

**Planungs- und Ingenieurgesellschaft
für Bauwesen mbH
Baugrundinstitut nach DIN 1054**

**Burgauer Straße 30
86381 Krumbach**

Tel. 08282 994-0

Fax: 08282 994-209

E-Mail: kc@klingconsult.de

**Stellungnahme zur Veränderung
des Überschwemmungsgebiets
der Donau bei HQ₁₀₀ zum
Bebauungsplan „Ermle IV“,
Offingen**

Markt Offingen

Erläuterungsbericht

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen	3
1.1	Vorhabenträger	3
1.2	Grundlagen	3
2	Anlass und Zweck des Vorhabens	3
3	Lage der Maßnahme	4
4	Hydraulische Berechnungen	4
4.1	Modellerstellung	4
4.2	Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen	6
5	Zusammenfassung	6
6	Anlagen	7
7	Verfasser	7

1 Vorbemerkungen

1.1 Vorhabenträger

Vorhabenträger der 2-dimensionalen Abflussberechnungen der Donau bei HQ₁₀₀ zum Bebauungsplan „Ermle IV“ in Offingen ist der Markt Offingen, Marktstraße 19, 89362 Offingen.

1.2 Grundlagen

Zur Bearbeitung des Projekts stehen folgende Grundlagedaten zur Verfügung:

- Hydraulisches Modell der Donau, Wasserwirtschaftsamt Donauwörth
- Bestandsvermessungen (Ing.-Büro Alexander John), Stand: November 2018
- Lageplan Lärmschutzwall zum B-Plan „Ermle IV“ (Blatter-Burger GbR), Stand: April 2019
- Digitale Flurkarte

2 Anlass und Zweck des Vorhabens

Das geplante Bauvorhaben berührt im Norden geringfügig das festgesetzte Überschwemmungsgebiet der Donau bei einem HQ₁₀₀. Ein nicht unerheblicher Teil liegt zudem innerhalb der Hochwassergefahrenfläche HQ₁₀₀ im östlichen Abschnitt des Baugebietes.

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht kann nicht ausgeschlossen werden, dass durch die Maßnahme eine nennenswerte Abflussveränderung zu Ungunsten Dritter resultiert. Deshalb ist im Vorfeld der Umsetzung ein Nachweis einer hydraulischen Berechnung durchzuführen, um festzustellen, ob die Maßnahme Auswirkungen auf Dritte bzw. stärkere Betroffenheiten hervorruft.

Zunächst ist das digitale Geländemodell im IST-Zustand auf Basis der aktuellen Bestandsvermessung zu aktualisieren, bevor der Planungszustand eingearbeitet werden kann. Die Randbedingungen beider Berechnungen, wie z. B. Zufluss, Rauheiten usw. vor und nach der Maßnahme bleiben unverändert.

Anschließend sind die Berechnungen im Planungszustand für einen HQ₁₀₀ durchzuführen und die Auswirkungen im Planungszustand zu ermitteln. Die Auswertung erfolgt mittels Vergleiches der Überschwemmungsgebiete, Vergleich der Wassertiefen sowie Differenzkarten.

In Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt Donauwörth sind angesichts des unverhältnismäßigen Aufwands keine Berechnungen für das HQ_{extrem} durchzuführen. Die Berücksichtigung des HQ_{extrem} erfolgt durch entsprechende Auflagen im Bebauungsplanverfahren.

3 Lage der Maßnahme

Das geplante Baugebiet liegt in der Gemarkung Offingen, südwestlich der Kreisstraße GZ 28. Der geplante Lärmschutzwall, welcher insbesondere Einfluss auf das Überschwemmungsgebiet hat, verläuft nordöstlich des Plangebiets parallel zur Kreisstraße GZ 28.

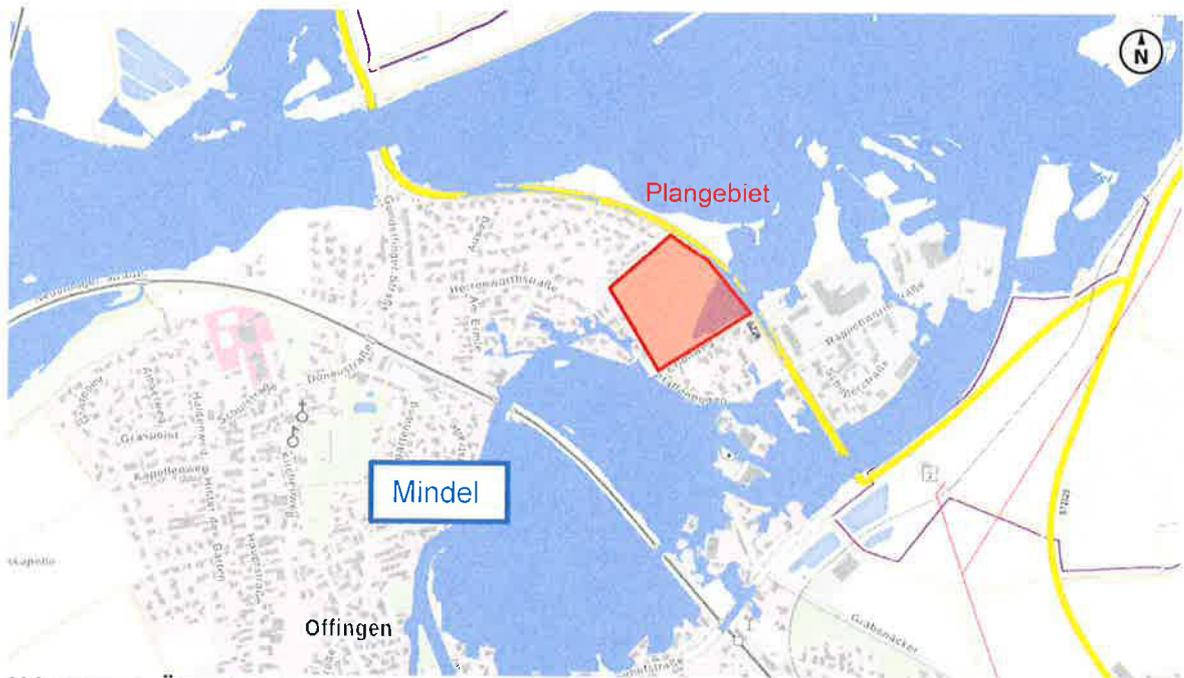


Abbildung 1: Übersicht inkl. Hochwassergefahrenfläche HQ₁₀₀ (Quelle: Bayernatlas)

4 Hydraulische Berechnungen

Die hydraulischen Berechnungen werden mit den Programmen SMS und HYDRO_AS-2d vorbereitet, durchgeführt und ausgewertet.

4.1 Modellerstellung

Das Programm Hydro-AS arbeitet mit Berechnungsnetzen, bestehend aus drei- bzw. vier-eckigen Elementen. Durch Verwendung dieser beiden Flächentypen bei der Erstellung des Geländemodells, wird eine genaue und problemlose Anpassung an die topographischen und hydraulischen Gegebenheiten des Untersuchungsgebietes ermöglicht.

In das vom WWA Donauwörth zur Verfügung gestellte Berechnungsmodell der Donau für das hundertjährige Hochwasserereignis (HQ₁₀₀) wird im ersten Schritt die vom Planungsbüro Blatter-Burger GbR zur Verfügung gestellte Bestandsvermessung eingearbeitet. Die Bestandsvermessungsdaten liegen für den Umgriff des Bebauungsplanes sowie für die nordöstlich angrenzende Kreisstraße GZ 28 vor.

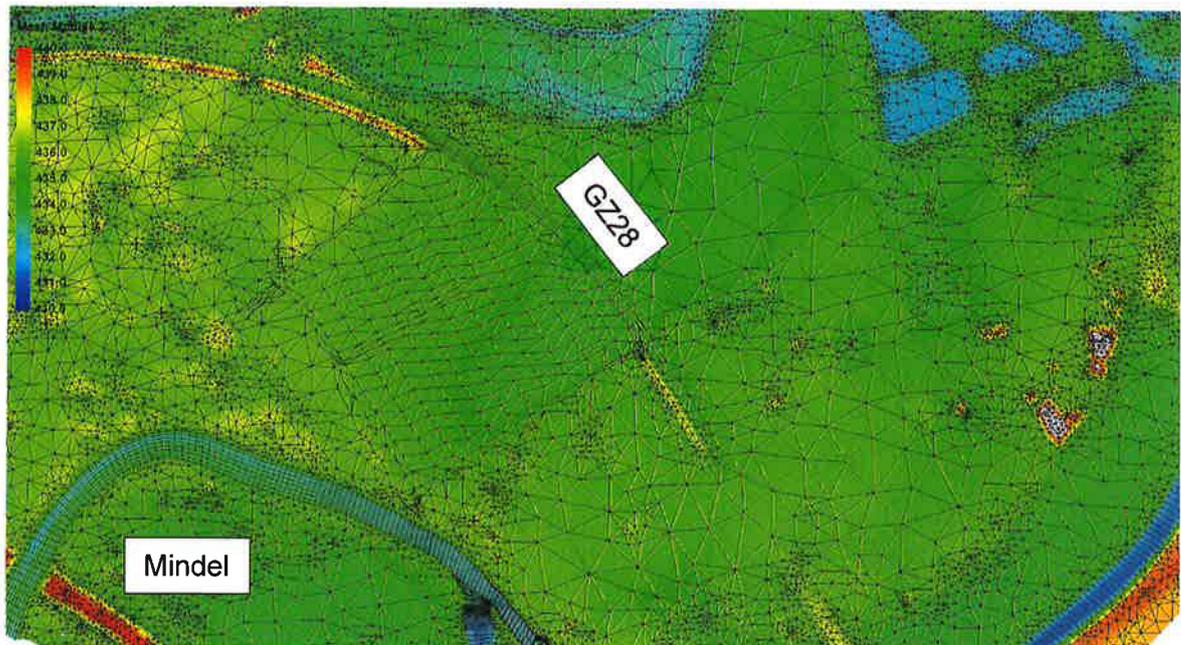


Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Berechnungsnetz (Ist-Zustand).

Auf Basis der erhaltenen Planunterlagen wird der Lärmschutzwall in das Berechnungsnetz integriert.

Berechnungssteuerung

Zur Steuerung der Berechnung ist die Angabe von Berechnungszeitschritt, Abspeicherungsintervall und der gesamten Simulationszeit notwendig. Für die instationären hydraulischen Berechnungen ist eine ausreichend lange Simulationszeit gewählt, sodass der Scheitel der Hochwasserwelle im Bereich der Maßnahme abgelaufen ist.

Die folgend aufgeführten Parameter sind aus dem Grundlagemodell entnommen.

Parameter	Wert	Einheit
Berechnungszeitschritt	900	s
Abspeicherungsintervall	10.800	s
Simulationsdauer	608.400	s

Tabelle 1: Parameter der Berechnungssteuerung

Geländenuzung

Die Geländenuzung wird für die hydraulische Berechnung über die Zuordnung von Rauheitsbeiwerten (Oberflächenrauheiten) zu den einzelnen Elementen des Berechnungsmodells spezifiziert.

Die Rauheitsbeiwerte sind grundsätzlich unverändert zum Grundlagemodell. Die Elemente im Bereich des geplanten Schutzwalles sind im Planungszustand als „disable“, d. h. als undurchströmbar definiert.

Ein- und Auslaufrandbedingungen

Im Rahmen des Projektes ist die Wasserspiegellage für den hundertjährigen Abfluss instationär zu ermitteln.

Die Ein- und Auslaufrandbedingungen sind entsprechend dem Grundlagemodell beibehalten. Eine detaillierte Erläuterung der Modelldaten ist in Anlage 6 „Endbericht Hydraulik“ beigelegt.

4.2 Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen

Der Ist-Zustand sowie der Planungszustand werden unter Einwirkung des 100-jährlichen Hochwasserereignisses simuliert.

Die Erfassung des Ist-Zustands dient als Grundlage für die weitergehende Planung. Im Programm werden sogenannte Kontrollquerschnitte und Pegelpunkte hinterlegt, um die Ausbreitung der Hochwasserwelle sowie den Verlauf anhand von Wasserspiegellagen analysieren zu können.

Für die Ermittlung der Überschwemmungsgebietsveränderung sowie der Veränderung der Wasserspiegellagen wird das Überschwemmungsgebiet nach der geplanten Maßnahme mit der derzeit vorherrschenden Situation (Ist-Zustand) verglichen.

Auswertung

Die sich einstellenden Wassertiefen im Ist- und Planungszustand sind in den Wassertiefenkarten dargestellt (siehe Anlagen 1 und 2). Die Veränderung der sich einstellenden Wassertiefen, bezogen auf den Ist-Zustand, ist in der entsprechenden Differenzkarte verdeutlicht (siehe Anlage 3), der Vergleich der Überschwemmungsgebiete der Anlage 4 zu entnehmen.

Die Auswertung des Ist-Zustands zeigt, dass das Überschwemmungsgebiet bei HQ_{100} und der berücksichtigten Bestandsvermessung weitestgehend identisch zu der Hochwassergefahrenfläche bei HQ_{100} ist. Eine geringfügige Veränderung ist lediglich innerhalb des B-Plans im Bereich der Bestandvermessung festzustellen.

Im Planungszustand sind insgesamt nur unwesentliche Auswirkungen zu erwarten, da die Maßnahme nicht im Hauptströmungsbereich des Überschwemmungsgebietes liegt. Das bedeutet, es sind nur sehr geringe Fließgeschwindigkeiten bis ca. 0,1 m/s im näheren Umfeld der Planung ermittelt. Anhand der Differenzkarte ist festzustellen, dass infolge der Maßnahme ein marginaler Aufstau (kleiner 1 cm) unmittelbar am nordöstlichen Rand (GZ 28) des Schutzwalls berechnet ist.

Aufgrund der nur unerheblichen Wasserstandserhöhungen im Millimeterbereich ist keine Ausdehnung der Überschwemmungsgebietsgrenzen im Vergleich zum Ist-Zustand zu erwarten (siehe Anlage 4).

5 Zusammenfassung

Das geplante Baugebiet liegt teilweise im festgesetzten Überschwemmungsgebiet bzw. innerhalb der Hochwassergefahrenfläche bei HQ_{100} . Auch durch die berücksichtigte

Bestandsvermessung stellen sich nur irrelevante Veränderungen des Überschwemmungsgebietes im Ist-Zustand ein.

Die Auswertung der Berechnungsergebnisse im Planungszustand zeigt, dass durch den geplanten Schutzwall keine nennenswerten nachteiligen Auswirkungen auf das Überschwemmungsgebiet bzw. den Hochwasserabfluss zu erwarten sind.

Derartig geringfügige Erhöhungen der Wasserspiegellagen liegen aus Sicht des Verfassers im Toleranzbereich.

Somit ist durch die geplante Bebauung keine relevante nachteilige Auswirkung auf Ober- und Unterlieger zu erwarten.

6 Anlagen

1. Wassertiefenkarte HQ₁₀₀ Ist-Zustand, M 1:2.500
2. Wassertiefenkarte HQ₁₀₀ Planungszustand, M 1:2.500
3. Differenzenkarte HQ₁₀₀ Planungszustand - Ist-Zustand, M 1:2.500
4. Vergleich der Überschwemmungsgebiete HQ₁₀₀, M 1:2.500
5. Lageplan Lärmschutzwall, Vorabzug vom 11. April 2019
6. Endbericht Hydraulik, Wasserwirtschaftsamt Donauwörth

7 Verfasser

Team Tiefbau

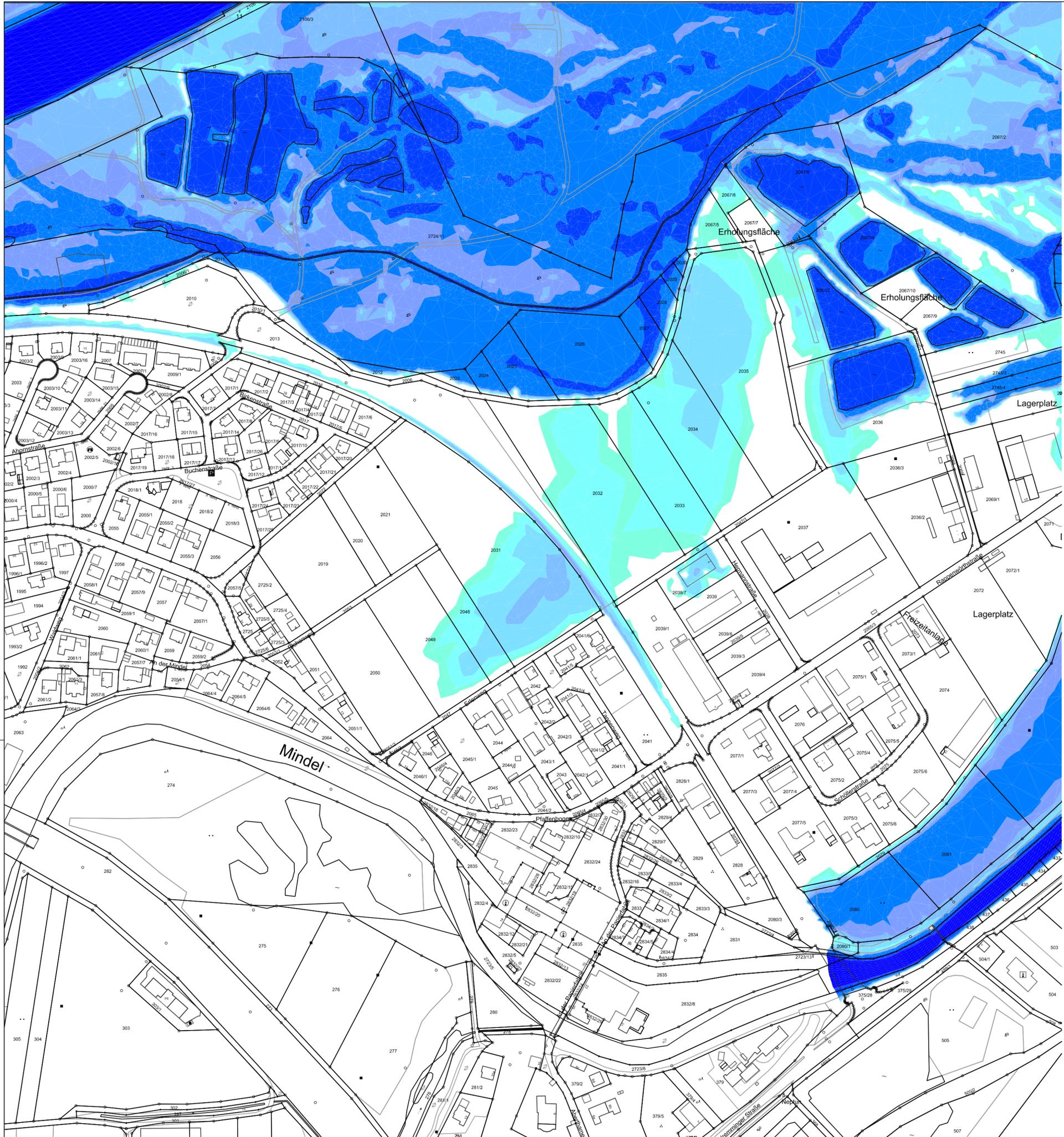
Krumbach, 22. August 2019



i. V. Dipl.-Ing. (FH) M. Eng. Betzl



i. A. M. Eng. Gall



LEGENDE

-  Katasterdaten
- 558 Flurstücksnummer
- Wassertiefe HQ100
-  0.01m – 0.10m
-  0.10m – 0.25m
-  0.25m – 0.50m
-  0.50m – 0.75m
-  0.75m – 1.00m
-  1.00m – 2.00m
-  2.00m – 3.50m
-  > 3.50m



URheberrechtlich geschützt Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte unzulässig und strafbar

D					
C					
B					
A					
INDEX	ÄNDERUNG ALTERATION	BEARBEITER PRINCIPAL	GEZEICHNET DRAWN BY	GEPRÜFT CHECKED BY	DATUM DATE

AUFTRAGGEBER:
ORDERED BY: **Markt Offingen
Marktstraße 19
89362 Offingen**

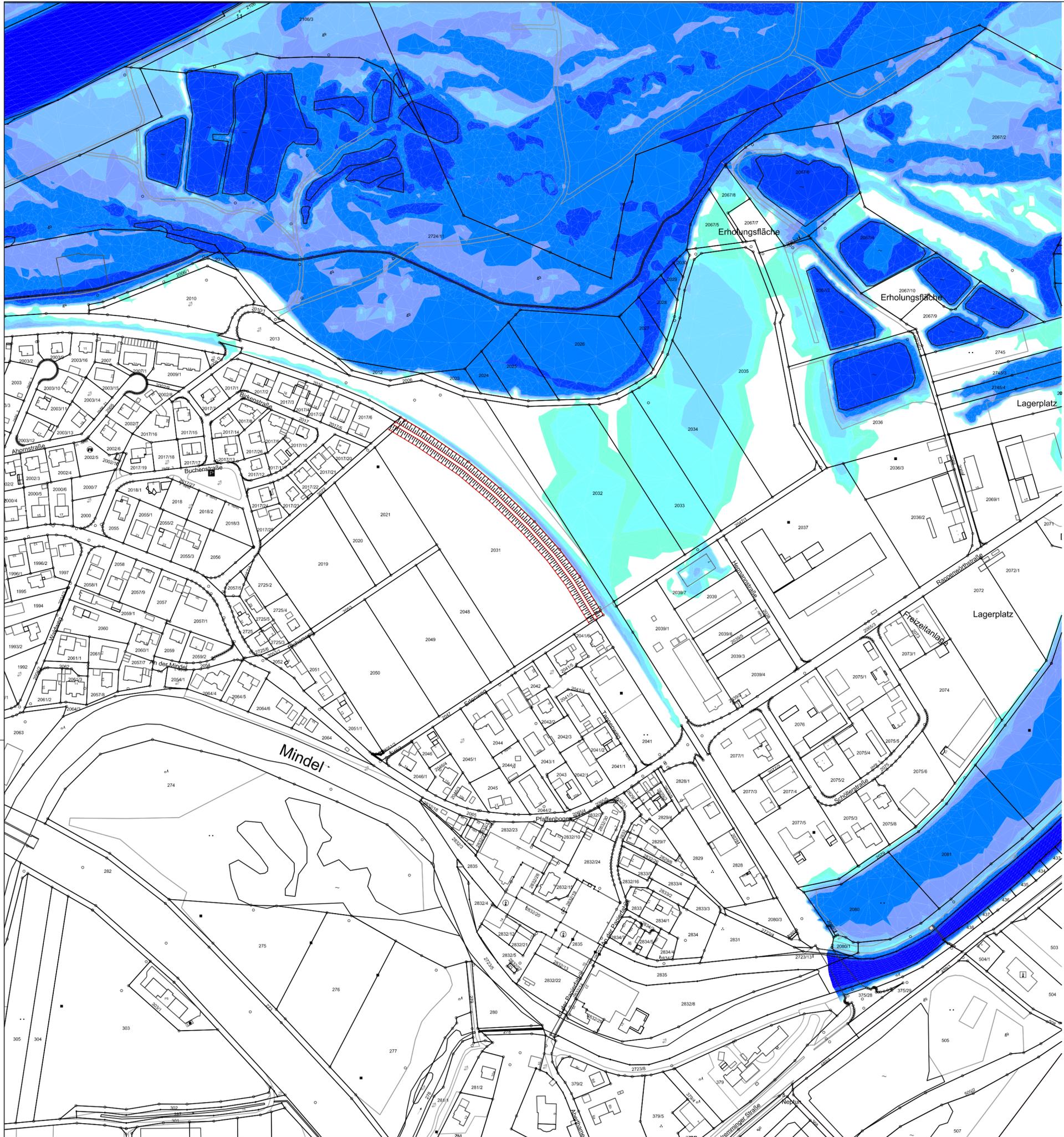
PROJEKT TITEL:
PROJECT TITLE: **Hydraulische Berechnungen
Bebauungsplan "Ermlé IV, Offingen"**

PLANBEZEICHNUNG:
DRAWING TITLE: **Wassertiefenkarte HQ 100
Ist-Zustand
Instationäre Berechnung**

PROJEKT NR.: **1978-808-KCK** MASSTAB: **1:2500**

 <p>KLING CONSULT PLANUNGS- UND INGENIEUR- GESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN MBH BAUGRUNDINSTITUT NACH DIN 1054 Burgauer Str. 30 · 86381 Krumbach · Tel.: 0 82 82 / 9 94 - 0 Fax: 0 82 82 / 9 94 - 110 · KC@klingconsult.de · www.klingconsult.de</p>	BEARBEITER: PRINCIPAL:	GA	DATUM DATE
	GEZEICHNET DRAWN BY	LU	22.08.2019
	GEPRÜFT CHECKED BY	i. V. BE	22.08.2019
	ZEICHNUNG NR. DRAWING NO :		

Dateiname: k:\1978-808-KCK (hydr. Berech. B-Plan Ermlé IV, Offingen)\20. TECHNIK TIEFBAU\01 Teibau_KC\SONSTIGE LEISTUNGEN\01 3D Projects\Wassertiefen\1978-808-KCK-Wassertiefenkarte-Ist-Zustand.dwg
Druckdatum: 22.08.19
DIN A2 (594x420mm = 0,25 m²)



-  Katasterdaten
- 558 Flurstücksnummer
-  Planung
- Wassertiefe HQ100
-  0.01m – 0.10m
-  0.10m – 0.25m
-  0.25m – 0.50m
-  0.50m – 0.75m
-  0.75m – 1.00m
-  1.00m – 2.00m
-  2.00m – 3.50m
- > 3.50m color swatch" data-bbox="720 390 750 410"/> > 3.50m



URheberrechtlich geschützt Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte unzulässig und strafbar

D					
C					
B					
A					
INDEX	ÄNDERUNG ALTERATION	BEARBEITER PRINCIPAL	GEZEICHNET DRAWN BY	GEPRÜFT CHECKED BY	DATUM DATE

AUFTRAGGEBER:
ORDERED BY:
**Markt Offingen
Marktstraße 19
89362 Offingen**

PROJEKT TITEL:
PROJECT TITLE:
**Hydraulische Berechnungen
Bebauungsplan "Ermlé IV, Offingen"**

PLANBEZEICHNUNG:
DRAWING TITLE:
**Wassertiefenkarte HQ 100
Planungszustand
Instationäre Berechnung**

PROJEKT NR.: 1978-808-KCK
PROJECT NO.: 1978-808-KCK

MASSTAB:
SCALE: 1:2500

 KLING CONSULT PLANUNGS- UND INGENIEUR- GESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN MBH BAUGRUNDINSTITUT NACH DIN 1054 <small>Burgauer Str. 30 · 86381 Krumbach · Tel.: 0 82 82 / 9 94 - 0 Fax: 0 82 82 / 9 94 - 110 · KC@klingconsult.de · www.klingconsult.de</small>	BEARBEITER: PRINCIPAL:	GA	DATUM DATE
	GEZEICHNET DRAWN BY	LU	22.08.2019
	GEPRÜFT CHECKED BY	i. V. BE	22.08.2019
	ZEICHNUNG NR. DRAWING NO.:		

Dateiname: k:\1978-808-KCK (hydr. Berech. B-Plan Ermlé IV, Offingen)\20. TECHNIK TIEFBAU\01 Tiefbau_KC\SONSTIGE LEISTUNGEN\GW_3D Projects\Wassertiefe-Planung-Überarbeitet.dwg
 Druckdatum: 22.08.19
 DIN A2 (594x420mm = 0,25 m²)



LEGENDE

- Katasterdaten
- 558 Flurstücksnummer
- Planung

Wassertiefendifferenz

- 0,20 m bis 0,40 m
- 0,10 m bis 0,20 m
- 0,05 m bis 0,10 m
- 0,01 m bis 0,05 m
- 0,001 m bis 0,01 m
- 0,001 m bis -0,01 m
- 0,01 m bis -0,10 m
- 0,10 m bis -0,25 m
- 0,25 m bis -0,50 m
- 0,50 m bis -0,80 m

Erhöhung
Wassertiefen

Keine Auswirkungen

Absenkung
Wassertiefen



URheberrechtlich geschützt Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte unzulässig und strafbar

D					
C					
B					
A					
INDEX	ÄNDERUNG ALTERATION	BEARBEITER PRINCIPAL	GEZEICHNET DRAWN BY	GEPRÜFT CHECKED BY	DATUM DATE

AUFTRAGGEBER:
ORDERED BY:

**Markt Offingen
Marktstraße 19
89362 Offingen**

PROJEKT TITEL:
PROJECT TITLE:

**Hydraulische Berechnungen
Bebauungsplan "Ermlé IV, Offingen"**

PLANBEZEICHNUNG:
DRAWING TITLE:

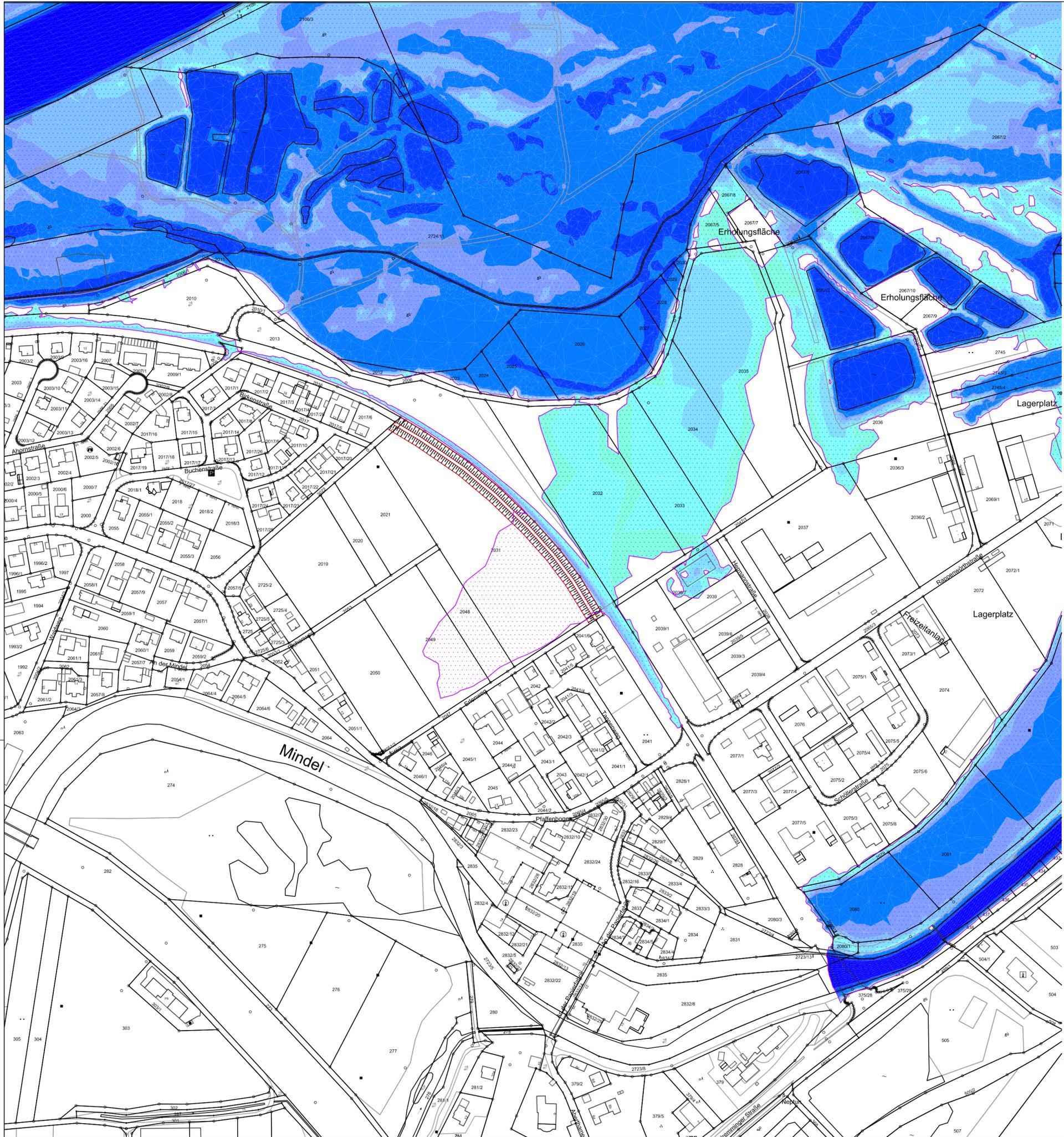
**Differenzenkarte HQ 100
Planungszustand
Instationäre Berechnung**

PROJEKT NR.: 1978-808-KCK

MASSTAB: 1:2500

<p>KLING CONSULT PLANUNGS- UND INGENIEUR- GESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN MBH BAUGRUNDINSTITUT NACH DIN 1054 Burgauer Str. 30 · 86381 Krumbach · Tel.: 0 82 82 / 9 94 - 0 Fax: 0 82 82 / 9 94 - 110 · KC@klingconsult.de · www.klingconsult.de</p>	BEARBEITER: PRINCIPAL:	GA	DATUM DATE
	GEZEICHNET DRAWN BY	LU	22.08.2019
	GEPRÜFT CHECKED BY	i. V. BE	22.08.2019
	ZEICHNUNG NR. DRAWING NO :		

Dateiname: k:\1978-808-KCK (hydr. Berech. B-Plan Ermlé IV, Offingen)\20. TECHN. TIEFBAU\01. Teilbau_KC\SONSTIGE. LEISTUNGEN\CW1_3D. Projects\Differenzen\1978-808-KCK-Differenzenkarte.dwg
Druckdatum: 22.08.19
DIN A2 (594x420mm = 0,25 m²)



Katasterdaten

558 Flurstücksnummer

Planung

Angaben zur Hydraulik

Überschwemmungsgebiet Istzustand

Überschwemmungsgebiet Planungszustand

Wassertiefe HQ100

0.01m – 0.10m

0.10m – 0.25m

0.25m – 0.50m

0.50m – 0.75m

0.75m – 1.00m

1.00m – 2.00m

2.00m – 3.50m



URheberrechtlich geschützt Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte unzulässig und strafbar

D					
C					
B					
A					
INDEX	ÄNDERUNG ALTERATION	BEARBEITER PRINCIPAL	GEZEICHNET DRAWN BY	GEPRÜFT CHECKED BY	DATUM DATE

AUFTRAGGEBER:
ORDERED BY:
**Markt Offingen
Marktstraße 19
89362 Offingen**

PROJEKT TITEL:
PROJECT TITLE:
**Hydraulische Berechnungen
Bebauungsplan "Ermle IV, Offingen"**

PLANBEZEICHNUNG:
DRAWING TITLE:
**Vergleich der Überschwemmungsgebiete
Wassertiefen HQ 100
Instationäre Berechnung**

PROJEKT NR.: 1978-808-KCK
PROJECT NO.: 1978-808-KCK

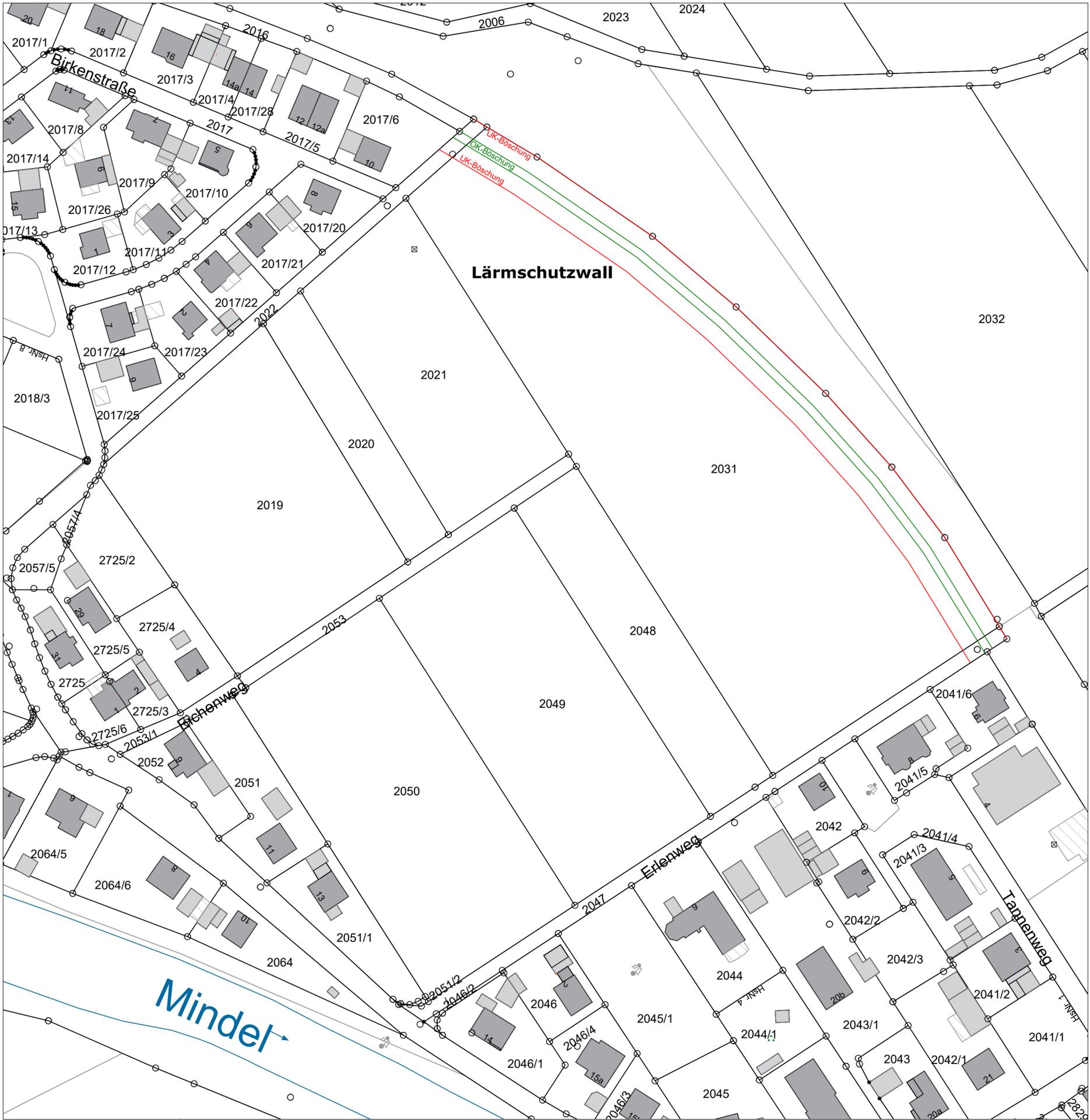
MASSTAB:
SCALE: 1:2500

 KLING CONSULT PLANUNGS- UND INGENIEUR- GESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN MBH BAUGRUNDINSTITUT NACH DIN 1054 Burgauer Str. 30 · 86381 Krumbach · Tel.: 0 82 82 / 9 94 - 0 Fax: 0 82 82 / 9 94 - 110 · KC@klingconsult.de · www.klingconsult.de	BEARBEITER: PRINCIPAL:	GA	DATUM DATE
	GEZEICHNET DRAWN BY	LU	22.08.2019
	GEPRÜFT CHECKED BY	i. V. BE	22.08.2019
	ZEICHNUNG NR. DRAWING NO.:		

Dateiname: k:\1978-808-KCK (hydr. Berechn. B-Plan Ermle IV, Offingen) \20. TECHNIK TIEFBAU\01 Tiefbau_KC\SONSTIGE LEISTUNGEN\01 3D Projects\Verzeichn UC\1978-808-KCK-Verzeichn-UC.dwg
 Druckdatum: 22.08.19
 DIN A2 (594x420mm = 0,25 m²)

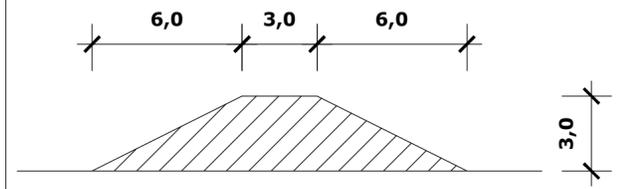


Markt Offingen



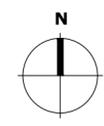
Lärmschutzwall

**Querschnitt
Lärmschutzwall**



Böschung 1:2

Planzeichnung: Maßstab 1:200



Vorabzug
11.04.2019

Markt Offingen
Neuaufstellung Bebauungsplan
"Ermie IV"
Markt Offingen
- vertreten durch Herrn
1. Bürgermeister Thomas Wörz -
Marktstraße 19
89362 Offingen

Planzeichnung
Lageplan Lärmschutzwall
11.04.2019

blatter • burger GbR
Hauptstraße 43
89423 Gundelfingen
Fon 09073|921058-0
Fax 09073|921058-6
info@blatterburger.de
www.blatterburger.de



Vorhaben:	Gew I, Donau, Ermittlung des Überschwemmungsgebiete von der Autobahnbrücke A7 (Schwaben) bis zur Staustufe Bertoldsheim(Oberbayern) Modell-Versions-Id 0179_201800830
Vorhabensträger:	Freistaat Bayern
Landkreis:	Neu-Ulm, Günzburg, Dillingen, Donauwörth
Gemeinde:	Verschiedene Gemeinden

Seiten:

1 - 24

Endbericht Hydraulik vom 04.09.2018

Wasserwirtschaftsamt Donauwörth

Entwurfsverfasser

Datum

Projektdaten:

Bearbeitete Gewässer: Donau, Zsam

Bearbeitungszeitraum: 2017 –2018

Bearbeitende(s) Büro(s): SKI GmbH + Co.KG
Lessingstraße 9
D-80336 München

Ansprechpartner WWA (Bearbeitung und Qualitätssicherung):

Herr Löffler, (jetzt: RvS, SG 52)

Herr Kaiser

Inhalt

1.	Allgemeines	- 5 -
1.1	Aufgabenstellung und Zielsetzung.....	- 5 -
1.2	Höhen- und Lagesystem	- 5 -
1.3	Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes	- 5 -
2	Datengrundlagen Hydraulik.....	- 6 -
2.1	Geobasisdaten.....	- 6 -
2.2	Fachdaten	- 7 -
2.3	Hydrologische Grundlagen (Quelle: [1], HQ1000: Quelle: HND).....	- 8 -
2.4	Daten zur Modellparametrisierung.....	- 11 -
2.5	Vermessungsdaten (Bestandsdaten)	- 11 -
2.6	Bestandsmodelle.....	- 12 -
2.7	Sonstiges	- 12 -
3	Ortsbegehungen	- 13 -
3.1	Gemeinsame Ortsbegehung von Hydrauliker und WWA.....	- 13 -
4	Vermessung.....	- 13 -
5	Hydraulik	- 13 -
5.1	Verwendete Programme für die Modellierung und Berechnung.....	- 13 -
5.2	Detailplanung Modelle + Berechnungen.....	- 13 -
5.3	Vorbereitung / Überarbeitung von Bestandsmodellen.....	- 14 -
5.4	Flussschlauchmodell	- 14 -
5.5	Erstellung des Vorlandmodells	- 16 -
5.6	Zusammenführen von Modellteilen.....	- 18 -
5.7	Bauwerke	- 19 -
5.8	Randbedingungen und ergänzende Einstellungen	- 21 -
5.9	2D Gesamtmodell und Proberechenlauf.....	- 21 -
5.10	Überprüfung der Modellparametrisierung	- 22 -
5.11	Endgültige Rechenläufe aller Jährlichkeiten	- 22 -

5.12	Rechenläufe in Gebieten mit Hochwasserschutzanlagen (HWSA)	- 23 -
5.13	Zusammenfassung Hydraulik	- 23 -
6	Anlagenverzeichnis	- 24 -
7	Literatur	- 24 -

1. Allgemeines

1.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Für die amtliche Festsetzung des Überschwemmungsgebietes an der Donau, insbesondere in den Landkreisen Dillingen a. d. Donau und Donau-Ries, sollen die Wasserspiegellagen für die maßgebenden Hochwasserabflüsse (HQ_{100}) berechnet und die Grenzen des Überschwemmungsgebiets ermittelt werden. Da im ersten Zyklus der EG HWRM-RL die Hochwassergefahrenfläche der Donau für das HQ_{extrem} ohne Deichlegeszenarien ermittelt wurden, soll dies nun mit ermittelt werden.

Die Berechnungsergebnisse des Modells für das Szenario HQ_{100} der Donau entsprechen auch im Bereich der Zusam von Fkm 0 – 14,4 dem HQ_{100} (siehe Punkt 2.3).

Die Grundlagen des aktuellen Modelles wurden zur Untersuchung der Auswirkungen von gesteuerten und ungesteuerten Rückhalteräumen durch das Ingenieurbüro SKI 2017 erstellt. Teiles des Berichtes wurden aus einem Bericht von SKI [4] entnommen. Direkt aus diesem Bericht übernommener Text wird kursiv dargestellt.

1.2 Höhen- und Lagesystem

Verwendetes Höhensystem: Höhen über Normalhöhen-Null (NHN) im Höhensystem des Deutschen Haupthöhennetzes 2016 (DHHN 2016) mit dem Status 170.

Verwendetes Lagesystem: DHDN 90 Zone 4

1.3 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Die Untersuchungen umfassen den Bereich zwischen dem Flusskilometer 2490 (Staufstufe Bertoldsheim im Lkr. Neuburg-Schrobenhausen) und dem Flusskilometer 2574 (Brücke der Autobahn A7 über die Donau im Landkreis Günzburg).

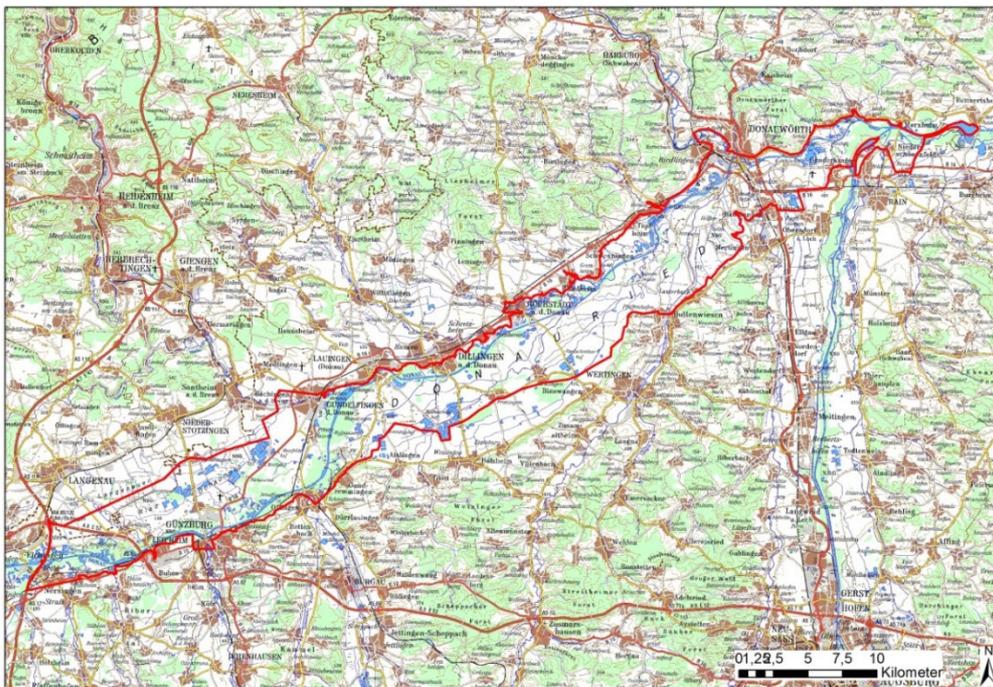


Abbildung 1: Übersichtslageplan (ohne Maßstab) mit Umgrenzung des 2d-Modells

Besonderheit in diesem Streckenabschnitt ist der „Riedstrom“ zwischen Gundremmingen und Donauwörth. Das Donauried ist ein parallel zur Donau vorhandenes natürliches Vorlandgerinne, in welchem sich ab entsprechenden Donauabflüssen (ca. HQ 1 bis HQ 2 am Pegel Dillingen a.d. Donau) ein Hochwasserabfluss natürlicherweise einstellt; der sogenannte „Riedstrom“.

Die Wasserrechtsbescheide für die Donaustufen Faimingen, Dillingen und Höchstädt (alle Landkreis Dillingen a. d. Donau) enthalten hierzu spezielle Regelungen zur Betriebsführung bei Abflüssen größer 700 bzw. 750 m³/s. Ab diesen Abflüssen werden am nördlichen (nur in Faimingen) und am südlichen Donauufer Überlaufstrecken zwischen Faimingen und Schwenningen aktiviert und ein Teil des Hochwassers über das Donauried, ein parallel zur Donau liegendes natürliches Vorlandgerinne, immer wieder in den Riedstrom ausgeleitet und erneut zur Donau zurückgeführt. Diese Überstauregelungen unterstützen vor allem bei kleineren Hochwasserereignissen die natürliche Ausuferung ins Donauried.

2 Datengrundlagen Hydraulik

2.1 Geobasisdaten

Digitales Geländemodell

Das neue Vorlandnetz wurde auf Grundlage von Laserscandaten im 1 m Raster erstellt. Diese Daten liegen in der Projektion DHDN3, Gauß-Krüger Zone 4 (EPSG: 31468) vor.

Die ursprünglichen Laserscandaten liegen im DHHN92 vor. *Die Ursprungsdaten wurden vom WWA Donauwörth anhand der nächstgelegenen Höhenfestpunkte in das DHHN12 überführt und anschließend für den Modellaufbau verwendet.*

Da zwischenzeitlich das Höhensystem DHHN2016 eingeführt wurde, wurde das Modell nach den Kalibrierungs- und Validierungsrechenläufen ins DHHN2016 transformiert. Dafür wurde das CRS-Transformationsprogramm der Bayerischen Vermessungsverwaltung verwendet. Die Einstellungen können Abbildung 2 entnommen werden.

Höhensystem		Höhensystem	
NN Status 100 (EPSG 5784)		DHHN2016 170 (EPSG 7837)	
Lagetransformationsmodell (Version)			
NTv2 Bayern (2011)			
Höhenmodelle			
DHHN92 - DHHN12	DHHN12to92 Bayern (2010)		
DHHN2016 - DHHN92	DHHN92to2016 Bayern (2016)		

Abbildung 2: Einstellungen CRS-Transformationsprogramm

Die Aufnahmejahre der verschiedenen Laserscandatenätze sind in Abbildung 3 dargestellt.

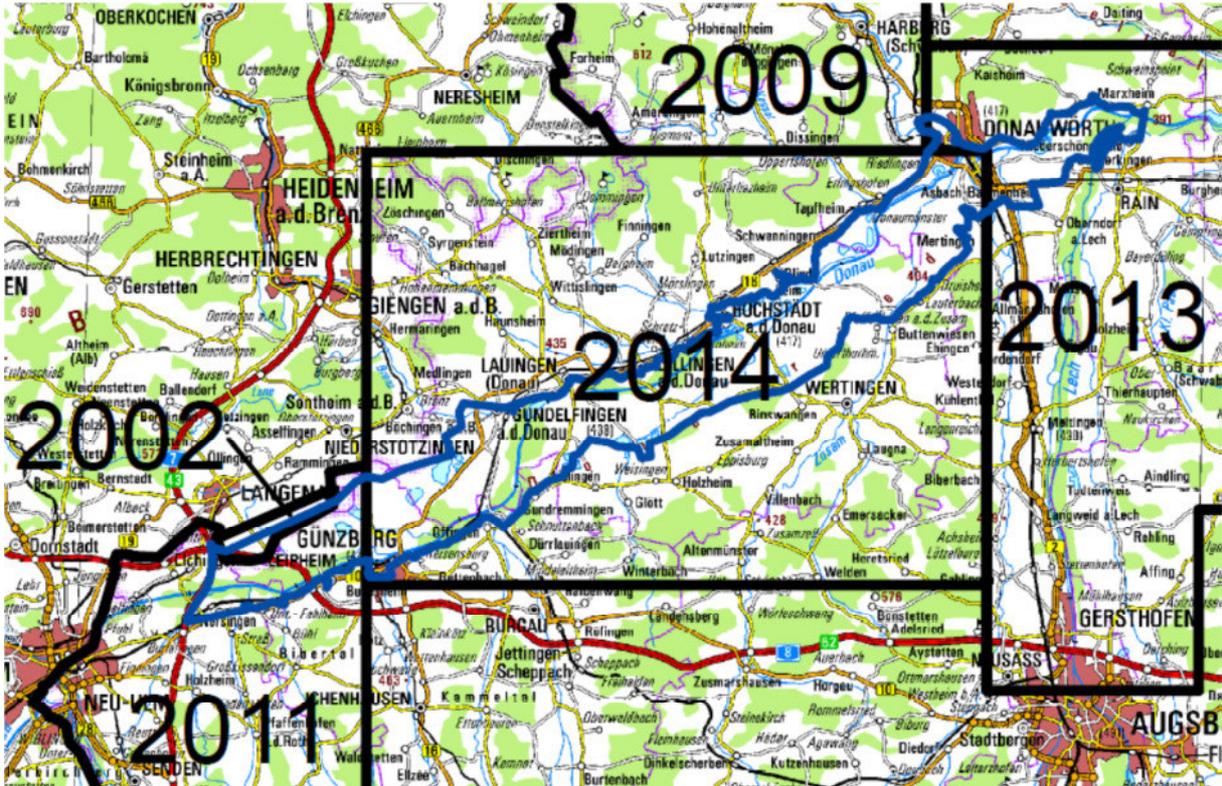


Abbildung 3: Kacheln und Aufnahmejahre der Laserscandaten der bayerischen Landesvermessung, in blau die Umgrenzung des fortgeschriebenen 2d-Modells

Landnutzungsdaten, Rauheiten

Für die Materialbelegung des 2d-Modells stehen die aktuellen ATKIS-Daten von Bayern (2017) zur Verfügung. Für den kleinen Modellbereich, der in Baden-Württemberg liegt, stehen keine aktuellen Daten zur Verfügung, dort wurde auf die Daten aus dem Bestandsmodell zurückgegriffen.

2.2 Fachdaten

Festpunktsteine der Flussausrüstung (Flusskilometersteine) sind an der Donau beidseitig vorhanden. Deiche des Wasserwirtschaftsamtes und Stauhaltungsdämme Dritter liegen als Shape-Datei vor. Im Modellgebiet liegen die amtlichen Donauegel Günzburg, Dillingen und Donauwörth.

2.3 Hydrologische Grundlagen (Quelle: [1], HQ1000: Quelle: HND)

Tabelle 1: Abflüsse definierter Jährlichkeiten an den Pegeln der Donau und deren Zuflüssen:

Gewässer	Pegel	HQ 1	HQ 2	HQ 5	HQ 20	HQ 50	HQ 100	HQ1000
Donau	Berg	nn	197	285	395	463	513	
Iller	Wiblingen	410		560	720	820	900	
Donau	Bad Held	560	660	760	980	1110	1250	1600
Roth	Roth	13	16	20	28	34	38	
Günz	Waldstetten	54	62	75	100	115	130	
Donau	Günzburg	nn	nn	nn	nn	nn	1300*	
Mindel	Offingen	57	65	80	115	135	150	
Brenz	Bächingen	20	25	32	43	50	56	
Donau	Dillingen	630	740	840	1080	1220	1350	1700
Egau	Wittislingen	11	15	18	28	35	40	
Wörnitz	Harburg	105	165	200	320	400	500	
Zusam	Pfaffenhofen	24	30	37	50	62	75	
Schmutter	Achsheim	22	29	35	52	64	75	
Schmutter	Druisheim	25	32	39	56	68	80	
Donau	Donauwörth	680	800	900	1150	1300	1450	1800
Lech	Augsburg u. d. Wertachmündung	500	600				1350	1800
Donau	Ingolstadt	1000	1150	1320	1700	1930	2100	2600

Tabelle 2: Jährlichkeiten der Scheitelabflüsse gemessener Hochwasserereignisse

Gewässer	Pegel	1999		2002		2005		2013	
		[m ³ /s]	HQ	[m ³ /s]	HQ	[m ³ /s]	HQ	[m ³ /s]	HQ
Donau	Bad Held	1020	20-50	980	20	750	5	903	ca. 10
Donau	Dillingen	1010	5-20	940	5-20	950	5-20	975	ca. 10
Donau	Donauwörth	1040	5-20	980	5-20	1020	5-20	1050	ca. 10

Berechnung Szenario HQ100:

Für die Berechnung des Überschwemmungsgebietes erzeugte die HVZ des Wasserwirtschaftsamtes Kempten Abflussganglinien der Donau und ihrer Zuflüsse zwischen Iller und Lech für verschiedene Jährlichkeiten [1] auf Basis des Hochwasserereignisses im Jahr 1999. Eine detaillierte Beschreibung der Methode kann dem Schlussbericht des Wasserwirtschaftsamtes Kempten [1] entnommen werden.

Die Zuflussganglinie der Donau wurde um 0,33 h nach hinten verschoben (Translation), da der Knotenpunkt mit dem Zufluss der damaligen hydrologischen Berechnung ca. 6km oberstrom der Zugabestelle im aktuellen hydrodynamischen Modell lag.

Die Spitzenabflüsse der vom WWA Kempten ermittelten Zuflussganglinien einiger Nebengewässer (Mindel, Zusam, Schmutter, Eglseebach) liegen beim HQ₁₀₀ dieser Gewässer. Die Zuflussganglinien dieser Nebengewässer wurden aus den vorhandenen 2D-Berechnungen des jeweiligen Szenarios HQ₁₀₀ entnommen, da diese Ganglinien die Realität besser abbilden als die synthetisch per N/A-Modell erzeugten Ganglinien. Zeitlich wurden diese Ganglinien so verschoben, dass der Zeitpunkt des Spitzenabflusses mit dem Zeitpunkt der ursprünglich vom WWA Kempten ermittelten Ganglinie übereinstimmt.

Nachdem der Zufluss der Zusam zum HQ₁₀₀ der Donau einem HQ₁₀₀ der Zusam entspricht, gelten die Berechnungsergebnisse des Modells als HQ₁₀₀ auch für die Zusam im Landkreis Dillingen a. d. Donau von Fkm 9,5 – 14,4. Im Rückstaubereich der Donau in die Zusam im Landkreis Donau-Ries von Fkm 0 – ca. 9,5 sind die Wasserspiegellagen eines HQ₁₀₀-Donauhochwassers sowieso über den Wasserspiegellagen eines Zusamhochwassers.

Der Scheitel der Abflussganglinie der Wörnitz wurde reduziert (mittels Multiplikation aller Werte der Ganglinie mit einem Faktor von 0,802) auf 400m³/s, um den Spitzenabfluss am Pegel Donauwörth auf HQ₁₀₀ zu berechnen.

Der Abfluss des Landgrabens wurde wie im Vorgängermodell der Donau für den Landkreis DLG (Modell-Id 0177) auf stationär 0,5 m³/s gelassen. Die Ganglinie des WWA Kempten hatte einen Spitzenabfluss von 0,2 m³/s.

Der Lech wird mit 600 m³/s stationär zugegeben.

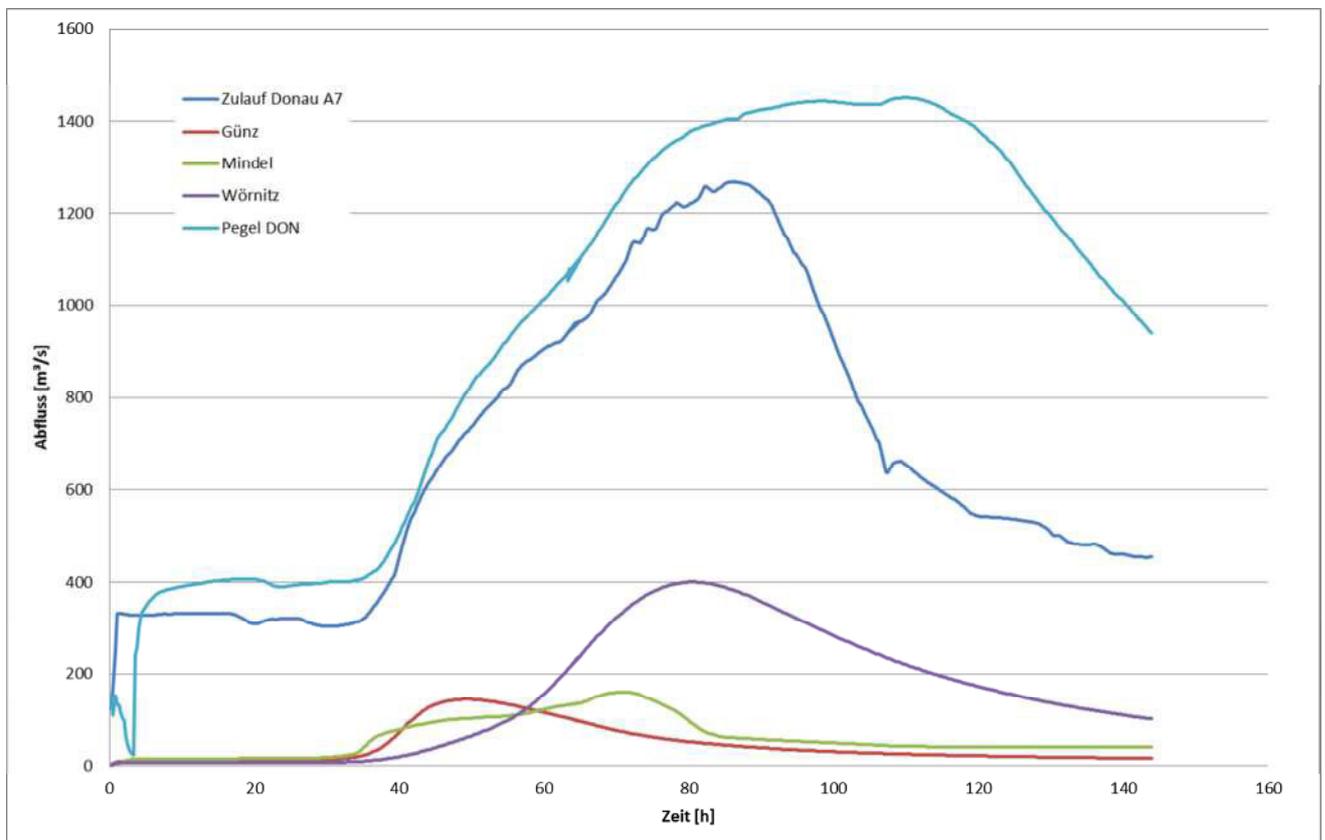


Abbildung 4: Wesentliche Ganglinien bei HQ₁₀₀ (Hinweis: Keine Darstellung der Zuflussganglinie des Lechs, dessen Abfluss stationär 600 m³/s beträgt)

Berechnung Szenario HQ_{extrem}:

Die Hochwasservorhersagezentrale am Wasserwirtschaftsamt Kempten erstellte die der Berechnung zugrundeliegenden Ganglinien für das Szenario HQ₁₀₀₀. Den Berechnungen zugrunde liegt das Hochwasser von 2013 und das daran angepasste Niederschlag-Abfluss Modell. Daraus wurden die Ganglinien der anderen Jährlichkeiten abgeleitet. Eine detaillierte Beschreibung der Methode kann dem Schlussbericht des Wasserwirtschaftsamts Kempten [2] entnommen werden.

Die Ganglinien der Günz (Spitzenabfluss 130 m³/s) und der Wörnitz wurden angepasst, um den Abfluss HQ₁₀₀₀ des Hochwasserlängsschnittes am Pegel Günzburg bzw. Donauwörth besser zu treffen. Die Ganglinie der Wörnitz musste dafür von 295 m³/s auf 380 m³/s erhöht, verbreitert und verschoben werden. Obwohl der Spitzenabfluss der Wörnitz somit niedriger als beim HQ100-Szenario ist, ist die Jährlichkeit dieser bei HQ1000-Szenario sehr breiten Welle deutlich seltener. Es wurden die gleichen Zuflussganglinien verwendet wie im Bezugszustand HQ_{extrem} (Version 4) der Berechnungen für das Rückhalteprojekt.

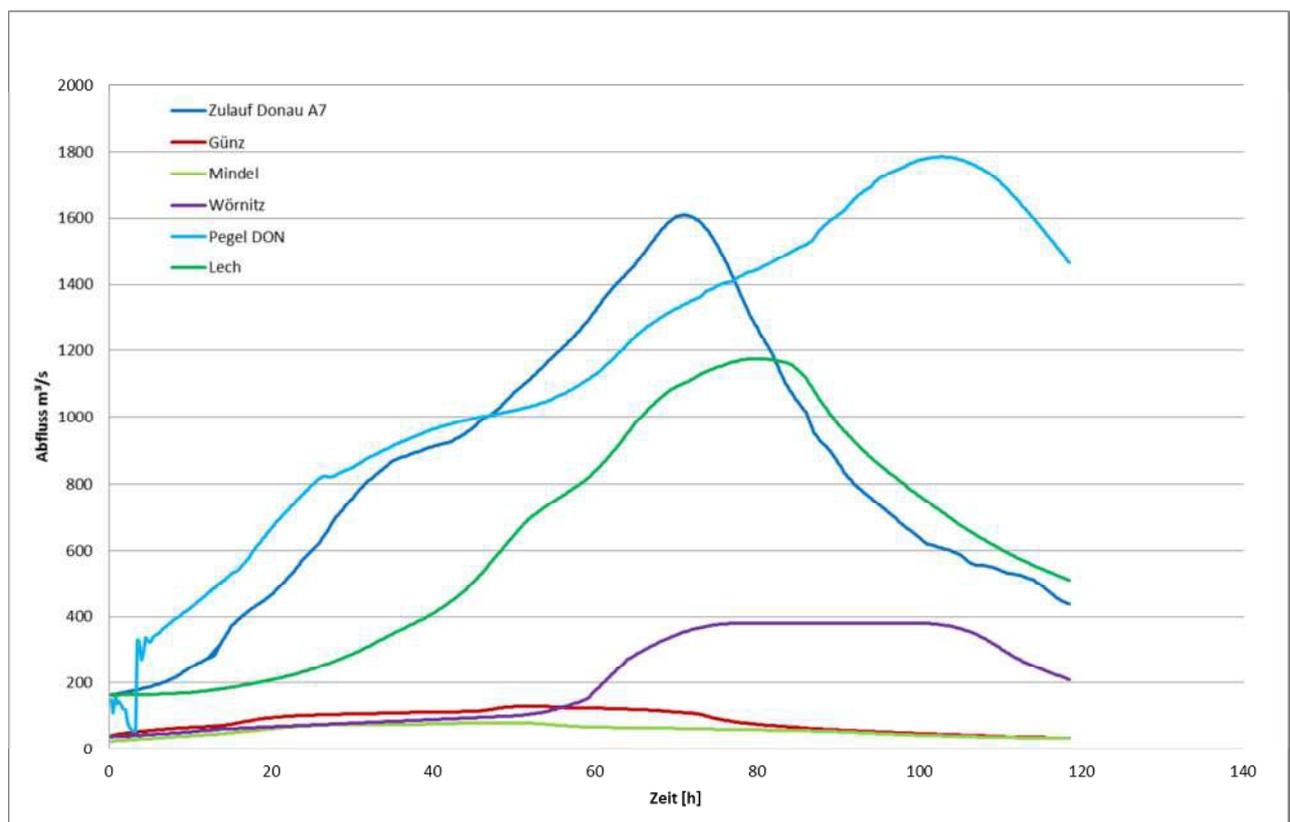


Abbildung 5: Wesentliche Ganglinien bei HQ1000

2.4 Daten zur Modellparametrisierung

Es liegen u.a. Wasserspiegelfixierungen (mittels Pflockmarkierungen) für die Hochwässer 1999 und 2013 von ca. Fkm 2508 - 2575 vor.

Die Schlüsselkurven an den Pegeln Günzburg, Dillingen und Donauwörth wurden zur Kalibrierung / Validierung verwendet. Teilweise wurden Abflussmessungen während der Hochwasserereignisse durchgeführt.

2013 wurden vom Hochwasser der Donau zwischen Faimingen und Donauwörth Fotos aus einem Hubschrauber gemacht. Auf Grundlage dieser Fotos wurde die Berechnung insbesondere im Bereich des Riedstroms geprüft (vergleiche 3.7 des Berichts der ARGE SKI – Simultec zur Hydraulik – Modellaufbau und –anpassung Version 02 vom 15.03.2018)

2.5 Vermessungsdaten (Bestandsdaten)

Querprofilaufnahmen zur Abbildung des Flussschlauchs der Donau wurden von den jeweils Unterhaltungsverpflichteten (Wasserkraftanlagen vertreten durch den Betreiber Bayerische Elektrizitätswerke GmbH, Freistaat Bayern, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt Donauwörth), zum Teil in deren Auftrag auch von Vermessungsbüros aufgenommen und sind im Stand 2013 im Modell verwendet worden.

Der Abstand der Querprofilaufnahmen liegt in der Regel bei 200 m. *Für den Abschnitt von der Staustufe Donauwörth bis zur Brücke der B2 wurde eine flächige Fächerecholotaufnahme aus dem Jahr 2013 (aufgenommen von der BEW im Juli 2013 nach dem Hochwasserereignis) verwendet.*

Von den relevanten linienförmigen Stauhaltungs- und HWS-Anlagen liegen terrestrische Vermessungsdaten mit einem Punktabstand von in der Regel 20 m bis 50 m vor. Relevante Vorlandstrukturen, von denen keine Vermessungsdaten vorliegen, wurden in März und April 2017 terrestrisch vermessen.

Für die Modellierung der Brücken werden die Pfeilergeometrien, Widerlagergeometrien und Konstruktionsunterkanten benötigt. Diese Daten wurden den Bestandsmodellen sowie ergänzend Bestandsplänen und bemaßten Bauwerksskizzen entnommen. Ergänzend wurden einige Brücken in März und April 2017 terrestrisch vermessen.

Die Daten der Durchlässe sind in den Bestandsmodellen hinterlegt und wurden aus diesen übernommen.

2.6 Bestandsmodelle

Für die Modellerstellung stehen diverse 2d-Modelle der Donau und ihrer Nebengewässer zur Verfügung.

Hauptbestandteil der Modellfortführung sind dabei die bestehenden Donaumodelle:

- *2d-Modell Günzburg (Modellversions-ID 0178_20160512)*
- *2d-Modell Dillingen (Modellversions-ID 0177_20141231)*
- *2d-Modell Donauwörth (Modellversions-ID 0176_20141231)*
- *2d-Modell WWA Ingolstadt (Modellversions-ID 0396_20141231)*

Als weitere Datengrundlage stehen zudem folgende 2d-Modelle zur Verfügung:

- *2d-Modell der Brenz (Modellversions-ID 0175_20141231)*
- *2d-Modell der Egau (Modellversions-ID 2330_20141231)*
- *2d-Modell des Klosterbaches (Modellversions-ID 2012_20141231)*
- *2d-Modell der Glött (Modellversions-ID 2350_20160115)*
- *2d-Modell der Iller (Modellversions-ID 2340_20141231)*
- *2d-Modell der Kessel (Modellversions-ID 0199_20101026)*
- *2d-Modell des unteren Lechs (Modellversions-ID 1078_20141231)*
- *2d-Modell des Zwergbaches (Modellversions-ID 2015_20141231)*
- *2d-Modell der Schmutter (Modellversions-ID 0223_20141231)*
- *2d-Modell der Wörnitz (Modellversions-ID 2082_20141231)*

2.7 Sonstiges

Im Modellgebiet (siehe Punkt 1.3) befinden sich folgende neun Donaustufen der BEW und eine Donaustufe der Uniper:

- *Leipheim*
- *Günzburg*
- *Offingen*
- *Gundelfingen*
- *Faimingen*
- *Dillingen*
- *Höchstadt*
- *Schwenningen*
- *Donauwörth*
- *Bertoldsheim (Uniper)*

Für diese Staustufen sind alle relevanten Daten (Bescheide, Stauziele, Überstauregelungen, Abflüsse HQ100 und HQ1000, Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung) vorhanden. Damit konnten die für das 2d-Modell notwendigen Wasserstands-Abfluss-Beziehung (im Folgenden als W-Q-Beziehung bezeichnet) für alle Staustufen aufgestellt werden. Die aufgestellten W-Q-Beziehungen wurden seitens der Betreiber bestätigt.

Aktuell gelten für die Staustufen Faimingen, Dillingen, Höchstädt und Bertoldsheim Überstauregelungen im Hochwasserfall.

3 Ortsbegehungen

3.1 Gemeinsame Ortsbegehung von Hydrauliker und WWA

Am 03.08.2016 wurde eine gemeinsame Ortsbegehung mit der ARGE SKI - Simultec durchgeführt. Da das Modell zunächst für die Untersuchung der Auswirkungen von gesteuerten und ungesteuerten Rückhalteräumen geplant war, lag das Hauptaugenmerk auf den geplanten Maßnahmen.

Daneben konnte man sich aber auch einen Eindruck über die bestehenden Verhältnisse insbesondere die Ausleitungen in den Riedstrom machen.

4 Vermessung

Die 2017 durchgeführten Vermessungen waren nicht Teil des Auftrages. Zu diesen Vermessungen gibt es einen eigenen Bericht [5].

5 Hydraulik

5.1 Verwendete Programme für die Modellierung und Berechnung

Für die Netzerstellung und die Berechnungen kommt folgende Software zum Einsatz:

- Laser_AS-2d, Version 4.0 (Netzerstellung)
- Flussschlauchgenerator, Version 4.0 (Netzerstellung)
- SMS, Version 12.2 (Pre- und Postprocessing)
- Hydro_AS-2d, Version 4.4 (Solver)

5.2 Detailplanung Modelle + Berechnungen

5.2.1 Abgrenzung Modellumgriff

Die Ausdehnung des Modells quer zur Fließrichtung orientiert sich an der Ausdehnung der Überschwemmungsflächen bei HQ1000 gemäß HWGK 2013 zuzüglich eines Puffers. Nach Berechnungen HQ1000 mit Deichlegeszenarien wurde das Modell noch nachträglich an einigen Stellen erweitert. Bei den Erweiterungsbereichen handelt es sich um relativ kleine Bereiche bei Gundremmingen, im Tal der Egau und der Kessel sowie ein Bereich zwischen Heißenheim und Mertingen.

5.2.2 Beschreibung aller Randbedingungen und Modellansätze

Die Modellansätze wurden im Wesentlichen von den Vorgängermodellen übernommen. Für die Staustufen wurde die ab Hydro_AS-2d - Version 4.2 neue Randbedingung *H-Wehr (Steuerung)* angewendet. *Mit dieser Randbedingung kann eine einfache W-Q-Beziehung ebenso wie eine komplexere Steuerung, etwa mit einer Vorabsenkung und anschließendem Höherstau, abgebildet werden. Zudem muss die W-Q-Beziehung nicht mehr streng monoton steigen, wodurch auch ein konstantes Stauziel vorgegeben werden kann.*

Der unterstromige Modellrand der Donau ist mit der W-Q-Beziehung der Staustufe Bertoldsheim als Randbedingung belegt (siehe auch Punkt 5.7.5).

Die Nebengewässer (siehe Punkt 5.4.1) werden ab dem Eintritt in das Modellgebiet abgebildet und stellen die seitlichen Zuflüsse zur Donau dar.

5.2.3 Beschreibung der Modellierungsarbeiten

Das Flussschlauchnetz der Donau und der in den Bestandsmodellen modellierten Nebengewässer wurde aus den Bestandsmodellen übernommen. Das Vorland wurde aus den aktuellen Laser-DGM neu erstellt. In Donauwörth wurde die Insel Ried mit zugehörigem Seitenarm der Wörnitz sowie den Ufermauern unverändert aus dem Modell der Wörnitz übernommen.

Östlich der Staatsstraße St 2047 bei Marxheim wurden Flussschlauch und Vorland aus dem Donaumodell des WWA Ingolstadt übernommen.

Alle Randbedingungen wurden danach eingegeben.

Nach Abschluss der Kalibrierung und Validierung durch das Ingenieurbüro SKI wurde die weitere Bearbeitung vom Wasserwirtschaftsamt Donauwörth fortgeführt.

5.3 Vorbereitung / Überarbeitung von Bestandsmodellen

5.3.1 Beschreibung der Arbeiten an Bestandsmodellen

Die benötigten Flussschläuche wurden aus den vorhandenen Bestandsmodellen herausgeschnitten. Das Donaumodell des WWA Ingolstadt wurde westlich der St2047 bei Marxheim und östlich der Staustufe Bertoldsheim zugeschnitten.

5.4 Flussschlauchmodell

5.4.1 Erstellung Flussschlauch durch Hydrauliker

Das Flussschlauchnetz der Donau und der in den Bestandsmodellen modellierten Nebengewässer wurde aus den Bestandsmodellen übernommen. Anpassungen des Netzes erfolgten nur im Zuge der Modellierung der Brücken (Einbau von Widerlager- und Pfeilergeometrien sowie Konstruktionsunterkanten).

Das fortgeschriebene 2d-Modell wurde im Bereich der Brenz erweitert. Das Flussschlauchnetz der Brenz wurde aus dem Bestandsmodell der Brenz übernommen.

Der Flussschlauch der Wörnitz wurde aus dem gegenüber dem Bestandsmodell der Donau aktuelleren Wörnitz-Modell übernommen.

An der Zusam zwischen Fkm 12,5 und 13,5 wurden drei vorhanden Abstürze ins Modell eingebaut.

Für die Berechnung wurden die neuesten Querprofile der Donau (derzeit aus 2013) auf das Flussschlauchnetz interpoliert. Die Regelprofile der Donau liegen in einem Abstand von 200 Meter vor. Die Querprofile der Zusam wurden 2003 aufgenommen.

Folgende Nebengewässer wurden im Modell modelliert:

- Binnenentwässerung Oberelchingen
- Binnenentwässerung Leipheim
- Leibi
- Roth
- Biber
- Nau
- Günz
- Binnenentwässerung Faimingen
- Binnenentwässerung Dillingen
- Binnenentwässerung Höchstädt
- Binnenentwässerung Schwenningen
- Mindel
- Brenz
- Glött
- Egau
- Klosterbach
- Landgraben/Glöttgraben
- Kessel
- Zusam
- Wörnitz
- Schmutter
- Egelseebach
- Lech

5.5 Erstellung des Vorlandmodells

5.5.1 Erstellung des Vorlandmodells

Das Vorlandnetz wurde mit dem Programm Laser_AS-2d neu vermascht. Bis auf die Vermessungsbruchkanten wurden keine weiteren Bruchkanten, wie z.B. Gebäudeumgriffe, Nutzungsgrenzen, Straßenbruchkanten etc. in das Modell aufgenommen. Gebäudeumgriffe wurden nicht berücksichtigt. Bebaute Bereiche wurden über eine entsprechende Materialbelegung berücksichtigt. Straßenbruchkanten und Nutzungsgrenzen wurden nicht berücksichtigt.

Mit dem WWA Donauwörth wurden die in Tabelle 3 dargestellten Parameter der Datei „Laser-in.dat“ abgestimmt. Zusätzlich wurde die maximale Elementgröße auf 1000 m² erhöht. Diese Einstellungen entsprechen im Wesentlichen denen des Bestandsmodells Dillingen.

Tabelle 3: Parameter Laser-in.dat

1.0	Rasterabstand (dxy) [m]
0.50, 0.50	Höhentoleranz [m] (dz1: Standardwert, dz2: für mit Tol_z.map definierte Bereiche)
8.0	Redistribute (dl) [m]
1	Radius für die Ermittlung der Maximalwerte (in Hinblick auf Deichkrone), vgl. Handbuch
1	Wichtig: Radius bezieht sich auf den Rasterabstand, z.B. 2 bedeutet Radius = 2 x dxy [m]
1	Koeffizient, kann 0 oder 1 sein
	0 = Die Nachbarn - Bruchkantenpunkte werden für die Bestimmung der Maximalwerte nicht verwendet
	1 = Die Nachbarn - Bruchkantenpunkte werden für die Bestimmung der Maximalwerte verwendet
0.15	Filterungsgrad (0 = keine Filterung; 0.25 = maximale Filterung)
8., 30	Redistribute - Punktabstand [m], (dl) + Winkeländerung für Bruchkanten (Bruch-terrestrisch.map)
6., 30	Redistribute - Punktabstand [m], (dl) + Winkeländerung für Gebäude (Gebaeude.map)
15., 30	Redistribute - Punktabstand [m], (dl) + Winkeländerung für Umgrenzung (Umgrenzung.map)
200.	
Flag	Definiert Qualität des resultierenden DGMS
2, 2	DGM_Qualität = (1...4), dl_min = (1...4)
	1 = geringere Genauigkeit, weniger Netzpunkte
	4 = höhere Genauigkeit, mehr Netzpunkte

Der Modellumgriff ist so groß gewählt, dass keine Modellgrenzen innerhalb von großen Vorlandabflüssen liegen. Um jedoch die Knotenanzahl unter der maximal von Hydro_AS-2d unter Windows zulässigen von 3,5 Mio. Punkten zu halten, mussten tlw. von den Standard-Vorgaben für Hochwassergefahrenkarten abweichende Werte im Laser_As-2d gewählt werden. Durch Verschneidungen berechneter Wasserspiegel bei der Berechnung des HW2013 und des eHQ100 mit dem Original-DGM wurden jedoch relevante Straßenoberkanten ermittelt, die aufgrund der gewählten Parameter von Laser_AS-2d aus dem Berechnungsnetz eliminiert wurden. Diese Straßenoberkanten wurden manuell wieder in das Modell eingepflegt.

Bebauung wird bis HQ100 in der Regel nicht durchströmt. Wirklich hydraulisch relevante Gebäude wie das Gebäude beim Sportplatz an der Kohlplatte bei Leipheim wurden nachgepflegt.

Vermessungsbruchkanten :

Von den relevanten linienförmigen Stauhaltungs- und HWS-Anlagen liegen Vermessungen mit einem Punktabstand von in der Regel 20 m bis 50 m vor.

In Anlage 1.1 sind die vorhandenen Vermessungsdaten der Vorlandstrukturen (mit Aufnahmedatum falls vorhanden) zusammengestellt. Relevante Vorlandstrukturen, von denen keine Vermessungsdaten vorliegen, wurden in März und April 2017 terrestrisch vermessen. Insbesondere betrifft dies einige Ausleitungsstellen für den Riedstrom.

Im Bereich der Kesselmündung wurde eine Umgestaltung des Gewässerverlaufes der Kessel und der begleitenden Deiche durchgeführt. Der Flussschlauch in diesem Bereich wurde entsprechend angepasst. Für die Deiche wurden die Planungshöhen verwendet.

Terrestrisch vermessene Uferhöhen an der Zusam von Fkm 12,5 – 13,5 wurden manuell ins Modell übernommen.

Westlich von Genderkingen wurde durch einen Kiesabbauunternehmer ein Feldweg in der Höhe verändert. Der Weg wurde 2018 terrestrisch vermessen und manuell ins Modell eingebaut.

5.5.2 Rauheiten

Die Materialbelegung des Vorlandes erfolgte anhand von ATKIS Daten. Dabei wurden die Material-IDs und Stricklerwerte entsprechend dem Projekt „Hochwassergefahrenkarten Bayern“ vergeben (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Materialbelegung Vorland

Materialname SMS	Material-ID	kst [m1/3/s]	Klassenzugehörigkeit ATKIS
Fliessgewaesser	10	25	Fließgewässer, Schiffsverkehr
Stehendes_Gewaeser	20	30	Stehendes Gewässer
Bebauung	30	10	Wohnbaufläche (geschlossene Bebauung einschl. Hofflächen, Hausgärten, Ein- und Auffahrten)
Gewerbegebiet	31	12	Industrie- und Gewerbefläche
Sonstige_Siedlungsflaeche	32	12	Fläche gemischter Nutzung bzw. Fläche besonderer funktionaler Prägung (Krankenhaus, Universität etc.)
Siedlungsfreiflaeche	33	16	Sport, Freizeit und Erholung; Friedhof
Abbauflaeche	34	30	Tagebau, Grube, Steinbruch
Verkehrsflaeche	40	40	Platz, Rollbahn, Bahnhofsanlage, Flughafen, Flugplatz, Hafen
Strasse_Weg	41	40	Weg, Straßenverkehr
Ackerland	50	15	Landwirtschaft
Gruenland	51	20	Unkultivierte Fläche
Heide_Moor	53	18	Heide, Moor (Moos)
Wald	54	10	Wald (Nadelwald, Laubwald, Mischwald, Forst)
Gehoelz	55	10	Gehölz (Gebüsch, Strauchbewuchs, Baumreihe, Baumgruppe)
Flutmulden DON	251	25	Grasbewachsene Flutmulden im Bereich Donauwörth

Für jedes Nebengewässer wurde ein eigener Materialtyp angelegt. Die Stricklerwerte wurden aus den jeweils aktuellsten Modellen der Nebengewässer übernommen.

Tabelle 5: Materialbelegung Nebengewässer

Materialname SMS	Material-ID	kst [m ^{1/3} /s]
Roth	152	29
Biber	153	29
Guenz	154	30
Nau	155	30
Mindel	156	30
Brenz	157	29
Egau	158	30
Gloett Ost	159	29
Gloett West	160	29
Klosterbach	161	33
Landgraben	162	29
Kessel	163	30
Zusam	164	30
Schmutter	165	30
Woernitz	166	35
Egelseebach oberstrom	167	33
Egelseebach unterstrom	168	30
Lech	169	40
Friedberger Ache	170	25
Entwässerungsgräben	171	25

5.5.3 Grabenstrukturen

Nur in den Altmodellen modellierte Grabenstrukturen (z.B. Binnenentwässerung entlang der Stauhaltungsdämme) und Nebengewässer wurden in das Neumodell übernommen.

5.6 Zusammenführen von Modellteilen

Die Modellteile Flussschläuche (Wörnitz + Vorland Insel Ried), Vorland und Modell des WWA Ingolstadt wurden in SMS zusammengefügt.

Spätere Erweiterung erfolgten, um bei Deichlegeszenarien HQextrem das komplette Überschwemmungsgebiet abdecken zu können.

5.7 Bauwerke

5.7.1 Brücken

Für die Modellierung der Brücken werden die Pfeilergeometrien, Widerlagergeometrien und Konstruktionsunterkanten benötigt.

Diese Daten wurden den Bestandsmodellen sowie ergänzend Bestandsplänen und bemaßten Bauwerksskizzen entnommen. Ergänzend wurden einige Brücken in März und April 2017 terrestrisch vermessen. Brückenpfeiler wurden über „disable“-Elemente modelliert. Konstruktionsunterkanten wurden grundsätzlich eingebaut, da somit direkt aus dem Modell und den Ergebnisdaten hervorgeht, ob eine Brücke eingestaut ist oder nicht.

Bei Überströmbaren und bei HQextrem überströmten Brücken wurden Wehrüberfälle angeordnet.

Die Brücken sowie die jeweiligen Datenquellen sind in Anlage 1.2 zusammengestellt.

5.7.2 Durchlässe

Die Daten der Durchlässe sind in den Bestandsmodellen hinterlegt und wurden aus diesen übernommen. Bei Modellerweiterungen mussten Durchlässe ergänzt werden. Die Modellierung erfolgt wie in den Bestandsmodellen mit Nodestings auf Basis eines eindimensionalen Ansatzes. Die vorhandenen Siele wurden in das Modell eingebaut.

5.7.3 Düker

Es sind keine relevanten Düker bekannt.

5.7.4 Abstürze

An der Donau sind keine Abstürze vorhanden.

An der Zusam wurden zwischen Fkm 12,5 und 13,5 drei vorhanden Abstürze ins Modell eingebaut.

5.7.5 Wehre

Im Modellgebiet befinden sich folgende neun Staustufen der BEW und eine Staustufe der Uniper:

Name der Staustufe	Stauziel (DHHN12)
Leipheim	452,62
Günzburg	446,11
Offingen	439,62
Gundelfingen	434,62
Faimingen	429,61, ab 700 m³/s 430,31
Dillingen	423,00, ab 750 m³/s 423,50
Höchstätt	417,45, ab 750 m³/s 417,70
Schwenningen	410,00
Donauwörth	403,70
Bertoldsheim (Uniper)	391,80, ab 500 m³/s 391,50, ab 960 m³/s 392,00

Alle Staustufen können auch bei HQ1000 ihr Stauziel einhalten.

Alle Staustufen wurden über die „H-Wehr (Steuerung)“ Randbedingung modelliert. Dabei liegen der Auslaufnodestring und der Wiedereinlaufnodestring direkt an den „disable“-Elementen der Staustufe. Bei der Nachrechnung abgelaufener Hochwässer wurde auch die Randbedingung „H-Wehr (Zeit)“ bei Staustufen mit Überstauregelung angewendet, um die zeitlichen Entwicklungen des Überstaus abzubilden.

Ein Parameter der Randbedingung „H-Wehr (Steuerung)“ ist die Wehrgeschwindigkeit.

Bei Staustufen ohne Überstau kam es bei den zunächst eingestellten Wehrgeschwindigkeiten teilweise zu unplausiblen Schwankungen in Abfluss- und Wasserstand. Bei Einstellung einer Wehrgeschwindigkeit von 0,0002 m/s wird das Stauziel gehalten und es kommt zu keinen Schwankungen.

Bei Staustufen mit Überstau wird bei Beginn des Überstaus durch Hydro-As-2D der Abfluss aus der Staustufe deutlich reduziert. Beim Ende des Überstaus wird wiederum der Abfluss aus der Staustufe deutlich erhöht. In der Realität wird der Überstau relativ langsam angefahren. Die Wehrgeschwindigkeit wurde deshalb soweit wie möglich auf 0,0001 m/s gesenkt. Dadurch können diese Abflussänderungen reduziert werden. Da das Ereignis weit vor (bzw. nach) der eigentlichen Hochwasserspitze eintritt, hat dies auf den maximalen Wasserstand des Ereignisses keinen Einfluss.

Bei der Staustufe Bertoldsheim erwies sich eine Wehrgeschwindigkeit von 0,0003 m/s als ausreichend.

5.7.6 Rechen

Es sind keine Rechen im Modellgebiet modelliert worden.

5.7.7 Besonderheiten

Die Stauhaltungs- und HWS-Anlagen wurden vermessen. Eine Liste ist als Anlage 1.1 beigefügt.

Aufgrund der vielen Staustufen wird mit einem Startwasserspiegel begonnen, der etwa dem Mittelwasser entspricht.

5.8 Randbedingungen und ergänzende Einstellungen

5.8.1 Zuflussrandbedingungen

Die Nebengewässer sind modelliert (siehe Punkt 5.4.1) und werden ab dem Eintritt in das Modellgebiet abgebildet und stellen die seitlichen Zuflüsse zur Donau dar.

5.8.2 Auslaufrandbedingung

Der unterstromige Modellrand der Donau ist mit der W-Q-Beziehung der Staustufe Bertoldsheim als Randbedingung belegt (siehe auch Punkt 5.7.5). Der Auslaufrand des Vorlandes ist mit einem Energieliniengefälle von 1,5 ‰ belegt, dies entspricht dem mittleren Energieliniengefälle des HQ100 Bestandsmodells.

5.8.3 Allgemeine Berechnungsparameter (Global Parameters)

Tabelle A.1.5.5: Global Parameters

H_{min} [m]	0,01
Vel_{max} [m/s]	15,00
A_{min} [m ²]	10
CMUVISC	0,60
Zeitschritt Qstrg/und Gangliniendefinition [s]	900
Zeitschritt ausschreiben Ergebnisdaten [s]	3600

Bei der ersten Aufstellung der Donaumodelle hat Herr Dr. Nujic das A_{min} von 10 m² festgelegt.

Da sich die Geometrie des Flussschlauchs sich nur unwesentlich verändert hat, wurde diese Festlegung beibehalten. Die Gesamtfläche der Zellen kleiner 10m² entspricht im Modell 3,5% der Gesamtfläche des Berechnungsnetzes. Dies entspricht der Vorgabe.

5.8.4 Kontrollquerschnitte

Es wurden umfangreiche Kontrollquerschnitte zur Ermittlung von Abflüssen, wie z.B. an Pegeln, ins Modell eingebaut.

5.8.5 Pegelpunkte

Es wurden umfangreiche Pegelpunkte zur Ermittlung von Wasserspiegellagen, wie z.B. an Pegeln, ins Modell eingebaut.

5.9 2D Gesamtmodell und Proberechenlauf

5.9.1 Proberechenlauf

Es wurden Proberechenläufe für das HW2013 erstellt.

5.9.2 Modellprüfung durch Hydrauliker

Das Prüftool Check2DM.exe wurde verwendet. Bis auf den Bereich des Modells das WWA Ingolstadt werden die Kriterien eingehalten. In diesem Bereich gelten die Ergebnisse dieses Modells aufgrund der Nähe zum Auslauftrand nicht.

5.9.3 Berechnungsart

Aufgrund der bisherigen Erfahrungen und Berechnungen sowie aufgrund des Riedstroms ist im Modellgebiet eine instationäre Berechnung erforderlich.

5.9.4 Erfolgte Anpassungen

Aktualisierung und Überprüfung von Durchlässen und Brücken, insbesondere auch bei überströmbaren Brücken wurden durchgeführt.

5.10 Überprüfung der Modellparametrisierung

Es wurde eine Kalibrierung anhand von Wasserspiegelfixierungen, anhand von Pegeln und anhand der Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes beim Hochwasser 2013 zwischen Faimingen und Donauwörth durchgeführt.

Mit den kalibrierten Rauheitsbeiwerten nach Strickler wird für das dokumentierte Hochwasserereignis vom Juni 2013 eine in Summe sehr gute Übereinstimmung von Berechnung und Messung erreicht. Dies gilt sowohl für den Flussschlauch der Donau als auch für den Riedstrom.

Die eingestellten Stricklerwerte im Flussschlauch liegen mit 36 und 37 $m^{1/3}/s$ in einem engen Band und damit in einem auch physikalisch sinnvollen Bereich.

Die Plausibilisierung erfolgte anhand einer Berechnung des Hochwassers von 1999.

Zudem wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt.

Im Unterschied zu den Berechnungen HQ100 und HQ_{extrem} wurden die Berechnungen mit der Hydro_AS Version 4.2 und im Höhensystem DHHN12 durchgeführt.

Details zu den Berechnungen können der Anlage 2 Donau (Iller bis Lech) – Verbesserung Hochwasserschutz - Datenmanagement und Modelle Hydraulik – Modellaufbau und –anpassung, SKI 2018 entnommen werden.

5.11 Endgültige Rechenläufe aller Jährlichkeiten

5.11.1 Durchgeführte Berechnungen

Es wurden Berechnungen für die Szenarios HQ₁₀₀ und HQ_{extrem} durchgeführt. Der Kalibrierungsrechenlauf HW2013 entspricht in etwa einem HQ10 und wird als Szenario HQ_{häufig} für die Hochwassergefahrenkarten verwendet. Weitere Abflüsse (HQ5, HQ20) können bei Bedarf nachgezogen werden.

5.12 Rechenläufe in Gebieten mit Hochwasserschutzanlagen (HWSA)

5.12.1 Leistungsband HQ100

Ein Leistungsband wurde noch nicht erstellt.

5.12.2 Ermittlung geschützte Gebiete HQ100 und Hochwassergefahrenflächen HQ_{extrem}

Alle Deiche (Ausnahme Wörnitzdeich in Donauwörth) werden für die Ermittlung geschützter Gebiete und für die Berechnung des HQ_{extrem} wechselseitig gelegt. Ist der Donauabfluss für diesen Deich maßgeblich, so werden alle Deiche rechts der Donau bzw. bei einer anderen Berechnung alle Deiche links der Donau gelegt. Zusammen mit der Berechnung ohne gelegte Deiche ergibt der maximale Wasserstand und die maximale Ausuferungsfläche dieser drei Berechnungen das Ereignis HQ_{extrem}.

5.12.3 Ermittlung Hochwassergefahrenflächen hinter HWSA für HQ₁₀₀

Das Wasserwirtschaftsamt hat entschieden, für die Ermittlung der Hochwassergefahrenflächen wie bei den bisherigen Berechnungen für die vorläufige Sicherung bzw. amtliche Festsetzung unabhängig vom Ausbaugrad der Deiche keine Deichlegesenarien anzuwenden.

5.12.4 Datenaufbereitung Deichlegesenarien

Nach der Ermittlung von h_{max}.dat durch das Auswertetool für die drei Rechenläufe IST, Deichlegesenario links und Deichlegesenario rechts wird das Maximum für h_{max} und wspl_{max} der drei Rechenläufe ermittelt. Danach werden mit dem Auswertetool die weiteren Geometrien erzeugt. Bei den Berechnungen hat sich gezeigt, dass beim Deichlegesenario rechts der Abfluss der Donau ab Donauwörth größer als im Istzustand ist. Somit werden durch die Deiche westlich von Donauwörth auch Gebiete geschützt die sich zwischen Donauwörth und der Lechmündung befinden.

5.13 Zusammenfassung Hydraulik

5.13.1 Zusammenfassung Hydraulik durch Hydrauliker

Die gute Übereinstimmung der Kalibrierung HW2013, die Vermessung aller wesentlichen Längsstrukturen sowie die Überprüfung der Ergebnisse gewährleisten eine hohe Qualität der Berechnungsergebnisse.

5.13.2 Zusammenfassung Hydraulik durch Qualitätssicherer

Die Modellerstellung inkl. Überprüfung der Modellparametrisierung wurde durch das Ingenieurbüro SKI durchgeführt. Als Qualitätssicherer war dabei das Wasserwirtschaftsamt Donauwörth (Herr Kaiser) tätig. Die weiteren Berechnungen führte das Wasserwirtschaftsamt Donauwörth (Herr Kaiser) selbst durch. Als Qualitätssicherung war hier amtsintern Herr Löffler tätig.

Modellierung und Ergebnisse entsprechen den Vorgaben des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft.

6 Anlagenverzeichnis

Anlage 1.1 Vermessene Stauhaltungs- und HWS-Anlagen

Anlage 1.2 Brückendaten

Anlage 2 Donau (Iller bis Lech) – Verbesserung Hochwasserschutz - Datenmanagement und Modelle Hydraulik – Modellaufbau und –anpassung, SKI vom 15.03.2018 mit Anlagen

7 Literatur

[1] Abflussganglinien der Donau und ihrer Zuflüsse zwischen Iller und Lech für verschiedene Jährlichkeiten, HVZ Iller/Lech WWA Kempten vom 21.04.2008

[2] Nachrechnung von Bemessungshochwassern, HVZ Iller/Lech WWA Kempten vom 01.02.2017

[3] Nachrechnung vergangener Hochwasser, HVZ Iller/Lech WWA Kempten vom 01.02.2017

[4] Donau (Iller bis Lech) – Verbesserung Hochwasserschutz – Datenmanagement und Modelle Hydraulik – Modellkonzept, SKI vom 10. März 2017

[5] Endbericht Vermessungsleistungen im Rahmen der Verbesserung des Hochwasserschutzes an der Donau, GeoVogt Ingenieure GmbH vom 31.08.2017

[6] Ermittlung des Überschwemmungsgebietes der Donau von Offingen bis Donauwörth Fkm 2508 – 2556 WWA Donauwörth von 2015