



## **Polder Wörthhof**

### **Anlage 5.1 - Hydraulische Nachweise**

Erläuterungsbericht  
Projekt-Nr.: **110688** Bericht-Nr.: **A5.1**

Erstellt im Auftrag von:

**Wasserwirtschaftsamt Regensburg**

**Landshuter Str. 59**

**93053 Regensburg**

Heiko Nöll, Anna Fischer, Julian Höhl

2022-05-16

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<b>1</b>	<b>VERANLASSUNG ..... 6</b>
1.1	Aufgabenstellung und Zielsetzung..... 6
1.2	Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebiets ..... 8
<b>2</b>	<b>VORGEHENSWEISE ..... 11</b>
2.1	Arbeitsschritte ..... 11
2.2	Software ..... 11
<b>3</b>	<b>GRUNDLAGEN..... 13</b>
3.1	Vorhandene Modelle ..... 13
3.2	Geobasisdaten/Raumdaten ..... 15
3.3	Stauhaltungen Donau..... 16
3.4	Hydrologische Daten ..... 17
3.5	Sonstige Randbedingungen ..... 19
<b>4</b>	<b>2D-MODELLERSTELLUNG ISTMODELL ..... 20</b>
4.1	Modellumgriff..... 20
4.2	Aufbau Vorland..... 21
4.3	Aufbau Flussschlauch ..... 22
4.4	Rauheitsbelegung ..... 23
4.5	Hydraulisch relevante Bauwerke im und am Gewässer ..... 24
4.6	Randbedingungen ..... 25
4.7	Darstellung Gesamtnetz ..... 26
4.8	Kalibrierung ..... 28
<b>5</b>	<b>2D-BERECHNUNGEN ISTMODELL..... 30</b>
<b>6</b>	<b>BESCHREIBUNG DES FLUTPOLDERS ..... 31</b>
<b>7</b>	<b>HYDRAULISCHE SIMULATIONEN ..... 31</b>
7.1	Methodik..... 31
7.2	2D-Planmodell „Polderfüllung“ ..... 34
7.3	2D-Planmodell „Gesamt“ ..... 34
7.3.1	Randbedingungen ..... 34
7.3.2	Einlassbauwerk ..... 35
7.3.3	Auslassbauwerk ..... 36
<b>8</b>	<b>ERGEBNISSE DES UNTERSUCHTEN POLDERS W6B ..... 37</b>
8.1	Hydraulische Simulation ..... 37
8.2	Restwasserentleerung..... 38

<b>9</b>	<b>EMPFEHLUNGEN, WEITERES VORGEHEN.....</b>	<b>39</b>
<b>10</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>39</b>

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

	Seite
Abbildung 1-1	Übersichtsplan Flutpolder Eltheim und Flutpolder Wörthhof ..... 8
Abbildung 1-2	Fließgewässernetz im Untersuchungsgebiet ..... 9
Abbildung 2-1	verwendete Programme zur 2D hydraulisch-numerischen Modellierung 12
Abbildung 3-1	vorhandene Berechnungsnetze im Untersuchungsgebiet ..... 14
Abbildung 3-2	Ausschnitt der Geländehöhen im Bereich des Polders Eltheim ..... 15
Abbildung 3-3	TK 25, Donau Fluss-km 2354,285, Staustufe Geisling ..... 16
Abbildung 3-4	Abflussganglinie Donau HQ100 gestreckt aus HW 2011 und HW 2013. 17
Abbildung 3-5	Modellpunkte der Abflussganglinien aus LARSIM, LfU ..... 18
Abbildung 3-6	Längsschnitt des übermittelten Wasserspiegels bei HQ100 [U29] ..... 19
Abbildung 4-1	Modellumgriff – Gesamtmodell Polder Eltheim/Wörthhof ..... 20
Abbildung 4-2	Modellumgriff und Netzteile ..... 21
Abbildung 4-3	Tatsächliche Landnutzung im Untersuchungsgebiet ..... 23
Abbildung 4-4	Auslassrandbedingung WQ bei Do-km 2345.2 ..... 25
Abbildung 4-5	Gesamtes Modell mit Rauheitsbelegung ..... 26
Abbildung 4-6	gesamtes Modellgebiet mit projiziertem Luftbild ..... 27
Abbildung 4-7	Detailansicht der Staustufe Geisling ..... 27
Abbildung 4-8	Vergleich der Wasserspiegellagen mit den Kalibrierungsergebnissen .... 29
Abbildung 6-1	Polderumgriffe Wörthhof (oben W4, unten W6) ..... 31
Abbildung 7-1	Abgrenzung der Polderfläche W6 durch neue (schwarz) und bestehende Deiche ..... 32
Abbildung 7-2	Optimale Kappung der HQ150 Ganglinie mit Variante W6b ..... 33
Abbildung 7-3	Anfangszustand der Simulation ..... 35
Abbildung 7-4	2D-Modelliertes Einlassbauwerk (links Rauheiten, rechts Geländehöhen) ..... 36
Abbildung 7-5	2D-Modelliertes Auslassbauwerk (links Rauheiten, rechts Geländehöhen) ..... 36
Abbildung 8-1	Abflusskurven in der Donau vor und nach dem Polder, sowie Durchfluss durch das Ein- bzw. Auslassbauwerk für die Variante W6b ..... 38

## TABELLENVERZEICHNIS

	Seite
Tabelle 1-1	Gewässernetz im Untersuchungsgebiet..... 10
Tabelle 4-1	Rauheitszonen und –parameter ..... 24
Tabelle 4-2	WQ-Beziehung Wasserkraftwerk Geisling (aus TU-München Polderstudie)..... 25
Tabelle 8-1	Polder Wörthhof – Simulationsergebnisse..... 37
Tabelle 8-2	Polder Wörthhof - Restwasser ..... 37

## ANLAGENVERZEICHNIS

<b>Anlage 1</b>	<b>Übersichtslageplan Hydraulik und Restwasser – Variante W6b</b>
<b>Anlage 2</b>	<b>Übersichtslageplan Binnenentwässerung – Variante W6b</b>

# 1 VERANLASSUNG

## 1.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Bayern war in der jüngeren Vergangenheit mehrmals stark von Hochwasserereignissen betroffen. Das Junihochwasser 2013 repräsentiert nur das jüngste Ereignis, auch im März 1988, an Pfingsten 1999, im August 2002 und im August 2005 waren weite Teile Bayerns von ausufernden Gewässern betroffen. Die bayerische Staatsregierung hat als Konsequenz das seit 2001 bestehende „Aktionsprogramm 2020“ zum „Aktionsprogramm 2020plus“ erweitert, das nun im Bayerischen Gewässeraktions-Programm 2030 als Säule 1 „Hochwasserrisiken reduzieren“ weitergeführt wird. Das Programm basiert auf der Hochwasservorsorge, dem technischen Hochwasserschutz und dem natürlichen Rückhalt, den drei Säulen des Hochwasserschutzes. Nur durch konsequente Nutzung aller Möglichkeiten zum Wasserrückhalt kann integraler Hochwasserschutz betrieben werden. Gesteuerte Flutpolder können, abhängig von Vorhersage und Steuerung, Hochwasserspitzen bei sehr großen Ereignissen wirksam reduzieren.

In der Studie „Verzögerung und Abschätzung von Hochwasserwellen entlang der bayrischen Donau – Abschlussbericht 2012“ der TU München [U7] wurden insgesamt 12 mögliche Flutpolderstandorte identifiziert. Deren Wirkungsweise wurde in einer darauffolgenden vertieften Wirkungsanalyse [U8] detailliert untersucht. Als einer der geeigneten Standorte wurde der nördlich der Donau im Bereich der Staustufe Geisling gelegene Flutpolder Wörthhof ermittelt. Er wird begrenzt durch die vorhandenen Stauhaltungsdämme der Donaustufe Geisling, der Staatsstraße 2146 sowie der angrenzenden Bebauung durch die Ortschaften Geisling und Wörthhof. Mit einer Fläche von ca. 700 ha kann der Flutpolder Wörthhof im Hochwasserfall bis zu 30,5 Mio. m<sup>3</sup> Wasser gezielt aufnehmen bzw. zurückhalten.

Der geplante Flutpolder Wörthhof soll eingesetzt werden, wenn in diesem oder den unterhalb liegenden Donauabschnitten ein Überlastfall droht. Dies ist derzeit ab etwa HQ30 der Fall, nach Umsetzung der Hochwasserschutzmaßnahmen Straubing-Vilshofen ab etwa HQ100. Die Flutung des Polders erfolgt über ein neu zu errichtendes Einlassbauwerk. Die Entleerung des Polders erfolgt mit abfallender Hochwasserwelle über neu zu errichtende Auslassbauwerke.

Ursprünglich wurden drei Varianten des Flutpolders Wörthhof untersucht, in der aktuellen Planung wurde sich bereits auf eine Vorzugsvariante geeinigt. Zudem wurde anfangs auch der Standort Eltheim untersucht, dieser ist zwischenzeitlich entfallen.

Vor diesem Hintergrund wurde die Ingenieurgemeinschaft (INGE) DORSCH / UNGER INGENIEURE / CDM SMITH CONSULT am 04.07.2016 beauftragt, zweidimensionale hydraulisch-numerische Simulationen des Flutpolders Wörthhof durchzuführen. Die Hydraulische Modellierung des Flutpolders umfasst die Themen:

- Beschreibung des Istzustandes
- Ermittlung von Randbedingungen für die Grundwassermodellierung
- Optimierung der Lage und Abschätzung der erforderlichen Leistungsfähigkeit der Ein- und Auslassbauwerke
- Abschätzung von Strömungszuständen
- Grundlagen für die Sedimentationsanalyse
- Ermittlung der Polderwirksamkeit
- Angabe der Einstaudauern und Einstauhöhen
- Beschreibung möglicher Rückstaueffekte (z.B. Pfatter)
- Nachweis der technischen Machbarkeit der Hochwasserrückhaltung in Bezug auf den Füll- und Entleerungsvorgang

Es werden die Überflutungsflächen für Szenarien mit einem Hochwasser niedriger Wahrscheinlichkeit (Szenario  $HQ_{\text{extrem}}$ ), mittlerer Wahrscheinlichkeit (Szenario  $HQ_{100}$ ) und, soweit erforderlich, hoher Wahrscheinlichkeit (Szenario  $HQ_{\text{häufig}}$ ) ermittelt. Für die vorgenannten Szenarien sind zusätzlich die Wassertiefen zu bestimmen.

Die Arbeiten in diesem Bericht, die den Flutpolder Eltheim, bzw. weitere Varianten des Flutpolders Wörthhof, noch erwähnen wurden vor der Entscheidung durchgeführt diese nicht weiter zu verfolgen und werden deshalb des besseren Verständnisses wegen an den entsprechenden Stellen mit aufgeführt. Die Ergebnisse sind nur für den die beschlossene Variante W6b aufgelistet.

## 1.2 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebiets

Der Untersuchungsraum verläuft entlang der Donau zwischen Regensburg und Straubing. Der überwiegende Teil des Flutpolders Wörthhof befindet sich im Bereich der Stauhaltung Geisling (Donau-km 2354,285). Der Wasserspiegel wird hier konstant auf 327,30 mNN reguliert.

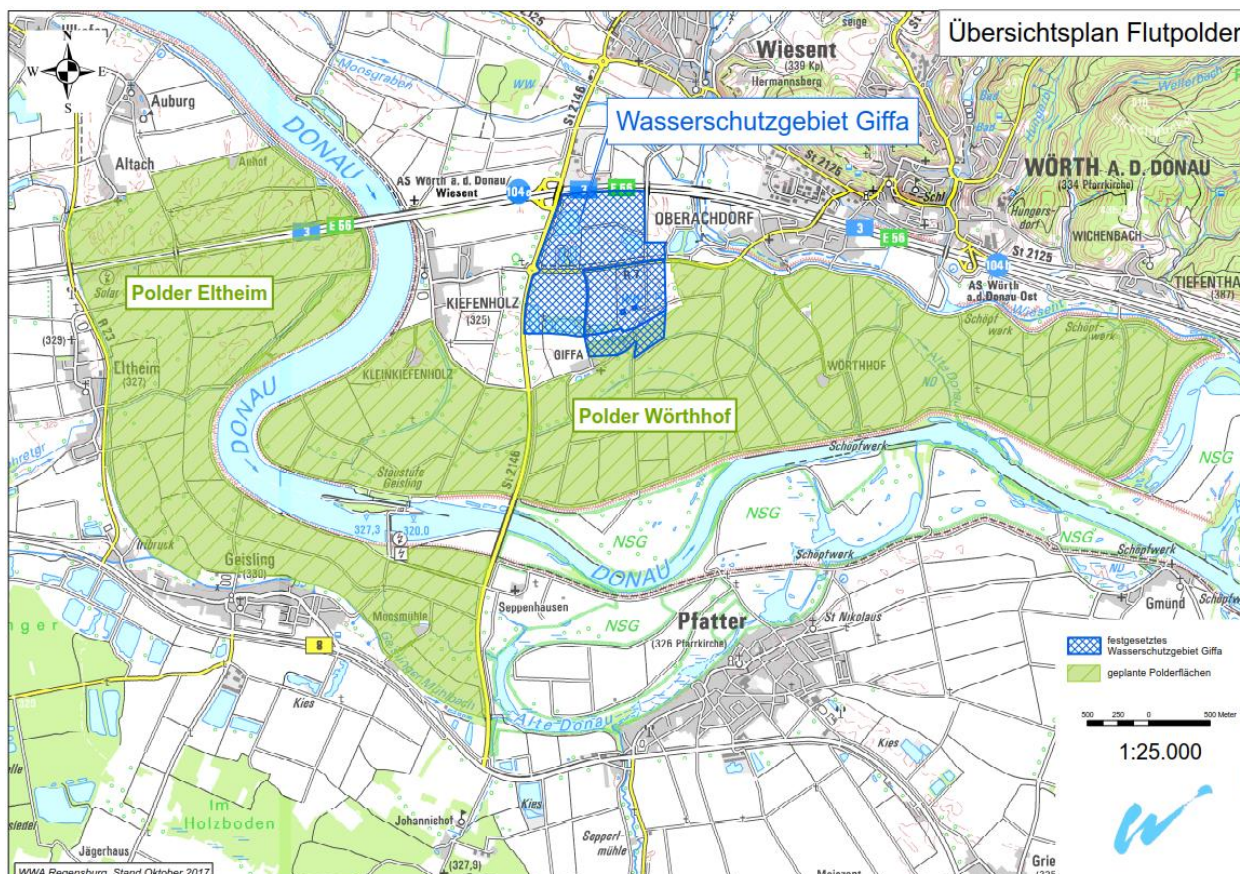


Abbildung 1-1 Übersichtsplan Flutpolder Eltheim und Flutpolder Wörthhof

Im Projektgebiet variieren die Höhen zwischen 310 mNN im Flussschlauch der Donau bis 460 mNN in Norden hin zum Falkensteiner Vorwald. Von Regensburg bis Straubing durchfließt die Donau ein weites Tal. Der Flusslauf der Donau ist jedoch bis zur Staustufe Geisling auf beiden Seiten durch Stauhaltungsdämme begrenzt, wodurch Ausuferungen weitgehend verhindert werden. Unterhalb der Staustufe wird der Flusslauf auf beiden Seiten von Vorländern begrenzt, die teilweise von Altarmen und Gräben durchzogen sind. Die Vorländer bestehen überwiegend aus Grünland oder Gehölz und werden zum Teil agrarisch genutzt. Die Vorländer werden durch Hochwasserschutzdeiche begrenzt.

Das Modellgebiet ist von den Verkehrswegen A3 und B8, St 2146, St 2125 sowie zahlreichen Gemeindestraßen und Feldwegen umgeben, bzw. wird von diesen gekreuzt. Angrenzende Siedlungen sind Pfatter, Wörth a.d. Donau, Illkofen, Wiesent und Geisling.



Die untersuchten Gewässerabschnitte sind in Abbildung 1-2 dargestellt. Das Gewässernetz umfasst insgesamt 21 Gewässer mit einer Gesamtlänge von 70 km, davon rd. 20 km der Donau. Die wichtigsten Zuflüsse zur Donau im Bereich des Polders Eltheim sind der Eltheimer Graben und der Geislinger Mühlbach. Im Bereich des Polders Wörthhof sind die Gewässer Wiesent, Perlbach und Wörthgraben von besonderer Relevanz.

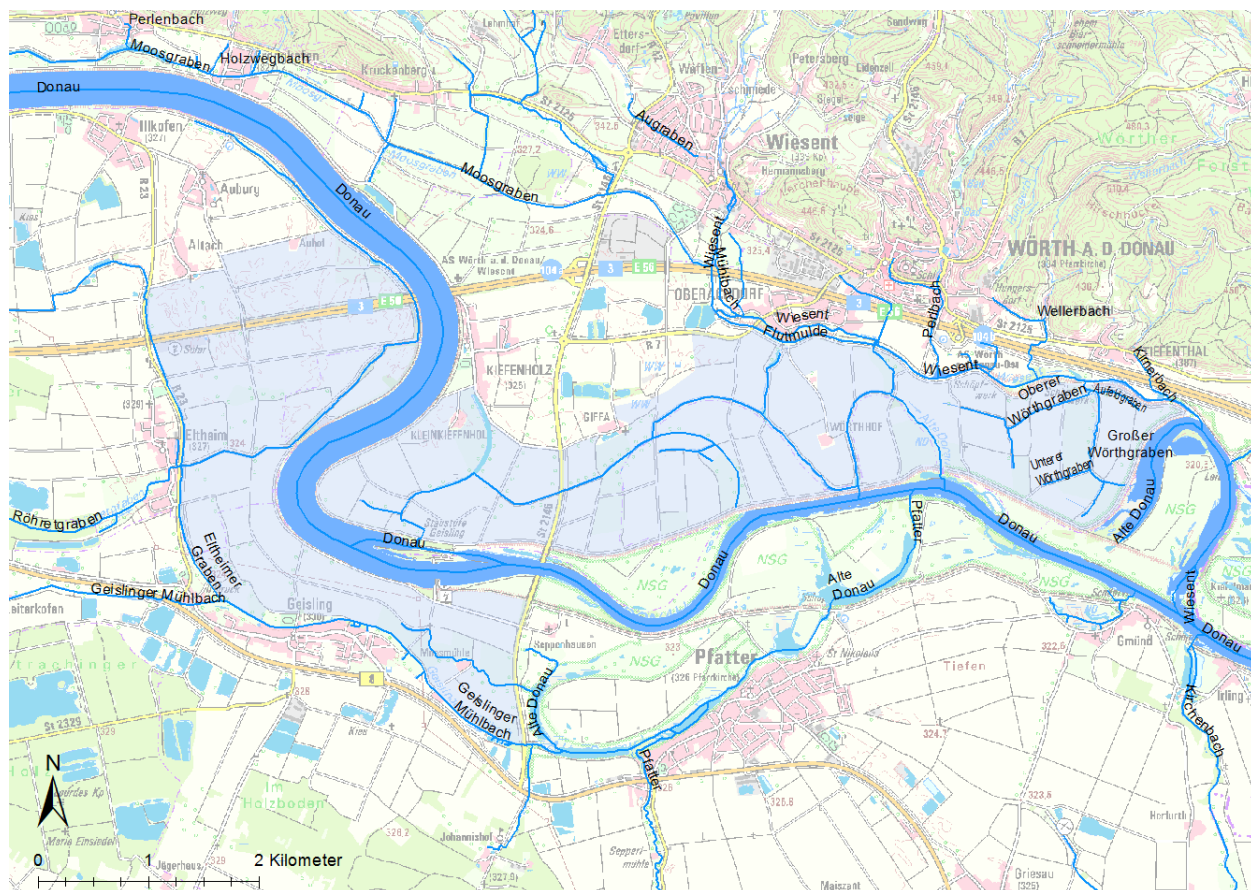


Abbildung 1-2 Fließgewässernetz im Untersuchungsgebiet

Tabelle 1-1 Gewässernetz im Untersuchungsgebiet

<b>Zufluss zur Donau</b>	<b>Gewässer</b>	<b>Länge [km]</b>
-	Donau	20.498
<b>rechts</b>	Alte Donau	10.593
<b>rechts</b>	Eltheimer Graben	1.329
<b>rechts</b>	Geislinger Mühlbach	4.883
<b>rechts</b>	Kirchenbach	3.974
<b>rechts</b>	Pfatter	0.900
<b>rechts</b>	Röhretgraben	2.055
<b>links</b>	Aufeldgraben	0.445
<b>links</b>	Augraben	0.866
<b>links</b>	Großer Wörthgraben	0.757
<b>links</b>	Holzwegbach	0.321
<b>links</b>	Kirnerbach	0.548
<b>links</b>	Moosgraben	7.975
<b>links</b>	Mühlbach	2.473
<b>links</b>	Oberer Wörthgraben	0.842
<b>links</b>	Perlbach	0.985
<b>links</b>	Perlenbach	0.274
<b>links</b>	Unterer Wörthgraben	0.453
<b>links</b>	Wellerbach	0.723
<b>links</b>	Wiesent	7.254
<b>links</b>	Wiesent Flutmulde	1.571

## 2 VORGEHENSWEISE

Für die Untersuchungen der Flutpolder Wörthhof werden zweidimensionale, hydrodynamische Simulationen durchgeführt.

### 2.1 Arbeitsschritte

Dazu wurden die folgenden Arbeitsschritte durchzuführen:

- Festlegung Modellumgriff
- Erstellung Flussschlauch Donau
- Erstellung Vorlandmodell aus den vorhandenen hydraulischen Modellen und Ergänzen durch die übergebenen DGM-Daten (Laserscan)
- Einarbeitung des Flussschlauches
- Implementierung von Bauwerken am und im Gewässer (Brücken, Wehre)
- Probe-Rechenläufe HQ100 und HQ<sub>extrem</sub>
- Kalibrierung bzw. Sensitivitätsuntersuchung
- Rechenläufe HQ100, HQ150 und HQ<sub>extrem</sub>
- Aufbereitung der Ergebnisdaten
- Überführung der Daten in die Abgabestruktur

Folgende Ergebnisse der Modellierung sind von Relevanz und werden für die weiteren Planungen und Entscheidungen benötigt:

- Überschwemmungsgrenzen, Überflutungsdauer, Strömungsgeschwindigkeiten
- Wassertiefen, Abflussaufteilung im Flussschlauch und in den Vorländern
- Retentionswirkung, Sohlschubspannung

### 2.2 Software

Die zweidimensionalen hydraulisch-numerischen Berechnungen werden mit dem Programm HYDRO\_AS-2D 4.2.0 von HYDROTEC durchgeführt.

Die verwendete zweidimensionale hydrodynamisch-numerische Simulation ist ein unentbehrliches Hilfsmittel für verschiedene wasserwirtschaftliche Untersuchungen im Bereich natürlicher Fließgewässer. Diese Modelle bieten die Möglichkeit, das Abflussverhalten und die Ausuferungen sowie die Interaktion zwischen Gewässer und Vorland detailliert abzubilden.

Ausgangspunkt für die mathematische Modellierung sowohl von Strömungsvorgängen als auch für die Wasserspiegellagenberechnungen ist die 2D-tiefengemittelte Strömungsgleichung

(ABBOTT 1979), die auch als Flachwassergleichung bekannt ist. In Abbildung 2-1 sind die verwendeten Programme zur Modellierung, Simulation und Visualisierung dargestellt.

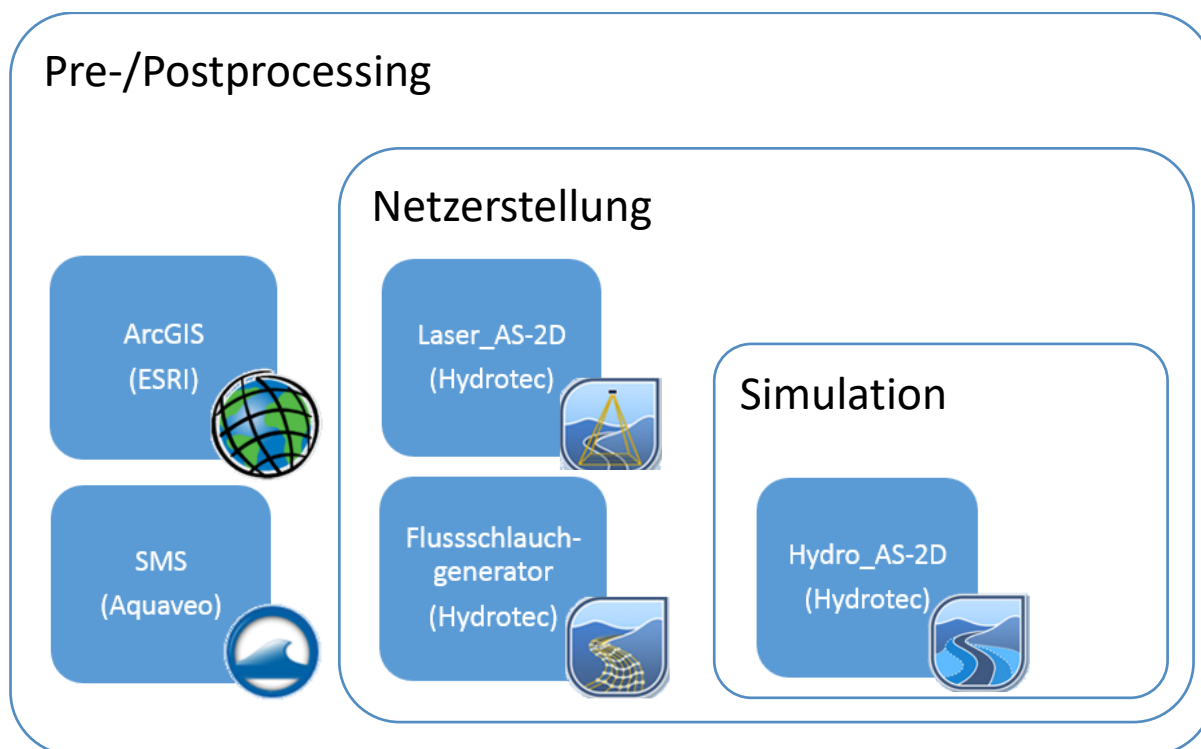


Abbildung 2-1 verwendete Programme zur 2D hydraulisch-numerischen Modellierung

Zur numerischen Simulation wird das Untersuchungsgebiet, aufbauend auf dem digitalen Geländemodell, durch vermaschte Dreiecks- und Viereckselemente dargestellt. Dem Berechnungsnetz werden hydraulische Rauheiten anhand des Amtlichen Topographischen Informationssystems (ATKIS) zugewiesen. Anschließend werden Brückenbauwerke, Durchlässe sowie Zu- und Abflüsse in das Modell integriert.

Für den Netzaufbau wird angestrebt, dass die Netzform sich weitgehend sowohl dem Strömungsverlauf, als auch dem Geländeverlauf anpasst. Bruchkanten werden dabei zur Definition von Uferlinien, Gebäudeumrissen, Dämmen und anderen Bereichen mit abrupten Oberflächenänderungen verwendet.

Die terrestrischen Abschnitte (Vorland) werden getrennt von den aquatischen Bereichen (Flussschlauch) aufgebaut und anschließend zu einem Berechnungsnetz zusammengefügt.

### 3 GRUNDLAGEN

Neben den Unterlagen, die zur Erstellung des HN-Modells erforderlich waren und in den Kapiteln 3.1 bis 3.5 separat angegeben sind, wurden folgende weitere Unterlagen verwendet.

- [U1] Benutzerhandbuch Hydro\_AS-2d, Hydrotec, Mai 2015
- [U2] Benutzerhandbuch Laser\_AS-2d, Hydrotec, Februar 2015
- [U3] Benutzerhandbuch Flussnetzgenerator, Hydrotec, Februar 2013
- [U4] Gutachten – Rechnerischer Wasserstand des HQ100 in der Stauhaltung Geisling, WSA Regensburg, 30.07.2001
- [U5] Gutachten – Rechnerischer Wasserstand des HQ100 in der Stauhaltung Straubing, WSA Regensburg, 05.08.2003
- [U6] TU München, Großräumige Hochwassermodellierung im Einzugsgebiet der bayerischen Donau – Retention, Rückhalt, Ausbreitung
- [U7] TU München, Verzögerung und Abschätzung von Hochwasserwellen entlang der bayerischen Donau – Abschlussbericht 2012., München, 2012
- [U8] TU München, Vertiefte Wirkungsanalyse – Zu: „Verzögerung und Abschätzung von Hochwasserwellen entlang der bayerischen Donau“ – Zwischenbericht. München, 2014
- [U9] Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV), *Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020plus – Bayern Schutzstrategie*. München, 2014
- [U10] Email des WWA Regensburgs vom 12.09.2016 zur Netzqualität
- [U11] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), AP2020plus Flutpolder Donau, Wahl der Hochwasserjährlichkeit für die überregionale Steuerung, 30.08.2016
- [U12] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), AP2020plus Flutpolder Donau, Wahl des Bemessungshochwassers

#### 3.1 Vorhandene Modelle

- [U13] Hydraulisches Modell Vorland Donau links, LfU
- [U14] Hydraulisches Modell Vorland Donau rechts, LfU
- [U15] Hydraulisches Modell Pfatter, LfU,
- [U16] Hydraulisches Modell Donau, TUM, Geometrie 2006-2011

Im Bereich des Untersuchungsgebiets wurden vier Berechnungsnetze übergeben (Abbildung 3-1). Die übergebenen Berechnungsnetze decken das Untersuchungsgebiet vollständig ab.

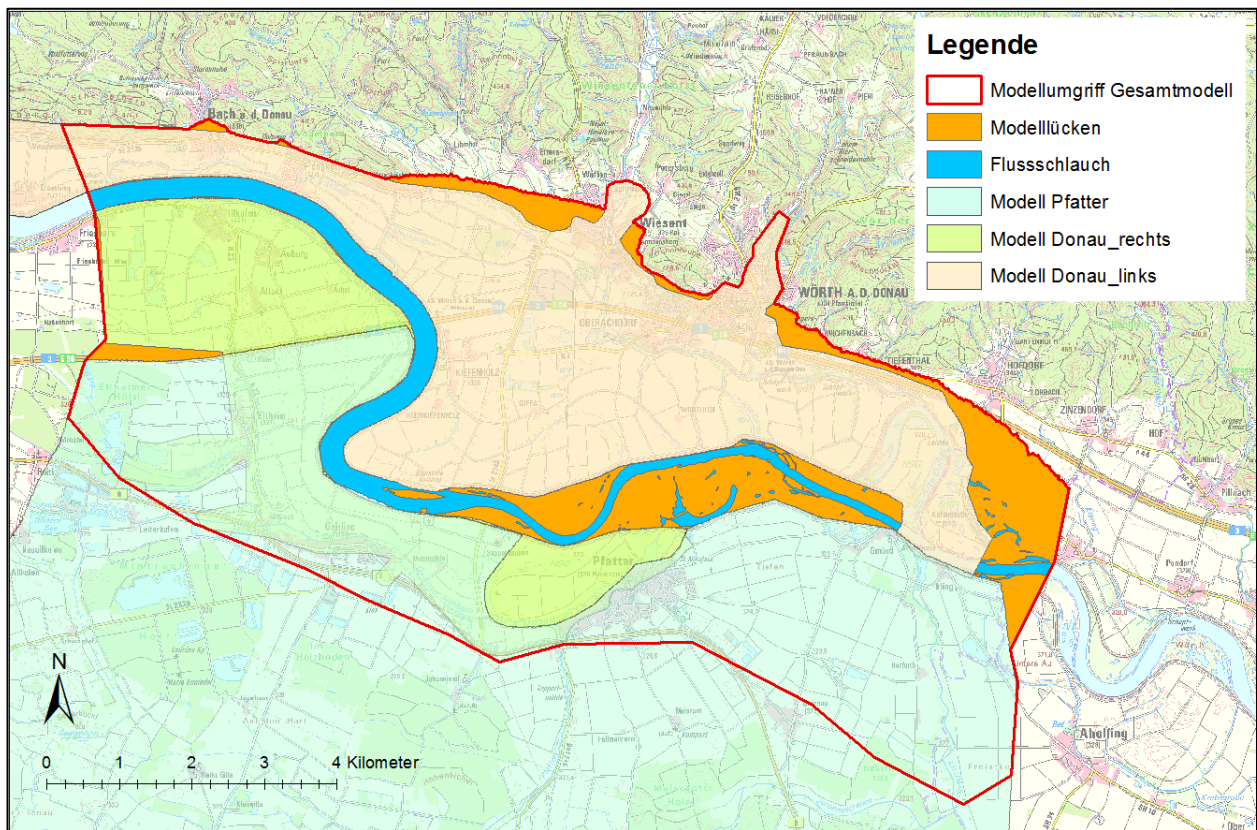


Abbildung 3-1 vorhandene Berechnungsnetze im Untersuchungsgebiet

Durch die großräumige Ausdehnung des Modells der TU München zur vertieften Wirkungsanalyse ist die räumliche Diskretisierung nicht so hoch wie im Falle der meisten Modelle aus der Überschwemmungsgebietsermittlung. Ein Abgleich der Höhen des Vorlandes ergab signifikante Abweichungen des TUM-Modells gegenüber den Modellen Pfatter und Vorland. Abbildung 3-2 zeigt einen vergleichenden Ausschnitt der Geländehöhen der Berechnungsnetze ‚Vorland\_rechts‘, ‚Pfatter‘ und ‚TUM‘ im Bereich des Flutpolders. Deutlich erkennbar sind dabei die Abweichungen des TUM-Modells gegenüber den konsistenten Modellen Pfatter und Vorland.

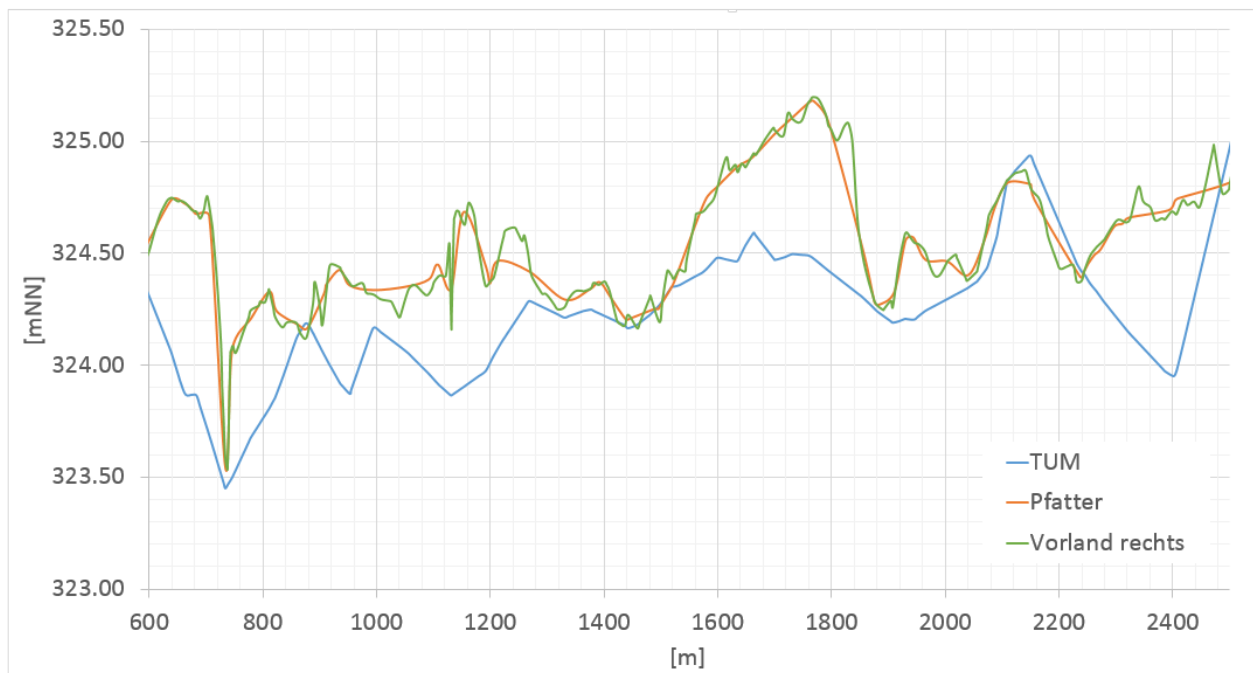


Abbildung 3-2 Ausschnitt der Geländehöhen im Bereich des Polders Eltheim

Ein Vergleich des Flussschlauches mit den Flächenpeildaten der Donau [U18] ergeben starke Abweichungen von bis zu 5,7 m. Im Schnitt weicht die modellierte Flusssohle 30 cm von der Vermessung ab. Neben der starken Vereinfachung des TUM-Modells können die Abweichungen auf das Hochwasserereignis im Juni 2013 zurückgeführt werden. Das TUM-Modell wurde vor dem Ereignis erstellt. Die Vermessungsdaten stammen größtenteils aus dem Oktober 2013, in der die durch das Hochwasserereignis veränderte Gewässersohle abgebildet ist. Das Modell der TU München wird demnach nicht für die Modellierung des Flussschlauches oder zur Schließung von Lücken im Berechnungsnetz herangezogen. Die fehlenden Modellteile werden neu erstellt.

### 3.2 Geobasisdaten/Raumdaten

- [U17] Airborne Laserscan Daten, LfU, 10.08.2015
- [U18] Flächenpeildaten Donau, LfU, 2013
- [U19] Querprofile Donau (100m), LfU, November 2013
- [U20] Farb-Orthofotos, LfU
- [U21] DFK, TK25, TK50, LfU
- [U22] Tatsächliche Flächennutzungspläne, LfU, 2015
- [U23] Hochwassergefahrenkarten
- [U24] Fließgewässernetz

Für die Topographie im terrestrischen Bereich des Modellgebietes liegen Rohdaten einer Laserscanbefliegung aus dem Jahr 2015 vor. Die Auflösung der Daten ist 1x1 m. Im aquatischen Bereich der Donau liegen Flächenpeildaten mit zugehörigen georeferenzierten Flussquerprofilen im 100-m Abstand vor.

Als Hintergrunddaten wurden vom Auftraggeber Orthofotos, TK 25, TK 50 sowie digitale Flurkarten (DFK) und Flächennutzungspläne übergeben. Ergänzend liegen das Fließgewässernetz im Untersuchungsgebiet und die Überflutungsflächen der Donau aus den Hochwassergefahrenkarten als ESRI-shape vor.

### 3.3 Stauhaltungen Donau

[U25] Email des LfU vom 16.09.2016 zu Randbedingungen an der Stauhaltung Geisling

[U26] Staustufe Geisling: Bestandsunterlagen

Der überwiegende Teil des Flutpolders Wörthhof befindet sich im Bereich der Stauhaltung Geisling (Abbildung 3-3). Die Stauanlage besteht aus einer Wehranlage mit 4 Feldern mit je 24,00 m Breite, einer Schiffschleusenanlage und einer Wasserkraftanlage. Das hydrostatische Stauziel des Wehres Geisling wird konstant auf 327,30 mNN gehalten [U7], [U25]. Im Rahmen der hydraulischen Berechnungen wurde die Leistungsfähigkeit des Wehres Geisling nicht untersucht.

Die Schleusensteuerung ist an der Staustufe Geisling (spätestens) ab dem höchsten schiffbaren Wasserstand (Pegel Schwabelweis: 520cm, ca. 1500m<sup>3</sup>/s -> ca. HQ1 bis HQ2 bzw. Pegel Pfelling: 620 cm, ca. 1200m<sup>3</sup>/s -> kleiner als HQ1) außer Betrieb [U25].

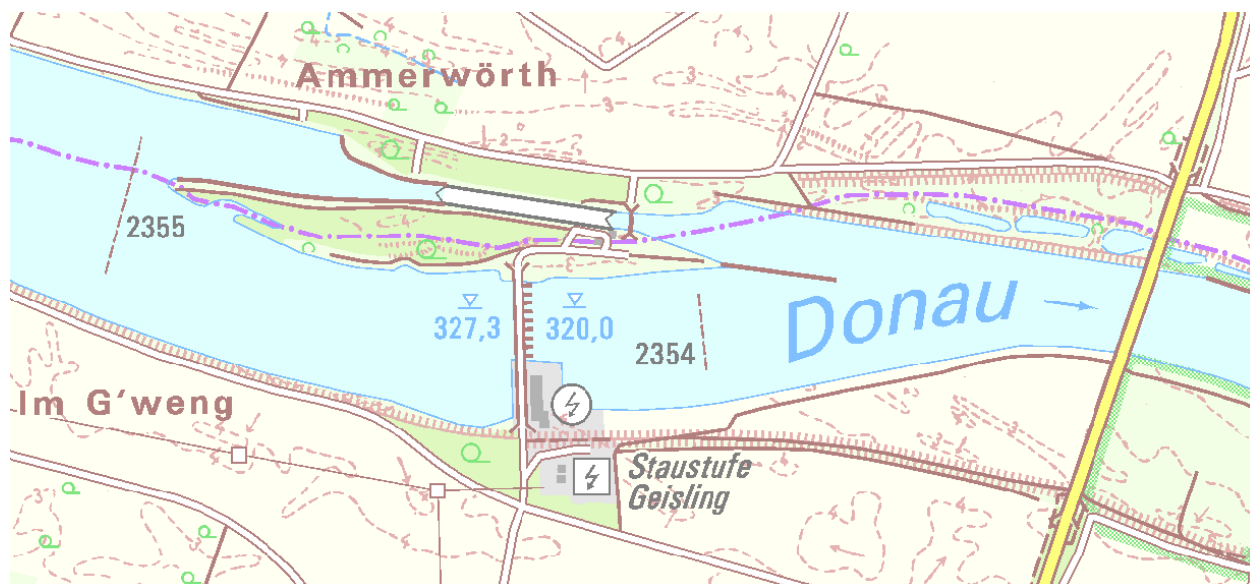


Abbildung 3-3 TK 25, Donau Fluss-km 2354,285, Staustufe Geisling



### 3.4 Hydrologische Daten

[U27] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Flutpolder Eltheim und Wörthhof; Bemessungsganglinien HQ30, HQ100, HQ200 und HQ1000 – Excel-Dateien der Zuflussganglinien. Datenlieferung vom 01.08.2016

Der nächste amtliche Pegel Schwabelweis befindet sich im Stadtgebiet Regensburg etwa 22 km oberhalb der Staustufe Geisling bei Fluss-km 2.376,49. Im Projektgebiet selbst erfolgen zudem Wasserstandmessungen am Pegel Patter bei Fluss-km 2.350,69.

Im Landesamt für Umwelt wurden Ganglinien mit dem für die Hochwasservorhersage eingesetzten N-A-Modell LARSIM für einen Punkt oberhalb der Staustufe Geisling ermittelt. Für die Dimensionierung der Ein- und Auslassbauwerke ist die Untersuchung spitzenbetonter Wellen erforderlich. Um die Wellen vergleichen und gezielt bestimmte Jährlichkeiten betrachten zu können, wurden die Wellen der Hochwasserereignisse 2011 und 2013 unter Beibehalt der Zeitbasis auf verschiedene Jährlichkeiten gestreckt.

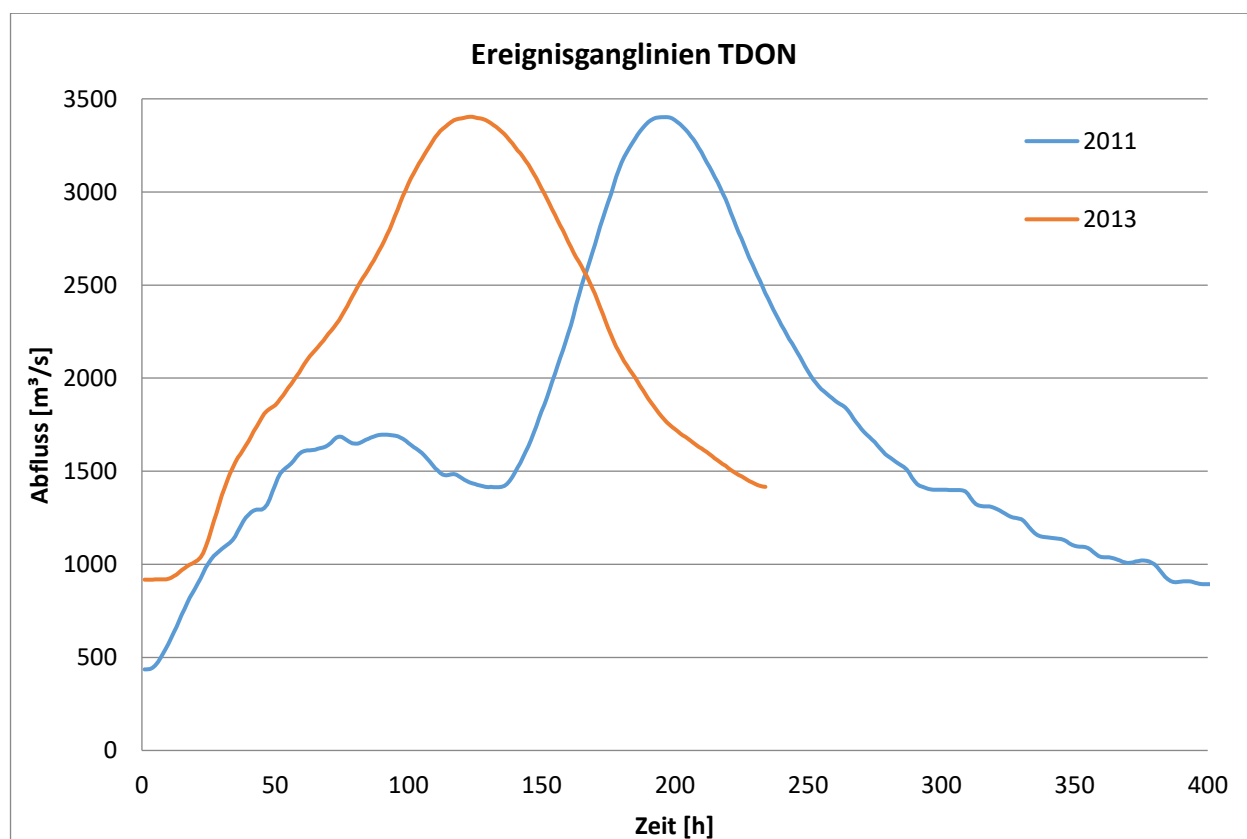


Abbildung 3-4 Abflussganglinie Donau HQ100 gestreckt aus HW 2011 und HW 2013

Es wurden Ganglinien für die Jährlichkeiten HQ30, HQ100, HQ200 und HQ1000 erstellt. Hieraus ergeben sich für die Donau im Oberwasser der Staustufe Geisling folgende simulierte Scheitelwerte [U4]:

HQ30:	Ereignis 2011:	2.748 m <sup>3</sup> /s
	Ereignis 2013:	2.742 m <sup>3</sup> /s
HQ50:	Ereignis 2013:	3.062 m <sup>3</sup> /s
HQ80:	Ereignis 2013:	3.290 m <sup>3</sup> /s
HQ100:	Ereignis 2011:	3.402 m <sup>3</sup> /s
	Ereignis 2013:	3.404 m <sup>3</sup> /s
HQ200:	Ereignis 2011:	3.699 m <sup>3</sup> /s
	Ereignis 2013:	3.700 m <sup>3</sup> /s
HQ300:	Ereignis 2013:	3.905 m <sup>3</sup> /s
HQ500:	Ereignis 2013:	4.111 m <sup>3</sup> /s
HQ700:	Ereignis 2013:	4.293 m <sup>3</sup> /s
HQ1000:	Ereignis 2013:	4.498 m <sup>3</sup> /s

Zusätzlich zur Ganglinie der Donau wurden an 12 weiteren Gewässerpunkten Ganglinien ausgegeben, darunter Ganglinien für den Geislinger Mühlbach, Eltheimer Graben, Wiesent, Moosgraben, Pfatter und den Röhretgraben.

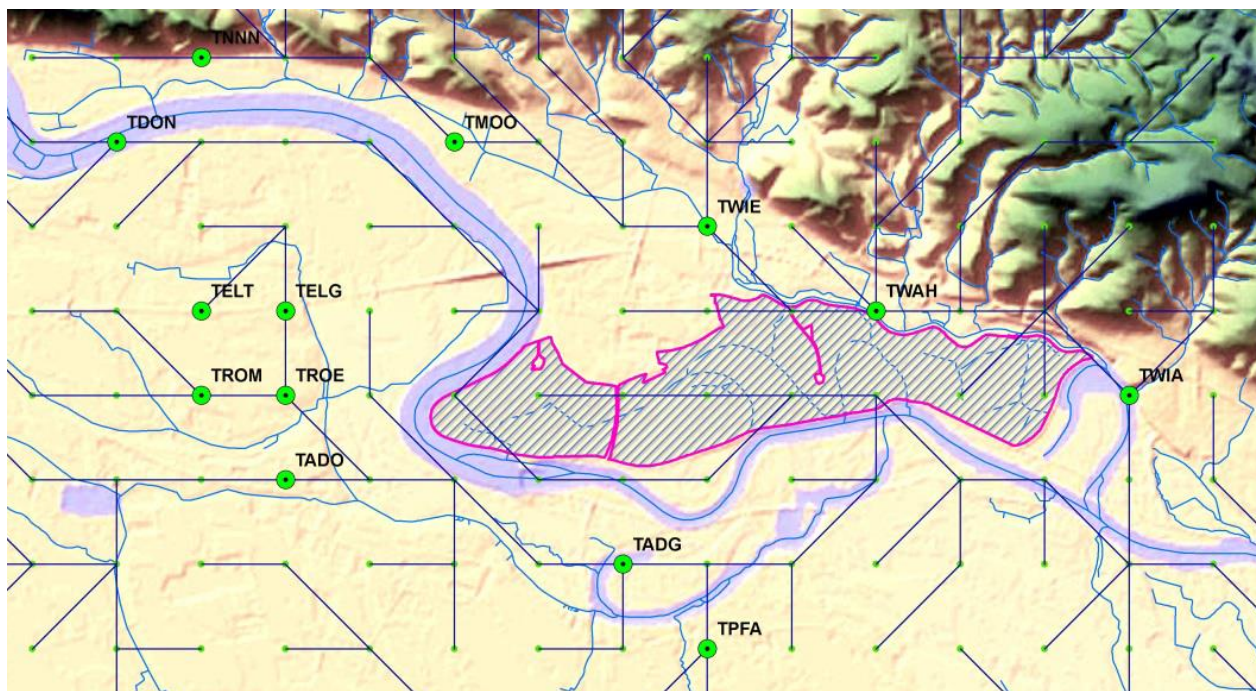


Abbildung 3-5 Modellpunkte der Abflussganglinien aus LARSIM, LfU

### 3.5 Sonstige Randbedingungen

[U28] Email des WWA Regensburg vom 12.09.2016 zu Qualitätskriterien und Rauheiten

[U29] Email des WWA Regensburg vom 17.10.2016 zu Wasserspiegelhöhen der Donau und UW-Randbedingungen

[U30] Email des WWA Regensburg vom 18.11.2016 mit Wasserspiegelhöhen der Donau für verschiedene Abflüsse Q 500-4498

Die Wasserstände der Donau von Do-km 2345 bis 2375 liegen für Abflüsse von 500 m<sup>3</sup>/s – 4492 m<sup>3</sup>/s vor. Damit werden die Jährlichkeiten HQ30 bis HQ1000 abgedeckt. Die WSP-Höhen wurden aus den SOBEK-Daten vom LfU ermittelt. Dabei wurde aus der 1d-SOBEK-Berechnung der BfG eine Auspielung der Ergebnisse mit dem Programm FLYS gemacht haben. Diese Daten sind an den entsprechenden Hektometersteinen eingehängt.

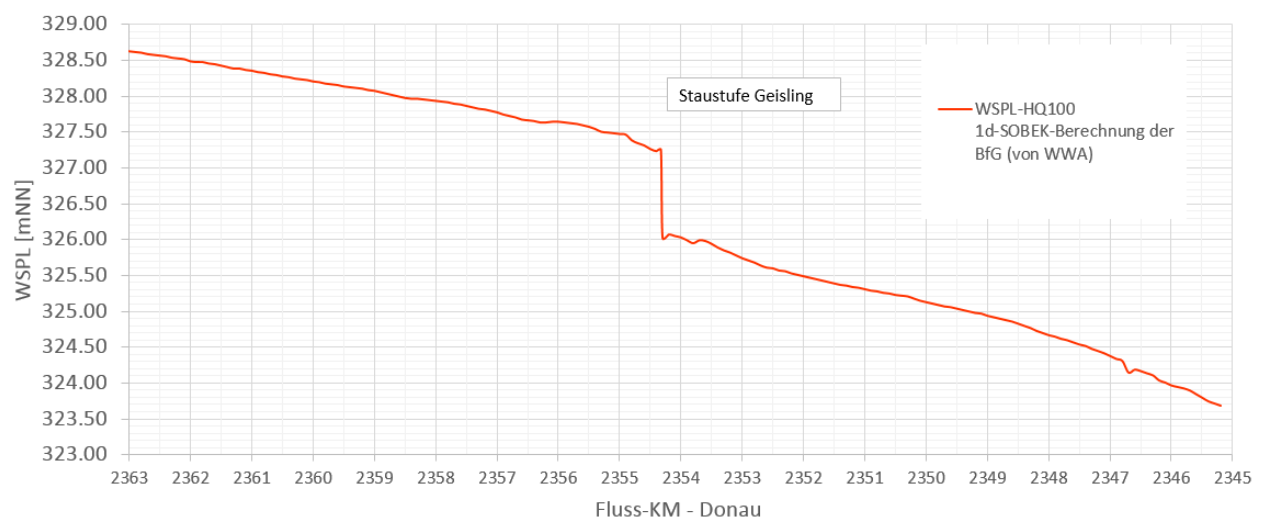


Abbildung 3-6 Längsschnitt des übermittelten Wasserspiegels bei HQ100 [U29]

## 4 2D-MODELLERSTELLUNG ISTMODELL

In diesem Kapitel wird die Erstellung des erforderlichen Gesamtmodells für den Ist-Zustand sowie dessen Kalibrierung und Validierung behandelt. Aus den bestehenden Modellen und dem in Kapitel 4.3 beschriebenen Flussschlauch wird ein Gesamtmodell aufgebaut. In den folgenden Kapiteln wird auf die einzelnen Bearbeitungsschritte eingegangen.

### 4.1 Modellumgriff

Für die Flutpolder Eltheim und Wörthhof wird ein gemeinsames Berechnungsnetz erstellt (Abbildung 4-1). Der Umgriff für das Gesamtmodell ergibt sich aus der Umgriffen der geplanten Polderflächen. Die erforderliche Modellausdehnung über die Polderflächen hinaus orientiert sich an der HQ<sub>extrem</sub>-Überschwemmungsfläche und umfasst die Siedlungsstrukturen und wichtigsten Zuflüsse.

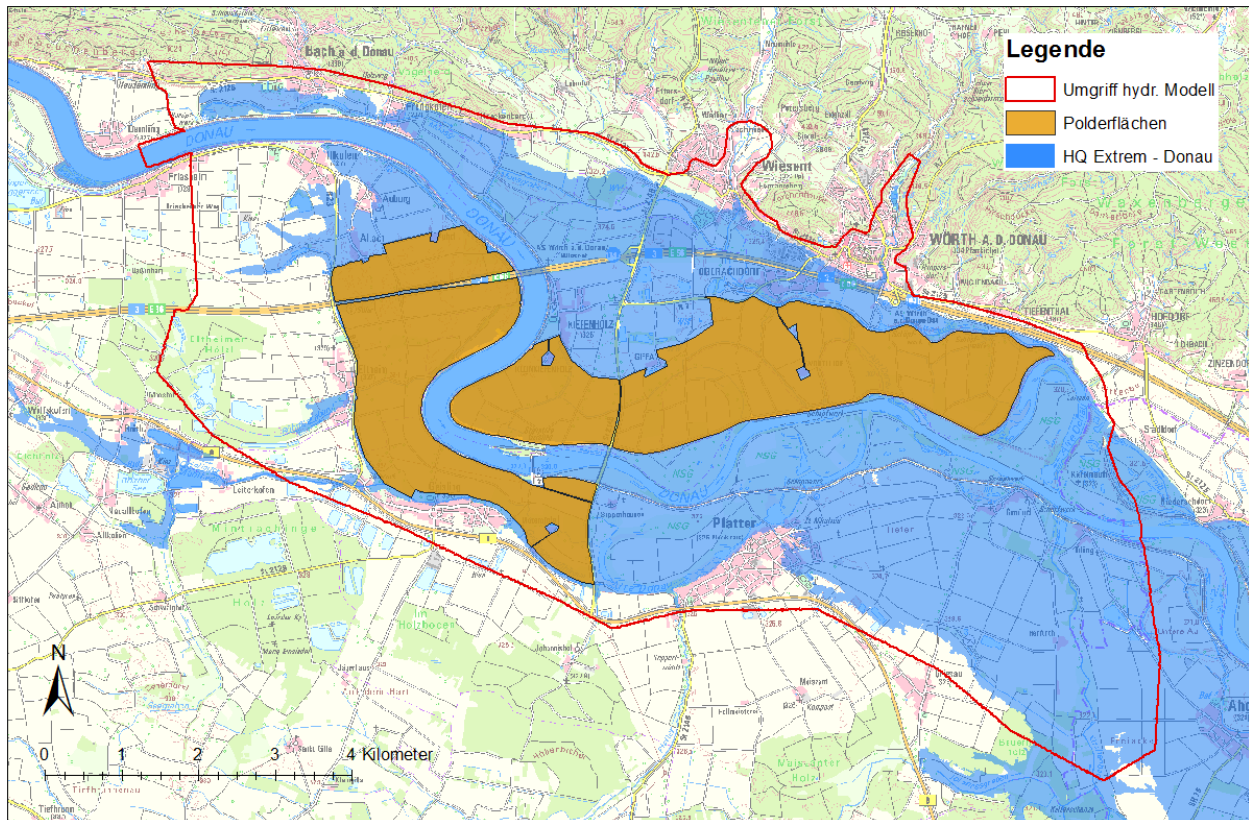


Abbildung 4-1 Modellumgriff – Gesamtmodell Polder Eltheim/Wörthhof

Das rund 70 km<sup>2</sup> große Modellgebiet erstreckt sich von Donau km 2.363,60 bis km 2.345,20 und umfasst damit 18,4 km Gewässerstrecke der Donau. Der Zulauf befindet sich auf Höhe des Schöpfwerks bei Demling etwa 4 km oberhalb des geplanten Polders Eltheim. Der Auslassrand befindet sich etwa 3 km nach dem geplanten Polder Wörthhof. Bis zur Stauhaltung Geisling bei

Do-km 2.354,285 wird die Donau beidseitig von Stauhaltungsdämmen begrenzt. Weiter unterstrom wird der Flusslauf auf beiden Seiten durch Vorländer begrenzt, die mit Baumgruppen besetzt und Gehölz bewachsen sind und teilweise von Altarmen und Gräben durchzogen werden. Auf beiden Seiten der Donau sind unterhalb der Staustufe Geisling Hochwasserschutzdeiche vorhanden.

#### 4.2 Aufbau Vorland

Für die hydraulische Modellierung der terrestrischen Bereiche im Untersuchungsraum kann auf drei bestehende Vorland-Modelle zurückgegriffen werden. Das Vorland wird aus den vorhandenen Modellen zusammengestellt. Fehlende Netzteile werden neu generiert. Bruchkanten werden, wo erforderlich, nachgearbeitet.

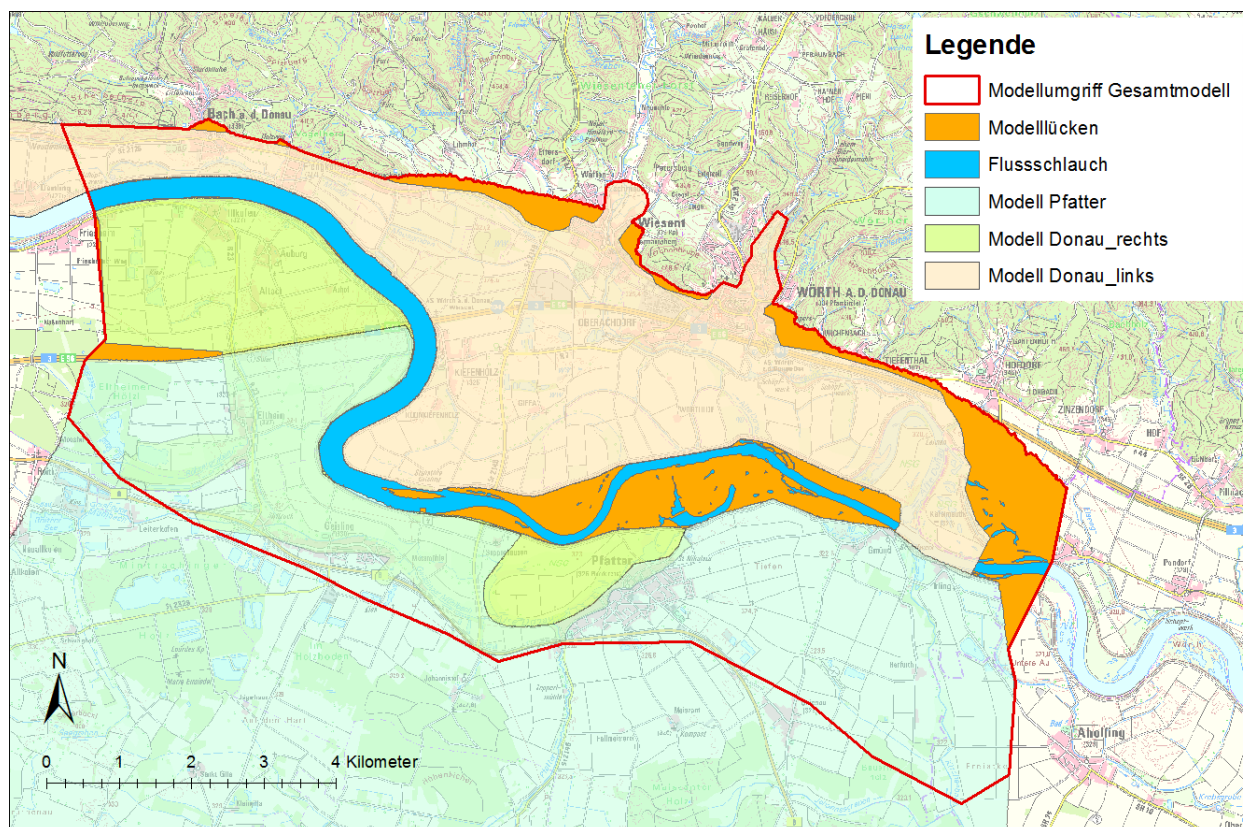


Abbildung 4-2 Modellumgriff und Netzteile

Diese Bestandsmodelle werden verknüpft, ergänzt, angepasst und für die weiteren Untersuchungen zugrunde gelegt.

### 4.3 Aufbau Flussschlauch

Der aquatische Bereich der Donau wird im Rahmen der Netzerstellung neu modelliert. Als Grundlage dienen die Flächenpeildaten der Donau von Do-km 2.344,00 bis Do-km 2.363,00 aus dem Jahr 2013. Diese liegen als aufbereitete Querprofile im Abstand von 100 km vor.

Die Erstellung Berechnungsnetzes für den Flussschlauch erfolgt mit dem Flussnetzgenerator von HYDROTEC. Der Netzaufbau erfolgt über zwei Bearbeitungsschritte. Zunächst wird ein Flussschlauch-DGM auf Grundlage der Flächenpeildaten der Donau erstellt, welches die Höhen der Gewässersohle detailgenau abbildet.

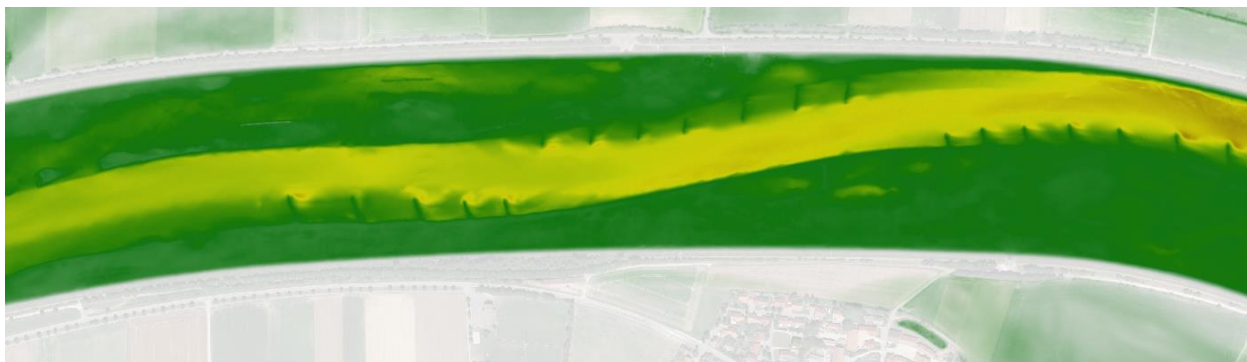


Abbildung 4-3 Ausschnitt Flussschlauch-DGM

Auf Grundlage von Profilsuren und Uferlinien wird ein Berechnungsgitter bestehend aus Rechtecken (Seitenverhältnis ca. 10 m zu 30 m) erzeugt. Diesem Netz werden anschließend die Höhen aus dem Flussschlauch-DGM zugewiesen.

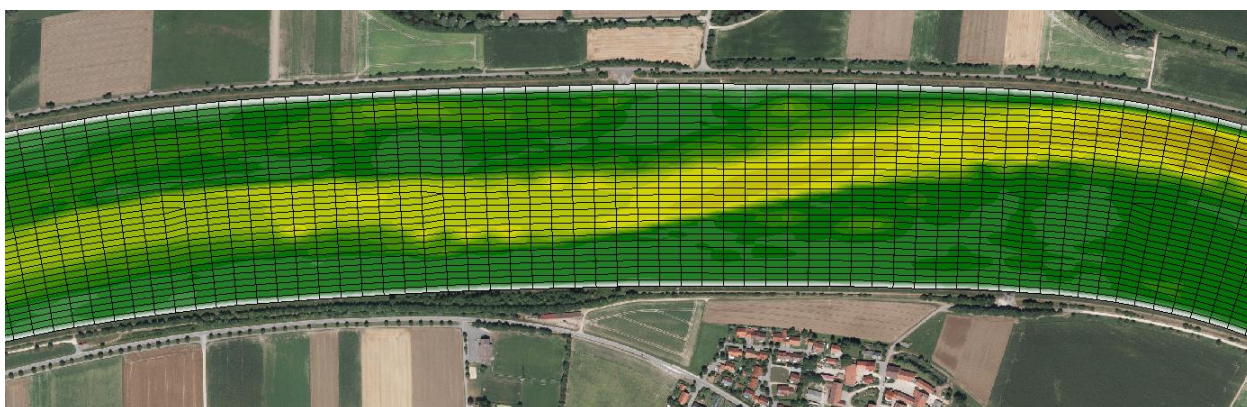


Abbildung 4-4 Ausschnitt Flussschlauch-Netz

Anschließend wird das erstellte Flussschlauchnetz mit dem aufbereiteten Vorlandnetz verknüpft.

#### 4.4 Rauheitsbelegung

Für die Berechnung des Reibungsgefälles wird in Hydro\_AS-2D die Formel nach DARCY-WEISBACH angesetzt. Hierzu wird jedem Element im Modell ein Materialtyp mit definiertem Rauheitsbeiwert (Strickler-Beiwert) zugeordnet.

Für die gesamte Planungseinheit wurden die Landnutzungsdaten durch den Auftraggeber übergeben [U22]. Es werden entsprechend dem ALKIS-Objektartenkatalog die Nutzungsartenbereiche Siedlung, Verkehr, Landwirtschaft und Gewässer unterschieden. Innerhalb der Nutzungsartenbereiche werden 26 Nutzungsartengruppen unterschieden. Eine schematische Darstellung der Nutzungsartengruppen im Untersuchungsgebiet erfolgt in Abbildung 4-3.

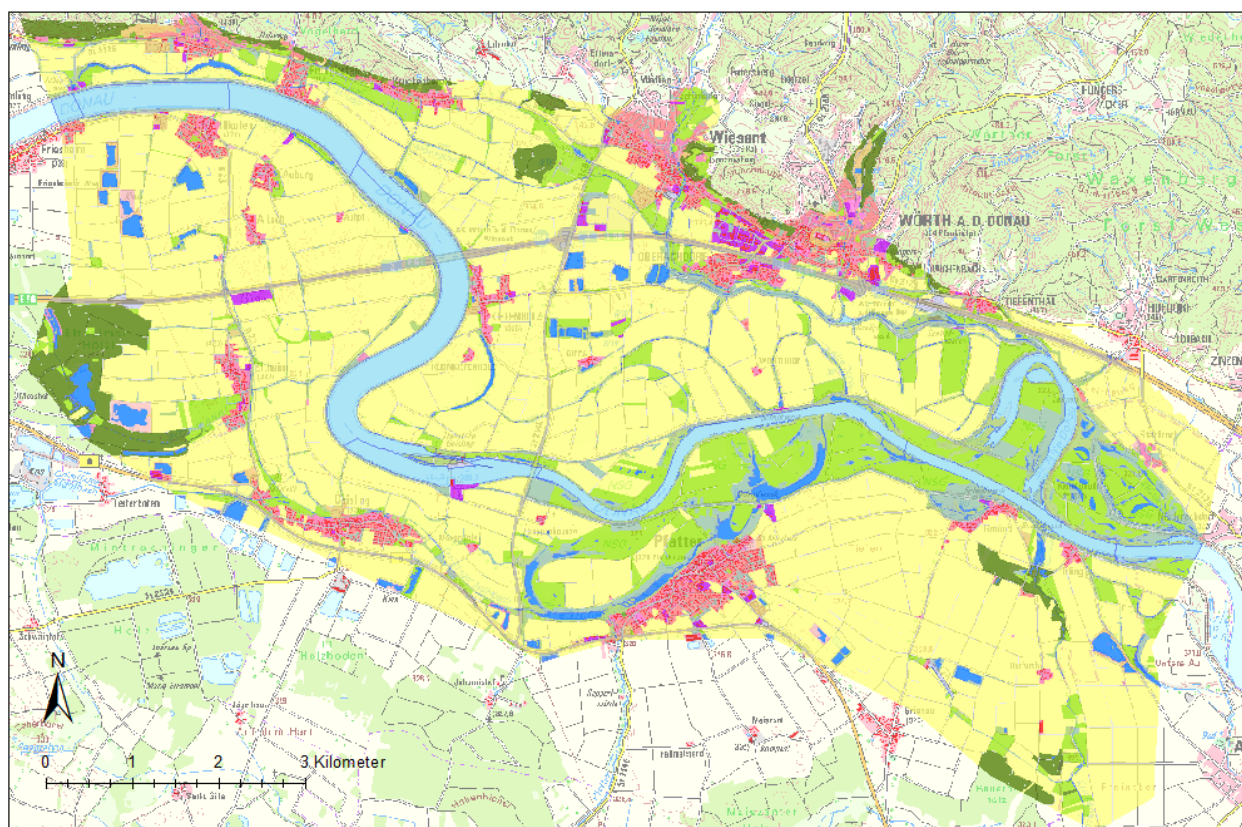


Abbildung 4-3 Tatsächliche Landnutzung im Untersuchungsgebiet

Die Zonierung wurde neu auf das Berechnungsnetz übertragen und die Parameter den einzelnen Zonen zugewiesen. Um die Konsistenz im Berechnungsnetz zu gewährleisten, wird die Rauheit für das gesamte Berechnungsnetz neu belegt, nicht nur für die neu erstellten Netzteile.

Im Zuge der Kalibrierung bzw. Sensitivitätsuntersuchung erfolgt gegebenenfalls eine Anpassung der Rauheitsparameter. Die Rauheitsbeiwerte werden zunächst aus den bestehenden Modellen übernommen (Tabelle 4-1).

Tabelle 4-1 Rauheitszonen und –parameter

Rauheitszone	kst [ $m^{1/3}/s^2$ ]
Disable	-
Ackerland	15
Bebauung	10
Donau Böschung	30
Fließgewässer (nicht Donau)	25
Gehölz	10
Gewerbegebiet	12
Grünland	20
Heide_Moor	16.6
Schleuse	36
Sonstig_Siedlungsflächen	16.6
Stehendes Gewässer	30
Sumpf_Ried	11
Vegetationslose Fläche	20
Verkehrsfläche befestigt	40
Verkehrsfläche unbefestigt	35.71
Wald	10

Im zweidimensionalen Modell wurden überbaute Flächen bereits bei der Erstellung des Berechnungsnetzes berücksichtigt. Überbaute Flächen wurden hier als abflussunwirksam angesetzt und durch die Zuweisung von sogenannten „disable elements“ aus der Berechnung gänzlich ausgeschlossen. Die abflusshemmende Wirkung von Gebäuden konnte im 2D-Modell durch die gewählte Vorgehensweise insgesamt sehr detailliert nachgebildet werden.

#### 4.5 Hydraulisch relevante Bauwerke im und am Gewässer

Brücken, Durchlässe und Überfahrten im und am Flussschlauch wurden in das Gesamtmodell implementiert, bzw. aus dem bestehenden Netzen übernommen. Durchlässe werden eindimensional mit Angabe eines Abflusskoeffizienten, den Durchlassabmessungen sowie die Sohlhöhen im Ober- und Unterwasser definiert. Bei Brücken werden die hydraulisch relevanten Bauwerksabmessungen in das Modell implementiert, somit können auch Widerlager und Brückenpfeiler abgebildet werden. Des Weiteren wird die Konstruktionsunterkante an den Knoten unter der Brücke angegeben sowie bei möglicher Überströmung die Überströmhöhe als Wehrüberfall über die Brückenbreite definiert.

Das Wehr des Wasserkraftwerks Geisling wurde mit einer verknüpften Auslass-Zulauf Randbedingung simuliert. Der Wasserstand vor dem Wehr wurde dabei mit Hilfe einer WQ-Beziehung (siehe Tabelle 4-2) abgebildet. Die verwendete WQ-Beziehung wurde dem gegebenen Berechnungsnetz der TU München entnommen.



Tabelle 4-2 WQ-Beziehung Wasserkraftwerk Geisling (aus TU-München Polderstudie)

Q [m³/s]	0,0	500,0	1000,0	1500,0	2000,0	2500,0
W [mNN]	327,0	327,3	327,3	327,3	327,3	327,3

#### 4.6 Randbedingungen

Als Auslassrandbedingung wurde aus den übermittelten Wasserständen der Donau [U30] eine WQ-Beziehung der Donau bei Do-km 2.345.2 festgelegt (Abbildung 4-4). Die Auslassrandbedingung enthält Abflüsse von  $Q=500 \text{ m}^3/\text{s}$  bis  $Q=4.498 \text{ m}^3/\text{s}$ .

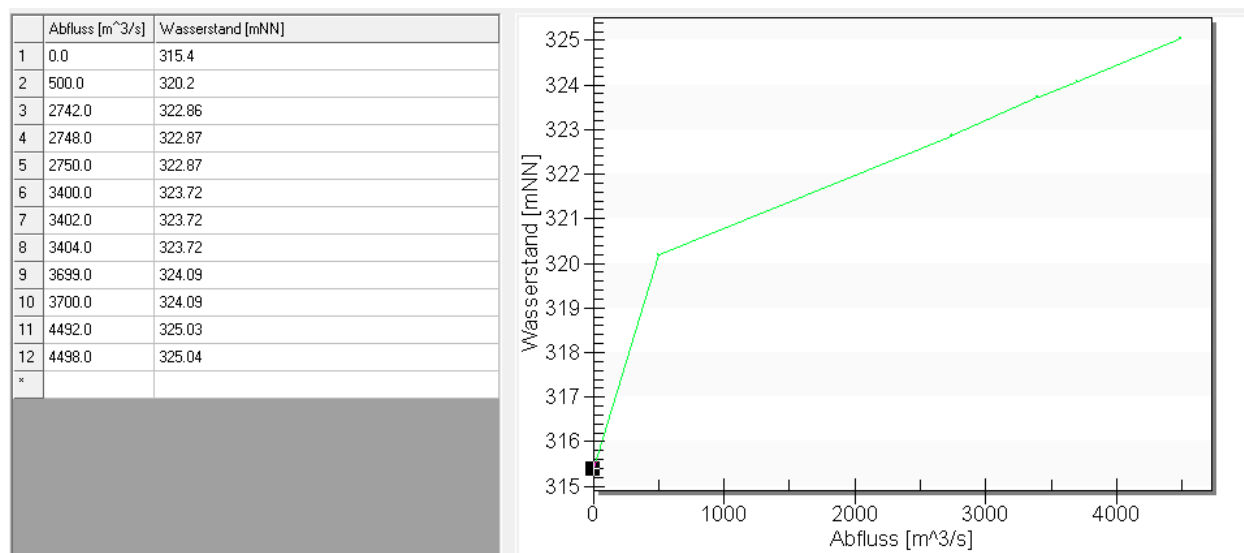


Abbildung 4-4 Auslassrandbedingung WQ bei Do-km 2345.2

Der Zufluss der Donau erfolgt in einer 600 m langen Zulaufstrecke bei Do-km 2364.1.





Abbildung 4-6 gesamtes Modellgebiet mit projiziertem Luftbild

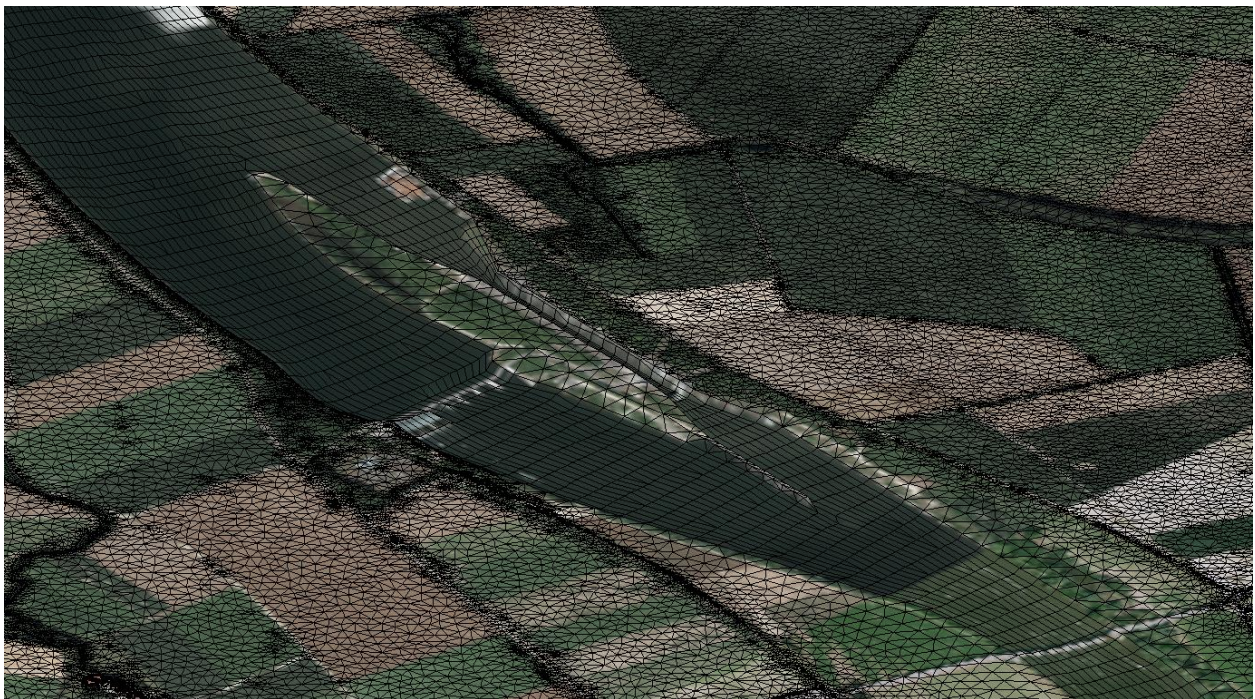


Abbildung 4-7 Detailansicht der Staustufe Geisling

## 4.8 Kalibrierung

Ziel der Kalibrierung ist es nun, die Rauheitsparameter in einer natürlichen Bandbreite zu variieren, um das Kalibrierungsereignis bestmöglich zu beschreiben. Die Validierung dient dazu, die Qualität des Modells anhand von realen Hochwasserereignissen zu prüfen. Im Rahmen der Kalibrierung erfolgt damit auch eine Prüfung der Plausibilität des Modells.

Für die Kalibrierung des Modells wurde die Ganglinie des HW-Ereignisses 2013 skaliert auf ein HQ100 verwendet. Zur Kalibrierung des Modells wurden vornehmlich die Rauheitsbeiwerte der Donau variiert. Für die Rauheitsbeiwerte der Donau lagen dem WWA Regensburg keine Erfahrungswerte vor.

Im Modell wurden deshalb zunächst die (sehr pauschalen) Rauheitsbeiwerte des TUM-Modells angesetzt (vgl. Abbildung 4-8, TUM-WSPL):

Do-km 2363,60 bis Do-km 2345,20:  $k_{st} = 40,0$

Ein weiterer Rechenlauf wurde mit den Rauheitsbeiwerten des Wasserschiffahrtsamts (WSA) Regensburg durchgeführt (vgl. Abbildung 4-8, WSA-WSPL):

Do-km 2363,60 bis Do-km 2354,35:  $k_{st} = 43,9$

Do-km 2353,70 bis Do-km 2350,00:  $k_{st} = 37,0$

Do-km 2350,00 bis Do-km 2345,20:  $k_{st} = 40,0$

Zur Kalibrierung konnten uns keine Wasserspiegelfixierungen an der Donau übermittelt werden. Das Modell wurde daher mit verschiedenen vorliegenden berechneten HQ100 Wasserständen kalibriert:

- TUM-Modell HQ100
- 1d-SOBEK-Berechnung der BfG (Datenlieferung von WWA)
- Rechnerischer Wasserstand des HQ100 in der Stauhaltung Geisling (WSA Regensburg)
- Rechnerischer Wasserstand des HQ100 in der Stauhaltung Straubing (WSA Regensburg)

Ein Vergleich der berechneten Wasserspiegellagen der Donau mit den Kalibrierungsergebnissen („CDM-WSPL 7“) ist in Abbildung 4-8 entlang der Flussachse dargestellt. Der aufgeführte Pegel Pfatter dient hierbei nur zur Einordnung und wurde nicht für die Kalibrierung berücksichtigt.

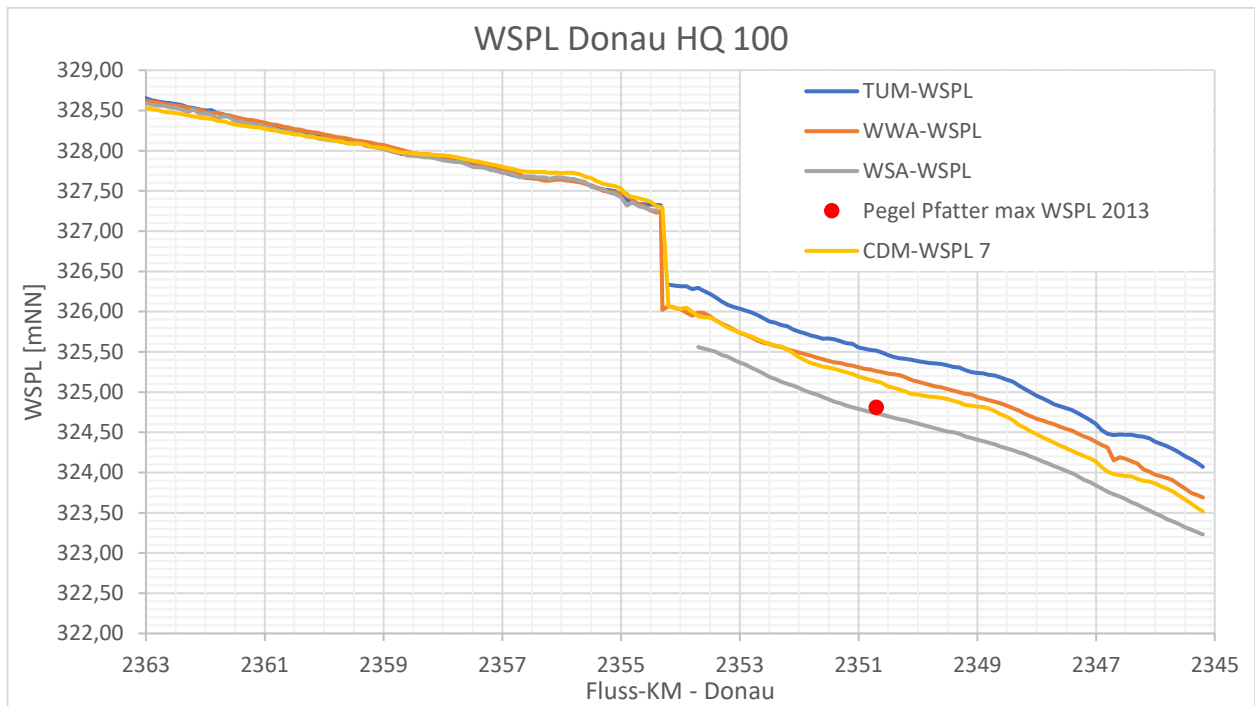


Abbildung 4-8 Vergleich der Wasserspiegellagen mit den Kalibrierungsergebnissen

Die Rauheitsbeiwerte ergaben sich durch die Kalibrierung folgendermaßen:

Zufluss bis Staustufe Geisling:  $k_{st} = 43,9 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Staustufe Geisling bis Do-km 2350,00:  $k_{st} = 37,0 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Do-km 2350,00 bis Auslassrand  $k_{st} = 40,0 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

## 5 2D-BERECHNUNGEN ISTMODELL

Für die spätere Berechnung der Polderbefüllung wurde der Abfluss der Donau im Istzustand berechnet. Hierbei wurde als Zulaufganglinie die Hochwasserwelle für ein HQ100, ein HQ150, sowie ein HQ200 festgelegt. Diese Berechnungen wurden als Eingangsdaten für die kombinierte Simulation des Hochwassers in der Donau mit den verschiedenen Varianten des Polders genutzt.

## 6 BESCHREIBUNG DES FLUTPOLDERS

Für den Polder Wörthhof wurde Variante W6b zur weiteren Untersuchung festgelegt. Der Umgriff dieser Variante hält sich größtenteils an die bestehenden Deichlinien entlang der Donau und der Wiesent. Im Nordwestlichen Bereich zwischen Donau und Wiesent verläuft der Deich als Geschwungene Linie und teilt dabei den Sichelsee in zwei Teile.

Das Einlassbauwerk befindet sich in beiden Varianten im Nordwestbereich des Polders, das Auslassbauwerk jeweils im Südosten.



Abbildung 6-1 Polderumgriffe Wörthhof (oben W4, unten W6)

## 7 HYDRAULISCHE SIMULATIONEN

### 7.1 Methodik

Die erste Simulation des Polders ist nach Vorgaben des LfU eine singuläre Betrachtung des Polders mit Augenmerk auf den Füllvorgang. Eine Kopplung mit dem Wasserstand der Donau wird noch nicht abgebildet. Dies erfolgt zusammen mit der 2D-Modellierung der Einlassbauwerke erst im nächsten Modellierungsschritt.

Zunächst wird der Umfang der Poldervariante W6b im Modell über die Elementrauheit als „undurchströmbar“ definiert. Dies hat zum Zweck, dass ein definiertes Füllvolumen vorliegt und ein unkontrolliertes Zu-, Aus- oder Durchfließen des Polders ausgeschlossen werden kann. Die Donau wird durch den bereits bestehenden Donaudamm vom Polder abgegrenzt.

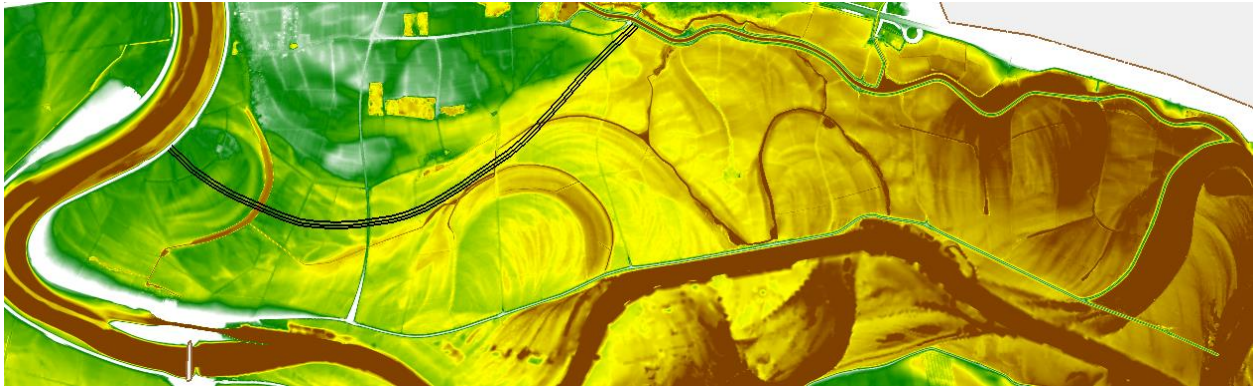


Abbildung 7-1 Abgrenzung der Polderfläche W6 durch neue (schwarz) und bestehende Deiche

Als nächsten Schritt wird das Einlassbauwerk nördlich der Autobahn als eindimensionale Randbedingung im Polder definiert. Die Randbedingung besteht aus einem ca. 30 m langen ‚Nodestring‘ auf Höhe der Geländeoberfläche im Bereich des geplanten Bauwerks. Über diesen ‚Nodestring‘ erfolgt der Zulauf zum Polder.

Zur Bestimmung der Zuflussganglinie zum Polder wird zunächst die HQ150-Abflussganglinie (Skalierte Abflusswelle HW-Ereignis 2013) der Donau auf Höhe des Einlassbauwerks W6b ermittelt. Aus dem bekannten Nutzvolumen von  $V_{W6b} = 30.5 \text{ Mio. m}^3$  kann die optimale horizontale Kappungsgrenze ermittelt werden. Daraus ergibt sich der optimale Zeitpunkt für die Polderfüllung und die Zuflussganglinie zum Polder.



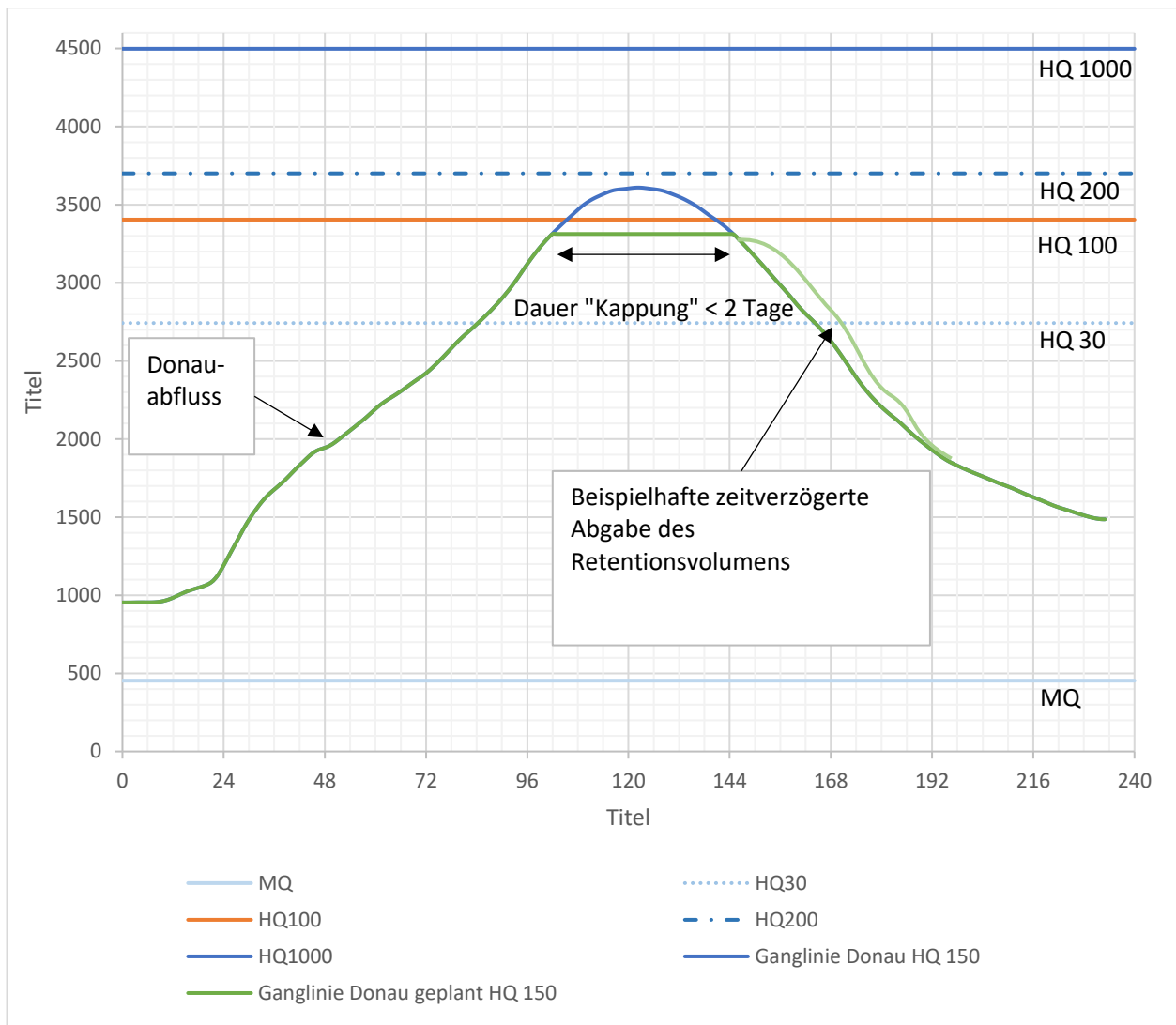


Abbildung 7-2 Optimale Kappung der HQ150 Ganglinie mit Variante W6b

Damit ergibt sich für den Polder Wörthhof W6b eine Zuflussganglinie mit einem Scheitel von 296,8 m<sup>3</sup>/s. Der Zufluss erfolgt über eine Dauer von 43 h.

## **7.2 2D-Planmodell „Polderfüllung“**

Mit der ermittelten Zuflussganglinie wurde das Befüllungsszenario für den Polder Wörthhof gerechnet. Dazu wurden die Einlassbauwerke nicht als 2D-Bauwerk eingefügt, sondern nur als Nodestrings modelliert. Die Simulationen wurden ohne Entleerung des Polders ausgeführt.

Dabei zeigte sich, dass die Befüllung von der geplanten Position des Einlassbauwerks am westlichen Ende des Polders großteils problemlos von statten geht. Jedoch staut sich das Wasser am Straßendamm der St 2146 leicht auf, wodurch die Befüllung insgesamt verzögert wird.

Es konnte gezeigt werden, dass bei der Befüllung keine größeren Probleme, wie bspw. sehr hohe Fließgeschwindigkeiten oder ein Überstau auf Grund des Straßendamms über die geplante maximale Wasserspiegellage des Polders, auftreten.

## **7.3 2D-Planmodell „Gesamt“**

Nachdem mit den einfacheren Simulationen die Befüllung und Entleerung plausibilisiert worden waren und die endgültigen Varianten bestimmt wurden, wurde die Variante W6b in Kombination mit der Donau simuliert. Für diese instationäre Simulation wurden die zuvor bereits verwendeten Modelle um ein 2D-modelliertes Ein- und Auslassbauwerk ergänzt.

### **7.3.1 Randbedingungen**

Die Simulation wurde mit dem auf den HQ150-Abfluss skalierten Hochwasser 2013 durchgeführt, wobei die Situation nach den ersten 84 Stunden als Anfangswasserstand und Anfangsfließgeschwindigkeit für die Poldervariante W6b verwendet wurde. Der letzte Abflusswert wurde bis zum Ende der Simulationszeit als konstanter Wert weitergeführt. Dieser hat bereits keinen Einfluss mehr auf die Hydraulik des Polders.

Für den Wasserstand für das Öffnen des Einlassbauwerks wurde zunächst, wie bereits in Abbildung 7-2 beschrieben, die Füllkurve ermittelt und anschließend aus der Berechnung des IST-Zustands der kritische Wasserstand ermittelt.

Die Randbedingungen im Auslassbereich des Modells entsprechen den im Istzustand ermittelten.

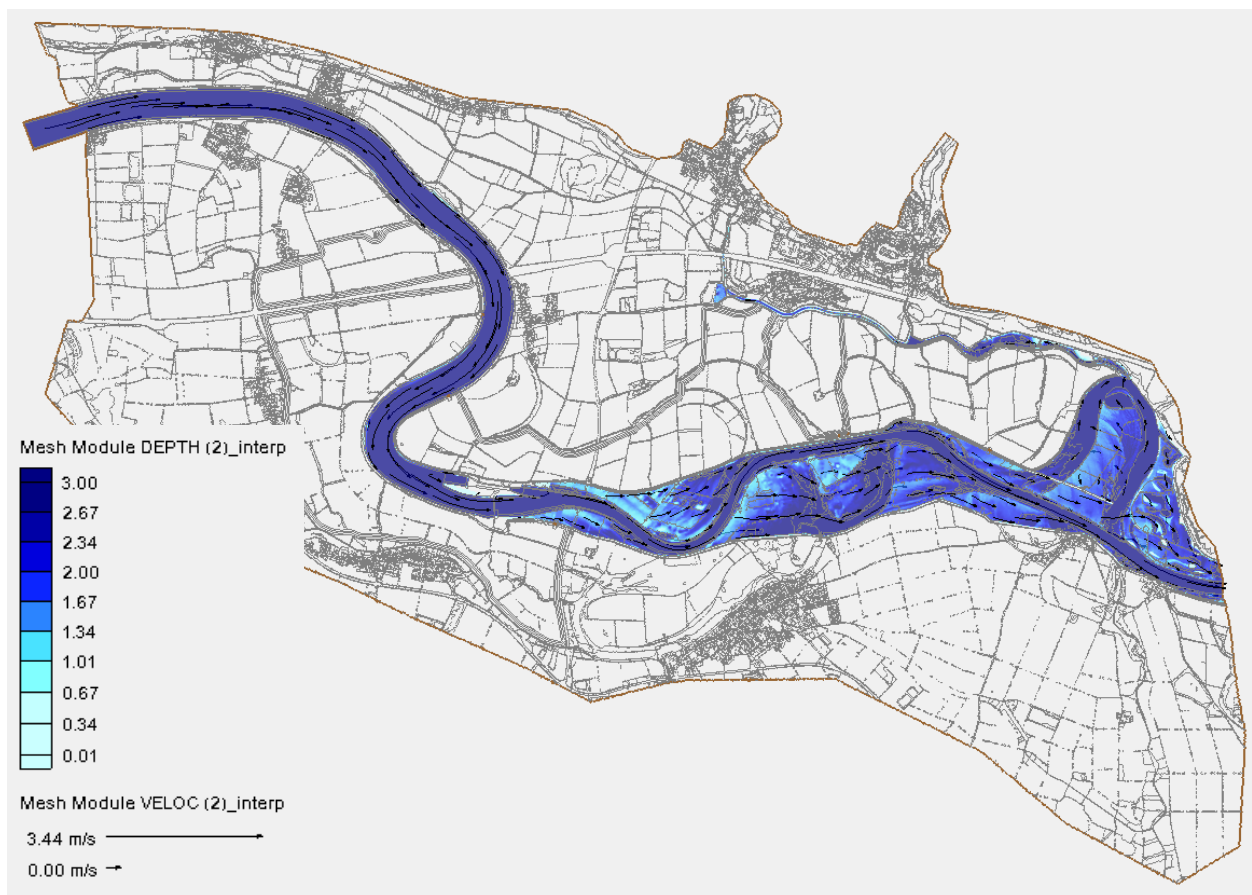


Abbildung 7-3 Anfangszustand der Simulation

### 7.3.2 Einlassbauwerk

Das Einlassbauwerk wurde mit Hilfe eines gesteuerten Wehrüberfalls modelliert (siehe Abbildung 7-4). Dabei wurde für das Einlassbauwerk ein Wasserstand in der Donau knapp flussabwärts des Bauwerks von 327,728 mNN definiert, ab dem das Einlassbauwerk geöffnet wird. Dadurch wird erreicht, dass die Hochwasserwelle über dem errechneten Wert von 3.312 m<sup>3</sup>/s in den Flutpolder geleitet wird.

Die Unterkante des Bauwerks wurde dabei auf 325,0 mNN gesetzt. Das Einlassbauwerk befindet sich am Westende des Polders und ist leicht schräg in den Stauhaltungsdamm eingelassen. Die Geländehöhen um das Bauwerk wurden leicht angepasst, um eine gute Zuströmung zu erreichen. Eine Abminderung durch den Wasserstand im Polder wurde mittels eines Kontrollpunkts im Einlassbereich in die Randbedingung eingepflegt.

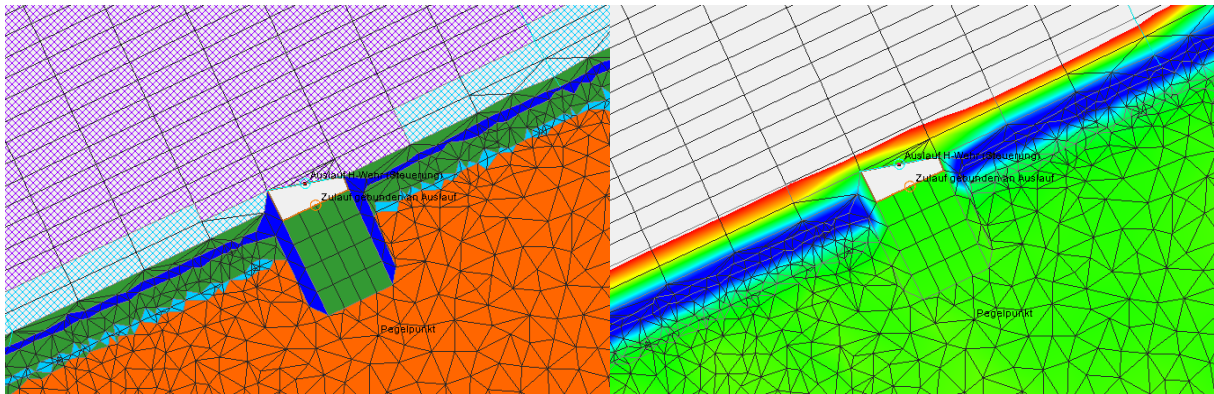


Abbildung 7-4 2D-Modelliertes Einlassbauwerk (links Rauheiten, rechts Geländehöhen)

### 7.3.3 Auslassbauwerk

Das Auslassbauwerk im östlichen Teil des Polders wurde ähnlich wie das Einlassbauwerk als Wehrüberfall modelliert. Bei einem Wasserstand der Donau von 324,6 mNN etwas flussabwärts des Auslasses wird das Bauwerk geöffnet. Dadurch wird dafür gesorgt, dass der Wasserstand die Situation eines HQ100 durch die Entleerung nicht übersteigt.

Die Bauwerksunterkante befindet sich auf 321,9 mNN.

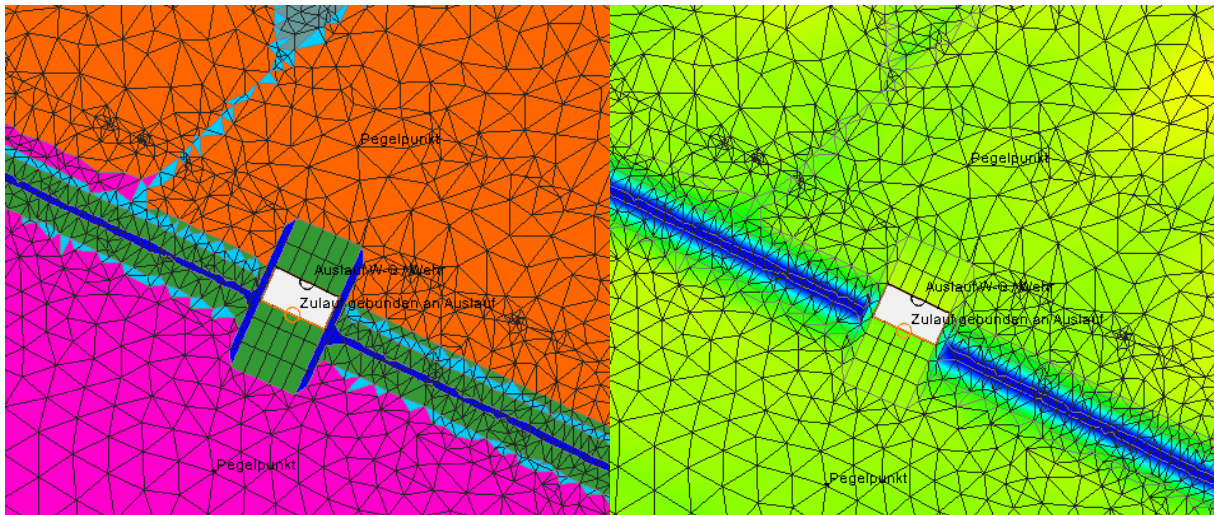


Abbildung 7-5 2D-Modelliertes Auslassbauwerk (links Rauheiten, rechts Geländehöhen)

## 8 ERGEBNISSE DES UNTERSUCHTEN POLDERS W6B

Im Folgenden soll auf die Ergebnisse der in Abschnitt 7.3 beschriebenen Simulationen eingegangen werden.

### 8.1 Hydraulische Simulation

Bei der Simulation des Flutpolders Wörthhof in der Variante W6b zeigte sich eine Begrenzung des möglichen Zuflusses durch das bisher geplante Einlaufbauwerk, wodurch nicht die in der Vorsimulation errechnete Scheitelkappung durchgeführt werden konnte. Der maximale Zufluss betrug hier etwa 247 m<sup>3</sup>/s. Die Probleme mit dem Aufstau an der Staatsstraße zeigten sich nur mehr sehr gering. Die Befüllung erfüllte auch hier bis auf die nicht optimale Kappung der Welle die Vorgaben.

Insgesamt wurde mit der Simulation ein maximales Stauvolumen<sup>1</sup> von 30,5 Mio. m<sup>3</sup> erreicht, die Welle wurde auf einen Maximalwert von 3362 m<sup>3</sup>/s gekappt. Die Befüllzeit beträgt 61 Stunden (2,5 Tage), die Entleerung etwa 8,5 Tage. Die resultierende Restwassermenge beträgt ca. 2.750.000 m<sup>3</sup>.

Die angegebenen Stauvolumina wurden aus der hydraulischen Simulation ermittelt. Diese können sich gegebenenfalls von Volumina in anderen Berichten unterscheiden, da diese anderweitig ermittelt worden sind und dort beispielsweise die Deiche anders berücksichtigt wurden.

Tabelle 8-1 Polder Wörthhof – Simulationsergebnisse

Variante	Stauhöhe [m]	Einstaufläche [ha]	Stauvolumen <sup>2</sup> [Mio. m <sup>3</sup> ]	Zuflussdauer [Stunden]	Auslassdauer <sup>3</sup> [Tage]	Kappung auf Q= [m <sup>3</sup> /s]
<b>W6B</b>	327,0	755	30,5	61	8,5	3362

Tabelle 8-2 Polder Wörthhof - Restwasser

Variante	Restwassermenge ohne Binnenentw. [m <sup>3</sup> ]	Restwassermenge nach Sielentl. [m <sup>3</sup> ]	Max. Wasserstand Restwasser (ca.) [m]
<b>W6B</b>	2.838.676	95.000	2.5

<sup>1</sup> Ermittelt aus hydraulischer Simulation

<sup>2</sup> Ermittelt aus hydraulischer Simulation

<sup>3</sup> Gerundet auf halbe Tage

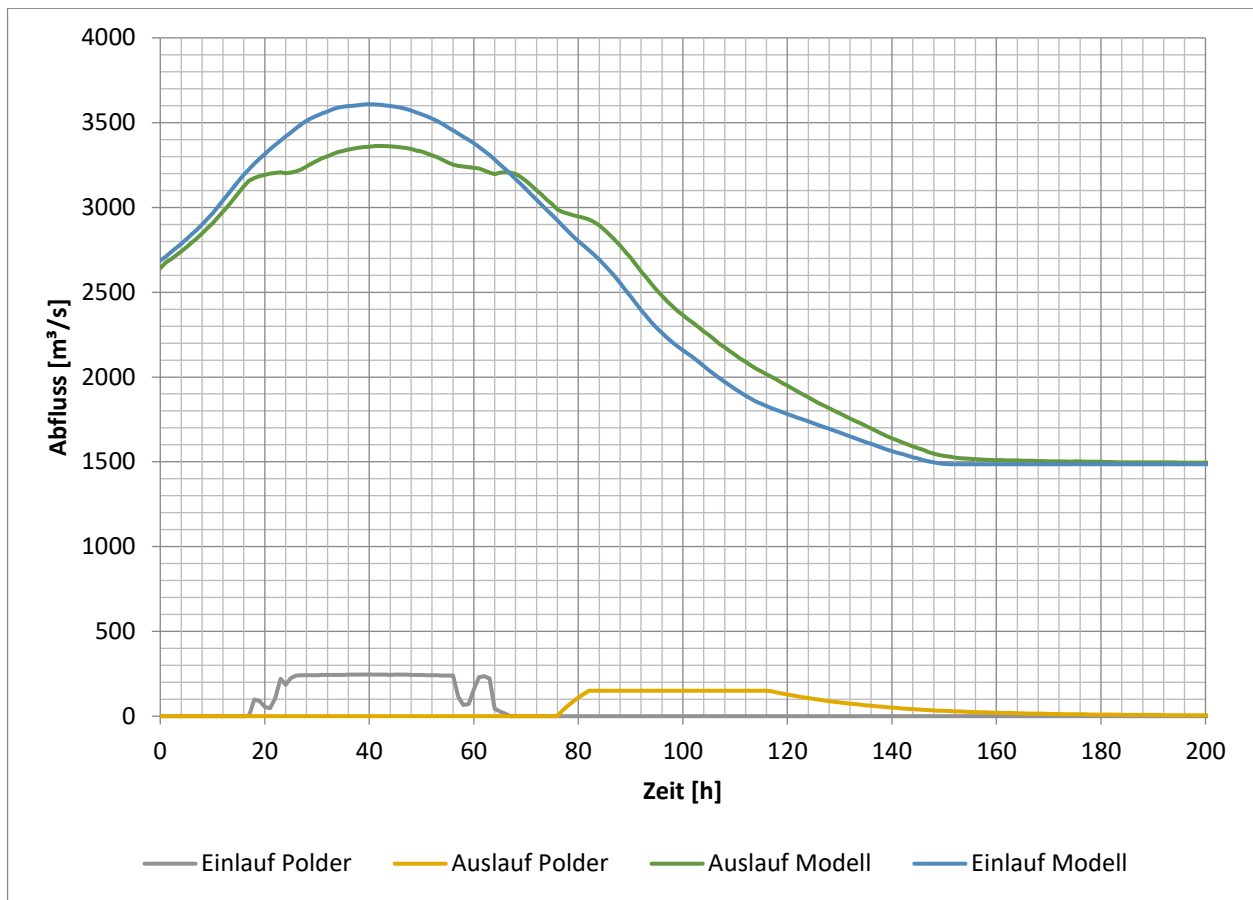


Abbildung 8-1 Abflusskurven in der Donau vor und nach dem Polder, sowie Durchfluss durch das Ein- bzw. Auslassbauwerk für die Variante W6b

## 8.2 Restwasserentleerung

Für die Restwasserentleerung können hier großteils die vorhandenen Gräben verwendet werden. Der größte Teil des Wasser verbleibt im nordöstlichen Bereich des Polders und kann hier durch das vorhandene Schöpfwerk Tiefenthal in die Wiesent abgeführt werden. Ein weiterer Teil des restlichen Wassers soll über das Schöpfwerk Wörthhof abgeführt werden. Der Rest wird über Sielbauwerke in den Sichelsee, Altwassergraben, und die Donau entwässert. Dazu ist es erforderlich die Drainagewirkung des Altwassergrabens zu verbessern.

Sowohl innerhalb als auch außerhalb der Deiche müssen teilweise neue Drainagegräben hinzugefügt werden (Lage siehe Anlage 2), da die vorhandenen durch die Deiche abgeschnitten werden.

## 9 EMPFEHLUNGEN, WEITERES VORGEHEN

Als nächste Schritte sind weitere Detailänderungen auf Grund von Bürgerbeteiligung und ähnlichen Einwänden zu prüfen. Mit diesen Änderungen eingearbeitet können detailliertere Untersuchungen angestellt werden, vor allem die Restwasserentleerung über Siele und Anpassungen zur Verbesserung der Hydraulik im Polderbereich, wie etwa die Absenkung von Wegen und Verbesserung der Abflusscharakteristik von vorhandenen Entwässerungsgräben.

## 10 ZUSAMMENFASSUNG

Mit Hilfe von hydraulischen Simulationen durch Hydro AS-2D wurden verschiedene Varianten des Polders Wörthhof untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass für die Befüllung ein Einlassbauwerk am Westende von allen untersuchten Standorten am besten geeignet und auch für eine den Anforderungen entsprechende Befüllung ausreichend ist. Die Größe des benötigten Bauwerks ist jedoch abhängig von der gewählten Einstauhöhe des Polders.

Für die vollständige Befüllung des Polders W6b bei einem HQ150 werden 61 Stunden benötigt.

Auch die Entleerung konnte entsprechend nachgewiesen werden, sie benötigt in Abhängigkeit von der Variante ca. 8 Tage. Das hierbei verbleibende Restwasser muss noch über verschiedene Sielbauwerke in umliegende Gräben abgeleitet werden. Die größten Mengen treten dabei im östlichen Teil des Polders auf da hier das Gelände zur Donau hin ansteigt. Der Großteil des Wassers kann über vorhandene Gräben Siel- bzw. Pumpbauwerken zugeführt werden. Es handelt sich hierbei um etwa 2.800.000 m<sup>3</sup> Restwasser von dem nach der Sielentleerung noch 95.000 m<sup>3</sup> im Polder W6b verbleiben.

Die Ergebnisse finden sich auch zusammengestellt in Anlage 1 und Anlage 2. Die Ergebnisse der Weiteren Untersuchungen zu anderen Hochwasserereignissen, sowie der dem Einsatz im Überregionalen Lastfall finden sich in den Anlagen 5.2 bzw. 5.3 des Erläuterungsberichts zum Raumordnungsverfahren.

CDM Smith Consult GmbH  
2022-05-16

erstellt:



ppa. Heiko Nöll



i.A. Anna Fischer



i.A. Julian Höhl