



**Wasserwirtschaftsamt
Ingolstadt**



FLUTPOLDER GROßMEHRING GRUNDWASSERMODELL

Teil 3: Einsatz Grundwassermodell

Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt
Ingolstadt, den2018

.....
BOR Martin Mayer

aufgestellt:
Björnsen Beratende Ingenieure GmbH
Augsburg, im Oktober 2018

.....
Dr. Ing. Michael Probst

BCE

BJÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

Björnsen Beratende Ingenieure GmbH
Niederlassung Augsburg
Morellstraße 33 · 86159 Augsburg
Telefon 0221 689308-0 · Telefax 0221 689308-11

Oktober 2018
Knö/PH/fgr1604936

Inhaltsverzeichnis

Erläuterungsbericht		Seite
1	Veranlassung und Auftrag	1
2	Eingesetztes Grundwassermodell	2
2.1	Randbedingungen	3
2.1.1	Bezugszustand	3
2.1.2	Planungszustand	11
2.2	Untersuchte Varianten und Zustände	11
3	Mittlere Verhältnisse (MQ)	18
4	IST-Zustand Donau HQ ₂₀₀ (Bezugszustand)	20
4.1	Randbedingungen Bezugszustand	20
4.2	Auswirkungen auf die Grundwasserstände	21
4.3	Austausch mit bestehenden Oberflächengewässern	24
5	Planung Variante 1 - Donau HQ ₂₀₀ (Bemessung)	25
5.1	Randbedingungen Variante 1	25
5.2	Auswirkungen auf die Grundwasserstände	28
5.3	Austausch mit bestehenden Oberflächengewässern	32
6	Planung Variante 2 - Donau HQ ₂₀₀ (Bemessung)	34
6.1	Randbedingungen Variante 2	34
6.2	Auswirkungen auf die Grundwasserstände	37
6.3	Austausch mit bestehenden Oberflächengewässern	39
7	Planung Variante 3 - Donau HQ ₂₀₀ (Bemessung)	40
7.1	Randbedingungen Variante 3	40
7.2	Auswirkungen auf die Grundwasserstände	43
7.3	Austausch mit bestehenden Oberflächengewässern	45
8	Gesamtbewertung der Ergebnisse zu den Varianten 1 bis 3	47
9	Grobdimensionierung von geplanten Schöpfwerken und zusätzlich erforderlichen wasserwirtschaftlichen Anpassungsmaßnahmen	51
9.1	Worst Case - Parameterverteilungen	51
9.2	Grobdimensionierung Schöpfwerk Alte Donau	53
9.3	Variante 1 - Anpassungsmaßnahme Manching-Rottmanshart	54

Abbildungsverzeichnis	Seite
Abbildung 1: Hydrogeologischer Prinzip Schnitt durch den Untersuchungsraum	2
Abbildung 2: Modellaufbau	2
Abbildung 3: Abflussganglinie Donau HQ ₂₀₀ , Bezugspegel Ingolstadt Luitpoldstraße (Ausgabepunkt INGO [5])	3
Abbildung 4: Berechnete Abflussganglinien der Nebengewässer bei Donau HQ ₂₀₀	4
Abbildung 5: Abgeleitete Randbedingung Alte Donau für das BHQ Donau HQ ₂₀₀	6
Abbildung 6: Grundwasserneubildung und berechnete Wasserstände Donau bei Donau HQ ₂₀₀	7
Abbildung 7: Lageplan der Sanierungsbrunnen auf dem IN-Campus Gelände	9
Abbildung 8: Genehmigte maximale Auskiesungsfläche Fa. Radmer incl. Abbaufelder IV-11 bis IV-13 (bis 2035), ohne geplante Wiederverfüllung / Landschaftsseen	10
Abbildung 9: Berechnete Donauwasserstände (2D-WSP-Modell) – auf Höhe Dotationsstelle R. Vorlandgraben, Bezugszustand und Variante 1 bis 3	13
Abbildung 10: Berechneter maximaler Poldereinstau (2D-WSP-Modell) - Variante 1 bis 3	13
Abbildung 11: Bilanzierte Gewässerabschnitte	17
Abbildung 12: Planung - Variante 1	26
Abbildung 13: Berechnete Abflüsse (2D-WSP-Modell) – Planung Variante 1	26
Abbildung 14: Zusätzlich berücksichtigte Auskiesungsflächen (Vorranggebiet)	28
Abbildung 15: Berechnete Grundwasserspiegeldifferenzen Planung Variante 1 zu Bezugszustand - Gewerbe-/Industriegebiet „Am Bahnhof“, Ortsteil Manching-Rottmanshart	30
Abbildung 16: Planung - Variante 2	36
Abbildung 17: Berechnete Abflüsse (2D-WSP-Modell) - Planung Variante 2	36
Abbildung 18: Planung Polder - Variante 3	41
Abbildung 19: Berechnete Abflüsse (2D-WSP-Modell) - Planung Variante 3	41
Abbildung 20: Lageplan mit poldernahem Gewässersystem und Ausdehnung Polder entsprechend Variante 1	48
Abbildung 21: Berechnete Aussickerungsraten Gewässersystem Franziskanergraben / Alte Donau bei Einsatz Polder	49
Abbildung 22: Berechnete Aussickerung in die Drainage und ermitteltes Gesamtvolumen, Bemessungsfall – Variante 1	57

Tabellenverzeichnis		Seite
Tabelle 1:	Berechnete Scheitelabflüsse und Jährlichkeiten der Abflüsse für das BHQ	4
Tabelle 2:	Gemessene Scheitelabflüsse beim HW 2013	5
Tabelle 3:	Grundwasserentnahmen Betriebswasserversorgung	8
Tabelle 4:	Grundwasserentnahmen der Sanierungsbrunnen auf dem IN-Campus	9
Tabelle 5:	Eckdaten der betrachteten Poldervarianten	12
Tabelle 6:	Berechnete Aussickerung bei mittleren Verhältnissen	20
Tabelle 7:	Maximale berechnete Aussickerung Franziskanergraben / Alte Donau bei Einsatz Polder	49
Tabelle 8:	Maximale berechnete Aussickerung Franziskanergraben / Alte Donau (mit WORST CASE 2 - Ansatz)	54
Tabelle 9:	Grobdimensionierung Schöpfwerke	57

Anlagen

- 1 Grundlagen
- 1.1 Flutpolder Großmehring Grundwassermodell - Modellraum
- 1.2 Flutpolder Großmehring Grundwassermodell - Lageplan
- 1.3 Randbedingungen
- 1.3.1 Flutpolder Großmehring und Katzau; Bemessungsganglinien HQ100, HQ200 und HQ1000
- 1.3.2 Planungsberechnungen - Übersicht der untersuchten Varianten und Zustände
- 2 Mittlere Verhältnisse (MQ), Berechnete Grundwasserstände mit Flurabstandsbereichen

- 3 Flutpolder Großmehring Grundwassermodell
IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ (Bezugszustand)
- 3.1 Maximale berechnete Überflutungsfläche 2D-WSP-Modell
- 3.2 Maximale berechnete Grundwasserstände mit Flurabstandsbereichen
- 3.3 Ganglinien berechneter Grundwasserstände
- 3.3.1 Westlicher Bereich – GWM 01 05 0229
- 3.3.2 Westlicher Bereich – GWM 01 05 0241
- 3.3.3 Westlicher Bereich – GWM 01 05 0227
- 3.3.4 Westlicher Bereich – GWM MANCHING HWS B1
- 3.3.5 Östlicher Bereich – GWM 01 05 0255
- 3.3.6 Östlicher Bereich – GWM Auslagerungspunkt 2
- 3.3.7 Östlicher Bereich – GWM Auslagerungspunkt 3
- 3.3.8 Östlicher Bereich – GWM WESTENHAUSEN 135
- 3.3.9 Östlicher Bereich – GWM 4026_MessstelleB7(Nr.4)
- 3.4 Berechneter Austausch mit Oberflächengewässern
- 3.4.1 Franziskanergraben
- 3.4.2 Alte Donau
- 3.4.3 Paar (östl. Polder)

- 4 Flutpolder Großmehring Grundwassermodell
Planung Variante 1 - Donau HQ₂₀₀ (Bemessung)
- 4.1 Maximale berechnete Überflutungsfläche 2D-WSP-Modell
- 4.2 Berechnete Grundwasserspiegeldifferenzen - Planung Variante 1 gegen IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ (Bezugszustand)
- 4.3 Maximale berechnete Grundwasserstände mit Flurabstandsbereichen
- 4.4 Ganglinien berechneter Grundwasserstände
- 4.4.1 Westlicher Bereich – GWM 01 05 0229
- 4.4.2 Westlicher Bereich – GWM 01 05 0241
- 4.4.3 Westlicher Bereich – GWM 01 05 0227
- 4.4.4 Westlicher Bereich – GWM MANCHING HWS B1
- 4.4.5 Östlicher Bereich – GWM 01 05 0255
- 4.4.6 Östlicher Bereich – GWM Auslagerungspunkt 2
- 4.4.7 Östlicher Bereich – GWM Auslagerungspunkt 3
- 4.4.8 Östlicher Bereich – GWM WESTENHAUSEN 135
- 4.4.9 Östlicher Bereich – GWM 4026_MessstelleB7(Nr.4)
- 4.5 Berechneter Austausch mit Oberflächengewässern
- 4.5.1 Franziskanergraben
- 4.5.2 Alte Donau
- 4.5.3 Paar (östl. Polder)

- 5 Flutpolder Großmehring Grundwassermodell
Planung Variante 2 - Donau HQ₂₀₀ (Bemessung)
- 5.1 Maximale berechnete Überflutungsfläche 2D-WSP-Modell
- 5.2 Berechnete Grundwasserspiegeldifferenzen - Planungszustand Variante 2 gegen IST-Zustand (Bezugszustand)
- 5.3 Maximale berechnete Grundwasserstände mit Flurabstandsbereichen
- 5.4 Ganglinien berechneter Grundwasserstände
 - 5.4.1 Westlicher Bereich – GWM 01 05 0229
 - 5.4.2 Westlicher Bereich – GWM 01 05 0241
 - 5.4.3 Westlicher Bereich – GWM 01 05 0227
 - 5.4.4 Westlicher Bereich – GWM MANCHING HWS B1
 - 5.4.5 Östlicher Bereich – GWM 01 05 0255
 - 5.4.6 Östlicher Bereich – GWM Auslagerungspunkt 2
 - 5.4.7 Östlicher Bereich – GWM Auslagerungspunkt 3
 - 5.4.8 Östlicher Bereich – GWM WESTENHAUSEN 135
 - 5.4.9 Östlicher Bereich – GWM 4026_MessstelleB7(Nr.4)
- 5.5 Berechneter Austausch mit Oberflächengewässern
 - 5.5.1 Franziskanergraben
 - 5.5.2 Alte Donau
 - 5.5.3 Paar (östl. Polder)

- 6 Flutpolder Großmehring Grundwassermodell
Planung Variante 3 - Donau HQ₂₀₀ (Bemessung)
- 6.1 Maximale berechnete Überflutungsfläche 2D-WSP-Modell
- 6.2 Berechnete Grundwasserspiegeldifferenzen - Planungszustand Variante 3 gegen IST-Zustand (Bezugszustand)
- 6.3 Maximale berechnete Grundwasserstände mit Flurabstandsbereichen
- 6.4 Ganglinien berechneter Grundwasserstände
 - 6.4.1 Westlicher Bereich – GWM 01 05 0229
 - 6.4.2 Westlicher Bereich – GWM 01 05 0241
 - 6.4.3 Westlicher Bereich – GWM 01 05 0227
 - 6.4.4 Westlicher Bereich – GWM MANCHING HWS B1
 - 6.4.5 Östlicher Bereich – GWM 01 05 0255
 - 6.4.6 Östlicher Bereich – GWM Auslagerungspunkt 2
 - 6.4.7 Östlicher Bereich – GWM Auslagerungspunkt 3
 - 6.4.8 Östlicher Bereich – GWM WESTENHAUSEN 135
 - 6.4.9 Östlicher Bereich – GWM 4026_MessstelleB7(Nr.4)
- 6.5 Berechneter Austausch mit Oberflächengewässern
 - 6.5.1 Franziskanergraben
 - 6.5.2 Alte Donau
 - 6.5.3 Paar (östl. Polder)

- 7 Flutpolder Großmehring Grundwassermodell
Bemessung von Anpassungsmaßnahmen
- 7.1 Geplante Dränage östlich der Paar - Längsschnitt -
- 7.2 Planung Variante 1 - Donau HQ₂₀₀ (Bemessung) - Worst Case 1, Berechnete Grundwasserspiegeldifferenzen Planungszustand Variante 1 gegen IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ (Bezugszustand) – Anpassungsmaßnahme Drainage

Verwendete Unterlagen

- [1] BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH, Koblenz (Niederlassung Augsburg)
Flutpolder Großmehring - Grundwassermodell
Teil 1: Hydrogeologisches Modell (Datenstand: Mai 2016)
2016
(Auftraggeber: Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt)
- [2] BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH, Koblenz (Niederlassung Augsburg)
Flutpolder Großmehring - Grundwassermodell
Teil 2: Aufbau Grundwassermodell, Stationäre und instationäre Anpassung (Datenstand: März 2017)
2017
(Auftraggeber: Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt)
- [3] BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH, Koblenz (Niederlassung Augsburg)
Flutpolder Großmehring - Grundwassermodell
Teil 2: Vorschlag Sondermessnetz – Beweissicherungsprogramm
2018
(Auftraggeber: Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt)
- [4] Landratsamt Eichstätt
Wasserrechtliche Planfeststellung; Radmer Kies GmbH & Co. KG
Erweiterung eines Nasskiesabbaus mit teilweiser Wiederverfüllung auf den Abbau-
feldern IV-11, IV-12 und IV-13 sowie Tektur zur Rekultivierung des Abbaufeldes IV-
10 im Flurbereich Letten, Gemarkung Großmehring
Planfeststellungsbeschluss vom 14.05.2015
- [5] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Flutpolder Großmehring – Grundwassermodell
Bemessungsganglinien HQ100, HQ200 und HQ1000
Schreiben vom 06.04.2016 an RMD-Consult GmbH
- [6] Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW)
Technische Regel - Arbeitsblatt: DVGW W 107 (A)
Aufbau und Anwendung numerischer Grundwassermodelle in Wassergewinnungs-
gebieten
2016
- [7] Protokolle nachfolgender Besprechungen
 - beim WWA Ingolstadt am 04.02.2016
 - beim LfU, Augsburg, am 01.03.2016
 - beim WWA, am 09.05.2016
 - beim WWA, am 27.01.2017
 - beim WWA, am 22.02.2017
 - 3. Runder Tisch, Markt Manching, am 30.03.2017
 - beim WWA, am 16.05.2017
 - beim WWA, am 24.07.2017
 - beim WWA, am 13.09.2017
 - beim WWA, am 06.11.2017
 - 4. Runder Tisch, Markt Manching, am 20.11.2017

Abkürzungsverzeichnis

2d-Berechnung	Zweidimensionale hydrotechnische Berechnung
Δh	Höhendifferenz-/unterschied
Abw.	Abwasser
AG	Auftraggeber
BCE	Björnsen Beratende Ingenieure GmbH
BHQ	Bemessungshochwasser
Bgm.	Bürgermeister
BY	Bayern
EZG	Einzugsgebiet
Fl.km	Flusskilometer
FNP	Flächennutzungsplan
Gde.	Gemeinde
GEP	Gewässerentwicklungsplan
ggf.	gegebenenfalls
GW	Grundwasser
GWL	Grundwasserleiter
GWM	Grundwassermessstelle
HGM	Hydrogeologisches Modell
HQ ₂₀₀	200-jährliches Hochwasser (ein statistisch gesehen alle 200 Jahre auftretendes Hochwasserereignis)
HW	Hochwasser
HWS	Hochwasserschutz
INKB	Ingolstädter Kommunalbetriebe AöR
KA	Kläranlage
km	Kilometer
Lkr.	Landkreis
m	Meter
M	Maßstab
min	Minute
mm	Millimeter
mNN	Meter über Normal Null
Q	Abfluss
rd.	rund
ROV	Raumordnungsverfahren
TEG	Teileinzugsgebiet
WKA	Wasserkraftanlage
WSP	Wasserspiegel
WWA	Wasserwirtschaftsamt

1 Veranlassung und Auftrag

Der geplante Flutpolder Großmehring ist einer der möglichen Flutpolderstandorte an der Donau, die sich im Rahmen von Untersuchungen zum bayerischen Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020plus als besonders geeignet erwiesen hat. Er liegt südlich der Donau, auf Höhe der Gemeinde Großmehring (Lkr. Eichstätt), im Bereich der Donaustaufe Vohburg (Lkr. Pfaffenhofen an der Ilm), der kreisfreien Großstadt Ingolstadt und nördlich des Markts Manching, er hat eine Fläche von ca. 480 ha. Insgesamt könnten bei einem Extremhochwasserereignis im Flutpolder ca. 13 Mio. m³ Donauwasser zurückgehalten werden.

Zur Untersuchung der temporären und dauerhaften Auswirkungen auf das Grundwasser wurde auf Grundlage des Vertrages vom Januar 2016 ein numerisches Grundwassermodell erstellt. Das numerische Grundwassermodell wurde entsprechend den Vorgaben des Hydrogeologischen Modells [1] aufgebaut und an stationäre und instationäre Verhältnisse angepasst [2]. Entsprechend den Vorgaben des WWA Ingolstadt wurde das Grundwassermodell in der Modellumgebung FEFLOW (Version 6.2) aufgebaut.

Mit dem kalibrierten Modell wurden stationäre und instationäre grundwasserhydraulische Untersuchungen dazu durchgeführt, wie sich Bau und Einsatz des geplanten Flutpolders Großmehring auf die Grundwasserstände im Untersuchungsgebiet auswirken können und mit welchen technischen Lösungen nachteilige Auswirkungen verhindert werden können. Die Untersuchungen basieren auf dem Datenstand der technischen Planungen und hydraulischen Berechnungen bis September 2017.

2 Eingesetztes Grundwassermodell

Modellraum

Das numerische Grundwassermodell wurde für den in [1] abgeleiteten Modellraum aufgebaut (Anlage 1.1). Die Abbildung der im HGM [1] ermittelten Stratigraphie erfolgt mit einem Grundwasserleiter (s. Abbildung 2). Die Modelloberkante entspricht der Deckschichtunterkante. Die Modellunterkante wird durch die Schichtgrenze zwischen Quartär und Tertiär gebildet.

Die aus der technischen Planung (Vorplanung) bekannten Randbedingungen wurden beim Aufbau des Grundwassermodells (Teil 2) bereits mit berücksichtigt. Dies beinhaltet insbesondere die Trasse der geplanten HWS-Deiche für die verschiedenen zu betrachtenden Varianten. Die hydrogeologischen Parameter wurden entsprechend den Ergebnissen der Modellkalibrierung [2] übernommen.

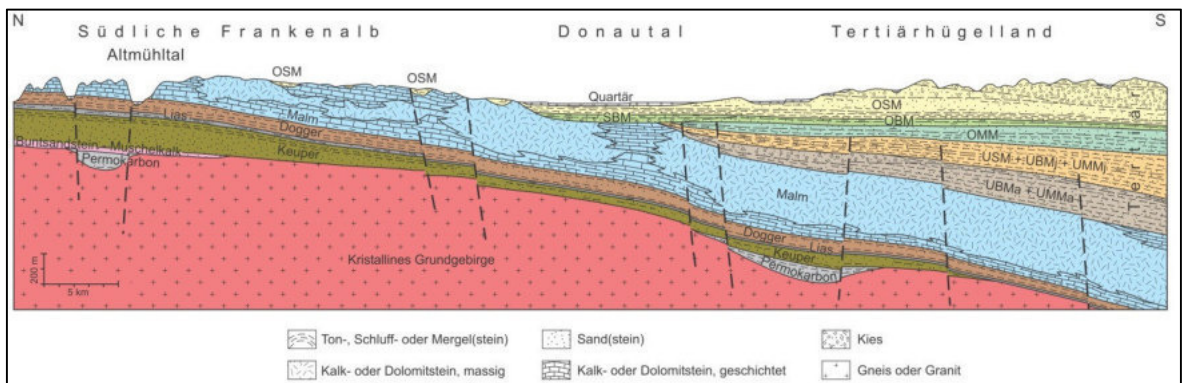


Abbildung 1: Hydrogeologischer Prinzip Schnitt durch den Untersuchungsraum

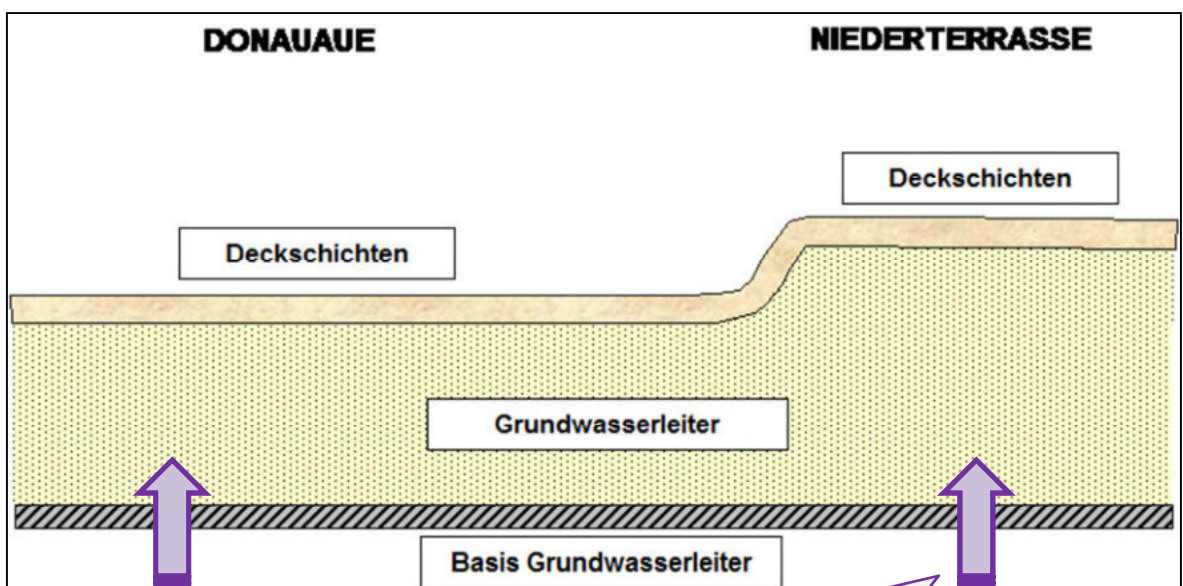


Abbildung 2: Modellaufbau

Vertikale Zusickerung aus dem Malm über das Tertiär

2.1 Randbedingungen

2.1.1 Bezugszustand

Bemessungshochwasser Donau HQ₂₀₀ (BHQ)

Grundlage für die Ermittlung der Auswirkungen der geplanten Maßnahmen auf das Grundwasser bildete das sogenannte Bemessungshochwasser (BHQ). Hierfür wurde vereinbarungsgemäß das Ereignis Donau HQ₂₀₀ zugrunde gelegt ([7], Vermerk vom 16.05.2017, Pos. 5). Dieses Ereignis liegt auch der Planung der technischen Anlagen zugrunde.

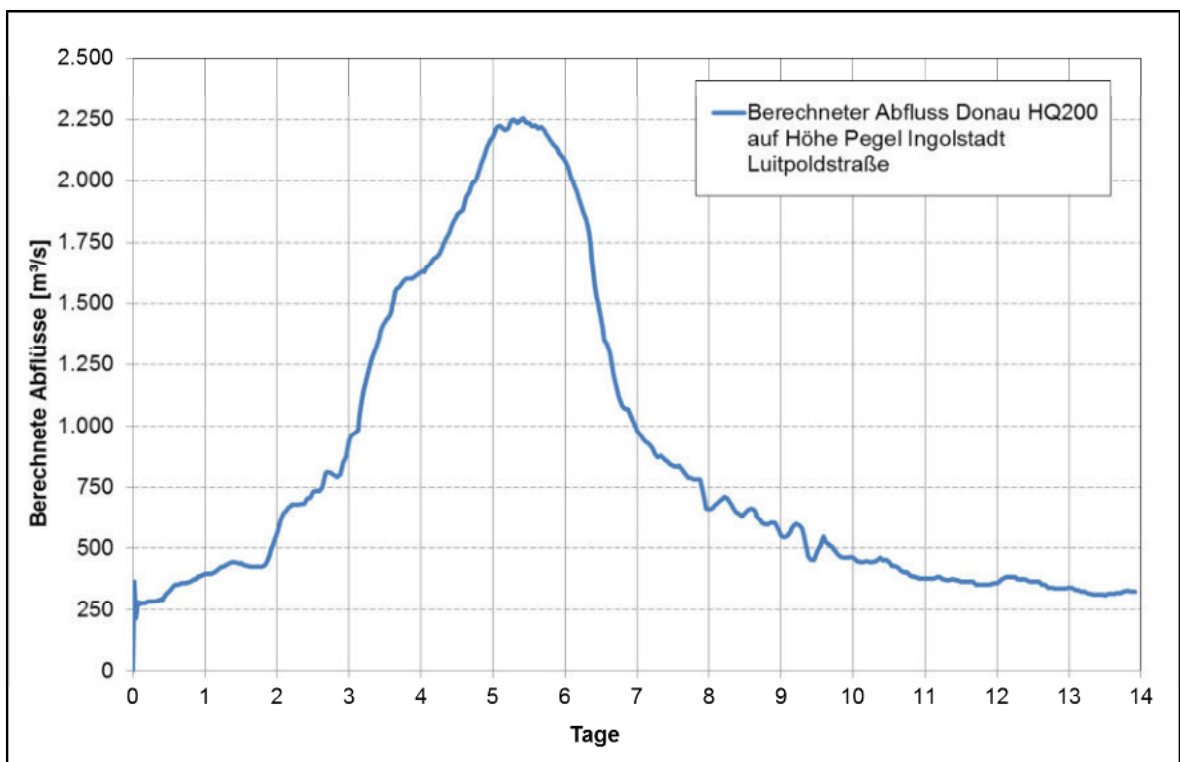


Abbildung 3: Abflussganglinie Donau HQ₂₀₀, Bezugspegel Ingolstadt Luitpoldstraße (Ausgabepunkt INGO [5])

Vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) wurden, für die Planungen zu den beiden Flutpoldern Großmehring und Katzau, Zuflussganglinien der Donau für die Jährlichkeiten HQ₁₀₀, HQ₂₀₀ und HQ₁₀₀₀ zur Verfügung gestellt (LARSIM Berechnungen). Der zeitliche Verlauf der berechneten Zuflussganglinie am Donauegel Ingolstadt, Luitpoldstraße für das Donau HQ₂₀₀ (BHQ) ist aus Abbildung 3 ersichtlich, der Scheitelabfluss ergibt sich dort zu 2.250 m³/s. Bei den seitens LfU durchgeführten Berechnungen wurden auch die von Süden zufließenden Nebengewässer der Donau mit einbezogen (Sandrach, Brautlach, Paar, Ilm, Abens). Die Abflüsse und der zeitliche Ablauf der Nebengewässer wurden zusammen mit den Ganglinien der Donau vom LfU ermittelt und vorgegeben (Anlage 1.3.1). Die für das Bemessungsereignis Donau HQ₂₀₀ an ausgewählten Ausgabepunkten ermittelten Scheitelabflüsse sind, zusammen mit den zugehörigen Jährlichkeiten, in Tabelle 1 zusammen gestellt.

Tabelle 1: Berechnete Scheitelabflüsse und Jährlichkeiten der Abflüsse für das BHQ

Gewässer	Scheitelabfluss bei BHQ Donau (HQ ₂₀₀) [m ³ /s]	Jährlichkeit
Donau	2.250	HQ ₂₀₀
Paar	47	HQ ₁₀ – HQ ₂₀
Sandrach	5	< HQ ₁ ¹
Brautlach	4	< HQ ₁ ¹
Ilm	50	HQ ₁₀ – HQ ₂₀

Der zeitliche Verlauf der im 2D-WSP-Modell berechneten Abflussganglinien an den berücksichtigten Nebengewässern ist für ausgewählte Standorte aus Abbildung 4 ersichtlich.

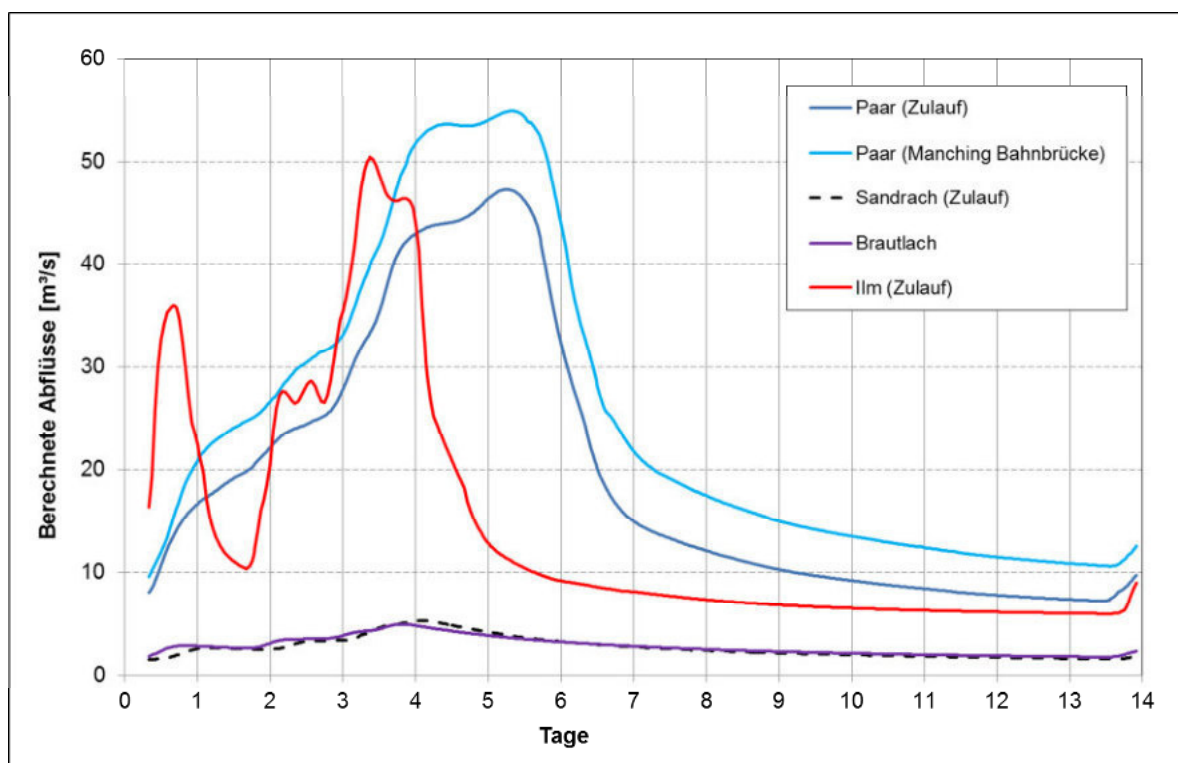


Abbildung 4: Berechnete Abflussganglinien der Nebengewässer bei Donau HQ₂₀₀

Übernahme Wasserspiegel aus 2D-WSP-Modell

Auf Grundlage der seitens LfU bereitgestellten Zuflussganglinien wurden von RMD-Consult GmbH Berechnungen mit einem 2-dimensionalen Wasserspiegellagenmodell (2D-WSP-Modell) durchgeführt. Die hiermit, an den vorstehend genannten Gewässern und den zugehörigen Überschwemmungsgebieten, für das BHQ (HQ₂₀₀) ermittelte zeitliche Veränderung der

¹ <http://www.hnd.bayern.de> (Hochwassernachrichtendienst Bayern)

Wasserspiegel, wurde als Randbedingung an das Grundwassermodell übergeben. Für das Grundwassermodell wurden die Wasserspiegel ab ca. Stunde 8 der Berechnung im 2D-WSP-Modell berücksichtigt, um numerische Einflüsse zu Berechnungsbeginn zu eliminieren, zudem gibt dieser Zeitpunkt annähernd mittlere Abflüsse an den betrachteten Gewässern wieder.

Zu weiteren Einordnung sind in Tabelle 2 die für das HW 2013 ermittelten Scheitelabflüsse an der Donau und den o.a. Nebengewässern zusammen gestellt. Für die Donau ergibt sich am Pegel Ingolstadt Luitpoldstraße beim HW 2013 ein um 720 m³/s geringerer Scheitelabfluss als beim BHQ (Donau HQ₂₀₀). An den Nebengewässern wurden im Juni 2013 demgegenüber überwiegend deutlich höhere Abflüsse ermittelt, als die beim BHQ angesetzten Scheitelzuflüsse (Paar/Manching (Ort): rd. Faktor 1,7; Brautlach/Oberstimm: rd. Faktor 3,75; Ilm/Geisenfeld: rd. Faktor 1,8).

Tabelle 2: Gemessene Scheitelabflüsse beim HW 2013

Gewässer	Pegel	Scheitelabfluss beim HW 2013 [m ³ /s]	Jährlichkeit
Donau	Ingolstadt Luitpoldstraße	1.530	HQ ₁₀
Paar	Manching (Ort)	80	HQ ₅₀
Sandrach	Niederstimm	4	< HQ ₁ ¹
Brautlach	Oberstimm	15	HQ ₅₀ ¹
Ilm	Geisenfeld	90	HQ ₁₀₀ ¹

Wasserspiegel an sonstigen Nebengewässern

Für die weiteren Nebengewässer im Modellraum, die sich überwiegend südlich und südöstlich des geplanten Polders befinden (Riedelmoosgraben, Kühpicklgraben, Westenhausener Ach, Wellenbach, etc.), lagen aus dem 2D-WSP-Modell keine entsprechenden berechneten Wasserspiegel vor. Für diese Gewässer erfolgte die Festlegung der zeitlichen Variation der Wasserspiegel beim BHQ (HQ₂₀₀) in Anlehnung an die im Rahmen der instationären Kalibrierung (HW2013) abgeleiteten Ansätze ([1], [2]).

Der zeitliche Verlauf der Wasserstände an der Alten Donau ist von besonderer Bedeutung für die Vorflutwirkung des Altgewässers, für das von Westen und Südwesten zufließende Grundwasser und damit für die Grundwasserstände im Nahbereich des geplanten Polders [1]. Der Wasserstand der Alten Donau wird u.a. durch die Wasserstandsentwicklung der Paar, auf Höhe der Einmündung der Alten Donau und den Betrieb des dort bestehenden Schützes bestimmt. Die Regulierung des Schützes zur Paar erfolgt durch die Gemeinde Großmehring, bei Hochwasser der Paar wird es von Hand geschlossen und nach Ablauf der Welle wieder geöffnet [1]. Der maximale Wasserstand in der Alten Donau tritt dementsprechend i.d.R. erst nach dem Erreichen des Scheitelwertes in der Paar bzw. nach dem Verschließen des Schützes auf.

Für den Bezugzustand (BHQ) wurden die Wasserstände an der Alten Donau auf Grundlage der dort für das HW 2013 abgeleitete Randbedingung zugrunde gelegt [2], wobei hinsichtlich des zeitlichen Verlaufes eine Anpassung, unter Berücksichtigung der für die Paar berechneten Hochwasserwelle beim BHQ, erfolgte. In Abbildung 5 sind der für die Alten Donau (Pegel P 2) abgeleitete Verlauf der Wasserstände beim BHQ, zusammen mit dem für das HW2013 abgeleiteten Ansatz, gegenübergestellt. Hieraus ist zu erkennen:

- Der maximale Wasserstand der Alten Donau auf Höhe des Pegels P 2 (Radmer) wurde beim BHQ unverändert entsprechend dem beim HW 2013 gemessenen maximalen Wert von 360,24 mNN gewählt [1].

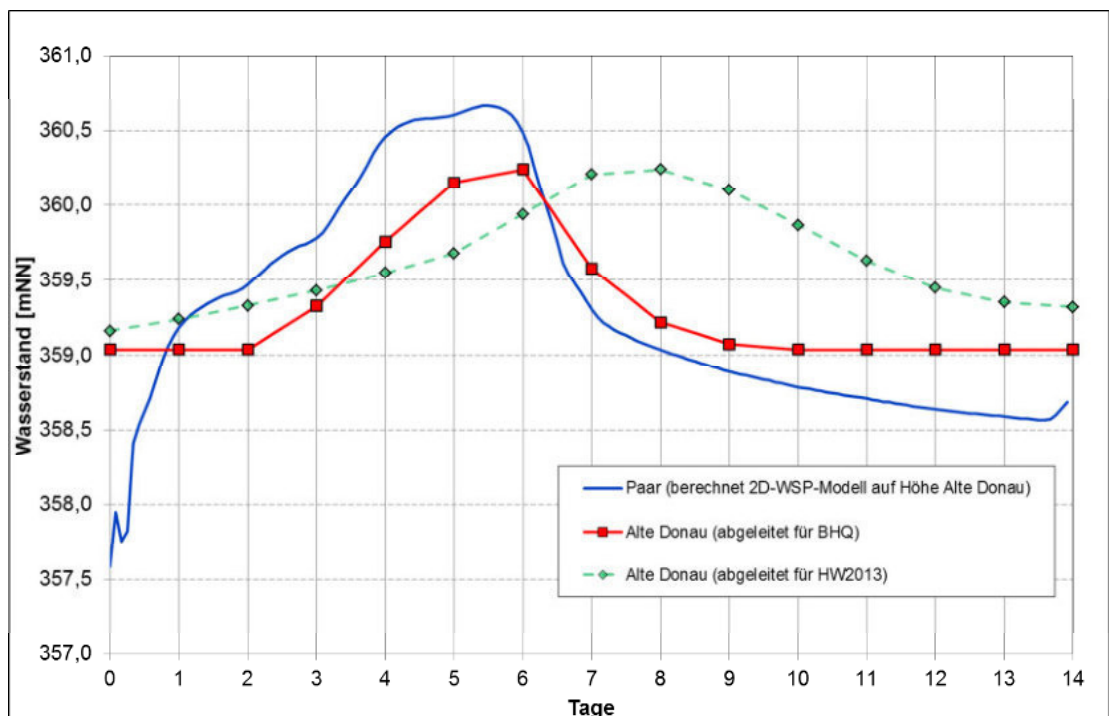


Abbildung 5: Abgeleitete Randbedingung Alte Donau für das BHQ Donau HQ₂₀₀

- Der zeitliche Verlauf der Wasserstandsänderungen in der Alten Donau wurde unter Berücksichtigung der für die Paar, auf Höhe der Einmündung der Alten Donau, mit dem 2D-WSP-Modell berechneten Wasserstände angepasst. Die für das BHQ berechnete Ganglinie der Paar weist dort einen schnelleren Anstieg und Rückgang auf, als beim Ereignis HW 2013. Dementsprechend ergibt sich auch für den an der Alten Donau abgeleiteten Wasserspiegel (Pegel P 2) beim BHQ sowohl ein schnellerer Anstieg als auch ein schnellerer Rückgang der Wasserstände.

Insgesamt ergibt sich hieraus, hinsichtlich der Wasserstände an den Oberflächengewässern im Modellraum, für den Bemessungsfall (BHQ) eine Überlagerung eines Ereignis HQ₂₀₀ an der Donau, mit einem HQ₁₀ – HQ₂₀ an der Paar, sowie Wasserständen an den o.a. binnenseitigen

Gräben, die in Anlehnung an die Ansätze für das HW2013 gewählt wurden, wobei diese voraussichtlich einem HQ_{50} zuzuordnen sind. Dieser Ansatz liegt auf der sicheren Seite der Betrachtung, da eine entsprechende Überlagerung eine geringe Wahrscheinlichkeit aufweist.

Grundwasserneubildung aus Niederschlag

Die Grundwasserneubildung im Modellgebiet wurde für das BHQ in Anlehnung an die für die instationäre Kalibrierung am HW 2013 abgeleiteten Ansätze, räumlich differenziert und in taggenauer Variation angesetzt (siehe [2], Kap. 2.4.2.2). Die zeitliche Zuordnung im Betrachtungszeitraum des BHQ erfolgte im Hinblick auf eine ungünstige Überlagerung der Grundwasserneubildung mit dem Anstieg der Wasserstände in den maßgebenden Gewässern (siehe Abbildung 6). Für den 14 tägigen Betrachtungszeitraum ergibt sich eine Grundwasserneubildung von insgesamt rd. 65 mm. Die mittlere jährliche Grundwasserneubildung im Modelraum wurde zu 53 mm/a (siehe [1], Kap. 3.7.1) ermittelt. Somit wird im o.a. Betrachtungsraum eine Grundwasserneubildung entsprechend rd. dem 1,2-fachen der mittleren jährlichen Grundwasserneubildung berücksichtigt.

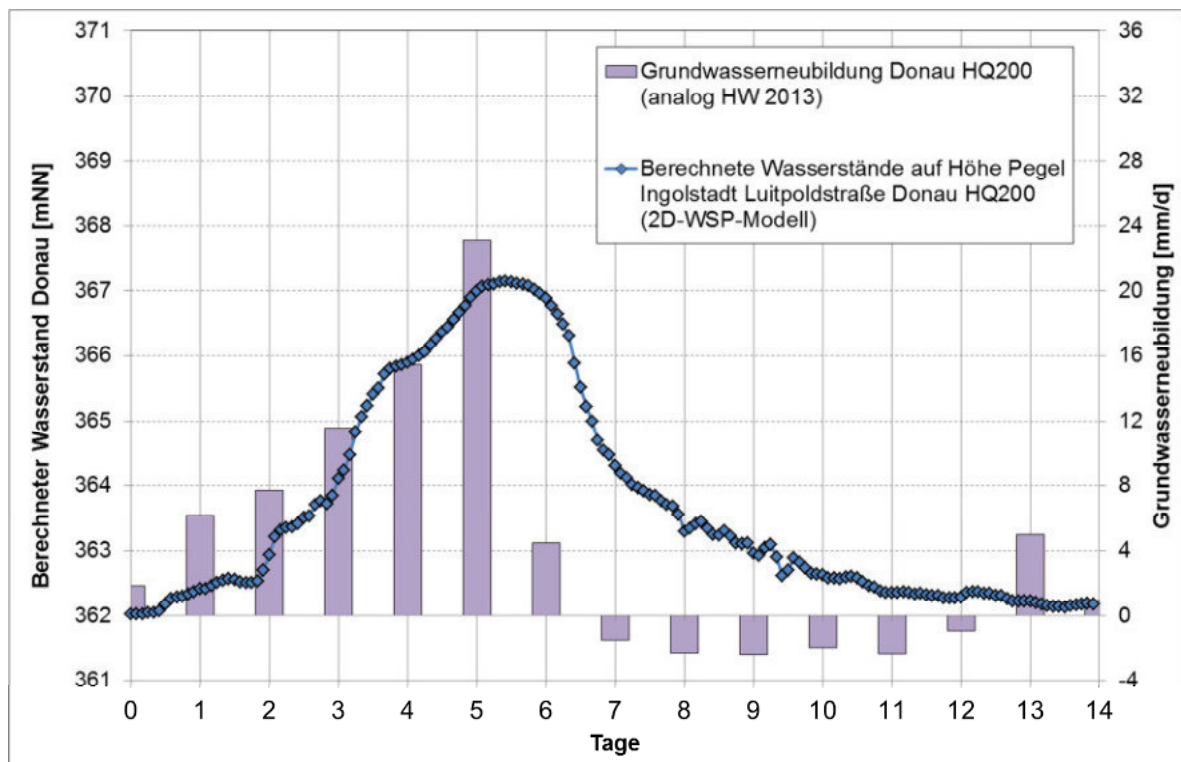


Abbildung 6: Grundwasserneubildung und berechnete Wasserstände Donau bei Donau HQ_{200}

Randzustrom und –abstrom im quartären Grundwasserleiter

Der Randzustrom in den Modellraum, am westlichen, südlichen und südöstlichen Modellrand (Donaumoos und Feilenmoos) wurde aus dem stationären Modell übernommen [1]. Der Zufluss über diese Modellränder wurde zu insgesamt rd. 780 l/s angesetzt. In gleicher Weise

wurde der Randabstrom am nordöstlichen Modellrand bei Vohburg aus dem stationären Modell übernommen. Die Modellränder liegen in größerer Entfernung zum geplanten Polderstandort (> 5 km) und zu den für die vorliegenden Untersuchungen relevanten Bereichen.

Grundwasserentnahmen

Für die im Modellraum bestehenden Brunnen von Betriebswasserversorgungen wurden die Entnahmen entsprechend dem langjährigen Mittelwert im Zeitraum WWJ 2005/15 festgesetzt (Tabelle 3).

Tabelle 3: Grundwasserentnahmen Betriebswasserversorgung

Betriebswasserversorgung	Mittel WWJ 2005/15	
	[m³/a]	[m³/h]
Schlachthof Ingolstadt	162.614	18,6
Karl Binder GmbH	99.696	11,4
MEWA, Brunnen B18	110.835	12,7
EON Irsching, B1	17.287	2,0
EON Irsching, B2	123.252	14,1
EON Irsching, B3	39.808	4,5
EON Irsching, B5	68.512	7,8
SUMME	622.000	71,0

Auf dem ehem. Werksgelände der BAYERNOIL in Ingolstadt, aktuell *IN-Campus der AUDI AG*, erfolgen Entnahmen zu Sanierungszwecken (siehe auch HGM, [1]). Die Grundwasserförderung wird seit April 2015 über 4 Entnahmestellen mit einer Förderrate von 50 - 100 m³/h betrieben. Das geförderte Wasser kann, gemäß amtlichen Bescheid, bis zum 31.12.2018 in die Donau geleitet werden.

Im Rahmen von grundwasserhydraulischen Untersuchungen wurde für die vollständige hydraulische Sicherung (Abstromsicherung) eine notwendige Erhöhung der Gesamtentnahme auf 165 m³/h aus insgesamt 6 Brunnen ermittelt (Entnahme aus 4 bestehenden Brunnen und 2 neuen Brunnen). Die Standorte dieser Sanierungsbrunnen sind aus Abbildung 7 ersichtlich.

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist geplant zukünftig aus bis zu 10 Entnahmestellen ca. 100 - 200 m³/h zu fördern. Hierbei soll ab 2019 das entnommene Wasser nicht mehr in die Donau abgeleitet, sondern auf dem Gelände wiederversickert werden (Mitteilung WWA Ingolstadt vom Juni 2016). Der zugehörige Antrag zur wasserrechtlichen Erlaubnis vom 15. Dezember 2016 befand sich zum vorliegenden Bearbeitungsstand des Grundwassermodells in Prüfung.

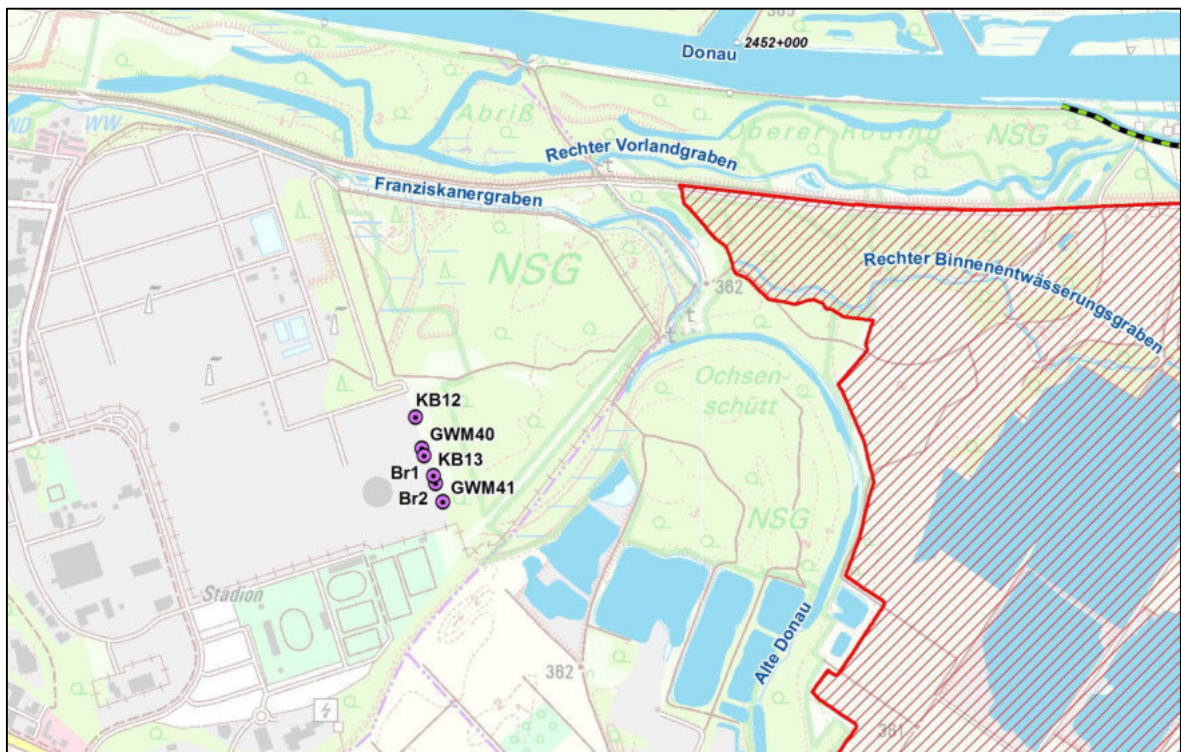


Abbildung 7: Lageplan der Sanierungsbrunnen auf dem IN-Campus Gelände

Entsprechend den getroffenen Abstimmungen ([7], 24.07.2017) wurde bei den Untersuchungen mit dem Grundwassermodell eine Entnahme von 165 m³/h ohne Reversickerung angesetzt. Die Verteilung auf die 6 berücksichtigten Brunnen erfolgte entsprechend der Aufstellung in Tabelle 4. Diese Situation stellt, im Hinblick auf einen möglichen Zustrom aus dem Gebiet des Flutpolders zu den Sanierungsbrunnen, einen ungünstigeren Zustand dar, als der künftig geplante Betrieb mit Reversickerung des geförderten Grundwassers.

Tabelle 4: Grundwasserentnahmen der Sanierungsbrunnen auf dem IN-Campus

Sanierungsbrunnen	Geplante Entnahme	
	[m ³ /a]	[m ³ /h]
KB12	315.360	36
GWM40	87.600	10
Br1	324.120	37
KB13	376.680	43
Br2	289.080	33
GWM41	52.560	6
SUMME	1.445.400	165

Kiesabbau/Nassauskiesung

Die Fa. Radmer betreibt innerhalb des geplanten Flutpolders eine Nassauskiesung. Für die Untersuchungen zum Polder Großmehring wurde der, auf Grundlage der Vermessung vom 21. November 2015, erstellte Bestandsplan zugrunde gelegt ([1], Anlage 6). Der Abbau an den Feldern IV-1 bis IV-9 ist abgeschlossen, die Abbauflächen sind bereits vollständig oder teilweise wiederverfüllt. Bereichsweise wurden Baggerseen belassen oder Biotopseen angelegt. Außerdem wurde im Bezugszustand die zugunsten der Fa. Radmer genehmigten Auskiesung in den Abbaufeldern IV-11 bis IV-13, innerhalb des geplanten Polders, berücksichtigt (Planfeststellungsbeschluss vom 14.05.2014 für Nassauskiesung im Zeitraum 2013 – 2035). Die im Bescheid für diese Abbaufelder vorgegebene Wiederverfüllung ab 2039, incl. der Anlage von Landschaftsseen, wurde abstimmungsgemäß nicht berücksichtigt ([7], 24.07.2017).

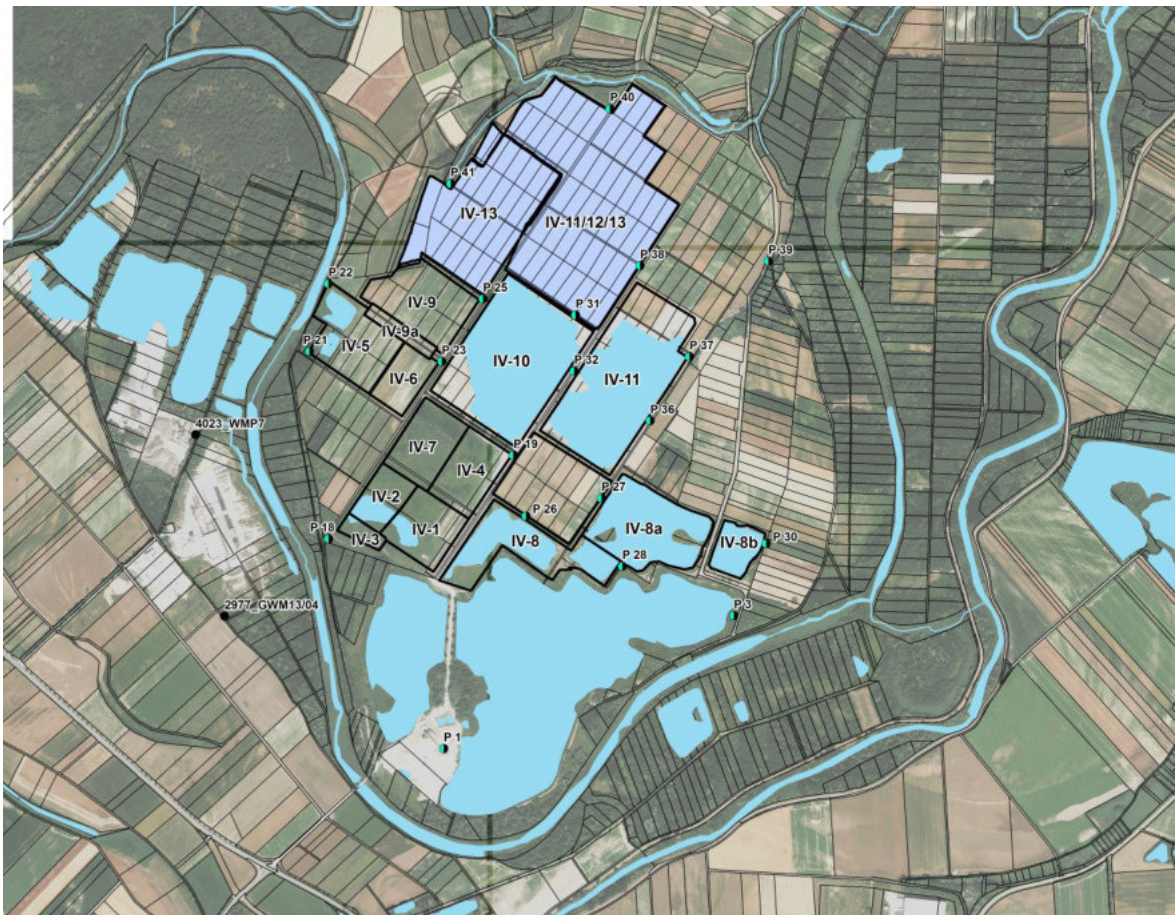


Abbildung 8: Genehmigte maximale Auskiesungsfläche Fa. Radmer incl. Abbaufelder IV-11 bis IV-13 (bis 2035), ohne geplante Wiederverfüllung / Landschaftsseen

Zusätzliche Randbedingungen

Der Ausgangswasserspiegel im Grundwasser wurde im Bezugszustand entsprechend den mittleren hydrologischen Verhältnissen gewählt.

2.1.2 Planungszustand

Übernahme Wasserspiegel 2D-WSP-Modell

Die mit dem 2D-WSP-Modell berechnete zeitliche Veränderung der Wasserspiegellagen, in den berücksichtigten Gewässern und auf den überfluteten Vorländern (Donau, Paar, Ilm etc.), wurden als Randbedingung in das Grundwassermodell übernommen.

Im Planungszustand betrifft dies zusätzlich die Wasserspiegeländerungen innerhalb des geplanten Polders (siehe Kap. 2.1.2). Weitere detailliertere Angaben zum geplanten Einsatz des Polders (Befüllung- und Entleerungsvorgang) und den hieraus resultierenden Randbedingungen (Zu- und Abflüsse, Wasserstände) werden bei den jeweils untersuchten Varianten in Kap. 5.1, Kap. 6.1 und Kap. 7.1 gemacht.

Für den Planungszustand wurden, mit Ausnahme der unterschiedlichen Wasserspiegellagen aus dem 2D-WSP-Modell, dieselben Randbedingungen wie im Bezugszustand in Kap. 2.1.1 angesetzt.

Kiesabbau/Auskiesung

Entsprechend dem Bezugszustand wurde auch bei den Planungsvarianten die zugunsten der Fa. Radmer genehmigten Auskiesung in den Abbaufeldern IV-11 bis IV-13, innerhalb des geplanten Polders, ohne Rekultivierungsmaßnahmen angesetzt. Dies bedeutet, dass für die Abbaufelder IV-11 bis IV-13 die maximale genehmigte Auskiesungsfläche berücksichtigt wird. Für den Einsatz des geplanten Polders, mit Einstau dieser Flächen, stellt dies - im Hinblick auf die mögliche Zusickerung von Oberflächenwasser in das Grundwasser und die daraus resultierende Anhebung der Grundwasserstände - einen ungünstigen und damit auf der sicheren Seite liegenden Ansatz dar.

2.2 Untersuchte Varianten und Zustände

Einen Überblick über die betrachteten Varianten und Zustände und die insgesamt durchgeführten Rechenfälle gibt die tabellarische Zusammenstellung in Anlage 1.3.2. Dort sind die jeweiligen Randbedingungen, für den IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ (Bezugszustand) und den Planungszustand (Bemessung), mit den jeweils betrachteten Varianten aufgeführt.

Planungsvarianten

Auf Grundlage der Ergebnisse der technischen Planung (Vorplanung) und der durchgeführten hydraulischen Berechnungen wurden, für die weitere Untersuchung im Rahmen des Raumordnungsverfahrens (ROV), 3 Varianten ausgewählt. Die Auswahl erfolgte unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien (u.a. Rückhaltewirkung bzw. Einstauvolumen, mögliche Auswirkungen auf das Grundwasser, Eingriffe in naturschutzfachlich relevante Flächen, etc.).

In Tabelle 5 sind die seitens der technischen Planung (Vorplanung) und aus den Berechnungen mit dem 2D-WSP-Modell bereit gestellten wesentlichen Eckdaten der 3 betrachteten Varianten gegenüber gestellt. Die Varianten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer räumlichen Ausdehnung und damit auch hinsichtlich des möglichen Retentionsvolumens, sowie hinsichtlich der Standorte der Einlaufbauwerke. Bei allen 3 Varianten erfolgt die Entleerung des Polders über ein Auslaufbauwerk in die Paar.

Tabelle 5: Eckdaten der betrachteten Poldervarianten

Polder Variante	Poldervolumen [Mio. m ³]	Maximale Einstaufläche [ha]	Maximale berechnete Einstauhöhe im Polder [mNN]	Mittlere Wassertiefe im Polder ca. [m]
1	12,8	433	363,31	2,9
2	6,4	264	362,91	1,9
3	10,2	348	363,27	2,8

Die Poldervariante 1 umfasst mit 433 ha die größte Einstaufläche der drei Planungsvarianten, die Variante 2 mit 264 ha die geringste Ausdehnung der Einstaufläche und dementsprechend auch das geringste Poldervolumen. Die Variante 3 stellt einen Zwischenzustand zwischen den beiden vorstehend genannten Varianten dar (jeweils ca. 80% der Einstaufläche und des Einstauvolumens von Variante 1).

Zur Veranschaulichung der Auswirkungen der drei betrachteten Varianten auf die Donauwasserstände ist in Abbildung 9 der mit dem 2D-WSP-Modell jeweils berechnete Verlauf des Donauwasserstandes auf Höhe der Dotationsstelle zum Rechten Vorlandgraben dargestellt. Der maximale Donauwasserstand [mNN] ergibt sich dort wie folgt:

- Variante 1: 363,85 mNN
- Variante 2: 364,00 mNN
- Variante 3: 363,89 mNN

Im IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ (Bezugszustand) wird am gleichen Standort ein maximaler Donauwasserspiegel von 364,07 mNN ermittelt. Der zeitliche Verlauf der Wasserstände im Polder und der jeweils berechnete maximale Poldereinstau sind aus Abbildung 10 ersichtlich.

Weitergehende Erläuterungen zu den Randbedingungen der betrachteten Planungsvarianten sind bei den jeweiligen Variantenbetrachtungen aufgeführt (Variante 1: Kap. 5.1.; Variante 2: Kap. 6.1; Variante 3: Kap. 7.1).

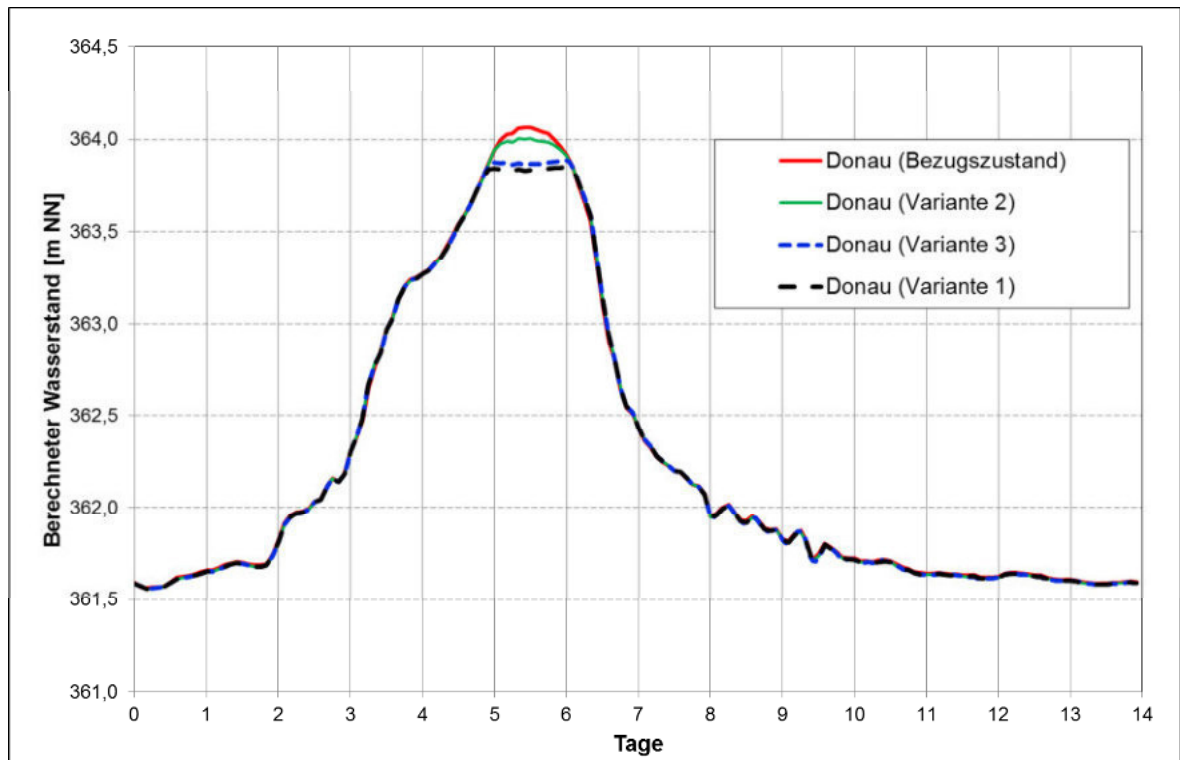


Abbildung 9: Berechnete Donauwasserstände (2D-WSP-Modell) – auf Höhe Dotationsstelle R. Vorlandgraben, Bezugszustand und Variante 1 bis 3

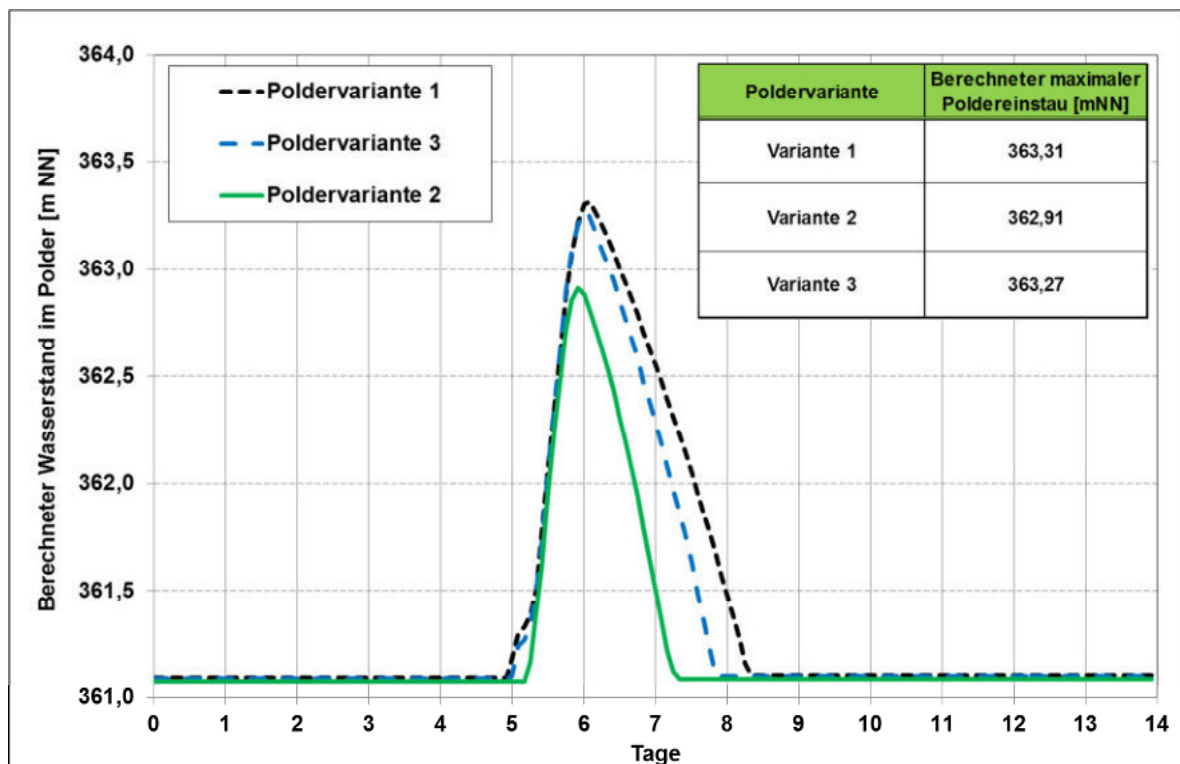


Abbildung 10: Berechneter maximaler Poldereinstau (2D-WSP-Modell) - Variante 1 bis 3

Zur Ermittlung der beim BHQ Donau HQ₂₀₀ (Bezugszustand) und beim BHQ Donau HQ₂₀₀ (Bemessung) mit Einsatz des Flutpolders, im Grundwasser auftretenden Reaktionen, wurden jeweils instationäre Berechnungen durchgeführt. Entsprechend den Eingangsdaten aus dem 2D-WSP-Modell wurde ein Zeitraum von insgesamt rd. 14 Tagen betrachtet.

Den instationären Berechnungen für das BHQ lag jeweils ein Ausgangszustand für mittlere hydrologische Verhältnisse zugrunde. Zur Ermittlung des Ausgangszustandes wurden jeweils stationäre Berechnungen durchgeführt.

Planungsbedingte dauerhafte Auswirkungen im Grundwasser

Bei den stationären Ausgangszuständen für die Planungsvarianten sind jeweils die für das Grundwasser relevanten, dauerhaft wirksamen Randbedingungen zu berücksichtigen. Die technische Planung (Vorplanung) sieht im HWS-Deich des geplanten Polders eine Innendichtung vor. Die genaue Einbindetiefe dieser Innendichtung ist in der derzeitigen Planungsphase noch nicht festgelegt worden. Nach Aussage der technischen Planung kann aber davon ausgegangen werden, dass diese nur partiell in den quartären Grundwasserleiter einbinden wird. Dies bedeutet, dass unterhalb der Innendichtung, in vertikaler Richtung, eine voraussichtlich bis zu mehrere Meter lange, freie Austauschstrecke im Grundwasserleiter verbleibt.

Vor diesem Hintergrund und aufgrund der hohen Durchlässigkeiten im quartären Grundwasserleiter, ist nicht von einer nennenswerten, dauerhaften hydraulischen Wirkung der geplanten Innendichtung auszugehen. Wesentliche Auswirkungen würden erfahrungsgemäß erst bei einer weitgehenden Absperrung des quartären Grundwasserleiters, um mehr als 95% seiner Aquifermächtigkeit, auftreten. Aufgrund dieser Einschätzung wurden die geplanten Innendichtungen, weder bei den stationären Ausgangszuständen, noch bei den instationären Planungsrechnungen, im Grundwassermodell berücksichtigt. Im Hinblick auf den binnenseitigen Sickerwasseranfall und den resultierenden Grundwasseranstieg beim Einsatz des Polders liegt dieser Ansatz auf der ungünstigen und damit sicheren Seite der Betrachtung.

Modellparameter

Die Untergrunddurchlässigkeiten und die Austauschraten der Oberflächengewässer wurden im IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ (Bezugszustand) und bei den betrachteten Planungsvarianten entsprechend der Modellkalibrierung gewählt [2].

Im Hinblick auf die Konzeptionierung von zusätzlich erforderlichen wasserwirtschaftlichen Anpassungsmaßnahmen (Dichtwände, Drainagen) und die Grobdimensionierung erforderlicher Binnenentwässerungsmaßnahmen (Schöpfwerke), erfolgten darüber hinaus ergänzende Untersuchungen mit modifizierten Parameterverteilungen, im Sinne einer *Worst Case* - Betrachtung. Diese umfassten, je nach Fragestellung, folgende Ansätze:

- **Worst Case 1:**
Ungünstige Parameterverteilungen hinsichtlich der Auswirkungen auf die maximalen Grundwasserstände. Dieser Ansatz wurde zur Grobdimensionierung einer wasserwirtschaftlichen Anpassungsmaßnahme südöstlich der Paar, auf Höhe von Manching-Rottmannshart herangezogen.
- **Worst Case 2:**
Ungünstige und damit auf der sicheren Seite liegende Parameterverteilungen im Hinblick auf den voraussichtlichen Sickerwasserfall, in den bestehenden, als Binnenentwässerung wirksamen Gewässern (Franziskanerwasser- und graben, Alte Donau). Die auf dieser Grundlage ermittelten Ergebnisse dienen als Grundlage für eine Grobdimensionierung von erforderlichen Schöpfwerken seitens der technischen Planung.

Weitergehende Erläuterungen zu den diesbezüglich durchgeführten Untersuchungen mit dem Grundwassermodell enthält Kap. 9.

Durchlässigkeit der Deckschichten

Bei Einsatz des Polders erfolgt aus den überfluteten Flächen eine vertikale Zusickerung von Oberflächenwasser in den Grundwasserbereich. Außer über die als offene Grundwasserblänke bestehenden/geplanten Auskiesungsflächen kann auch eine Zusickerung über die oberflächennahen Schichten der wiederverfüllten Auskiesungsflächen bzw. über die natürlicherweise anstehenden Deckschicht, in den nicht für die Auskiesung vorgesehenen Flächen, innerhalb des geplanten Polders erfolgen.

Die Höhe der Zusickerungsmenge durch die Deckschichten in das Grundwasser wird hierbei durch verschiedene Faktoren beeinflusst (Wasserstand auf den überstauten Flächen, Grundwasserstand bzw. Druckwasserspiegel im Grundwasserleiter, Mächtigkeit der Deckschichten, Beschaffenheit der Deckschichten). Die summarische Wirkung von Mächtigkeit und Durchlässigkeit der Deckschichten wird durch den sogenannten Leakage-Faktor beschrieben, der sich als Quotient von Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) der Deckschicht und Mächtigkeit der Deckschicht ergibt:

$$\text{Leakage-Faktor } L = k_f - \text{Deckschicht} / \text{Mächtigkeit der Deckschicht}$$

Die Deckschichten innerhalb des Polders werden überwiegend mit sandigen Schluffanteilen angesprochen (BIS-Bayern, Stand: 15.02.2016). Für entsprechende Lockergesteine ergeben sich erfahrungsgemäß Größenordnungen des Durchlässigkeitsbeiwerts von 10^{-5} bis 10^{-7} . Für die Berechnungen mit dem Grundwassermodell wurde ein Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = 5 \cdot 10^{-5}$ m/s gewählt, dieser Ansatz liegt damit im Hinblick auf die mögliche Zusickerung von Oberflächenwasser in das Grundwasser damit auf der sicheren Seite der Betrachtung. Die mittlere Deckschichtmächtigkeit innerhalb des Polders wurde zu 1,6 m ermittelt. Hieraus ergibt sich für die Deckschichten im Bereich des geplanten Polders ein Leakage Faktor $L = 3 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Auswertung der Berechnungsergebnisse

Die Ergebnisse der instationären Berechnungen mit dem Grundwassermodell wurden wie folgt ausgewertet:

➤ **Grundwasserspiegeldifferenzen**

Die Auswirkungen der jeweils betrachteten Varianten auf die Grundwasserstände werden durch einen Differenzenplan veranschaulicht. Die Differenzen wurden hierbei zwischen den maximalen berechneten Grundwasserständen der jeweils betrachteten Variante (Planungszustand) und dem Bezugszustand (IST-Zustand) gebildet. Grundwasserspiegeldifferenzen größer 0,1 m bzw. kleiner -0,1 m werden als signifikant erachtet und dargestellt.

Durch die vergleichende Betrachtung wird die Veränderung der maximalen Grundwasserstände bzw. Druckwasserspiegel infolge der Planung ermittelt. Dies stellt im Hinblick auf die potenziell betroffenen Nutzungen die ungünstigste Änderung dar. Je nach zeitlichem Verlauf der betrachteten Ereignisse können temporär auch höhere Differenzen zwischen den jeweils betrachteten Zuständen auftreten, die absoluten Wasserstände liegen zu diesen Zeitpunkten jedoch tiefer als der jeweilige berechnete maximale Grundwasserstand.

➤ **Grundwassergleichen (maximale Grundwasserstände)**

Die berechneten Grundwasserstände wurden zu einem Grundwassergleichenplan für die berechneten maximalen Grundwasserstände ausgewertet (Isolinien siehe Anlagen 3.2; 4.3, 5.3, 6.3). Diese stellen den bei der jeweils betrachteten Variante im Bemessungsfall ermittelten Scheitelwert im Grundwasser dar. Dieser tritt nicht an allen Stellen zeitgleich auf, da sich die Auswirkungen von Hochwasserereignissen oder bei Einsatz des Polders, mit zunehmender Entfernung vom Gewässer bzw. vom Polder, gedämpft auf die Grundwasserstände auswirken. Die Dämpfung betrifft sowohl den auftretenden Scheitelwert selbst, als auch den Zeitpunkt des Auftretens (zeitliche Verzögerung). Im Hinblick auf die Beurteilung der Auswirkungen auf die Nutzungen im Untersuchungsraum stellen die maximalen Grundwasserstände den maßgebenden Zustand dar.

Die Auswertungen wurden zudem jeweils mit flächigen Darstellungen der zugehörigen Flurabstandsbereiche hinterlegt. Der Flurabstand gibt den Abstand zwischen der Geländeoberkante und dem berechnetem maximalen Grundwasserstand bzw. dem Druckwasserspiegel wieder. Der Flurabstand ist somit stark von der Topographie im Untersuchungsgebiet abhängig. Negative Flurabstände ergeben sich dort wo der berechnete maximale (Druck-)Wasserspiegel im Grundwasser über Gelände ansteht. Dort können, bei entsprechender Beschaffenheit (Durchlässigkeit) und Mächtigkeit der Deckschichten, Qualmwasseraustritte auftreten.

➤ **Grundwasseraustausch mit maßgebenden Gewässerabschnitten**

In Abhängigkeit von dem im Gewässer als Randbedingung angesetzten Wasserspiegel und dem im Grundwasser berechneten Grundwasserstand, kann Wasser aus dem Gewässer in das Grundwasser sickern oder umgekehrt. Liegt der Wasserstand im Fließgewässer höher als der (Druck-) Wasserspiegel im angrenzenden Grundwasser, ist eine Zusickeung von Oberflächenwasser in das Grundwasser möglich (Infiltration). Liegt im Grundwasser ein höherer (Druck-) Wasserspiegel vor als im Gewässer, so kann Grundwasser in den jeweiligen Gewässerabschnitt aussickern (Exfiltration). Die berechnete Austauschmenge hängt dabei zudem von der zugrunde gelegten hydraulischen Durchlässigkeit der Gewässersohle ab. In den durchgeführten Auswertungen erfolgt die Bilanzierung der Austauschmengen jeweils bezogen auf den Grundwasserleiter, dementsprechend ist eine Infiltration mit einem positiven Vorzeichen versehen, eine Exfiltration wird mit einem negativen Vorzeichen ausgedrückt.

Im Vordergrund der Betrachtungen standen die nahe zum geplanten Polder bestehenden Gewässer bzw. Gewässerabschnitte, denen bereits bei mittlere hydrologischen Bedingungen überwiegend eine Vorfluterfunktion für das von Westen und Südwesten zuströmende Grundwasser zukommt. Es handelt sich hierbei um (Abbildung 11):

- das/den Franziskanerwasser- und graben
- die Alte Donau
- die Paar (östlich des Polders, zwischen Fl.km 10+700 und Fl.km 5+400).

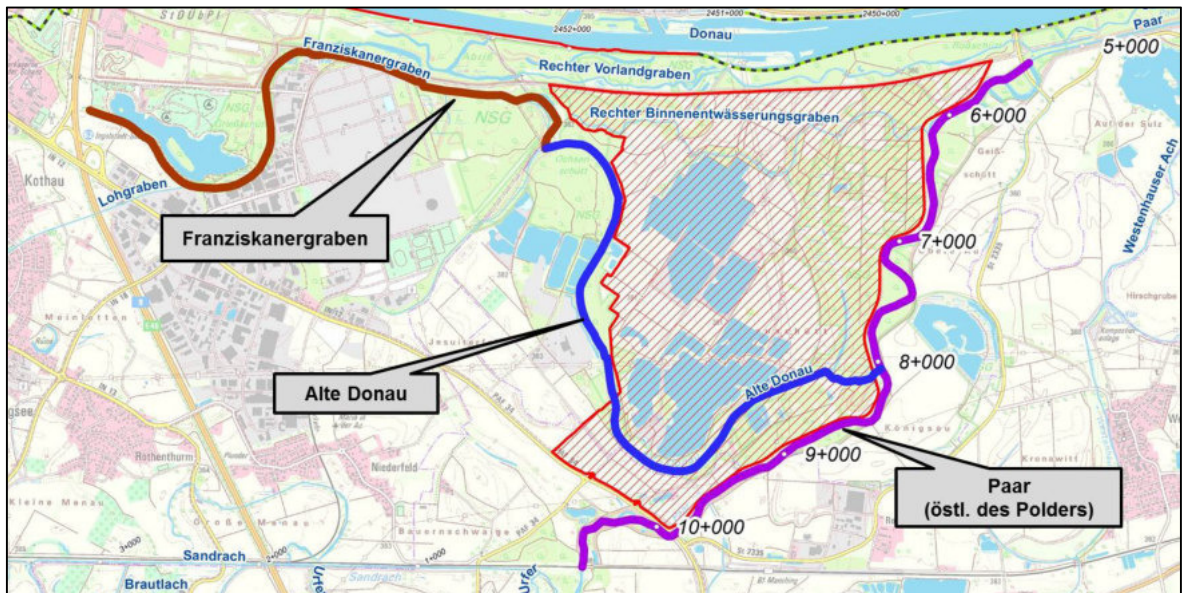


Abbildung 11: Bilanzierte Gewässerabschnitte

Definition: Aus Vereinfachungsgründen wird im Hinblick auf den Austausch zwischen dem Franziskanerwasser- und graben und dem Grundwasser in den nachfolgenden Auswertungen

und zugehörigen Erläuterungen vom „Franziskanergraben“ gesprochen, wobei der weitere geschwungene Verlauf um den Auwaldsee (Franziskanerwasser), bis zur Einmündung des Lohgrabens, jeweils mit berücksichtigt und in die Auswertung/Bilanzierung mit einbezogen wurde.

Den vorstehend genannten Gewässerabschnitten kommt, aufgrund ihrer bereits bei mittleren hydrologischen Verhältnissen überwiegend bestehenden Vorflutfunktion für das von Westen zufließende Grundwasser, eine besondere Bedeutung für die Grundwasserstände zwischen dem geplanten Polder und den umgebenden Nutzungen (Wohnbebauung, Gewerbe-/Industriegebiete, Landwirtschaft) zu.

Bei Einsatz des Polders kann, je nach betrachteter Variante, insbesondere die Alte Donau, zumindest abschnittsweise auch als Binnenentwässerungssystem für den geplanten Polder genutzt werden. Zur Begrenzung des Wasserspiegelanstiegs in der Alten Donau und zur Ableitung des bei Einsatz des Polders zusätzlich anfallenden Sickerwassers ist, je nach Planungsvariante, ggf. ein zusätzliches Schöpfwerk erforderlich. Die mit dem Grundwassermodell berechnete maximale Sickerwassermenge in den betrachteten Gewässerabschnitten stellt eine Dimensionierungsgrundlage für diese technische Maßnahme dar.

3 Mittlere Verhältnisse (MQ)

Randbedingungen

Als Ausgangszustand für die Planungsberechnungen wurden, entsprechend den Abstimmungen mit dem WWA Ingolstadt vom 16.05.2017 [7], mittlere hydrologische Bedingungen angesetzt. Diesen liegen folgende Randbedingungen zugrunde:

- Grundwasserneubildung: mittlere jährlichen Grundwasserneubildung im Zeitraum WWJ 2005/15, räumlich differenziert, entsprechend den Berechnungen des LfU. Mittelwert im Modellraum: 53 mm/a (siehe [1], Kap. 3.7.1).
- Grundwasserentnahmen: mittlere Entnahme im Zeitraum WWJ 2005/15 (Tabelle 3, Seite 8)
- Wasserspiegel an Oberflächengewässern: Die für die stationäre Kalibrierung am Stichtag den 19.04.2016 angesetzten Wasserspiegel in den binnenseitigen Gewässern entsprechen weitestgehend mittleren Verhältnissen (siehe [1], Kap. 3.6.4), folglich wurden diese entsprechend für die MQ-Betrachtung übernommen.
- Die Wasserstände in der Donau, im Unterwasser der Staustufe Ingolstadt, sowie im Unterwasser der Staustufe Vohburg wurde entsprechend den im GKD² (Gewässerkundlicher Dienst Bayern) angegebenen mittleren Wasserständen angepasst.

² <https://www.gkd.bayern.de/> (Gewässerkundlicher Dienst Bayern)

Ergebnisse

Aus Anlage 2 sind die für die o.a. mittleren Verhältnisse berechneten Grundwassergleichen zusammen mit den zugehörigen Flurabstandsbereichen ersichtlich. Hieraus lassen sich die bereits im HGM ([1], Kap. 3.6.3) beschriebenen Hauptcharakteristiken der Grundwasserströmung erkennen. Diese sind gekennzeichnet durch:

- Im westlichen Modellraum dominiert ein von Südwesten nach Nordosten orientiertes Grundwassergefälle. Diese prägt dementsprechend dem Grundwasser eine von Südwesten nach Nordosten orientierte Strömungsrichtung auf. Die Grundwasserstände fallen vom Modellrand bis zum Standort des geplanten Polders von 369 NN auf 359 mNN und somit um rd. 10 m. In Abhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen (Aquifermächtigkeit, Vorflut zu Gewässern, etc.) variiert das Fließgefälle zwischen rd. 0,4 ‰ und über 2 ‰ (mittleres Gefälle rd. 1 ‰).
- Eine deutliche Verflachung des Grundwassergefälles ist vor allem im Stadtgebiet von Ingolstadt erkennbar, diese ist einerseits bedingt durch den Richtungswechsel in der Fließrichtung des Vorfluters Donau („Donauknie“) und andererseits durch die Aussickerung von Grundwasser in das städtische AW-Kanalnetz [1].
- Zwischen dem Stadtgebiet von Ingolstadt und dem geplanten Polderstandort ist zunehmend eine in Richtung Alte Donau/Baggerseen drehende Strömungsrichtung zu erkennen (von Osten nach Südosten). Maßgebende Einflussgrößen hierfür sind die Infiltration von Oberflächenwasser der Donau in das Grundwasser (westlich von Donau Fl.km 2451+000), die weitgehende hydraulische Trennung zwischen Donau und dem Grundwasserbereich südlich der Donau, durch die Schmalwand im Rückstaudamm der Donau (rechtes Ufer, ab ca. Donau Fl.km 2451+000 bis Staustufe Vohburg), und die binnenseitig, die Vorflutwirkung der Richtung Paar entwässernden Grabensysteme (Alte Donau, R. Binnenentwässerungsgraben).
- Der Alten Donau kommt dort eine wesentliche Vorflutfunktion für das von Westen zuströmende Grundwasser zu. Unter mittleren Bedingungen sickern rd. 200 l/s aus dem Grundwasser in die Alte Donau aus (siehe [1], Anlage 5.2). Im Bereich des geplanten Polders ist eine Überlagerung von Einflüssen aus der Vorflutwirkung der Alten Donau und aus den dort bestehenden Baggerseen (Kiesabbau der Fa. Radmer) zu erkennen. Dies führt zu einer Verflachung des Grundwassergefälles im Bereich der Baggerseen.
- Im Unterwasser des Manchinger Wehres in Manching (Ort), bis auf Höhe des geplanten Polders, kommt der Paar bei mittleren hydrologischen Verhältnissen durchgehend Vorflutwirkung für das Grundwasser zu. Infolgedessen ergibt sich im Nahbereich der Paar beidseits eine in Richtung Oberflächengewässer orientierte Grundwasserfließrichtung. Insgesamt resultiert hieraus eine (teilweise) Drehung der Grundwasserfließrichtung aus südlicher Richtung in nordwestliche Richtung, zur Alten Donau.

- Nördlich des Flughafens Manching und östlich der Paar dreht die Richtung der Grundwasserströmung zunehmend in nordöstliche Richtung. Dies ist
 - einerseits bedingt durch die großräumige Entwässerung des Grundwassers im Modellraum Richtung Donau, in das Unterwasser der Staustufe Vohburg und
 - andererseits durch die im östlichen Modellraum dominierenden Vorflutwirkung der dort bestehenden Gewässersysteme für das Grundwasser (Paar, Westenhausener bzw. Irschinger Ach, Wellenbach und zulaufende Gräben, etc.), die über die Kleine Donau ebenfalls in die Donau im Unterwasser der Staustufe Vohburg entwässern.
- Die Flurabstandsbereiche im Umgriff des Polders bewegen sich bei mittleren Grundwasserständen überwiegend zwischen 1,5 m und 3 m. In Geländesenken von inzwischen trocken gefallen, ehemaligen Gewässerstrukturen, werden Flurabstände von weniger als 1 m abgeleitet (z.B. Nahbereich der Alten Donau und westlich der A. Donau, im südöstlichen Stadtgebiet von Ingolstadt bei Niederfeld/Rosenwirth, zwischen der Paar und der Westenhausener Ach in der Königsau und im Gebiet Kronawitt).
- In Tabelle 6 sind die berechneten Austauschraten, zwischen dem Grundwasser und den betrachteten Gewässerabschnitten, bei mittleren hydrologischen Verhältnissen aufgeführt.

Tabelle 6: Berechnete Aussickerung bei mittleren Verhältnissen

Gewässer	Berechnete Austauschrate ca. [l/s]
Franziskanergraben	-150
Alte Donau	-200
Paar (östl. des. Polders)	-145

4 IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ (Bezugszustand)

4.1 Randbedingungen Bezugszustand

Die dem Bemessungshochwasser Donau HQ₂₀₀ (BHQ) zugrunde liegenden Randbedingungen und die gewählten Modellparameter sind in Kap. 2.1.1 erläutert.

Überschwemmungsflächen

Das mit dem 2D-WSP-Modell für den IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ (Bezugszustand) ermittelte Überschwemmungsgebiet ist aus Anlage 3.1 ersichtlich, dargestellt sind die Flächen mit maximalen Einstautiefen von mehr als 0,01 m. Hieraus ergeben sich folgende Feststellungen:

- Am nördlichen Modellrand, zwischen ca. Donau Fl.km 2451+000 (Großmehringener Brücke) und ca. Donau Fl.km 2456+000 (Brücke südliche Ringstraße B16a in Ingolstadt)

ufert die Donau am rechten Ufer bis in das Donauvorland aus. Das Überschwemmungsgebiet wird dort durch den rechten Donaudeich begrenzt.

- Die Entwässerung des überfluteten rechten Vorlandes erfolgt über den Rechten Vorlandgraben in die Paar. An der Großmehringer Brücke durchquert der R. Vorlandgraben den Straßendamm über zwei Durchlässe [1]. Über die Einmündung des R. Vorlandgrabens in die Paar erfolgt ein Rückstau aus der Paar in den R. Vorlandgraben nach Westen, Richtung Großmehringer Brücke. Infolgedessen wird das Gebiet zwischen Donau und Paar überflutet.
- An der Paar werden die Überschwemmungsgebiete überwiegend durch die beidseitig bestehenden HWS-Deiche begrenzt. Größere Überschwemmungen ergeben sich im Bereich des Augrabens auf Höhe der BAB 9 sowie auf Höhe der Unterquerung der Bahnlinie (Manching – Ingolstadt), sowie im nördlich daran anschließenden Flussabschnitt zwischen Fl.km 8+000 bis 5+000.

Zwischen der Einmündung der Paar in die Donau und ca. Paar Fl.km 4+000 führt der Rückstau aus der Donau in die Paar zu Überschwemmungen, die nach Süden durch den HWS-Deich der Paar begrenzt werden, nach Norden erfolgt eine Überflutung des Donauvorlandes bis zum Rückstaudamm der Staustufe Vohburg.

- An Sandrach und Brautlach sind auf Höhe der Einmündung der Brautlach in die Sandrach (Sandrach Fl.km 3+000) kleinräumige Überschwemmungsgebiete festzustellen.
- Die Ilm ufert bei Ilmendorf, zwischen Ilm Fl.km 23+000 und Fl.km 20+000, beidseitig bis in eine Entfernung von ca. 300 m von der Ilm aus. Darüber hinaus kommt es an der Kleinen Donau im Gebiet der Seewagwiesen und auf Höhe der Einmündung von Irschinger Ach/Wellenbach in die Kleine Donau, zu größeren Überschwemmungsgebieten, die nach Norden bis an das Werksgelände von Bayernoil Vohburg reichen.

4.2 Auswirkungen auf die Grundwasserstände

Die für den Bezugzustand Donau HQ₂₀₀ mit dem Grundwassermodell ermittelten Berechnungsergebnisse wurden wie folgt ausgewertet:

- Anlage 3.2: Maximale berechnete Grundwasserstände mit Flurabstandsbereichen
- Anlage 3.3: Ganglinien berechneter Grundwasserstände
- Anlage 3.4: Berechneter Austausch mit Oberflächengewässern (siehe Kap. 4.3).

Maximale berechnete Grundwasserstände und Flurabstandsbereiche

Die maximalen berechneten Grundwasserstände für den Bezugzustand Donau HQ₂₀₀ sind mit den zugehörigen Flurabstandsbereichen in Anlage 3.2 dargestellt. Im Nachfolgenden wer-

den hinsichtlich der Untersuchungen zum Flutpolder Großmehring relevante Gebiete näher erläutert.

- Im Bereich des geplanten Polderstandortes (Aus Kiesungsflächen der Fa. Radmer, entlang der Alten Donau und am R. Binnenentwässerungsgraben) werden überwiegend maximale Grundwasserstände von 360 mNN berechnet. In den dort nicht ausgiebigen Gebieten werden überwiegend geringe Flurabstände von bis zu 1,5 m ermittelt.
- Westlich des geplanten Polderstandortes, entlang des Rechten Vorlandgrabens, sowie im südöstlichen Stadtgebiet von Ingolstadt (Stadtteil Gewerbegebiet Südost) und damit auch auf dem Gelände des IN-Campus der AUDI AG, liegen die maximalen berechneten Grundwasserstände überwiegend zwischen ca. 361 mNN und ca. 362 mNN. Die zugehörigen berechneten Flurabstände ergeben sich dort zu ca. 1 bis 3 m.
- Südwestlich des geplanten Polderstandortes, im Stadtteil IN-Niederfeld und im Gebiet der Aussiedlerhöfe bei Rosenwirth, werden maximale Grundwasserstände (Druckwasserspiegel) von 362 mNN bis 363 mNN berechnet. Im Bereich der Bebauung werden dort überwiegend geringe Flurabstände von < 0,5 m bis 1,5 m ermittelt. Zwischen den bebauten Gebieten befinden sich Geländesenken und Rinnenstrukturen, dort liegt der maximale Druckwasserspiegel bereichsweise bis zu 1,5 m über der GOK. Bei entsprechender Beschaffenheit (Durchlässigkeit) und Mächtigkeit der Deckschichten können dort bereits im Bezugszustand Donau HQ₂₀₀ vorübergehende Qualmwasseraustritte auftreten.
- Auch zwischen dem Markt Manching und dem Stadtgebiet Ingolstadt werden, nördlich von Urfer, Sandrach und Paar, in ausgedehnten Geländesenken (ehem. Altarmstrukturen), bei maximalen Druckwasserspiegeln zwischen ca. 362 mNN und ca. 363 mNN, bereichsweise negative Flurabstände bis -2 m ermittelt (Druckwasserspiegel 2 m über GOK). Auch dort sind im Bezugszustand Donau HQ₂₀₀ grundsätzlich Qualmwasseraustritte möglich.
- Am nördlichen Ortsrand von Manching bis auf Höhe von Paar Fl.km 12+000, am nördlichen Bebauungsrand im Ortsteil Niederstimm, sowie nahe zur Urfer, werden maximale Grundwasserstände überwiegend zwischen 362 mNN und 364 mNN, mit zugehörigen geringen Flurabständen von überwiegend 0,5 m bis 1,5 m, berechnet.
- Im zentralen Ortsbereich des Marktes Manching (Ort) und im westlichen Ortsteil Pichl betragen die maximalen berechneten Grundwasserstände überwiegend 363 mNN bis 365 mNN, die Flurabstände liegen dort überwiegend zwischen 2,5 m und 4 m.
- Östlich des geplanten Polderstandortes werden in den dort bestehenden Geländesenken, zwischen der Paar und der Westenhausener Ach (Königsau, Kronawitt, etc.), maximale Grundwasserstände zwischen 359 mNN und 360 mNN berechnet. Bereichsweise ergeben sich dort negative Flurabstände von bis zu -0,6 m (Druckwasserspiegel über Gelände).

Für die Ortsteile Westenhausen und Rottmanshart von Manching werden zugehörige Flurabstandsbereiche von überwiegend $< 1,5$ m ermittelt.

Im Bereich der nordöstlich und südöstlich von Westenhausen landwirtschaftlich genutzten Flächen ergeben sich in den tiefliegenden Gebieten negative Flurabstände bis zu ca. $-0,5$ m (Druckwasserspiegel um bis zu $0,5$ über der Geländeoberkante).

Bei der Bewertung der maximalen Grundwasserstände und den zugehörigen Flurabstandsbereichen ist zu berücksichtigen, dass

- die berechneten maximalen Grundwasserstände nur vorübergehend und relativ kurzzeitig auftreten (mehrere Stunden bis < 1 Tag, siehe auch Anlage 3.3).
- in den Gebieten mit negativen Flurabstandsbereichen eine Aussickerung von Grundwasser über das Gelände grundsätzlich möglich ist (Qualmwasser). Ob dort im Bezugszustand Donau HQ₂₀₀ tatsächlich Grundwasser über Gelände austritt, hängt von der lokalen Beschaffenheit (Durchlässigkeit) und Mächtigkeit der Deckschichten ab.

Berechnete Grundwasserstandsganglinien

Zur weiteren Veranschaulichung wurden, für 7 ausgewählte GWM und zwei zusätzliche Auslagerungspunkte im Poldernahbereich, die Berechnungsergebnisse zu Grundwasserstandsganglinien ausgewertet. Die entsprechende Gegenüberstellung des zeitlichen Verlaufes für den Bezugszustand ist aus Anlage 3.3 ersichtlich. In den Darstellungen ergänzend enthalten sind die Geländeoberkante und die Deckschichtunterkante am Standort der GWM bzw. des Auslagerungspunktes, um das Auftreten gespannter Grundwasserverhältnisse oder von Grundwasserdruckhöhen über Geländeoberkante, erkennen zu lassen.

- An 4 Standorten lagen während der gesamten Berechnung freie Grundwasserverhältnisse vor (01 05 0229 in Anlage 3.3.1; 01 05 0241 in Anlage 3.3.2, WESTENHAUSEN 135 in Anlage 3.3.8 und 4026_GWMB7(Nr.4) in Anlage 3.3.9).
- An GWM 01 05 0227 (Anlage 3.3.3) werden für den gesamten Berechnungszeitraum gespannte Grundwasserverhältnisse ermittelt, wobei zwischen Berechnungstag 5 und Tag 7 die berechnete Grundwasserdruckhöhe über GOK ansteigt. In diesem Zeitraum ist dort, entsprechend den vorstehenden Ausführungen, eine Aussickerung von Grundwasser über das Gelände grundsätzlich möglich.
- An der amtlichen GWM MANCHING HWS B1 (Anlage 3.3.4) sind während des gesamten Betrachtungszeitraumes gespannte Verhältnisse zu verzeichnen. Der Druckwasserspiegel steigt jedoch nicht über die GOK an. Dies trifft für den überwiegenden Zeitraum auch an der 01 05 0255 zu (Anlage 3.3.5).
- An den beiden östlich des geplanten Polders ausgewerteten Auslagerungspunkten (Anlage 3.3.6 und Anlage 3.3.7) werden nur an Tag 5, beim Auftreten der höchsten berechneten Grundwasserstände, vorübergehend gespannte Verhältnisse ermittelt.

4.3 Austausch mit bestehenden Oberflächengewässern

Die Ergebnisse der instationär berechneten Austauschraten sind für die in Kap. 3 dargestellten ausgewählten Gewässerabschnitte (Abbildung 11 auf Seite 17) in Anlage 3.4.1 bis Anlage 3.4.3 dargestellt.

Franziskanergraben

Dem Franziskanergraben sickern zu Beginn des Betrachtungszeitraumes, während der ersten drei Tage der Berechnung, rd. 70 bis 180 l/s aus dem umliegenden Grundwasser zu (Anlage 3.4.1). In den darauffolgenden Tagen steigt die Aussickerung aus dem Grundwasser in das Gewässersystem auf bis zu ca. 610 l/s an, der Scheitelwert wird am 5. Tag der Berechnung erreicht. Dies entspricht auch dem Zeitraum des Hochwasserscheitels in der Donau beim BHQ (Abbildung 9, Seite 13). Im weiteren Verlauf ist ein Rückgang der Exfiltration von Grundwasser annähernd auf das Ausgangsniveau von ca. 220 l/s zu verzeichnen.

Alte Donau

Die Aussickerung aus dem Grundwasser in die Altarmstruktur der Alten Donau steigt während der ersten beiden Tage auf ca. 250 l/s an (Anlage 3.4.2). Zwischen Tag 3 und 5 verändert sich Austauschrichtung, es sickert nun Oberflächenwasser in das Grundwasser. In diesen Zeitraum fällt der Anstieg des Wasserspiegels in der Alten Donau, der maximale Wasserstand wird dort am 6. Tag erreicht. Im weiteren Verlauf erfolgt wiederum eine Änderung der Austauschrichtung. Am 7. und 8. Tag sickern bis zu 600 l/s aus dem Grundwasser in die Alte Donau (Anlage 3.4.2). Diese Phase fällt zusammen mit dem Rückgang des Wasserspiegels in der Alten Donau, nach dem Erreichen des Scheitelwertes. Bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes geht die Aussickerung aus dem Grundwasser in die Alte Donau auf ca. 300 l/s zurück.

Paar (östlich des Polders)

Der Paar, östlich des geplanten Polders, kommt im Ausgangszustand Vorfluterfunktion für das Grundwasser zu. Die Aussickerungsrate im betrachteten Gewässerabschnitt beträgt, entsprechend der Ausgangssituation für mittlere hydrologische Verhältnisse (Kap. 3), zu Beginn der Berechnung ca. 150 l/s (Anlage 3.4.3).

Mit steigendem Paarwasserspiegel verändert sich die Austauschrichtung, Oberflächenwasser aus der Paar infiltriert in den Grundwasserleiter. Zwischen Tag 1 und Tag 3 beträgt die berechnete Infiltration aus der Paar in das Grundwasser im betrachteten Abschnitt zwischen ca. 650 l/s und ca. 900 l/s. Im weiteren Verlauf (Tag 4 und Tag 5) gehen die Infiltrationsraten zurück, da die Grundwasserstände im Umfeld der Paar ansteigen, an Tag 5 wird dort der höchste Grundwasserstand berechnet (z.B. Ganglinien in Anlage 3.3.6 und Anlage 3.3.7).

Nach dem Durchgang des Hochwasserscheitels in der Paar, am 5. Tag, verändert sich die Austauschrichtung wiederum, Grundwasser exfiltriert in das Oberflächengewässer. Die höchst-

te Aussickerungsrate wird am 6. Tag mit ca. 1.100 l/s ermittelt. In dieser Phase ist ein starker Rückgang des Paarwasserspiegels, bei gleichzeitig noch hohen Grundwasserständen, zu verzeichnen. Bei weiter sinkendem Paarwasserspiegel und gleichzeitig rückläufigen Grundwasserständen geht die Exfiltrationsrate bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes auf ca. 570 l/s bis 640 l/s zurück.

5 Planung Variante 1 - Donau HQ₂₀₀ (Bemessung)

5.1 Randbedingungen Variante 1

Die Trasse des HWS-Deiches der Poldervariante 1 und der daraus resultierende Umgriff des Polders sind aus Abbildung 12 ersichtlich. Die Poldervariante 1 umfasst mit rd. 433 ha die größte Einstaufläche der drei betrachteten Planungsvarianten. Die mittlere Einstautiefe im Polder wurde zu ca. 2,9 m ermittelt ([7], Protokoll 4. Runder Tisch). Die nördliche Begrenzung bildet der bestehende HWS-Deich der Donau. Im Westen verläuft die Trasse östlich der Alten Donau. Auf Höhe des Kieswerkes der Fa. Radmer verschwenkt der Verlauf nach Südwesten bis an die St2335 zwischen Manching und Ingolstadt und damit jenseits des Gewässerzugs der Alten Donau. Im südöstlichen und östlichen Abschnitt verläuft die Trasse überwiegend parallel zum westlichen Ufer der Paar.

Hinsichtlich der Vorflut der Alten Donau zur Paar sieht die technische Planung (Vorplanung) für die Variante 1 folgende Maßnahmen vor (Abbildung 12):

- Am westlichen Schnittpunkt von Deichtrasse und Alter Donau ist ein Schöpfwerk geplant. Bei Einsatz des Polders soll das im westlichen Arm der Alten Donau und im Franziskanergraben anfallende Wasser (Sickerwasser aus dem Polder, Sickerwasser aus dem von Westen zufließenden Grundwasser) in den Polder gepumpt werden. Solange der Polder nicht eingesetzt wird, erfolgt die Vorflut der Alten Donau zur Paar über die Wehranlage am Schöpfwerk.
- Am östlichen Schnittpunkt von Deichtrasse und Alter Donau und damit im Mündungsbereich der Alten Donau in die Paar soll ein neues Sielbauwerk errichtet werden. Dieses Bauwerk wird in der Befüllungsphase des Polders verschlossen und in der Entleerungsphase wieder geöffnet.

In Abbildung 13 ist der von RMD Consult GmbH mit dem 2D-WSP-Modell berechnete zeitliche Verlauf der Polderbefüllung und –entleerung für die Planungsvariante 1 dargestellt. Der gesamte Betrachtungszeitraum umfasst 14 Tage, entsprechend 336 h (Abbildung 13). Die Befüllungsphase umfasst 30 Stunden (Stunde 116 bis 146). Die Entleerungsphase beginnt unmittelbar anschließend ab Stunde 146. Der Scheitel der Befüllung, mit einem maximalen Zufluss aus dem Einlaufbauwerk von ca. 180 m³/s, wird nach 130 Stunden erreicht. Der maximale Abfluss aus dem Auslaufbauwerk mit ca. 55 m³/s ergibt sich nach 205 h.

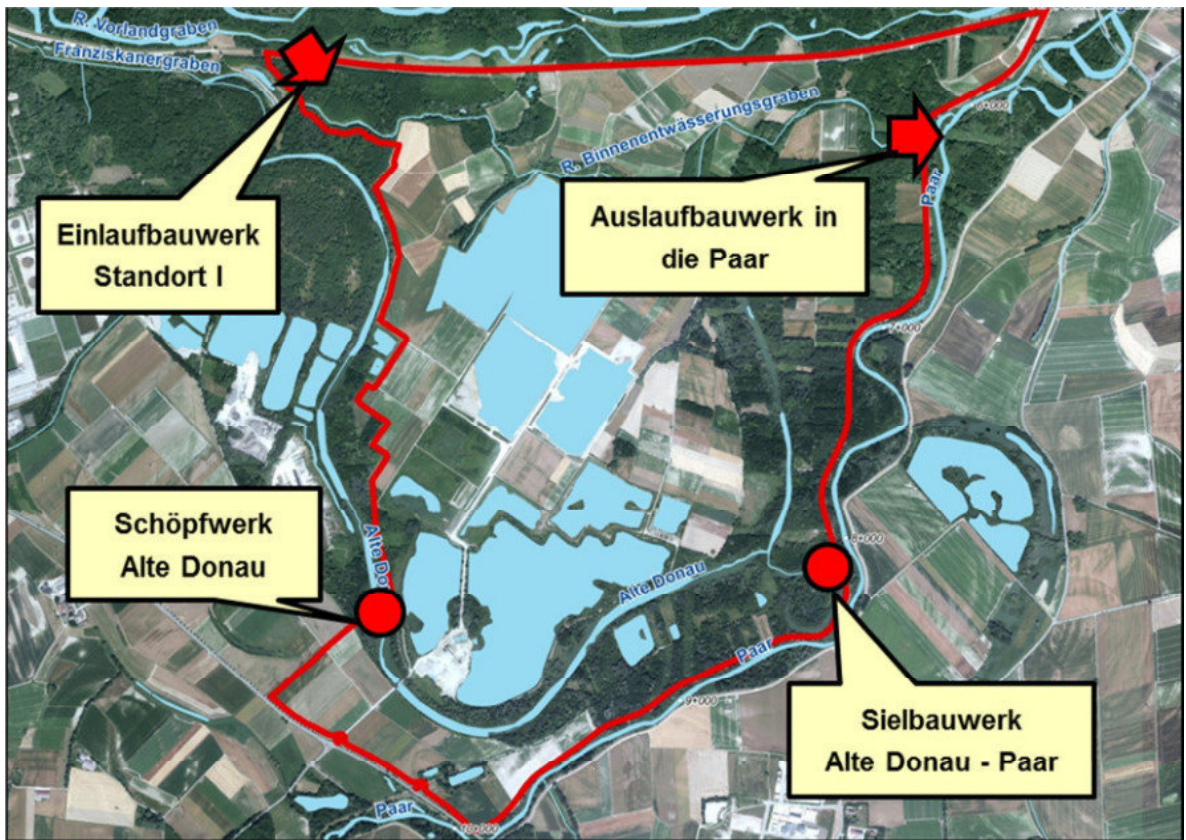


Abbildung 12: Planung - Variante 1

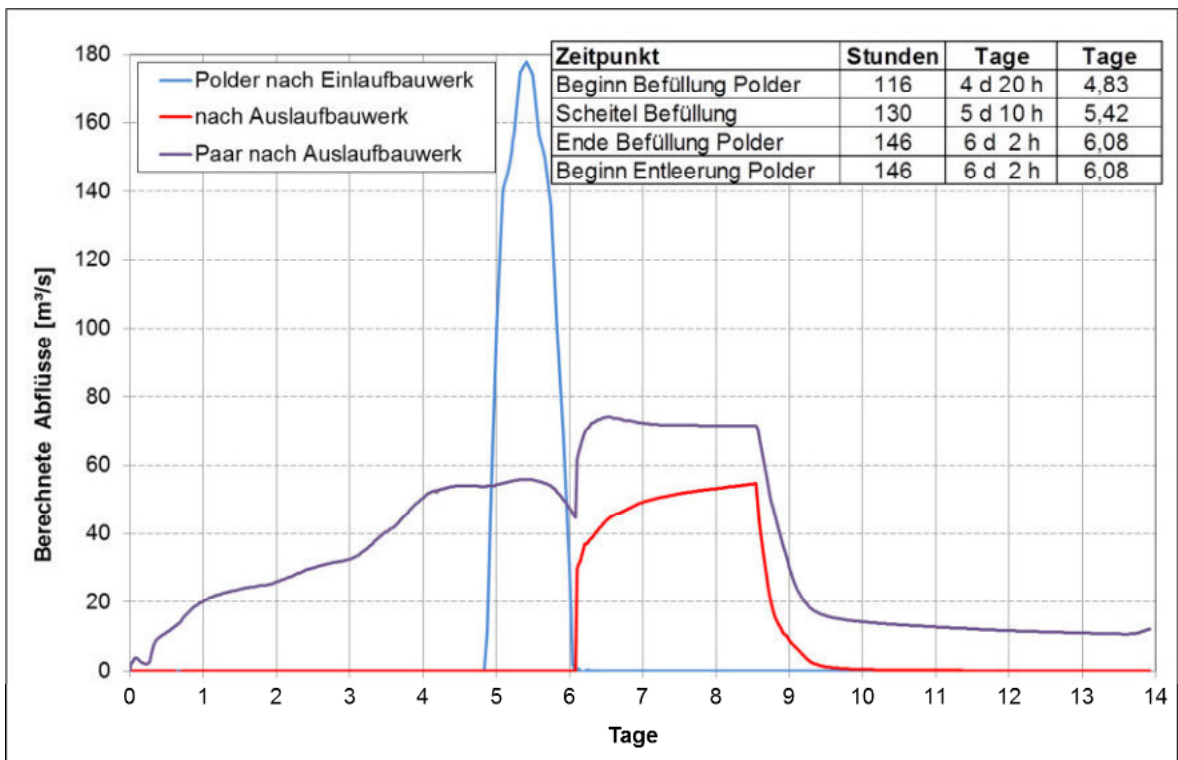


Abbildung 13: Berechnete Abflüsse (2D-WSP-Modell) – Planung Variante 1

Überschwemmungsflächen

Das mit dem 2D-WSP-Modell für den Planungszustand Variante 1 ermittelte maximale Überschwemmungsgebiet ist aus Anlage 4.1 ersichtlich, dort dargestellt sind Flächen mit maximalen Einstautiefen von mehr als 0,01 m. Der maximale Wasserstand innerhalb des Polders wurde zu 363,31 mNN berechnet.

Die für die Variante 1 mit dem 2D-WSP-Modell berechneten Wasserspiegellagen, in den berücksichtigten Gewässern und auf den überfluteten Vorländern, wurden als Randbedingung in das Grundwassermodell übernommen. Die Auswertung der Eingangsdaten für die Variante 1 ergab folgende maßgebenden Feststellungen:

- An der Donau werden, infolge der Ausleitung in den Polder, abschnittsweise um ca. 0,2 m bis 0,25 m geringere maximale Wasserstände ermittelt, als im Bezugszustand.
- Diese Reduzierung wirkt sich bis in das Unterwasser der Staustufe Vohburg aus. Hieraus resultieren auch Auswirkungen auf die Wasserstände der dort einmündenden Paar, die nach Oberstrom (Paar) bis auf Höhe von Irsching reichen.
- Auf Höhe des Auslaufbauwerkes an der Paar ergeben sich, infolge der Überlagerung der Abflüsse in der Paar mit der Ausleitung aus dem Polder, im abfallenden Ast der Hochwasserwelle in der Paar, abschnittsweise um bis zu rd. 0,4 m höhere maximale Wasserstände als im Bezugszustand.
- An den sonstigen im 2D-WSP-Modell berücksichtigten Nebengewässern (Ilm, Sandrach, Brautlach) ergeben sich weitgehend die gleichen Überflutungsflächen und Einstautiefen wie im Bezugszustand (Anlage 3.1)

An den binnenseitigen Gewässern wurden für die Variante 1 die gleichen Randbedingungen wie im Bezugszustand HQ₂₀₀ angesetzt. Entsprechendes trifft auch für die weiteren Randbedingungen zu (Kap. 2.1.1).

Kiesabbau/Nassauskiesung

Innerhalb des Polders befinden sich weitere Flächen eines dort landesplanerisch gesicherten Vorranggebietes Bodenschätze, in dem bisher noch keine Nassauskiesungen erfolgten. Entsprechende weitere Genehmigungen hierfür liegen nach aktuellem Kenntnisstand auch nicht vor, sind aber grundsätzlich möglich.

Im Rahmen einer Detailuntersuchung sollten daher die Auswirkungen weiterer Auskiesungen in diesem Gebiet, auf die Grundwasserstände bei Betrieb des Polders untersucht werden (Abstimmungen vom 24./27.07.2017). Die mit dem WWA Ingolstadt abgestimmten, als zusätzliche Auskiesungsflächen zu berücksichtigten Gebiete, sind in Abbildung 14 als rote Flächen dargestellt, sie umfassen eine Gesamtausdehnung von ca. 16 ha.

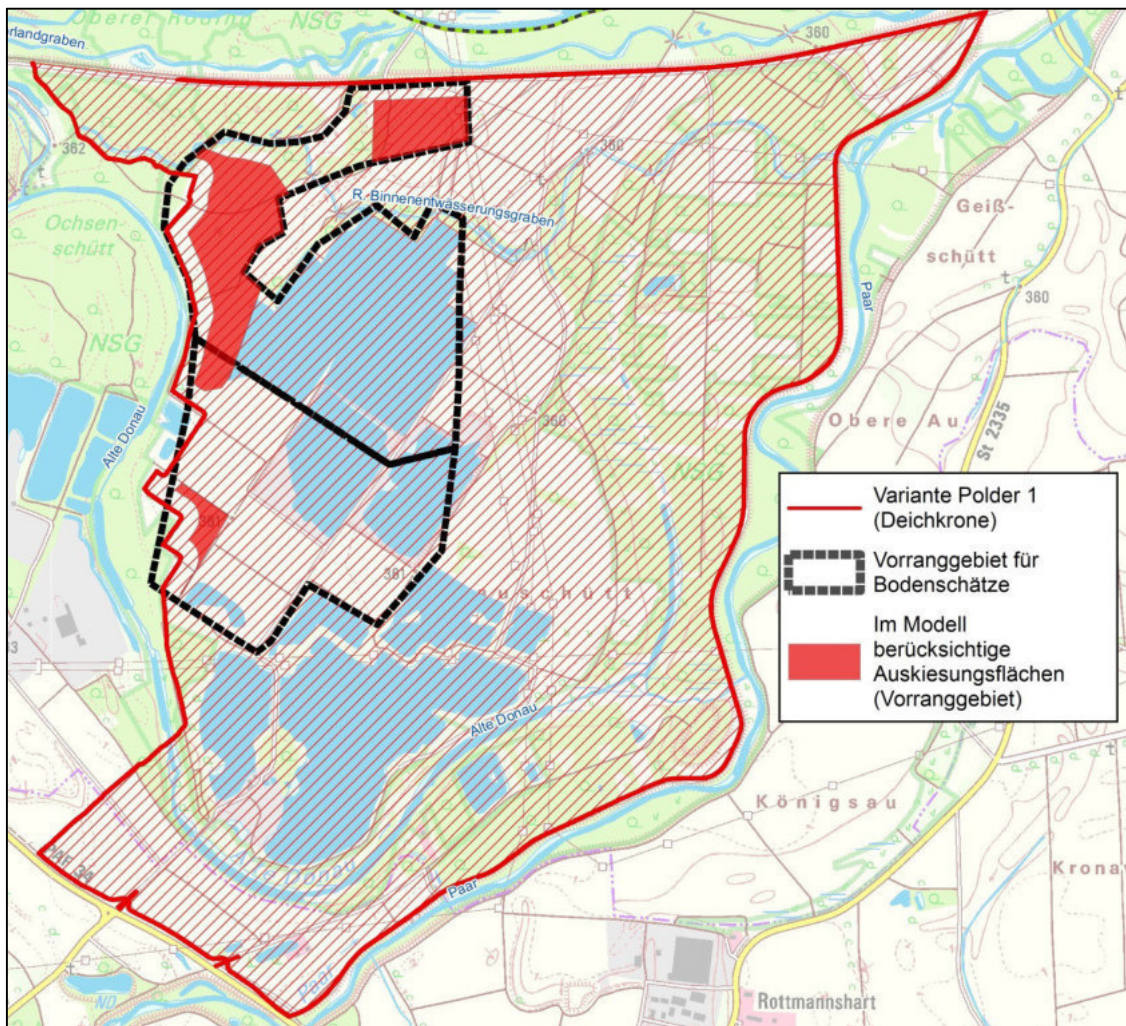


Abbildung 14: Zusätzlich berücksichtigte Auskiesungsflächen (Vorranggebiet)

5.2 Auswirkungen auf die Grundwasserstände

Die für den Planungszustand Variante 1 Donau HQ₂₀₀ mit dem Grundwassermodell ermittelten Berechnungsergebnisse wurden wie folgt ausgewertet:

- Anlage 4.2: Berechnete Grundwasserspiegeldifferenzen - Planung Variante 2 gegen IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ (Bezugszustand)
- Anlage 4.3: Maximale berechnete Grundwasserstände mit Flurabstandsbereichen
- Anlage 4.4: Ganglinien berechneter Grundwasserstände
- Anlage 4.5: Berechneter Austausch mit Oberflächengewässern (siehe Kap. 5.3).

Die berechneten Grundwasserspiegeldifferenzen im Vergleich von Planungszustand Variante 1 und IST-Zustand HQ₂₀₀ (Bezugszustand), jeweils für die maximalen berechneten Grund-

wasserstände, sind aus Anlage 4.2 ersichtlich. Berechnete Grundwasserspiegeldifferenzen größer 0,1 m bzw. kleiner -0,1 m werden als signifikant erachtet und dargestellt. Hieraus ergeben sich folgende Feststellungen:

- Innerhalb des geplanten Polders werden bis zu 3 m höhere maximale Grundwasserstände berechnet, als im Bezugszustand.
- Für die außerhalb des Polderstandortes gelegenen Gebiete ist eine Begrenzung der Auswirkungen (> 0,1 m) auf ein Gebiet zu erkennen, das sich bis in eine Entfernung von 700 m zum Polder erstreckt. Dort wo den bestehenden Gewässern eine Vorflutwirkung für das aus dem Polder zu sickernde Wasser zukommt (Überleitung Franziskanergraben/Alte Donau; Alte Donau, Paar östlich Polder) werden die binnenseitigen Auswirkungen stärker gedämpft.
- Westlich des geplanten Polders werden die Auswirkungen durch den dort verlaufenden Gewässerabschnitt der Alten Donau begrenzt. Im NSG Ochenschütt, jenseits der Alten Donau, werden noch Grundwasserspiegeldifferenzen von bis rd. 0,1 m ermittelt. Das aus dem Polder in das Grundwasser infiltrierende Oberflächenwasser kann dort, bei entsprechendem hydraulischen Anschluss der Alten Donau an den Grundwasserleiter, überwiegend von der Alten Donau aufgenommen werden. Weitere Voraussetzung für eine entsprechende hydraulische Wirkung der Alten Donau in diesem Abschnitt ist, dass die bei Einsatz des Polders zusätzlich anfallenden Sickerwassermengen abgeleitet werden (Kap. 5.3). Die soll durch die geplanten technischen Maßnahmen erfolgen (Schöpfwerk an der Alten Donau).
- An der südwestlichen Deichtrasse Richtung IN-Niederfeld werden im Nahbereich des geplanten Polders Anhebungen des maximalen Grundwasserspiegels von bis zu 1 m berechnet. Anhebungen von 0,1 m ergeben sich noch bis zu einer Entfernung von ca. 400 m zum Polder. In diesem Gebiet befindet sich keine Bebauung.
- Südöstlich und östlich des Polders, zwischen Paar Fl.km 10+000 und Fl.km 8+000, ergeben sich im Nahbereich des Polders Anhebungen um 0,5 m bis 1 m. In diesem Abschnitt wird das aus dem Polder in das Grundwasser zu sickernde Oberflächenwasser teilweise von der Paar aufgenommen, wodurch die binnenseitigen Auswirkungen Richtung Rottmanshart reduziert werden (s. a. Kap. 5.3). Die berechnete Linie, mit einer Anhebung der maximalen Grundwasserstände um 0,1 m, erstreckt sich bis jenseits der Paar, bis in eine Entfernung von 400 m zum geplanten Polder.

Auf Höhe von ca. Paar Fl.km 8+500 bis 9+500, befindet sich dort das Gewerbe-/Industriegebiet „Am Bahnhof“ im Ortsteil Rottmanshart des Marktes Manching (Abbildung 15). Gemäß Bauungs- und Grünordnungsplan Nr. 19 (1. Änderung, Stand: 01.07.2014, Quelle: <http://www.manching.de/bestandsplaene>) ist westlich und nordwestlich der derzeit bereits gewerblich bzw. industriell genutzten Flächen eine Erweiterung vorgesehen.

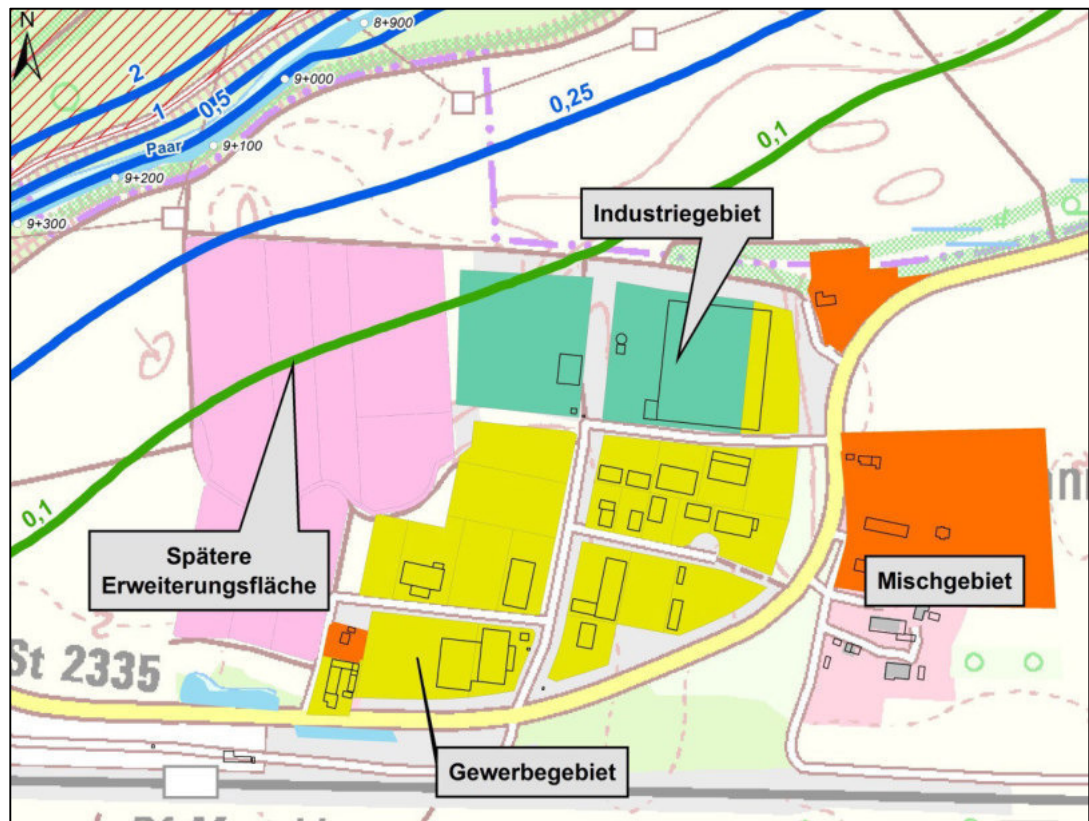


Abbildung 15: Berechnete Grundwasserspiegeldifferenzen Planung Variante 1 zu Bezugszustand - Gewerbe-/Industriegebiet „Am Bahnhof“, Ortsteil Manching-Rottmanshart

- Insgesamt resultiert hieraus bei der Planungsvariante 1 eine Anhebung der maximalen Grundwasserstände in der nordwestlichen Erweiterungsfläche des Gewerbe-/Industriegebietes „Am Bahnhof“ zwischen 0,1 m und ca. 0,25 m. Zur Vermeidung dieser nachteiligen Auswirkungen wurden weitergehende Untersuchungen unter Einbeziehung wasserwirtschaftlicher Anpassungsmaßnahmen durchgeführt, diese sind in Kap. 9.3 erläutert.
- Im nordöstlichen Abschnitt des Polders, im Gebiet des Geißschütt (Gemarkung Großmehring), auf Höhe Paar Fl.km 7+000 bis Fl.km 6+000, werden Anhebungen der maximalen Grundwasserstände von 0,1 m bis über 0,5 m ermittelt. Die Linie mit berechneten Grundwasserspiegeldifferenzen von 0,1 m erstreckt sich bis in eine Entfernung von rd. 700 m zur geplanten Poldertrasse und damit über die St 2333 hinaus. Wohnbebauung oder gewerbliche Nutzungen sind in diesem Gebiet nicht bekannt.
- An der Paar werden, östlich des geplanten Polders, ab ca. Fl.km 4+000 (bei Irsching), bis zur Mündung in die Donau bei Vohburg, Absenkungen des maximalen Grundwasserspiegels um bis zu -0,2 m ermittelt. Ursache hierfür ist auch dort die Reduzierung der maximalen Donauwasserstände, bei Einsatz des Polders, die sich bis in das Un-

terwasser der Staustufe Vohburg und damit den Mündungsbereich der Paar auswirkt. Hierdurch bedingt ergeben sich auch im o.a. Abschnitt der Paar geringere maximale Wasserstände (2D-WSP-Modell) und in der Folge die ermittelten geringeren maximalen Grundwasserstände, als im Bezugszustand.

- Zwischen der Donau und dem rechten Vorlandgraben (Donau Fl.km 2454+000 bis Fl.km 2449+000), nordwestlich des geplanten Polders, werden um bis zu -0,2 m geringere maximale Grundwasserstände als im Bezugszustand berechnet. Dies resultiert aus der Verringerung der maximalen Wasserstände in der Donau durch den geplanten Poldereinsatz (Reduzierung der Welle im Scheitel um bis zu 0,3 m).

In Anlage 4.3 sind die berechneten maximalen Grundwasserstände mit den hierfür abgeleiteten Flurabstandsbereichen dargestellt.

- Für den Standort des geplanten Polders ergeben sich mit maximalen Grundwasserständen von bis zu rd. 363 mNN um bis zu 3 m höhere maximale Grundwasserstände als im Bezugszustand (360 mNN, Anlage 3.2). Innerhalb des geplanten Polders werden aufgrund der Befüllung erwartungsgemäß negative Flurabstände ermittelt (Druckwasserspiegel im Grundwasser > GOK).
- Außerhalb des Polderstandortes ergeben sich entsprechend den vorstehenden Ausführungen überwiegend nur geringe bzw. keine Veränderungen gegenüber den entsprechenden Ergebnissen des Bezugszustandes.
- Höhere maximale Grundwasserstände und damit auch geringere Flurabstände als im Bezugszustand sind vorrangig in den topografisch tief liegenden Gebieten zwischen der südwestlichen Begrenzung des Polders und der Bebauung von IN-Niederfeld, sowie zwischen dem Polder und dem Ortsteil Rottmannshart des Marktes Manching festzustellen.

Berechnete Grundwasserstandsganglinien

Zur weiteren Veranschaulichung wurden die Berechnungsergebnisse, für 7 ausgewählte GWM und zwei zusätzliche Auslagerungspunkte im Poldernahbereich, zu Grundwasserstandsganglinien ausgewertet. Die entsprechende Gegenüberstellung der Ergebnisse für den Planungszustand Variante 1 und den Bezugszustand ist aus Anlage 4.4 ersichtlich:

- An der GWM 01 05 0229, die sich am nordwestlichen Rand des Polders, nahe zum Franziskanergraben befindet, werden im Planungszustand geringfügig niedrigere maximale Grundwasserstände (-2 cm) ermittelt als im Bezugszustand (Anlage 4.4.1).
- An der GWM 01 05 0241, westlich des Polders (Gewerbegebiet Ochenschütt der Gemeinde Großmehring, Anlage 4.4.2), stimmt der Verlauf der beiden berechneten Grundwasserstandsganglinien überein. Im Planungszustand Variante 1 ergeben sich dort folglich keine Auswirkungen auf die Grundwasserstände. Entsprechendes trifft auf

die östlich des Polders im Ortsteil Westenhausen gelegene GWM WESTENHAUSEN 135 zu (Anlage 4.4.8) zu. Diese Feststellungen stimmen mit den berechneten Grundwasserspiegeldifferenzen in Anlage 4.2 überein.

- An insgesamt 3 Standorten südwestlich und südöstlich des Polders (GWM: 01 05 0227, MANCHING HWS B1 und Auslagerungspunkt in Anlage 4.4.3, 4.4.4 und 4.4.7), ist im Planungszustand eine Auswirkung des Poldereinstaus erkennbar, es werden dort phasenweise vorübergehend etwas höhere Grundwasserstände berechnet als im Bezugszustand. Diese Auswirkungen betreffen jedoch den „abfallenden Ast“ der Grundwasserstandsganglinien, es werden auch dort im Planungszustand keine höheren maximalen Grundwasserstände ermittelt als im Bezugszustand.
- Auswirkungen auf die maximalen berechneten Grundwasserstände sind an der GWM 01 05 0255 (nordöstlich des Polders, im Gebiet Geißschütt, auf der Gemarkung Großmehring), dem Auslagerungspunkt 2 (nahe zur Paar in der Königsau) und an 4026_GWMB7(Nr.4) erkennbar (siehe Anlage 4.4.5, 4.4.6 und 4.4.9). An GWM 01 05 0255 wird ein um 0,36 m höherer maximaler Grundwasserstand berechnet, am Auslagerungspunkt 2 wird ein um 0,43 m höherer Wert ermittelt. Der maximale berechnete Grundwasserstand an 4026_GWMB7(Nr.4) wird um 2 cm im Vergleich zum Bezugszustand überschritten. Auch diese Ergebnisse decken sich mit den mit den dort berechneten Grundwasserspiegeldifferenzen in Anlage 4.2.

5.3 Austausch mit bestehenden Oberflächengewässern

Der mit dem Grundwassermodell für die Variante 1 - Donau HQ₂₀₀ (Bemessung), berechnete zeitliche Verlauf der Austauschraten ist, zusammen mit den entsprechenden Berechnungsergebnissen des Bezugszustandes Donau HQ₂₀₀, in den Anlagen 4.5.1 bis 4.5.3 dargestellt.

Franziskanergraben

Für den Verlauf der Austauschrate zwischen dem Grundwasserleiter und dem betrachteten Gewässerabschnitt des Franziskanergrabens wurden keine signifikanten Veränderungen gegenüber dem Bezugszustand ermittelt, die maximale berechnete Aussickerungsrate beträgt ebenfalls rd. 610 l/s (Anlage 4.5.1).

Alte Donau

Bei der Ermittlung der Austauschraten für die Planungsvariante 1 wurde so verfahren, dass bis zu Beginn der Befüllung des Polders die gesamte Alte Donau, entsprechend dem Bezugszustand, bilanziert wurde. Mit beginnender Polderbefüllung wurde der innerhalb des geplanten Polders verlaufende Gewässerabschnitt (Einstaubereich) - zwischen dem geplanten Schöpfwerk an der Alten Donau und dem Siel an der Paar (Abbildung 12) – für die Dauer des Einstaus nicht mehr in der Bilanzierung der Alten Donau berücksichtigt. Die Befüllung des Polders beginnt im Betrachtungszeitraum nach 4 Tagen und 20 h, der Scheitel der Befüllung, mit

den höchsten Zuflüssen in den Polder, wird nach 5 Tagen 10 h erreicht, die Entleerung des Polders erfolgt ab dem 6. Tag (Abbildung 13).

Aus der Gegenüberstellung der Austauschraten für den Planungszustand Variante 1 und den IST-Zustand HQ₂₀₀ (Bezugszustand) in Anlage 4.5.2 ist ersichtlich, dass die bis einschließlich Tag 4 ermittelten Austauschraten zwischen der Alten Donau und dem Grundwasser dementsprechend übereinstimmen. Dies deckt sich zudem mit dem bis zu diesem Zeitpunkt übereinstimmenden Verlauf der Grundwasserstände in Anlage 4.4.

Ab Tag 5 wird, entsprechend dem vorstehend beschriebenen Befüllungsvorgang für die Planungsvariante 1, eine stark zunehmende Aussickerung aus dem Grundwasser in das Gewässer ermittelt. Der Maximalwert wird am Tag 6 mit ca. 1.100 l/s erreicht, der damit um über 500 l/s höher ausfällt, als im Bezugszustand. Ab Tag 7 ist ein allmählicher Rückgang der Aussickerung aus dem Grundwasser in die Alte Donau zu verzeichnen. Dieser Verlauf fällt mit der in dieser Phase bereits abgeschlossenen Entleerung des Polders, den rückläufigen Wasserständen in der Alten Donau und den fallenden Grundwasserständen zusammen (s. a. Anlage 4.4). Am Ende des Betrachtungszeitraumes beträgt die berechnete Aussickerung aus dem Grundwasser bei der Planungsvariante 1 ca. 425 l/s und liegt damit um ca. 100 l/s höher als im IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ (Bezugszustand).

Paar (östlich des Polders)

An der Paar (Anlage 4.5.3) ist für die Variante 1, ebenfalls bis einschließlich Tag 4, ein mit dem Bezugszustand übereinstimmender Verlauf der Zu- und Aussickerungsmengen zu erkennen.

Ab Tag 5 erfolgt, bei anhaltend hohem Paarwasserspiegel (Scheitel der HW-Welle in der Paar), ein Wechsel von infiltrierenden zu exfiltrierenden Verhältnissen. Diese Phase fällt mit dem Zeitraum der vollständigen Befüllung des Polders (Abbildung 13, Seite 26) und dem resultierenden Grundwasseranstieg zwischen Polder und Paar zusammen. Die höchste Aussickerungsrate wird zu ca. 3.000 l/s ermittelt, diese fällt somit um ca. 1.900 l/s höher aus als im IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ (Bezugszustand).

Von Tag 6 bis Tag 8 geht die Exfiltration von Grundwasser in den betrachteten Gewässerabschnitt der Paar auf ca. 500 l/s zurück. Dieser Verlauf fällt mit der Entleerung des Polders und dem beginnenden Rückgang der HW-Welle in der Paar zusammen. Aufgrund der Ausleitung aus dem Polder steigen die Paarwasserstände, auch oberstrom des Auslaufbauwerkes, in diesem Zeitraum jedoch vorübergehend wieder an (Anlage 4.5.3).

Ab Mitte Tag 8 bis Anfang Tag 9 steigen die Exfiltrationsraten wieder vorübergehend auf ca. 1.750 l/s an. In dieser Phase gehen die Zuflüsse aus dem Polder in die Paar (Auslaufbauwerk) in kurzer Zeit stark zurück, dementsprechend fallen auch die Paarwasserstände am betrachte-

ten Standort innerhalb von < 1,5 Tagen um über 1,5 m. Aufgrund der in dieser Phase noch hohen Grundwasserstände im betrachteten Abschnitt (siehe z.B. Ganglinien in Anlage 4.4.6 und 4.4.7) ergeben sich die festgestellten hohen Aussickerungsraten.

Im weiteren Verlauf (Tag 10 bis Tag 14), geht die Aussickerung aus dem Grundwasser in den betrachteten Paarabschnitt allmählich zurück und nähert sich mit 800 l/s dem im Bezugszustand berechneten Wert an. Dieser Verlauf ergibt sich aus dem in diesem Zeitraum weiter fallendem Paarwasserspiegel und den ebenso zurückgehenden Grundwasserständen.

Detailbetrachtung zur Nassauskiesung im Vorranggebiet

Bei zusätzlicher Berücksichtigung der in Kap. 5.1 beschriebenen möglichen Auskiesungsflächen, im bestehenden Vorranggebiet Bodenschätze, ergaben sich bei den berechneten Grundwasserspiegeldifferenzen gegenüber dem IST-Zustand (Bezugszustand) keine signifikanten Unterschiede zu den in Anlage 4.2 dargestellten Ergebnissen (< 0,1 m). Dementsprechend wurde auf eine gesonderte Ergebnisdarstellung verzichtet.

Auch hinsichtlich der Aussickerung in die Alte Donau zeigte sich eine sehr geringe Veränderung (< 15 l/s). In Relation zu der bei Variante 1 (ohne zusätzliche Auskiesung im Vorranggebiet) ermittelten maximalen Aussickerung von 1.100 l/s ist diese Zunahme nicht signifikant.

Insgesamt zeigt sich, dass - aufgrund der bei Variante 1 bereits berücksichtigten großen Fläche an bestehenden und genehmigten Auskiesungsflächen innerhalb des geplanten Polders - bei Einsatz des Polders ein schnelle Anhebung der (Druck-) Wasserspiegel am Polderstandort und im angrenzenden Bereich erfolgt. Die zusätzlich berücksichtigten Auskiesungsflächen im Vorranggebiet haben keinen signifikanten, zusätzlichen Einfluss auf die Grundwasserstände und Aussickerungsmengen in die Alte Donau.

6 Planung Variante 2 - Donau HQ₂₀₀ (Bemessung)

6.1 Randbedingungen Variante 2

Die Trasse des HWS-Deiches der Poldervariante 2 und der daraus resultierende Umgriff des Polders ist aus Abbildung 16 ersichtlich. Die Poldervariante 2 umfasst mit rd. 264 ha die kleinste Einstaufläche der drei betrachteten Planungsvarianten. Die mittlere Einstautiefe im Polder wurde zu ca. 1,9 m ermittelt ([7], Protokoll 4. Runder Tisch).

Die nördliche Begrenzung bildet, entsprechend der Poldervariante 1, der bestehende HWS-Deich der Donau. Die westliche Trasse des HWS-Deiches der Poldervariante 2 verläuft zwischen den landwirtschaftlichen Flächen und dem von Süden nach Norden orientierten Altarm der Alten Donau. Im westlichen, südlichen und südöstlichen Trassenverlauf befindet sich die

Einstaufläche nördlich des Gewässerzugs der Alten Donau und ist somit von diesem vollständig umgeben. Der Alten Donau kommt dort über die gesamte Länge die Funktion einer Binnenentwässerung zu.

Hinsichtlich der Vorflut der Alten Donau zur Paar sieht die technische Planung (Vorplanung) am Schnittpunkt von Deichtrasse und nördlicher Ableitung Richtung R. Binnenentwässerungsgraben ein Sielbauwerk vor (Abbildung 16). Dieses Bauwerk wird in der Befüllungsphase des Polders verschlossen und in der Entleerungsphase wieder geöffnet.

In Abbildung 17 ist der von RMD Consult GmbH mit dem 2D-WSP-Modell berechnete zeitliche Verlauf der Polderbefüllung und –entleerung für die Planungsvariante 2 dargestellt. Der gesamte Betrachtungszeitraum umfasst 14 Tage, entsprechend 336 h (Abbildung 13). Die Befüllungsphase umfasst ca. 25 Stunden (Stunde 118 bis 143). Die Entleerungsphase beginnt unmittelbar anschließend ab Stunde 143 (ca. Tag 6). Der Scheitel der Befüllung, mit einem maximalen Zufluss aus dem Einlaufbauwerk von rd. 113 m³/s, wird nach 130 Stunden (ca. 5,4 Tage) erreicht. Der maximale Abfluss aus dem Auslaufbauwerk zur Paar mit rd. 54 m³/s ergibt sich nach ca. 173 h (ca. 7,2 Tage).

Überschwemmungsflächen

Das mit dem 2D-WSP-Modell für den Planungszustand Variante 2 ermittelte maximale Überschwemmungsgebiet ist aus Anlage 5.1 ersichtlich, dort dargestellt sind Flächen mit maximalen Einstautiefen von mehr als 0,01 m. Der maximale Wasserstand innerhalb des Polders wurde zu 362,91 mNN berechnet.

Die mit dem 2D-WSP-Modell für die Variante 2 berechneten Wasserspiegellagen, in den berücksichtigten Gewässern und auf den überfluteten Vorländern, wurden als Randbedingung in das Grundwassermodell übernommen. Für die Variante 2 ergaben sich aus den durchgeführten Auswertungen folgende maßgebenden Feststellungen:

- An der Donau werden, infolge der Ausleitung in den Polder, um bis zu ca. 0,1 m geringere maximale Wasserstände ermittelt, als im Bezugszustand.
- Diese Reduzierung wirkt sich bis in das Unterwasser der Staustufe Vohburg aus. Hieraus resultieren auch Auswirkungen auf die Wasserstände der dort einmündenden Paar, die nach Oberstrom (Paar) bis auf Höhe von Irsching reichen.
- Auf Höhe des Auslaufbauwerkes an der Paar ergeben sich, infolge der Überlagerung der Abflüsse in der Paar mit der Ausleitung aus dem Polder, im abfallenden Ast der Hochwasserwelle in der Paar, abschnittsweise um bis zu rd. 0,4 m höhere maximale Wasserstände als im Bezugszustand.

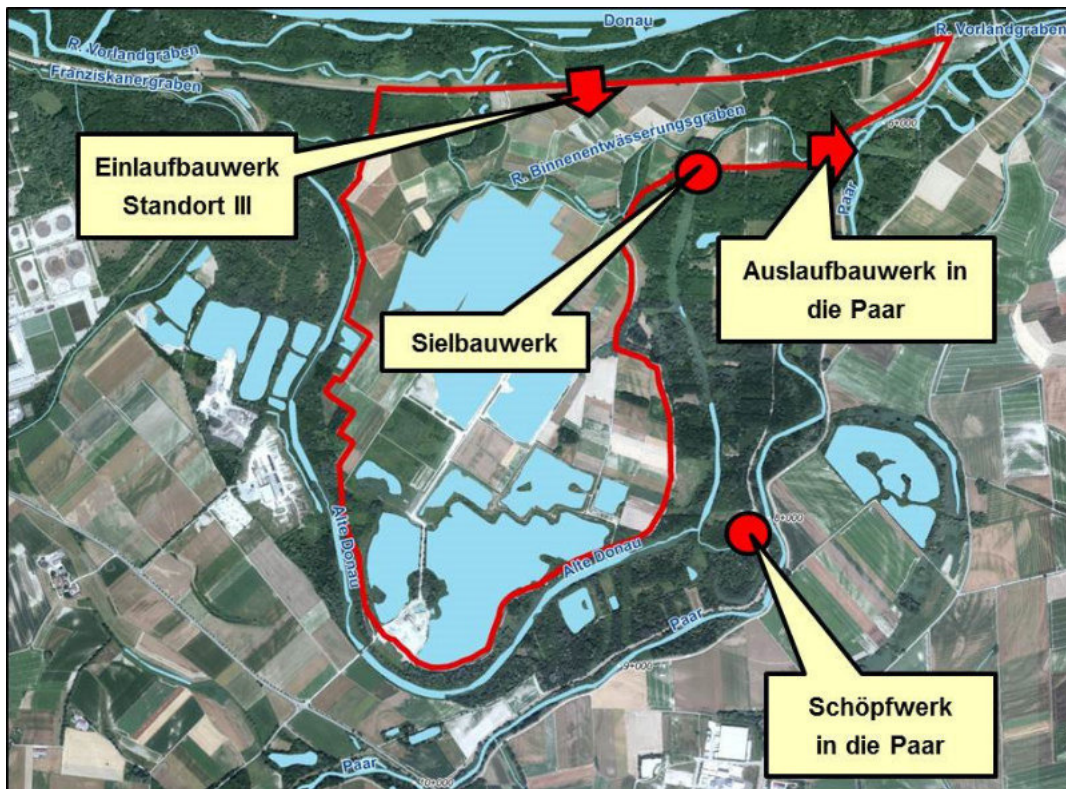


Abbildung 16: Planung - Variante 2

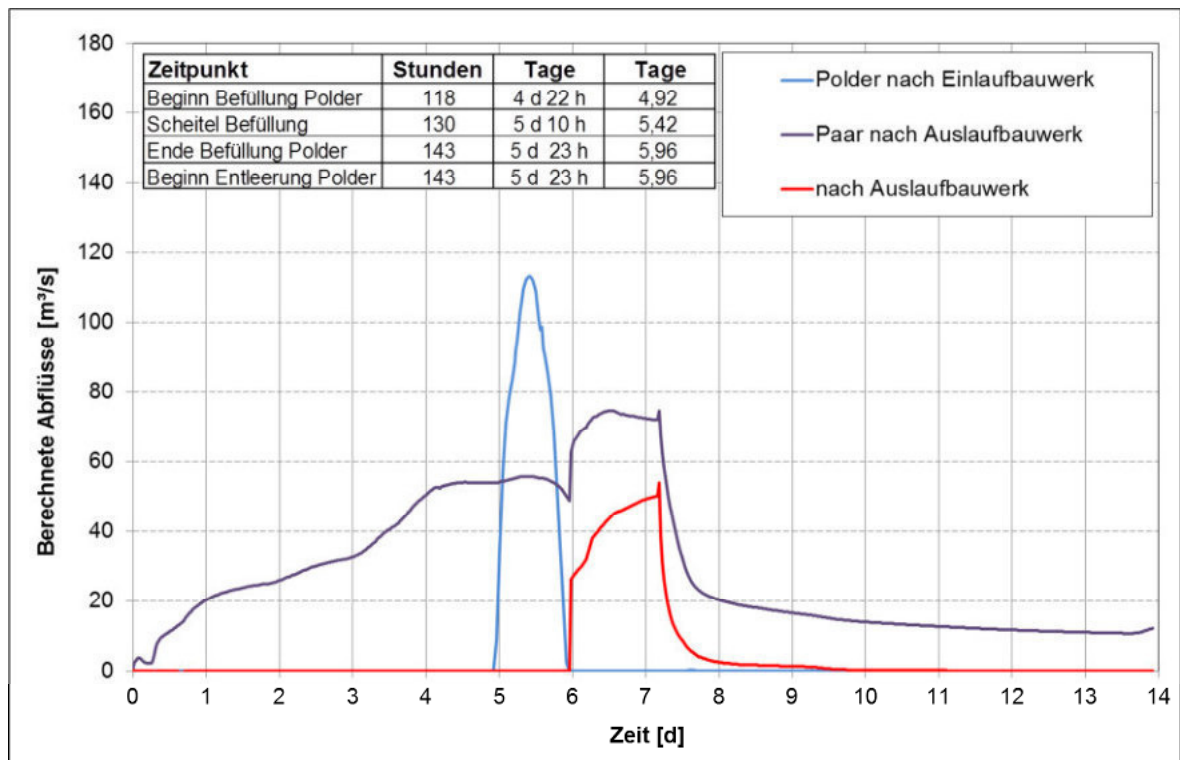


Abbildung 17: Berechnete Abflüsse (2D-WSP-Modell) - Planung Variante 2

An den sonstigen, im 2D-WSP-Modell berücksichtigten Nebengewässern (Ilm, Sandrach, Brautlach), ergeben sich weitgehend die gleichen Überflutungsflächen und Einstautiefen wie im Bezugszustand (Anlage 3.1).

An den binnenseitigen Gewässern wurden für die Variante 2 die gleichen Randbedingungen wie im Bezugszustand HQ₂₀₀ angesetzt. Entsprechendes trifft auch für die weiteren Randbedingungen zu (Kap. 2.1.1).

6.2 Auswirkungen auf die Grundwasserstände

Die für den Planungszustand Variante 2 Donau HQ₂₀₀ ermittelten Berechnungsergebnisse wurden wie folgt ausgewertet:

- Anlage 5.2: Berechnete Grundwasserspiegeldifferenzen - Planung Variante 2 gegen IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ (Bezugszustand)
- Anlage 5.3: Maximale berechnete Grundwasserstände mit Flurabstandsbereichen
- Anlage 5.4: Ganglinien berechneter Grundwasserstände
- Anlage 5.5: Berechneter Austausch mit Oberflächengewässern (siehe Kap. 6.3).

Die berechneten Grundwasserspiegeldifferenzen für den Planungszustand Variante 2 gegen den IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ (Bezugszustand) sind in Anlage 5.2 dargestellt. Es wurden berechnete Grundwasserspiegeldifferenzen von größer 0,1 m als signifikant erachtet und dargestellt. Hieraus ergeben sich folgende Feststellungen.

- Innerhalb des geplanten Polders werden im südlichen Bereich bis zu 3 m und im nördlichen Bereich überwiegend bis zu 2 m höhere maximale Grundwasserstände berechnet als im Bezugszustand.
- Für die westlich und südlich des Polderstandortes gelegenen Gebiete ist eine Begrenzung der Auswirkungen auf den poldernahen Bereich zu erkennen (Abstand zum Polder < 300 m). Insbesondere entlang der Überleitung Franziskanergraben /Alte Donau und entlang der Alten Donau werden die binnenseitigen Auswirkungen bei Einsatz des Polders infolge der Vorflutwirkung der Gewässer stark gedämpft und wirken sich nur abschnittsweise jenseits der Gewässer aus. Im NSG Ochenschütt, werden Grundwasserspiegeldifferenzen von bis rd. 0,1 m ermittelt. Entsprechende Anhebungen des maximalen Grundwasserspiegels werden auch am östlichen Randbereich des weiter südlich gelegenen Gewerbe- und Industriegebietes Ochenschütt (Betonwerk) der Gemeinde Großmehring berechnet.
- An der südlichen und südwestlichen Deichtrasse verläuft die berechnete Grundwasserspiegelanhebung von 0,1 m entlang der Alten Donau. Das aus dem Polder in das Grundwasser zu sickende Oberflächenwasser wird dort überwiegend von der Alten

Donau aufgenommen. Jenseits der Alten Donau werden keine signifikanten Grundwasserspiegelanhebungen ermittelt.

- Im Stadtgebiet von Ingolstadt und den bebauten Gebieten des Marktes Manching, wurden dementsprechend keine signifikanten Änderungen ermittelt.
- Im östlichen und nordöstlichen Abschnitt des Polders, auf Höhe Paar Fl.km 8+000 bis Fl.km 6+000, werden zwischen Paar und dem Polderstandort Anhebungen der maximalen Grundwasserstände von 0,25 m bis 2,0 m ermittelt, dort befinden sich überwiegend Auwälder. Die Linie mit berechneten Grundwasserspiegeldifferenzen von 0,1 m erstreckt sich bis in eine Entfernung von rd. 700 m zur geplanten Poldertrasse und damit über die St 2333 hinaus (Bereich Geißschütt). Wohnbebauung oder gewerbliche Nutzungen sind in diesem Gebiet nicht bekannt.
- Entlang der Donau werden zwischen Fl.km 2451+400 bis 2451+200 um bis zu 0,1 m niedrigere maximale Grundwasserstände berechnet. Dieser Umstand resultiert aus der Verringerung des maximalen Donauwasserstands beim Einsatz des Polders.

An der Paar werden, ab Fl.km 3+500 bis zur Mündung in die Donau bei Vohburg, Absenkungen des maximalen Grundwasserspiegels um -0,1 m ermittelt. Die Reduzierung der maximalen Donauwasserstände bei Betrieb des Polders wirkt sich bis in das Unterwasser der Staustufe Vohburg und damit den Mündungsbereich der Paar aus. Hieraus resultieren, im Vergleich zum Bezugszustand, geringere maximale Grundwasserstände.

Die für den Planungszustand Variante 2 berechneten maximalen Grundwasserstände sind mit den daraus abgeleiteten Flurabstandsbereichen in Anlage 5.3 dargestellt. Entsprechend den berechneten Grundwasserspiegeldifferenzen in Anlage 5.2 ergeben sich in den Grundwasserstand sensiblen Bebauungsbereichen keine signifikanten Änderungen gegenüber dem Bezugszustand.

Berechnete Grundwasserstandsganglinien

Entsprechend den Auswertungen zur Variante 1 wurden, zur weiteren Veranschaulichung, für 7 ausgewählte GWM und zwei zusätzliche Auslagerungspunkte im Poldernahbereich, die Berechnungsergebnisse zu Grundwasserstandsganglinien ausgewertet. Die Gegenüberstellung des berechneten Verlaufes für den Planungszustand Variante 2 und den Bezugszustand ist aus Anlage 5.4 ersichtlich.

- An den drei GWM von UNIPER 01 05 0229, 01 05 0241, 01 05 0227 (Anlagen 5.4.1, 5.4.2 und 5.4.3) sind keine Auswirkungen in Folge des Poldereinsatzes ersichtlich. Entsprechendes trifft auf die östlich des Polders gelegene GWM WESTENHAUSEN 135 zu (Anlage 5.4.8).

- An insgesamt 4 Standorten (MANCHING HWS B1, Auslagerungspunkt 2, Auslagerungspunkt 3 und 4026_GWMB7(Nr.4)) lassen sich im abfallenden Ast der Grundwasserstandsganglinien überwiegend geringe Auswirkungen des Poldereinstaus erkennen (siehe Anlagen 5.4.4, 5.4.6, 5.4.7 und 5.4.9). Am Auslagerungspunkt 2, nahe zur Paar, sind zwischen Tag 6 und Tag 9 die Auswirkungen infolge der Entleerung des Polders erkennbar, die zu einem vorübergehenden Anstieg der Paarwasserstände und damit auch der Grundwasserstände im angrenzenden Bereich führen. Es wurde dort, entsprechend der Auswertung in Anlage 5.2, jedoch kein höherer maximaler Grundwasserstand ermittelt.
- An GWM 01 05 0255 (Anlage 4.4.5) wurde ein um ca. 0,2 m höherer maximaler Grundwasserstand berechnet. Dies stimmt mit den entsprechenden Auswertungen in Anlage 5.2 überein.

6.3 Austausch mit bestehenden Oberflächengewässern

Der mit dem Grundwassermodell für die Variante 2 - Donau HQ₂₀₀ (Bemessung) berechnete zeitliche Verlauf der Austauschraten ist, zusammen mit den entsprechenden Berechnungsergebnissen des Bezugszustandes Donau HQ₂₀₀, in den Anlagen 5.5.1 bis 5.5.3 dargestellt.

Franziskanergraben

Für den Verlauf der Austauschraten zwischen dem Grundwasserleiter und dem Gewässerabschnitt des Franziskanergrabens ergeben sich keine wesentlichen Veränderungen gegenüber dem Bezugszustand. Die maximale Aussickerung ergibt sich zu ca. 600 l/s.

Alte Donau

Die Gegenüberstellung der Austauschraten für den Planungszustand Variante 2 und den IST-Zustand HQ₂₀₀ (Bezugszustand) in Anlage 5.5 lässt erkennen, dass die zwischen der Alten Donau und dem Grundwasser ermittelten Austauschraten bis einschließlich Tag 4 übereinstimmen. Dies deckt sich mit dem bis zu diesem Zeitpunkt übereinstimmenden Verlauf der Grundwasserstände westlich des geplanten Polders (Anlage 5.4.1 bis 5.4.4).

Ab Tag 5 nimmt die Aussickerung infolge der Befüllung des Polders deutlich zu, an Tag 6 wird, bei vollständiger Befüllung des Polders, mit 2.100 l/s der höchste Wert ermittelt. Mit beginnender Entleerung des Polders gehen die Aussickerungsraten wieder zurück und Erreichen zunächst Werte um -1.500 l/s. Erst nach vollständiger Entleerung erfolgt ein weiterer allmählicher Rückgang, am Ende des Betrachtungszeitraumes wird ein Wert um 650 l/s erreicht.

Insgesamt ergibt sich für die Variante 2:

- die ermittelte maximale Aussickerungsrate von ca. 2.100 l/s liegt um ca. 1.500 l/s über dem entsprechenden Maximalwert des Bezugszustandes

- der für die Variante 2 berechnete Maximalwert fällt um ca. 1.000 l/s höher aus, als der entsprechende berechnete Maximalwert für die Variante 1. Dies resultiert aus der Gegebenheit, dass die Alte Donau bei Variante 2 über ihre gesamte Länge außerhalb der Einstaufläche des Polders liegt und somit entlang der gesamten westlichen und südlichen Trasse des Polders als Vorfluter für das aus dem Polder zu sickernde Wasser wirksam wird.

Paar (östlich des Polders)

An der Paar (Anlage 5.5.3) ist auch bei der Variante 2, bis einschließlich Tag 4, ein mit dem Bezugszustand übereinstimmender Verlauf der Zu- und Aussickerungsmengen zu erkennen.

Ab Tag 5 erfolgt, bei anhaltend hohem Paarwasserspiegel (Scheitel der HW-Welle in der Paar), ein Wechsel von infiltrierenden zu exfiltrierenden Verhältnissen. Diese Phase fällt mit dem Zeitraum der vollständigen Befüllung des Polders und dem resultierenden Grundwasseranstieg zwischen Polder und Paar zusammen.

Ab ca. Tag 6 erfolgt die Entleerung des Polders am Auslaufbauwerk zur Paar, diese führt zu einem vorübergehenden Wiederanstieg der Paarwasserstände. Am betrachteten Standort erreichen diese annähernd den Scheitel der Hochwasserwelle in der Paar (Anlage 5.5.3). Infolgedessen gehen die Aussickerungsraten zunächst nur leicht zurück.

An Tag 7 ist ein erneuter Anstieg der berechneten Aussickerung in die Paar bis auf den Maximalwert von rd. -1.500 l/s zu beobachten, dieser fällt somit um ca. 400 l/s höher aus als im IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ (Bezugszustand). Dieser Verlauf ist bedingt durch den starken Rückgang der Paarwasserstände, bei zeitgleich noch hohen Grundwasserständen östlich des Polders (Anlage 5.4.5 bis 5.4.9).

Bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes (Tag 14) geht die Exfiltration von Grundwasser auf rd. 650 l/s zurück und erreicht damit die Größenordnung der im Bezugszustand berechneten Aussickerungsraten. Dieser Verlauf ergibt sich aus dem in diesem Zeitraum weiter fallenden Paarwasserspiegel und den ebenso zurückgehenden Grundwasserständen.

7 Planung Variante 3 - Donau HQ₂₀₀ (Bemessung)

7.1 Randbedingungen Variante 3

Die Trasse des HWS-Deiches der Poldervariante 3 und der daraus resultierende Umgriff des Polders sind aus Abbildung 18 ersichtlich. Die Poldervariante 3 umfasst mit rd. 348 ha etwa 80% der Einstaufläche der Variante 1 und ist um ca. 32% größer als die Einstaufläche der Variante 2. Die mittlere Einstautiefe im Polder wurde bei der Variante 3 zu ca. 2,8 m ermittelt ([7], Protokoll 4. Runder Tisch).

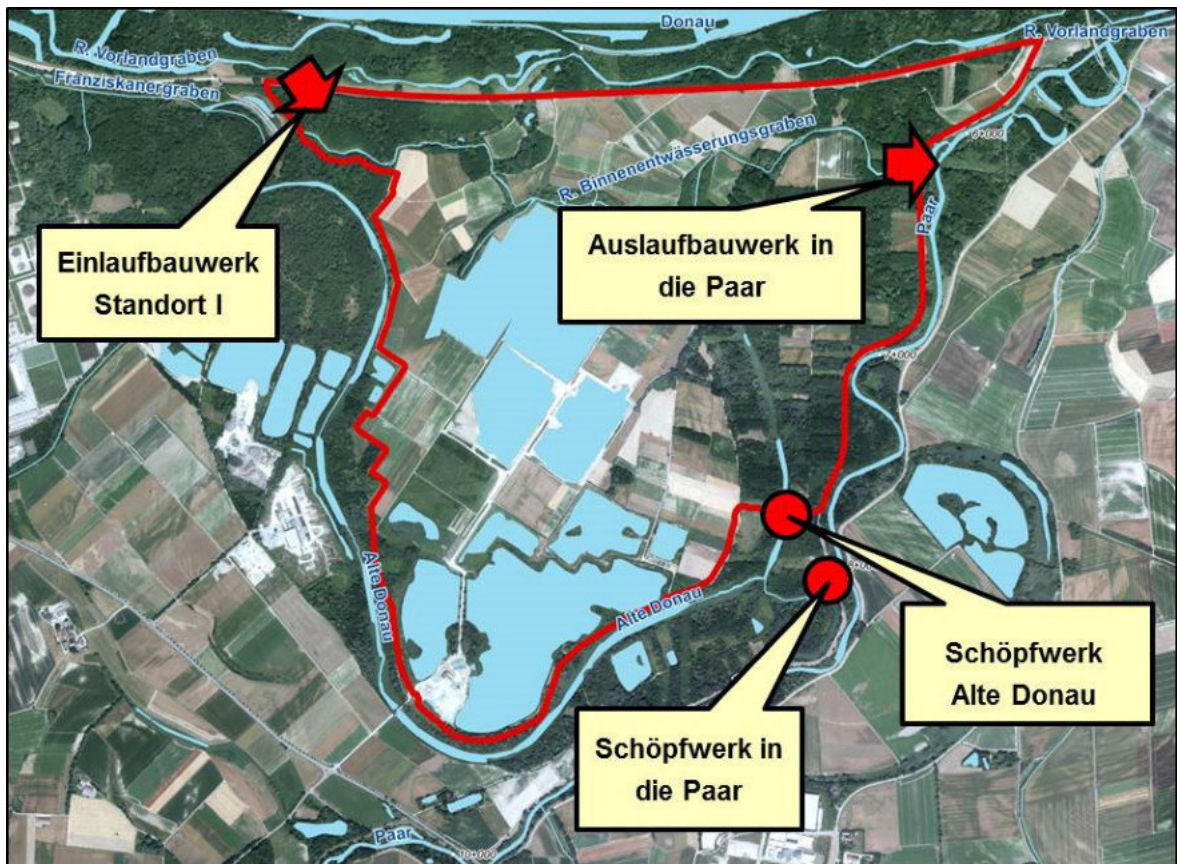


Abbildung 18: Planung Polder - Variante 3

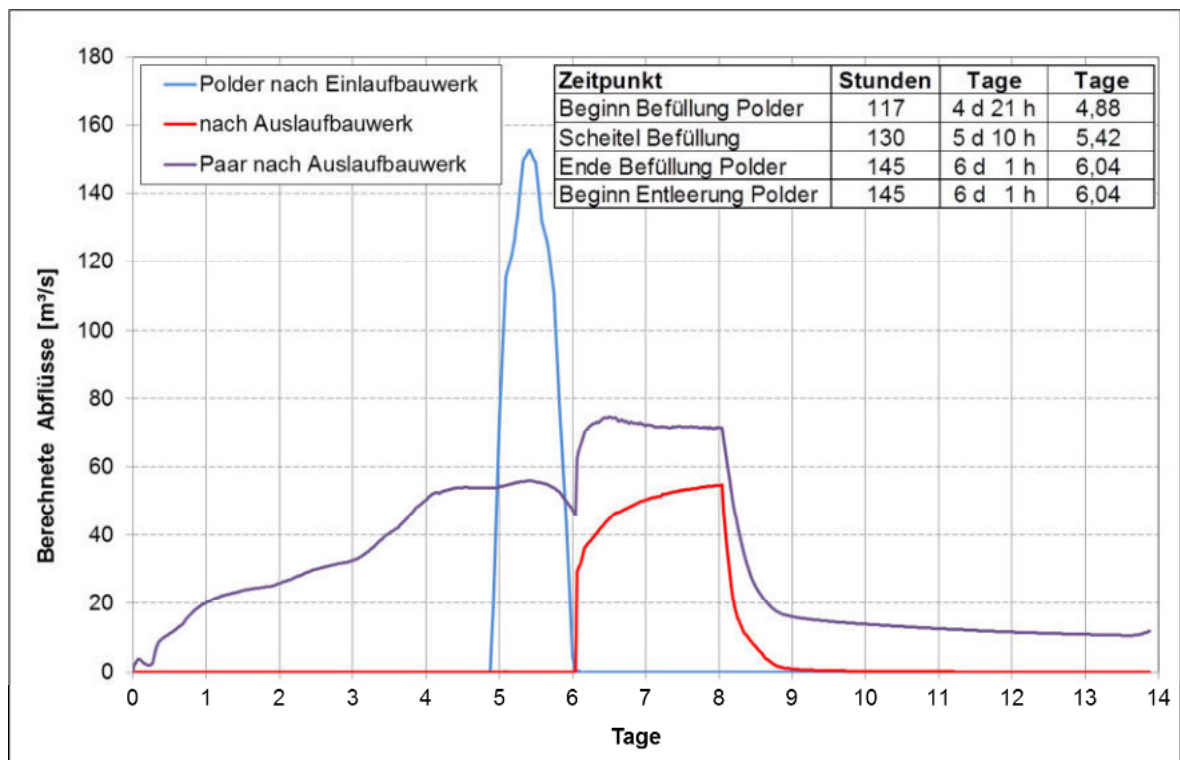


Abbildung 19: Berechnete Abflüsse (2D-WSP-Modell) - Planung Variante 3

Die nördliche Begrenzung bildet, entsprechend der Poldervariante 1, der bestehende HWS-Deich der Donau. Die Trasse des HWS-Deiches der Poldervariante 3 verläuft, im Westen und Süden, entsprechend derjenigen der Poldervariante 2. Auf Höhe der Mündung der Alten Donau in die Paar verschwenkt sie dann jedoch nach Osten und folgt von dort, analog der Variante 1, der Trasse des bestehenden linken Paardeichs bis zum HWS-Deich der Donau, nahe zur Großmehringer Brücke.

Im westlichen, südlichen und südöstlichen Trassenverlauf befindet sich die Einstaufläche der Variante 3 nördlich des Gewässerzugs der Alten Donau. Bei Einsatz des Polders kommt diesem daher, über die gesamte Länge, die Funktion einer Binnenentwässerung zu. Seitens der technischen Planung ist am Schnittpunkt von Deichtrasse und dem an die Alte Donau nach Norden anschließenden Gewässerarm, ein Schöpfwerk vorgesehen (Abbildung 18).

In Abbildung 19 ist der mit dem 2D-WSP-Modell berechnete zeitliche Verlauf der Polderbefüllung und -entleerung für die Planungsvariante 3 dargestellt. Die Befüllungsphase umfasst 28 Stunden (Stunde 117 bis Stunde 145). Der Scheitel der Befüllung mit einem maximalen Zufluss aus dem Einlaufbauwerk von ca. 150 m³/s wird nach 130 Stunden erreicht, die Entleerung erfolgt ab Stunde 145.

Überschwemmungsflächen

Das mit dem 2D-WSP-Modell für den Planungszustand Variante 3 ermittelte maximale Überschwemmungsgebiet ist aus Anlage 6.1 ersichtlich, dort dargestellt sind Flächen mit maximalen Einstautiefen von mehr als 0,01 m. Der maximale Wasserstand innerhalb des Polders wurde zu 363,27 mNN berechnet. An den binnenseitigen Gewässern ergeben sich erwartungsgemäß überwiegend die gleichen Überflutungsflächen und Einstautiefen wie im Bezugszustand (Anlage 3.1).

Die für die Variante 3 mit dem 2D-WSP-Modell berechneten Wasserspiegellagen, in den berücksichtigten Gewässern und auf den überfluteten Vorländern, wurden als Randbedingung in das Grundwassermodell übernommen. Für die Variante 3 ergaben sich aus den durchgeführten Auswertungen folgende maßgebenden Feststellungen:

- An der Donau werden infolge der Ausleitung in den Polder um bis zu rd. 0,2 m geringere maximale Wasserstände ermittelt.
- Diese Reduzierung wirkt sich bis in das Unterwasser der Staustufe Vohburg aus. Hieraus resultieren auch Auswirkungen auf die Wasserstände der dort einmündenden Paar, die nach Oberstrom (Paar) bis auf Höhe von Irsching reichen.
- An der Paar ergeben sich, infolge der Überlagerung der Abflüsse in der Paar (abfallender Ast der Hochwasserwelle in der Paar), mit der Ausleitung aus dem Polder, auf Höhe des Auslaufbauwerkes abschnittsweise um bis zu rd. 0,4 m höhere maximale Wasserstände.

- An den sonstigen im 2D-WSP-Modell berücksichtigten Nebengewässern (Ilm, Sandrach, Brautlach) ergeben sich weitgehend die gleichen Überflutungsflächen und Einstautiefen wie im Bezugszustand (Anlage 3.1).

An den binnenseitigen Gewässern wurden für die Variante 3 dieselben Randbedingungen wie im Bezugszustand HQ₂₀₀ angesetzt. Entsprechendes trifft auch für die weiteren Randbedingungen zu (Kap. 2.1.1).

7.2 Auswirkungen auf die Grundwasserstände

Die für den Planungszustand Variante 3 Donau HQ₂₀₀ ermittelten Berechnungsergebnisse wurden wie folgt ausgewertet:

- Anlage 6.2: Berechnete Grundwasserspiegeldifferenzen - Planung Variante 3 gegen IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ (Bezugszustand)
- Anlage 6.3: Maximale berechnete Grundwasserstände mit Flurabstandsbereichen
- Anlage 6.4: Ganglinien berechneter Grundwasserstände
- Anlage 6.5: Berechneter Austausch mit Oberflächengewässern (Kap. 7.3).

Die berechneten Grundwasserspiegeldifferenzen für den Planungszustand Variante 3 gegen den IST-Zustand (Bezugszustand) sind in Anlage 6.2 dargestellt. Dabei wurden nur berechnete Grundwasserspiegeldifferenzen von größer 0,1 m als signifikant erachtet und dargestellt. Hieraus ergeben sich folgende Feststellungen.

- Innerhalb des geplanten Polders werden bis zu 3 m höhere maximale Grundwasserstände berechnet als im Bezugszustand.
- Für die außerhalb des Polderstandortes gelegenen Gebiete ist eine Begrenzung der Auswirkungen (> 0,1 m) auf ein Gebiet zu erkennen, das sich bis in eine Entfernung von 700 m zum Polder erstreckt. Dort wo den bestehenden Gewässern eine Vorflutwirkung für das aus dem Polder zu sickende Wasser zukommt (Überleitung Franziskanergraben/Alte Donau; Alte Donau) werden die binnenseitigen Auswirkungen stärker gedämpft.
- Für die westlich und südlich des Polderstandortes gelegenen Gebiete ist, ähnlich wie bei der Variante 2, eine Begrenzung der Auswirkungen auf den poldernahen Bereich zu erkennen (Abstand zum Polder < 300 m). Insbesondere entlang der Überleitung Franziskanergraben /Alte Donau und entlang der Alten Donau werden die binnenseitigen Auswirkungen bei Einsatz des Polders infolge der Vorflutwirkung der Gewässer stark gedämpft und wirken sich nur abschnittsweise jenseits der Gewässer aus. Im NSG Ochenschütt, werden Grundwasserspiegeldifferenzen von bis rd. 0,1 m ermittelt. Entsprechende Anhebungen des maximalen Grundwasserspiegels werden auch

am östlichen Randbereich des weiter südlich gelegenen Gewerbe- und Industriegebietes Ochenschütt (Betonwerk) der Gemeinde Großmehring berechnet.

- An der südlichen und südwestlichen Deichtrasse verläuft die berechnete Grundwasserspiegelanhebung von 0,1 m entlang der Alten Donau. Das aus dem Polder in das Grundwasser zusickernde Oberflächenwasser wird dort überwiegend von der Alten Donau aufgenommen. Jenseits der Alten Donau werden keine signifikanten Grundwasserspiegelanhebungen ermittelt.
- Im Stadtgebiet von Ingolstadt und den bebauten Gebieten des Marktes Manching, wurden dementsprechend keine signifikanten Änderungen ermittelt.
- Im östlichen und nordöstlichen Abschnitt des Polders, auf Höhe Paar Fl.km 8+000 bis Fl.km 6+000, werden zwischen der Paar und dem Polderstandort Anhebungen der maximalen Grundwasserstände überwiegend bis zu 1,0 m ermittelt. Die Linie mit berechneten Grundwasserspiegeldifferenzen von 0,1 m erstreckt sich bis in eine Entfernung von rd. 700 m zur geplanten Poldertrasse und damit über die St 2333 hinaus (Bereich Geißschütt, Gemarkung Großmehring). Wohnbebauung oder gewerbliche Nutzungen sind in diesem Gebiet nicht bekannt.
- Zwischen der Donau und dem rechten Vorlandgraben (Donau Fl.km 2454+000 bis Fl.km 2449+000) werden um bis zu 0,1 m niedrigere maximale Grundwasserstände als im Bezugszustand berechnet. Dies resultiert aus der Verringerung der maximalen Wasserstände in der Donau durch den geplanten Poldereinsatz (Reduzierung der Welle im Scheitel um bis zu 0,2 m). An der Paar werden, ab Fl.km 4+000, bei Irsching, bis zur Mündung in die Donau bei Vohburg, Absenkungen des maximalen Grundwasserspiegels um -0,1 m ermittelt.

Die für den Planungszustand Variante 3 berechneten maximalen Grundwasserstände sind, zusammen mit den daraus abgeleiteten Flurabstandsbereichen, in Anlage 6.3 dargestellt. Entsprechend den vorstehend erläuterten Grundwasserspiegeldifferenzen, für den Planungszustand Variante 3 gegen den IST-Zustand (Bezugszustand), ergeben sich für Grundwasserstand sensible Bebauungsbereiche keine signifikanten Änderungen gegenüber dem IST-Zustand (Bezugszustand).

Berechnete Grundwasserstandsganglinien

Zur weiteren Veranschaulichung wurden, für 7 ausgewählte GWM und zwei zusätzliche Auslagerungspunkte im Poldernahbereich, die Berechnungsergebnisse zu Grundwasserstandsganglinien ausgewertet. Die entsprechende Gegenüberstellung des Verlaufes für den Planungszustand und den Bezugszustand ist aus Anlage 6.4 ersichtlich.

- An der GWM 01 05 0229, die sich am nordwestlichen Rand des Polders, nahe zum Franziskanergraben befindet, werden im Planungszustand geringfügig niedrigere maximale Grundwasserstände -1 cm) ermittelt als im Bezugszustand (Anlage 6.4.1).

- An den beiden GWM 01 05 0241 und 01 05 0227 (Anlagen 6.4.2 und 6.4.3) westlich des Polders sind keine Auswirkungen in Folge des Einsatzes des Polders zu erkennen. Entsprechendes trifft auf die östlich des Polders gelegene GWM WESTENHAUSEN 135 zu (Anlage 6.4.8).
- An insgesamt 4 Standorten (MANCHING HWS B1, Auslagerungspunkt 2, Auslagerungspunkt 3 und 4026_GWMB7(Nr.4)) sind, im abfallenden Ast der Grundwasserstandsganglinien, Auswirkungen des Poldereinsatzes zu erkennen (Anlagen 6.4.4, 6.4.6, 6.4.7 und 6.4.9). Diese ergeben sich infolge der Entleerung des Polders und des hieraus resultierenden Anstiegs der Paarwasserstände. An keinem dieser Standorte werden höhere maximale Grundwasserstände als im Bezugszustand ermittelt.
- An der im Gebiet Geißschütt in der Gemarkung Großmehring gelegenen GWM 01 05 0255 (Anlage 6.4.5) wird ein um 0,35 m höherer maximaler Grundwasserstand berechnet, dies entspricht den entsprechenden Ergebnissen im Differenzenplan in Anlage 6.2.

7.3 Austausch mit bestehenden Oberflächengewässern

Der mit dem Grundwassermodell für die Variante 3 - Donau HQ₂₀₀ (Bemessung) berechnete zeitliche Verlauf der Austauschraten ist, zusammen mit den entsprechenden Berechnungsergebnissen des Bezugszustandes Donau HQ₂₀₀, in den Anlagen 6.5.1 bis 6.5.3 dargestellt.

Franziskanergraben

Für den Verlauf der Austauschrate zwischen dem Grundwasserleiter und dem Gewässerabschnitt des Franziskanergrabens wurden keine signifikanten Veränderungen gegenüber dem Bezugszustand ermittelt. Die maximale Aussickerung ergibt sich zu ca. 600 l/s.

Alte Donau

Bis Ende Tag 4 sind die im Bezugszustand und Planungszustand für Variante 3 ermittelte Austauschrate zwischen der Alten Donau und dem Grundwasser gleich. Ab Tag 6 wurde eine höhere Aussickerung aus dem Grundwasser in das Gewässer ermittelt, die bis zur Mitte des 6. Tages auf ihren höchsten Wert mit 2700 l/s ansteigt. In der 2. Hälfte des Berechnungszeitraums bleibt die berechnete Aussickerung aus dem Grundwasser über dem im Bezugszustand berechneten Wert und liegt am Ende der Berechnung noch um rd. 330 l/s höher.

Die Gegenüberstellung der Austauschraten für den Planungszustand Variante 3 und den IST-Zustand HQ₂₀₀ (Bezugszustand) in Anlage 6.5.2 veranschaulicht, dass die zwischen der Alten Donau und dem Grundwasser ermittelten Austauschraten bis einschließlich Tag 4 übereinstimmen. Dies steht in Übereinstimmung mit dem bis zu diesem Zeitpunkt identischen Verlauf der Grundwasserstände westlich des geplanten Polders (Anlage 6.4.1 bis 6.4.4).

Ab Tag 5 nimmt die Aussickerung infolge der Befüllung des Polders deutlich zu, an Tag 6 wird, bei vollständiger Befüllung des Polders, mit 2.700 l/s der höchste Wert ermittelt. Mit beginnender Entleerung des Polders gehen die Aussickerungsraten wieder zurück und Erreichen zunächst Werte um -1.500 l/s. Erst nach vollständiger Entleerung erfolgt ein weiterer allmählicher Rückgang, am Ende des Betrachtungszeitraumes wird ein Wert um 650 l/s erreicht. Insgesamt lässt sich hieraus für die Variante 3 ableiten:

- die ermittelte maximale Aussickerungsrate von ca. 2.700 l/s liegt um ca. 2.100 l/s über dem entsprechenden Maximalwert des Bezugzustandes.
- der für die Variante 3 berechnete Maximalwert fällt um ca. 1.600 l/s höher aus, als der entsprechende berechnete Maximalwert für die Variante 1 und überschreitet auch noch den für die Variante 2 ermittelten Maximalwert um 600 l/s. Im Hinblick auf den berechneten zusätzlichen Sickerwasseranfall in der Alten Donau stellt die Variante 3 den ungünstigsten Zustand dar.

Paar (östl. des Polders)

An der Paar (Anlage 6.5.3) ist auch bei der Variante 3, bis einschließlich Tag 4, ein mit dem Bezugzustand übereinstimmender Verlauf der Zu- und Aussickerungsmengen zu erkennen.

Ab Tag 5 erfolgt, bei anhaltend hohem Paarwasserspiegel (Scheitel der HW-Welle in der Paar), ein Wechsel von infiltrierenden zu exfiltrierenden Verhältnissen, mit einem Anstieg der Exfiltrationsrate aus dem Grundwasser bis auf ca. -1.400 l/s. Diese Phase fällt mit dem Zeitraum der vollständigen Befüllung des Polders und dem resultierenden Grundwasseranstieg zwischen Polder und Paar zusammen.

Ab ca. Tag 6 erfolgt die Entleerung des Polders am Auslaufbauwerk zur Paar, diese führt zu einem vorübergehenden Wiederanstieg der Paarwasserstände. Am betrachteten Standort erreichen diese annähernd den Scheitel der Hochwasserwelle in der Paar (Anlage 6.5.3). Infolgedessen gehen die Aussickerungsraten allmählich zurück.

An Tag 7 ist ein erneuter Anstieg der berechneten Aussickerung in die Paar bis auf den Maximalwert von ca. -1.600 l/s zu beobachten, dieser fällt somit um ca. 500 l/s höher aus als im IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ (Bezugzustand). Dieser Verlauf ist bedingt durch den starken Rückgang der Paarwasserstände, bei zeitgleich noch hohen Grundwasserständen östlich des Polders (Anlage 5.4.5 bis 5.4.9).

Bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes (Tag 14) geht die Exfiltration von Grundwasser auf ca. -700 l/s zurück und erreicht damit die Größenordnung der im Bezugzustand berechneten Aussickerungsraten. Dieser Verlauf ergibt sich aus dem in diesem Zeitraum weiter fallendem Paarwasserspiegel und den ebenso zurückgehenden Grundwasserständen.

8 Gesamtbewertung der Ergebnisse zu den Varianten 1 bis 3

Aus den in Kap. 5 bis 7 durchgeführten Untersuchungen zu den Planungsvarianten 1 bis 3 lassen sich insgesamt folgende Aussagen ableiten:

Maximale berechnete Grundwasserstände

Die größten Auswirkungen auf die Grundwasserstände ergeben sich erwartungsgemäß für die Planungsvariante 1, die von allen drei untersuchten Varianten die größte Einstaufläche, die längste Einstaudauer und die größte mittlere Einstautiefe aufweist (Kap. 2.2, Tabelle 5)

Im donaanahen Bereich führt die Befüllung des Polders und die hieraus resultierende Verringerung der maximalen Wasserstände in der Donau, bei allen drei betrachteten Varianten zu einer entsprechenden Reduzierung der maximalen berechneten Grundwasserstände (gegenüber dem Bezugszustand) von bis zu 0,2 m (Anlagen 4.2, 5.2 und 6.2).

Westlich des Polders, Richtung Stadtgebiet Ingolstadt, ergeben sich bei allen 3 betrachteten Varianten keine signifikanten Auswirkungen auf die maximalen Grundwasserstände ($< 0,1$ m). Dies trifft auch für das westlich gelegene Gewerbegebiet Ochenschütt auf der Gemarkung Großmehring zu. Dies ist darauf zurück zu führen, dass dort bei allen betrachteten Varianten der Alten Donau eine Vorflutfunktion, sowohl für das von Westen zuströmende Grundwasser, als auch für das aus dem Polder Richtung Alte Donau zusickernde Oberflächenwasser zu kommt (siehe auch nachstehenden Absatz). Hierdurch wird der Grundwasseranstieg westlich der Donau auf den Nahbereich des Gewässers (NSG Ochenschütt) begrenzt. Notwendige Voraussetzung für eine entsprechende hydraulische Wirksamkeit der Alten Donau in diesem Abschnitt, bei Einsatz des Polders, sind eine gute hydraulische Anbindung der Gewässersohle an den quartären Grundwasserleiter und die Ableitung des anfallenden Sickerwassers durch geeignete technische Maßnahmen (z.B. Schöpfwerke).

Südwestlich und südöstlich des geplanten Polders, in den Gemarkungen Westenhausen und Manching des Marktes Manching, sowie nordöstlich des Polders, im Gebiet Geißschütt (Gemarkung Großmehring) werden nur bei der Variante 1 signifikante Auswirkungen auf die maximalen Grundwasserstände ermittelt (Anlage 4.2). Ursächlich hierfür ist, dass die Alte Donau dort innerhalb der geplanten Polder Einstaufläche verläuft und ihr somit - im Gegensatz zu den Varianten 2 und 3 - bei Einsatz des Polders dort keine Vorfluterwirkung mehr zukommt.

In südwestlicher Richtung befindet sich, innerhalb der als signifikant ermittelten Anhebungen der maximalen Grundwasserstände ($> 0,1$ m), nach derzeitigem Kenntnisstand keine Grundwasserstand sensible Bebauung. In südöstlicher Richtung, im Gewerbe- und Industriegebiet „Am Bahnhof“ (Gemarkung Westenhausen, Markt Manching), erreichen die Anhebungen der berechneten maximalen Grundwasserstände gegenüber dem Bezugszustand Werte zwischen 0,1 m und 0,25 m.

Zur Kompensation bzw. Begrenzung dieser Auswirkungen sind bei der Variante 1 dort zusätzliche, Anpassungsmaßnahmen erforderlich. Zu den möglichen Maßnahmen zählen z.B. Untergrundabdichtungen (Dichtwände) oder Drainagen mit Pumpwerk (siehe Kap. 9).

Grundwasseraustausch mit maßgebenden Gewässerabschnitten/Sickerwasserraten

Die bei Einsatz des Polders maßgebenden Gewässerabschnitte, denen die Funktion einer Binnenentwässerung zukommen kann, sind in Abbildung 20 hervorgehoben, sie umfassen den Franziskanergraben und die Alte Donau. In diese Gewässerabschnitte sickert bereits derzeit abschnittsweise Grundwasser aus. Die Gesamtaussickerung, bis zur Mündung der Alten Donau in die Paar wurde, für mittlere hydrologische Bedingungen, zu < 300 l/s ermittelt [1],[2].

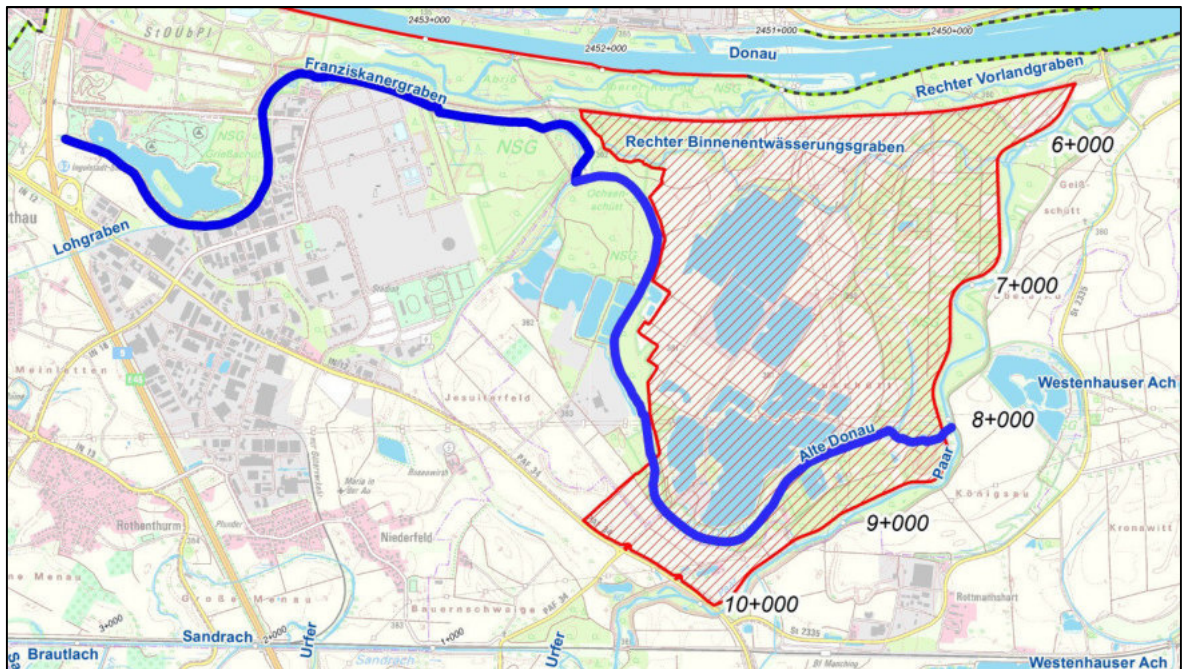


Abbildung 20: Lageplan mit poldernahem Gewässersystem und Ausdehnung Polder entsprechend Variante 1

In Abbildung 21 sind die entsprechend berechneten Aussickerungsraten in das Gewässersystem Franziskanergraben/ Alte Donau für die Varianten 1 bis 3, zusammen mit den entsprechenden Ergebnissen des Bezugszustandes, in ihrem zeitlichen Verlauf gegenüber gestellt. Einen Überblick über die in den betrachteten Varianten jeweils berechnete maximale Aussickerungsrate gibt Tabelle 7.

Die höchste Aussickerungsrate wird mit rd. -3.300 l/s für die Variante 3 ermittelt. Die geringste maximale Aussickerung ergibt sich für die Variante 1 (-1.700 l/s). Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass sich bei der Variante 1 nur der westliche Gewässerabschnitt der Alten Donau außerhalb des Polders befindet und somit bei der Ermittlung der Aussickerungsraten berücksichtigt wird.

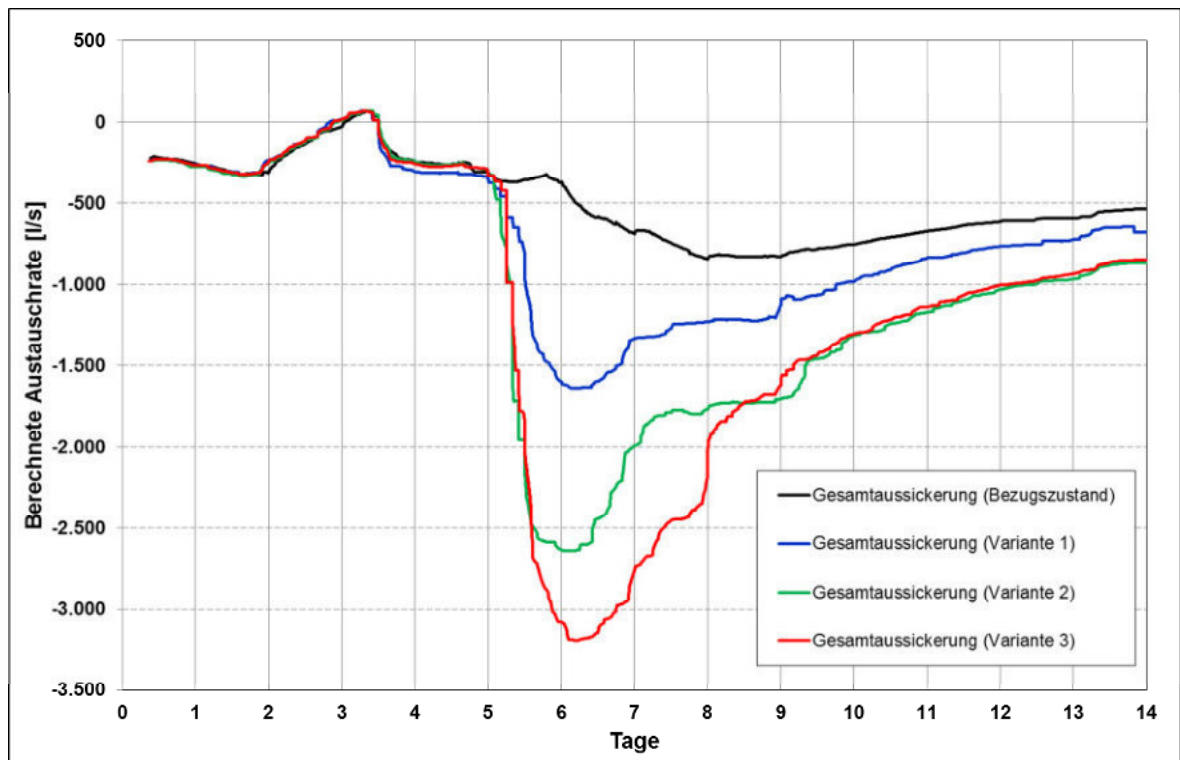


Abbildung 21: Berechnete Aussickerungsraten Gewässersystem Franziskanergraben / Alte Donau bei Einsatz Polder

Bei den Varianten 2 und 3 befindet sich die Alte Donau über ihren gesamten Verlauf, bis zur Einmündung in die Paar, außerhalb der geplanten Polderfläche, so dass ihr über diese gesamte Strecke die Wirkung einer Binnenentwässerung zukommt (Anlage 6.2). Die bei voller Befüllung ermittelte mittlere Wassertiefe im Polder unterscheidet sich bei der Variante 3 (2,8 m) nur gering von derjenigen der Variante 1 (2,9 m).

Tabelle 7: Maximale berechnete Aussickerung Franziskanergraben / Alte Donau bei Einsatz Polder

Zustand / Variante	Maximale berechnete Aussickerung in das Gewässersystem Franziskanergraben/ Alte Donau [l/s]
Bezugszustand	-800
Variante 1	-1.700
Variante 2	-2.700
Variante 3	-3.300

Auch der östlich des geplanten Polders verlaufenden Paar kommt bei allen drei betrachteten Varianten eine Vorflutwirkung zu. Aufgrund der im Bemessungsfall dort hohen maximalen

Abflüsse von über 50 m³/s sind die zusätzlichen polderbedingten Aussickerungsmengen von bis zu 3 m³/s (Variante 1, Anlage 4.5.3) von untergeordneter Bedeutung.

Im Hinblick auf den zu erwartenden Sickerwasseranfall, bei Einsatz des Polders, stellt somit die Variante 3 den ungünstigsten Zustand dar. Seitens der technischen Planung ist zur Ableitung des anfallenden Sickerwassers am Schnittpunkt von Deichtrasse und dem an die Alte Donau nach Norden anschließenden Gewässerarm, ein Schöpfwerk vorgesehen (siehe auch Kap. 7.1, Abbildung 18). Die Funktion der Ableitung des Sickerwassers in die Donau übernimmt für die Varianten 2 und 3 das Schöpfwerk an der Mündung der Alten Donau in die Paar.

Die binnenseitigen Auswirkungen auf die Grundwasserstände fallen bei der Variante 3 allerdings geringer aus als bei der Variante 1 (Anlagen 4.2 und 6.2). Signifikante Anhebungen des maximalen Grundwasserspiegels ergeben sich bei dieser Variante im Bemessungsfall nur nordöstlich des geplanten Polders im Gebiet Geißschütt. Dies ist u.a. auch bedingt durch die längere Erstreckung der Alten Donau außerhalb des Polders und die hierdurch stärkere Wirksamkeit als Binnenentwässerung, was sich wiederum in den vorstehend genannten höheren Sickerraten auswirkt.

Zusätzliche Anpassungsmaßnahmen werden daher, beim derzeitigen Bearbeitungsstand und der derzeit zugrunde liegenden Datengrundlage, für die Variante 3 als nicht erforderlich angesehen.

Dies trifft auch auf die Variante 2 zu, welche unter den betrachteten Varianten die geringste räumliche Ausdehnung und bei vollständiger Befüllung die geringste mittlere Wassertiefe aufweist (1,9 m). Die für diese Variante ermittelte maximale Aussickerung in das Gewässersystem Franziskanergraben/ Alte Donau erreicht mit – 2.700 l/s ca. 80% des Wertes der Variante 3.

Im Hinblick auf die Grobdimensionierung des geplanten Schöpfwerkes (Variante 3) erfolgte eine gesonderte Betrachtung (siehe Kap.9.2).

9 Grobdimensionierung von geplanten Schöpfwerken und zusätzlich erforderlichen wasserwirtschaftlichen Anpassungsmaßnahmen

Wie in Kap. 5.2 und Kap. 8 erläutert, ergeben sich bei der **Variante 1** Auswirkungen auf die Grundwasserstände, die bis in den Ortsteil Manching-Rottmanshart, jenseits der Paar, reichen. Zur Vermeidung nachteiliger Auswirkungen auf Grundwasserstand sensible Nutzungen, im dort bestehenden Gewerbe- und Industriegebiet, sind geeignete Anpassungsmaßnahmen erforderlich (z.B. Dichtwände, Drainagen).

Zur Grobdimensionierung möglicher Maßnahmen erfolgten, im Hinblick auf eine auf der sicheren Seite liegende Bemessung, ergänzende Untersuchungen auf Grundlage einer *Worst Case* - Parameterverteilung. Die gewählte Parameterverteilung ist in Kap. 9.1 unter dem **Worst Case 1** – Ansatz erläutert. Eine entsprechende Vorgehensweise wurde in vergleichbaren Planungen angewendet.

Für die **Variante 1 und die Variante 3** wurden mit rd. $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$ bzw. rd. $3,3 \text{ m}^3/\text{s}$ relativ hohe Aussickerungsraten in das als Binnenentwässerungssystem wirkende Gewässersystem von Franziskanergraben und Alte Donau ermittelt. Die dort bei Einsatz des Polders anfallenden Sickerwassermengen sollen gemäß technischer Planung über Schöpfwerke abgeleitet werden.

Eine wesentliche Einflussgröße für den zu erwartenden Sickerwasseranfall im binnenseitigen Gewässersystem, stellt die hydraulische Durchlässigkeit der Gewässersohle (Leakage-Faktor bzw. Austauschrate) in den relevanten Gewässerabschnitten von Franziskanergraben, Alte Donau und der Paar östlich des geplanten Polders dar. Diese ist beim derzeitigen Bearbeitungsstand, insbesondere für Hochwasserverhältnisse, nicht hinreichend bekannt. Im Hinblick auf eine auf der sicheren Seite liegende Grobdimensionierung der Schöpfwerke wurden ebenfalls ergänzende Untersuchungen mit einer *Worst Case* – Parameterverteilung durchgeführt. Die hierfür gewählten Parameter sind in Kap. 9.1 unter dem **Worst Case 2** – Ansatz beschrieben.

9.1 Worst Case - Parameterverteilungen

Untergrunddurchlässigkeiten

Im Rahmen der stationären Sensitivitätsberechnungen wurden Variationen von Modellparametern durchgeführt [2]. Hinsichtlich der Untergrunddurchlässigkeiten wurde eine Bandbreite von Faktor $1/10 = 10\%$ der Werte im Kalibrierungsfall (Endzustand) bzw. Faktor $1/5 = 20\%$ der Werte im Kalibrierungsfall, sowie der Faktoren 5 und 10, jeweils gegenüber den Werten im Kalibrierungsfall (Endzustand) betrachtet.

Für die Variation um den Faktor 1/5 bzw. 5 wurde für stationäre, d.h. langfristig mittlere Verhältnisse, eine relativ geringe Sensitivität der Modellergebnisse gegenüber dieser Bandbreite des Parameters ermittelt. Die Unsicherheit bei den aus der stationären Anpassung abgeleiteten k_f -Werten wurde zu $<$ Faktor 5 ermittelt.

Austauschrate der Gewässersohlen (Leakage-Faktoren)

Im Rahmen der Modellkalibrierung wurden Sensitivitätsberechnungen mit Variation der Durchlässigkeit der Gewässersohlen (Transferraten) an den Oberflächengewässer durchgeführt [2]. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass bei den aus der stationären Anpassung abgeleiteten Transferraten die Unsicherheit bei $<$ Faktor 5 liegt und die im Endfall der Modellkalibrierung zugrunde gelegten Parameterverteilung tendenziell in Richtung der größeren Transferraten einzuordnen ist. Für die nahe zum Polder gelegenen und damit im Hinblick auf die Binnenentwässerung besonders relevanten Gewässer (Franziskanergraben, Alte Donau, Paar östlich des geplanten Polders), hatten sich für die stationären Sensitivitätsbetrachtungen mit den Faktoren 5 und 10 relativ geringe Unterschiede bei den berechneten Aussickerungsmengen ergeben [2].

Worst case - Parameterverteilungen

Vor diesem Hintergrund wurden die aus der Modellkalibrierung abgeleiteten Parameter - für die Untergrunddurchlässigkeit des Grundwasserleiters und die Durchlässigkeit der Gewässersohlen in den maßgebenden Gewässerabschnitten - im Hinblick auf eine auf der ungünstigen und damit sicheren Seite der Betrachtung liegendes Ergebnis modifiziert. Zudem erfolgte, im Hinblick auf die jeweils zu untersuchenden Auswirkungen bzw. zu ermittelnden Mengen, eine ungünstige Kombination der Parameterverteilungen, in zwei verschiedenen Worst Case – Ansätzen. Die zugrunde gelegten Parameterverteilungen wurden mit dem WWA Ingolstadt am 27.04.2017 abgestimmt [7]. Eine entsprechende Vorgehensweise wurde in vergleichbaren Planungen angewendet. Die mit diesen Parametern ermittelten Auswirkungen und Mengen liegen auf der sicheren Seite der Betrachtung.

Worst Case 1 – Ansatz:

Ungünstige Parameterverteilungen im Hinblick auf die Auswirkungen auf die Grundwasserstände jenseits der Paar:

- Erhöhung der Untergrunddurchlässigkeiten (k_f -Werte) im quartären Grundwasserleiter (Faktor 2).
- Verringerung der Sohldurchlässigkeit von Franziskanergraben, Alte Donau und Paar auf Höhe des Polders (Faktor 1/10 = 0,1).

Die Kombination dieser beiden ungünstigen Ansätze hat einerseits zur Folge, dass das aus dem Polder infiltrierende Wasser mit geringeren Potenzial-Verlusten weiter geleitet wird und

andererseits, dass diese Mengen in geringerem Umfang vom bestehenden Binnenentwässerungssystem (Franziskanergraben, Alte Donau) und der Paar, östlich des Polders, aufgenommen werden. Insgesamt werden durch die gewählte Kombination an Parameterverteilungen Randbedingungen gewählt, durch die sich die polderbedingten Anhebungen des Grundwasserspiegels bzw. Druckwasserspiegels, noch stärker (als beim Parameteransatz der Kalibrierung), bis jenseits der Paar, Richtung Manching-Rottmannshart auswirken können.

Hinsichtlich der Ermittlung und Bewertung der Auswirkungen beim *Worst Case 1* – Ansatz gegenüber dem IST-Zustand wurde ein gesonderter Bezugszustand berechnet (IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ mit Parameterverteilung analog *Worst Case 1*). Hierdurch ist eine konsistente Vergleichsgrundlage gegeben.

Worst Case 2 – Ansatz:

Ungünstige Parameterverteilungen im Hinblick auf den voraussichtlichen Sickerwasserfall, in den bestehenden, als Binnenentwässerung wirksamen Gewässern (Franziskanerwasser- und graben, Alte Donau):

- Erhöhung der Untergrunddurchlässigkeiten (k_f -Werte) im quartären Grundwasserleiter (Faktor 2)
- Erhöhung der Sohldurchlässigkeit (Austauschrate) von Franziskanergraben und Alte Donau (Faktor 10).

Die Kombination dieser beiden Ansätze hat zur Folge, dass das aus dem Polder infiltrierende Wasser mit geringeren Potenzial-Verlusten weiter geleitet wird und auch mit geringeren Potenzial-Verlusten in das Binnenentwässerungssystem aussickern kann. Insgesamt wird hierdurch die Aussickerung von polderseitig zufließendem Grundwasser in das Binnenentwässerungssystem erhöht.

Entsprechend der in Kap. 8 vorgenommenen Gesamtbewertung der Ergebnisse zu den Varianten 1 bis 3 (aus Kap. 5 bis 7) wurden die Untersuchungen mit dem *Worst Case 1* – Ansatz für die Variante 1 und mit dem *Worst Case 2* – Ansatz für die Varianten 1 und 3 durchgeführt (siehe auch Übersicht in Anlage 1.3.2).

9.2 Grobdimensionierung Schöpfwerk Alte Donau

Für die Grobdimensionierung der geplanten Schöpfwerke an der Alten Donau erfolgten die Berechnungen mit den Parameterverteilungen entsprechend dem *Worst Case 2* – Ansatz (Kap. 9.1), betrachtet wurden die Varianten 1 und 3.

Aus Tabelle 8 sind die jeweils berechnete maximale Aussickerung für beide Varianten zusammen mit den entsprechenden Ergebnissen dargestellt, wie sie für die Varianten 1 – 3 auf Grundlage der Parameterverteilung der Modellkalibrierung ermittelt wurden (Kap. 5.3, Kap. 6.3 und Kap. 7.3). Angegeben ist die maximale Gesamtaussickerung Franziskanergraben / Alte Donau.

Tabelle 8: Maximale berechnete Aussickerung Franziskanergraben / Alte Donau (mit WORST CASE 2 - Ansatz)

Variante	Maximale Aussickerung [l/s] ca.	
	Parameter Kalibrierung	Worst Case 2 – Ansatz
Bezugszustand	-800	-
1	-1.700	-3.800
2	-2.700	-
3	-3.300	-7.000

Insgesamt ist hieraus ersichtlich, dass mit dem Worst Case 2 – Ansatz mehr als doppelt so hohe maximale Aussickerungsmengen berechnet wurden, wie bei der Parameterverteilung entsprechend der Modellkalibrierung. Der höchste Wert mit ca. 7.000 l/s ergibt sich erwartungsgemäß für die Variante 3. Der niedrigste Wert wurde für die Variante 1 mit 3.800 l/s berechnet. Für die Variante 2 ist von einer Zunahme auf ca. 5.800 – 6.000 l/s auszugehen. Die ermittelten Ergebnisse dienen als eine Grundlage für die Dimensionierung der geplanten Schöpfwerke an der Alten Donau.

9.3 Variante 1 - Anpassungsmaßnahme Manching-Rottmanshart

Die für diese Variante durchgeführten Untersuchungen erfolgten mit der Parameterverteilung entsprechend dem o.a. Worst Case 1 – Ansatz. Zielsetzung ist die Reduzierung der Auswirkungen im Gewerbe- / Industriegebiet Manching „Am Bahnhof“, bei Einsatz des Polders, durch eine geeignete Anpassungsmaßnahme, so dass es dort zu keinen signifikanten Auswirkungen kommt. Hierbei sollen jedoch auch signifikante dauerhafte Auswirkungen auf die Grundwasserstände vermieden werden (Naturschutzgebiet, Bebauung).

Lösungsansatz Untergrundabdichtung (Dichtwand)

Als eine mögliche wasserwirtschaftliche Anpassungsmaßnahme wurde in einem ersten Schritt eine ca. 2.150 m lange Untergrundabdichtung (Dichtwand) im linken Hochwasserschutzdeich der Paar untersucht. Da eine Dichtwand einen dauerhaften Eingriff in den Grundwasserleiter darstellt, wurden unterschiedliche Ansätze hinsichtlich des Umfangs der Absperrung im Grundwasserleiter untersucht:

- Vollständige Absperrung des quartären Grundwasserleiters bis in den Grundwasserhemmer, über die gesamte Länge der Dichtwand (Absperrung 100%).
- Partielle Absperrung des quartären Grundwasserleiters zu ca. 90 %. Dies bedeutet, dass in der Dichtwand „Grundwasserfenster“ berücksichtigt werden, die ca. 10% der Gesamtfläche der Dichtwand umfassen. Zielsetzung dieses Ansatzes ist, dass einerseits die polderseitigen Auswirkungen beim Einsatz reduziert werden, es andererseits aber auch zu keinen signifikanten dauerhaften Auswirkungen auf die Grundwasserstände (ohne Einsatz des Polders) kommt.

Für die Untersuchungen zur vollständigen Absperrung (100%) des quartären Grundwasserleiters auf der Trasse der berücksichtigten Dichtwand ergaben sich folgende Ergebnisse:

- Bei Einsatz des Polders entsprechend der Variante 1 HQ₂₀₀ werden die Auswirkungen auf die Grundwasserstände im Bereich Manching-Rottmannshart durch die Dichtwand begrenzt.
- In hochwasserfreien Zeiten hat die Dichtwand östlich der Paar und damit im Bereich Manching-Rottmannshart allerdings einen dauerhafter Anstieg der Grundwasserstände um bis zu 0,25 m zur Folge. In Richtung Alte Donau und in dem dort befindlichen Naturschutzgebiet ist von dauerhaften Absenkungen von bis zu ca. 0,25 m auszugehen.
- Infolge der für den Planungszustand Variante 1 berücksichtigten Hochwasserwelle in der Paar ergibt sich ein weiterer Aufstau der Grundwasserstände im Bereich Manching-Rottmannshart um rd. 0,5 m. Hiervon ist auch bei Hochwasserverhältnissen in der Paar, ohne Einsatz des Polders, auszugehen.

Hieraus ergibt sich als Schlussfolgerung, dass eine vollständige Absperrung des Untergrundes im betrachteten Abschnitt, aufgrund der dauerhaften Auswirkungen (Naturschutz) und der Auswirkungen bei Hochwasser in der Paar (höhere maximale Grundwasserstände im Bereich der Bebauung von Manching-Rottmannshart), keine geeignete Anpassungsmaßnahme darstellt.

Für die Untersuchungen zur partiellen Absperrung des quartären Grundwasserleiters (90%) lassen sich folgende Ergebnisse festhalten:

- Es ergibt sich nur eine geringe Reduzierung der binnenseitigen Auswirkungen bei Einsatz des Polders im Gewerbe- / Industriegebiet Manching „Am Bahnhof“ (< 0,1 m).
- Keine nennenswerten dauerhaften Auswirkungen auf die Grundwasserstände (MQ).

Hieraus ergibt sich insgesamt, dass eine partielle Untergrundabdichtung, mit Abminderung der Aquifermächtigkeit um 90%, keine geeignete Maßnahme zur Begrenzung der binnenseitigen Auswirkungen im Bereich Manching-Rottmannshart darstellt.

Die durchgeführten Modellberechnungen zeigen somit insgesamt, dass im Hinblick auf die Begrenzung der Auswirkungen im Gebiet Manching-Rottmannshart, bei Einsatz des Polders (Variante 1), eine Dichtwand als Anpassungsmaßnahme nicht zielführend ist. Dieser Lösungsansatz wird daher bei den Planungen nicht weiter verfolgt.

Lösungsansatz Drainage

Als konzeptioneller Ansatz wurde am östlichen Paarufer, zwischen Paar Fl.km 9+500 und Fl.km 8+500, auf einer Länge von rd. 1.000 m, im Modell eine Drainage berücksichtigt.

Die mit dem WWA Ingolstadt, der technischen Planung und der naturschutzfachlichen Planung abgestimmte Trasse der Drainage, ist aus Anlage 7.2 ersichtlich. Dort mit eingetragen ist auch der aktuell vorgesehene Standort des Schöpfwerkes, von dem aus die Ableitung des in der Drainage anfallenden Sickerwassers in die Paar erfolgen soll. Die im Grundwassermodell angesetzte Höhenlage der Drainage und die maßgebenden (Grund-) Wasserspiegel für den IST-Zustand sind in Anlage 7.1 dargestellt. Die Drainage liegt im Mittel ca. 1,6 m unter der Geländeoberkante.

Die Berechnungsergebnisse wurden wie folgt ausgewertet:

- Berechnete Grundwasserspiegeldifferenzen zwischen dem Planungszustand Variante 1 gegen den IST-Zustand (Bezugszustand) mit dem *Worst Case 2* – Ansatz in Anlage 7.2
- Zeitlicher Verlauf des berechneten Sickerwasseranfalls in der Drainage und das daraus abgeleitete, aufsummierte Gesamtvolumen in Abbildung 22.

Aus den berechneten Grundwasserspiegeldifferenzen in Anlage 7.2 ist ersichtlich, dass der maximale berechnete Grundwasserstand östlich der Paar und damit im Bereich von Manching-Rottmannshart, um bis zu -0,4 m abgesenkt wird. Paarseitig und in Richtung des geplanten Polders ergeben sich Anhebungen der maximalen Grundwasserstände um bis zu 3 m. Die Zielsetzung hinsichtlich der Begrenzung des Grundwasseranstiegs wird somit erreicht.

Aus dem zugehörigen berechneten Sickerwasseranfall in Abbildung 22 ergibt sich ein maximaler Wert von rd. 1.750 l/s. Die ermittelten Ergebnisse dienen als eine Grundlage für die Dimensionierung der Drainageleitung und des erforderlichen Schöpfwerkes bei Manching-Rottmannshart.

Um die berechnete hydraulische Wirksamkeit der Drainage zu gewährleisten ist bei der bautechnischen Ausführung eine ausreichende Anbindung der Drainage an den quartären Grundwasserleiter sicher zu stellen. Dies bedeutet u.a. auch, dass auf der Trasse der Drainage eventuell bestehende mächtige Deckschichten, bis zu den anstehenden quartären Kiesen, vollständig zu durchteufen sind.

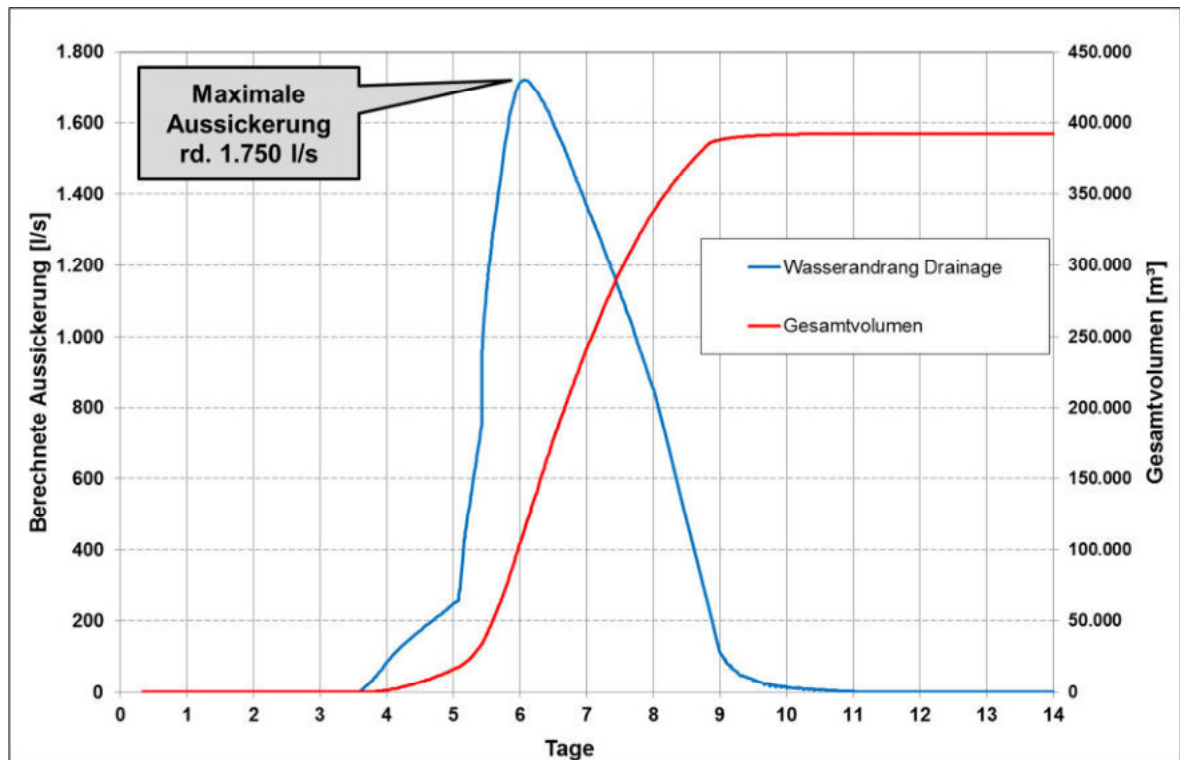


Abbildung 22: Berechnete Aussickerung in die Drainage und ermitteltes Gesamtvolumen, Bemessungsfall – Variante 1

Unter Berücksichtigung der zusätzlichen Anpassungsmaßnahme bei der Variante 1 ergeben sich die in Tabelle 9 zusammengestellten maximalen Sickerwassermengen.

Tabelle 9: Grobdimensionierung Schöpfwerke

Variante	Maximale Aussickerung [l/s] ca.	
	Parameter Kalibrierung	Parameter Worst Case 2 – Ansatz
Bezugszustand	-800	-
1	-1.700	-3.800 Schöpfwerk Alte Donau + -1.700 Schöpfwerk Anpassungsmaßnahme = -5.500
2	-2.700	-
3	-3.300	-7.000 Schöpfwerk Alte Donau

Zur Absicherung der Prognosen und als Grundlage für die Detailplanung im Planfeststellungsverfahren wurde u.a. die Einrichtung eines „Sondermessnetz Flutpolder Großmehring“ empfohlen [1].

Das Sondermessnetz dient

- der detaillierten Erfassung der Grundwasserstände und der Wasserstände, insbesondere am binnenseitigen Gewässersystem, unter den derzeit bestehenden Verhältnissen.
- der Verbesserung der Datengrundlagen, insbesondere im Hinblick auf die Beurteilung der Wechselwirkungen zwischen dem Grundwasser und den Oberflächengewässern,
- als Beweissicherungsmessnetz für das Vorhaben (künftiger Betrieb des geplanten Polders).

Ein Vorschlag für ein Sondermessnetz und Beweissicherungsprogramm ist in Teil 4 der vorliegenden Untersuchung dokumentiert [3] Die vorgeschlagenen Maßnahmen wurden vom WWA Ingolstadt bereits im 1. Halbjahr 2018 umgesetzt.

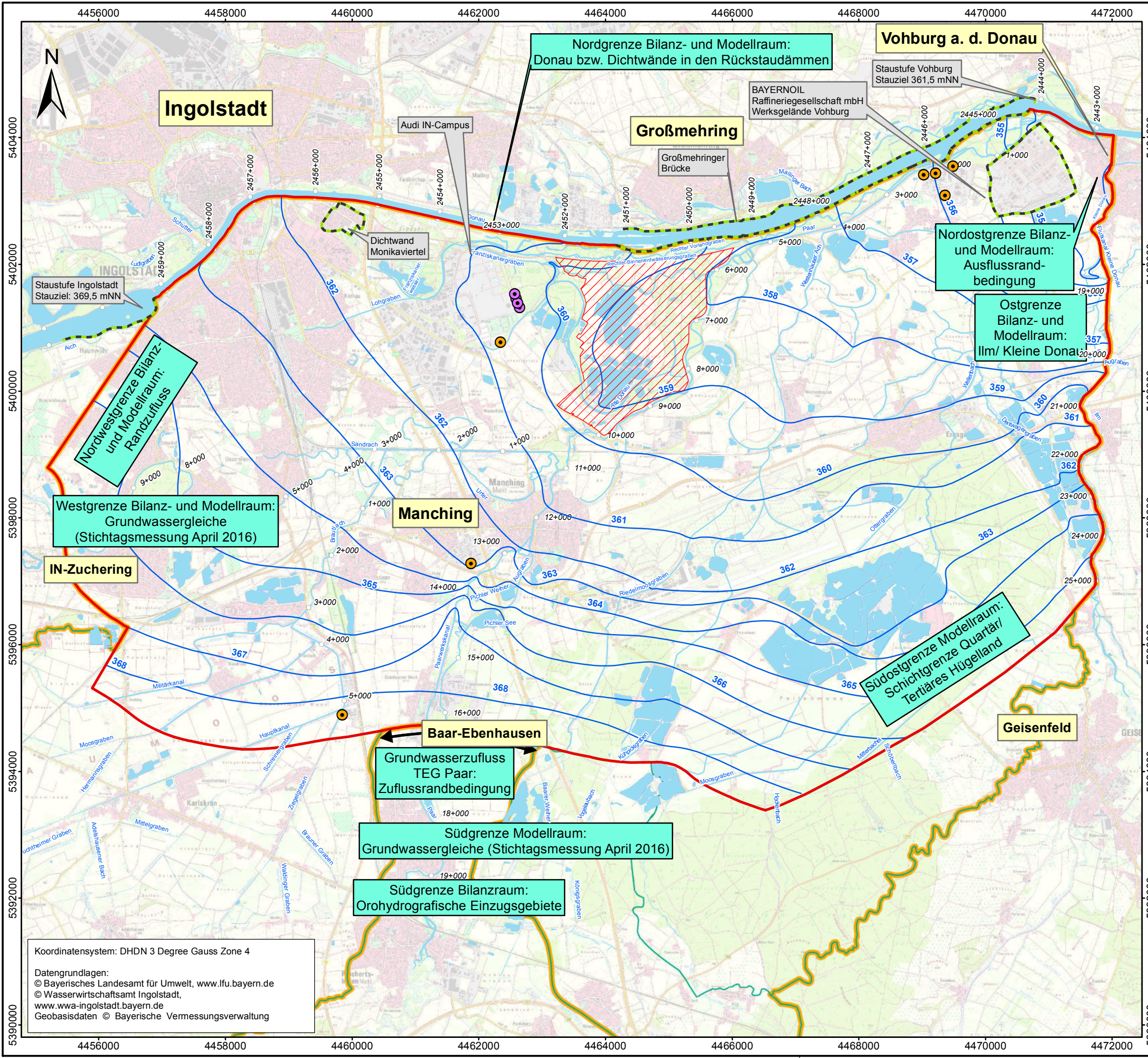
Um eine ausreichende Datengrundlage für die anstehenden Planungen zu erhalten, sollte das „Sondermessnetz Flutpolder Großmehring“ mindestens über die Dauer von 1 Jahr betrieben werden. Nach Auswertung der erfassten Daten kann in Abhängigkeit von den Ergebnissen und dem Planungsfortschritt über eine Anpassung des Messnetzes entschieden werden.

Projektbearbeiter:
M. Sc. P. Huttner
Dipl.-Ing. D. Knötschke

Augsburg, im Oktober 2018
Björnsen Beratende Ingenieure GmbH
Niederlassung Augsburg

Dr.-Ing. M. Probst

21.11.2018 Uhr: 10:57:14 kowatsch 1:60.000
P:\fgr1604936\planung03_GIS\mxd\Anl_1.1_Modellraum.mxd



Koordinatensystem: DHDN 3 Degree Gauss Zone 4
Datengrundlagen:
© Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de
© Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt,
www.wwa-ingolstadt.bayern.de
Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung

Zeichenerklärung

- Bilanzraum
- Modellraum
- Geplanter Flutpolder Variante 1
- Orohydrografische Einzugsgebiete TEG: Teileinzugsgebiete
- Bestehende Dichtwand (Einbindung bis in das Tertiär)
- 12+000 Flusskilometer

Entnahmen aus dem Quartär

- Betriebswasserversorgung
- Sanierungsbrunnen

Grundwassergleichen

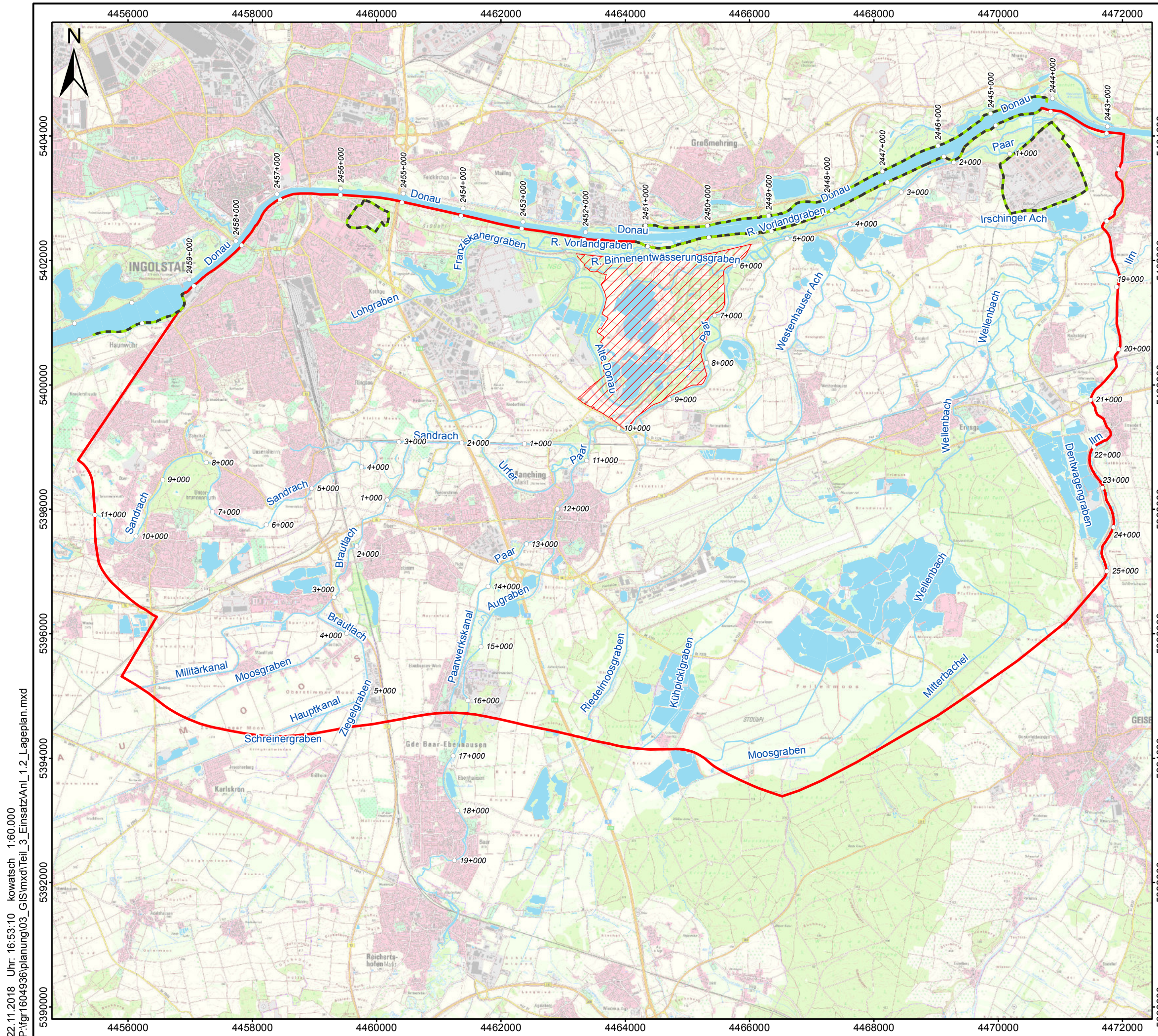
- 361 Auswertung Grundwassergleichen Stichtag 19.April 2016



BCE
BIÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

Flutpolder Großmehring
Grundwassermodell
- Modellraum -

M.: 1:60.000	Juni 2018	fgr1604936
--------------	-----------	------------



Zeichenerklärung

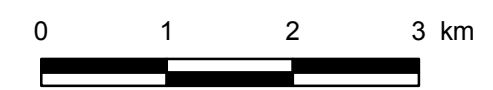
- Modellraum
- Gewässer
- Bestehende Dichtwand (Einbindung bis in das Tertiär)
- 12+000 Flusskilometer

Grundwassermessstellen

- Betreiber**
- H Freistaat Bayern - Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt
 - Ingolstädter Kommunalbetriebe AöR (INKB)
 - H Uniper Kraftwerke GmbH/ E.ON
 - Radmer Kies GmbH & Co. KG
 - Staatl. Bauamt Ingolstadt/BwDLZ
 - EADS Manching
 - IMA GmbH
 - Sonstige private Messstellen
 - zusätzliche Grundwassermessung nur am Stichtag (19.04.2016)

Planung

- Geplanter Flutpolder Variante 1



Koordinatensystem: DHDN 3 Degree Gauss Zone 4
 Datengrundlagen:
 © Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de
 © Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, www.wwa-ingolstadt.bayern.de
 Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung

BIÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

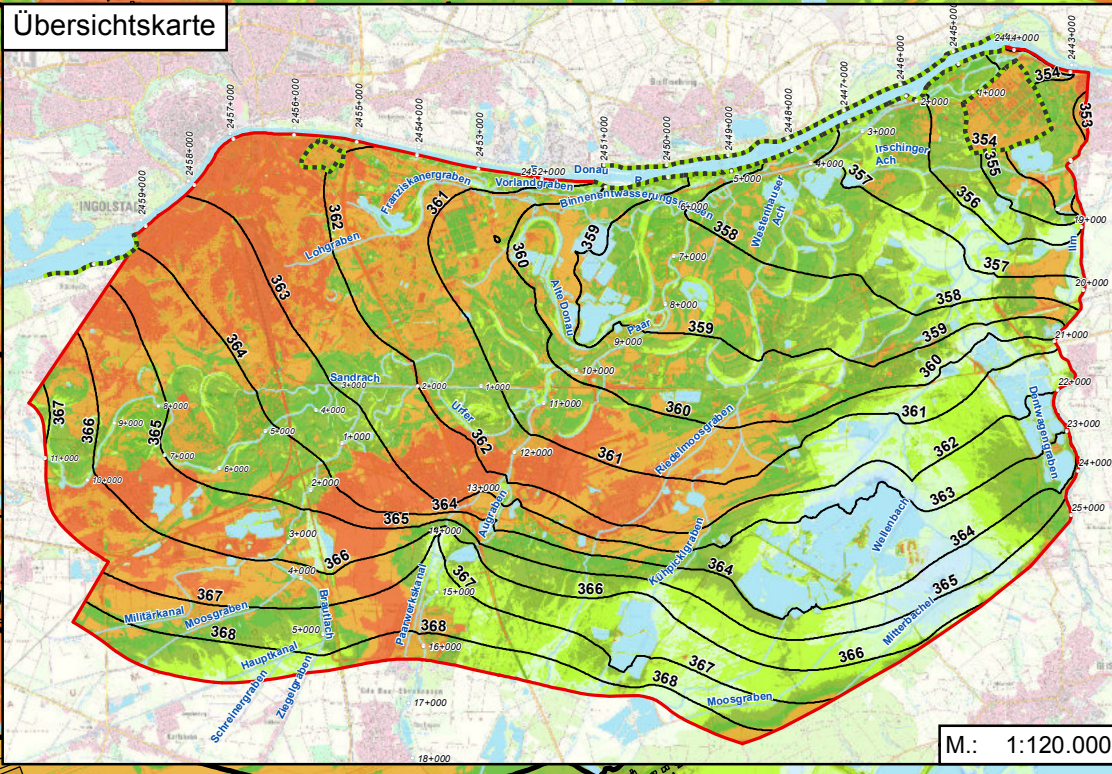
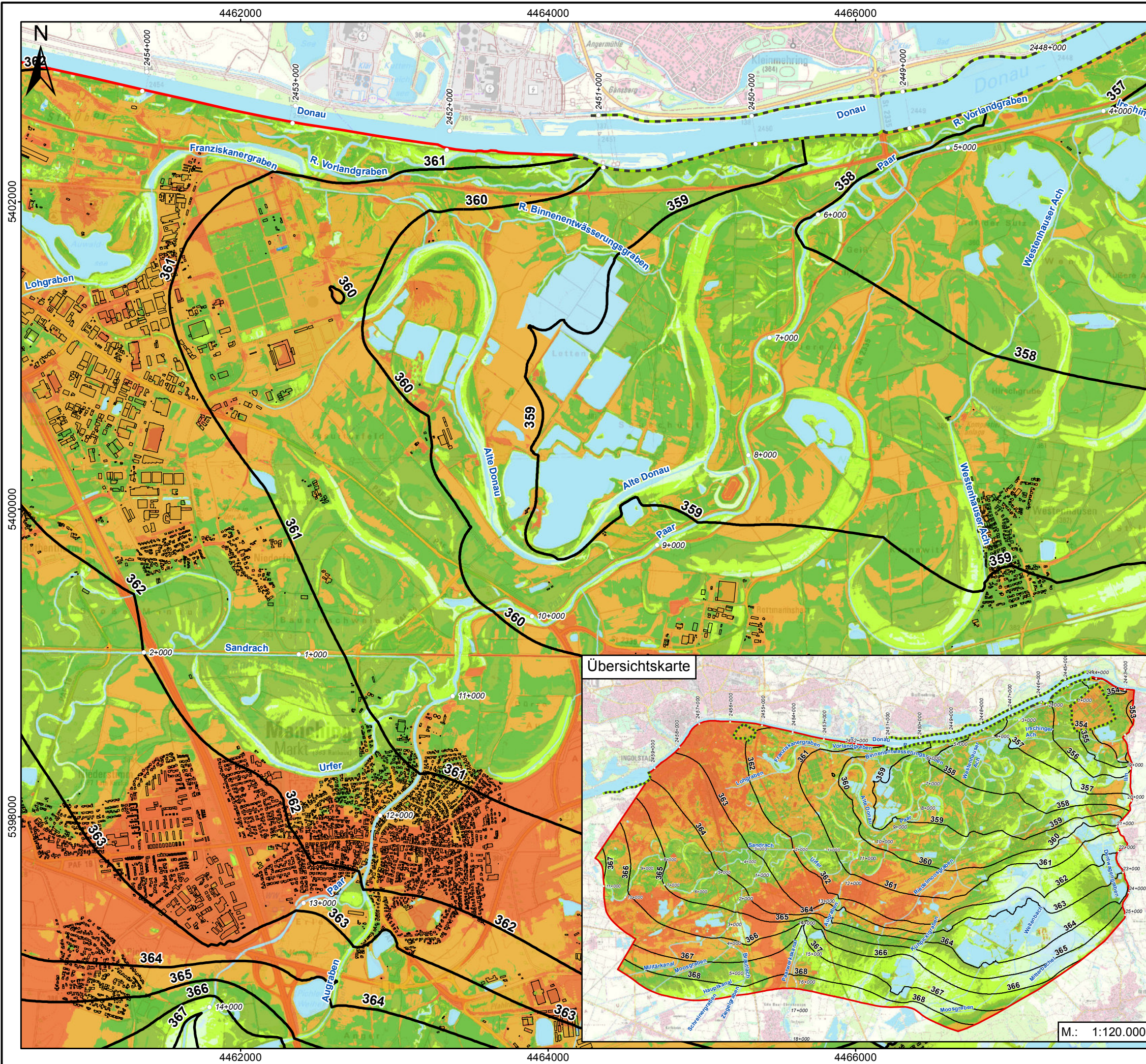
**Flutpolder Großmehring
Grundwassermodell**

- Lageplan -

M.: 1:60.000	Juni 2018	fgr1604936
--------------	-----------	------------

22.11.2018 Uhr: 16:53:10 kowatsch 1:60.000
 P:\fgr1604936\planung03_GIS\mxd\Teil_3_Einsatz\Anl_1.2_Lageplan.mxd

16.11.2018 Uhr: 12:05:25 kowatsch 1:25.000
 P:\fgr1604936\planung\03_GIS\mxd\Teil_3_Einsatz\Anl_2_MQ_IST_Zustand_GWGL_FAB.mxd



Zeichenerklärung

- Modellraum
- Gewässer
- Bestehende Dichtwand (Einbindung bis in das Tertiär)
- 12+000 Flusskilometer

Mittlere Verhältnisse (MQ) (Ausgangszustand)

360 Berechnete Grundwasserstände
 Zahlenangaben in [mNN]

Flurabstandsbereiche für berechnete Grundwasserstände
 Zahlenangaben in [m]

- < -3,0
- 3,0 - -2,0
- 2,0 - -1,5
- 1,5 - -1,0
- 1,0 - -0,5
- 0,5 - 0
- 0 - 0,5
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 1,5
- 1,5 - 2
- 2,0 - 3,0
- > 3,0

0 0,5 1 km

Koordinatensystem: DHDN 3 Degree Gauss Zone 4

Datengrundlagen:
 © Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de
 © Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, www.wwa-ingolstadt.bayern.de
 Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung
 (Darstellung der Flurkarte als Eigentumsnachweis nicht geeignet)

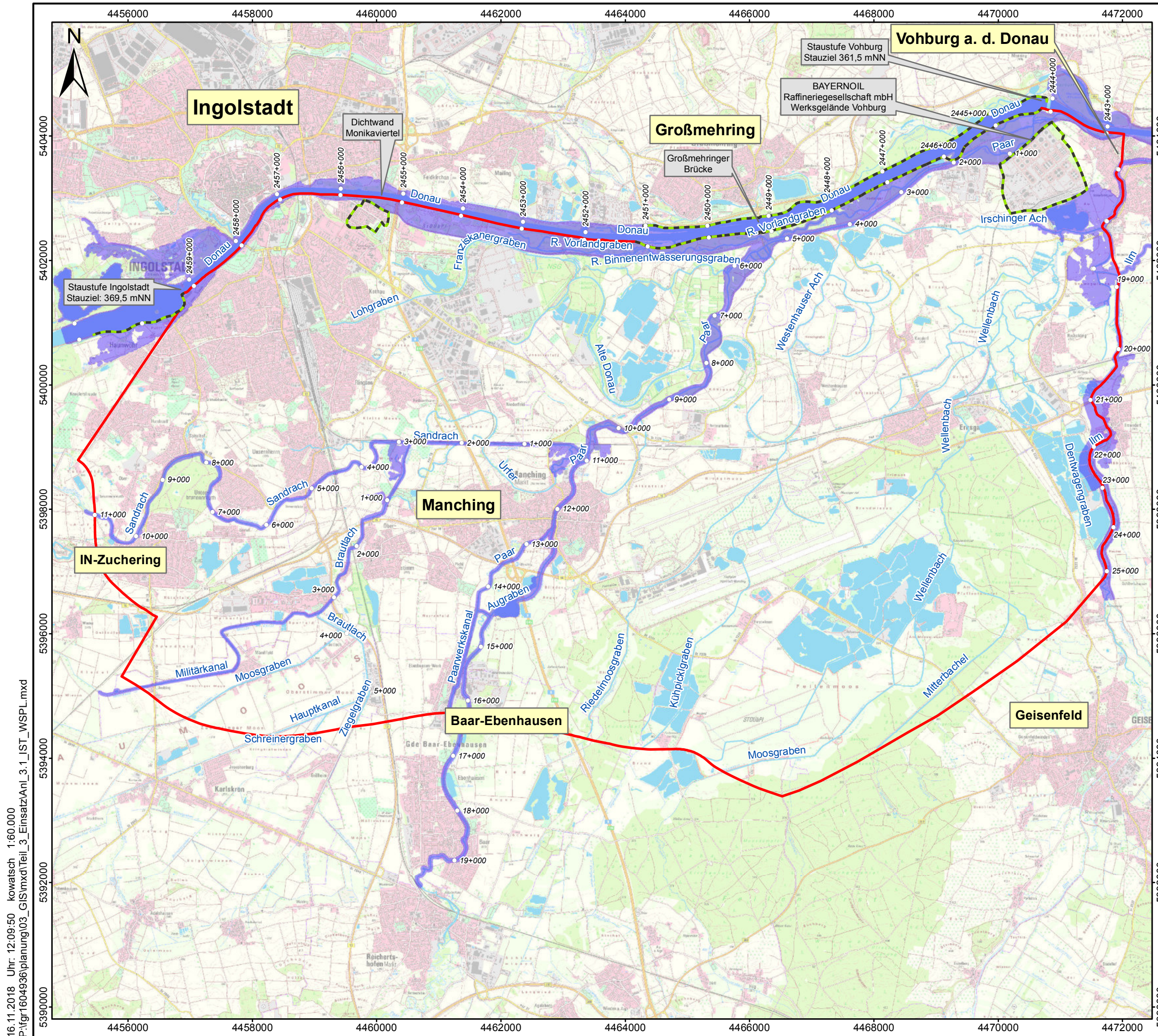


BJÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

**Flutpolder Großmehring
 Grundwassermodell**

Mittlere Verhältnisse (MQ)
 Berechnete Grundwasserstände
 mit Flurabstandsbereichen

M.: 1:25.000	Juni 2018	fgr1604936
--------------	-----------	------------



Zeichenerklärung

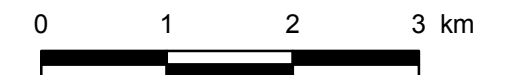
- Modellraum
- Gewässer
- Bestehende Dichtwand (Einbindung bis in das Tertiär)
- 12+000 Flusskilometer

IST-Zustand (Bezugszustand)

- Maximale berechnete Überflutungsfläche (2D-WSP-Modell)

Im 2D-WSP-Modell angesetzte Hochwasser-Jährlichkeiten:

Gewässer (-abschnitt)	Hochwasser-Jährlichkeit
Donau	HQ ₂₀₀
Paar	HQ ₁₀ – HQ ₂₀
Sandrach	< HQ ₁
Brautlach	< HQ ₁
Ilm	HQ ₁₀ – HQ ₂₀

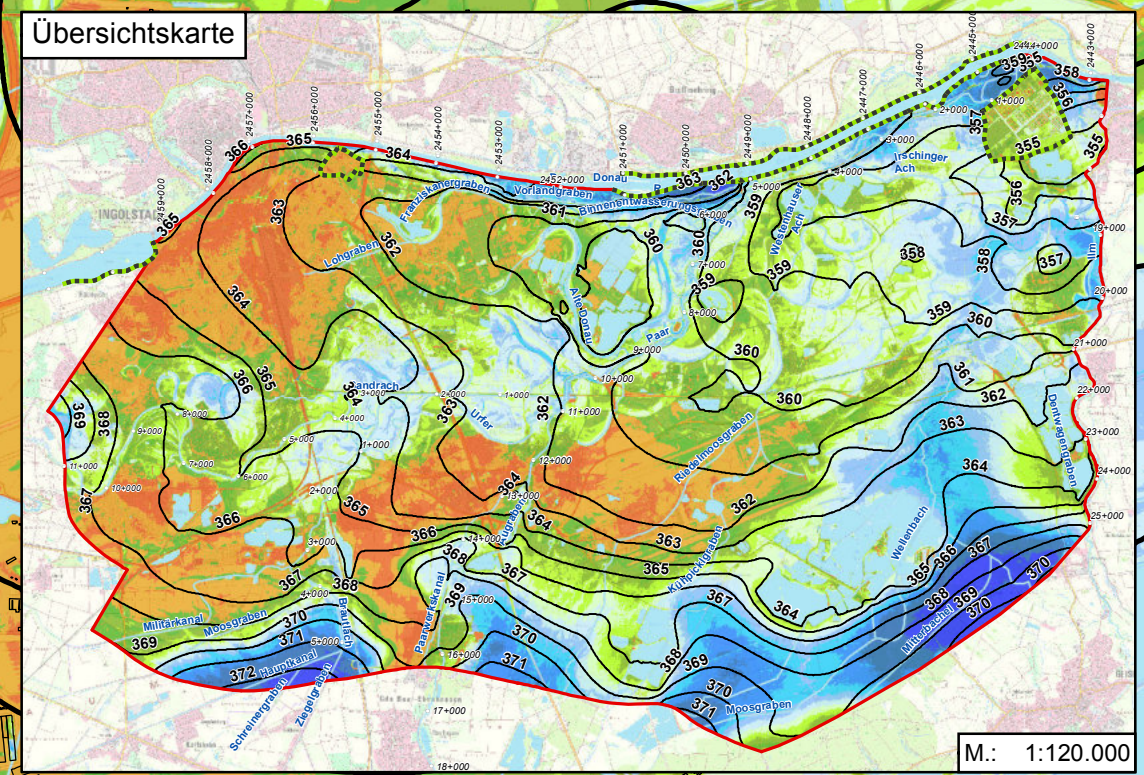
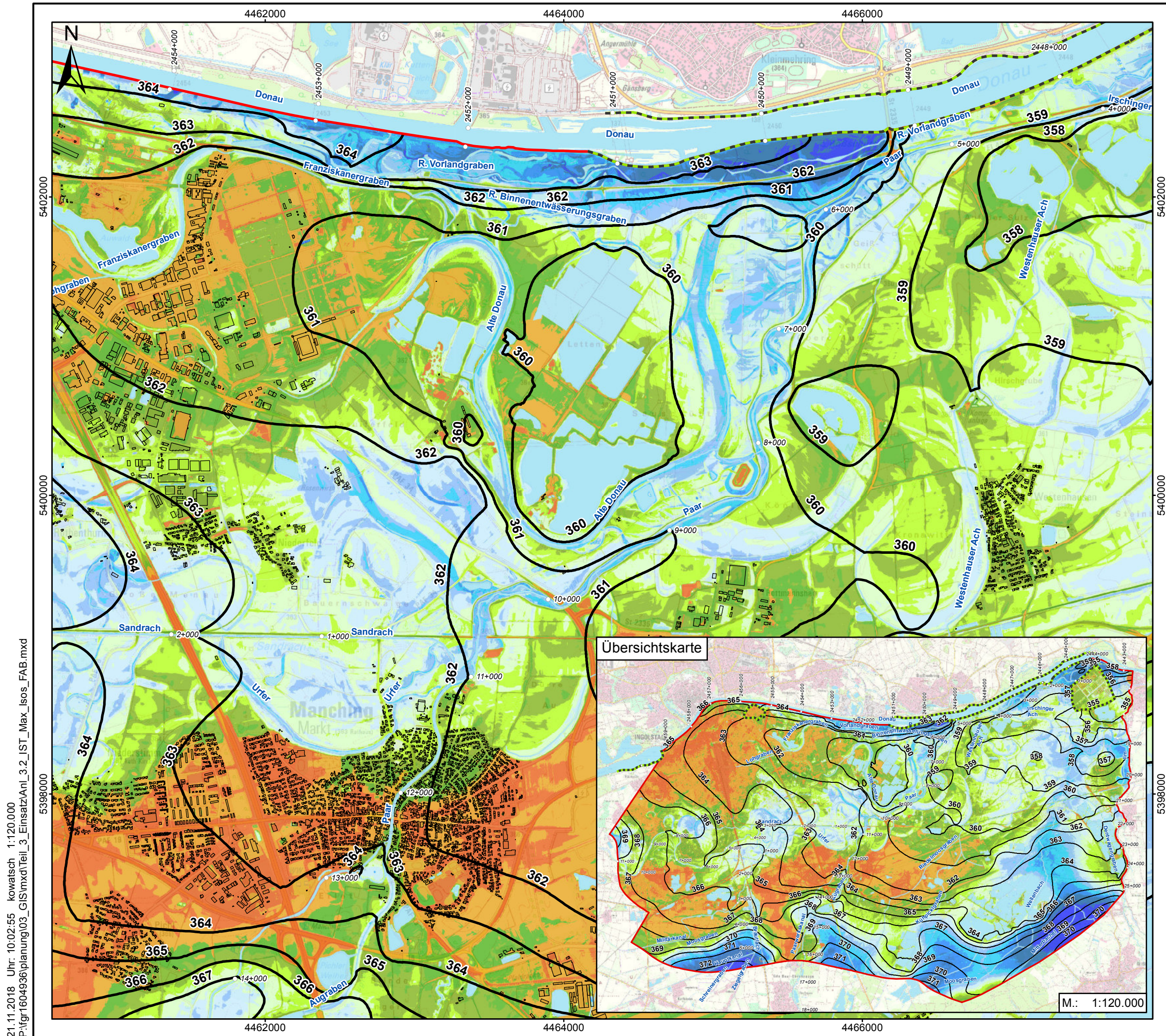


Koordinatensystem: DHDN 3 Degree Gauss Zone 4
 Datengrundlagen:
 © Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de
 © Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, www.wwa-ingolstadt.bayern.de
 Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung

BIÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

Flutpolder Großmehring
Grundwassermodell
 IST-Zustand Donau HQ200
 (Bezugszustand)
 Maximale berechnete
 Überflutungsfläche 2D-WSP-Modell

M.: 1:60.000	Juni 2018	fgr1604936
--------------	-----------	------------



Zeichenerklärung

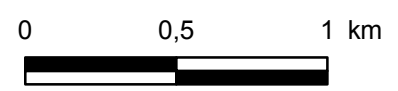
- Modellraum
- Gewässer
- Bestehende Dichtwand (Einbindung bis in das Tertiär)
- 12+000 Flusskilometer

IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ (Bezugszustand)

360 Maximale berechnete Grundwasserstände
Zahlenangaben in [mNN]

Flurabstandsbereiche für maximale berechnete Grundwasserstände
Zahlenangaben in [m]

- < -3,0
- 3,0 - -2,0
- 2,0 - -1,5
- 1,5 - -1,0
- 1,0 - -0,5
- 0,5 - 0
- 0 - 0,5
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 1,5
- 1,5 - 2
- 2,0 - 3,0
- > 3,0



Koordinatensystem: DHDN 3 Degree Gauss Zone 4
 Datengrundlagen:
 © Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de
 © Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, www.wwa-ingolstadt.bayern.de
 Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung (Darstellung der Flurkarte als Eigentumsnachweis nicht geeignet)



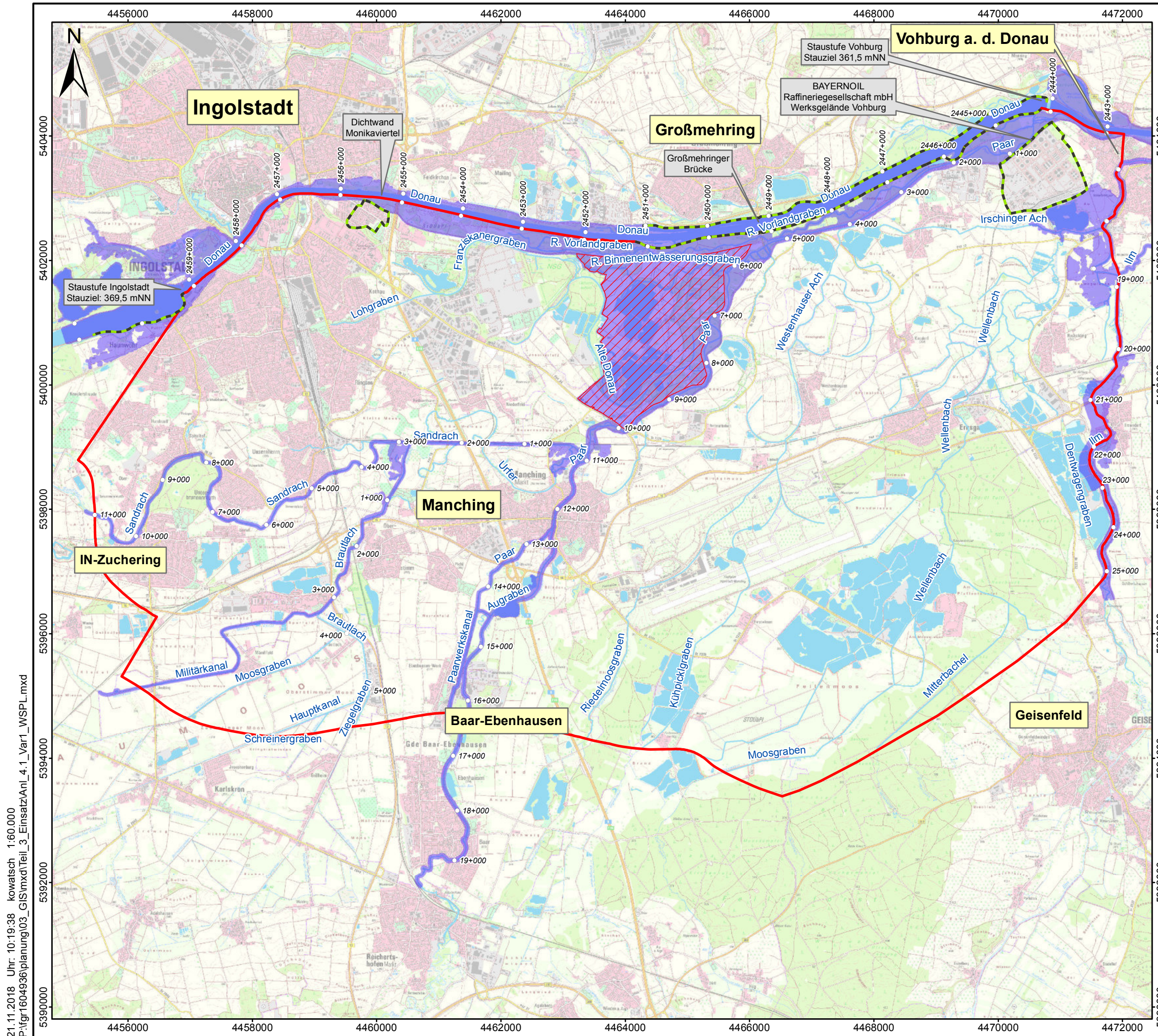
BIÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

**Flutpolder Großmehring
Grundwassermodell
IST-Zustand Donau HQ₂₀₀
(Bezugszustand)**

Maximale berechnete Grundwasserstände
mit Flurabstandsbereichen

M.: 1:25.000	Juni 2018	fgr1604936
--------------	-----------	------------

21.11.2018 Uhr: 10:02:55 kowatsch 1:120.000
 P:\fgr1604936\planung03_GIS\mxd\Teil_3_Ist_Max_Isos_FAB.mxd



Zeichenerklärung

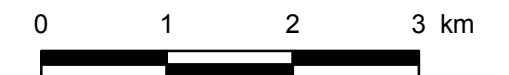
- Modellraum
- Gewässer
- Bestehende Dichtwand (Einbindung bis in das Tertiär)
- 12+000 o Flusskilometer

Planung: Variante 1

- Geplanter Flutpolder Variante 1
- Maximale berechnete Überflutungsfläche (2D-WSP-Modell)

Im 2D-WSP-Modell angesetzte Hochwasser-Jährlichkeiten:

Gewässer (-abschnitt)	Hochwasser-Jährlichkeit
Donau	HQ ₂₀₀
Paar	HQ ₁₀ – HQ ₂₀
Sandrach	< HQ ₁
Brautlach	< HQ ₁
Ilm	HQ ₁₀ – HQ ₂₀

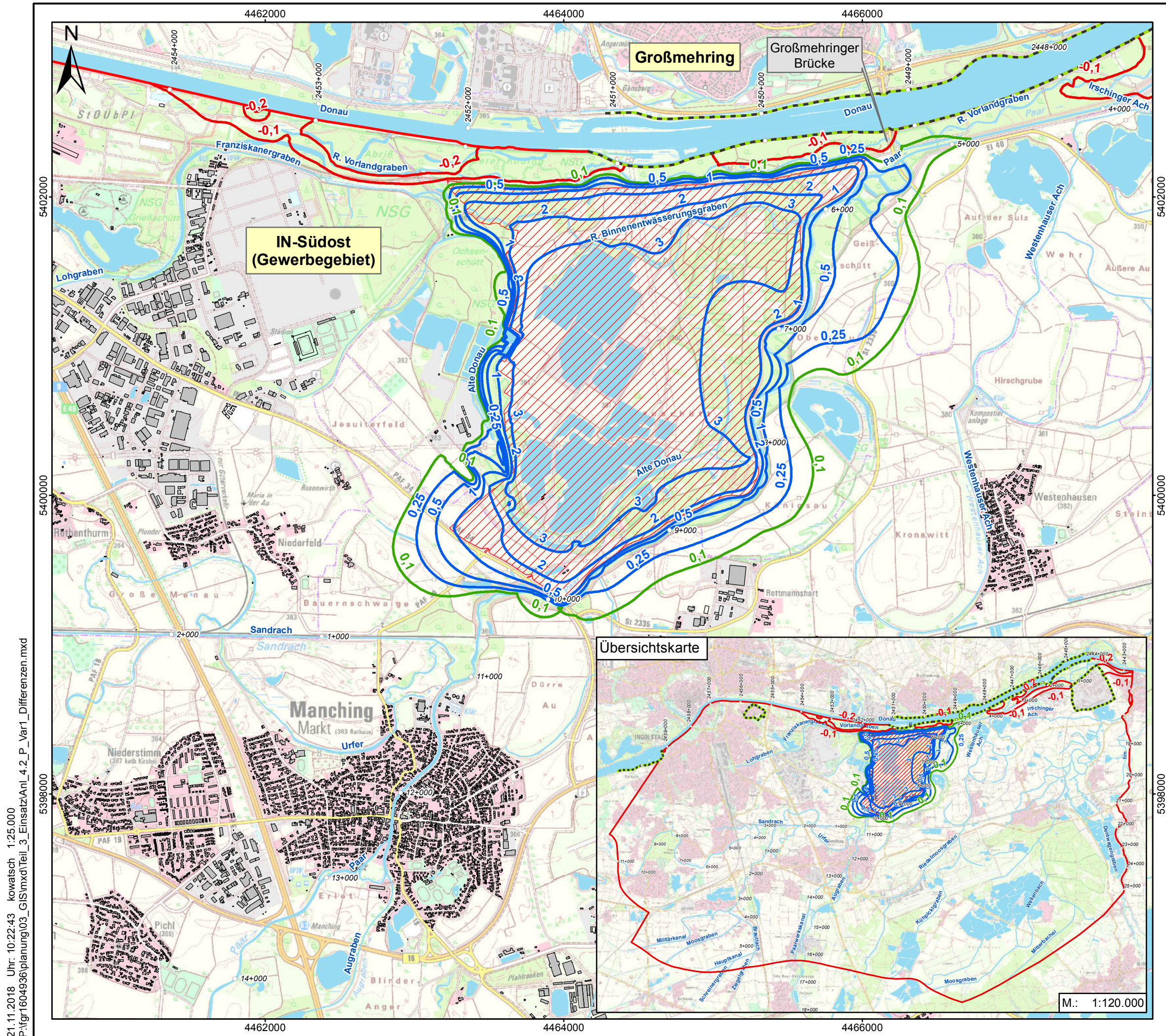


Koordinatensystem: DHDN 3 Degree Gauss Zone 4
 Datengrundlagen:
 © Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de
 © Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, www.wwa-ingolstadt.bayern.de
 Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung

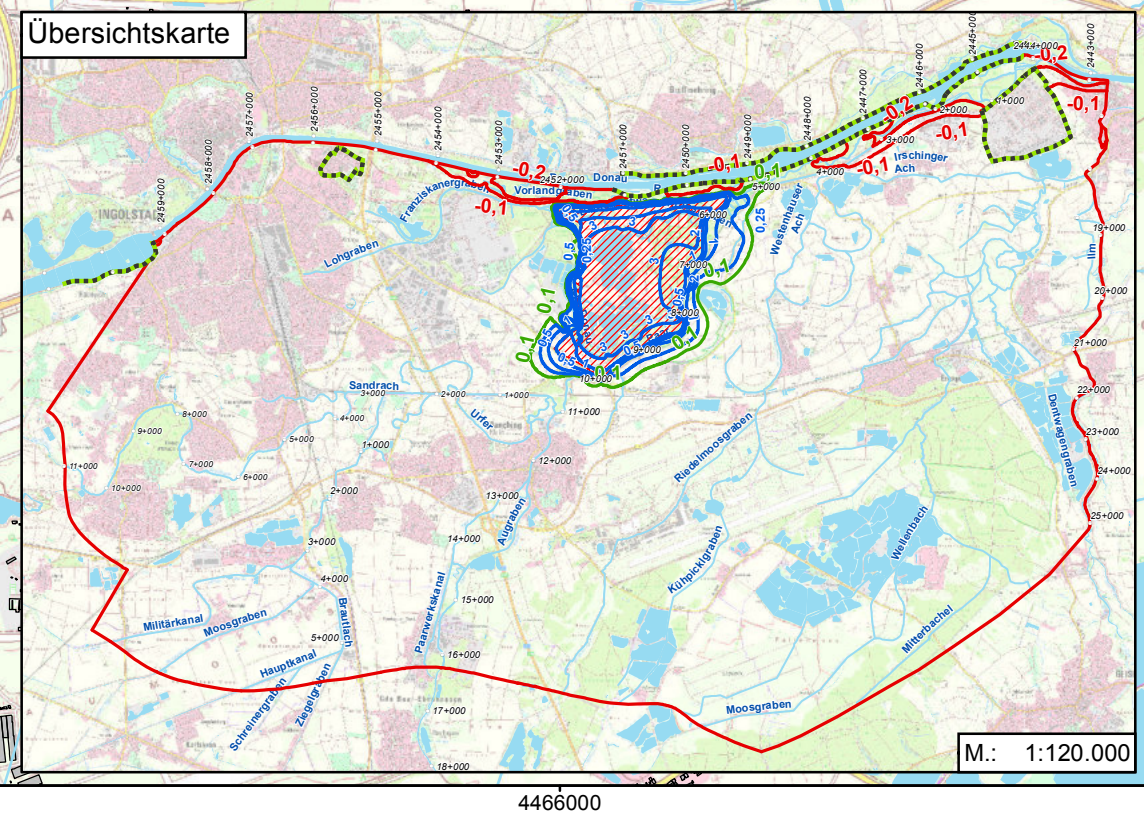
BIÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

**Flutpolder Großmehring
 Grundwassermodell**
 Planung Variante 1 -
 Donau HQ₂₀₀ (Bemessung)
 Maximale berechnete
 Überflutungsfläche 2D-WSP-Modell

M.: 1:60.000	Juni 2018	fgr1604936
--------------	-----------	------------



21.11.2018 Uhr: 10:22:43 kowatsch 1:25.000
 P:\fgr1604936\planung\03_GIS\mxd\Teil_3_Einsatz\Anl_4.2_P_Var1_Differenzen.mxd



- Zeichenerklärung**
- Modellraum
 - Gewässer
 - Bestehende Dichtwand (Einbindung bis in das Tertiär)
 - 12±000 Flusskilometer

- Planung: Variante 1**
- Geplanter Flutpolder Variante 1
- Differenzen der maximalen berechneten Grundwasserstände Planungszustand gegen IST-Zustand (Bezugszustand) Zahlenangaben in [m]
- 0,1 Absenkung Grund-/Druckwasserspiegel
 - 0,1 0,1 m - Linie
 - 0,1 Anhebung Grund-/Druckwasserspiegel

0 0,5 1 km

Koordinatensystem: DHDN 3 Degree Gauss Zone 4

Datengrundlagen:
 © Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de
 © Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, www.wwa-ingolstadt.bayern.de
 Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung (Darstellung der Flurkarte als Eigentumsnachweis nicht geeignet)

BCE

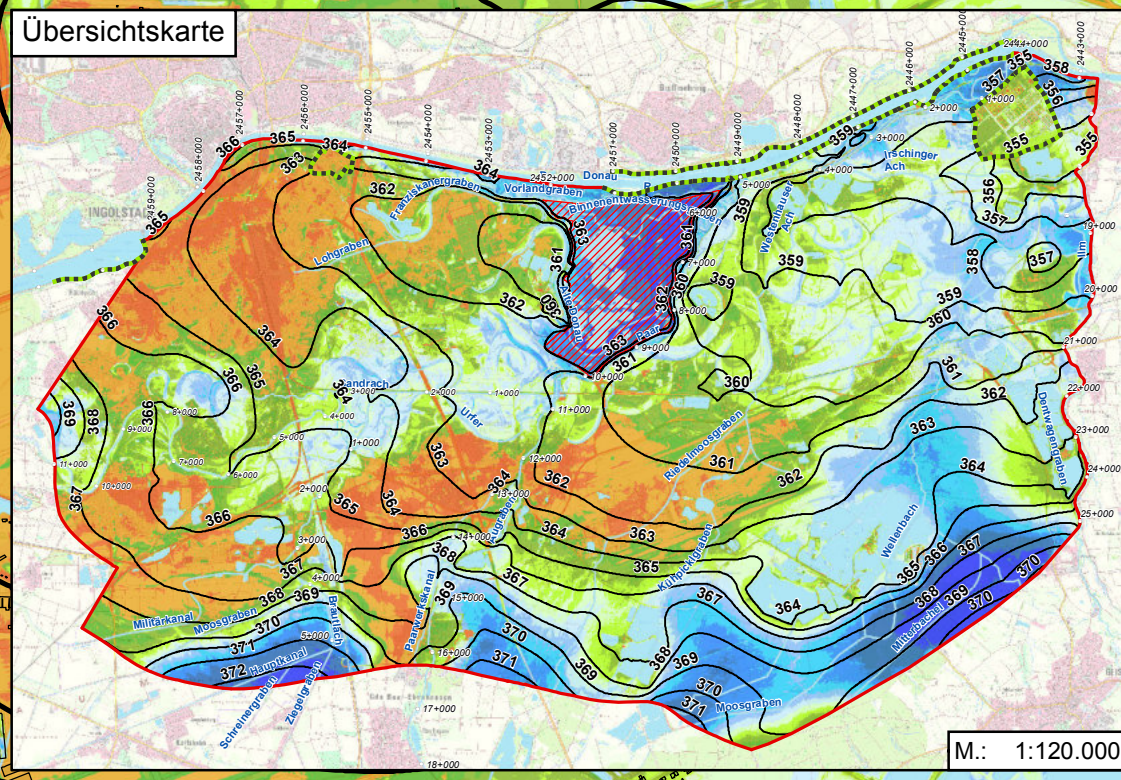
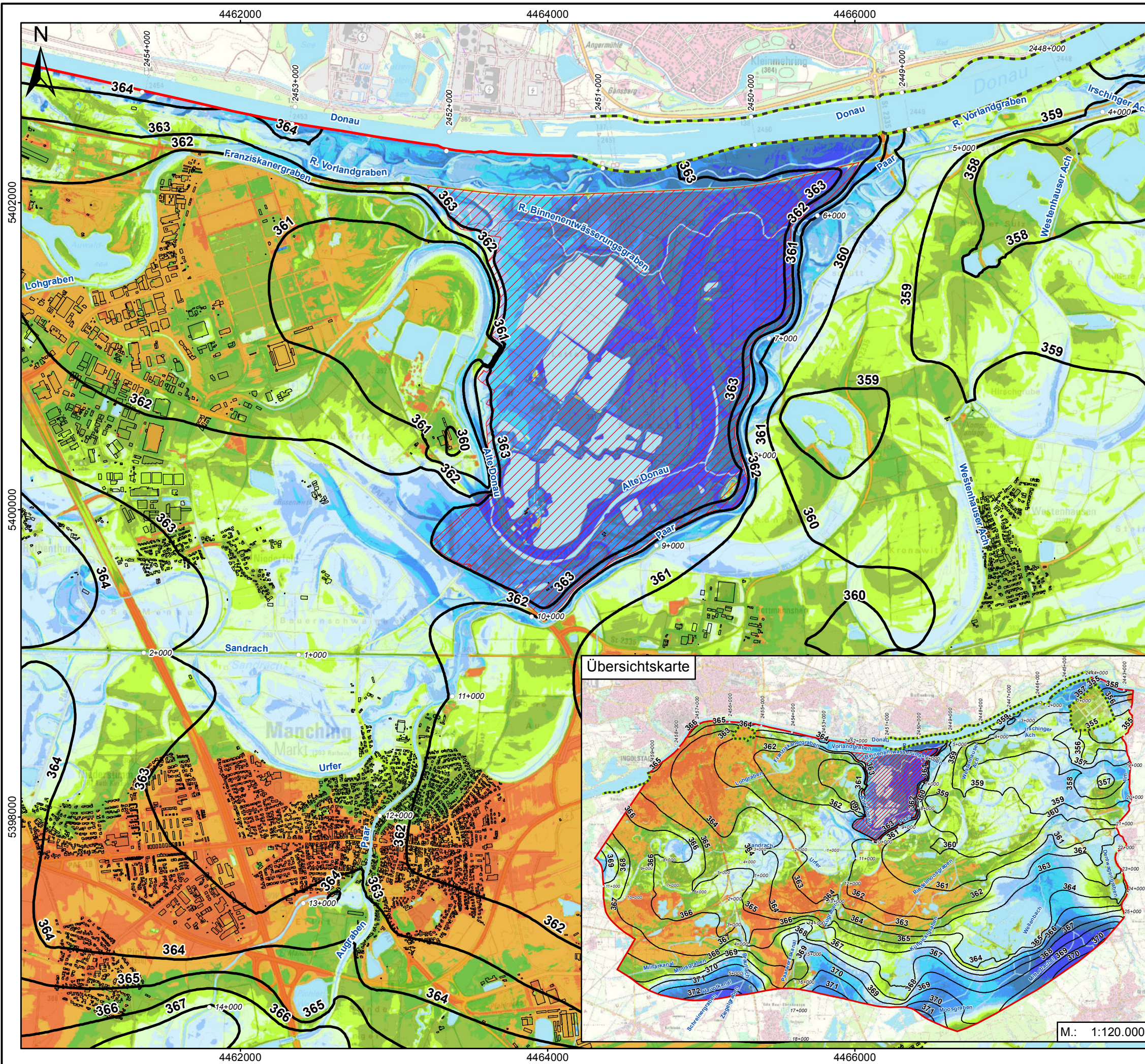
BIÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

**Flutpolder Großmehring
 Grundwassermodell**

Planung Variante 1 - Donau HQ₂₀₀ (Bemessung)
 Berechnete Grundwasserspiegeldifferenzen
 Planungszustand Variante 1 gegen
 IST-Zustand (Bezugszustand)

M.: 1:25.000	Juni 2018	fgr1604936
--------------	-----------	------------

21.11.2018 Uhr: 10:25:44 kowatsch 1:25.000
 P:\Vgr1604936\planung\03_GIS\mxd\Teil_3_Max_Isos.mxd



Zeichenerklärung

- Modellraum
- Gewässer
- Bestehende Dichtwand (Einbindung bis in das Tertiär)
- 12+000
Flusskilometer

Planung: Variante 1

- Geplanter Flutpolder Variante 1
- 360** Maximale berechnete Grundwasserstände
Zahlenangaben in [mNN]

Flurabstandsbereiche für maximale berechnete Grundwasserstände
Zahlenangaben in [m]

- <math>< -3,0 </math>
- 3,0 - -2,0
- 2,0 - -1,5
- 1,5 - -1,0
- 1,0 - -0,5
- 0,5 - 0
- 0 - 0,5
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 1,5
- 1,5 - 2
- 2,0 - 3,0
- > 3,0

0 0,5 1 km



Koordinatensystem: DHDN 3 Degree Gauss Zone 4

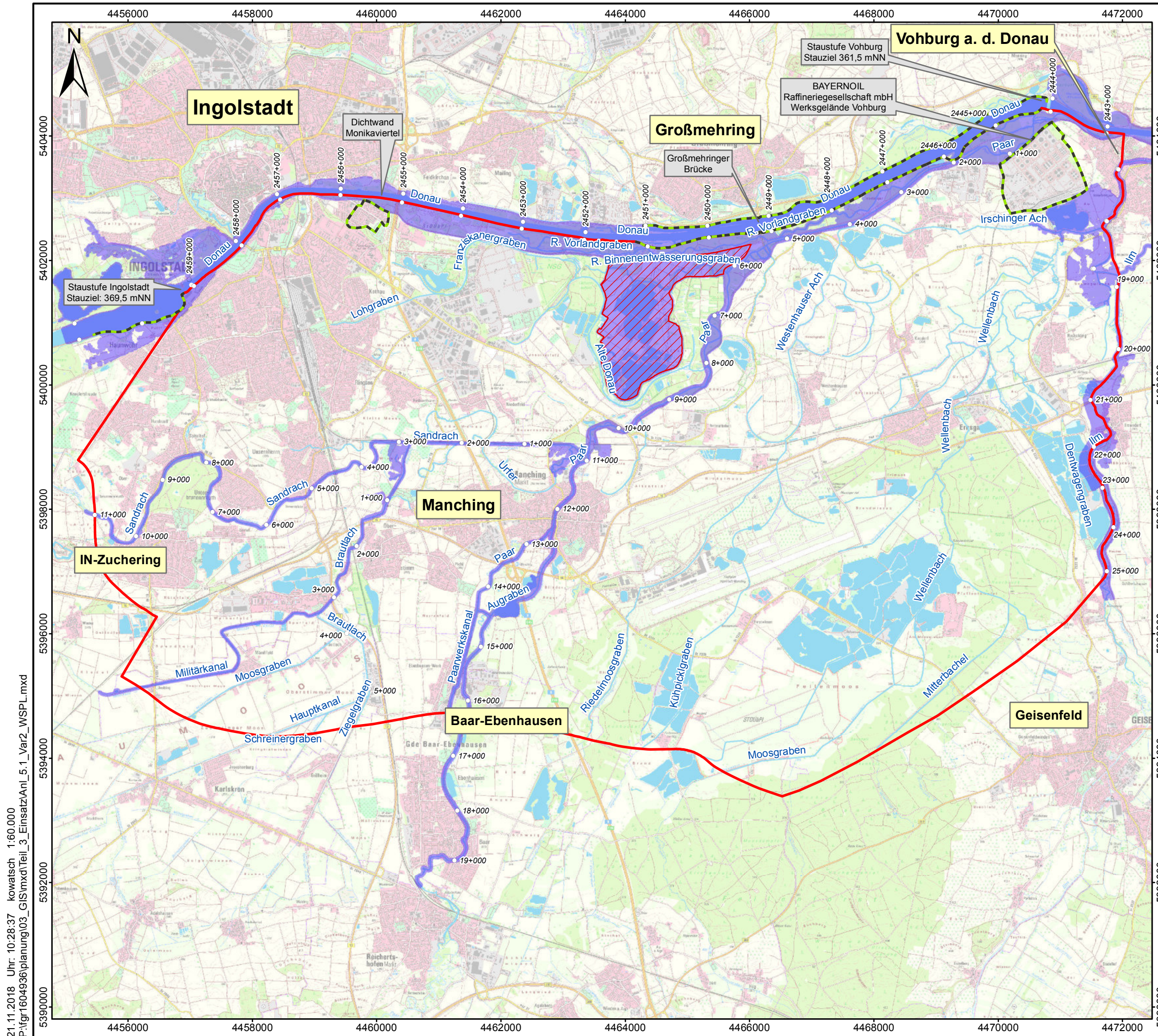
Datengrundlagen:
 © Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de
 © Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, www.wwa-ingolstadt.bayern.de
 Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung
 (Darstellung der Flurkarte als Eigentumsnachweis nicht geeignet)



BIÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

**Flutpolder Großmehring
 Grundwassermodell
 Planung Variante 1 -
 Donau HQ₂₀₀ (Bemessung)
 Maximale berechnete Grundwasserstände
 mit Flurabstandsbereichen**

M.: 1:25.000	Juni 2018	fgr1604936
--------------	-----------	------------



Zeichenerklärung

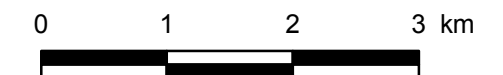
- Modellraum
- Gewässer
- Bestehende Dichtwand (Einbindung bis in das Tertiär)
- 12+000 Flusskilometer

Planung: Variante 2

- Geplanter Flutpolder Variante 2
- Maximale berechnete Überflutungsfläche (2D-WSP-Modell)

Im 2D-WSP-Modell angesetzte Hochwasser-Jährlichkeiten:

Gewässer (-abschnitt)	Hochwasser-Jährlichkeit
Donau	HQ ₂₀₀
Paar	HQ ₁₀ – HQ ₂₀
Sandrach	< HQ ₁
Brautlach	< HQ ₁
Ilm	HQ ₁₀ – HQ ₂₀

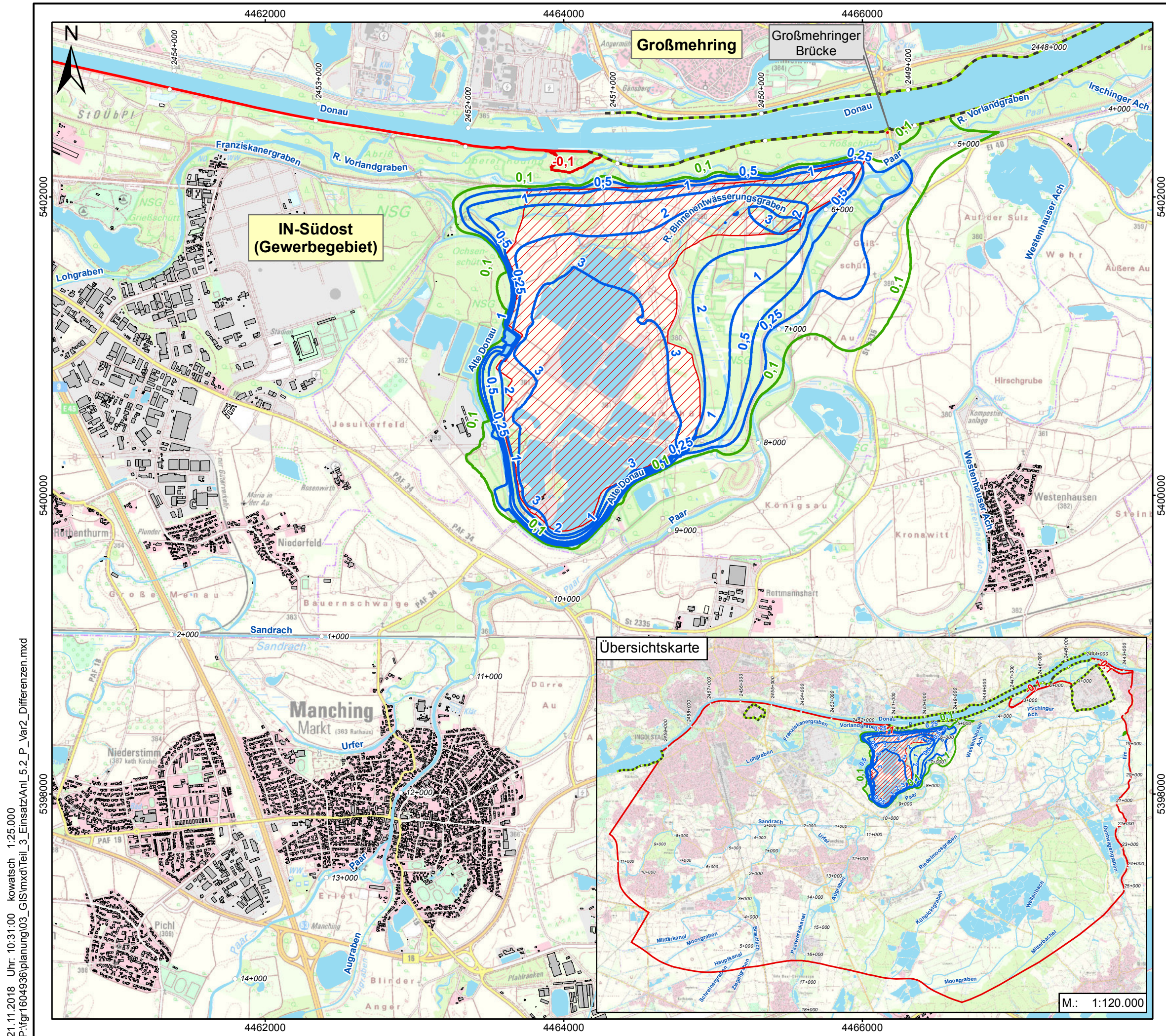


Koordinatensystem: DHDN 3 Degree Gauss Zone 4
 Datengrundlagen:
 © Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de
 © Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, www.wwa-ingolstadt.bayern.de
 Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung

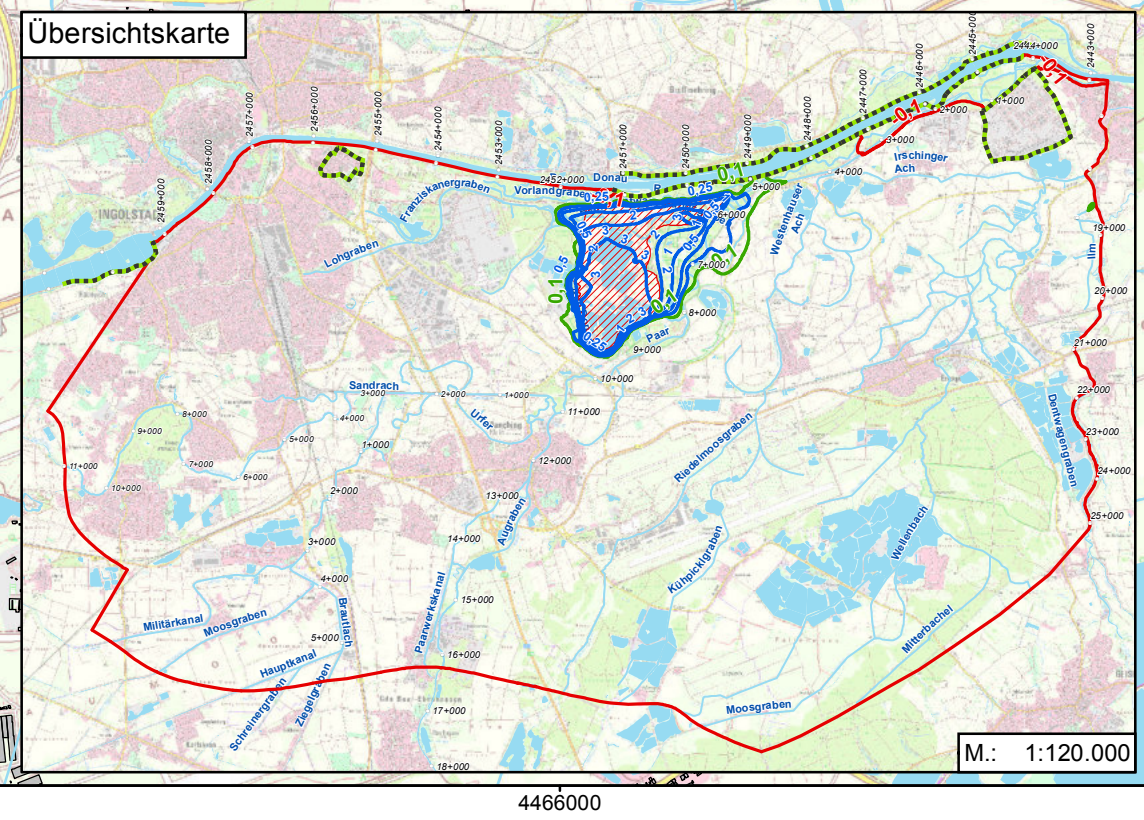
BIÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

**Flutpolder Großmehring
 Grundwassermodell
 Planung Variante 2 -
 Donau HQ₂₀₀ (Bemessung)
 Maximale berechnete
 Überflutungsfläche 2D-WSP-Modell**

M.: 1:60.000	Juni 2018	fgr1604936
--------------	-----------	------------



21.11.2018 Uhr: 10:31:00 kowatsch 1:25.000
 P:\fgr1604936\planung03_GIS\mxd\Teil_3_Einsatz\Anl_5.2_P_Var2_Differenzen.mxd



Zeichenerklärung

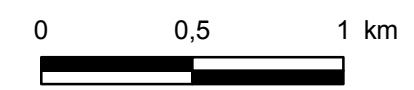
- Modellraum
- Gewässer
- Bestehende Dichtwand (Einbindung bis in das Tertiär)
- 12 000 Flusskilometer

Planung: Variante 2

- Geplanter Flutpolder Variante 2

Differenzen der maximalen berechneten Grundwasserstände Planungszustand gegen IST-Zustand (Bezugszustand) Zahlenangaben in [m]

- 0,1 Absenkung Grund-/Druckwasserspiegel
- 0,1 0,1 m - Linie
- 0,1 Anhebung Grund-/Druckwasserspiegel



Koordinatensystem: DHDN 3 Degree Gauss Zone 4
 Datengrundlagen:
 © Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de
 © Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, www.wwa-ingolstadt.bayern.de
 Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung (Darstellung der Flurkarte als Eigentumsnachweis nicht geeignet)

BCE

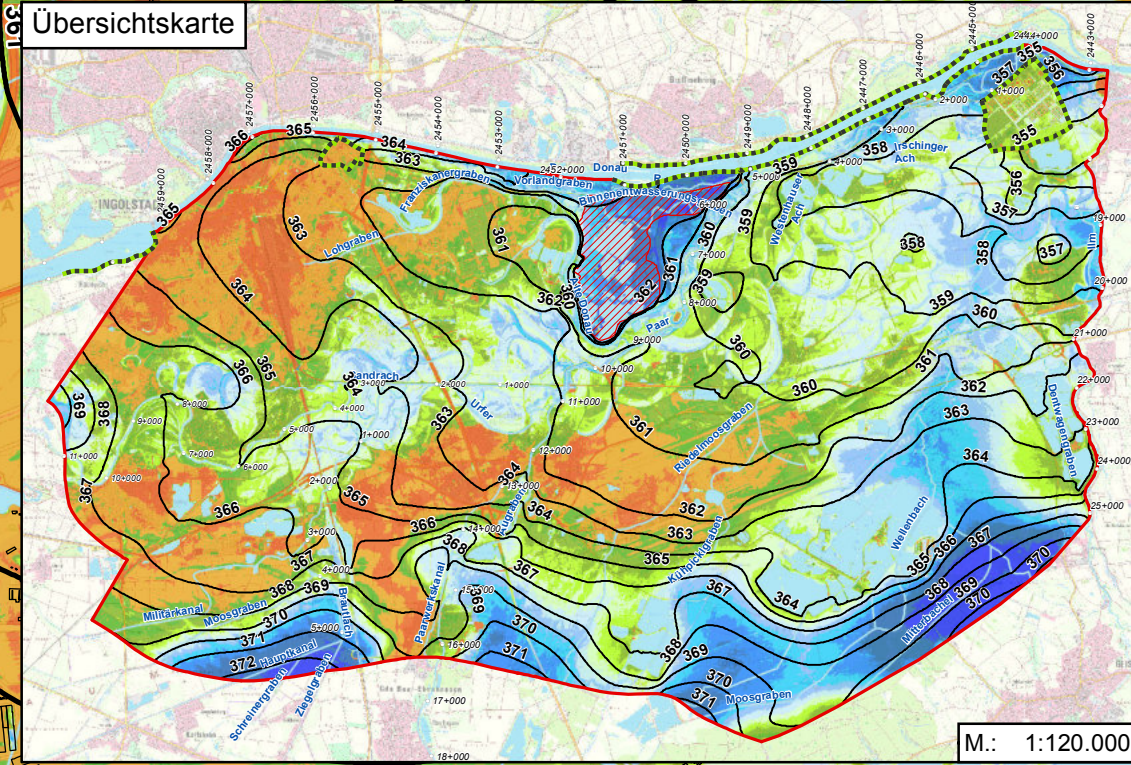
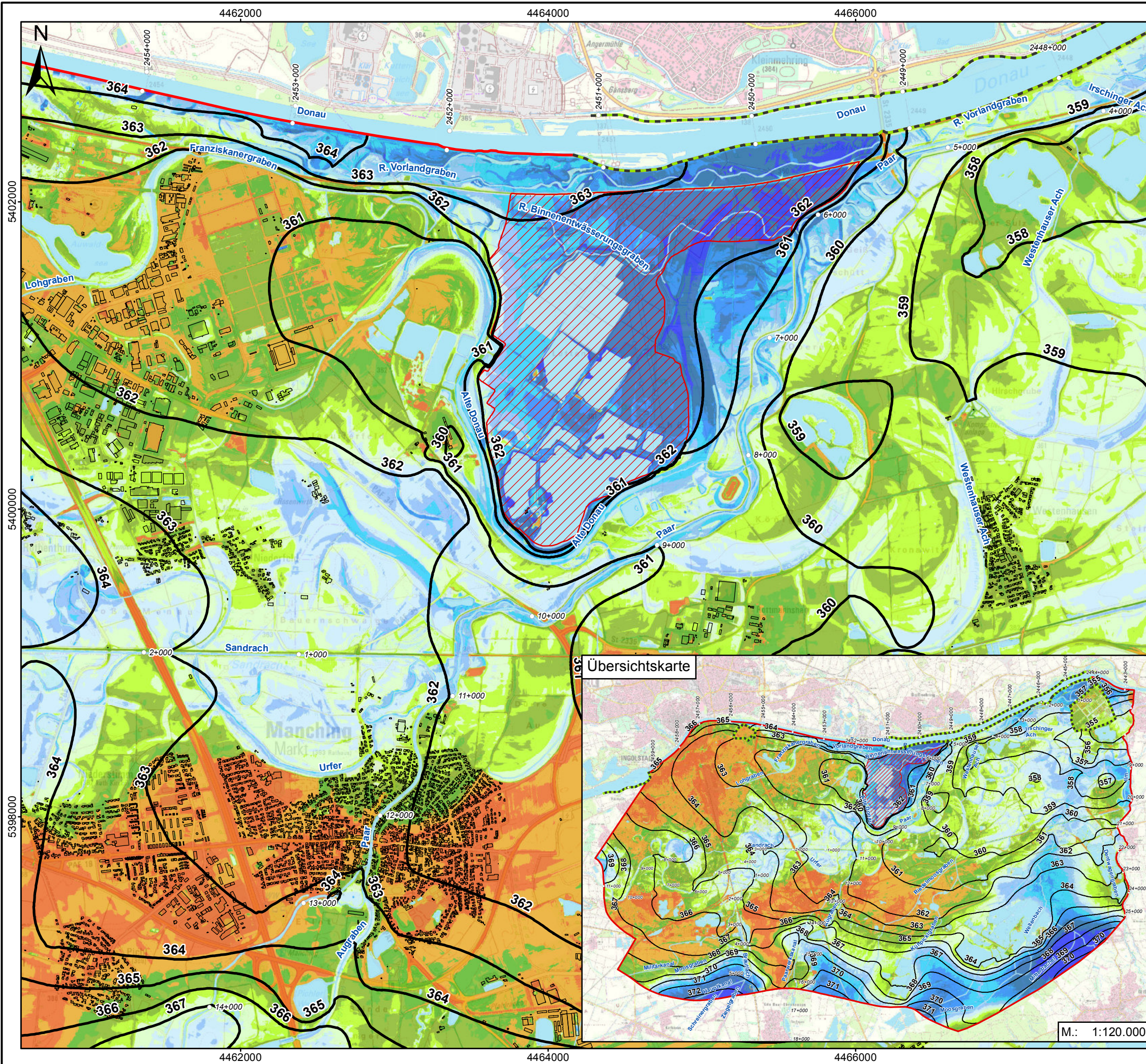
BIÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

**Flutpolder Großmehring
 Grundwassermodell**

Planung Variante 2 - Donau HQ₂₀₀ (Bemessung)
 Berechnete Grundwasserspiegeldifferenzen
 Planungszustand Variante 1 gegen
 IST-Zustand (Bezugszustand)

M.: 1:25.000	Juni 2018	fgr1604936
--------------	-----------	------------

21.11.2018 Uhr: 10:33:22 kowatsch 1:25.000
 P:\Vgr1604936\planung\03_GIS\mxd\Teil_3_Einsatz\Anl_5.3_Var2_Max_Isos_FAB.mxd



Zeichenerklärung

- Modellraum
- Gewässer
- Bestehende Dichtwand (Einbindung bis in das Tertiär)
- 12+000
Flusskilometer

Planung: Variante 2

- Geplanter Flutpolder Variante 2
- 360** Maximale berechnete Grundwasserstände
Zahlenangaben in [mNN]

Flurabstandsbereiche für maximale berechnete Grundwasserstände
Zahlenangaben in [m]

- < -3,0
- 3,0 - -2,0
- 2,0 - -1,5
- 1,5 - -1,0
- 1,0 - -0,5
- 0,5 - 0
- 0 - 0,5
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 1,5
- 1,5 - 2
- 2,0 - 3,0
- > 3,0

0 0,5 1 km

Koordinatensystem: DHDN 3 Degree Gauss Zone 4

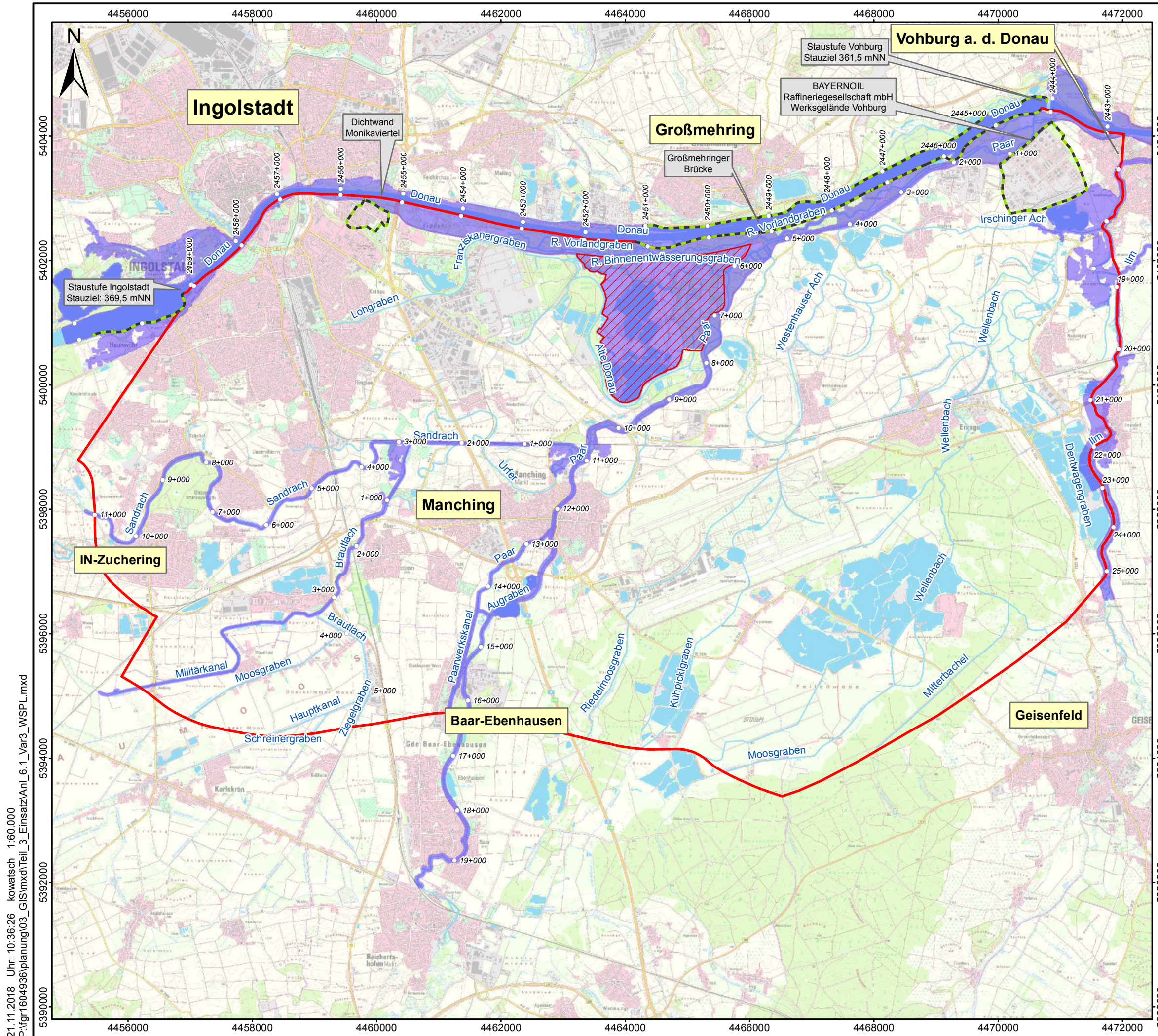
Datengrundlagen:
 © Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de
 © Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, www.wwa-ingolstadt.bayern.de
 Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung
 (Darstellung der Flurkarte als Eigentumsnachweis nicht geeignet)



BIÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

**Flutpolder Großmehring
 Grundwassermodell
 Planung Variante 2 -
 Donau HQ₂₀₀ (Bemessung)
 Maximale berechnete Grundwasserstände
 mit Flurabstandsbereichen**

M.: 1:25.000	Juni 2018	fgr1604936
--------------	-----------	------------



Zeichenerklärung

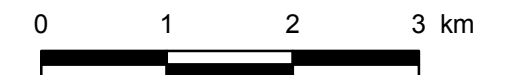
- Modellraum
- Gewässer
- Bestehende Dichtwand (Einbindung bis in das Tertiär)
- 12+000 Flusskilometer

Planung: Variante 3

- Geplanter Flutpolder Variante 3
- Maximale berechnete Überflutungsfläche (2D-WSP-Modell)

Im 2D-WSP-Modell angesetzte Hochwasser-Jährlichkeiten:

Gewässer (-abschnitt)	Hochwasser-Jährlichkeit
Donau	HQ ₂₀₀
Paar	HQ ₁₀ – HQ ₂₀
Sandrach	< HQ ₁
Brautlach	< HQ ₁
Ilm	HQ ₁₀ – HQ ₂₀



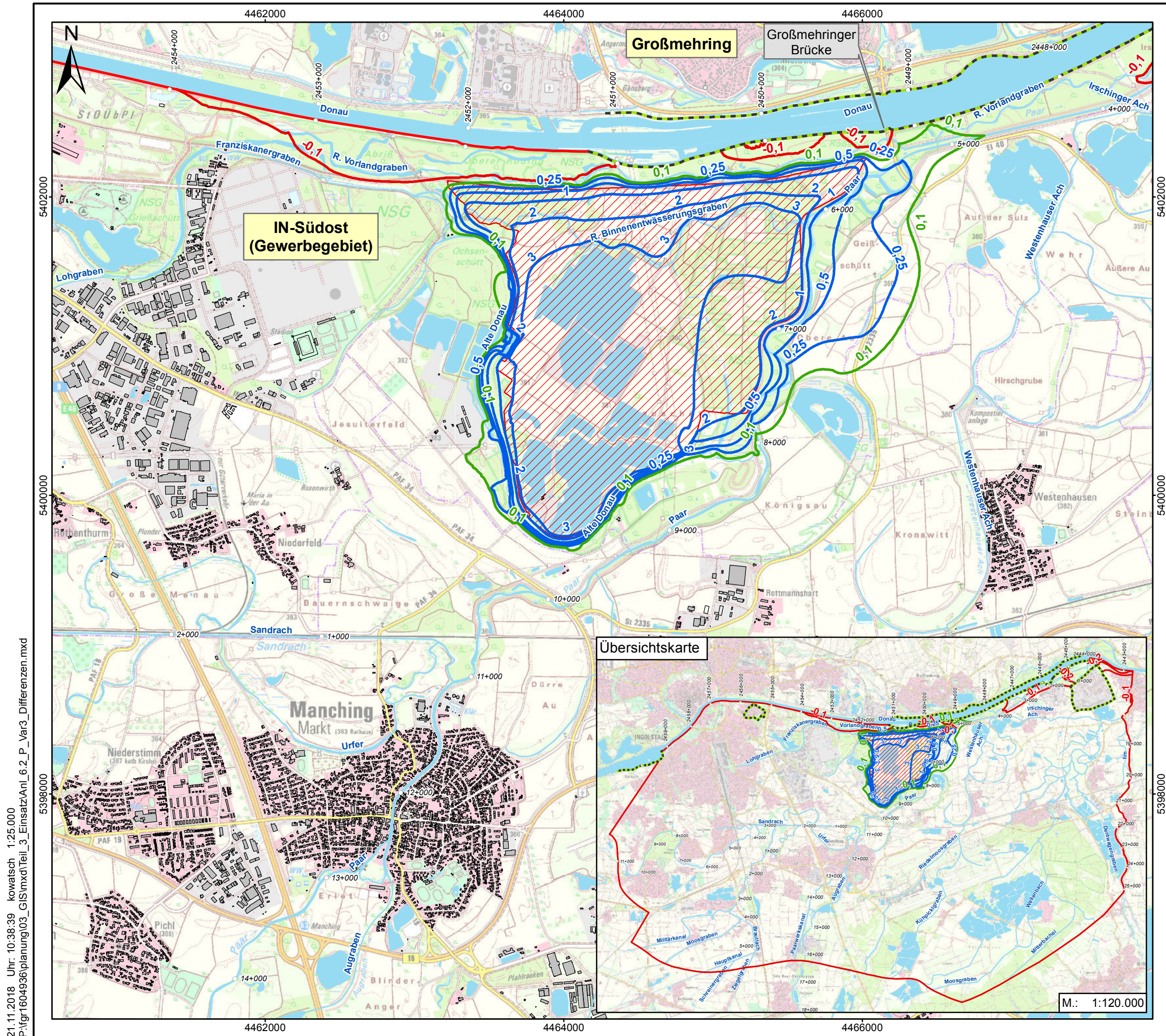
Koordinatensystem: DHDN 3 Degree Gauss Zone 4
 Datengrundlagen:
 © Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de
 © Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, www.wwa-ingolstadt.bayern.de
 Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung

BCE

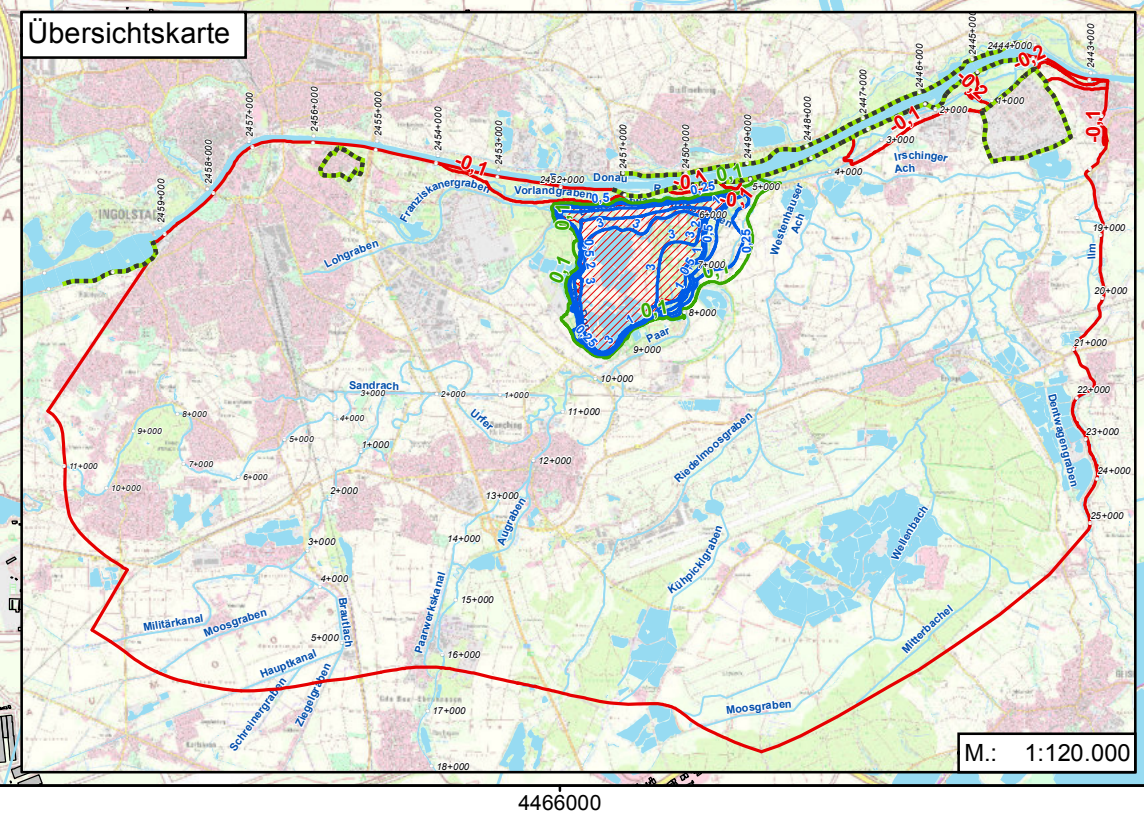
BIÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

Flutpolder Großmehring
Grundwassermodell
 Planung Variante 3 -
 Donau HQ₂₀₀ (Bemessung)
 Maximale berechnete
 Überflutungsfläche 2D-WSP-Modell

M.: 1:60.000	Juni 2018	fgr1604936
--------------	-----------	------------



21.11.2018 Uhr: 10:38:39 kowatsch 1:25.000
 P:\fgr1604936\planung\03_GIS\mxd\Teil_3_Einsatz\Anl_6.2_P_Var3_Differenzen.mxd



Zeichenerklärung

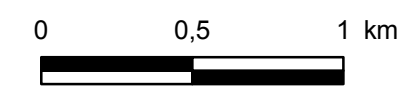
- Modellraum
- Gewässer
- Bestehende Dichtwand (Einbindung bis in das Tertiär)
- 12 000 Flusskilometer

Planung: Variante 3

- Geplanter Flutpolder Variante 3

Differenzen der maximalen berechneten Grundwasserstände Planungszustand gegen IST-Zustand (Bezugszustand) Zahlenangaben in [m]

- 0,1 Absenkung Grund-/Druckwasserspiegel
- 0,1 0,1 m - Linie
- 0,1 Anhebung Grund-/Druckwasserspiegel



Koordinatensystem: DHDN 3 Degree Gauss Zone 4
 Datengrundlagen:
 © Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de
 © Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, www.wwa-ingolstadt.bayern.de
 Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung (Darstellung der Flurkarte als Eigentumsnachweis nicht geeignet)

BCE

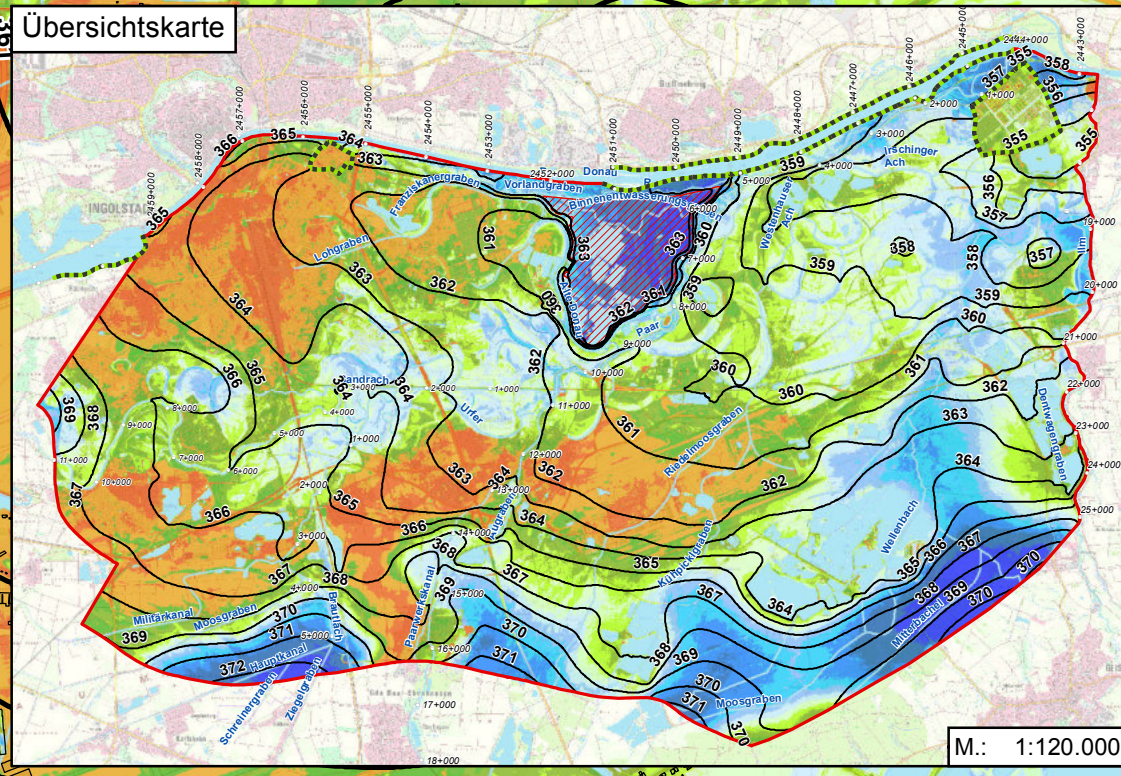
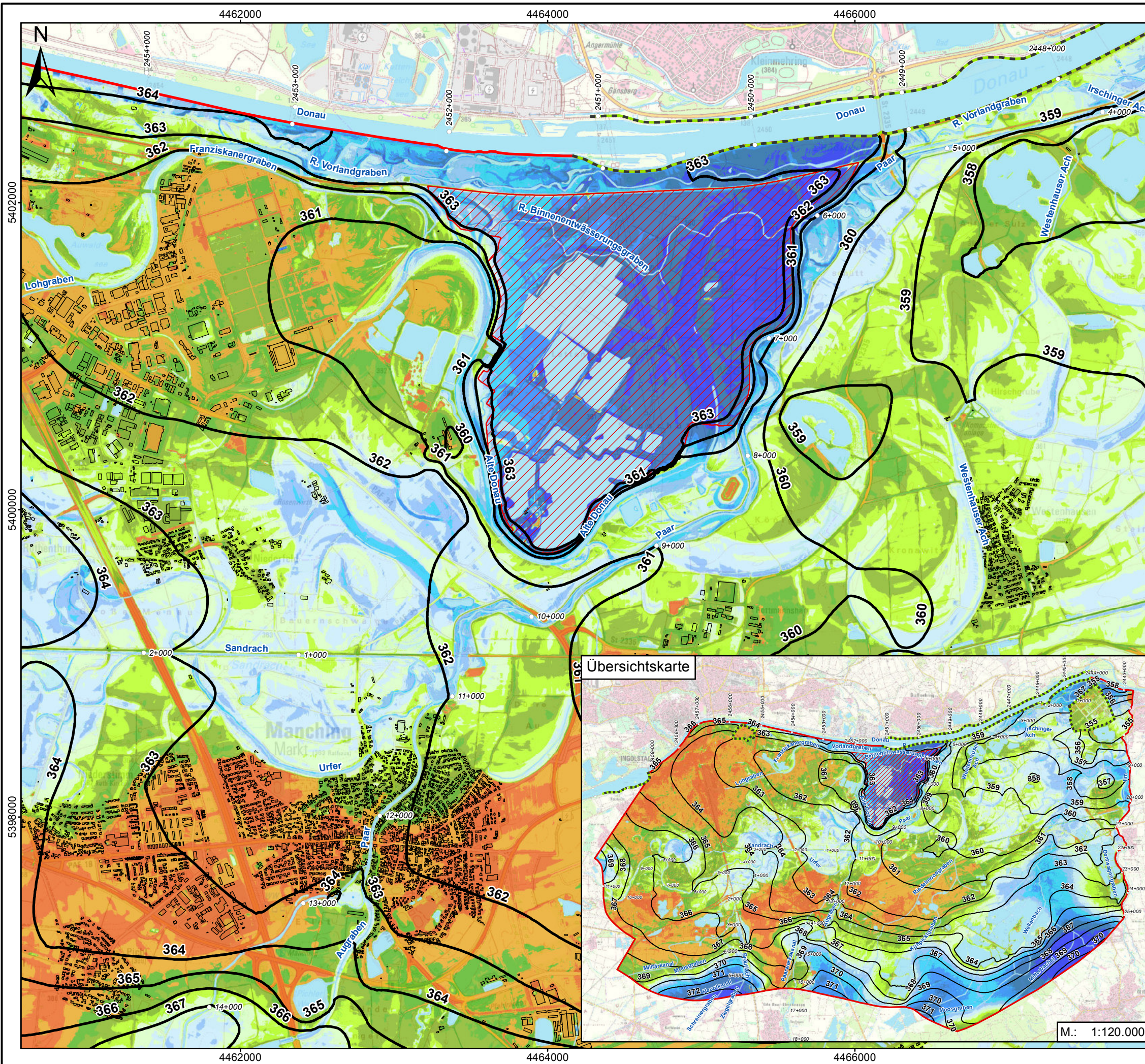
BIÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

**Flutpolder Großmehring
 Grundwassermodell**

Planung Variante 3 - Donau HQ₂₀₀ (Bemessung)
 Berechnete Grundwasserspiegeldifferenzen
 Planungszustand Variante 1 gegen
 IST-Zustand (Bezugszustand)

M.: 1:25.000	Juni 2018	fgr1604936
--------------	-----------	------------

21.11.2018 Uhr: 10:41:00 kowatsch 1:25.000
 P:\Vgr1604936\planung03_GIS\mxd\Teil_3_Einsatz\Anl_6.3_Var3_Max_Isos_FAB.mxd



Zeichenerklärung

- Modellraum
- Gewässer
- Bestehende Dichtwand (Einbindung bis in das Tertiär)
- 12+000
Flusskilometer

Planung: Variante 3

- Geplanter Flutpolder Variante 3
- 360** Maximale berechnete Grundwasserstände
Zahlenangaben in [mNN]

Flurabstandsbereiche für maximale berechnete Grundwasserstände
Zahlenangaben in [m]

- < -3,0
- 3,0 - -2,0
- 2,0 - -1,5
- 1,5 - -1,0
- 1,0 - -0,5
- 0,5 - 0
- 0 - 0,5
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 1,5
- 1,5 - 2
- 2,0 - 3,0
- > 3,0

0 0,5 1 km

Koordinatensystem: DHDN 3 Degree Gauss Zone 4

Datengrundlagen:
 © Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de
 © Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, www.wwa-ingolstadt.bayern.de
 Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung
 (Darstellung der Flurkarte als Eigentumsnachweis nicht geeignet)

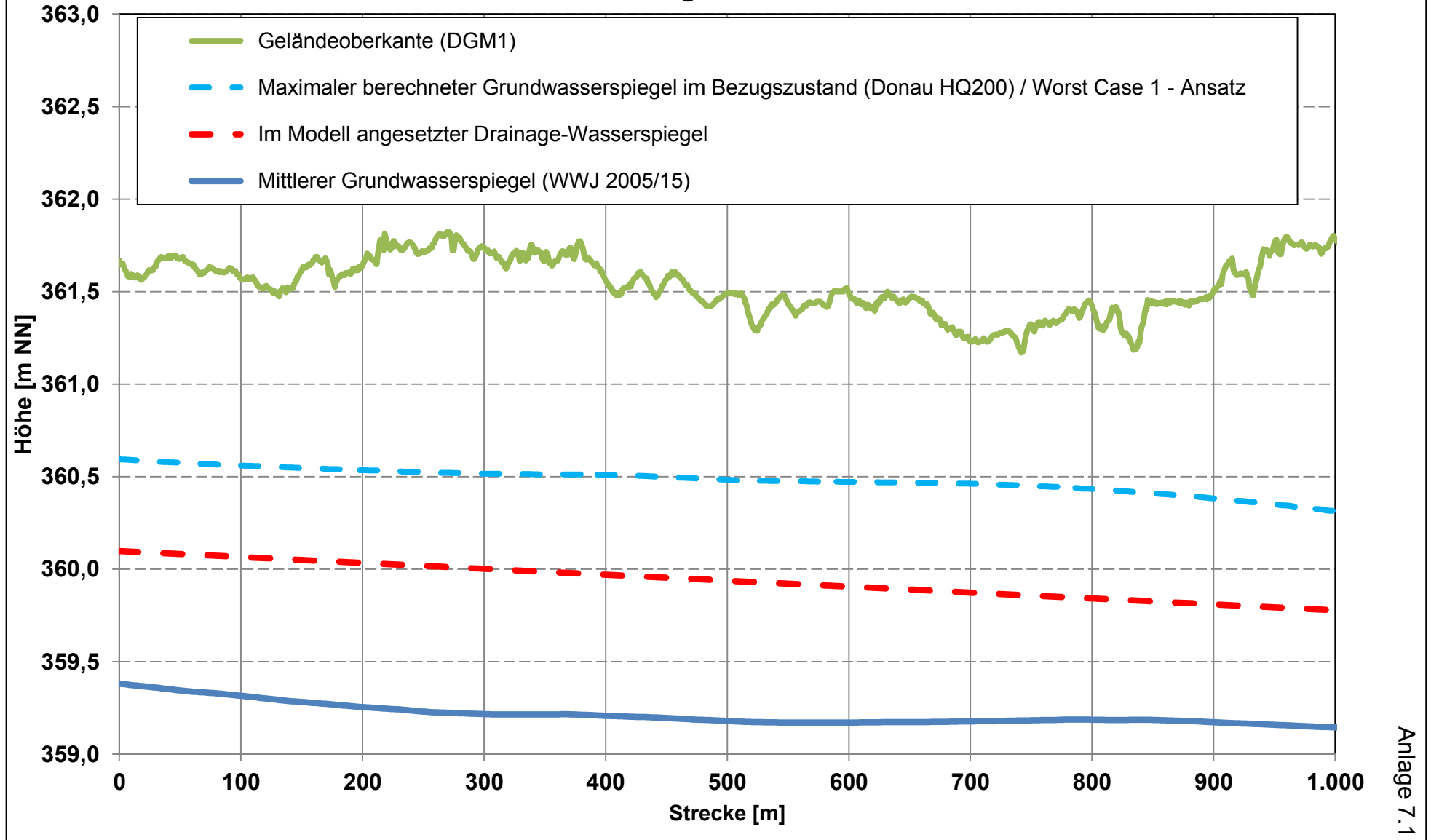


BIÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

**Flutpolder Großmehring
 Grundwassermodell
 Planung Variante 3 -
 Donau HQ₂₀₀ (Bemessung)
 Maximale berechnete Grundwasserstände
 mit Flurabstandsbereichen**

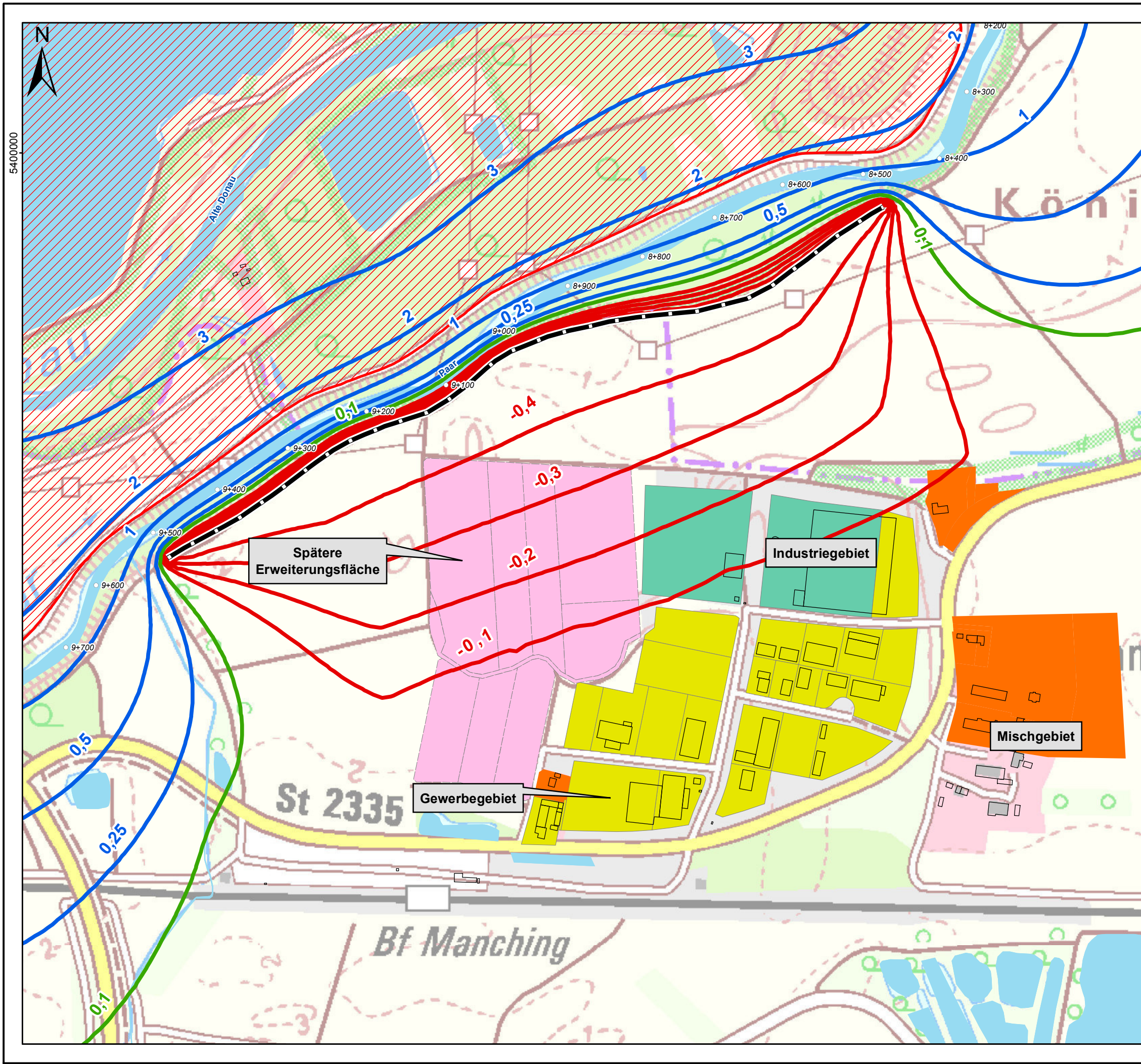
M.: 1:25.000	Juni 2018	fgr1604936
--------------	-----------	------------

Geplante Drainage östlich der Paar - Längsschnitt -



Anlage 7.1

21.11.2018 Uhr: 11:06:08 kowatsch 1:5.000
 P:\fgr1604936\planung\03_GIS\mxd\Teil_3_Einsatz\Anl_7.2_P_Var1_Differenzen_WC1_Drain.mxd



Zeichenerklärung

Modellraum

Bestand

Gewässer

12+000
 Flusskilometer

Planung: Variante 1

Geplanter Flutpolder Großmehring
 Variante 1

Geplante Trasse der Drainageleitung

Standort Schöpfwerk

Differenzen der maximalen berechneten
 Grundwasserstände Planungszustand
 gegen IST-Zustand (Bezugszustand)
 Zahlenangaben in [m]

-0,1 Absenkung Grund-
 /Druckwasserspiegel

0,1 0,1 m - Linie

0,1 Anhebung Grund-
 /Druckwasserspiegel

Worst Case - Ansatz 1:

Erhöhung der kf-Werte im quartären
 Grundwasserleiter um den Faktor 2.

Verringerung der Sohldurchlässigkeit von
 Franziskanergraben, Alte Donau und Paar (auf Höhe
 des Polders) um den Faktor 1/10

0 75 150 300 m

Koordinatensystem: DHDN 3 Degree Gauss Zone 4

Datengrundlagen:
 © Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de
 © Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, www.wwa-
 ingolstadt.bayern.de
 Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung
 (Darstellung der Flurkarte als Eigentumsnachweis nicht
 geeignet)

http://www.manching.de/bestandsplaene,
 Bebauungs-und Grünordnungsplan Nr. 19



BJÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

Planung Variante 1 - Donau HQ₂₀₀ (Bemessung)
 - Worst Case 1 -
 Berechnete Grundwasserspiegeldifferenzen
 Planungszustand Variante 1 gegen
 IST-Zustand Donau HQ₂₀₀ (Bezugszustand)
 Anpassungsmaßnahme: Drainage

M.: 1:5.000	Juni 2018	fgr1604936
-------------	-----------	------------