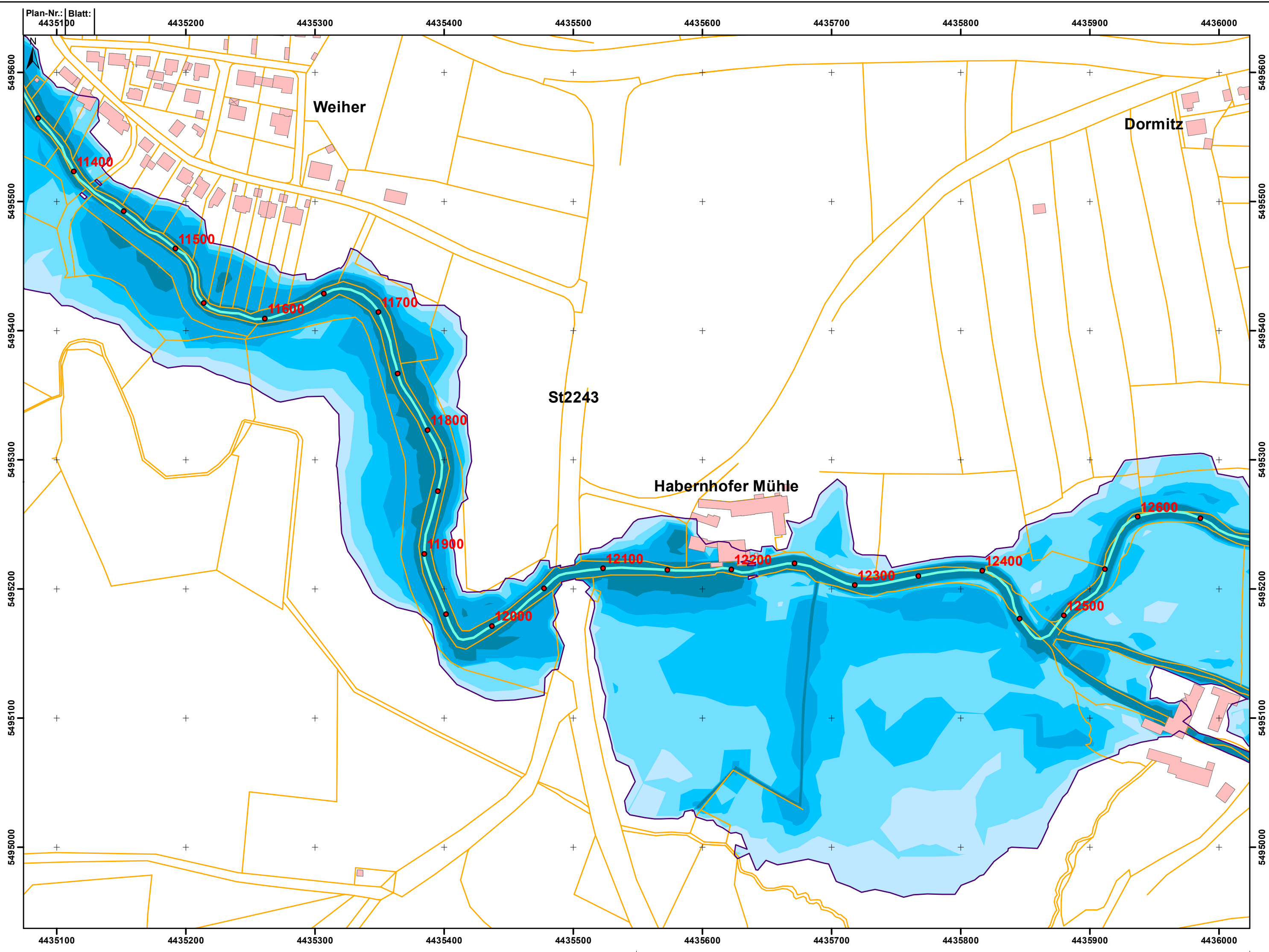
7 Fazit

Durch den Bau des Radwegs sowie der Flussschlauchaufweitung und der Geländeabtragung im bestehenden Überschwemmungsgebiet der Schwabach kommt es zu keinen negativen Verände-



rungen bei einem Bemessungshochwasser HQ₁₀₀. Der Anstau vor der St2243 fällt durch die Verbesserung der Abströmsituation flussabwärts der Radwegbrücke niedriger aus. Dadurch kommt es zu einer leichten Entlastung im Bereich der Habernhofer Mühle. Unter der Radwegbrücke liegt ein Freibord von ca. 0,40 m vor.

Stein, den 29.04.2013



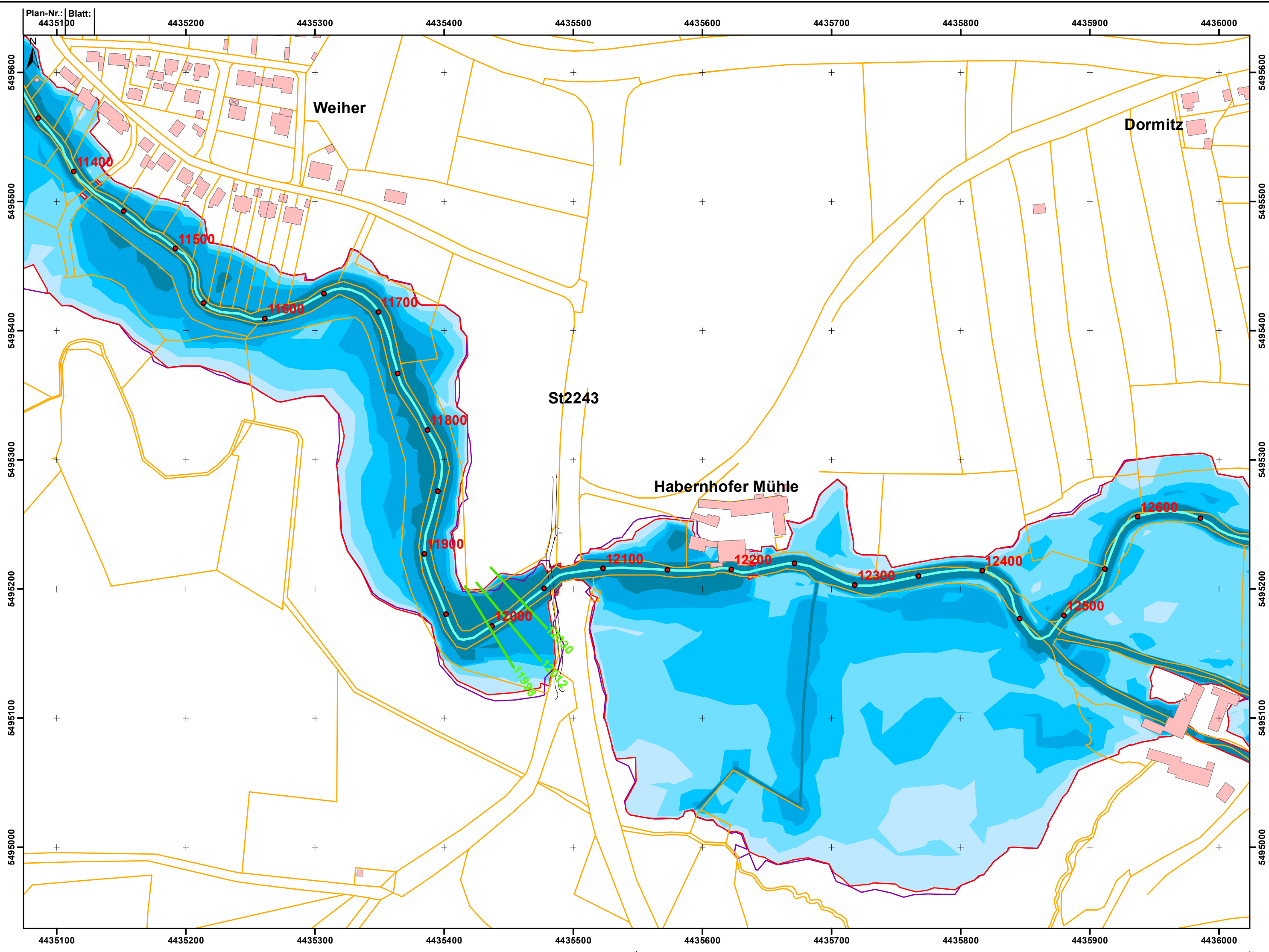
Legende

- Wassertiefen HQ₁₀₀**
- 0 - 10 cm
 - 10 - 30 cm
 - 30 - 50 cm
 - 50 - 100 cm
 - > 100 cm
- Überschwemmungsgrenzen**
- Ü-grenze HQ₁₀₀-Istzustand
 - Flurstücks-grenzen
 - Gebäude

Nr.	Art der Änderung	Datum	Name

Freistaat Bayern Staatliches Bauamt Nürnberg <small>Flaschenhofstraße 53, 90402 Nürnberg, Tel. 0911/24294-0, Fax 0911/24294-699, E-Mail: poststelle@stban.bayern.de</small>	Anlage	1
	Blatt Nr.	-
	Datum	Zeichen
St 2243 Radweg entlang der St2243	bearbeitet:	05.03.2013 ml
	gezeichnet:	01.03.2013 msc
	geprüft:	05.03.2013 ml
Istzustand Überschwemmungsgrenze HQ₁₀₀ Wassertiefen HQ₁₀₀		
Maßstab: 1 : 2.500		

Stadt - Land - Fluss Ingenieurdienste GmbH  Dipl.-Geogr. Geschäftsführer Stein, den 06.03.2013	Wasserwirtschaft Geoinformation Vermessung Projektmanagement	 STADT-LAND-FLUSS INGENIEURDIENSTE Am Vogelherd 8 D - 90547 Stein
Projekt: 09052304	Tel.: 0911/ 96 79 99 4 Fax: 0911/ 96 79 99 5 info@sif-stein.de www.sif-stein.de	DateI: 09052304-04.0



Legende

- Wassertiefen HQ₁₀₀**
- 0 - 10 cm
 - 10 - 30 cm
 - 30 - 50 cm
 - 50 - 100 cm
 - > 100 cm
- Überschwemmungsgrenzen**
- Ü-grenze HQ₁₀₀-Istzustand
 - Ü-grenze HQ₁₀₀-Planung
- Flurstücks-grenzen**
- Gebäude
 - Lage Radweg

Nr.	Art der Änderung	Datum	Name

Freistaat Bayern Staatliches Bauamt Nürnberg <small>Flaschenhofstraße 53, 90402 Nürnberg, Tel. 0911/24294-0, Fax 0911/24294-699, E-Mail: poststelle@stban.bayern.de</small>	Anlage	2
	Blatt Nr.	-
	Datum	Zeichen
St 2243 Radweg entlang der St2243	bearbeitet:	05.03.2013 ml
	gezeichnet:	01.03.2013 msc
	geprüft:	05.03.2013 ml
Planung Überschwemmungsgrenze HQ₁₀₀ Wassertiefen HQ₁₀₀		
Maßstab:		1 : 2.500

Stadt - Land - Fluss
Ingenieurdienste GmbH

[Signature]

Dipl.-Geogr.
Geschäftsführer

Stein, den 11.04.2013

Projekt: 09052304

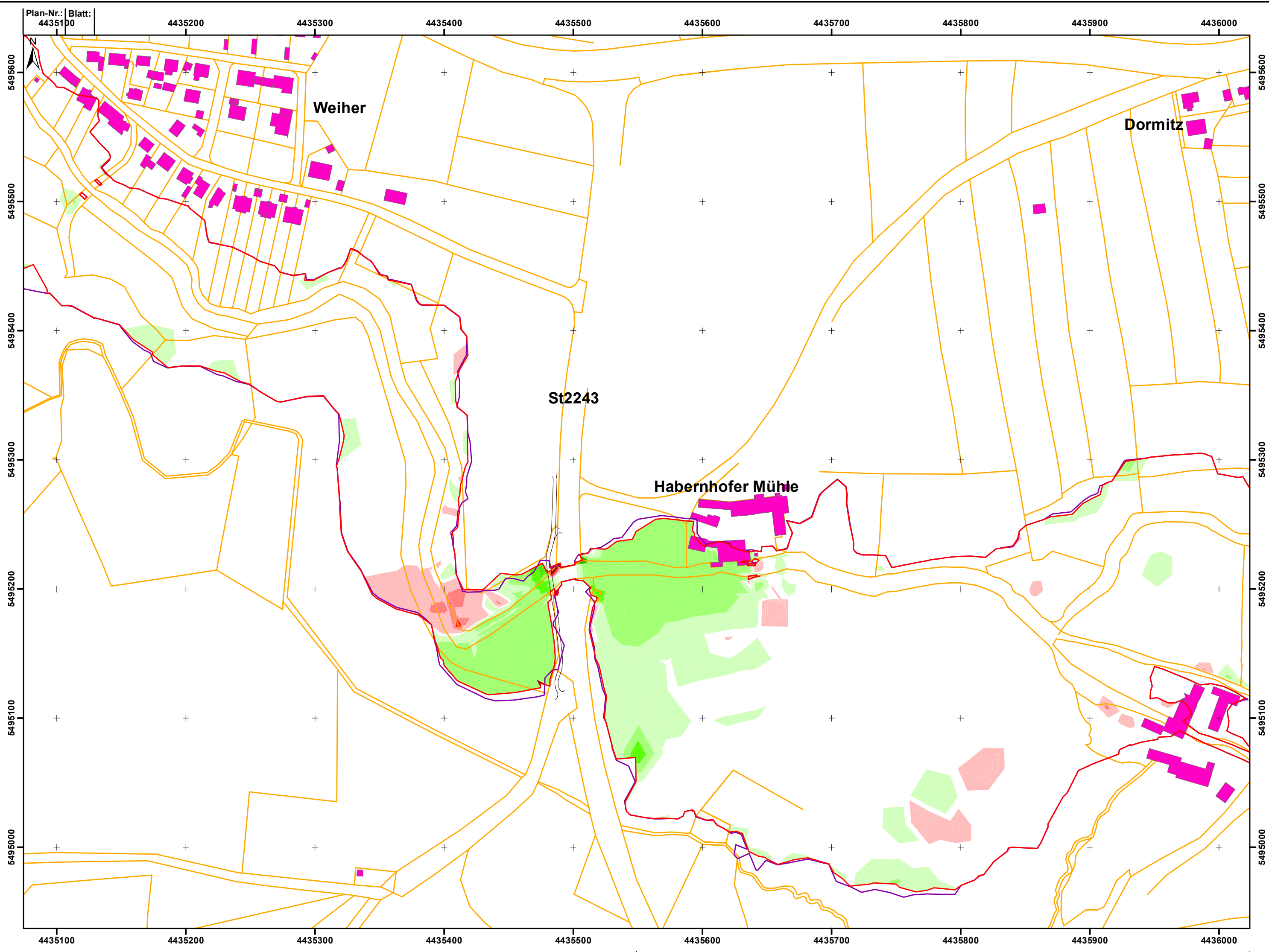
Wasserwirtschaft
Geoinformation
Vermessung
Projektmanagement

Tel.: 0911/ 96 79 99 4
Fax: 0911/ 96 79 99 5

info@sif-stein.de
www.sif-stein.de

Datei: 09052304-04.0

STADT-LAND-FLUSS
INGENIEURDIENSTE
Am Vogelherd 8
D - 90547 Stein



Legende

Wasserspiegeldifferenzen HQ₁₀₀

Aufstau	Sunk
1 - 5 cm	1 - 5 cm
> 5 - 10 cm	> 5 - 10 cm
> 10 - 15 cm	> 10 - 15 cm
> 15 - 20 cm	> 15 - 20 cm
> 20 cm	> 20 cm

- Flurstücks-grenzen
- Gebäude
- Lage Radweg

Überschwemmungsgrenzen

- Ü-grenze HQ₁₀₀-Istzustand
- Ü-grenze HQ₁₀₀-Planung

Nr.	Art der Änderung	Datum	Name

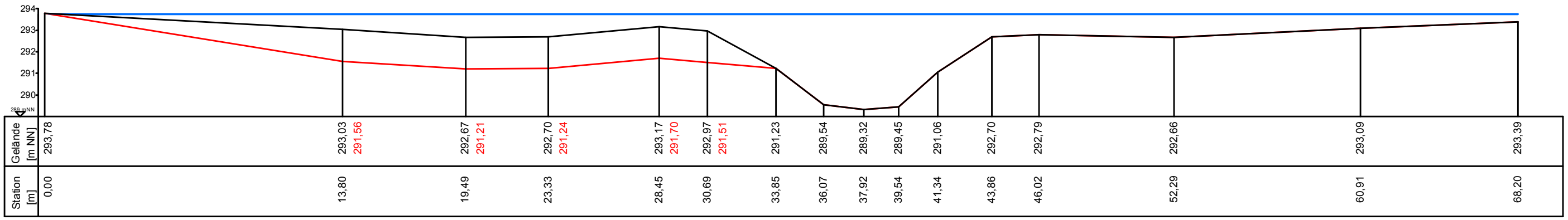
Freistaat Bayern Staatliches Bauamt Nürnberg <small>Flaschenhofstraße 53, 90402 Nürnberg, Tel. 0911/24294-0, Fax 0911/24294-699, E-Mail: poststelle@stban.bayern.de</small>	Anlage	3
	Blatt Nr.	-
	Datum	Zeichen
St 2243 Radweg entlang der St2243	bearbeitet:	05.03.2013 ml
	gezeichnet:	01.03.2013 msc
	geprüft:	05.03.2013 ml
Planung Überschwemmungsgrenze HQ₁₀₀ Wassertiefen HQ₁₀₀		Maßstab: 1 : 2.500

Stadt - Land - Fluss Ingenieurdienste GmbH  Dipl.-Geogr. Geschäftsführer Stein, den 29.04.2013 <small>Projekt: 09052304</small>	Wasserwirtschaft Geoinformation Vermessung Projektmanagement Tel.: 0911/ 96 79 99 4 Fax: 0911/ 96 79 99 5 info@sif-stein.de www.sif-stein.de <small>Datei: 09052304-04.0</small>	 STADT-LAND-FLUSS INGENIEURDIENSTE Am Vogelherd 8 D - 90547 Stein
--	--	--

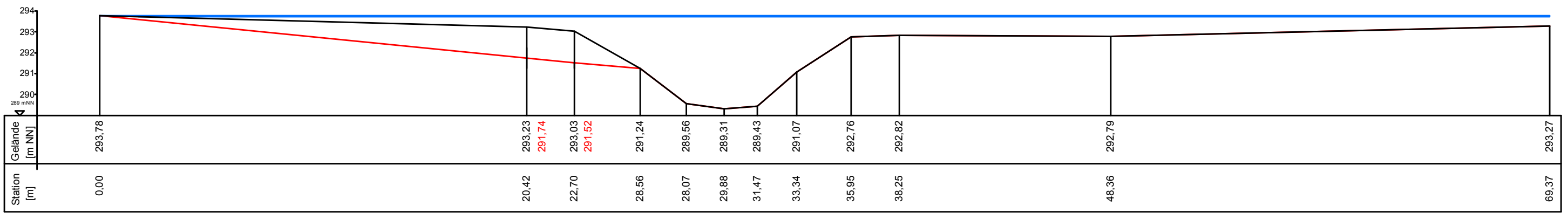


Querschnitte

QP 11+998



QP 12+012



QP 12+030

