

# Überflutungsnachweis Neubaugebiet B-Plan Bahnhofsiedlung NO



This report has been prepared under the DHI Business Management System certified by Bureau Veritas to comply with ISO 9001 (Quality Management)



Erstellt von Juan Sebastian Salva		Genehmigt von Christian Pohl
03.07.2023  X <i>Juan Salva</i> <hr/> Approved by  Signed by: Juan Sebastian Salva		03/07/2023  X <i>ppa. Christian Pohl</i> <hr/> Approved by  Signiert von: Christian Pohl

# Überflutungsnachweis Neubaugebiet B-Plan Bahnhofsiedlung NO

Erstellt für: Ingenieurbüro Sauer+Harrer GmbH

Vertreten durch: Herrn Wolfgang Harrer



*Ingenieurbüro Sauer+Harrer GmbH*

Projektmanager	Juan Sebastián Salva
Qualitätssicherung	Kyle Egerer
Projektbearbeiter	Juan Sebastián Salva

Projektnummer	14807524
Revision	Final 1.0
Einstufung	<b>Vertraulich</b>

## INHALT

<b>1</b>	<b>Zielstellung und Veranlassung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagendaten .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Modellaufbau .....</b>	<b>3</b>
3.1	<i>2D-Modell – Gesamtgebiet Markt Eggolsheim .....</i>	3
3.1.1	Topografie .....	3
3.2	<i>2D-Modell – Aussagegebiet Neubaugebiet Bahnhofsiedlung NO .....</i>	4
3.2.1	Topografie .....	4
3.2.2	Flächige Rauigkeiten .....	5
3.2.3	Randbedingungen .....	6
3.3	<i>1D-Modell .....</i>	7
3.3.1	Modellgebiet .....	7
3.3.2	Längs- und Querbauwerke .....	8
3.3.3	Rauigkeiten im Flussschlauch .....	8
3.3.4	Randbedingungen .....	9
3.4	<i>Gekoppeltes 1D-2D-Modell .....</i>	9
<b>4</b>	<b>Modelleinsatz .....</b>	<b>10</b>
4.1	<i>IST-Zustand .....</i>	10
4.1.1	Variante 1 (IST V1) .....	10
4.1.2	Variante 2 (IST V2) .....	11
4.2	<i>PLAN-Zustand .....</i>	13
4.2.1	Variante 1 (PLAN V1) .....	13
4.2.2	Variante 2 (PLAN V2) .....	13
4.2.3	Variante 3 (PLAN V3) .....	16
4.2.4	Variante 4 (PLAN V4) .....	19
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>21</b>

## ABBILDUNGEN

Abbildung 1-1:	Darstellung des Untersuchungsgebiets Bahnhofsiedlung NO .....	1
Abbildung 3-1:	Aufbereitete Topografie des Gesamtgebiets Markt Eggolsheim (schwarze Umrandung) mit Aussagegebiet Neubaugebiet Bahnhofsiedlung NO (hellblaues Polygon) .....	4
Abbildung 3-2:	Topografie Aussagegebiet Bahnhofsiedlung NO .....	5
Abbildung 3-3:	Räumliche Verteilung der Fließwiderstände .....	6
Abbildung 3-4:	Modellgebiet des 1D-Modells mit modellierten Gewässerschläuchen der Brettig, des Retschgrabens und des Rinniggrabens .....	7
Abbildung 3-5:	Längs- und Querbauwerke des 1D-Modells als schwarze Kästchen dargestellt .....	8
Abbildung 3-6:	Gekoppelte Bereiche zwischen 1D- und 2D-Modell in Hellblau .....	9
Abbildung 4-1:	Bestanddurchlass unter der Bahnlinie .....	10
Abbildung 4-2:	Berechnete maximale Wasserstände (IST V1) .....	11
Abbildung 4-3:	Neuer Durchlass unter der Bahnlinie .....	11
Abbildung 4-4:	Differenzenplot der maximalen Wasserstände [m] im Bebauungsgebiet Bahnhofsiedlung NO und Umgebung (IST V2 – IST V1) .....	12
Abbildung 4-5:	Berechnete maximale Wassertiefen (IST V2) .....	12
Abbildung 4-6:	Berechnete maximale Wasserstände (PLAN V1) .....	13
Abbildung 4-7:	Berechnete maximale Wasserstände (PLAN V2) .....	14
Abbildung 4-8:	Topografie PLAN-Zustand Retentionsmaßnahme im Flurstück 5667. ....	14
Abbildung 4-9:	Differenzenplot der Wassertiefen [m] im Bebauungsgebiet Bahnhofsiedlung NO und Umgebung (PLAN V2 – IST V1) .....	15
Abbildung 4-10:	Differenzenplot der Wassertiefen [m] im Flurstück 5667 (Retentionsmaßnahme) und Umgebung (PLAN V2 – IST V1) .....	16
Abbildung 4-11:	Topografie IST (V1 und V2) im Bebauungsgebiet Bahnhofsiedlung NO .....	17
Abbildung 4-12:	Topografie PLAN V3 .....	17
Abbildung 4-13:	Berechnete maximale Wasserstände im PLAN V3) .....	18
Abbildung 4-14:	Differenzendarstellung der maximalen Wassertiefen zwischen PLAN V3 und IST V1 inkl. Verbesserung in umliegenden Gebieten .....	18
Abbildung 4-15:	Berechnete maximale Wasserstände (PLAN V4) .....	19
Abbildung 4-16:	Differenzenplot der Wasserstände [m] im Bebauungsgebiet Bahnhofsiedlung NO und Umgebung (PLAN V4 – PLAN V3) .....	20
Abbildung 4-17:	Längsschnitt Rinniggraben PLAN V4 .....	20
Abbildung A-1:	Standorte der Schnitte A-A', B-B' und C-C' .....	23
Abbildung A-2:	Berechnete maximale Wasserstände (PLAN V4) am östlichen Rand des Bebauungsgebiets Bahnhofsiedlung NO .....	24
Abbildung A-3:	Berechnete maximale Wasserstände (PLAN V4) am nördlichen Rand des Bebauungsgebiets Bahnhofsiedlung NO .....	25
Abbildung A-4:	Berechnete maximale Wasserstände (PLAN V4) am süd-westlichen Rand des Bebauungsgebiets Bahnhofsiedlung NO .....	26

## TABELLEN

Tabelle 2-1	Verwendete Daten .....	2
Tabelle 3-1:	Verwendete Rauigkeiten nach Manning ( $k_s$ ) .....	5

## ANHANG

A.	Maximale Wasserstände am B-Plan Bahnhofsiedlung NO im Plan V4 .....	22
----	---	----

## 1 Zielstellung und Veranlassung

Der Markt Eggolsheim plant im Ortsteil Neuses an der Regnitz ein Neubaugebiet, das sich südlich des Rinniggrabens und westlich der Autobahn A73 befindet.

Für das Neubaugebiet liegt kein Gutachten des zuständigen WWAs vor. Aus diesem Grund wurde die DHI WASY GmbH im Voraus beauftragt, eine Stellungnahme bezüglich des Überflutungsnachweises zu erstellen (DHI WASY GmbH 10.08.2021). Basierend auf den Berechnungsergebnissen wurde festgestellt, dass es zu einer Überflutung des Rinniggrabens und somit dem Bereich des geplanten Neubaugebietes bei Erreichen des Maximaldurchflusses des Brückendurchlass unter der A73 kommen kann. Es wurde daher ein Überflutungsnachweis per hydraulischer Modellierung empfohlen.

Die DHI WASY GmbH wurde im Nachgang mit der Bearbeitung des Überflutungsnachweis per hydraulischer Modellierung beauftragt. Dies umfasst die modellgestützte Berechnung der Überflutungsfläche für den Lastzustand HQ<sub>100</sub>, sowie der hydraulische Nachweis von Ausgleichsflächen gem. §78 Abs. 2 WHG.

Für das Untersuchungsgebiet liegt bereits ein gekoppeltes Überflutungsmodell (MIKE FLOOD) bestehend aus einem 1D-hydraulischen Wasserspiegellagenmodell (MIKE HYDRO River, MIKE 11) und einem 2D-hydraulischen Modell (MIKE 21) vor (DHI WASY GmbH 31.03.2020). Dieses Modell wurde in die aktuelle Softwareversion (MIKE+) übertragen und um neue Vermessungsdaten der Brettig, des Retschgrabens und des Rinniggrabens erweitert. Dabei wurde das 2D-Modell für das Gesamtgebiet des Marktes Eggolsheim verwendet (Abbildung 1-1 – gesamter Bildumriss) und für das Aussagegebiet um das Neubaugebiet Neuses an der Regnitz aufgebaut (Abbildung 1-1 - schwarzer Bereich). Das 1D-Modell beschränkt sich auf das Aussagegebiet und beinhaltet die Brettig, den Retschgraben und den Rinniggraben (Abbildung 1-1 – dunkelblaue Linien). Das Neubaugebiet Bahnhofsiedlung NO wird als rotes Polygon dargestellt.

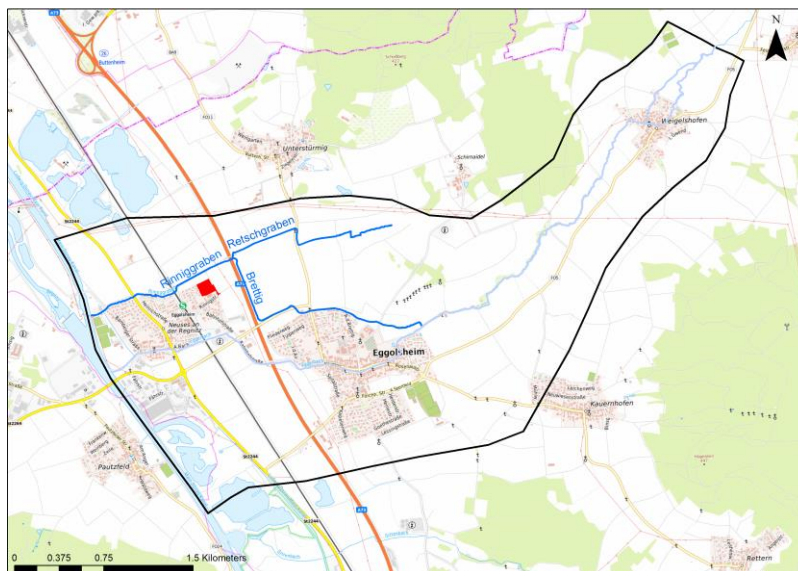


Abbildung 1-1: Darstellung des Untersuchungsgebiets Bahnhofsiedlung NO

## 2 Grundlagendaten

Für die modellgestützte hydraulische Untersuchung der Überflutungsausbreitung für den Lastzustand HQ<sub>100</sub> inklusive hydraulischem Nachweis von Ausgleichsflächen sind die in Tabelle 2-1 aufgeführten Daten verwendet worden.

Tabelle 2-1 Verwendete Daten

Daten	Quelle	Übergabedatum
Hochwasserschutz – Bebauungsplan “Erweiterung Mühlwiesenweg”	DHI	31.03.2020
Überflutungsnachweis Neubaugebiet Neuses a. d. Regnitz - Stellungnahme	DHI	10.08.2021
DGM 1m x 1m	ISH	Aus vorherigem Modell (31.03.2020)
Flurkarte Neubaugebiet B-Plan Bahnhofsiedlung NO	ISH	13.12.2021
Gewässerprofile der Brettig, des Retschgrabens und des Rinniggrabens sowie Daten zu Längs- und Querbauwerken („Vermessung_Profile.dwg“; Vermessung_v_Profile_Ergänzung.DWG_1; Vermessung_v_Profile_Ergänzung.DWG_2; Vermessung_v_Profile_Ergänzung.DWG_3; Vermessung_Bahndurchlass_Neubau.DWG; Vermessung_A4_LP_Bahndurchlass-alt)	ISH	03.08.2021, 15.10.2021, 20.10.2021, 18.11.2021, 31.05.2022, 04.07.2022
Zuflussrandbedingung aus Abflussgutachten des WWA Kronach zur Hochwasserberechnung der Brettig, des Retschgrabens und des Rinniggrabens	ISH	27.10.2021
Betriebswasserstände am Main-Donau-Kanal (MDK) als untere Randbedingung des Rinniggrabens	ISH	12.08.2021
Orthofotos	ISH	06.12.2021
Bebauungsplan	ISH	13.12.2021
Vorgesehene Retention- und Hochwasserschutzmaßnahmen	ISH	13.12.2021

## 3 Modellaufbau

Die zur Modellerstellung verwendete integrierte GIS-basierte Plattform MIKE+ ermöglicht die Kopplung von eindimensionaler Fließgewässersimulation mit zweidimensionaler Simulation von oberflächigen Strömungsprozessen. Dabei wird der Gewässerschlauch eindimensional modelliert. Die Kopplung mit der 2D-Simulation ermöglicht sowohl die Ausuferung in die Fläche als auch das Zurückströmen in den Flussschlauch.

Die 1D-Fließgewässersimulation basiert auf dem 1D St. Venant-Ansatz. Seine Module ermöglichen die Integration von u.a. Brücken, Durchlässen oder Dämmen.

Die 2D-Oberflächensimulation basiert auf einem tiefenintegrierten Ansatz (Flachwassergleichungen) und berücksichtigt zur Berechnung die vollständige dynamische Welle, was dem Stand der Technik für die hydraulische Modellierung oberflächiger Strömungsprozesse entspricht.

Die maßgebenden Einstellungen und Parameter des erstellten Modells umfassen:

- den Aufbau eines hydraulischen Geländemodells (Topografie),
- die Berücksichtigung von Fließwiderständen auf der Oberfläche mittels Rauigkeiten,
- die Implementierung von Längs- und Querbauwerke und
- die Integration von Randbedingungen.

### 3.1 2D-Modell – Gesamtgebiet Markt Eggolsheim

#### 3.1.1 Topografie

Das hydraulische Geländemodell (Topografie), dargestellt in Abbildung 3-1, stellt die wichtigste Anforderung an die 2D hydrodynamische Berechnung. Das bereitgestellte DGM1 aus einem vorgängigen Projekt wurde unter nachfolgenden Annahmen und Ansätzen aufbereitet:

- Die Modellgrenze umfasst das Gesamtgebiet des Marktes Eggolsheim und ist somit erheblich größer als das Aussagegebiet um das Neubaugebiet Bahnhofsiedlung NO. Im späteren Modellierungsprozess wurde die Topografie auf das Aussagegebiet zugeschnitten (siehe Kapitel 3.2).
- Gebäude, in der Topografie als rot hinterlegt, wurden als undurchlässige Körper im Modell dargestellt, so dass diese umströmt werden.



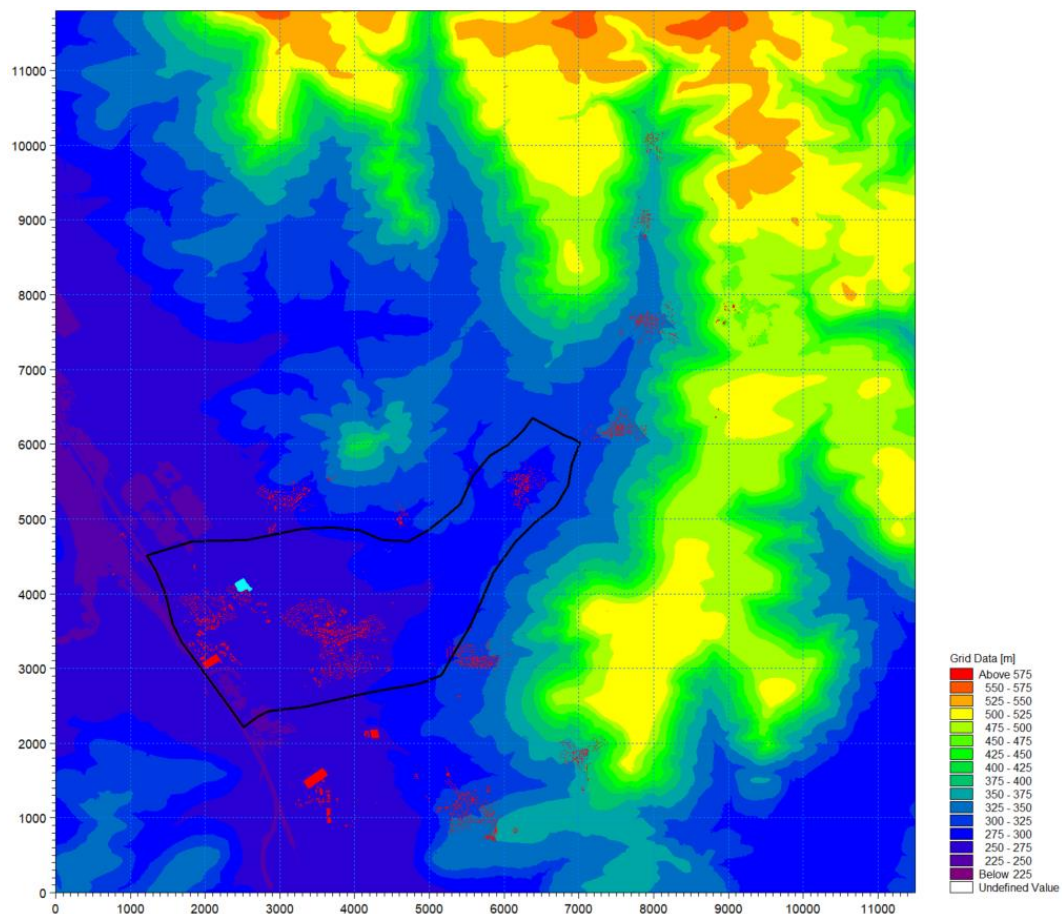


Abbildung 3-1: Aufbereitete Topografie des Gesamtgebiets Markt Eggolsheim (schwarze Umrandung) mit Aussagegebiet Neubaubereich Bahnhofsiedlung NO (hellblaues Polygon)

## 3.2 2D-Modell – Aussagegebiet Neubaubereich Bahnhofsiedlung NO

### 3.2.1 Topografie

Die Topografie für das Aussagegebiet basiert auf der Topografie des Gesamtmodells (Kapitel 3.1) und wurde wie folgt aufbereitet:

- Die Topografie des Gesamtgebiets wurde für die Aufgabenstellung auf das relevante Aussagegebiet Neubaubereich Bahnhofsiedlung NO, basierend auf topographischen Gegebenheiten, die die Überflutungsfläche begrenzen, zugeschnitten (Abbildung 3-2). Die Rasterweite der aufbereiteten Topografie entspricht der Rasterweite des bereitgestellten DGM1 (vier eckiges 2D-Gitter mit einer Zellengröße von 1m x 1m).
- Für die spätere 1D-2D-Kopplung wurden die Flussschläuche der Brettig (hellblaue Linie), des Retschgrabens (gelbe Linie) und des Rinniggrabens (orange Linie), aus modelltechnischen Gründen (Berechnung erfolgt im 1D-Modell), ausgestanzt. Die Kopplung der Flussschläuche des Eggerbachs (schwarze Linie) und des Mühlgrabens (grüne Linie) sind Teil des vorgängigen Projekts und sie wurden in diesem Projekt nicht berücksichtigt (Abbildung 3-2).

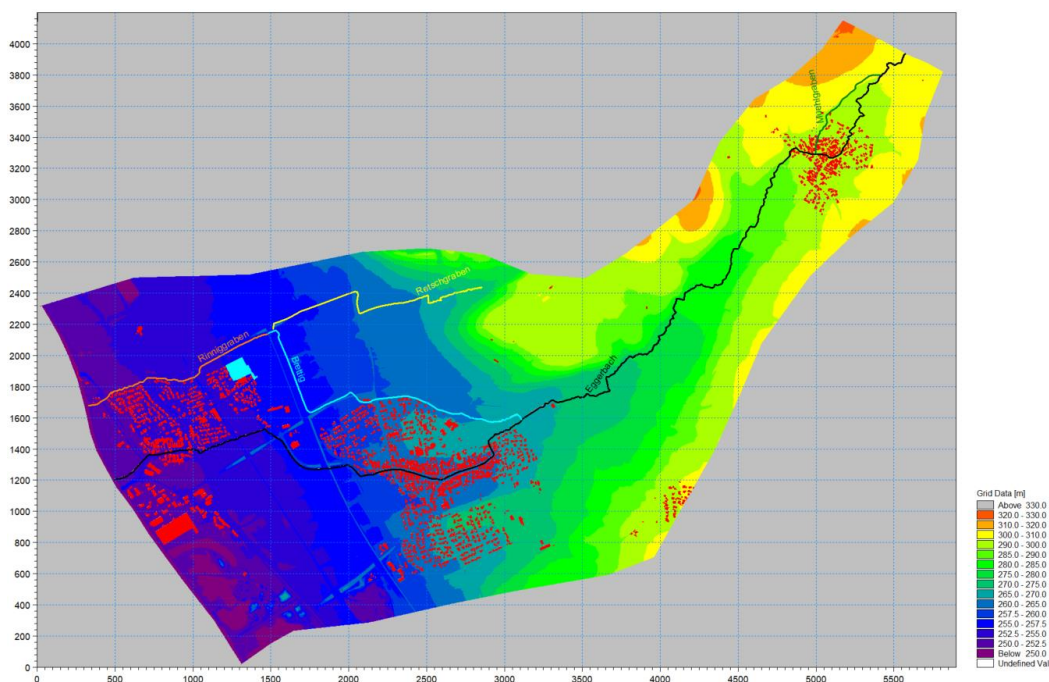


Abbildung 3-2: Topografie Aussagegebiet Bahnhofssiedlung NO

### 3.2.2 Flächige Rauigkeiten

Zur Unterscheidung der Fließwiderstände auf der Oberfläche wurden den Landnutzungen im Untersuchungsgebiet die in Tabelle 3-1 aufgelisteten Rauigkeiten zugeordnet.

Die räumliche Verteilung der Fließwiderstände wurde aus dem vorgängigen Projekt übernommen und ist für das Gesamtgebiet Markt Eggolsheim in Abbildung 3-3 dargestellt.

Da es sich um ein nicht kalibriertes Modell handelt werden die Rauigkeiten konservativ angenommen. Hierzu werden bei den Überschwemmungsgebieten Rauigkeiten nach Engman [1] für gering überströmte Flächen angesetzt. Die Annahme erhöhter Rauigkeiten hat bei geringeren Fließgeschwindigkeiten höhere Wassertiefen zur Folge.

Tabelle 3-1: Verwendete Rauigkeiten nach Manning ( $k_{St}$ )

Oberfläche	$k_{St}$ -Wert [ $m^{1/3}/s$ ]
Ackerland	5
Unland, Vegetationslose Fläche, Bahnverkehr	6
Wald	10
Baumschule, Erholungsfläche, Friedhof, Gärtnerei, Garten, Gehölz, Halde, Obstplantage, Tagebau, Grube, Steinbruch	12
Freizeitanlage, Grünanlage, Grünland, Heide, Moor, Spielplatz, Bolzplatz, Sportanlage, Sumpf	15

Oberfläche	kSt-Wert [ $m^{1/3}/s$ ]
Anlegestelle, Entsorgung, Fläche besonderer funktionaler Prägung, Fläche gemischter Nutzung, Funk- und Fernmeldeanlage, Heizwerk, Kläranlage, Klärwerk, Kraftwerk, Umspannstation, Versorgungsanlage, Wasserwerk, Wohnbaufläche	28
Hafenbecken, Handel und Dienstleistung, Industrie und Gewerbe	35
Kanal, Lagerplatz, Parkplatz, Rastplatz, Weg	40
Straßenverkehr	50

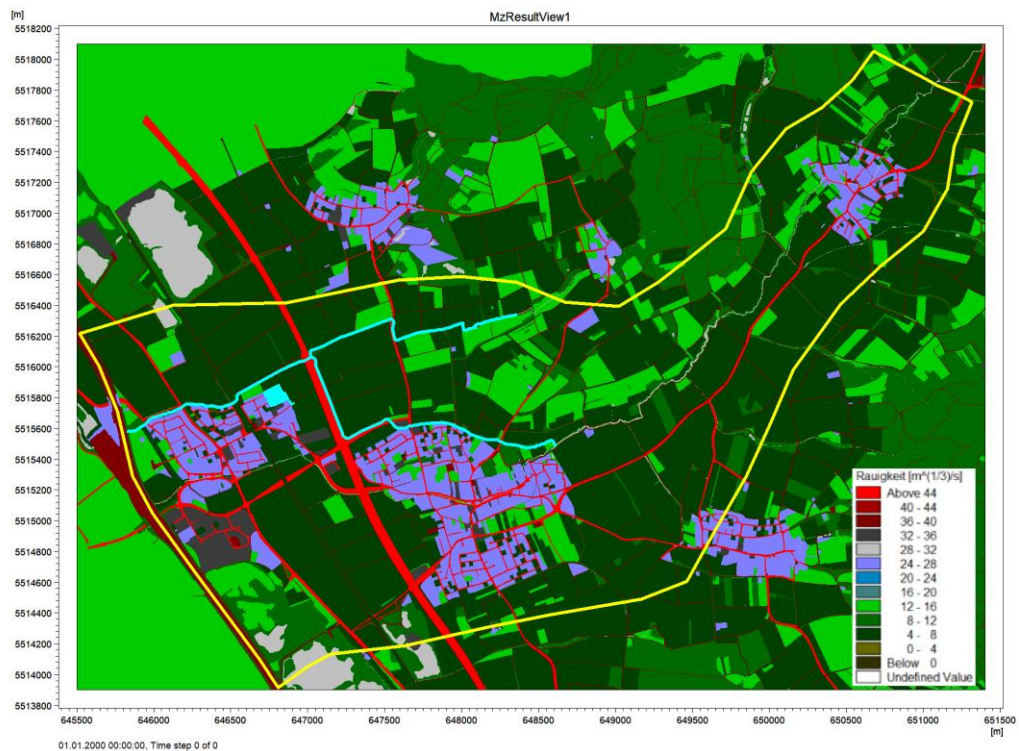


Abbildung 3-3: Räumliche Verteilung der Fließwiderstände.

### 3.2.3 Randbedingungen

Aufgrund der Kopplung des 2D-Modells mit einem 1D-Modell wurden keine Randbedingungen im 2D-Modell angesetzt, da diese im 1D-Modell definiert sind. Da kein Niederschlag, keine Verdunstung und keine Infiltration auf der Oberfläche angesetzt werden, lassen sich die Überflutungsvorgänge vollständig durch mögliche Gewässerausuferungen erklären.

### 3.3 1D-Modell

#### 3.3.1 Modellgebiet

Das 1D-Modell beschränkt sich auf das Aussagegebiet und beinhaltet folgende Flussschläuche, die in Abbildung 3-4 dargestellt sind. Das Neubaugebiet Bahnhofsiedlung ist ebenfalls als rot gestrichenes Polygon der Abbildung 3-4 zu entnehmen.

- Flussschlauch der Brettig von der Ausleitung aus dem Eggerbach oberhalb von Eggolsheim bis zur Mündung in den Rinniggraben am Brückendurchlasses unter der A73 (rd. 2,11 km)
- Flussschlauch des Retschgrabens von unterhalb Schirnaidel bis zur Mündung in die Brettig oberhalb des Brückendurchlasses unter der A73 (rd. 1,65 km)
- Flussschlauch des Rinniggrabens ab dem Brückendurchlasses unter der A73 bis zur Mündung in die Regnitz

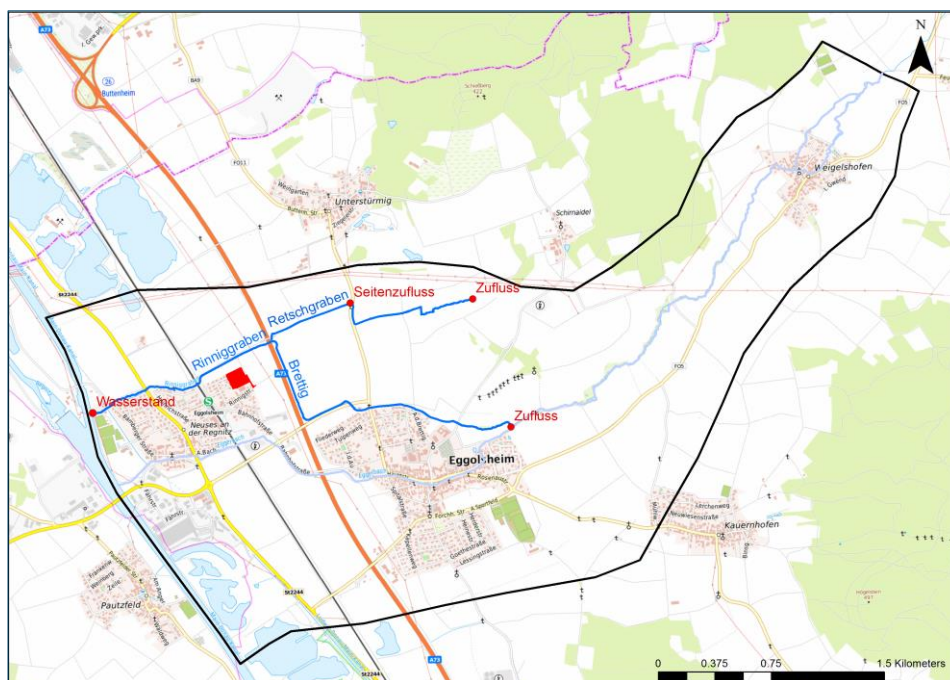


Abbildung 3-4: Modellgebiet des 1D-Modells mit modellierten Gewässerschläuchen der Brettig, des Retschgrabens und des Rinniggrabens.

Die Flussschläuche wurden anhand der bereitgestellten Vermessungsprofilen (siehe Tabelle 2-1) in das Modell überführt:

- Brettig: 21 Vermessungsprofile (15 Vermessungsprofile wurden aus dem vorgängigen Projekt übernommen)
- Retschgraben: 15 Vermessungsprofile
- Rinniggraben: 19 Vermessungsprofile

### 3.3.2 Längs- und Querbauwerke

Folgende Längs- und Querbauwerke im Aussagegebiet sind im Gewässerabschnitt der Brettig, des Retschgrabens und des Rinniggrabens für das Modell relevant:

- Brückendurchlass 1: Staatsstraße „Nordumgehung“ (Brettig)
- Brückendurchlass 2: A73 (Brettig)
- Brückendurchlass 3: namenlose Staatsstraße (Retschgraben)
- Brückendurchlass 4: namenlose Staatsstraße (Retschgraben)
- Brückendurchlass 5: Sankt-Martin-Straße (Retschgraben)
- Brückendurchlass 6: namenlose Staatsstraße (Retschgraben)
- Brückendurchlass 7: Staatsstraße oberhalb der A73 (Retschgraben)
- Brückendurchlass 8: Rinnigstraße (Rinniggraben)
- Brückendurchlass 9: namenlose Straße (Rinniggraben)
- Brückendurchlass 10: Bahndamm (Rinniggraben)
- Brückendurchlass 11: Am Bach (Rinniggraben)
- Brückendurchlass 12: Bamberger Straße (Rinniggraben)

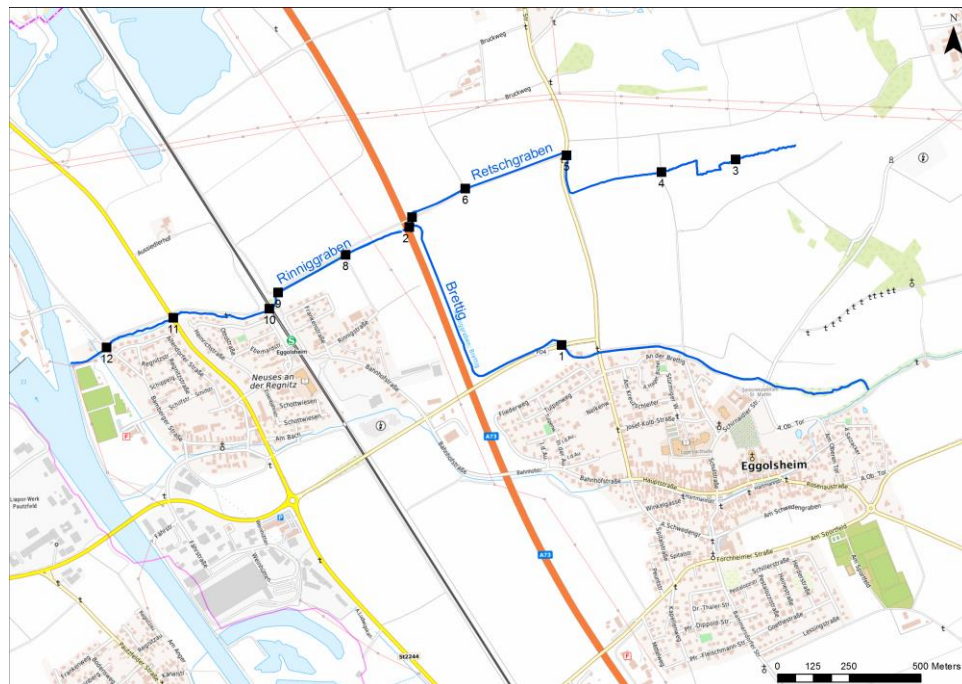


Abbildung 3-5: Längs- und Querbauwerke des 1D-Modells als schwarze Kästchen dargestellt.

### 3.3.3 Rauigkeiten im Flussschlauch

Da die Gewässerschläuche im Untersuchungsgebiet hauptsächlich offene, unbewachsenen Sohle (lehmig) und keine befestigte Sohle aufweisen, wurden für die Fließwiderstände innerhalb des Gewässerschlauchs in Anlehnung an die Empfehlungen des LfU [2/] eine Rauigkeit nach Manning ( $k_{St}$ ) von  $33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  angesetzt.

### 3.3.4 Randbedingungen

Am oberen Rand der Brettig wurde, in Absprache mit dem AG, eine Zuflussrandbedingung von  $31,61 \text{ m}^3/\text{s}$  angesetzt (Abbildung 3-4). Diese basiert auf Daten des Abflussgutachtens des Wasserwirtschaftsamts Kronach für den Lastfall  $HQ_{100}$ , welches  $27,49 \text{ m}^3/\text{s}$  entspräche. Der Zufluss in die Brettig von  $27,49 \text{ m}^3/\text{s}$  entspricht dem Abfluss am Eggerbach vor der Ausleitung in die Brettig (700 m oberhalb der Wehranlage) bei Eggolsheim von  $28 \text{ m}^3/\text{s}$  für den Lastfall  $HQ_{100}$  minus den maximalen Abfluss von  $0,515 \text{ m}^3/\text{s}$ , der weiter nach Eggolsheim nach der Ausleitung fließt [3/].

Am oberen Rand des Retschgrabens unterhalb von Schirnaidel wurde ein Zufluss von  $3,9 \text{ m}^3/\text{s}$  für den Lastfall  $HQ_{100}$  angesetzt (Abbildung 3-4). Diese basiert auf Daten des Abflussgutachtens des Wasserwirtschaftsamts Kronach für den Lastfall  $HQ_{100}$ . In der Gewässerkilometrierung 1,075 km wurde ein Seitenzufluss nach der Brückendurchlass 5 unter der Sankt-Martin-Straße von  $3,1 \text{ m}^3/\text{s}$  angesetzt [3/]. Der Seitenzufluss an dieser Stelle ergibt sich aus dem Gesamtzufluss des Retschgrabens mit Seitenzuflüssen minus den Zufluss am oberen Rand des Gewässers (Abbildung 3-4).

Am unteren Modellrand wurde für den Rinniggraben eine Wasserstandsbedingung von 249,21 m NN angesetzt, die dem Mittelwasserstand des Main-Donau-Kanals (MDK) in der Staugeregelte Strecke (MDK-km 22,300) entspricht [4/]. Flächige Randbedingungen (Niederschlag oder Infiltration) sind nicht angesetzt worden. Es wird daher ausschließlich Flusshochwasser betrachtet und kein wild abfließendes Wasser infolge von Starkregen.

## 3.4 Gekoppeltes 1D-2D-Modell

Die Kopplung der 1D- und 2D-Modelle erfolgte für die Brettig, für den Retschgraben und für den Rinniggraben (siehe hellblaue Markierungen in Abbildung 3-6). Der Bereich wurde so gewählt, dass im Oberlauf das Wasser ausufernd kann, was zu einem ausgeprägten Abfluss in den Überschwemmungsgebieten führt. Im Unterlauf werden ungewollte Rückstauereffekte bis zum Aussagegebiet vermieden.

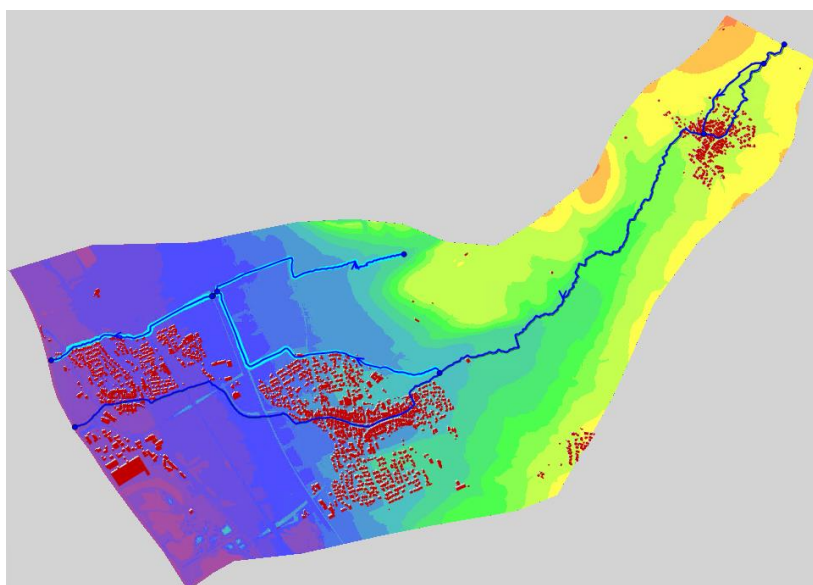


Abbildung 3-6: Gekoppelte Bereiche zwischen 1D- und 2D-Modell in Hellblau

## 4 Modelleinsatz

Der Modelleinsatz erfolgt als stationäres Modell. Dabei werden zeitlich konstante Randbedingungen verwendet, aus denen sich ein Gleichgewichtszustand einstellt. Da keine Abflussmessungen oder Wasserstandsdaten vorliegen kann das Modell nicht kalibriert werden. Aus diesem Grund werden konservative Annahmen getätigt (Rauigkeiten), um die Überflutungstiefen nicht zu unterschätzen. Es werden keine Verklausungen von Durchlässen angenommen.

### 4.1 IST-Zustand

Mit dem IST-Zustand wird das Ausgangszenario berechnet in dem ausschließlich der Bestand vorhanden ist. Das Hochwasser kann sich daher ungehindert in die Bereiche des geplanten Neubaugebiets B-Plan Bahnhofsiedlung NO ausbreiten.

Da der Bestandsdurchlass unter der Bahnlinie durch einen neuen Durchlass mit einem vergrößerten Profil ersetzt wurde, wurden 2 Varianten simuliert.

#### 4.1.1 Variante 1 (IST V1)

Bei der ersten Variante wurde der Bestandsdurchlass im Modell berücksichtigt (Abbildung 4-1).



Abbildung 4-1: Bestandsdurchlass unter der Bahnlinie<sup>1</sup>

Das Bebauungsgebiet befindet sich im ufernahen Bereich des Rinniggrabens. Die Modellergebnisse zeigen, dass die Liegenschaften des Bebauungsgebiets im aktuellen Zustand vom Hochwasser betroffen werden. Der Rinniggraben ufert über das linke und das rechte Ufer zwischen des Brückendurchlasses der A73 und der Planstraße A aus. Im inneren Bereich des geplanten Gebiets (15.049 m<sup>2</sup>) stellen sich maximale Wasserstände zwischen 255,01 m NN und 255,90 m NN ein (Abbildung 4-2).

---

<sup>1</sup> Quelle: Ingenieurbüro Sauer+Harrer GmbH

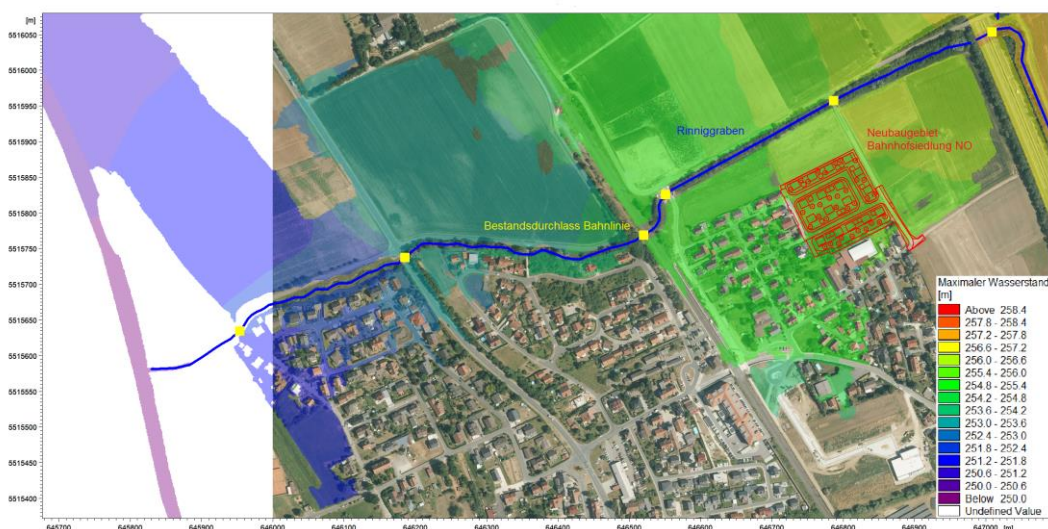


Abbildung 4-2: Berechnete maximale Wasserstände (IST V1)

Im inneren Bereich des geplanten Gebiets (15.049 m<sup>2</sup>) beträgt die durchschnittliche Wassertiefe ca. 0,35 m. Über eine überflutete Fläche von 14.291 m<sup>2</sup> ergibt dies ein Überflutungsvolumen von ca. 5.000 m<sup>3</sup>.

#### 4.1.2 Variante 2 (IST V2)

Bei der zweiten Variante handelt es sich um eine Veränderung des Gewässerschlauchs unmittelbar im Ober- und Unterstrom des Rinnigrabens und um eine Profilanpassung (Vergrößerung) des Durchlasses unter der Bahnlinie (Abbildung 4-3).



Abbildung 4-3: Neuer Durchlass unter der Bahnlinie<sup>2</sup>

Die Auswirkungen der Profilanpassung des Durchlasses unter der Bahnlinie im IST V2 sind der Abbildung 4-4 zu entnehmen. Es kommt zu einer leichten Verbesserung der Überflutung im Neubaugebiet Bahnhofsiedlung NO aufgrund des neuen Durchlasses. Die maximalen Wasserstände im inneren Bereich des Baugebiets im IST V2 sind durchschnittlich 2 cm geringer als im IST V1. Im

<sup>2</sup> Quelle: Ingenieurbüro Sauer+Harrer GmbH



inneren Bereich des Bebauungsgebiets stellen sich maximale Wasserstände zwischen 255,02 m NN und 255,89 m NN ein.

Es ist dennoch anzumerken, dass es außerdem zu einer leichten Verschlechterung der Überflutungssituation im Unterstrom der Bahnlinie aufgrund des neuen Durchlasses kommt, was auf den Aufstau im Oberstrom des Durchlasses der Staatsstraße 2244 zurückzuführen ist.

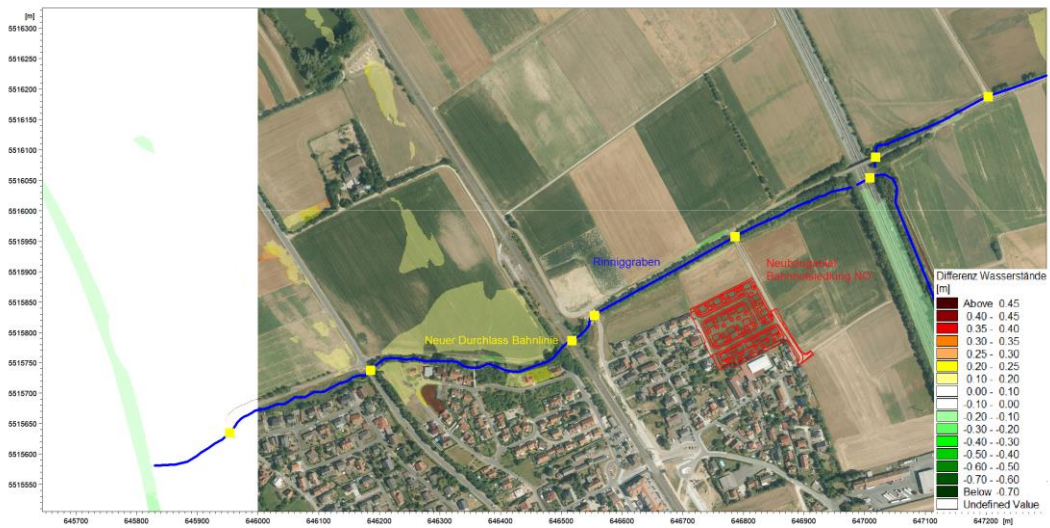


Abbildung 4-4: Differenzenplot der maximalen Wasserstände [m] im Bebauungsgebiet Bahnhofsiedlung NO und Umgebung (IST V2 – IST V1)

Die durchschnittliche Wassertiefe im Zustand IST V2 im inneren Bereich des Bebauungsgebiets beträgt ca. 0,31 m (Abbildung 4-5). Über eine Überflutungsfläche von ca. 14.400 m<sup>2</sup> ergibt dies ein Wasservolumen von ca. 4.400 m<sup>3</sup>.

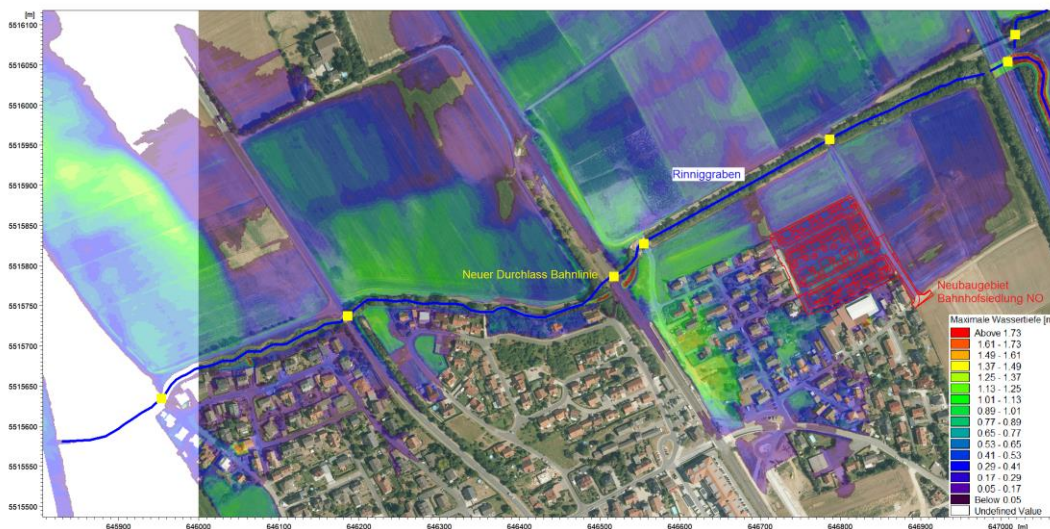


Abbildung 4-5: Berechnete maximale Wassertiefen (IST V2)

## 4.2 PLAN-Zustand

Der Planzustand sieht eine Hochwasserfreilegung des gesamten Baugebiets Bahnhofsiedlung NO vor. Die geplante Geländeaufschüttung ist in der Topografie im PLAN-Zustand berücksichtigt.

### 4.2.1 Variante 1 (PLAN V1)

Bei dieser Variante wurde der Bestandsdurchlass berücksichtigt (Abbildung 4-6). Da der maximale Wasserstand im Zustand IST V1 mit dem Bestandsdurchlass im inneren Bereich des geplanten Gebiets 255,90 m NN betrug, wurde das Baugebiet im Modell zunächst auf 256,00 m NN aufgeschüttet. Diese Höhe wurde als der maximale Wasserstand mit Sicherheitszuschlag festgelegt. Dennoch wurde das Baugebiet überflutet, was auf den Aufstau an der südlichen Straße des Baugebiets in Folge der Aufschüttung zurückzuführen ist (Abbildung 4-6).

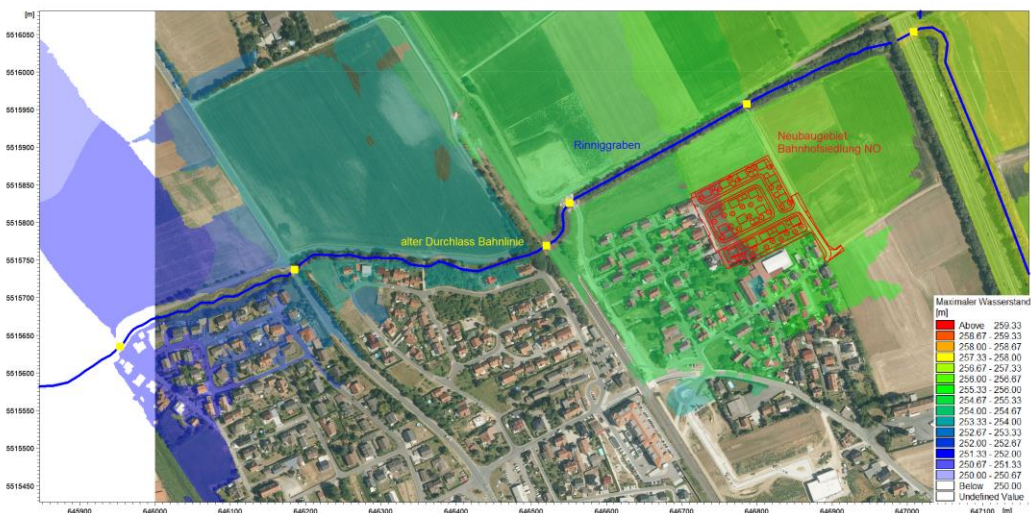


Abbildung 4-6: Berechnete maximale Wasserstände (PLAN V1)

### 4.2.2 Variante 2 (PLAN V2)

Im zweiten Schritt wurde eine zweite Variante modelliert, wobei das Baugebiet auf 257 m NN aufgeschüttet wurde, um sicherzustellen, dass es nicht von der Überflutung betroffen wird. Das Ergebnis der hydraulischen Berechnung zeigt dessen Wirksamkeit in Abbildung 4-7. Am östlichen Rand des Baugebiets stellt sich ein maximaler Wasserstand von 256,32 m NN ein. Der Hochwasserschutz für die Baugebiet kann ab einer Geländehöhe von 256,32 m NN im Zustand PLAN V2 gewährleistet werden.

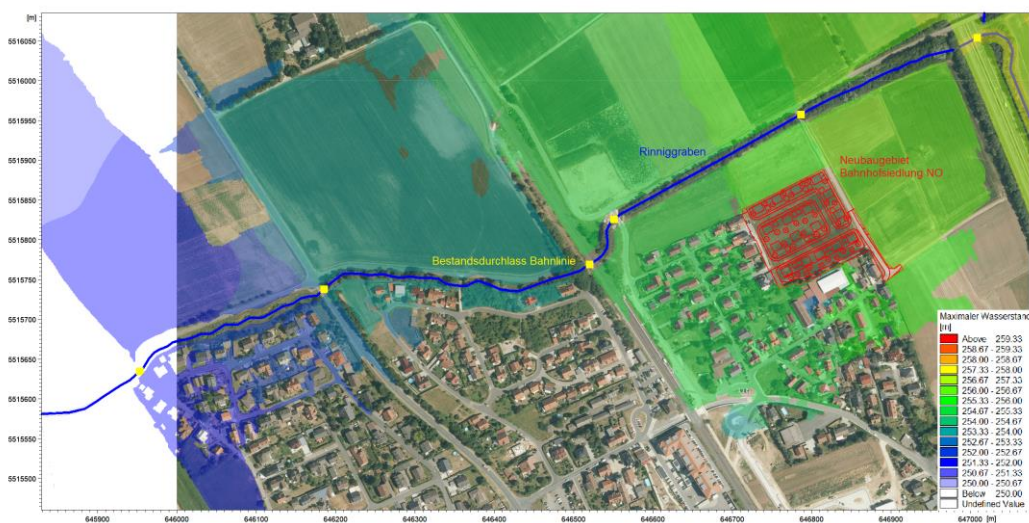


Abbildung 4-7: Berechnete maximale Wasserstände (PLAN V2)

Um das durch die Geländeaufschüttung der Bahnhofsiedlung NO verlorene Wasservolumen von ca. 4.400 m<sup>3</sup> auszugleichen, wurde eine Retentionsmaßnahme im Modell im PLAN-Zustand berücksichtigt. Nach Absprache mit dem AG wurde diese Retentionsmaßnahme auf dem Flurstück 5667 auf der rechten Seite der Brettig geplant.

Modelltechnisch ist die Maßnahme durch eine Erniedrigung der Flurstücksfläche (18.245 m<sup>2</sup>) auf ein Niveau von ca. 265,95 m NN umgesetzt worden (Abbildung 4-8), wodurch ein Retentionsvolumen von ca. 4.400 m<sup>3</sup> nachgewiesen werden konnte. Eine Optimierung der Retentionsmaßnahme für die Ausführungsplanung in Hinblick auf das Bodenvolumen war nicht Teil dieser Studie, ist jedoch in der weiteren Detailplanung der Retentionsmaßnahme möglich.

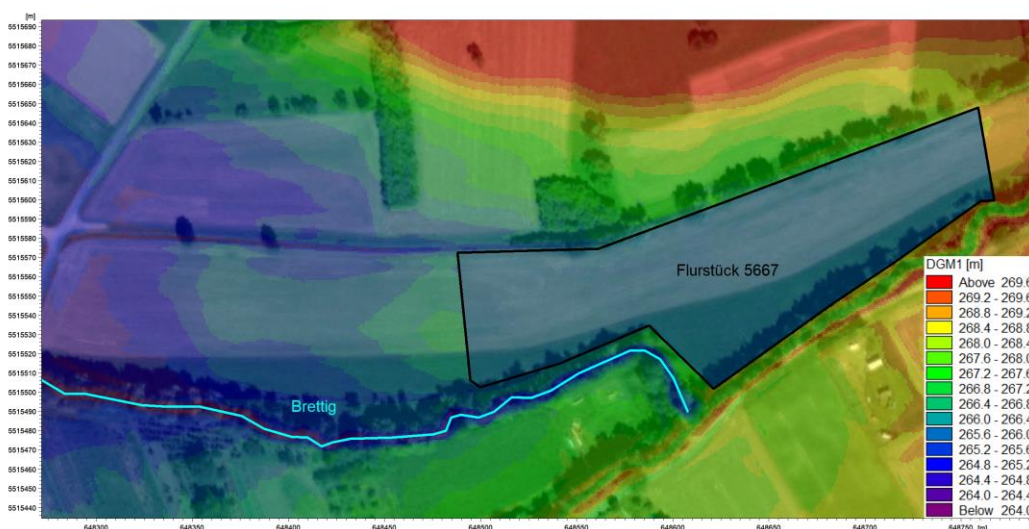


Abbildung 4-8: Topografie PLAN-Zustand Retentionsmaßnahme im Flurstück 5667.

Zur Gegenüberstellung der Modellrechnungen und Bewertung der geplanten Retentionsmaßnahme sind der PLAN V2 und der IST V1 anhand einer Differenzenanalyse (PLAN minus IST) für die Wassertiefe nachfolgend in Abbildung 4-9 dargestellt.

Die Analyse der sich ergebenden Wassertiefendifferenz (Abbildung 4-9) zeigt lokale Veränderungen. Durch die Geländeerhöhung im B-Plan Bahnhofsiedlung NO (rotes Polygon in Abbildung 4-9) wird dieses nicht mehr überflutet. Jedoch ändert sich das Fließverhalten. Im bestehenden Wohngebiet unmittelbar südlich des B-Plans Bahnhofsiedlung NO kommt es zu einer Verschlechterung im PLAN V2 gegenüber dem IST V1 mit einer Erhöhung der Wasserstände um ca. 0,6 m.



Abbildung 4-9: Differenzenplot der Wassertiefen [m] im Bebauungsgebiet Bahnhofsiedlung NO und Umgebung (PLAN V2 – IST V1)

Wasserbilanzmäßig wird die Wassermenge (ca. 4.400 m<sup>3</sup>), die durch die Geländeerhöhung verdrängt wird, von der Retentionsmaßnahme im Osten im Flurstück 5667 aufgenommen (Abbildung 4-10).

Dennoch zeigt die Differenzanalyse, dass es zur Veränderung der Fließverhältnisse kommt. Unterstrom des Flurstückes 5667 auf den näherliegenden Flurstücken kommt es zu einem durchschnittlichen zusätzlichen Aufstau von 30 cm. Das zusätzliche Wasser, das im Retentionsraum nicht mehr enthalten werden kann, fließt über die daneben liegende Straße Richtung Ost ab und sammelt sich an der nächsten Straßenkreuzung.

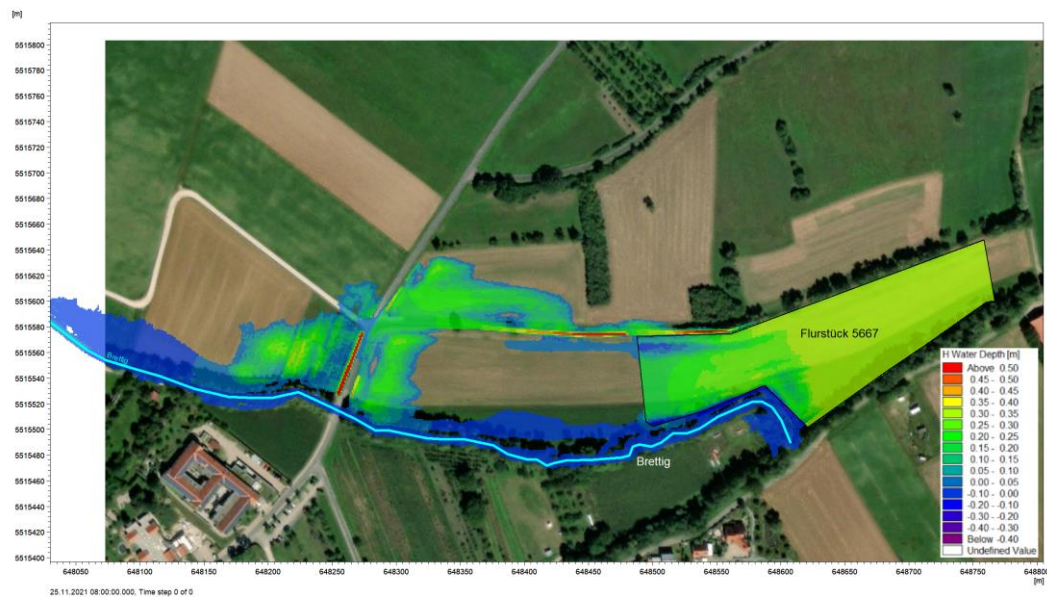


Abbildung 4-10: Differenzplot der Wassertiefen [m] im Flurstück 5667 (Retentionsmaßnahme) und Umgebung (PLAN V2 – IST V1)

### 4.2.3 Variante 3 (PLAN V3)

In Abstimmung mit dem AG wurde eine Variante zur Minimierung der negativen Effekte der Geländeerhöhung im Baugebiet B-Plan Bahnhofsiedlung NO untersucht. Der Zustand PLAN V3 umfasst die Anböschung der Straße südlich des Baugebietes, um die Überflutung der Wohngebiete unmittelbar westlich und südlich des B-Plans Bahnhofsiedlung NO zu vermeiden.

Vor diesem Hintergrund wurde die Straße südlich des Baugebietes Bahnhofsiedlung NO im Modell auf eine Höhe von 256,70 m NN „aufgeschüttet“, durch die sichergestellt werden kann, dass es zu keiner negativen Beeinflussung des Bereichs südlich des Neubaugebietes kommt. Die Unterschiede der Topografie zwischen den Zuständen IST (sowohl V1 und V2) und PLAN V3 veranschaulichen Abbildung 4-11 und Abbildung 4-12.



Abbildung 4-11: Topografie IST (V1 und V2) im Bebauungsgebiet Bahnhofssiedlung NO



Abbildung 4-12: Topografie PLAN V3

Durch Erhöhung der Straße auf 256,70 m NN stellt sich ein maximaler Wasserstand nördlich der Straße auf der Freifläche von 256,66 m NN (Abbildung 4-13).

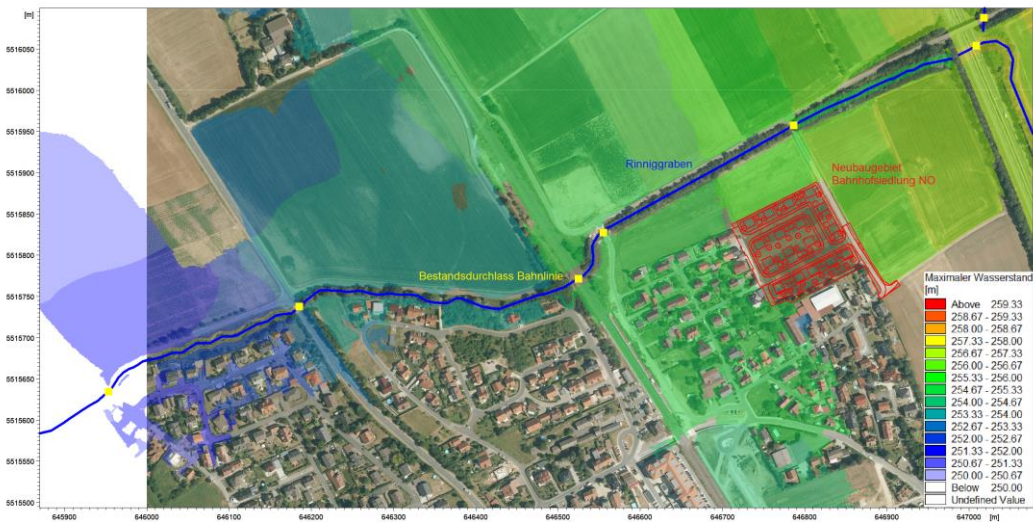


Abbildung 4-13: Berechnete maximale Wasserstände im PLAN V3)

Die Modellergebnisse in Abbildung 4-14 zeigen, dass es zu keiner negativen Beeinflussung des Bereichs südlich des Neubaugelbiets kommt, wenn die Straße südlich der Bahnhofsiedlung NO mindestens auf ein Niveau von 256,66 m NN. Es wird zusätzlich ein Sicherheitszuschlag von etwa 20 cm empfohlen. Unter den in diesem Bericht getroffenen Annahmen kann sichergestellt werden, dass das anfallende Wasser komplett auf dem Feld im Osten gehalten wird.

Darüber hinaus treten durch die Erhöhung des B-Plans Bahnhofsiedlung NO und der Straße unmittelbar südlich des B-Plans positive Effekte in den umliegenden Baugebieten und Flurstücken auf. Die Abbildung 4-14 zeigt, dass es zu einer Verbesserung der Überflutungsvorgänge in den grün dargestellten Flächen im PLAN V3 kommt. Der Hochwasserschutz für die Bebauungen kann im Zustand PLAN V3 ab einer Geländehöhe von 256,66 mm NN gewährleistet werden. Es wird zusätzlich ein Sicherheitszuschlag von etwa 20 cm empfohlen.



Abbildung 4-14: Differenzdarstellung der maximalen Wasserstiefen zwischen PLAN V3 und IST V1 inkl. Verbesserung in umliegenden Gebieten

#### 4.2.4 Variante 4 (PLAN V4)

Das Ergebnis der hydraulischen Berechnung im Zustand PLAN V4 unter Einbeziehung des neuen Durchlasses unter der Bahnlinie zeigt dessen Wirksamkeit (Abbildung 4-15). Entlang der südlichen Straße des Bebauungsgebiets stellt sich ein maximaler Wasserstand von 256,32 m NN ein. Die Verbesserung der Überflutungssituation im PLAN V4 bezogen auf den Zustand PLAN V3 ist auf die Profilvergrößerung des Durchlasses unter der Bahnlinie zurückzuführen. Die Modellergebnisse zeigen, dass es zu keiner negativen Beeinflussung des Bereichs südlich des Bebauungsgebiets kommen würde, wenn die südliche Straße mindestens auf ein Niveau von 256,33 m NN erhöht wird.

Außerdem kann die Hochwasserfreilegung des gesamten Bebauungsgebiets Bahnhofsiedlung NO im Zustand PLAN V4 gewährleistet werden, wenn das Gelände an der Grenze zum Bebauungsgebiet über die maximal berechneten Wasserständen entlang der im Anhang dargestellten Schnitten (A-A', B-B', C-C') angehoben wird. Dadurch kann unter den getroffenen Annahmen sichergestellt werden, dass das anfallende Wasser komplett auf dem Feld östlich des Bebauungsgebiets zurückgehalten wird.

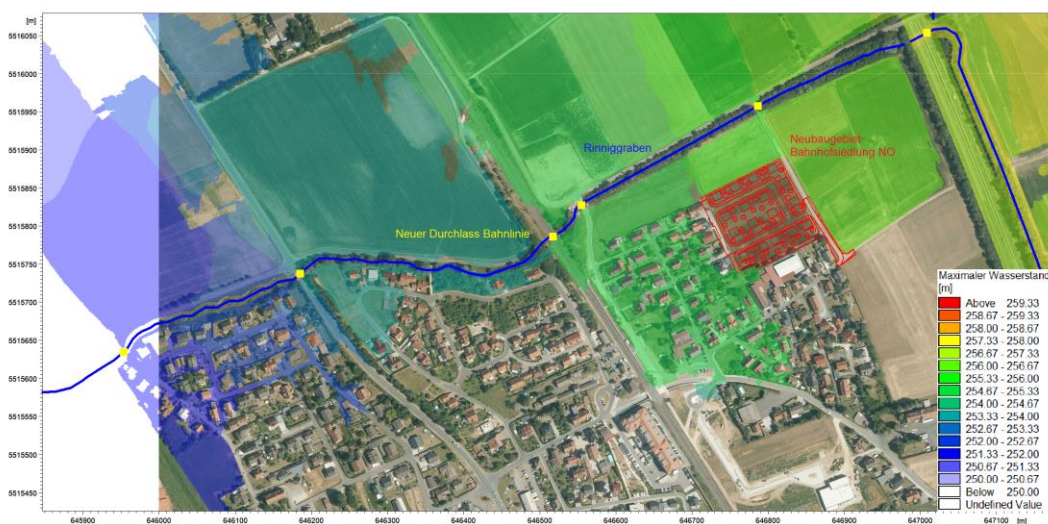


Abbildung 4-15: Berechnete maximale Wasserstände (PLAN V4)

Zur Gegenüberstellung der Modellrechnungen und Bewertung der Auswirkung des neuen Durchlasses sind die Zustände PLAN V4 und PLAN V3 anhand einer Differenzanalyse für die Wasserstände nachfolgend in Abbildung 4-16 dargestellt.

Durch die Profilanpassung des Durchlasses unter der Bahnlinie inklusive Anpassung der Querprofile unmittelbar im Ober- und Unterstrom des Durchlasses zeigt sich, dass sich geringere maximale Wasserstände oberhalb des Durchlasses einstellen, was dem grünen Bereich in Abbildung 4-16 zu entnehmen ist. Unmittelbar unterhalb des Durchlasses unter der A73 sind die Wasserstände ca. 0,5 cm geringer. Am östlichen Rand sowie entlang der südlichen Straße liegt der maximale Wasserstand 35 cm geringer als vor der Anpassung. Gleichwohl ist anzumerken, dass es zu einer Verschlechterung der Überflutungssituation im Unterstrom des Durchlasses unter der Bahnlinie sowohl nördlich als auch südlich des Rinniggrabens kommt, da die Durchlässe unter der Staatsstraße 2244 und der Bamberger Straße nicht neu dimensioniert wurden (gelb-brauner Bereich Abbildung 4-16).





Abbildung 4-16: Differenzplot der Wasserstände [m] im Bebauungsgebiet Bahnhofsiedlung NO und Umgebung (PLAN V4 – PLAN V3)

Der Längsschnitt des Rinnigrabens stellt den maximalen berechneten Wasserstand zwischen der BAB A73 und dem MD-Kanal dar (Abbildung 4-17). Der Rinnigraben ufer unter den getroffenen Annahmen im stationären Szenario HQ<sub>100</sub> über beide Ufer im Oberstrom der Durchlässe Straße westlich B-Plan, Frankenstraße, Bahnlinie, Staatsstraße 2244 und Bamberger Straße aus.

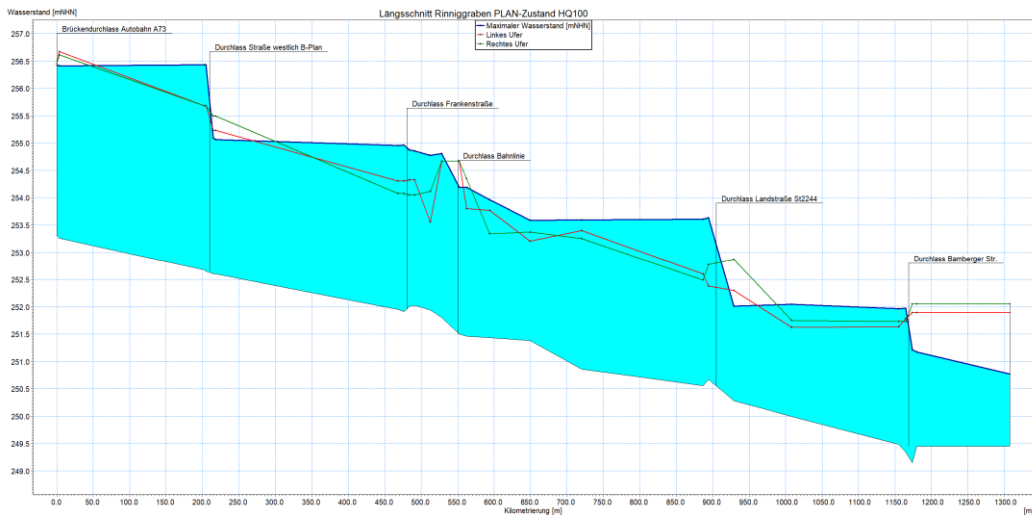


Abbildung 4-17: Längsschnitt Rinnigraben PLAN V4

## 5 Zusammenfassung

Das geplante Neubaugebiet Bahnhofsiedlung NO im Ortsteil Neuses an der Regnitz befindet sich im Überschwemmungsgebiet des Rinniggrabens. Gemäß §78b WHG ist daher ein Überflutungsnachweis und Nachweis über Retentionsmaßnahmen zu erbringen.

Zu diesem Zweck wurde das bereits vorhandene gekoppelte Überflutungsmodell in der Software MIKE+ erweitert. Hierzu wurden die Flussschläuche der Brettig, des Retschgrabens und des Rinniggrabens inklusive der Längs- und Querbauwerke als 1D-Modell aufgebaut. Als Zuflussrandbedingungen wurden die durch das Wasserwirtschaftsamt Kronach ermittelten Bemessungshochwasser  $HQ_{100}$  [ $m^3/s$ ] angesetzt. Zusätzlich sind die Rauigkeiten der Oberfläche (Fließwiderstände) im Modell hinterlegt worden.

Die Modellrechnungen wurden für den Lastfall  $HQ_{100}$  durchgeführt. Für den Zustand IST V2 resultiert aus der Modellrechnung eine Überflutungsfläche mit durchschnittlichen Wassertiefen von ca. 0,31 m auf der Neubaugebietsfläche, welches einem Überflutungsvolumen von ca. 4.400  $m^3$  entspricht.

Zur Einhaltung der §78-2.4 und §78-2.5 wurde als Retentionsmaßnahme, um das reduzierte Volumen auszugleichen, die Ausweisung eines Retentionsbeckens mit einem Retentionsvolumen von ca. 4.400  $m^3$  rechtsseitig der Brettig auf dem Flurstück 5667 mit dem Modell nachgewiesen.

Zur Einhaltung des §78-2.9 ist als Maßnahme die Anböschung der Straße südlich der Bahnhofsiedlung NO auf ein Niveau über 256,33 m NN ausreichend sein. Außerdem zeigen die Modellergebnisse, dass das Baugebiet Bahnhofsiedlung NO hochwasserfrei ist, wenn das angrenzende Gelände über die maximal berechneten Wasserstände entlang der im Anhang dargestellten Schnitten (A-A', B-B', C-C') angehoben wird.

Auf Basis der vorliegenden Datengrundlagen sowie der empfohlenen Maßnahmen (Geländeaufschüttung am Baugebiet, Retentionsmaßnahme und Anböschung Straße) zeigen die Modellergebnisse, dass infolge des Bemessungshochwassers keine Verschlechterung im Bereich der umliegenden Bestandsgebäude des Neubaugebiets Bahnhofsiedlung NO durch die geplanten Maßnahmen zu erwarten ist.

## 6 Literatur

- /1/ Roughness Coefficients for Routing Surface Runoff, J. Irrig. Drain. Eng., 1986, 112(1), S 39-53*
- /2/ Hochwassergefahrenflächen und Überschwemmungsgebiete in Bayern – Anlage H-2 – Vorgaben Rauheiten und Mustervorlage Rauheitsdatei Stand: 08/2017, Bayerisches Landesamt für Umwelt*
- /3/ Hydrologische Planungsgrößen. Überflutungsnachweis Bahnhofsiedlung in Eggolsheim, Lkr. Forchheim Brettig, Retschgraben, Rinniggraben (MQ, MNQ, HQ1 – HQ100), Wasserwirtschaftsamt Kronach, 2021*
- /4/ Betriebswasserstände am Main-Donau-Kanal (MDK), Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, 2013.*

## ANHANG

### A. Maximale Wasserstände am B-Plan Bahnhofsiedlung NO im Plan V4



Abbildung A-1: Standorte der Schnitte A-A', B-B' und C-C'

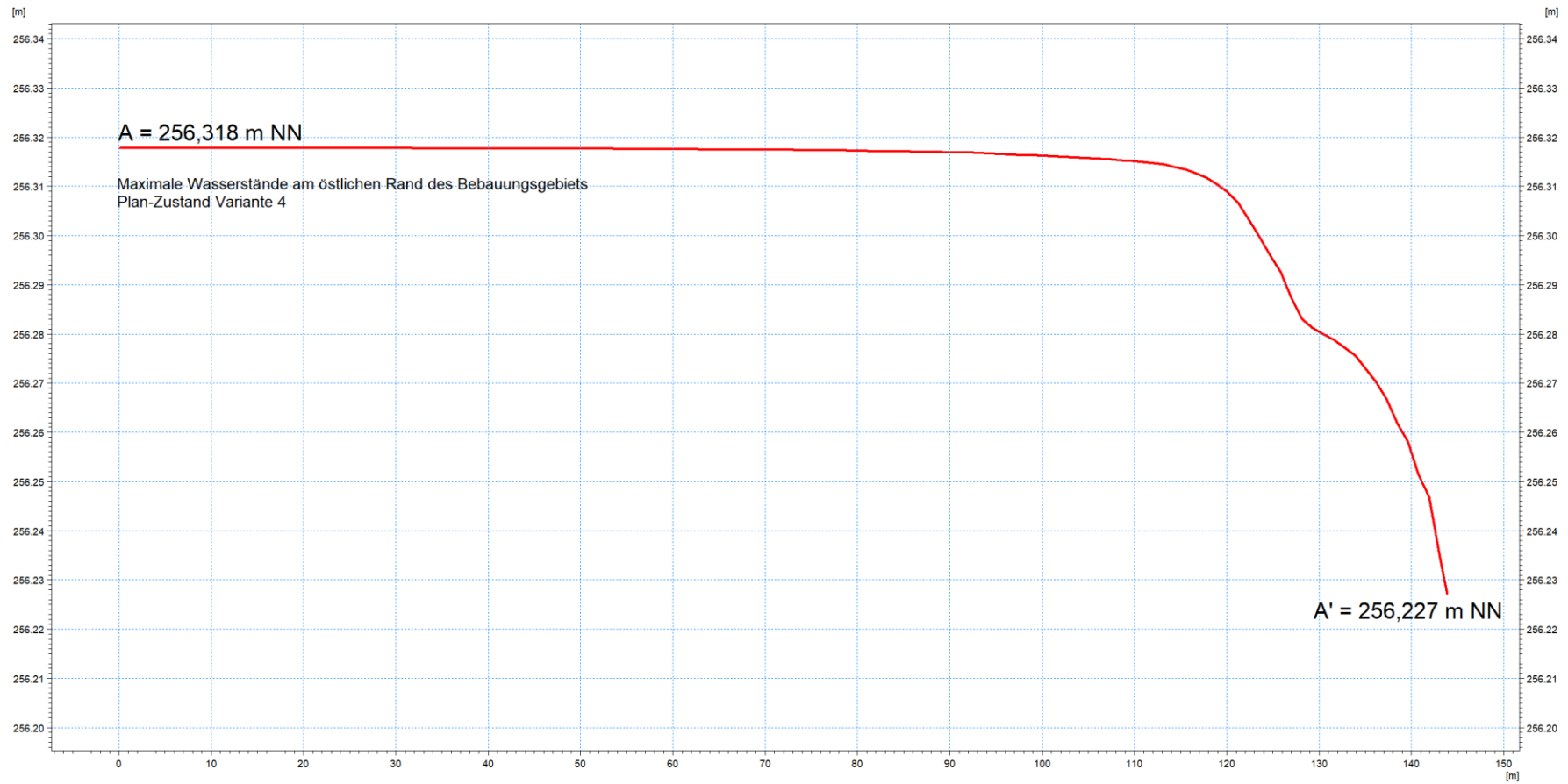


Abbildung A-2: Berechnete maximale Wasserstände (PLAN V4) am östlichen Rand des Bebauungsgebiets Bahnhofsiedlung NO

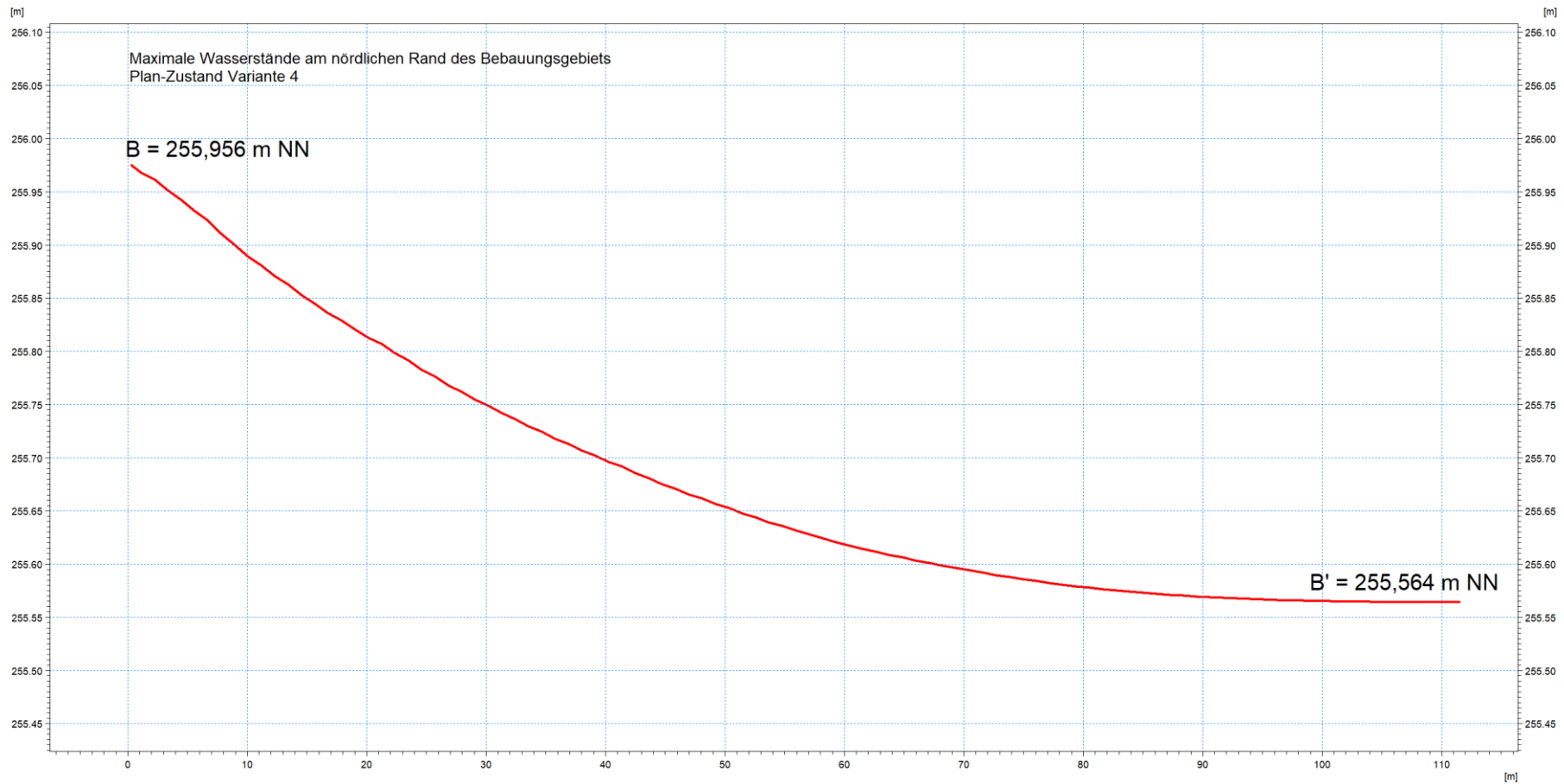


Abbildung A-3: Berechnete maximale Wasserstände (PLAN V4) am nördlichen Rand des Bebauungsgebiets Bahnhofsiedlung NO

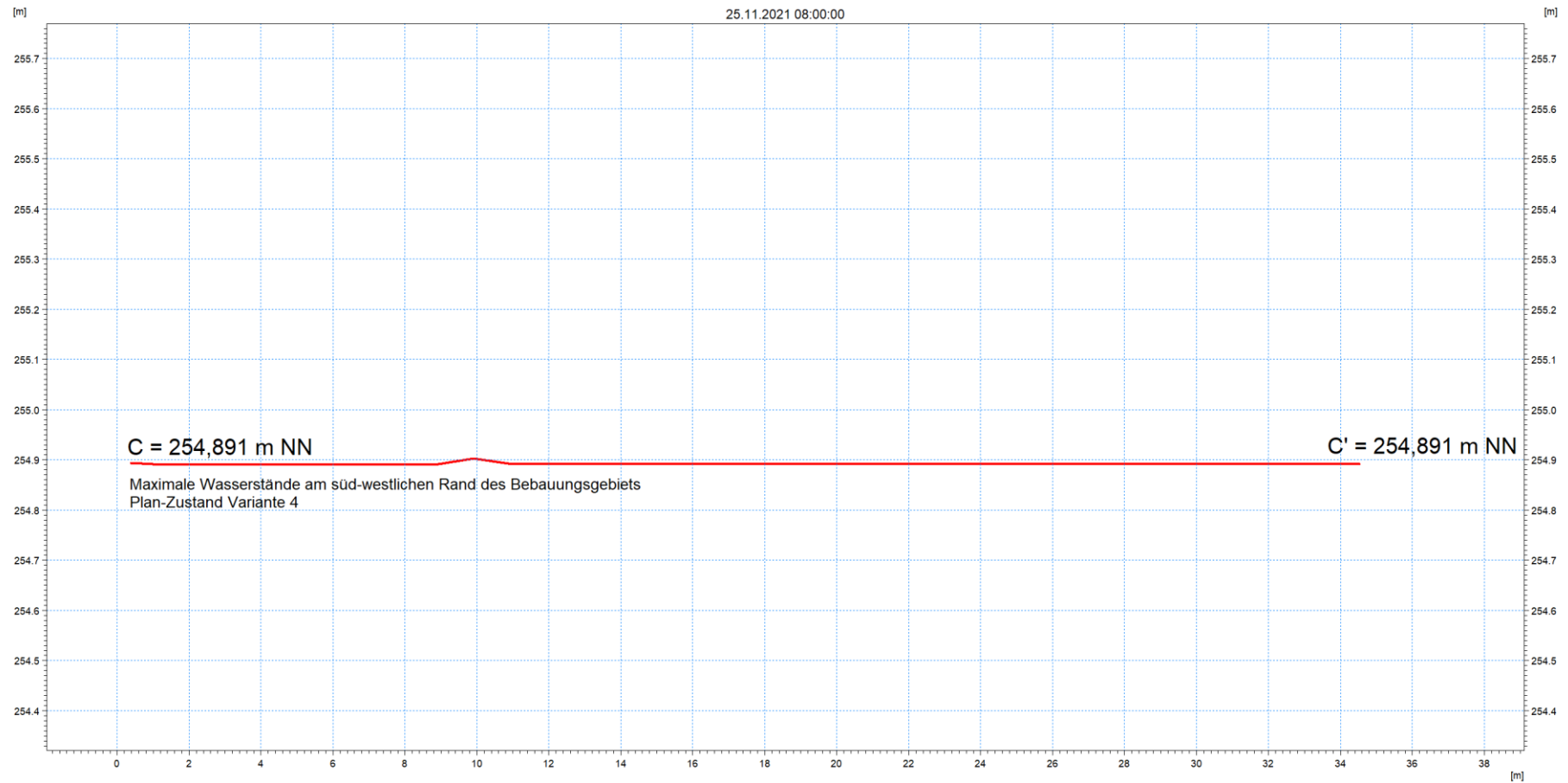


Abbildung A-4: Berechnete maximale Wasserstände (PLAN V4) am süd-westlichen Rand des Bebauungsgebiets Bahnhofsiedlung NO