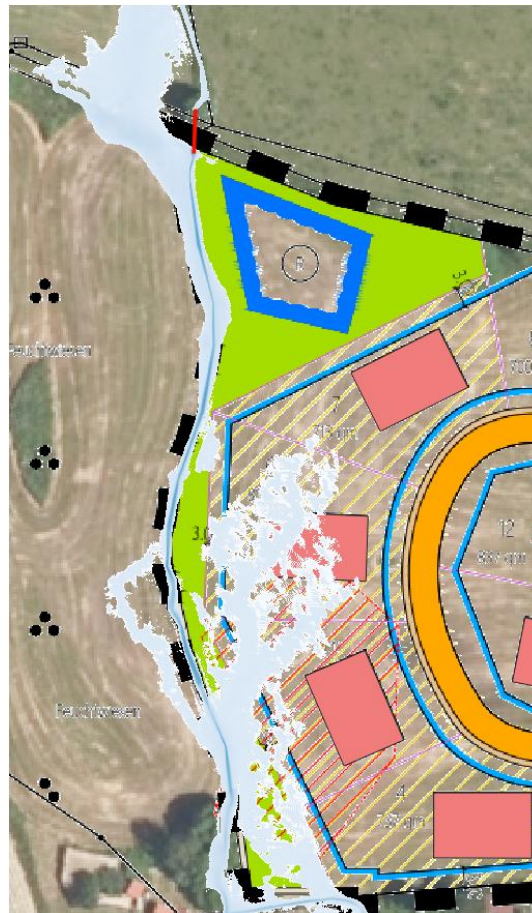




# Bericht zur hydraulischen Untersuchung (für die Bauleitplanung)

Hochwasseranalyse (2D-HN-Modell) des Baches im Bereich des WA „An der Sohle“, Arnetsried



Vorhabensträger: Markt Teisnach  
Prälat-Mayer-Platz 5  
94244 Teisnach

Verfasser: Ingenieurbüro Pfeffer



Dipl. Ing. Christoph Pfeffer, Dipl.-Ing. Tobias Schosser  
Stadtplatz 9  
94209 Regen



## Gliederung

1. Einleitung und Allgemeines .....	3
1.1 Lage .....	3
1.2 Gewässerbeschreibung .....	4
1.3 Vorhabensträger.....	4
2. Zweck des Vorhabens .....	5
3. Hydrodynamisch-nummerisches Modell.....	6
3.1 Allgemeine Informationen .....	6
3.2 Software.....	6
3.3 Geländedaten.....	6
3.4 Hinweise zur Modellbildung.....	6
4. Ergebnisse hydraulische Untersuchung.....	9
4.1 Anmerkungen .....	9
4.2 Ergebnisse Ist-Zustand .....	10
4.3 Geplanter Zustand und Retentionsraum .....	13
5. Fazit .....	20
6. Anhang.....	21
6.1 Wassertiefe $HQ_{100}$ .....	21
6.2 Strömungsgeschwindigkeit $HQ_{100}$ .....	23
6.3 Schnitte .....	25
6.4 Rauigkeitsbeiwerte nach Strickler .....	31



# 1. Einleitung und Allgemeines

## 1.1 Lage

Das Projektgebiet (WA „An der Sohle“) befindet sich am nordwestlichen Ortsrand von Arnetsried.

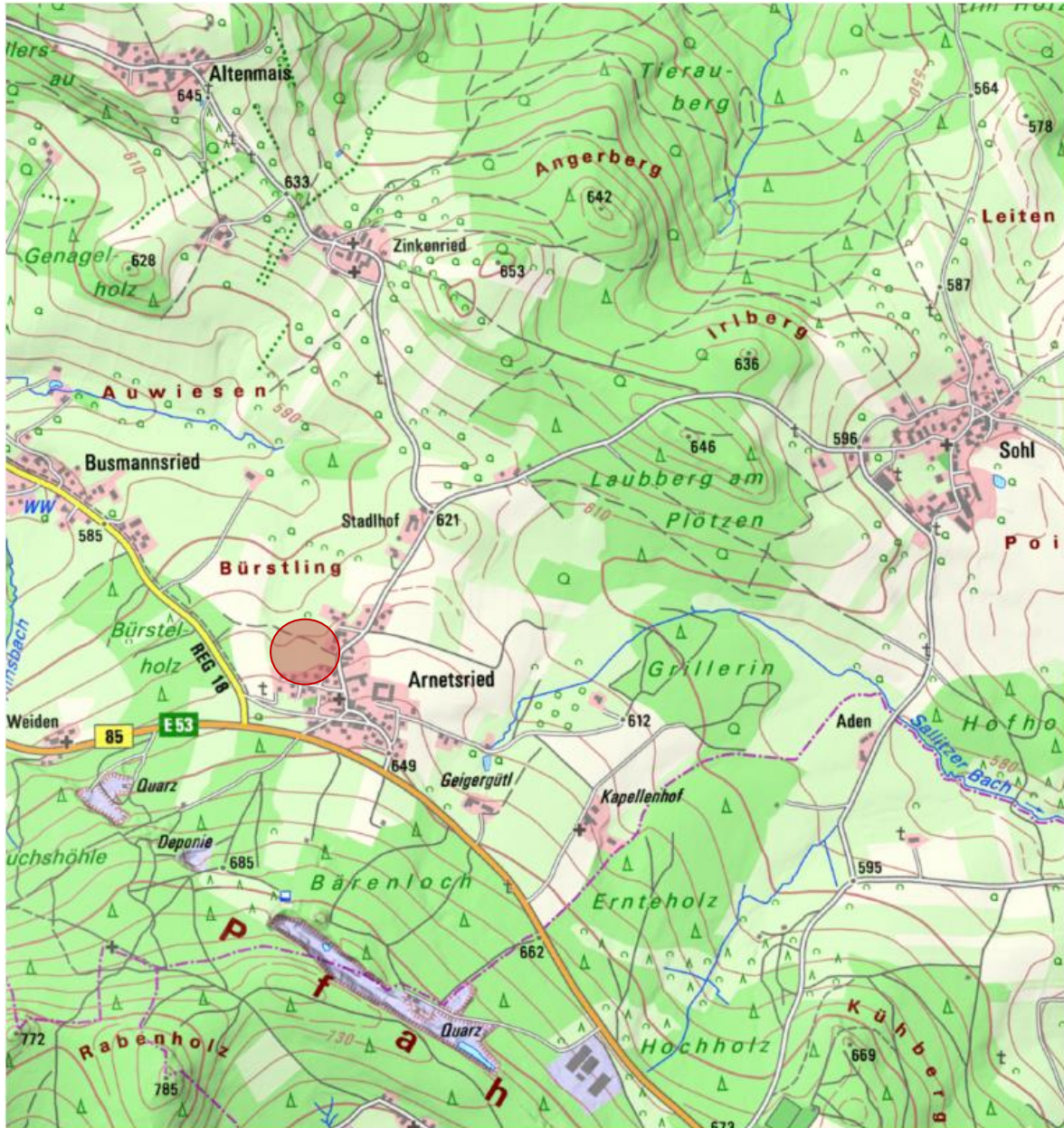


Abbildung 1: Übersichtslage (Quelle: Bayernatlas)



## 1.2 Gewässerbeschreibung

Die hydraulische Situation am betrachteten Standort ist von einem namenlosen Bach abhängig, welcher in nachfolgender Abbildung 2 blau eingezeichnet ist.

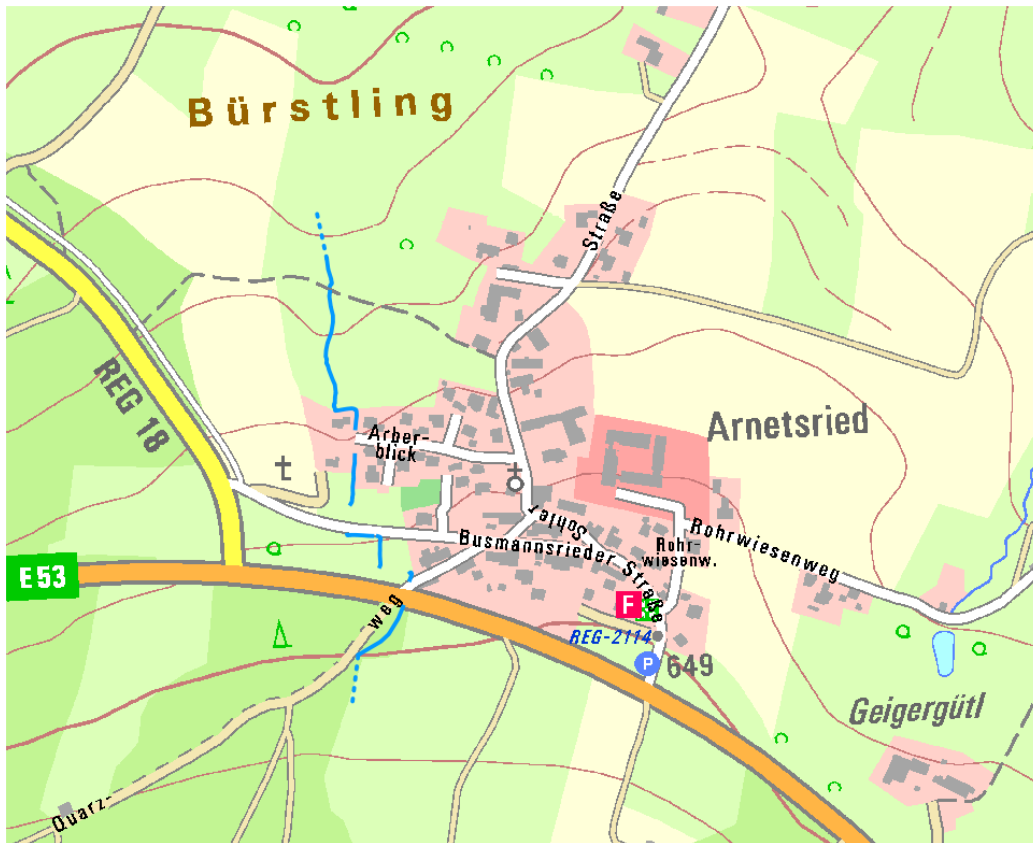


Abbildung 2: hydraulische Situation am betrachteten Standort (Quelle: Bayernatlas)

## 1.3 Vorhabensträger

Vorhabensträger ist der Markt Teisnach.



## 2. Zweck des Vorhabens

Im betrachteten Modellgebiet soll am nordwestlichen Ortsrand von Arnetsried ein neues Baugebiet entstehen (in nachfolgender Abbildung 3 schwarz umrandet).

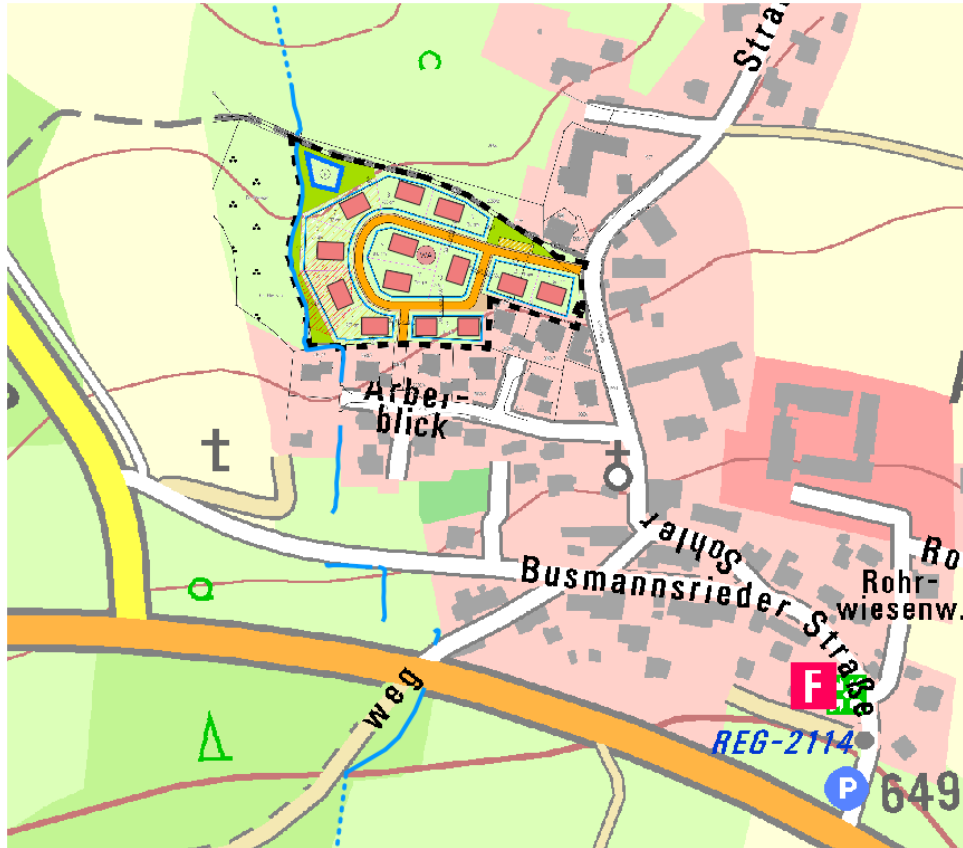


Abbildung 3: ausgewählte Fläche für das geplante Baugebiet

Da dem Wasserwirtschaftsamt Deggendorf (WWA DEG) bekannt ist, dass es bei erhöhten Abflüssen und Niederschlägen zu Überflutungen der bereits bestehenden Bebauung und Flächen kommt, soll anhand der vorliegenden Untersuchung ermittelt werden, ob sich das geplante Baugebiet (v.a. die Parzellen 4, 5, 6, 10) im Überflutungsbereich bei einem 100-jährlichen Hochwasser (HQ<sub>100</sub>) des namenlosen Baches befindet (vgl. Stellungnahme WWA DEG vom 19.12.2022).

In Anlage 1 ist ein detaillierter Plan des geplanten Baugebiets (Stand 08.01.2024) beigefügt.



### 3. Hydrodynamisch-numerisches Modell

#### 3.1 Allgemeine Informationen

Für die Betrachtung des Überflutungsbereiches wurde ein zweidimensionales Strömungsmodell (2D-HN Modell) verwendet. Die Berechnung basiert dabei auf den sogenannten Flachwassergleichungen. Diese erhält man durch die Reduzierung der Navier-Stokes-Gleichungen und der Kontinuitätsgleichung auf ein ebenes Strömungsproblem mit freier Oberfläche (Wasserspiegel). Das heißt, dass wegen der geringen Wassertiefe gegenüber der horizontalen Ausdehnung in x- und y-Richtung, die Geschwindigkeitsverteilung in vertikaler Richtung vernachlässigt und die horizontale Geschwindigkeit des Wassers als Mittelwert über die Wassertiefe definiert werden kann (Integration über die Tiefe).

In der Kontinuitätsgleichung wird neben der Änderung des Volumenstromes mit dem Weg die Änderung des Wasserspiegels mit der Zeit berücksichtigt. Durch die Vernachlässigung der Veränderung der vertikalen Geschwindigkeitskomponente (Tiefenmittelung) im 2D-Verfahren sind diese auf den Einsatz in Flachwassergebieten beschränkt. Bei dem betrachteten Gebiet handelt es sich um ein solches, weshalb die Einschränkung in diesem Fall keine Probleme verursacht. Die Diskretisierung erfolgt mittels der Finite-Volumen-Methode (FVM).

#### 3.2 Software

Die für das Projekt genutzte Software, beläuft sich auf die Programme GeoHECRAS, Autodesk Civil 3D und QGis. Das Pre- und Postprocessing wurden mittels Autodesk Civil 3D und QGis 3.28.2 durchgeführt. Als Solver diente die HECRAS-Version 6.3.1.

#### 3.3 Geländedaten

Grundlage für die Erstellung des Geländemodelles sind die vom bayerischen Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung zur Verfügung gestellten Laserscandaten des Projektgebiets, mit einer Gitterweite von 1m (DGM1). Zusätzlich wurden der Bachlauf und die dazugehörigen Durchlässe vermessen und in das DGM integriert.

#### 3.4 Hinweise zur Modellbildung

##### Modellgebiet

Der namenlose Bach quert mittels eines Durchlasses die B85. Am Tag des Ortstermins wurde der Oberflächenabfluss des Baches am Einlaufbauwerk für den Durchlass Richtung Westen und somit nicht Richtung Arnetsried abgelenkt. Die Öffnung des Einlaufbauwerks ist Richtung Osten gerichtet und kann nur das Wasser fassen, welches vom Straßengraben der B85 kommt. Dieser war am Vermessungstag trocken. Trotzdem floss am Durchlassende auf der Arnetsrieder-Seite Wasser aus dem



Durchlass, weshalb das Wasser höchstwahrscheinlich unterirdisch in den Durchlass sickert.



Abbildung 4: Einlaufbauwerk Durchlass B85



- Gewässer
- Durchlass
- Betonbauwerk
- Straßenentwässerung

Abbildung 5: Skizze Abflussaufteilung Durchlass B85

Auch nach Rücksprache mit den Anwohnern und dem WWA DEG konnte die genaue Abflussaufteilung nicht geklärt werden.



Aus diesem Grund wurde nach Rücksprache mit dem WWA DEG beschlossen, die nachfolgende Untersuchung als **Worst-Case-Szenario** zu betrachten. D.h. es wird davon ausgegangen, dass der **gesamte Abfluss des Einzugsgebiets durch den Durchlass Richtung Arnetsried weitergeleitet wird.**

### Hydrologische Grunddaten

Der HQ<sub>100</sub>-Abflusswert wurde vom WWA DEG vorgegeben und beträgt 1,17 m<sup>3</sup>/s.

#### Gesamtes Einzugsgebiet = Worst-Case

	AEO [m <sup>2</sup> ]	MNQ [m <sup>3</sup> /s]	MQ [m <sup>3</sup> /s]	HQ1 [m <sup>3</sup> /s]	HQ2 [m <sup>3</sup> /s]	HQ5 [m <sup>3</sup> /s]	HQ10 [m <sup>3</sup> /s]	HQ20 [m <sup>3</sup> /s]	HQ50 [m <sup>3</sup> /s]	HQ100 [m <sup>3</sup> /s]
Lt. Gutachten 22.07.2022	100.000,00	0,0005	0,002	0,09	0,15	0,25	0,33	0,4	0,6	0,7
Vorhandenes Gebiet	166.825,00	0,0008	0,003	0,15	0,25	0,42	0,55	0,7	1,0	1,17

Abbildung 6: Abflusswerte

### Rauhigkeitsbeiwerte

Es wurden die für ein solches Gebiet üblichen Rauheitsbeiwerte nach Strickler, in Anlehnung an die Klassenzugehörigkeit von ALKIS verwendet. In Anhang 6.4 sind die gewählten Stricklerbeiwerte dargestellt.

### Durchlässe

Eine mögliche Verkläuserung der Durchlässe wurde nicht betrachtet.



## 4. Ergebnisse hydraulische Untersuchung

### 4.1 Anmerkungen

Aufgrund des Einflusses der Randbedingungen in Richtung des Untersuchungsgebiets, sollten die Ergebnisse nahe dem Zufluss- (inlet) und Abflussbereich (outlet) nicht bzw. nur mit Vorsicht für Bewertungen und Vergleiche herangezogen werden. Aus diesem Grund und da für die Bauleitplanung lediglich der Bereich direkt am Baugebiet von Bedeutung ist, wurde für die Auswertung lediglich der Bereich innerhalb des grünen Rechtecks verwendet. Alle im Modellgebiet vorhandenen Durchlässe sind rot dargestellt.

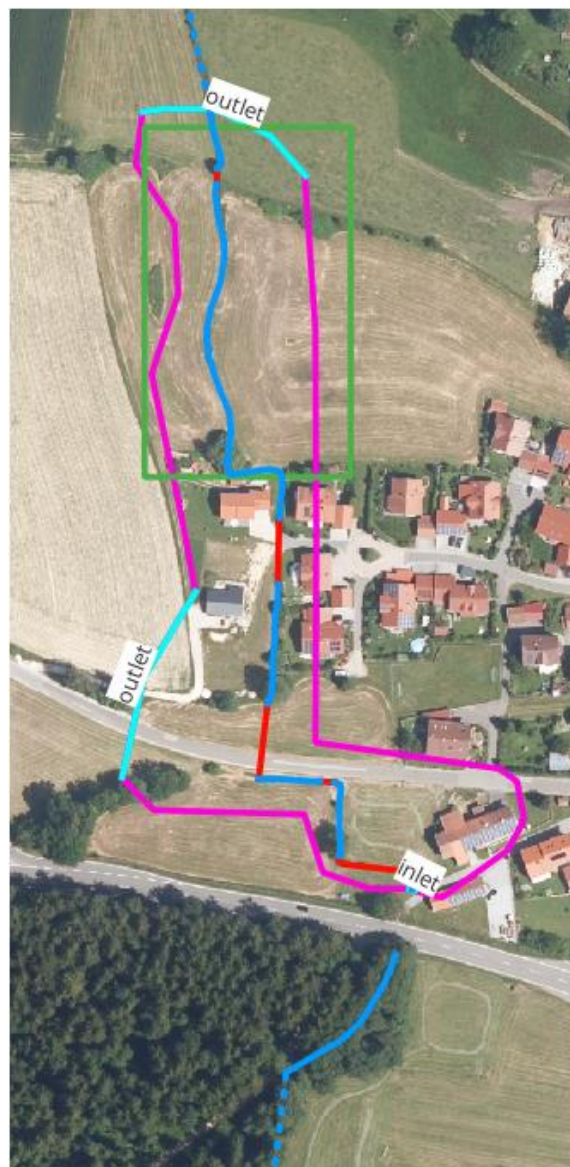


Abbildung 7: Modellbereich (magenta) mit Randbedingungen (hellblau), Bereich für die Auswertung (grün), Gewässerlauf (blau) und Durchlässen (rot)



## 4.2 Ergebnisse Ist-Zustand

Für die nachfolgend dargestellten Überflutungskarten gilt nachfolgende Legende.



Abbildung 8: Legende Wassertiefe

Nachfolgend sind die Überflutungsflächen inkl. des geplanten Baugebietes dargestellt.

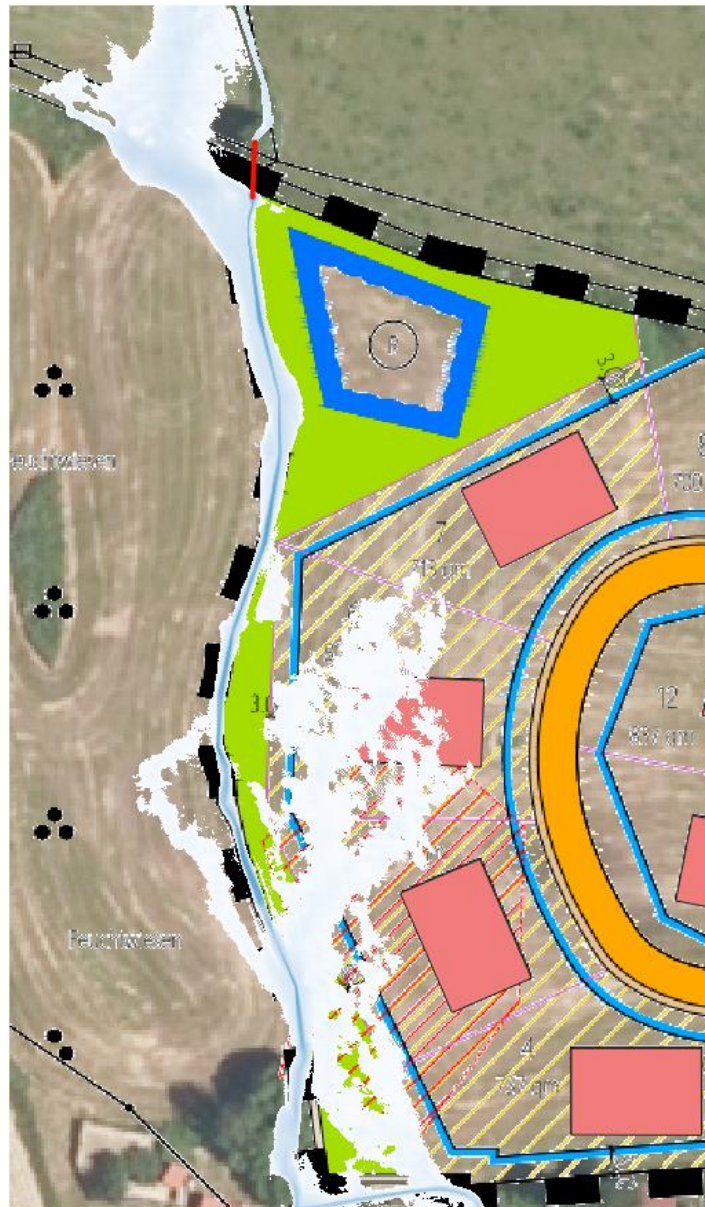


Abbildung 9: Wassertiefe HQ<sub>100</sub> Ist-Zustand inkl. Durchlässe (rot), (Bereich Baugebiet)

Im neu geplanten Baugebiet ist nur das Gebäude auf Parzelle 6 von Überflutungen betroffen. Diese Ausuferungen sind auf die zum Teil nur sehr geringe Gewässerbetttiefe und das anschließend relativ ebene Gelände zurückzuführen. Die in diesem Bereich auftretenden Wassertiefen sind jedoch nur sehr gering. Nachfolgende Abbildung zeigt die Wassertiefen größer als 5 cm im Bereich des neu geplanten Baugebiets.

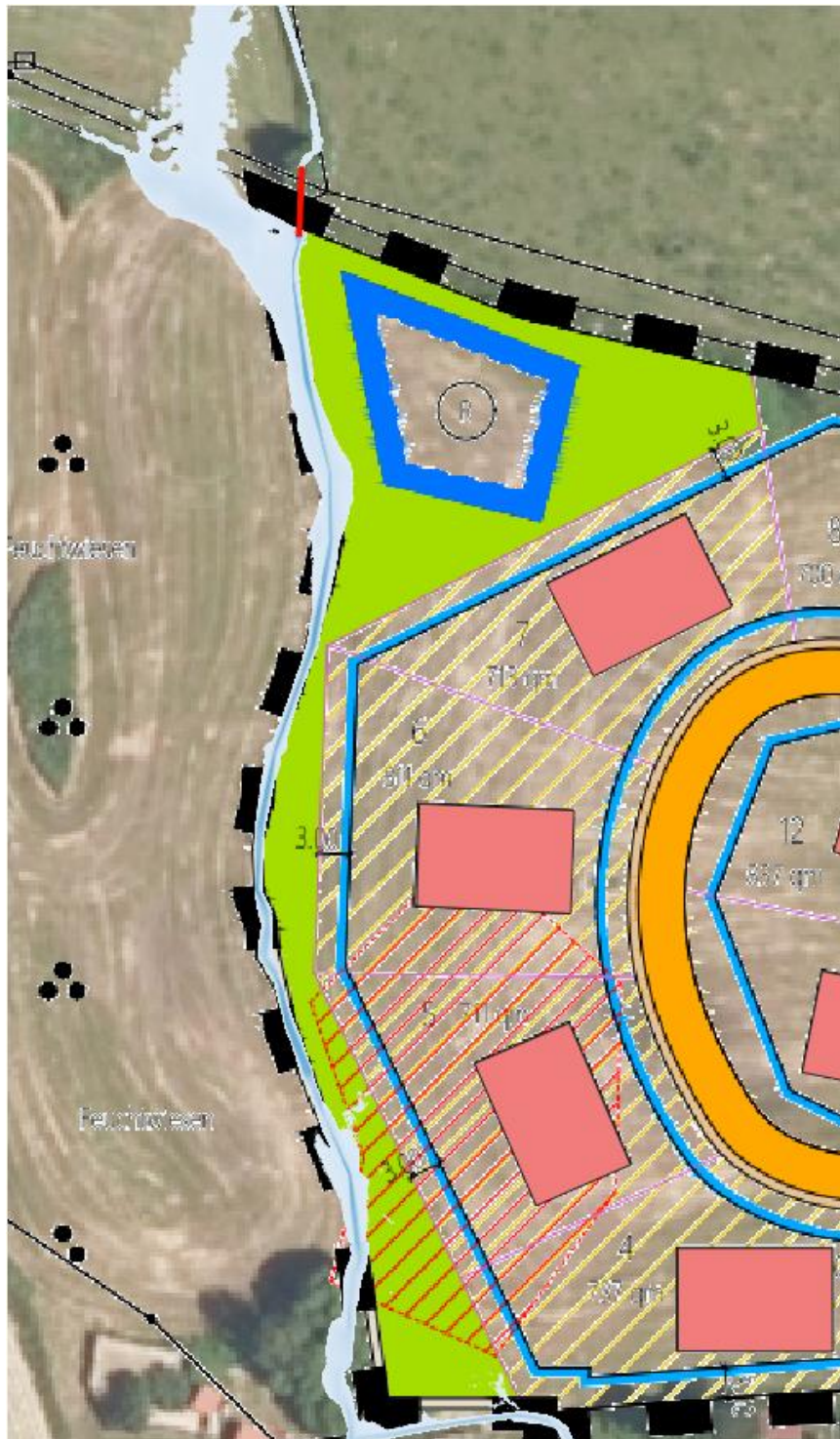


Abbildung 10: Wassertiefen > 0,05m HQ<sub>100</sub> Ist-Zustand (Bereich Baugebiet)



Außerdem befindet sich die Parzelle 6 nicht im Hauptabfluss. Dies zeigt nachfolgende Abbildung 12, bei welcher die Strömungsgeschwindigkeiten größer als 0,5 m/s visualisiert sind. Für die Strömungsgeschwindigkeiten gilt folgende Legende.

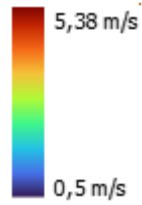


Abbildung 11: Legende Strömungsgeschwindigkeiten

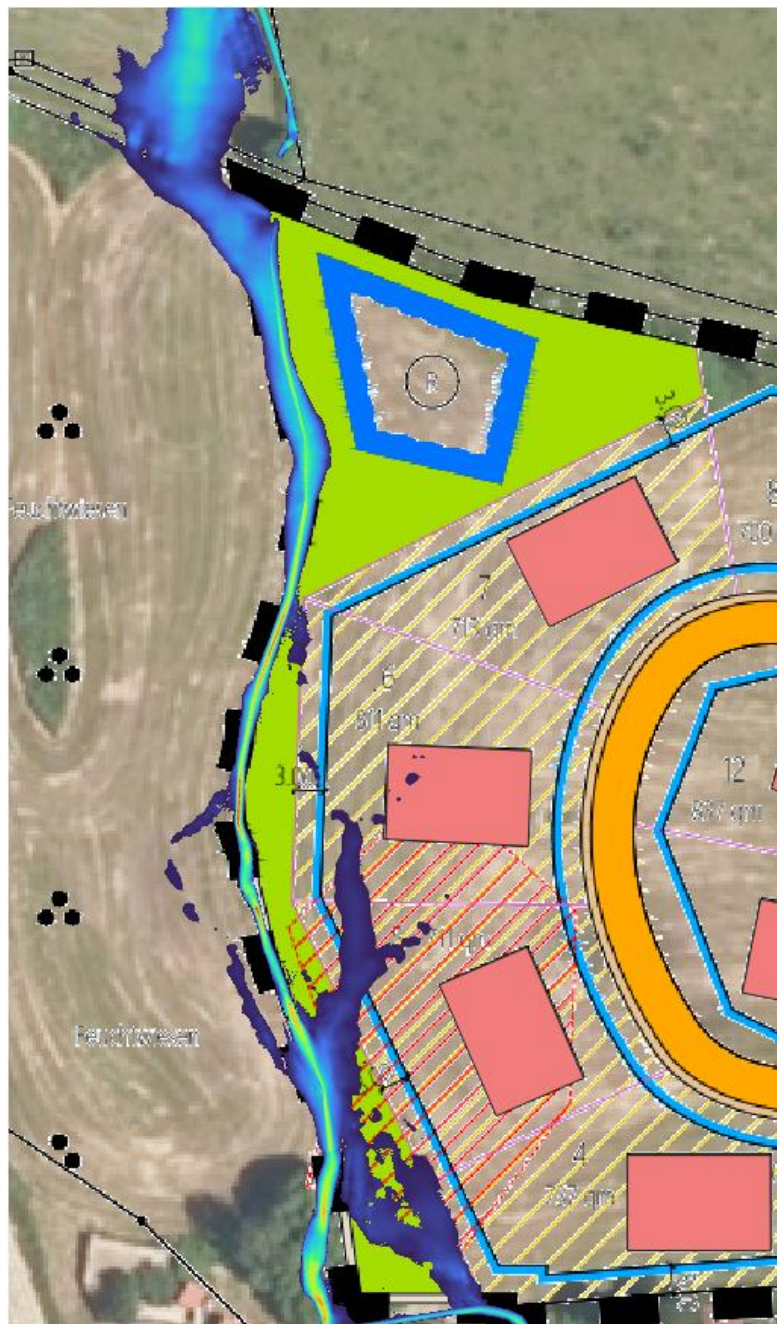


Abbildung 12: Strömungsgeschwindigkeit >0,5 m/s HQ<sub>100</sub> Ist-Zustand (Bereich Baugebiet)

Da sich das Gebäude der Parzelle 6 im Hochwasserbereich befindet, ist eine hochwasserangepasste Bauweise und ein Nachweis, dass sich durch die Veränderungen keine schlechtere Abflusssituation einstellt nötig. Aufgrund der sehr geringen Wassertiefen und geringen Strömungsgeschwindigkeiten im Bereich des geplanten Baugebiets, ist eine Geländeerhöhung die einfachste Möglichkeit die Parzelle 6 hochwasserfrei zu gestalten.

#### 4.3 Geplanter Zustand und Retentionsraum

Nachfolgend wird die hydraulische Situation bei einer Geländeerhöhung im Bereich des Baugebiets betrachtet.

Nach Rücksprache mit dem Planungsbüro des Baugebiets „Ingenieurkontor BLWS (Gesellschaft für Bauwesen mbh & Co. KG)“ soll nach aktuellem Planungsstand (08.01.2024) das Gelände für die Bauplätze nach der ans Gewässer angrenzenden Grünfläche aufgeschüttet bzw. modelliert werden, um die Häuser hochwasserfrei zu legen. In der Realität wird der Übergang zwischen der aufgeschütteten Zielhöhe und dem Urgelände mittels einer sanften Böschung ausgeführt. Da die spätere Auffüllungshöhe aktuell noch nicht bekannt ist, wurde im Modell am späteren Böschungsfußpunkt eine Mauer integriert. Somit kann das Gelände nord-östlich der Mauer beliebig hoch aufgeschüttet werden, ohne dass sich schlechtere Auswirkungen auf den Hochwasserabfluss bzw. Retentionsraum als im nachfolgend untersuchten Szenario ergeben. Die Lage der Mauer bzw. der Beginn der späteren Böschung ist in nachfolgender Abbildung magenta eingezeichnet.



Abbildung 13: Lage der ins Modell integrierten Mauer bzw. Böschungsfußpunkt der späteren Auffüllung (magenta)



Bzgl. des durch die Aufschüttung verlorenen Retentionsraums sei angemerkt, dass durch die vereinfachte Implementierung der Mauer anstatt einer Böschung, im Modell mehr Volumen als später in der Realität verloren geht. Dies ist auf die geneigte Oberfläche der Böschung im Vergleich zur senkrechten Mauer zurückzuführen. Somit stellt die Mauer den Worst-Case-Fall dar.

Zunächst soll der auszugleichende Retentionsraum ermittelt werden. Dazu wird das „verlorene“ Wasservolumen hinter bzw. nord-östlich der Geländemodellierung (in nachfolgender Abbildung rot eingefärbt) ermittelt.



Abbildung 14: Wassertiefe HQ<sub>100</sub> Ist-Zustand inkl. Durchlässe (rot), Lage der Geländemodellierung (magenta) und „verlorenem“ Wasservolumen (Bereich Baugebiet)

Durch die geplante Geländemodellierung geht gegenüber dem aktuellen Zustand ein Retentionsvolumen von **ca. 7,8 m<sup>3</sup> verloren**. Dieses Volumen muss umfangs-, funktions- und zeitgleich ausgeglichen werden. Um dies zu gewährleisten und um die bestehende Abfluss-/Überflutungssituation möglichst wenig zu beeinflussen, soll in dem in nachfolgender Abbildung orange markierten Bereich eine Uferabflachung durchgeführt werden.



Abbildung 15: Wassertiefe HQ<sub>100</sub> Ist-Zustand inkl. Durchlässe (rot), Lage der Geländemodellierung (magenta) und Bereich der Uferabflachung (orange), (Bereich Baugebiet)

Diese Position wurde aus folgenden Gründen gewählt:

- Bereits im IST-Zustand vollständig überströmt → alle Abtragungen des aktuellen Geländes sind voll als Retentionsraumausgleich ansetzbar
- Bereich mit relativ geringen Strömungsgeschwindigkeiten → nur geringe Auswirkungen auf die Abflusssituation → keine zusätzlichen Hochwasserfreilegungen bzw. Retentionsraumverluste erwartbar

Das Volumen der Uferabflachung beträgt ca. 8,0 m<sup>3</sup>. Somit entsteht durch die Uferabflachung ein Retentionsraumgewinn von ca. 0,2 m<sup>3</sup>. Die genaue Gestaltung und Maße der Uferabflachung sind Anlage 2 zu entnehmen.

Da es sich um ein Gewässer mit einem relativ starken Sohlgefälle und geringem Abfluss handelt, liegen zum Teil nur sehr geringe Wassertiefen vor. Um den bestehenden Zustand nicht zu verschlechtern, beginnt die Uferabflachung erst 10 cm oberhalb der Sohle. Dies soll sicherstellen, dass die Uferabflachung erst bei Hochwasserabflüssen benässt wird. Anlage 2 ist die Berechnung der Wasserspiegellage nach Strickler für den Bereich der Uferabflachung zu entnehmen. Ebenfalls in Anlage 2 sind in den Schnitten im Bereich der Uferabflachung die Wasserspiegellagen des HQ<sub>100</sub> und HQ<sub>1</sub> (beide mittels 2D-HN-Modell ermittelt) und des MQ eingezeichnet. Daraus wird ersichtlich,



dass die Uferabflachung erst ab einem Abfluss welcher zwischen dem MQ und dem HQ<sub>1</sub> liegt abflusswirksam wird.

Des Weiteren ist in Anlage 2 anhand der Höhenlinien und der Wassertropfenfließwege zu erkennen, dass es sich bei der Uferabflachung um keine Fisch-/Wasserfalle handelt. Bei abfallendem Hochwasser sinkt der Wasserspiegel in der Uferabflachung parallel zum Wasserspiegel des Hauptgerinnes, ohne dass im Bereich der Uferabflachung Wasseransammlungen zurückbleiben.

Nachfolgend ist die Überflutungsfläche im GEPLANTEN-Zustand (mit Geländemodellierung und Uferabflachung) dargestellt, für welche folgende Legende gilt. Durch die Geländemodellierung sind alle Parzellen hochwasserfrei. Ansonsten ändert sich die Überflutungsfläche im Vergleich zum Ist-Zustand nicht nennenswert bzw. ist annähernd identisch.



Abbildung 16: Legende Wassertiefen Geplanter-Zustand





Abbildung 17: Wassertiefe HQ<sub>100</sub> Geplanter-Zustand (Bereich Baugebiet), Beginn Geländemodellierung (magenta)

In Tabelle 1 sind die HQ<sub>100</sub>-Wasserspiegellagen (geplanter Zustand) entlang des Baugebiets/Geländemodellierung zu entnehmen. Zusätzlich ist zu beachten, dass die Fußbodenoberkante der Schlafräume mind. 0,5 m über dem HQ<sub>100</sub>-Wasserspiegel liegen muss. Sollten im Erdgeschoss keine Schlafräume untergebracht sein, wäre es dennoch empfehlenswert, das ans Gewässer grenzende Gelände mit einem Freibord von 0,5 m gegenüber dem HQ<sub>100</sub>-Wasserspiegel auszuführen, um etwaigen höheren Wasserspiegellinien durch Klimaänderungen bzw. Treibgutverkläuerungen vorzubeugen.

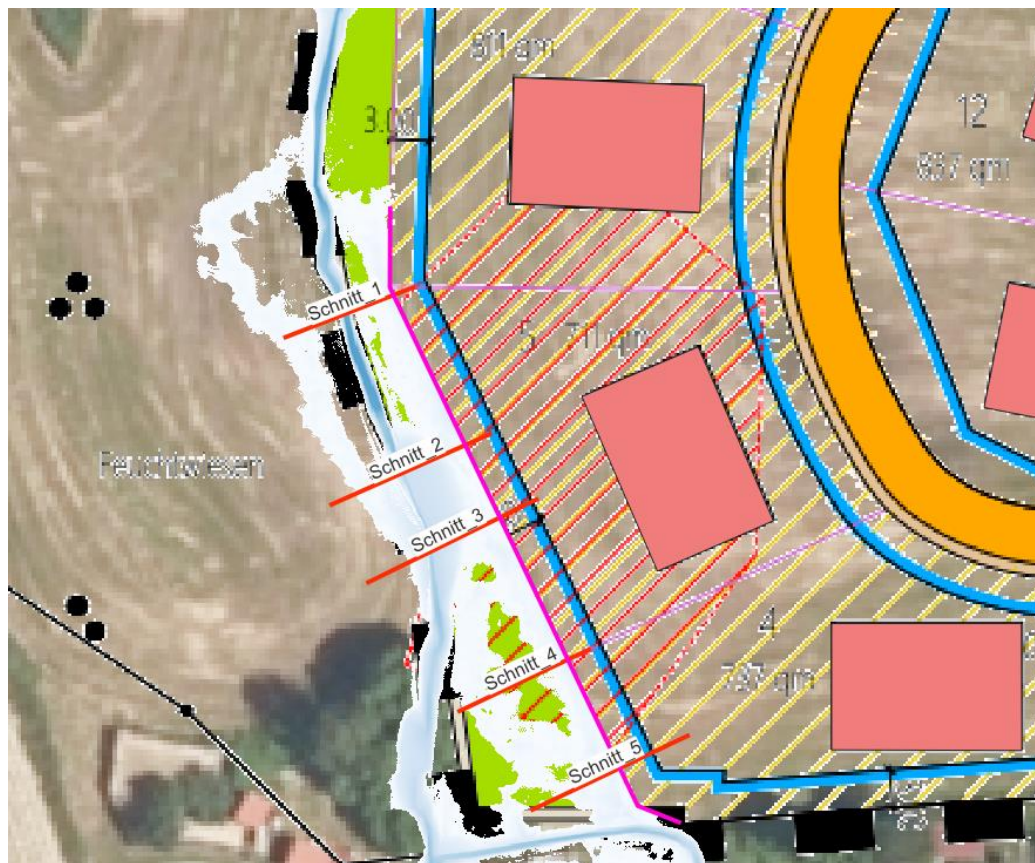


Abbildung 18: Geplanter-Zustand Schnitte

Tabelle 1: Übersicht Wasserspiegellagen

Schnitt	Urgeländehöhe [mÜNNH]	WSP-HQ <sub>100</sub> geplant [mÜNNH]	$\Delta$ [m]	Geländehöhe (geplant) inkl. Freibord [mÜNNH]
Schnitt_1	622,20	622,29	0,09	622,79
Schnitt_2	623,19	623,27	0,08	623,77
Schnitt_3	623,69	623,71	0,02	624,21
Schnitt_4	624,80	624,87	0,07	625,37
Schnitt_5	626,02	626,04	0,02	626,54

Nachfolgender Differenzenplan zeigt die durch die Geländeerhöhung resultierenden Veränderungen der Wasserspiegellagen. I.d.R. gilt dabei eine Toleranz von + 5 bis – 5 cm als keine Veränderung der Wasserspiegellage. Aufgrund der nur sehr geringen Veränderungen, wurde in nachfolgender Darstellung ab einem Unterschied von +/- 2 cm von einer Veränderung ausgegangen.

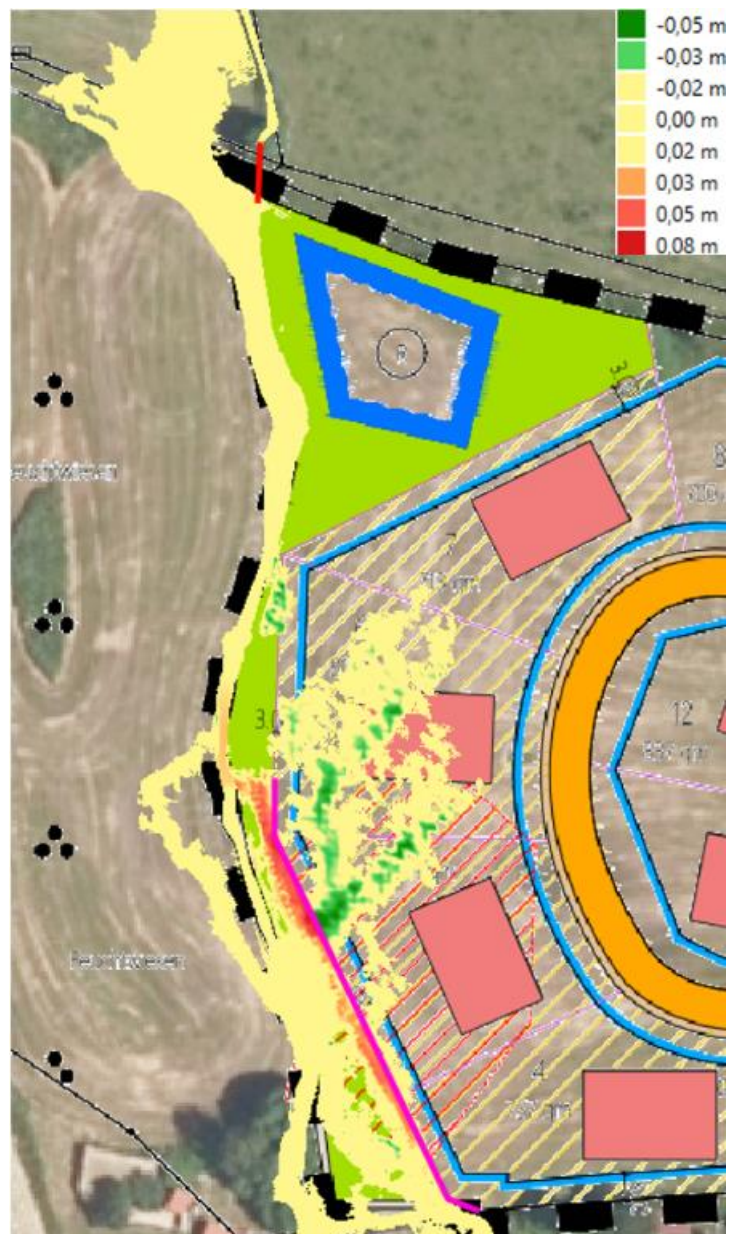


Abbildung 19: Differenzenplan geplanter Zustand minus Ist-Zustand

Die hydraulische Situation verschlechtert sich nur im Bereich des geplanten Baugebiets. Dritte sind von den Verschlechterungen nicht betroffen, da unterhalb bzw. ab dem nördlichen Durchlass keine Verschlechterungen mehr auftreten.



## 5. Fazit

Im Rahmen der vorliegenden hydronumerischen Analyse wurde mittels eines 2D-HN-Modells ermittelt, ob das neu geplante Baugebiet im Überflutungsbereich, bei einem 100-jährlichen Hochwasser (HQ<sub>100</sub>) des namenlosen Baches, liegt.

**Das Gebäude der Parzelle 6 des Baugebiets liegt bei dem betrachteten Worst-Case-Szenario im Überflutungsbereich. Jedoch kann das gesamte Baugebiet mit einer geringen Geländemodellierung hochwasserfrei gelegt werden, ohne dass sich eine hydraulische Verschlechterung für Dritte ergibt. Der verlorene Retentionsraum kann im direkten Umfeld ausgeglichen werden.**

Gez.

Regen, 16.04.2024

Dipl. Ing. Christoph Pfeffer

Gez.

Regen, 16.04.2024

Dipl.-Ing. Tobias Schosser

Anlage:

- 1) Bebauungs- und Grünordnungsplan „WA an der Sohler Straße“ (Stand: 08.01.2024)
- 2) Plan Retentionsraumausgleich/Uferabflachung



## 6. Anhang

### 6.1 Wassertiefe HQ<sub>100</sub>



Abbildung 20: Legende Wassertiefe



Abbildung 21: Wassertiefe HQ<sub>100</sub> **lst-Zustand**



Abbildung 22: Wassertiefe HQ<sub>100</sub> Gepanter-Zustand



## 6.2 Strömungsgeschwindigkeit $HQ_{100}$

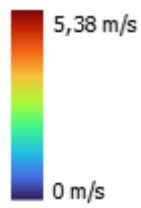


Abbildung 23: Legende Strömungsgeschwindigkeiten

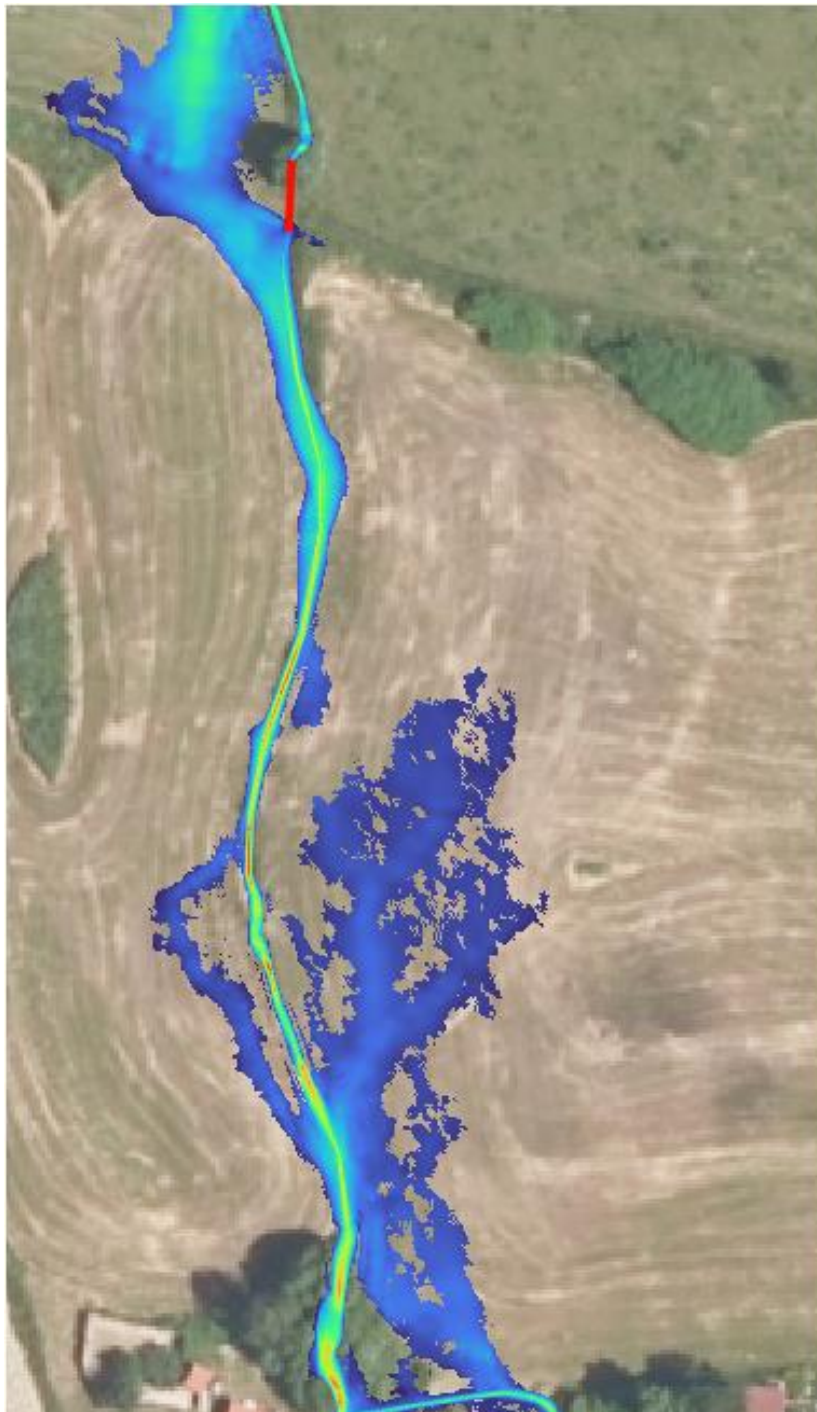


Abbildung 24: Strömungsgeschwindigkeiten  $HQ_{100}$  **Ist-Zustand**



Abbildung 25: Strömungsgeschwindigkeiten HQ<sub>100</sub> **Geplanter-Zustand**



### 6.3 Schnitte

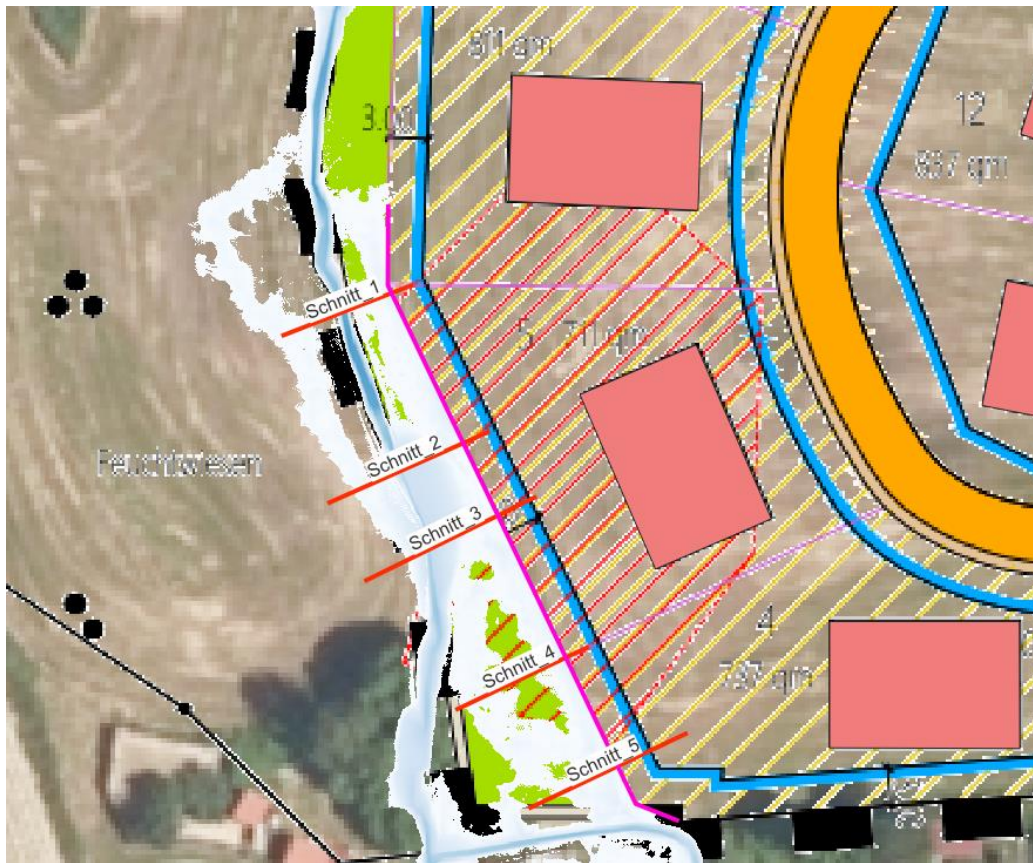


Abbildung 26: Übersicht Schnitte, Beginn Geländemodellierung (magenta)

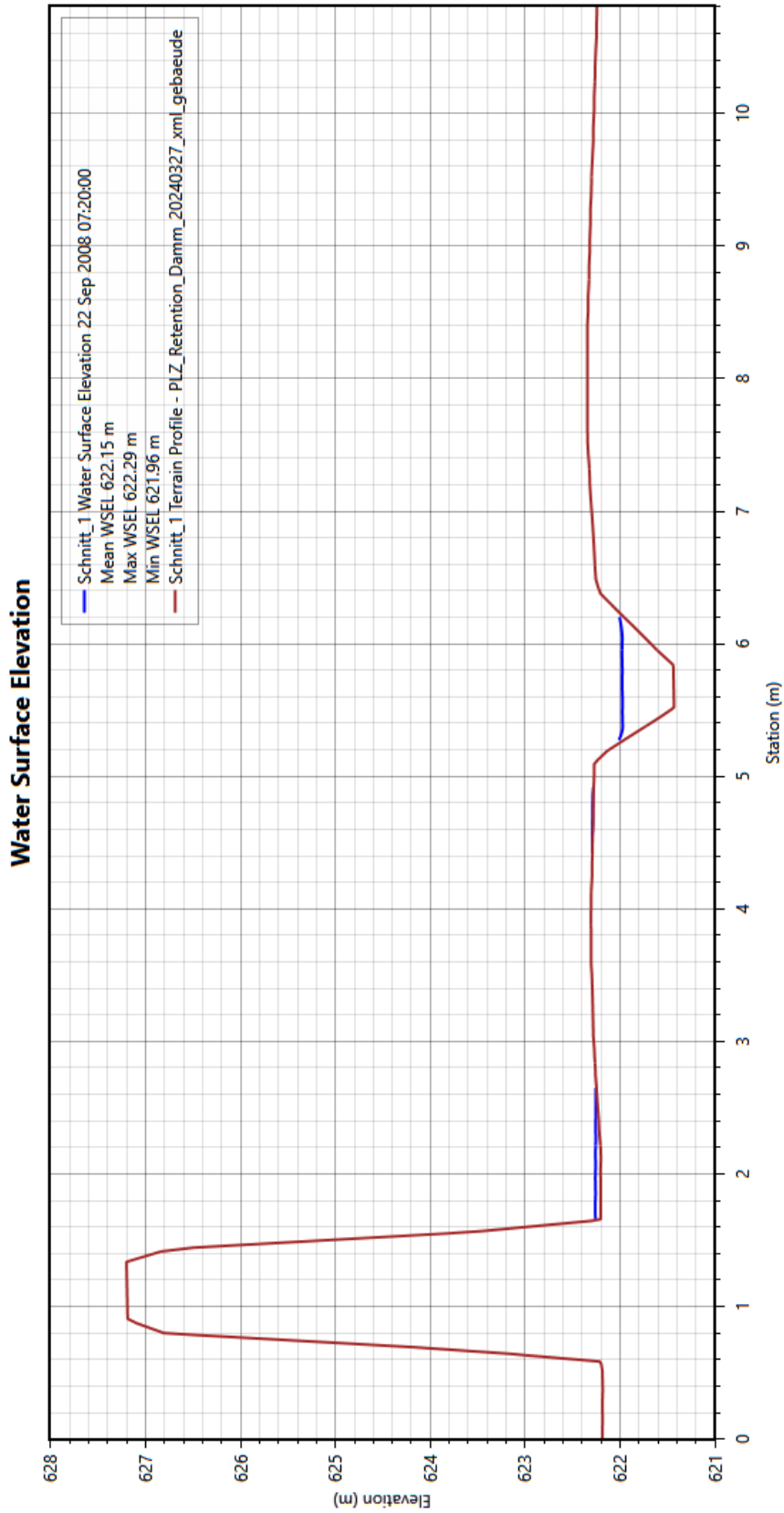


Abbildung 27: Schnitt 1

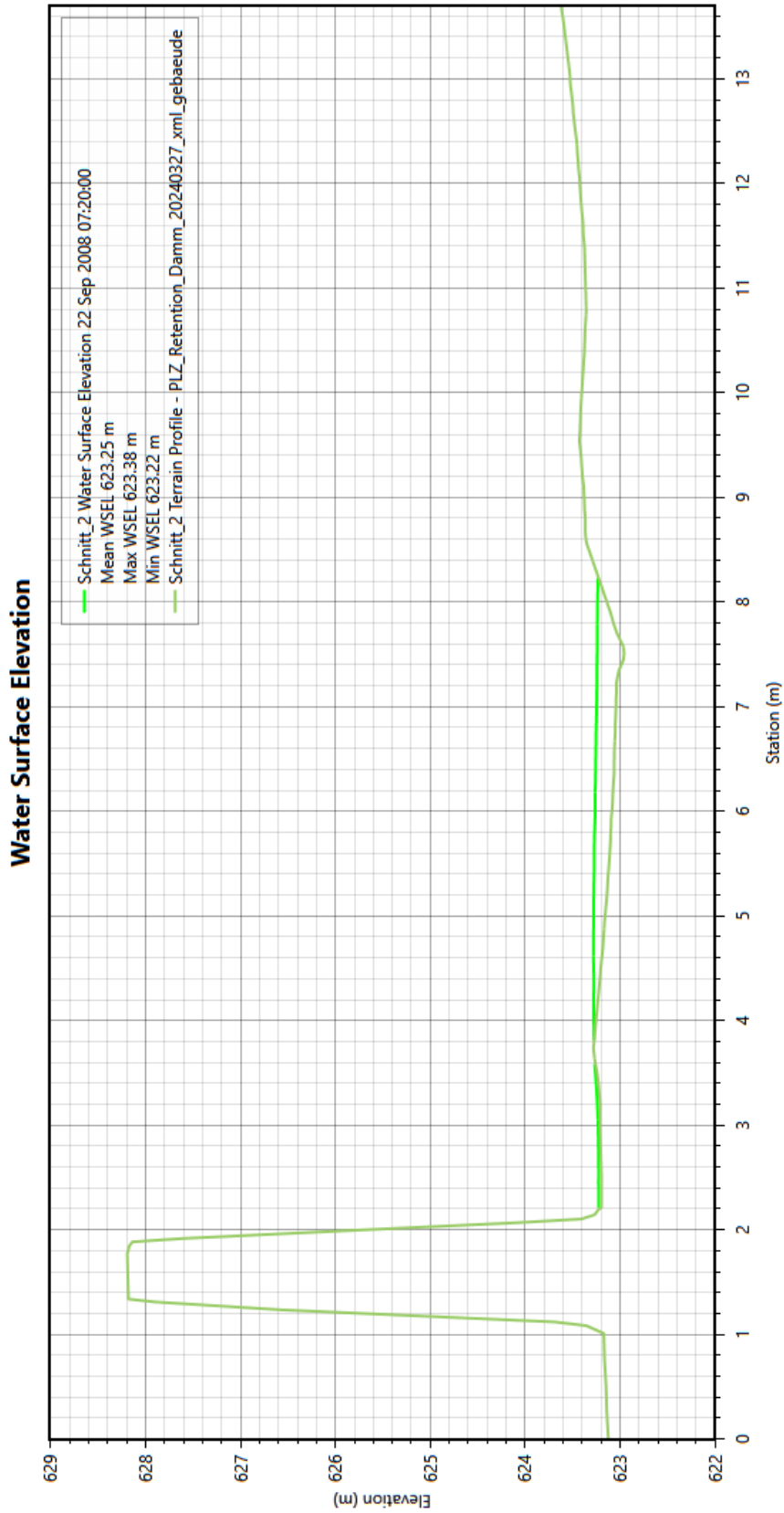


Abbildung 28: Schnitt 2

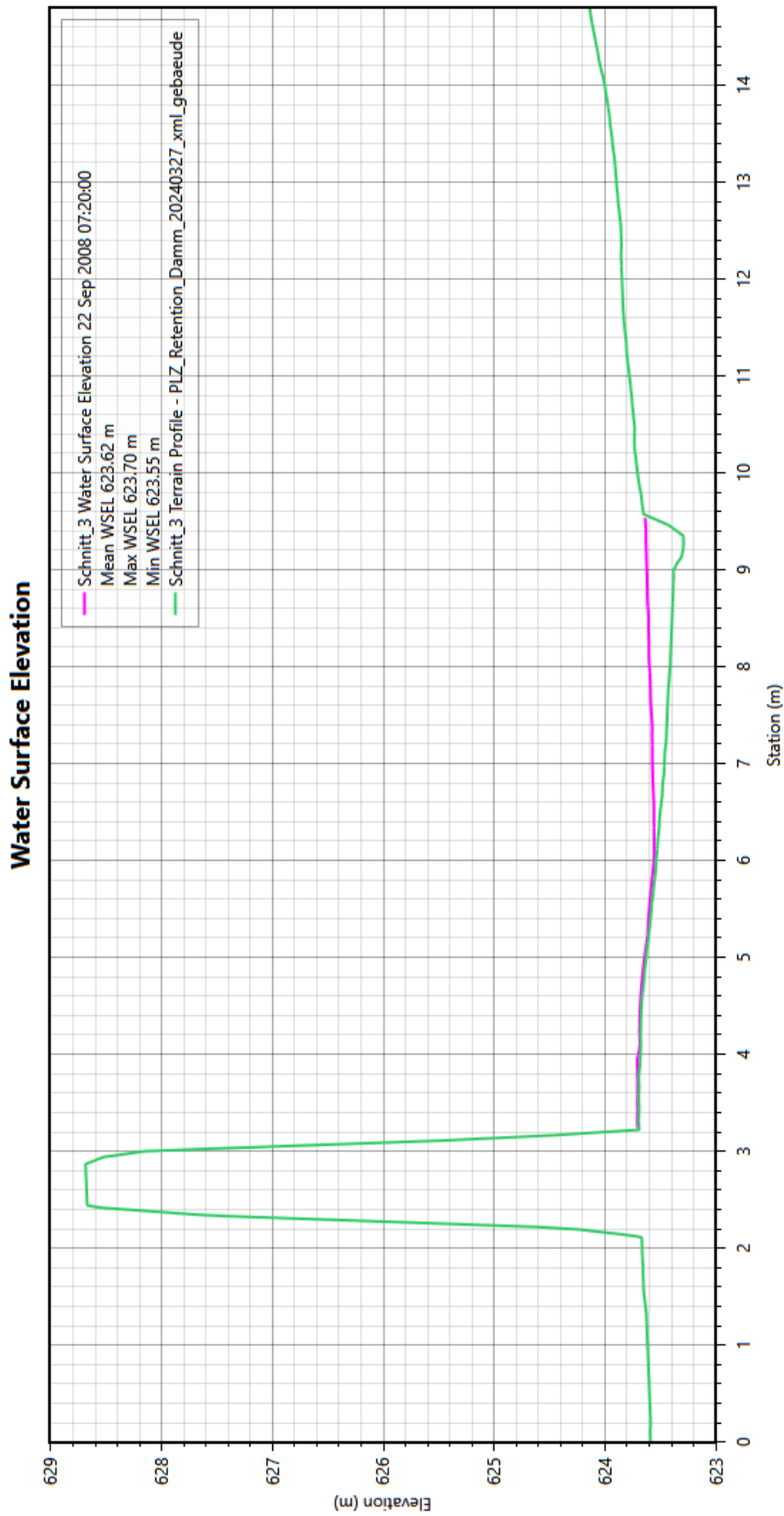


Abbildung 29: Schnitt 3

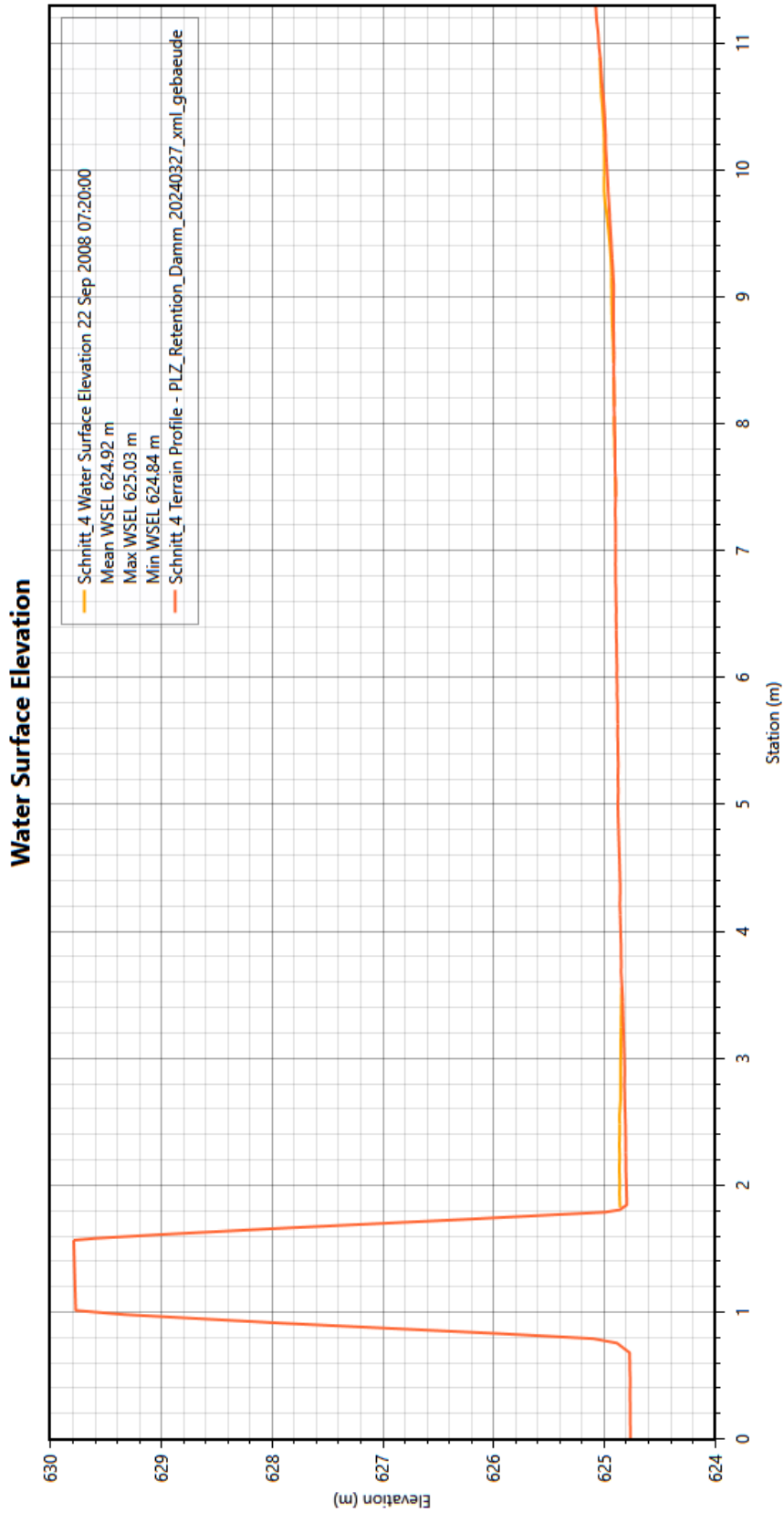


Abbildung 30: Schnitt 4

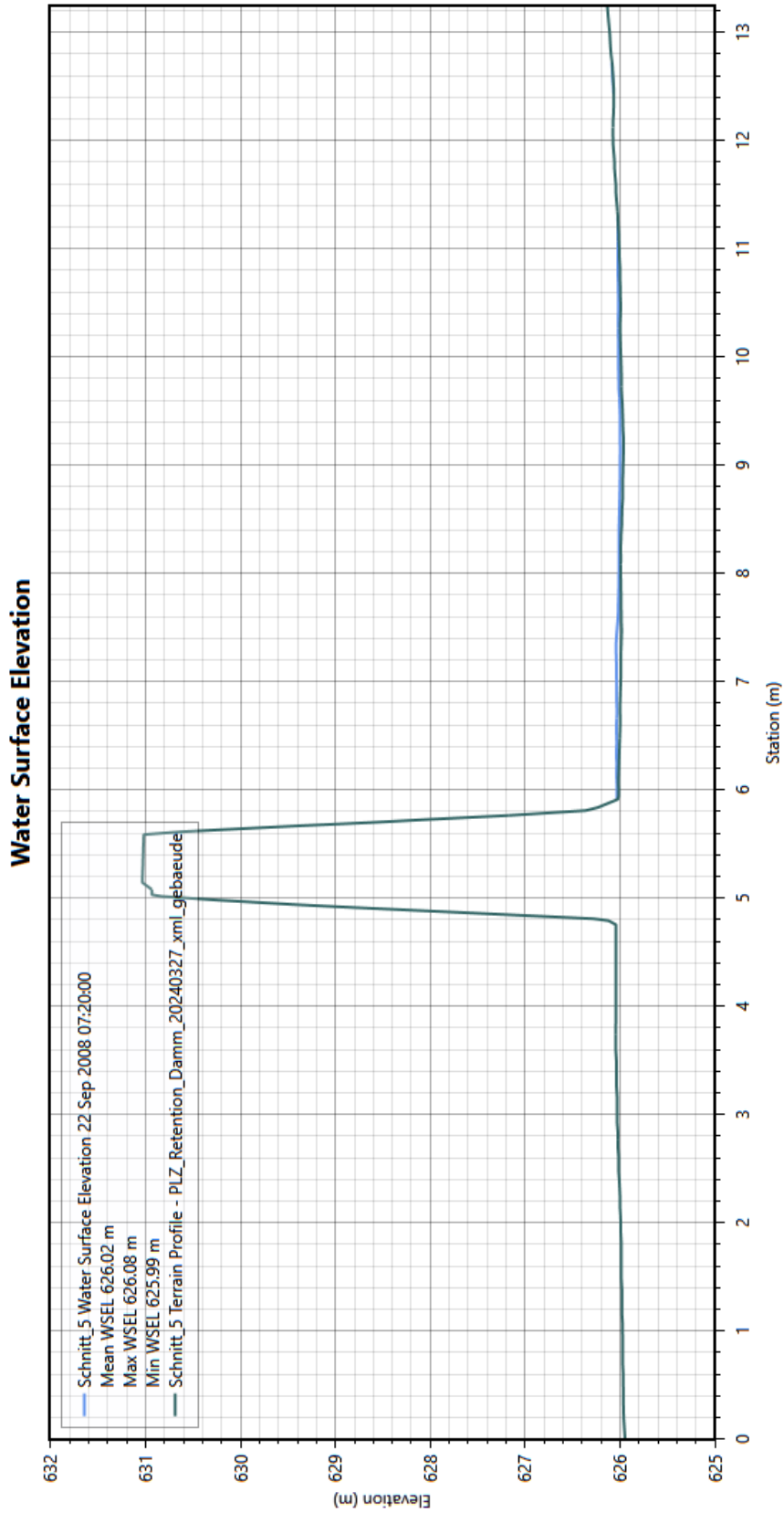


Abbildung 31:Schnitt 5



#### 6.4 Rauigkeitsbeiwerte nach Strickler

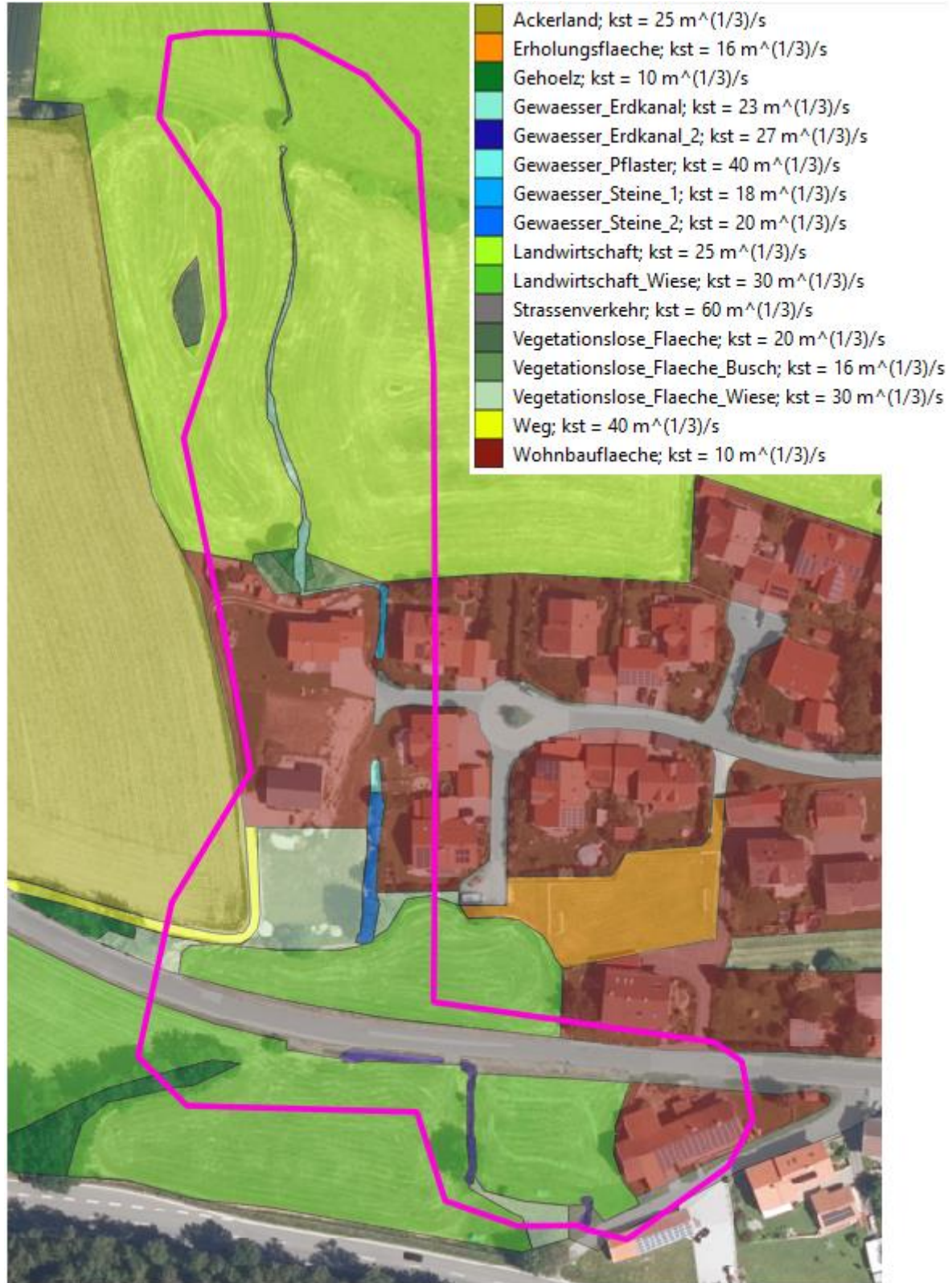


Abbildung 32: Rauigkeit (magenta = Modellbereich) für IST- und GEPLANTER-Zustand