

WWA Ingolstadt

**2D-Berechnungen Flutpolder Bertoldsheim,
Variante Süd mit Deich
(Ergänzungsberechnung)**

München, den 05.12.2016

RMD-Consult GmbH
Wasserbau und Energie
Blutenburgstraße 20
80636 München

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'S. Kanne', is positioned to the right of the company address.

Tel.: 089/99 222-402 S. Kanne

Inhaltsverzeichnis

1	VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG	3
2	GRUNDLAGEN	4
2.1	Modell Istzustand	4
2.2	Deichlinie	4
2.3	Hydrologische Daten	4
2.4	Software	4
3	BERECHNUNG FLUTPOLDER SÜD MIT DEICH	5
3.1	Festlegung Kenngrößen Polder	5
3.2	Ermittlung der Polderabfluss-Ganglinie	6
3.3	Modellansätze	6
3.4	Ergebnis	6
4	ZUSAMMENFASSUNG	8
	ANLAGENVERZEICHNIS	9

1 VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Nördlich des Stauraums der Stufe Bertoldsheim an der Donau wird der Standort für einen potentiellen Flutpolder Bertoldsheim untersucht. RMD-Consult GmbH hat für das LfU den geplanten Polder mit einem 2D-Modell verschiedene Poldervarianten untersucht und in folgenden Berichten die Ergebnisse beschrieben:

- „2D-Berechnungen Flutpolder Bertoldsheim, Dimensionierung Einlaufbauwerk, Ermittlung Abflussaufteilung“ vom 30.03.2015
- 2D-Berechnungen Flutpolder Bertoldsheim, Ermittlung Abflussaufteilung u. Retentionswirkung (Ergänzungsberechnungen) vom 25.11.2015

In Ergänzung dazu soll eine zusätzliche Untersuchung für die „Variante Süd mit Deich“ durchgeführt werden, bei der das Überschwemmungsgebiet nach Süden hin durch einen Deich begrenzt wird.

Basierend auf dem Planmodell „Variante Süd“ der obengenannten Untersuchung soll die vorgegebene Deichlinie im Modell umgesetzt werden. Mit diesem Modell „Variante Süd mit Deich“ werden die Wasserspiegellagen im Untersuchungsgebiet, der Befüll- und Entleerungsvorgang des Polders und die Polderwirkung berechnet. Der Untersuchungsbereich ist in Anlage 1 dargestellt.

Die Untersuchung erfolgt in mehreren Arbeitsschritten:

- Einbau der Deichlinie in das vorhandene Modell „Variante Süd“
- Ermittlung Volumenkurve für die Variante Süd mit Deich“
- Festlegung des Poldervolumens und der Kappungsgrenze
- Numerische Berechnung Polderbefüllung und -entleerung mit dem hydrodynamischen 2D-Modell für den Bemessungsabfluss

2 GRUNDLAGEN

2.1 Modell Istzustand

Das Modell des Istzustands sowie die entsprechenden Berechnungsergebnisse werden der genannten Untersuchung vom 25.11.2015 entnommen und gelten als Referenzzustand.

2.2 Deichlinie

Die Deichlinie wurde durch das WWA Ingolstadt zur Verfügung gestellt und ist in Anlage 1 dargestellt.

2.3 Hydrologische Daten

Es wird die Bemessungsganglinie 1 der genannten vorhergehenden Untersuchungen verwendet (vgl. Anlage 2).

2.4 Software

Für die Modellerstellung und die numerische Berechnung des Bemessungsabflusses mit dem 2D-Modell wurden folgende Programme verwendet:

- Hydro_AS-2d, Version 2.1, für die Berechnung der Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen, Dr. Nujic, Rosenheim
- Surface Modelling Software (SMS), Version 10.1, für die Modellerstellung und Auswertung der Berechnungsergebnisse, Aquaveo, USA

Die verwendeten Programme sind Standardprogramme für die numerische Berechnung von 2D-Modellen und werden auch in der Bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung eingesetzt.

3 BERECHNUNG FLUTPOLDER SÜD MIT DEICH

3.1 Festlegung Kenngrößen Polder

Die Länge der Flutöffnungen mit 300m und das Stauziel im Polder mit 393,50 m ü.NN sind entsprechend der Kennwerte der Variante „Süd“ (ohne Deich) angesetzt.

Das mögliche Poldervolumen im Polder „Süd mit Deich“ berücksichtigt, dass der Polder schon zu Beginn der Füllung vom südlichen Auestromanteil durchströmt wird und daher nur das Volumen oberhalb dieses Wasserspiegels zur Retention herangezogen werden kann. Zudem entsteht durch die Reduktion des Abflussquerschnitts in den Flutöffnungen an der Straße ND11 ein Aufstau, der das nutzbare Poldervolumen zusätzlich reduziert (vgl. auch genannte Berichte).

Das nutzbare Poldervolumen der Variante „Süd mit Deich“ von ca. 13,8 Mio. m³ ist in der Grafik in Anlage 3 dargestellt und in der Tabelle 1 in Abhängigkeit vom Stauspiegel im Polder aufgetragen und mit dem nutzbaren Volumen der Variante „Süd“ verglichen. Durch den Deich wird die Polderfläche und damit auch das nutzbare Volumen reduziert.

Als nicht nutzbares Rückhaltevolumen ist in diesem vereinfachten Ansatz, wie bei den Berechnungen für die Variante Süd (ohne Deich), das Volumen oberhalb des Wasserkörpers bei HQ100 stationär angesetzt. In Bereichen, in denen bei HQ100 keine Überschwemmung vorhanden ist, wird das Volumen oberhalb des Geländes ermittelt.

Tabelle 1: Volumenkurven für die Variante Süd und die Variante Süd mit Deich für die untersuchte Flutöffnungsbreiten von 300 m

Stauspiegel Polder [m ü.NN]	Volumen über HQ ₁₀₀ /Gelände Istzustand [Millionen m ³]	Variante „Süd“ Volumen über HQ ₁₀₀ /Gelände [Millionen m ³]	„Süd mit Deich“ Volumen über HQ ₁₀₀ /Gelände [Millionen m ³]
390.00	0.1	-	-
390.50	0.8	0	0
391.00	2.6	1.8	1.7
391.50	4.9	4.1	3.7
392.00	7.7	6.9	5.9
392.50	10.8	10.0	8.4
393.00	14.8	14.0	11.0
393.50	19.7	18.9	13.8
394.00	24.6	23.8	16.7

3.2 Ermittlung der Polderabfluss-Ganglinie

Aus den Berechnungsergebnissen für den Istzustand wird die Abflussganglinie an der ND11 entnommen. Mit dieser Ganglinie wird mit der Annahme einer konstanten Abgabe aus dem Polder (Scheitelkappung mit konstantem Abfluss) und mit dem ermittelten Poldervolumen der Abflussscheitel an der ND11 ermittelt. Dieser liegt bei ca. 530 m³/s, wie in Anlage 4 dargestellt.

3.3 Modellansätze

Dem Modell wird oberstrom der ND11 die gekappte Abflussganglinie entnommen und unterstrom der ND11 wieder zugegeben. Die Differenz zur tatsächlich in den Polder fließenden Wassermenge entspricht dem zurückgehaltenen Volumen. Diese Vorgehensweise ist erforderlich, weil in dem Modell ein gesteuertes Abschlusswehr bei verschiedenen Ober- und Unterwasserständen nicht modelliert werden kann.

3.4 Ergebnis

Die berechneten maximalen Wassertiefen für den Flutpolder „Süd mit Deich“ und mit der Bemessungsganglinie 1 sind in Anlage 5 dargestellt. Zum Vergleich ist die Überschwemmungsgrenze für den Istzustand/Bemessungsganglinie 1 als Linie enthalten.

In Anlage 6 sind die berechneten maximalen Wasserspiegellagen in einem Längsschnitt dargestellt. Durch die Reduktion der Abflussbreite im rechten Vorland, die durch den Deich bedingt ist, nehmen die Wasserspiegellagen im Vorland etwas zu. Dadurch verändert sich auch die Abflussaufteilung an der Ausuferungstrecke oberhalb der Stauhaltungsdämme. Anders als bei der Variante „Süd“, bei der der Abfluss am Wehr Bertoldsheim zum Istzustand unverändert bleibt, nimmt bei der Variante „Süd mit Deich“ der Abfluss über das Wehr etwas zu (vgl. Anlage 7). Diese Veränderungen werden im Bericht „2D-Berechnungen Flutpolder Bertoldsheim, Berechnung HQ1000“ untersucht.

Die Polderwirkung ist mit dem Vergleich der Ganglinien für den Flutpolder „Süd mit Deich“ und den Istzustand in Anlage 7 dargestellt. Mit dem Polder kann der Abfluss in der Steppberger Enge für die gegebene Bemessungsganglinie 1 auf ca. 2075 m³/s gedrosselt werden. Die entspricht einer Reduktion des Abflussscheitels um ca. 140 m³/s.

Der maximale Wasserspiegel im Polder, der sich zum Ende des Rückhalteprozesses einstellt, entspricht nicht dem geplanten maximalen Stauziel von 393.50 m ü. NN.

Dies hat mehrere Gründe:

- Vereinfachte Annahme verfügbares Retentionsvolumen:
Das zur Verfügung stehende Retentionsvolumen wird auf Basis der Wasserspiegellage für HQ100 stationär im Vorland ($Q_{\text{Vorland}} = 580 \text{ m}^3/\text{s}$) ermittelt (vgl. Kap. 3.1). Wie in Anlage 4 gezeigt, liegt die damit ermittelte Kappungsgrenze mit dem Abfluss $530 \text{ m}^3/\text{s}$ tatsächlich aber tiefer. Dies hat zur Folge, dass der Wasserspiegel im Vorland bei Beginn der Rückhaltung tiefer liegt, als zunächst angenommen. Dadurch liegt auch der Wasserspiegel im Polder bei Ende der Rückhaltung tiefer.
- Ermittlung des Kappungsabflusses mit Ganglinie am unteren Ende des Polders:
Der Kappungsabfluss, d.h. der Abfluss der aus dem Polder im Vorland weiter abfließt (grün gestrichelte Linie in Anlage 7) wird anhand der Ganglinie an der ND11 ermittelt, welche sich im Istzustand beim Bemessungsabfluss 1 einstellt. Dies ist für die Ermittlung der Kappung und wegen der konstanten maximalen Abgabe ins Unterwasser des Polders korrekt. Für den Zeitpunkt gegen Ende der Polderfüllung ist diese Ganglinie jedoch nicht mehr relevant, und tatsächlich auch nicht mehr existent. Wegen des zeitlichen Versatzes der Zuflussganglinie in den Polder (Anlage 7, blaue Linie für den Istzustand / Polder Süd und blau gestrichelte Linie für den Polder Süd mit Deich) und der Ganglinie an der ND11 ist bei Ende der Polderfüllung der Zufluss schon geringer als der theoretische Abfluss an der ND11 (ab ca. Stunde 93). Nach der Stunde 93 wird der Polder somit schon wieder entleert. Eine genauere Ermittlung der Kappungsgrenze müsste also, iterativ, anhand der Ganglinie an der ND11 nur den Zeitpunkt des Beginns der Kappung festlegen und Kappungsvolumen mit der Zuflussganglinie unter Berücksichtigung des Wasservolumens im Vorland beim Kappungsabfluss bestimmen.
- Einfluss des Deiches auf den Wasserspiegel an der Ausuferung unterhalb der Donaubrücke St2047 ins rechte Vorland
Da bei der Variante Süd mit Deich die Abflussbreite im rechten Vorland reduziert und damit der Wasserspiegel leicht angehoben wird, nimmt der Abfluss ins rechte Vorland leicht ab (Anlage 7, blaue und blau gestrichelte Li-

nie). Das Zuflussvolumen ins Vorland ist somit etwas geringer, als zunächst mit der Ganglinie aus dem Istzustand ermittelt.

Die ersten beiden Punkte betreffen sowohl die Variante Süd, als auch die Variante Süd mit Deich. Der letzte Punkt betrifft nur die Variante Süd mit Deich.

4 ZUSAMMENFASSUNG

Der Flutpolder „Süd mit Deich“ weist durch die Eingrenzung des Überschwemmungsbereichs im Vorland ein geringeres Rückhaltevolumen auf im Vergleich zur Variante „Süd“.

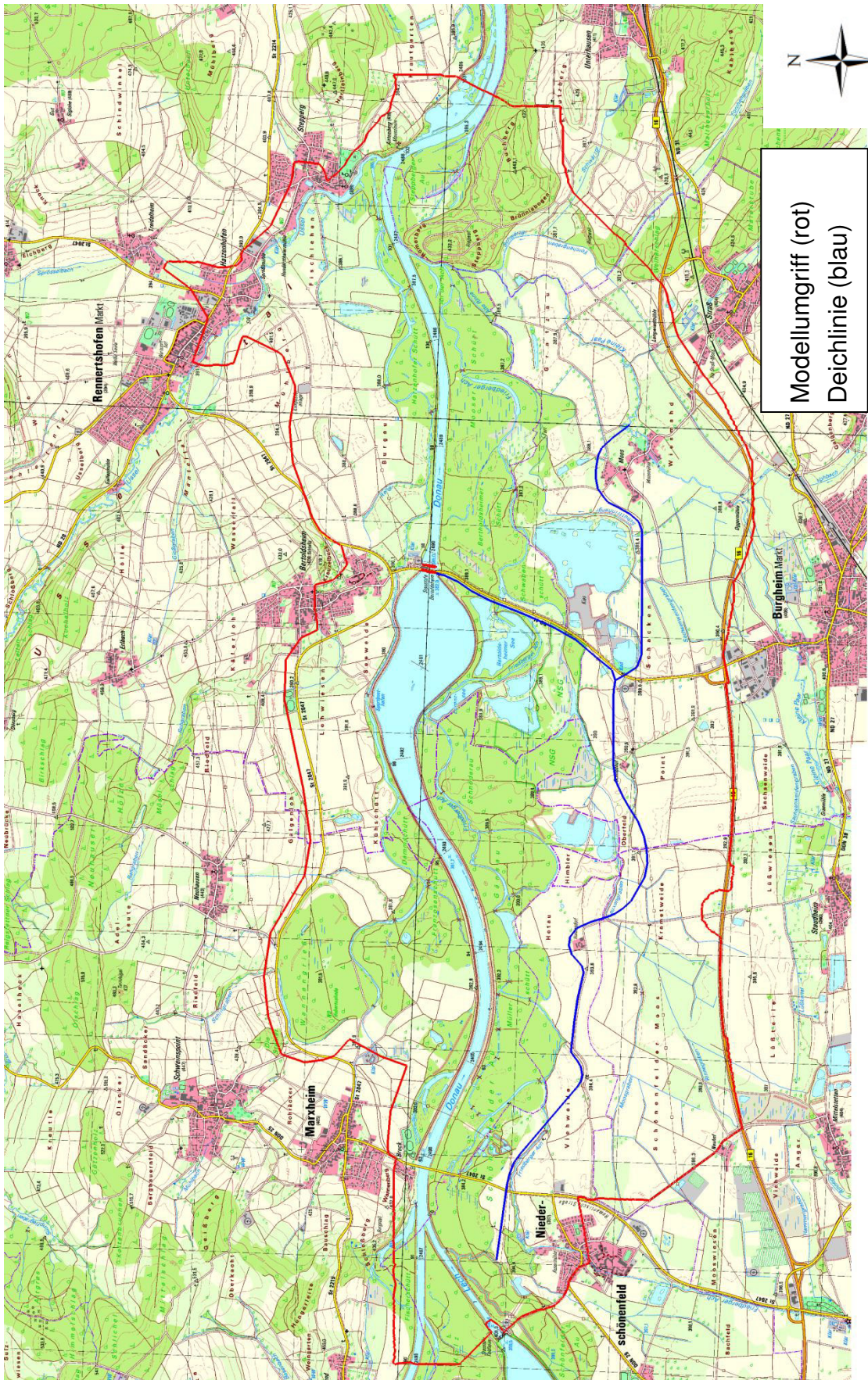
Der Abflussscheitel für die Bemessungsganglinie wird an der Steppberger Enge um $140 \text{ m}^3/\text{s}$ auf ca. $2075 \text{ m}^3/\text{s}$ reduziert.

Durch den reduzierten Abflussquerschnitt rechten Vorland nehmen die Wasserspiegellagen im Vorland zu. Dadurch strömt etwas weniger Wasser ins Vorland als im Istzustand und der Abfluss über das Wehr Bertoldsheim nimmt etwas zu.

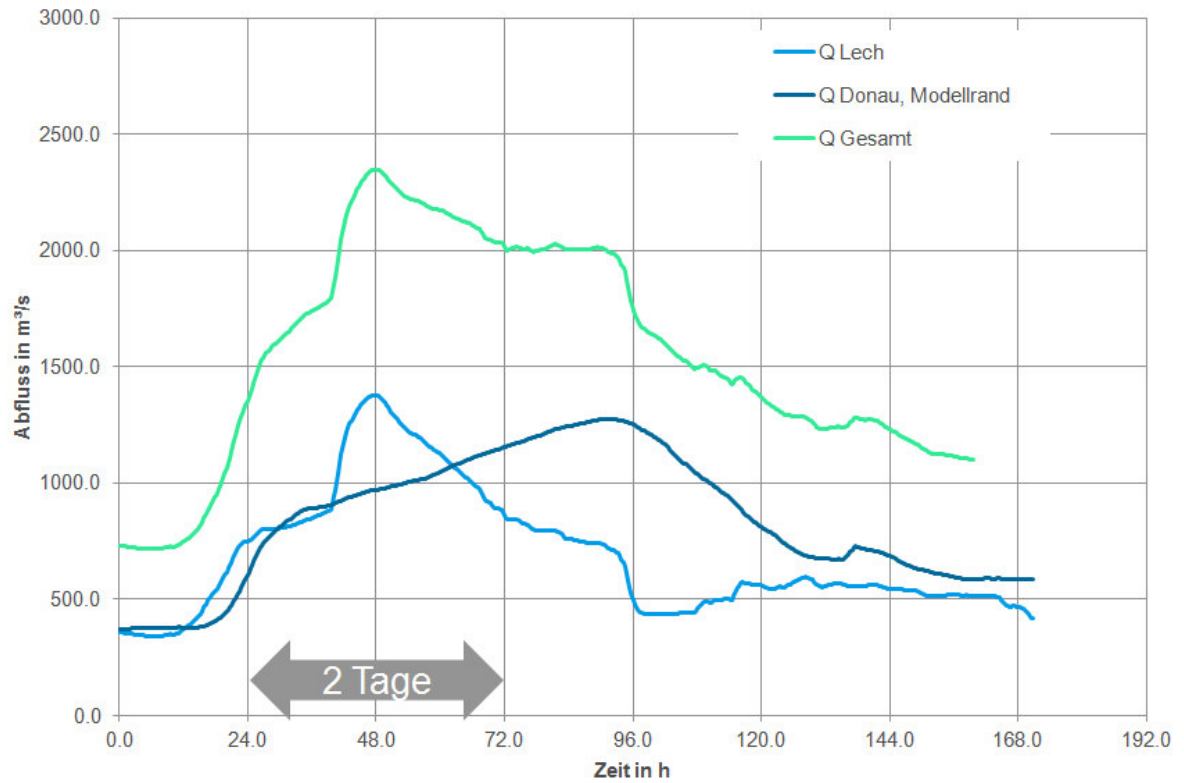
ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1	Übersicht Untersuchungsbereich und Deichlinie
Anlage 2	Bemessungsganglinie 1
Anlage 3	Nutzbares Volumen Poldervariante „Süd mit Deich“
Anlage 4	Scheitelkappung Poldervariante „Süd mit Deich“, Bemessungsabfluss 1
Anlage 5	Max. Wassertiefe Poldervariante „Süd mit Deich“, Bemessungsabfluss 1
Anlage 6	Längsschnitt max. Wassertiefe Poldervariante „Süd mit Deich“, Bemessungsabfluss 1, Schnittlage siehe Anlage 5
Anlage 7	Ganglinien Bemessungsabfluss 1, Poldervariante „Süd mit Deich“, Vergleich mit Istzustand

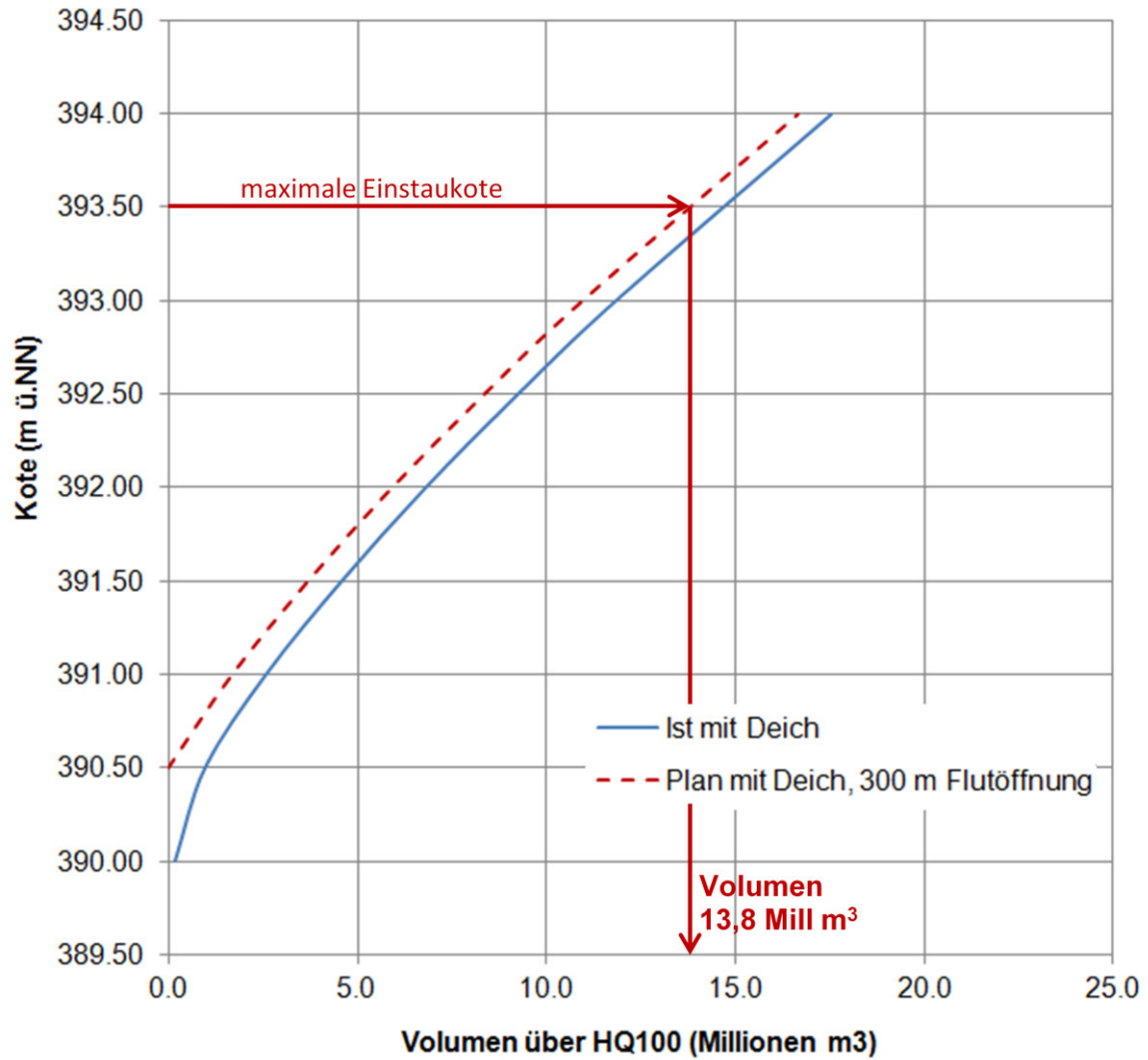
Anlage 1 Übersicht Untersuchungsbereich und Deichlinie



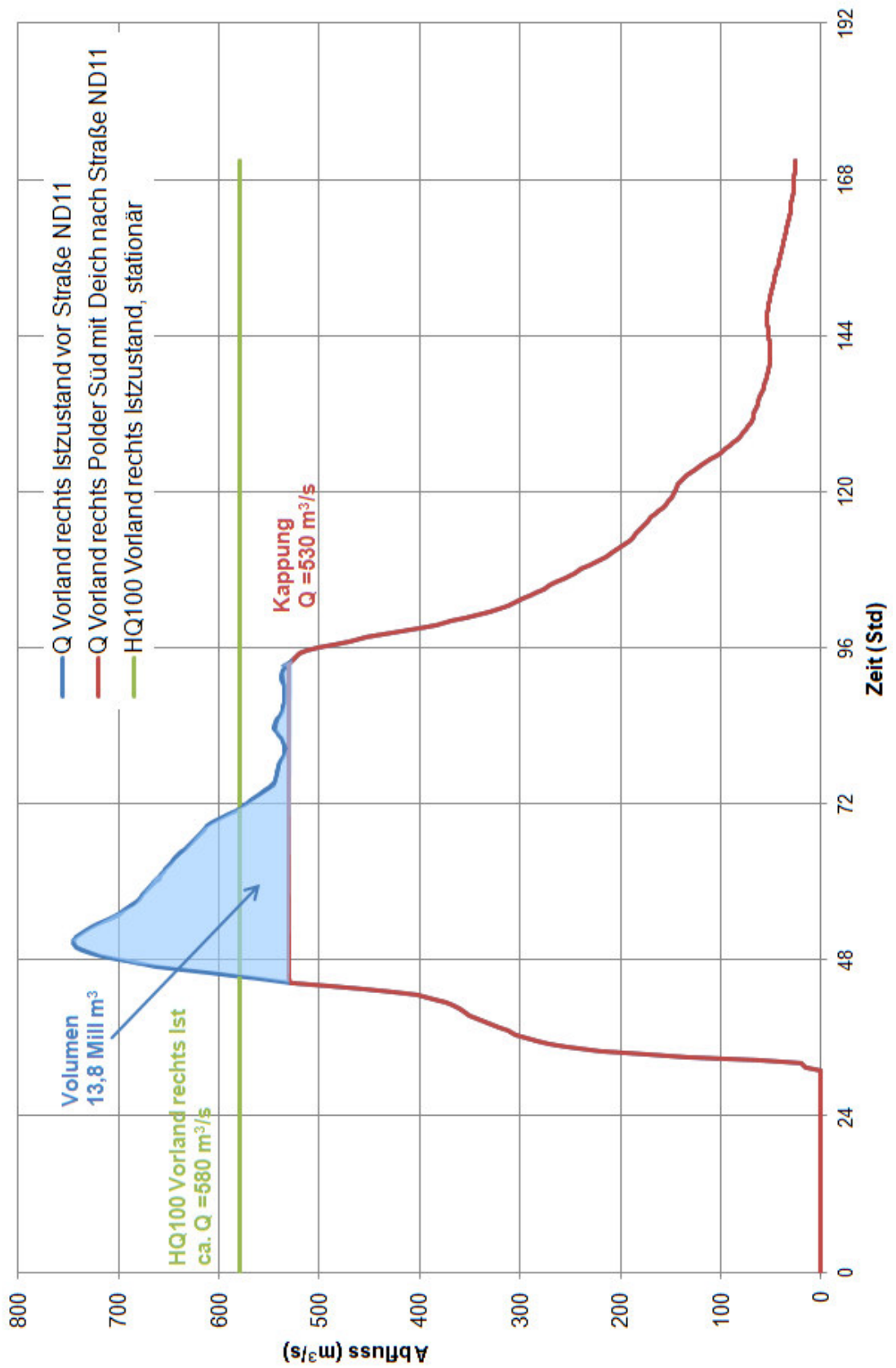
Anlage 2 Bemessungsganglinie 1



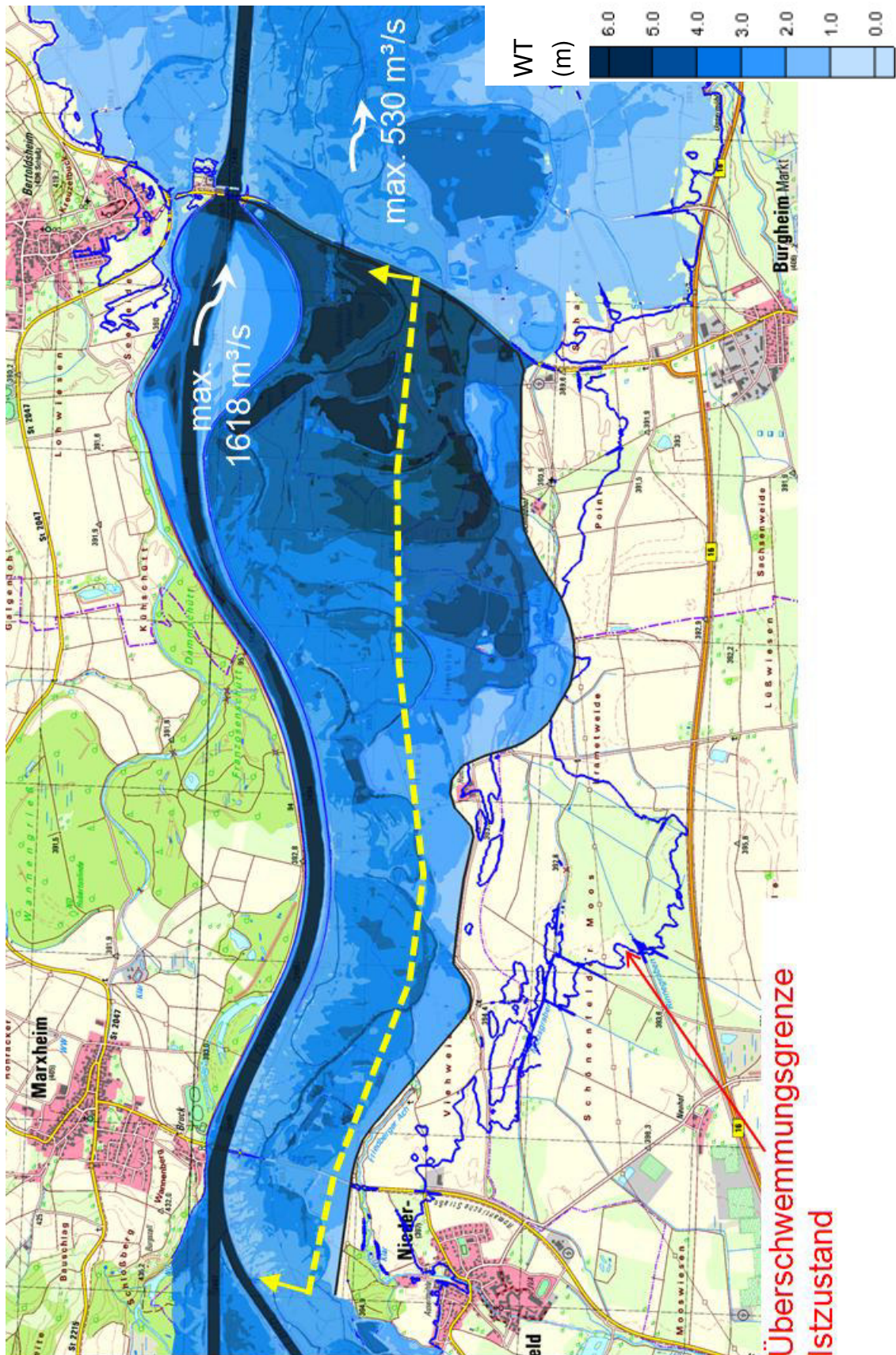
Anlage 3 Nutzbares Volumen Poldervariante „Süd mit Deich“



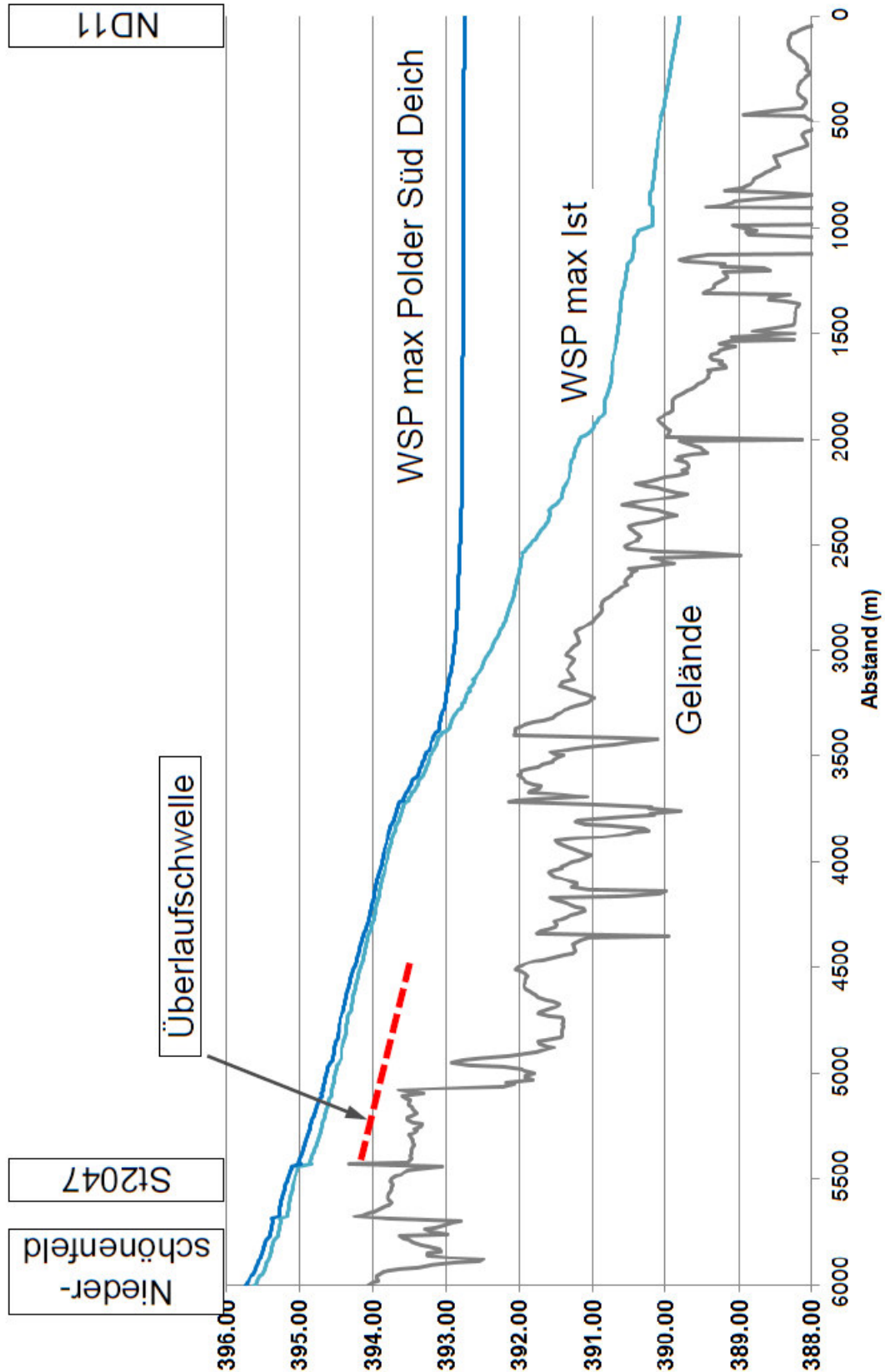
Anlage 4 Scheitelkappung Poldervariante „Süd mit Deich“,
Bemessungsabfluss 1



Anlage 5 Max. Wassertiefe Poldervariante „Süd mit Deich“,
Bemessungsabfluss 1



Anlage 6 Längsschnitt max. Wassertiefe Poldervariante „Süd mit Deich“, Bemessungsabfluss 1, Schnittlage siehe Anlage 5



Anlage 7 Ganglinien Bemessungsabfluss 1, Poldervariante „Süd mit Deich“, Vergleich mit Istzustand

