

Planfeststellung

Beilage 44

Bundeswasserstraße Donau

**Ausbau der Wasserstraße und Verbesserung des
Hochwasserschutzes Straubing–Vilshofen**

Teilabschnitt 2: Deggendorf–Vilshofen

Hydrologie und hydrotechnische Berechnungen

25.09.2018

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf
geprüft in wasserwirtschaftlicher Hinsicht

gez. Ratzinger

Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Regensburg
geprüft

gez. Diesler

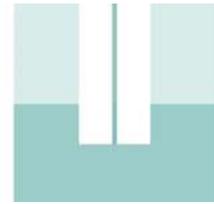
Bundesrepublik Deutschland
Wasserstraßen- und Schifffahrts-
verwaltung des Bundes

Freistaat Bayern
Wasserwirtschaftsverwaltung

gemeinsam vertreten durch
RMD Wasserstraßen GmbH

gez. Dr. Schmautz

gez. i.V. Dr. Fischer



Planfeststellung

Bundeswasserstraße Donau

Ausbau der Wasserstraße und Verbesserung des
Hochwasserschutzes Straubing–Vilshofen

Teilabschnitt 2: Deggendorf–Vilshofen

Hydrologie und hydrotechnische Berechnungen

Beilage 44

Bearbeitung:

Dipl.-Ing. Jens Kastrup
M.Sc. (TUM) Andrea Jordan
Dipl.-Ing. (FH) Norbert Schmid

RMD Wasserstraßen GmbH

Stand 25.09.2018

Inhaltsverzeichnis

1	Hydrologische Verhältnisse	1
1.1	Donau	1
1.2	Isar	3
1.3	Kleinere Zuflüsse der Donau.....	4
1.4	Klimawandel	4
1.5	Maßgebende Abflüsse für den Ausbau der Bundeswasserstraße	5
2	Wasserspiegellagen und Abflussverhältnisse	7
2.1	Ziele und Methodik der hydraulischen Untersuchung	7
2.2	Bezugssysteme	7
2.3	Untersuchte Ist- und Ausbauzustände	8
2.3.1	Wasserspiegellagen innerhalb des Flussbettes der Donau (BAW)	8
2.3.2	Wasserspiegellagen bei Hochwasser (RMD)	8
2.4	Untersuchte Abflusszustände	11
2.5	Wasserspiegellagen Abflussverhältnisse von RNQ ₉₇ bis Q (HA, Öko 3)	13
2.5.1	Berechnungsergebnisse Donau	13
2.6	Wasserspiegellagen und Abflussverhältnisse von 2MQ bis HQ ₁₀₀ (stationäre Betrachtung)	17
2.6.1	Allgemeines	17
2.6.2	Berechnungsergebnisse Donau	17
2.6.3	Berechnungsergebnisse Donauzuflüsse Hengersberger Ohe und Herzogbachableiter.....	26
2.7	Wasserspiegellagen und Abflussverhältnisse bei Hochwasser (instationäre Betrachtung)	27
2.7.1	Ziel der instationären Untersuchungen	27
2.7.2	Ablauf von Hochwasserwellen.....	27
2.7.3	Füll- und Entleerungsvorgänge in den Rückhalteräumen	40
3	Grundwasserverhältnisse	49
3.1	Grundwasserverhältnisse bei Niedrigwasser und Mittelwasser	49
3.1.1	Beschreibung des Ist-Zustandes	49
3.1.2	Ausbaubedingte Veränderungen.....	53
3.2	Grundwasserverhältnisse bei Hochwasser	54
3.3	Bewässerungsbrunnen und Wasserversorgungsanlagen	55
4	Bodenwasser	55
5	Hydrologische Bemessung der Schöpfwerke, Siele und Düker.....	56
5.1	Vorbemerkung	56
5.2	Bemessung der Schöpfwerke	56

5.2.1	Übersicht der zu bemessenden Schöpfwerke	56
5.2.2	Methodik	57
5.2.3	Bemessung des Schöpfwerks Haardorf	63
5.2.4	Ergebnisse	65
5.3	Bemessung der Siele und Düker.....	66
5.3.1	Übersicht der zu bemessenden Siele und Düker.....	66
5.3.2	Methodik	66
5.3.3	Ergebnisse.....	70
Anlage 1	71
Anlage 2	77

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Hochwasserabflüsse kleinerer Gewässer	4
Abbildung 2: Flutmulde und Deichrückverlegung Isarmünd	11
Abbildung 3: Übersicht der stationär untersuchten Abflusszustände an der Donau	12
Abbildung 4: Wasserspiegellängsschnitt der Donau zwischen Straubing und Vilshofen bei RNQ ₉₇ und MQ ₉₇ , Wasserspiegel jeweils in der Donaumitte an jedem vollen Do-km und an den Donauegeln	13
Abbildung 5: Wasserspiegellängsschnitt der Donau im TA2 bei RNQ ₉₇ und MQ ₉₇ , Wasserspiegel jeweils in der Donaumitte an jedem vollen Do-km und an den Donauegeln	14
Abbildung 6: Längsschnitt mit mittleren Fließgeschwindigkeiten bei RNQ ₉₇	15
Abbildung 7: Längsschnitt mit mittleren Fließgeschwindigkeiten bei MQ ₉₇	15
Abbildung 8: Wasserspiegellängsschnitt der Donau zwischen Straubing und Vilshofen bei HQ ₁₀₀ (Ausbauzustand mit Isarmünd, Ist-Zustand 2018 und Bemessungswasserspiegel), Wasserspiegel jeweils in der Donaumitte, an jedem Do-hm und an den Donauegeln	18
Abbildung 9: Wasserspiegellängsschnitt der Donau für Teilabschnitt 2 zwischen Deggendorf und Vilshofen bei HQ ₁₀₀ (Ausbauzustand mit Isarmünd, Ist-Zustand 2018 und Bemessungswasserspiegel), Wasserspiegel jeweils in der Donaumitte, an jedem Do-hm und an den Donauegeln	19
Abbildung 10: Längsschnitt der Wasserspiegeldifferenz im Ausbauzustand mit und ohne Deichrückverlegung und Flutmulde Isarmünd bei HQ ₁₀₀ , jeweils in der Donaumitte, an jedem Do-hm und an den Donauegeln	20
Abbildung 11: Längsschnitt der Wasserspiegeldifferenz bei HQ ₁₀₀ , Ausbauzustand mit und ohne Deichrückverlegung und Flutmulde Isarmünd – Ist-Zustand 2018, jeweils in der Donaumitte, an jedem Do-hm und an den Donauegeln.....	21
Abbildung 12: Längsschnitt der Wasserspiegeldifferenz bei HQ ₁₀₀ , Ausbauzustand mit Isarmünd – Ist-Zustand 2018 ohne Deichrückverlegung Niederalteich, jeweils in der Donaumitte, an jedem Do-hm und an den Donauegeln.....	21
Abbildung 13: Wasserspiegellängsschnitt der Donau bei Q(HNN ₉₇), Wasserstände jeweils in der Donaumitte, an jedem Do-hm und an den Donauegeln	22
Abbildung 14: Wasserspiegellängsschnitt der Donau bei HQ ₃₀ , Wasserstände jeweils in der Donaumitte, an jedem Do-hm und an den Donauegeln	22
Abbildung 15: Abflusskurven der Pegel Pfelling, Deggendorf, Niederalteich und Hofkirchen für den Ausbauzustand (mit Isarmünd) und den Ist-Zustand 2018.....	23
Abbildung 16: Fließgeschwindigkeitslängsschnitt der Donau bei Q(HNN ₉₇), tiefengemittelte Fließgeschwindigkeiten jeweils in der Donaumitte an jedem vollen Do-km	24
Abbildung 17: Fließgeschwindigkeitslängsschnitt der Donau bei HQ ₃₀ , tiefengemittelte Fließgeschwindigkeiten jeweils in der Donaumitte an jedem vollen Do-km	24
Abbildung 18: Fließgeschwindigkeitslängsschnitt der Donau bei HQ ₁₀₀ , tiefengemittelte Fließgeschwindigkeiten jeweils in der Donaumitte an jedem vollen Do-km	25
Abbildung 19: mittlere Fließgeschwindigkeiten im TA2 bei Q(HNN ₉₇), HQ ₃₀ und HQ ₁₀₀	25
Abbildung 20: Zuflussganglinien der simulierten, synthetischen HQ ₁₀₀ -Wellen (Quelle LfU)	28

Abbildung 21: Rückhalteräume Straubing–Vilshofen	30
Abbildung 22: Geometrie der Überlaufstrecken im Modell (Strecke Straubing–Vilshofen)	31
Abbildung 23: schematischer Querschnitt durch eine Überlaufstrecke (überhöht)	31
Abbildung 24: Geometrie der Auslaufstellen im Modell (TA2, Strecke Straubing–Vilshofen)	32
Abbildung 25: synthetische HQ ₁₀₀ -Wellen, Abflussganglinien am Pegel Vilshofen (Ausbauzustand mit Isarmünd und Vergleichszustand)	33
Abbildung 26: synthetische HQ ₁₀₀ -Wellen, Abflussganglinien am Pegel Vilshofen (nur informativ, Ausbauzustand mit Isarmünd und Vergleichszustand)	34
Abbildung 27: synthetische HQ ₁₀₀ -Wellen, Wasserstandsganglinien an den Pegeln Pfelling bis Vilshofen (Ausbauzustand mit Isarmünd und Vergleichszustand)	36
Abbildung 28: donaubetonte synthetische HQ ₁₀₀ -Wellen, Abflussganglinien an den Pegeln Pfelling bis Hofkirchen (Ausbauzustand und Vergleichszustand)	37
Abbildung 29: isarbetonte synthetische HQ ₁₀₀ -Wellen, Abflussganglinien an den Pegeln Pfelling bis Hofkirchen (Ausbauzustand mit Isarmünd und Vergleichszustand)	38
Abbildung 30: abgelaufene HQ ₁₀₀ -Wellen, Abflussganglinien am Pegel Vilshofen (Ausbauzustand mit Isarmünd und Vergleichszustand)	39
Abbildung 31: Ganglinien Rückhalteraum Fischerdorf/ Isar, donaubetonte HQ ₁₀₀ -Welle	41
Abbildung 32: Ganglinien Rückhalteraum Fischerdorf/ Isar, isarbetonte HQ ₁₀₀ -Welle	42
Abbildung 33: Ganglinien Rückhalteraum Isarmünd, donaubetonte HQ ₁₀₀ -Welle	43
Abbildung 34: Ganglinien Rückhalteraum Isarmünd, isarbetonte HQ ₁₀₀ -Welle	43
Abbildung 35: Ganglinien Rückhalteraum Forstern, donaubetonte HQ ₁₀₀ -Welle	44
Abbildung 36: Ganglinien Rückhalteraum Forstern, isarbetonte HQ ₁₀₀ -Welle	45
Abbildung 37: Ganglinien Rückhalteraum Gundelau/Auterwörth, donaubetonte HQ ₁₀₀ -Welle	46
Abbildung 38: Ganglinien Rückhalteraum Gundelau/ Auterwörth, isarbetonte HQ ₁₀₀ -Welle ..	46
Abbildung 39: Bezugswasserspiegel an den Pegeln Deggendorf Hofkirchen im Ausbauzustand zum Zeitpunkt der Aktivierung der Rückhalteräume (Strecke Deggendorf–Vilshofen)	47
Abbildung 40: Übersicht der zu bemessenden Schöpfwerke	56
Abbildung 41: angesetzte mittlere Fließgeschwindigkeiten	59
Abbildung 42: angesetzte Abflussbeiwerte	60
Abbildung 43: angesetzte empirische Abflussspenden unterstromig des Deggendorfer Beckens	61
Abbildung 44: Spezifischer Drängewasseranfall	62
Abbildung 45: Hydrologische Kenndaten zum HQ ₂₀ Binnenerignis am Haardorfer Mühlbach	64
Abbildung 46: Retentionsvolumina im Haardorfer Mühlbach zwischen Mühlham und Haardorf gemäß DGM bei Donauwasserspiegeln zwischen HW ₁ und HW ₁₀₀	64
Abbildung 47: Retentionsvolumen im Haardorfer Mühlbach zwischen HW ₅ Donau und dem max. zulässigen Wasserspiegel	65
Abbildung 48: Übersicht der bemessenden Siele und Düker	66

1 Hydrologische Verhältnisse

Folgend werden die hydrologischen Verhältnisse an der Donau zwischen Straubing und Vilshofen beschrieben. Es handelt sich um die gleichen Verhältnisse, die bereits im ersten Teilabschnitt (Straubing–Deggendorf) beschrieben wurden.

1.1 Donau

Die südlichen Zuflüsse der deutschen Donau haben ihren Ursprung in den Alpen bzw. Alpenvorländern. Die nördlichen Zuflüsse kommen aus Mittelgebirgslagen.

Das Abflussjahr ist in der Regel gekennzeichnet durch ein Hochwasser im Winter und durch ein sogenanntes Sommerhochwasser, welches durch das Zusammentreffen von Schneeschmelze in den Alpen und starkem Regen im Einzugsgebiet verursacht wird. Im Herbst bis in den Winter hinein treten z. T. lang andauernde Niedrigwasserperioden auf.

An der Bayerischen Donau schwanken – anders als z.B. am Rhein mit ausgeglichenerer Wasserführung – die Abflüsse und damit die Wasserstände kurzzeitig und relativ stark über das ganze Jahr hinweg.

Die maßgebenden Donauegel im Projektgebiet sind die Pegel Pfelling und Hofkirchen, da an diesen neben dem Wasserstand auch der Durchfluss ermittelt wird.

Der Pegel Pfelling ist für den Donauabschnitt oberstromig der Isarmündung (Straubing–Deggendorf) und der Pegel Hofkirchen für den Abschnitt unterstromig der Isarmündung (Deggendorf–Vilshofen) repräsentativ.

Pegel Pfelling

Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Donauegebiet 2005, Jahresreihe 1926/2005, (hydrologische Jahre):

Lage: Do-km 2305,53

Einzugsgebiet: 37757 km²

Messstellennummer: 10078000

Abflüsse / Hauptzahlen

NQ	105 m ³ /s
MNQ	201 m ³ /s
MQ	459 m ³ /s
MHQ	1510 m ³ /s
HQ ₁	1380 m ³ /s

HW-Statistik des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (Schreiben vom 15.12.1998 und 10.08.2004):

HQ ₅	1900 m ³ /s
HQ ₁₀	2250 m ³ /s
HQ ₂₀	2650 m ³ /s
HQ ₃₀	2820 m ³ /s
HQ ₅₀	3050 m ³ /s
HQ ₁₀₀	3400 m ³ /s

Pegel Hofkirchen

Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Donaugebiet 2005, Jahresreihe 1901/2005, (hydrologische Jahre):

Lage: Do-km 2256,86

Einzugsgebiet: 47610 km²

Messstellennummer: 10088003

Abflüsse / Hauptzahlen

NQ	165 m ³ /s
MNQ	301 m ³ /s
MQ	640 m ³ /s
MHQ	1870 m ³ /s
HQ ₁	1750 m ³ /s

HW-Statistik des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (Schreiben vom 15.12.1998 und 10.08.2004):

HQ ₅	2300 m ³ /s
HQ ₁₀	2700 m ³ /s
HQ ₂₀	3100 m ³ /s
HQ ₃₀	3400 m ³ /s
HQ ₅₀	3700 m ³ /s
HQ ₁₀₀	4100 m ³ /s

1.2 Isar

Pegel Plattling

Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Donaugebiet 2005, Jahresreihe 1926/2005, (hydrologische Jahre):

Lage: Isar-km 9,1

Einzugsgebiet: 8435 km²

Messstellennummer: 16008506

Abflüsse / Hauptzahlen

NQ	60 m ³ /s
MNQ	95 m ³ /s
MQ	175 m ³ /s
MHQ	558 m ³ /s
HQ ₁	474 m ³ /s

HW-Statistik des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (Schreiben vom 03.07.1998 und 10.08.2004):

HQ ₅	630 m ³ /s
HQ ₁₀	780 m ³ /s
HQ ₂₀	900 m ³ /s
HQ ₃₀	1020 m ³ /s
HQ ₅₀	1100 m ³ /s
HQ ₁₀₀	1250 m ³ /s

1.3 Kleinere Zuflüsse der Donau

In der nachstehenden Tabelle sind die Hochwasserabflüsse der für die Untersuchung des Lastfalls „Eigenhochwasser“ festgelegten Donauzuflüsse zusammengestellt.

Gewässer	Lage am Gewässer	Einzugsgebiet [km ²]	Abflüsse inkl. 15 % Kimazuschlag [m ³ /s]					
			HQ ₁	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀
Kinsach	R=4545960 H=5422300 (an der Kreuzung mit SR 62)	120	15	31	40	52	67	75
Menach	R=4548800 H=5420850 (an der Kinsach-Mündung)	59	14	29	32	41	46	52
Schwarzach	R=4561810 H=5414990 (an der Unterquerung der A3)	67	16	31	41	49	63	75
Hengersberger Ohe	R=4577000 H=5404820 (am Wehr Hengersberg)	147	39	63	80	100	112	131
Herzogbach	R=4579290 H=5396762 (an der Ausleitung Alte Donau)	64	5	12	14	16	20	23

Mitteilung des WWA Deggendorf vom 09.03.2009, Werte der Hengersberger Ohe anhand abgestimmter Bemessungszahlen (LfU, Stand 15.11.2013)

Abbildung 1: Hochwasserabflüsse kleinerer Gewässer

1.4 Klimawandel

Niedrigwasserverhältnisse

Untersuchungen der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) zu möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf das Abflussregime an der Donau im Abschnitt Straubing–Vilshofen (vgl. Anlage I.4 der Variantenunabhängigen Studie¹) kommen zu der Schlussfolgerung, dass bis Mitte des 21. Jahrhunderts an den Pegeln Pfelling und Hofkirchen keine signifikanten Änderungen bei Mittelwasserabflüssen zu erwarten sind. Die Auswertung mehrerer Simulationen bzw. Klimaprojektionen ergab beim Niedrigwasserabfluss RNQ₉₇ eine mögliche Abnahme der Abflüsse an den Pegeln Pfelling und Hofkirchen in einer Spannweite von 0 bis 30 %.

Hochwasserverhältnisse

Bei der Bemessung von Hochwasserschutzeinrichtungen sind die Ministerialschreiben des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit vom 29.11.2004 und 11.11.2009 - 54c-U4429.0-2009/4-2 - zu beachten.

¹ Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung [Hrsg.]: Donauausbau Straubing - Vilshofen, variantenunabhängige Untersuchungen zum Ausbau der Donau zwischen Straubing und Vilshofen – 2007-DE-18050-S, 14.12.2012, <http://www.donau-ausbau.wsv.de/ergebnisse/>

Danach sind beim Neu- oder Ausbau von Hochwasserschutzanlagen die Auswirkungen von möglichen Klimaänderungen bei der Festlegung der Bemessungsabflüsse mit einem vorsorgenden Klimaänderungsfaktor zu berücksichtigen.

Der Klimaänderungsfaktor beträgt bis einschließlich HQ₁₀₀ pauschal 15%. Die statistisch ermittelten Bemessungsabflüsse sind um diesen pauschalen Zuschlag von 15% zu erhöhen.

Gemäß der schriftlichen Mitteilung des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (Wasserwirtschaft) vom 19.05.2005 wird dieser Zuschlag wegen der in den gelieferten Abflusswerten bereits enthaltenen Sicherheiten an der Donau (Pegel Pfelling und Hofkirchen) und an der Isar (Pegel Plattling) nicht zusätzlich angesetzt.

Die verwendeten Abflusswerte an den kleinen Zuflüssen wurden bereits mit dem Klimaänderungszuschlag ermittelt.

Bei den Schöpfwerksbemessungen wird ebenso der Klimazuschlag von 15% berücksichtigt, sofern das Binnenereignis (Überregnung) den maßgebenden Lastfall darstellt.

1.5 Maßgebende Abflüsse für den Ausbau der Bundeswasserstraße

Die von der Wasser- und Schifffahrtsdirektion (WSD) Süd (inzwischen Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt – GDWS) in der Verfügung vom 25.03.1998 – M/T3 – 221.3/8 I für die Planungen im Rahmen des Donauausbaues festgelegten Abflusswerte betragen an den Pegeln Pfelling (maßgebend für die Strecke oberhalb der Isarmündung) und Hofkirchen (maßgebend für die Strecke unterhalb der Isarmündung):

	Pfelling	Hofkirchen
RNQ ₉₇ ²	211 m ³ /s	324 m ³ /s
MQ ₉₇ (= MQ _{1961/1990})	463 m ³ /s	642 m ³ /s
Q bei HNN ₉₇ ³	1375 m ³ /s	1765 m ³ /s

Um gleichwertige Verhältnisse mit dem Teilabschnitt 1 zu erhalten, wird die künftige Fahrrinntiefe im zweiten Teilabschnitt 2,25 m unter RNW_{kü} betragen. Die Erhöhung der Fahrrinntiefe um 25 cm gegenüber 20 cm erfolgt aufgrund des erhöhten Squat (Absenk eines fahrenden Schiffes) infolge des größeren Wasserspiegellagengefälles im Teilabschnitt 2.

² „Regulierungsniedrigwasserstand“ (nach Verfügung der WSD Süd vom 25.03.1998: Wasserstand, dessen Abfluss in der Jahresreihe 1961 – 1990 an 94% der Tage erreicht bzw. überschritten wurde)

³ Als HNN ist nach Definition der Donaukommission ein Wasserstand festgelegt, dessen Abfluss an 1 % einer langjährigen Jahresreihe erreicht oder überschritten wurde (Verf. WSD Süd T3-221.3/8I vom 15.01.1998)

Um innerhalb Teilabschnitt 2 gleichwertige Abladeverhältnisse bei steigenden Wasserständen bis zum Erreichen der im Transitverkehr auf benachbarten Streckenabschnitten maximal nutzbaren potentiellen Abladetiefe von 2,70 m zu erlangen, muss der Effekt der Stauwurzel der Staustufe Kachlet berücksichtigt werden. Dies ist etwa unterhalb Do-km 2256 bis zum Ende der Ausbaustrecke der Fall. Der Wasserspiegelzuwachs von $RN_{Q_{97}}$ bis MQ_{97} ist in diesem Bereich etwas kleiner als in der restlichen Ausbaustrecke. Hier ist lokal eine tiefere Herstellungssohle erforderlich, die auf einen Wasserspiegel $W(555)_{k\ddot{u}}$ bei einem Abfluss von $555 \text{ m}^3/\text{s}$ bezogen wird und am Schifffahrtspegel Hofkirchen 80 cm über RNW liegt. Dieser zweite Ausbauhorizont liegt 3,05 m unterhalb von $W(555)_{k\ddot{u}}$.

	Pfelling	Hofkirchen
Q555	394 m^3/s	555 m^3/s

2 Wasserspiegellagen und Abflussverhältnisse

Folgend werden die Ermittlungen der Strömungsverhältnisse zwischen $RN_{Q_{97}}$ (ca. mittlerer Niedrigwasserabfluss MNQ) und dem bordvollen Zustand im Gewässerbett und die Untersuchung der Hochwassersituation an der Donau beschrieben.

2.1 Ziele und Methodik der hydraulischen Untersuchung

Ziel der Untersuchungen ist es, die aktuelle hydraulische Situation an der Donau zu erfassen und Prognosen der Änderungen durch die Planungsvariante zu erstellen.

Alle Untersuchungen wurden mit Hilfe von zweidimensionalen, hydrodynamisch-numerischen Strömungsmodellen (2d-HN-Modelle) durchgeführt, die dem aktuellen Stand der Technik entsprechen. Die Modelle basieren auf aktuellen Vermessungsdaten und wurden anhand von zeitlich dazu passenden Wasserspiegelfixierungen und Abflussmessungen kalibriert.

Die Abflusszustände bis ca. 1 m unter dem bordvollen Abfluss im Gewässerbett wurden von der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), die höheren Abflusszustände bis zu einem hundertjährigen Hochwasser von der RMD Wasserstraßen GmbH (RMD) simuliert.

Das Modell der RMD wurde vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) überprüft. Der Modellaufbau und die Kalibrierung wurden als ordnungsgemäß begutachtet, die Rauheitswerte als plausibel erachtet und die Eignung des Modells zur Beurteilung der Planungsvarianten wurde bestätigt.

Für die Bestimmung der Wasserspiegellagen in der Ausbaustrecke wurden sogenannte stationäre (zeitunabhängige bzw. zeitlich unveränderliche) Berechnungen durchgeführt. Für die Auswirkungen der Ausbaumaßnahmen auf die Unterlieger sowohl innerhalb der Strecke des Teilabschnittes 2 als auch am unterstromigen Rand der Ausbaustrecke und die Untersuchung der Rückhalteräume sind sogenannte instationäre (zeitabhängige bzw. zeitlich veränderliche) Simulationen von Hochwasserwellen durchgeführt worden. Um die Vergleichbarkeit der hydraulischen Ergebnisse beim Nachweis für die Unterlieger mit den bisherigen Untersuchungen im Teilabschnitt 1 zu gewährleisten, wurden die instationären Simulationen mit dem gleichen 2d-HN-Modell durchgeführt, welches auch zwischen Straubing und Deggendorf und in der Variantenunabhängigen Untersuchung verwendet wurde.

Die berechneten Wasserspiegellagen, Fließgeschwindigkeiten und Abflüsse werden in den Donaulängsschnitten und Ganglinien auf der gesamten Strecke zwischen Straubing und Vilshofen dargestellt.

2.2 Bezugssysteme

Alle hydraulischen Berechnungen wurden im Höhenbezugssystem DHHN12 (Deutsches Haupthöhennetz 1912, NN-Höhen, Höhenstatus 100, EPSG-Code: 7699) und im Lagebezugssystem DHDN (Deutsches Hauptdreiecksnetz), Bessel-Ellipsoid, Gauß-Krüger-Abbildung,

Zone 4 (EPSG-Code: 31468) durchgeführt. Somit basieren auch alle hier aufgeführten Werte auf diesen Bezugssystemen.

2.3 Untersuchte Ist- und Ausbauzustände

2.3.1 Wasserspiegellagen innerhalb des Flussbettes der Donau (BAW)

Für die Ermittlung der Wasserspiegellagen innerhalb des Flussbettes der Donau wurden für den **Ist-Zustand** im Teilabschnitt 2 die Sohlpeilung aus dem Jahr 2014 und die aktuellste Geometrie der Regelungsbauwerke verwendet.

Im **Ausbauzustand** sind die geplanten flussbaulichen Maßnahmen (Regelungsbauwerke, Fahrrinnenbaggerungen, etc.) sowie die geplanten Maßnahmen des landschaftspflegerischen Begleitplans (LBP) wie z.B. Flussinseln und Auefließgewässer mit berücksichtigt worden.

2.3.2 Wasserspiegellagen bei Hochwasser (RMD)

Aufgrund der methodischen Unterschiede in den Fragestellungen und zwischen den stationären und instationären Betrachtungsweisen wurden für die hydraulischen Berechnungen bei Hochwasser jeweils unterschiedliche Ist-Zustände definiert. Für die stationären Berechnungen wurde der sogenannte Ist-Zustand 2018, für die instationären Berechnungen der sogenannte Vergleichszustand 2010 angesetzt.

Um die hydraulischen Auswirkungen der im Bereich der Isarmündung geplanten Flutmulde und Deichrückverlegung bei Hochwasser zu berücksichtigen, wurde im künftigen Zustand bei den Abflussverhältnissen bei Hochwasser (Kap. 2.6) zwischen einem sogenannten Ausbauzustand mit Isarmünd und einem Ausbauzustand ohne Isarmünd unterschieden.

Der **Ist-Zustand 2018** stellt den topographischen Zustand von 2018 dar. Hierzu zählen alle vorgezogenen HWS-Maßnahmen (Pakete I - III) und alle HWS-Projekte, die bei Einleitung des vorliegenden Planfeststellungsverfahrens für den Teilabschnitt 2 fertig oder im Bau sind. Dazu zählen die folgenden HWS-Maßnahmen:

- Stöger Mühlbach (WWA Deggendorf)
- Niederalteich
- Ortsbereiche Thundorf und Aicha
- St 2125 bei Winzer (WWA Deggendorf)
- linker Deich der Hengersberger Ohe (WWA Deggendorf)

Die Planungen des Planfeststellungsverfahrens Straubing–Deggendorf (TA1) werden im hydraulischen Modell nicht als Bestand berücksichtigt. Da sie oberstromig liegen haben sie bei der stationären Betrachtungsweise, d.h. ohne zeitliche Änderungen, keinen Einfluss auf den Teilabschnitt 2.

Bei den stationären Hochwasserberechnungen (für die Bestimmung der Wasserspiegel in der Donau) wurde in Abstimmung mit der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung davon ausgegangen, dass das HWS-System nicht überströmt wird und es zu keinem Versagen (Deichbruch etc.) kommt.

Der sogenannte **Vergleichszustand** für die instationären Betrachtungen bei Hochwasser entspricht dem Ist-Zustand im Sommer 2010. Es wird der gleiche Rechenansatz wie für das Planfeststellungsverfahren Straubing–Deggendorf benutzt. Der Vergleichszustand soll die Situation von 1998 (vor Beginn der vorgezogenen HWS-Maßnahmen) abbilden. Durch die bis 2010 umgesetzten bzw. planfestgestellten HWS-Maßnahmen ist bislang keine maßgebende Veränderung der Retentionsräume eingetreten, da nur vergleichsweise kleine Polder (Pfelling, Hofkirchen) vollständig geschützt werden. Alle anderen, größeren Rückhalteräume werden bei HW_{100} weiterhin wegen der noch nicht ausgebauten Deichabschnitte geflutet (die Retentionswirkung bleibt folglich erhalten).

Die bis 2010 ausgebauten Teilabschnitte des Hochwasserschutzsystems verändern den bisherigen Hochwasserablauf folglich nicht nennenswert. Als Vergleichszustand für die instationären Nachweise kann daher, mit gleicher rechnerischer Wirkung wie der Zustand 1998, der Zustand vom Sommer 2010 herangezogen werden.

Alle sog. Sofortmaßnahmen aus dem Vorlandmanagement Teil I, II und III (Auflichtungen im Isarmündungsgebiet) werden als umgesetzt berücksichtigt. Es wird davon ausgegangen, dass der Bewuchs in den Vorländern nach der Umsetzung dauerhaft gepflegt wird. Außerdem wird davon ausgegangen, dass der Verzicht auf den Maisanbau in den Vorländern entsprechend dem geltenden Maisanbauverbot erfolgt.

Im derzeitigen Zustand kann nicht vorhergesehen werden, ob, wann und wie die Deiche bei extremen Hochwasserereignissen brechen. Die Bayerische Wasserwirtschaftsverwaltung hat daher als Randbedingung für die instationären Berechnungen vorgegeben, dass ein Überströmen der Hochwasserschutzanlagen nicht zu einem unkontrollierten Versagen der Anlagen (Deichbrüche etc.) führt. Das Einströmen des Wassers in die Polder erfolgt als Überströmen der Hochwasserschutzanlagen in Relation zum weiteren Wasserspiegelanstieg in der Donau. Eine Vergleichsrechnung des tatsächlich abgelaufenen HW 2013 mit der oben genannten Methodik, hat ergeben, dass sich am Pegel Vilshofen in etwa die gleichen Wasserspiegelhöhen wie beim tatsächlich abgelaufenen Juni-Hochwasser 2013 samt Deichbrüchen einstellen.

Der **Ausbauzustand ohne Isarmünd** stellt den planfestzustellenden Zustand zwischen Straubing und Deggendorf (TA1) sowie den planfestzustellenden Zustand zwischen Deggendorf und Vilshofen (TA2) dar (Gesamtstrecke von Straubing bis Vilshofen). Das Modell des stationären Ausbauzustandes basiert auf dem Modell des Ist-Zustandes 2018, in welchem die Maßnahmen des Regelungs- und Hochwasserschutzkonzeptes ergänzt worden sind. Das Modell des instationären Ausbauzustandes basiert auf dem Modell des Ist-Zustandes, welcher für den Teilabschnitt 1 bzw. die Variantenunabhängige Untersuchung definiert wurde. Die die Maßnahmen des Regelungs- und Hochwasserschutzkonzeptes sind hier ebenfalls ergänzt worden.

Im Bereich Isarmündung/Staatshaufen wird keine Flutmulde und keine Deichrückverlegung angesetzt. Die Rückhalteräume Isarmünd und Forstern werden mit der neuen Deichtrasse des Stögermühlbachdeichs (Maßnahme WWA) und mit Überlaufstrecken bzw. Auslaufstellen berücksichtigt.

Folgende Bestandsdeiche mit Schutzgrad etwa HQ_{30} werden planmäßig nicht aufgehöhrt und können im Modell überströmt werden:

Oberstromig der Isarmündung:

- rechter Deich der Donau und linker Deich der Aiterach entlang des Rückhalteraums Öbling (1. Deichlinie)
- linker Deich der Donau und rechter Deich des Kinsach-Menach Ableiters entlang des Rückhalteraums Parkstetten/Reibersdorf (1. Deichlinie)
- SR12 zwischen Entau und Irlbach
- linker Deich des Irlbach-Ainbrach-Ableiters
- rechter Deich der Donau des Rückhalteraums Steinkirchen (1. Deichlinie)
- linker Deich des Schwarzach-Ableiters am Rückhalteraum Schwarzach (1. Deichlinie)

Unterstromig der Isarmündung:

- linker Isardeich am Rückhalteraum Fischerdorf/Isar (1. Deichlinie)
- rechter Isar- bzw. Donaudeich und Deich des Stögermühlbachs unterstromig des neuen Schöpfwerks an den Rückhalteraumen Isarmünd und Forstern (1. Deichlinien)
- rechter Deich der Hengersberger Ohe nördlich der BAB A3
- linker Deich der Hengersberger Ohe im Bereich oberhalb Winzerer Au
- linker Donaudeich des Rückhalteraums Gundelau/Auterwörth (1. Deichlinie)
- rechter Deich des Herzogbachableiters
- linker Deich des Angerbach-Ableiters

Die Deichoberkanten dieser Deichabschnitte wurden im Modell mit den aktuellen Vermessungsdaten des WWA Deggendorf berücksichtigt, die nach den Sofortmaßnahmen der Deichertüchtigung in den Jahren 2014/15 erhoben worden sind.

Im Ausbauzustand sind die geplanten LBP-Maßnahmen (Auefließgewässer, Flussinseln und Ausgleichsflächen mit Gehölzpflanzungen) zwischen Straubing und Vilshofen (TA1 und TA2) mit modelliert worden. Weitere LBP-Maßnahmen im abflusswirksamen Querschnitt (z. B. dynamische Eigenentwicklung von Uferbereichen, Anlage von Säumen/Seigen/Röhricht) sind aufgrund ihrer unerheblichen Auswirkung nicht modelliert worden.

In den durch die Deichrückverlegungen neu entstandenen Vorlandflächen wurde davon ausgegangen, dass keine abflusshemmenden Feldfrüchte zugelassen werden.

Zusätzlich wird der **Ausbauzustand mit Isarmünd** untersucht. Dieser Zustand entspricht dem definierten Ausbauzustand ohne Isarmünd (s.o.) und wird mit einer Flutmulde und einer Deichrückverlegung bei Isarmünd ergänzt. Die Flutmulde verläuft im deichnahen Abflusskorridor bei Isarmünd, welcher im Rahmen des Vorlandmanagements hergestellt wurde, und mündet im deichnahen Altwasser bei Isarmünd. Die Sohlhöhe liegt bei MW + 0,5 m und es wurde von einer Grünlandnutzung ausgegangen. Die Breite beträgt 40 bis 110 m. Die Flutmulde und die Deichrückverlegung sind nicht Gegenstand dieses Planfeststellungsverfahrens. Sie sind das Ergebnis eines Runden Tisches (Besprechung am 25.01.2017) zum Thema „Polder Isarmünd“ welcher durch die Regierung von Niederbayern initiiert wurde und in der folgenden Abbildung dargestellt.

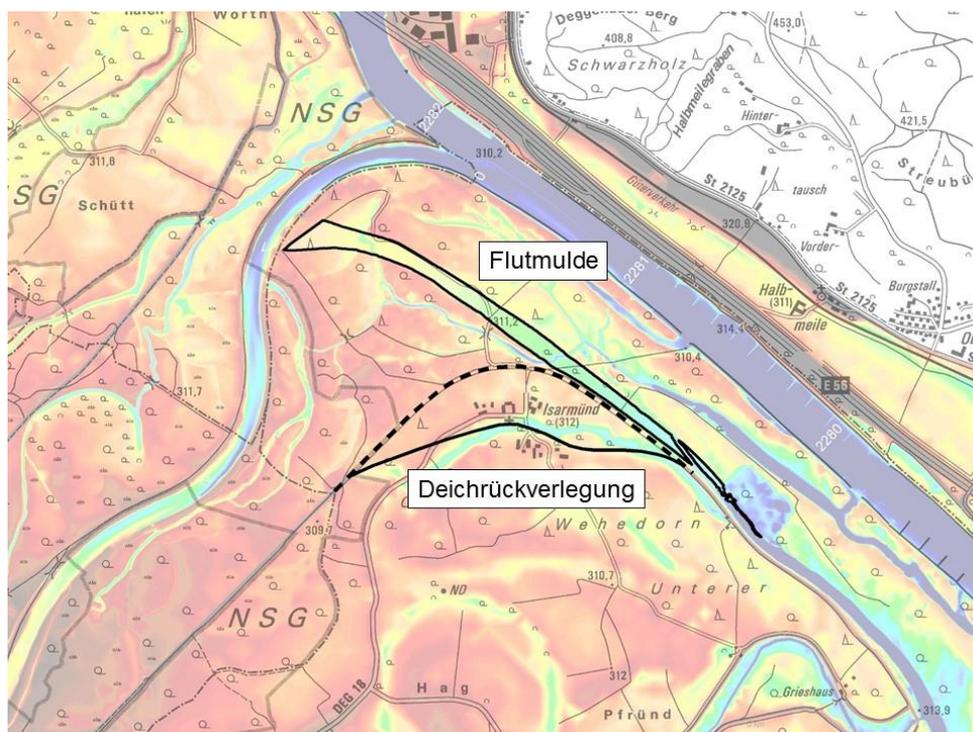


Abbildung 2: Flutmulde und Deichrückverlegung Isarmünd

Die hier folgend beschriebenen Ergebnisse der Prognoseberechnungen für die Ausbauzustände werden für die stationären Betrachtungen mit dem Ist-Zustand 2018 und für die instationären Betrachtungen bei Hochwasser dem Vergleichszustand 2010 gegenübergestellt.

2.4 Untersuchte Abflusszustände

Insgesamt sind 15 Abflusszustände stationär untersucht worden. Diese sind in der folgenden Abbildung aufgelistet. Die Abflüsse teilen sich in vier für die Planung des Wasserstraßenausbaus festgelegte Abflüsse $RN_{Q_{97}}$, Q_{555} , MQ_{97} und $Q(HNN_{97})$ (rot gekennzeichnet) und in sieben für die Hochwassernachweise relevanten Abflüsse bis zu einem 100-jährlichen Hochwasserereignis (blau gekennzeichnet). Zusätzlich sind vier für die naturschutzfachliche Beurteilung der Planungsvarianten erforderliche Abflüsse (grün gekennzeichnet) untersucht worden.

Nr.	Bezeichnung	Beschreibung	Abflüsse [m³/s]			untersucht von
			Pegel Pfelling	Pegel Hofkirchen	Pegel Plattling	
1	RNQ ₉₇	schiffahrtsrelevanter Abfluss, Regulierungsniederwasserstand; Der RNW 97 ist der Wasserstand, dessen Abfluss an 94 % der Tage der Jahresreihe 1961/90 erreicht oder überschritten wurde, das entspricht 343 Überschreitungstagen im Jahr, ca. langjährig mittleres Niedrigwasser MNQ	211	324	113	BAW
2	Öko 6	naturschutzfachlich relevanter Abfluss, ca. modell. Untergrenze Büchsenkrautfluren 2003 =min(W _{max} <75d)	310	443	133	BAW
3	WA, Öko 2	naturschutzfachlich relevanter Abfluss, (Haupt-)Untergrenze Weichholzaue (Gebüschweiden)	410	540	130	BAW
4	Q555	schiffahrtsrelevanter Abfluss, entspricht RNW(kü) + 80 cm am Pegel Hofkirchen	394	555	161	BAW
5	MQ ₉₇ (= MQ _{1961/1990})	schiffahrtsrelevanter Abfluss, entspricht dem mittleren Abfluss der Jahresreihe 1961/90; ca. MQ _{Sommerhalbjahr} , ca. MQ _{langjährig}	463	642	179	BAW
6	MQ _{März/April} , Öko 5	naturschutzfachlich relevanter Abfluss, MQ März/April Jahresreihe 1974/2003 (30 Jahre)	595	787	192	BAW
7	HA, Öko 3	naturschutzfachlich relevanter Abfluss, (Haupt-)Untergrenze tiefe Hartholzaue, ca. MQ+1m	750	1010	260	BAW
8	2MQ	doppelter Mittelwasser-Abfluss	926	1284	358	RMD
9	bordvoll	bordvoller Abfluss	1100	1400	300	RMD
10	HQ ₁ Donau	einjähriges donaubetontes Hochwasser	1370	1710	340	RMD
11	Q bei HNN ₉₇	schiffahrtsrelevanter Abfluss, HNN 97 = Haut niveau navigable (Höchster Schifffahrtswasserstand); als HNN ist der Wasserstand, dessen Abfluss an 1% der Tage der Jahresreihe 1961/1990 erreicht oder überschritten wurde	1375	1765	390	RMD
12	MHQ	mittleres Hochwasser MHQ (Abflussjahr), Jahresreihe am Pegel Pfelling 1926-2003 und Jahresreihe am Pegel Hofkirchen 1901-2003, (Haupt-)Untergrenze der hohen Hartholzaue	1500	1860	360	RMD
13	HQ ₅ Donau	fünfjähriges donaubetontes Hochwasser	1900	2300	400	RMD
14	HQ ₃₀ Donau	dreißigjähriges donaubetontes Hochwasser	2820	3400	580	RMD
15	HQ ₁₀₀ Donau	einshundertjähriges donaubetontes Hochwasser	3400	4100	700	RMD

Abbildung 3: Übersicht der stationär untersuchten Abflusszustände an der Donau

Die angeführten Abflusswerte für die Donauegel Pfelling (stellvertretend für den Donauabschnitt oberhalb der Isarmündung) und Hofkirchen (stellvertretend für den Abschnitt unterhalb der Isarmündung) stammen entweder aus Festlegungen der WSV, aus Ermittlungen des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU) oder aus Festlegungen der mit der Umweltplanung beauftragten Büros. Der zugehörige Isarabfluss errechnet sich jeweils aus der Differenz der Abflüsse an den Donauegeln Hofkirchen und Pfelling.

2.5 Wasserspiegellagen Abflussverhältnisse von RNQ₉₇ bis Q (HA, Öko 3)

Die Berechnungen der Wasserspiegel und Fließgeschwindigkeiten sind von der BAW mit dem auf finiten Elementen basierenden zweidimensionalen numerischen Verfahren TELEMAC-2D stationär durchgeführt worden.

2.5.1 Berechnungsergebnisse Donau

Die Wasserspiegellagen bei RNQ₉₇ und MQ₉₇ für den Ist-Zustand und den Ausbauzustand sind in den folgenden beiden Abbildungen dargestellt.

Die prognostizierten Änderungen zwischen Deggendorf und Vilshofen bei RNQ₉₇ liegen in einem Wertebereich von ca. - 0,05 bis + 0,15 m und bei MQ₉₇ von ca. - 0,05 bis + 0,20 m (Angaben auf ± 5 cm gerundet, Darstellung in Abbildung 4 und Abbildung 5).

Da sich die Wasserspiegellagen in den letzten 20 Jahren durch die Eintiefung der Donau abgesenkt haben, liegen die künftigen Wasserspiegellagen im Prinzip auf einem Niveau, wie es etwa vor 20 Jahren vorzufinden war.

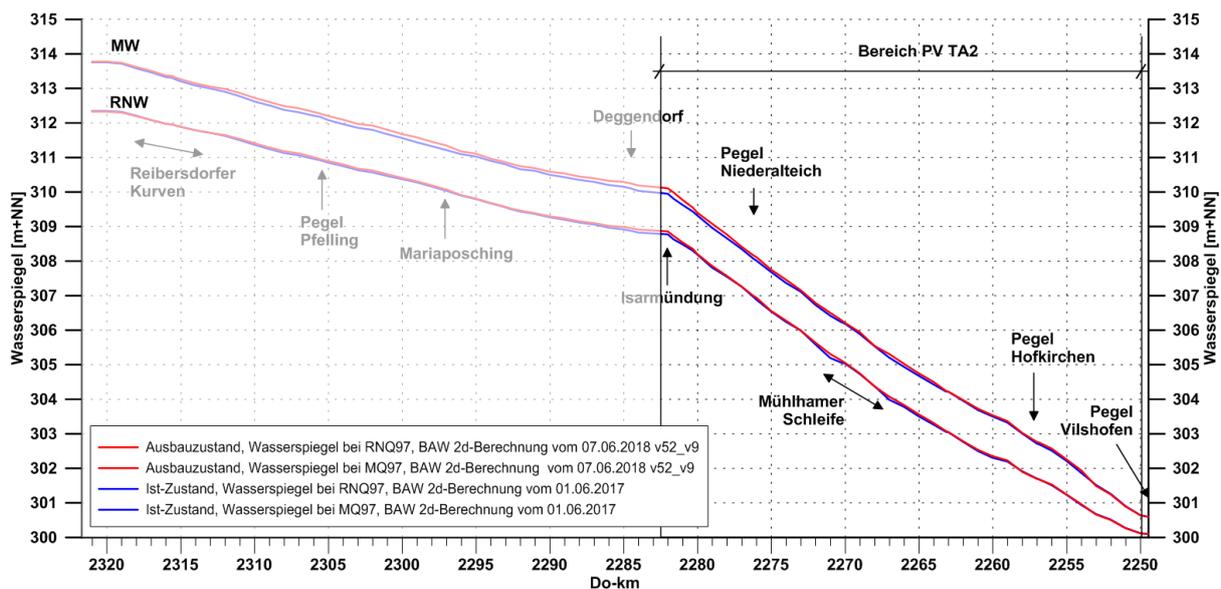


Abbildung 4: Wasserspiegellängsschnitt der Donau zwischen Straubing und Vilshofen bei RNQ₉₇ und MQ₉₇, Wasserspiegel jeweils in der Donaumitte an jedem vollen Do-km und an den Donauegeln

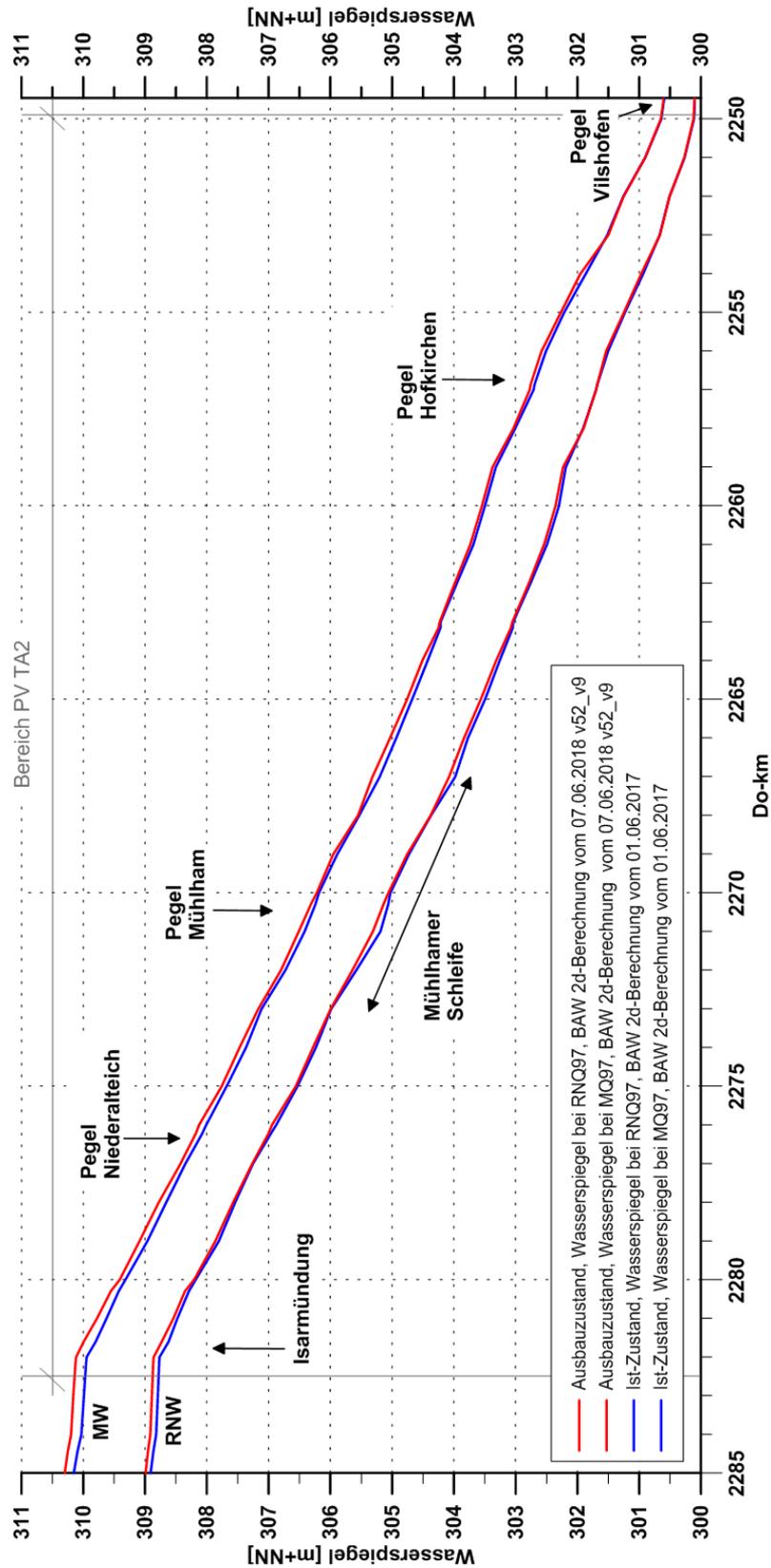


Abbildung 5: Wasserspiegellängsschnitt der Donau im TA2 bei RNQ₉₇ und MQ₉₇, Wasserspiegel jeweils in der Donaumitte an jedem vollen Do-km und an den Donauegeln

Die für das Projekt wesentlichen stationären Wasserspiegel sind in den Längsschnitten der Donau (Beilagen 23 und 24) und in den kennzeichnenden Querschnitten (Beilagen 27 bis 37) dargestellt.

In den folgenden beiden Längsschnitten sind die über den gesamten Abflussquerschnitt gemittelten Fließgeschwindigkeiten im Ist-Zustand und im Ausbauzustand dargestellt. Die Ermittlung erfolgte profilweise in Abstand von 1000 m.

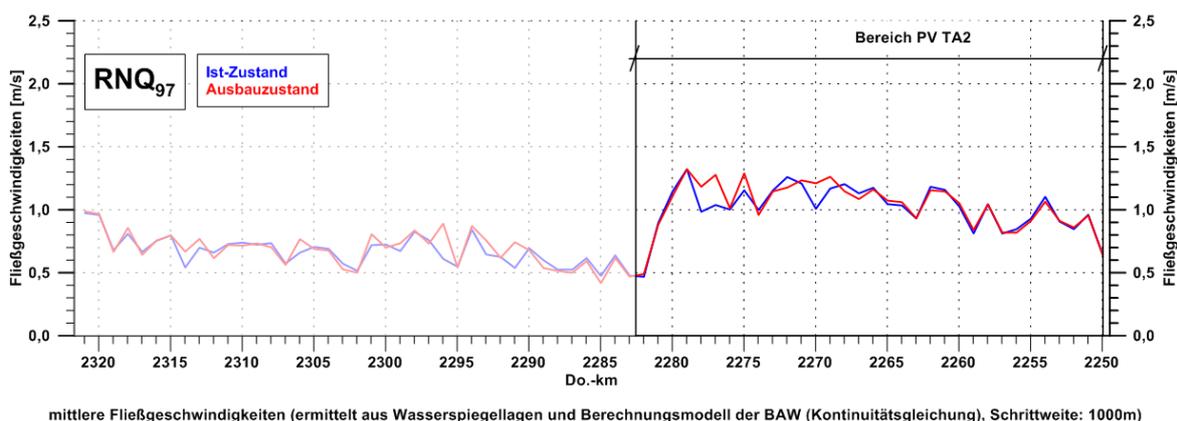


Abbildung 6: Längsschnitt mit mittleren Fließgeschwindigkeiten bei RNQ₉₇

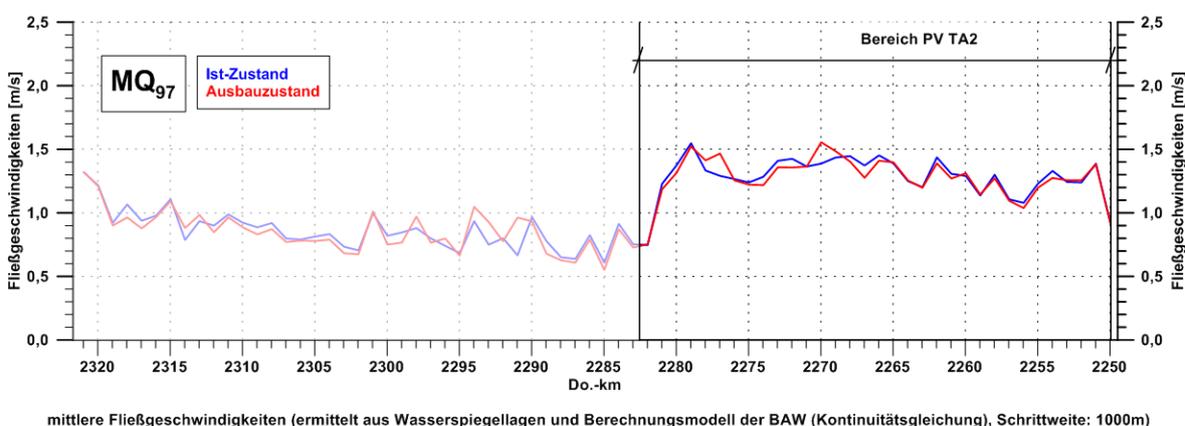


Abbildung 7: Längsschnitt mit mittleren Fließgeschwindigkeiten bei MQ₉₇

Die berechneten Fließgeschwindigkeiten liegen im Teilabschnitt 2 im Mittel sowohl im Ist- als auch im Ausbauzustand bei 1,0 m/s bei RNQ₉₇ und 1,3 m/s bei MQ₉₇.

Die wesentlichen Ergebnisse der hydraulischen Untersuchungen für den Ausbauzustand können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die für den Herstellzustand geforderten Mindestwassertiefen in der Fahrrinne werden erreicht.
- Die berechneten künftigen Fließgeschwindigkeiten weichen nicht erheblich von denen des Ist-Zustandes ab.

Die Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen wurden als Grundlagendaten für die Grundwasseruntersuchungen verwendet. Sie lieferten gleichzeitig die abiotischen Randbedingungen für die Umweltplanungen.

Für die fahrdynamischen und morphologischen Untersuchungen wurden teilweise auch die Ergebnisse der Variantenunabhängigen Studie verwendet.

2.6 Wasserspiegellagen und Abflussverhältnisse von 2MQ bis HQ₁₀₀ (stationäre Betrachtung)

2.6.1 Allgemeines

Alle Untersuchungen der Hochwasserverhältnisse wurden mit dem bei der RMD erstellten 2d-HN-Modell durchgeführt. Für die Simulationen wurde die Software Hydro_As-2d verwendet. Untersucht wurden der Ist-Zustand 2018 und der Ausbauzustand mit Isarmünd.

Das verwendete Strömungsmodell für den Ausbauzustand basiert auf dem Modell vom Ist-Zustand 2018 und wurde für die Abbildung des künftigen Zustandes zwischen Straubing und Deggendorf mit den geplanten Maßnahmen des Planfeststellungsverfahrens für den Teilabschnitt 1 und auf der Strecke zwischen Deggendorf und Vilshofen mit den gegenständlich beantragten Maßnahmen und den Maßnahmen in Isarmünd (Flutmulde und Deichrückverlegung, nicht Gegenstand des Verfahrens) ergänzt (vgl. Kap. 2.3).

Zur Beurteilung der Hochwassersituation wurden sieben stationäre Abflusszustände von 2MQ bis HQ₁₀₀ simuliert (vgl. Kap. 2.4.). Zusätzlich ist der schiffahrtrelevante Abfluss Q(HNN₉₇) mit untersucht worden. Grundsätzlich werden Sommerhochwasserereignisse angesetzt, da der voll entwickelte Bewuchs im Sommer mit entsprechenden hohen Wasserspiegellagen maßgebend für die Bemessung des Hochwasserschutzsystems ist.

2.6.2 Berechnungsergebnisse Donau

Die Untersuchungen wurden auf der Gesamtstrecke zwischen Straubing und Vilshofen durchgeführt. Eine Gegenüberstellung der Ergebnisse für HQ₁₀₀ des Ausbauzustandes mit Isarmünd zum Ist-Zustand 2018 und zum Bemessungswasserspiegel bei HQ₁₀₀ (BHW⁴) findet sich in Abbildung 8.

Im Ausbauzustand mit Isarmünd liegen die Wasserspiegel bei HQ₁₀₀ im Teilabschnitt 2 im Mittel ca. 35 cm unter den Wasserständen des Ist-Zustandes 2018.

⁴ BHW = Bemessungshochwasserstand (DIN 19712:2013-01), entspricht zwischen Straubing und Vilshofen dem HW₁₀₀-Bemessungswasserspiegel des WWA Deggendorf vom 31.08.2011

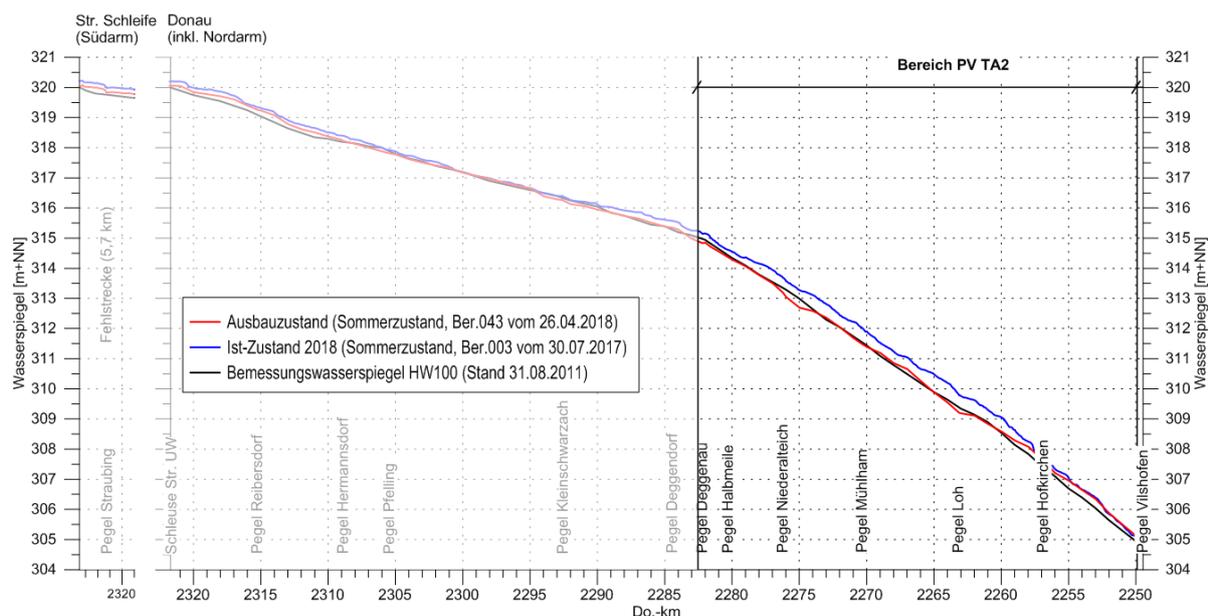


Abbildung 8: Wasserspiegellängsschnitt der Donau zwischen Straubing und Vilshofen bei HQ₁₀₀ (Ausbauzustand mit Isarmünd, Ist-Zustand 2018 und Bemessungswasserspiegel), Wasserspiegel jeweils in der Donaumitte, an jedem Do-hm und an den Donauegeln

Ein Vergleich der Wasserspiegel nur für den Teilabschnitt 2 zwischen Deggendorf und Vilshofen befindet sich in der folgenden Abbildung 9.

Die HW₁₀₀-Wasserspiegel können durch die beim Ausbauzustand geplanten hochwasserabsenkenden Maßnahmen einschließlich der nicht verfahrensgegenständlichen Maßnahmen im Bereich Isarmünd im Mittel auf das Niveau des Bemessungswasserspiegels abgesenkt werden. Dieser liegt deutlich unter den Wasserspiegeln des Ist-Zustandes 2018. Ein Defizit verbleibt unterstromig Do-km 2260. Hier liegen die Wasserspiegel beim Ausbauzustand im Mittel ca. 20 cm über denen des Bemessungswasserspiegels, gegenüber dem Ist-Zustand 2018 jedoch im Mittel ca. 10 cm niedriger. Die Wasserspiegel bei einem Abfluss von 4.100 m³/s konnten soweit abgesenkt werden, dass bereits realisierte Hochwasserschutzmaßnahmen an der Donau selbst nicht angepasst werden müssen.

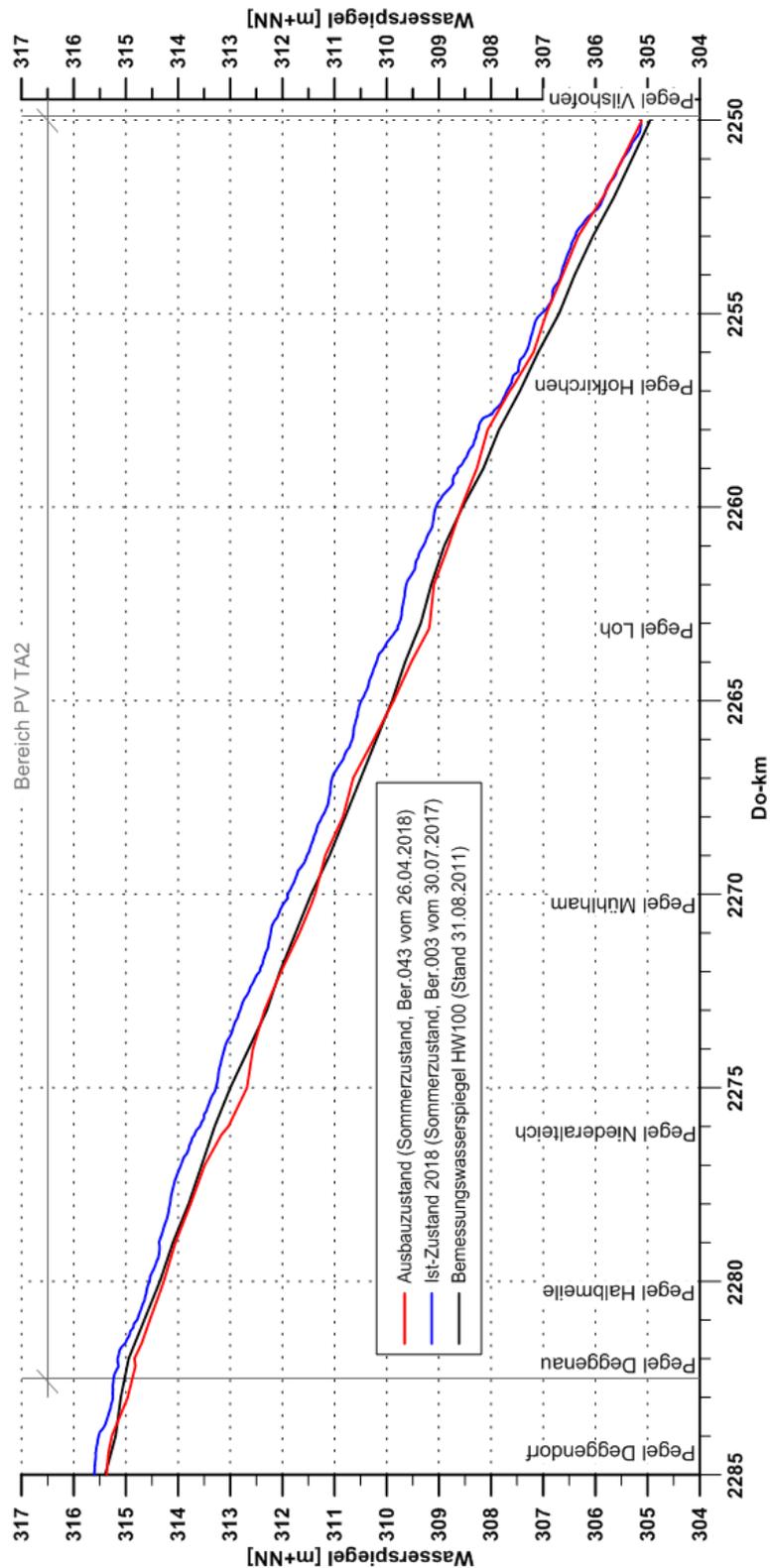


Abbildung 9: Wasserspiegellängsschnitt der Donau für Teilabschnitt 2 zwischen Deggendorf und Vilshofen bei HQ₁₀₀ (Ausbauzustand mit Isarmünd, Ist-Zustand 2018 und Bemessungswasserspiegel), Wasserspiegel jeweils in der Donaumitte, an jedem Do-hm und an den Donauegeln

Die Wasserspiegeldifferenzen bei HQ_{100} zwischen den Ausbauzuständen mit und ohne Isarmünd (Flutmulde und Deichrückverlegung) sind in Abbildung 10 dargestellt. Die Flutmulde und die Deichrückverlegung (vgl. Abbildung 2) bewirken oberstromig eine Wasserspiegelabsenkung, die sich am Pegel Deggendorf mit ca. 10 cm und am Pegel Pfelling mit ca. 3 cm bemerkbar macht. Die Flutmulde und die Deichrückverlegung bei Isarmünd sind Gegenstand eines eigenständigen Verfahrens. Bis diese beiden Maßnahmen fertiggestellt sind, verbleibt somit das dargestellte Defizit. Das Niveau des Bemessungswasserstandes wird bis dahin im Raum Deggendorf überschritten bzw. der Freibord um dieses Maß reduziert. Die Dringlichkeit zur zeitnahen Durchführung der ergänzenden Maßnahmen ist daher hoch.

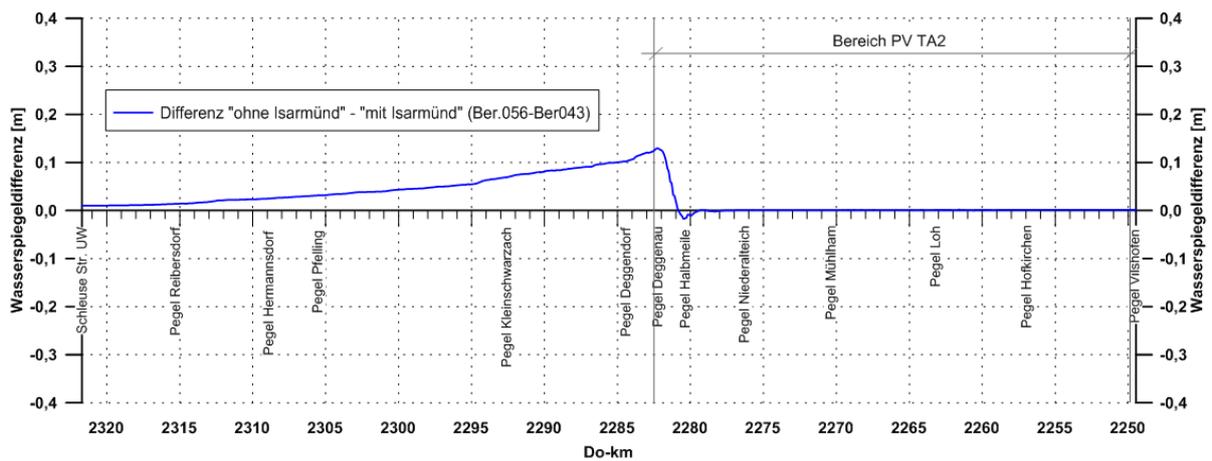


Abbildung 10: Längsschnitt der Wasserspiegeldifferenz im Ausbauzustand mit und ohne Deichrückverlegung und Flutmulde Isarmünd bei HQ_{100} , jeweils in der Donaumitte, an jedem Do-hm und an den Donauegeln

In der Strecke zwischen Straubing und Deggendorf liegen die Wasserspiegel des Ausbauzustandes ohne Isarmünd (rote Linie) bei HQ_{100} wegen des o. g. Defizites lokal wenige Zentimeter über den Wasserspiegeln des Ist-Zustandes 2018 (Abbildung 11, die Nulllinie in der Abbildung entspricht den Wasserspiegeln des Ist-Zustandes 2018).

Diese Abbildung zeigt jedoch nicht die Wirkung des Gesamtvorhabens des Donauausbaus, da in der Definition des Ist-Zustandes 2018 (vgl. Kap. 2.3.2) der sich zwischenzeitlich in Bau befindliche HWS Niederalteich mit enthalten und somit die absenkende Wirkung der Deichrückverlegung oberstromig von Niederalteich nicht in Abbildung 11 erkennbar ist.

In Abbildung 12 hingegen werden die Wasserspiegeldifferenzen bei HQ_{100} des Ausbauzustandes (mit Isarmünd) in Bezug auf einen Ist-Zustand 2018 ohne den HWS Niederalteich dargestellt. Hier ist die Wirkung des Gesamtvorhabens Donauausbau zu erkennen. Die Wasserspiegel des Ausbauzustandes liegen deutlich unter denen des Ist-Zustandes. Die Hochwasserneutralität der geplanten Maßnahmen ist somit nachgewiesen.

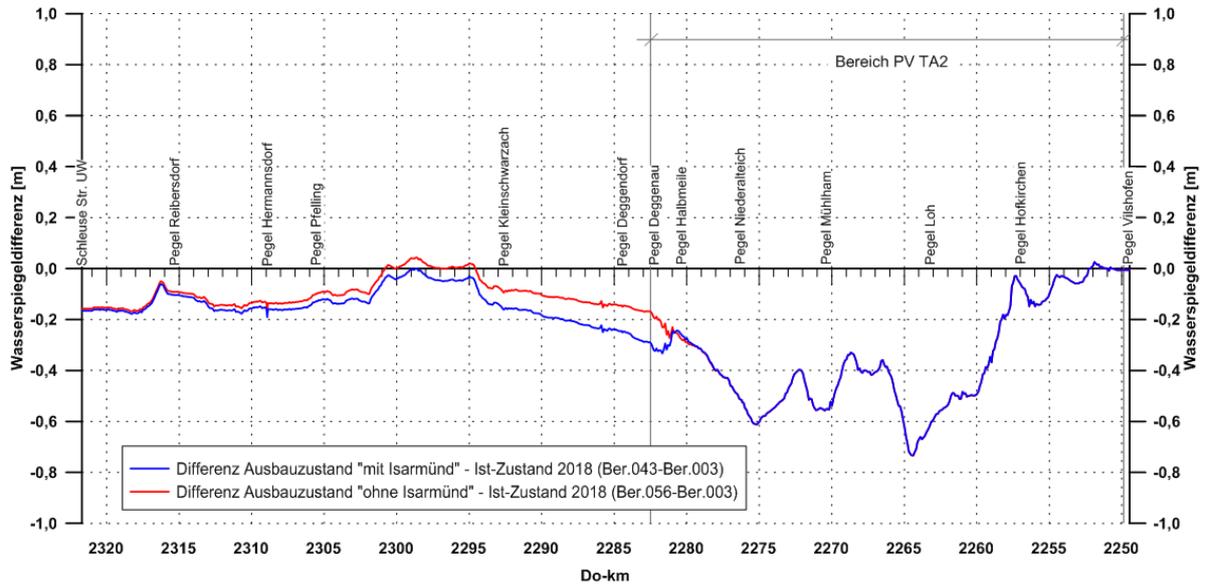


Abbildung 11: Längsschnitt der Wasserspiegeldifferenz bei HQ100, Ausbauzustand mit und ohne Deichrückverlegung und Flutmulde Isarmünd – Ist-Zustand 2018, jeweils in der Donaumitte, an jedem Do-hm und an den Donauegeln

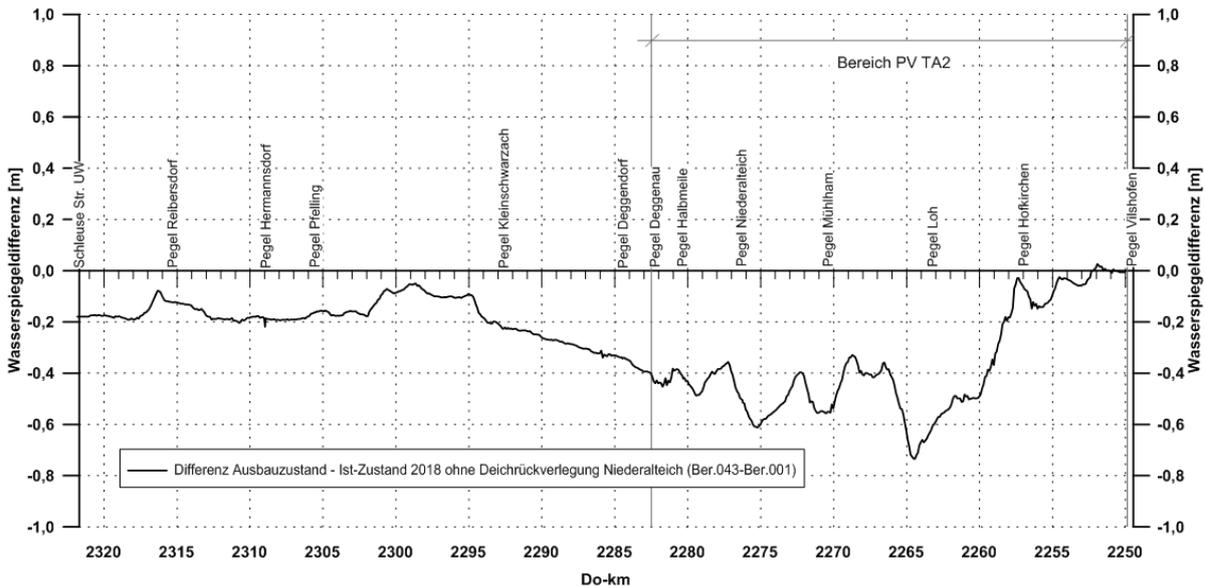


Abbildung 12: Längsschnitt der Wasserspiegeldifferenz bei HQ100, Ausbauzustand mit Isarmünd – Ist-Zustand 2018 ohne Deichrückverlegung Niederalleich, jeweils in der Donaumitte, an jedem Do-hm und an den Donauegeln

In den nachfolgenden Längsschnitten (Abbildung 13 und Abbildung 14) sind ergänzend die Wasserspiegel des Ausbauzustands mit Isarmünd für die Abflusszustände $Q(HNN_{97})$ und HQ_{30} abgebildet. Blau hinterlegt sind jeweils die Wasserspiegel des Ist-Zustandes 2018.

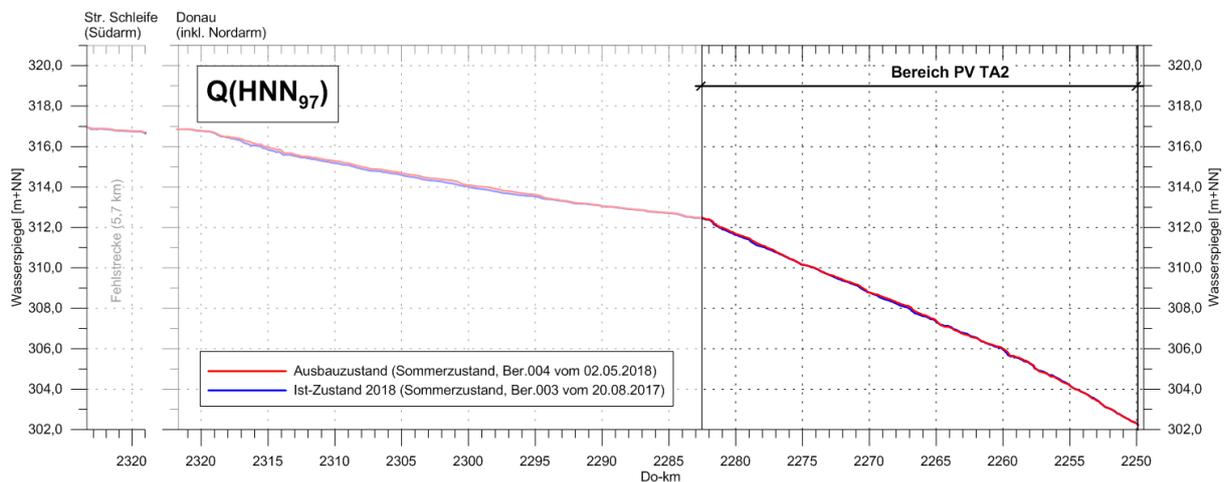


Abbildung 13: Wasserspiegellängsschnitt der Donau bei $Q(HNN_{97})$, Wasserstände jeweils in der Donaumitte, an jedem Do-hm und an den Donauegeln

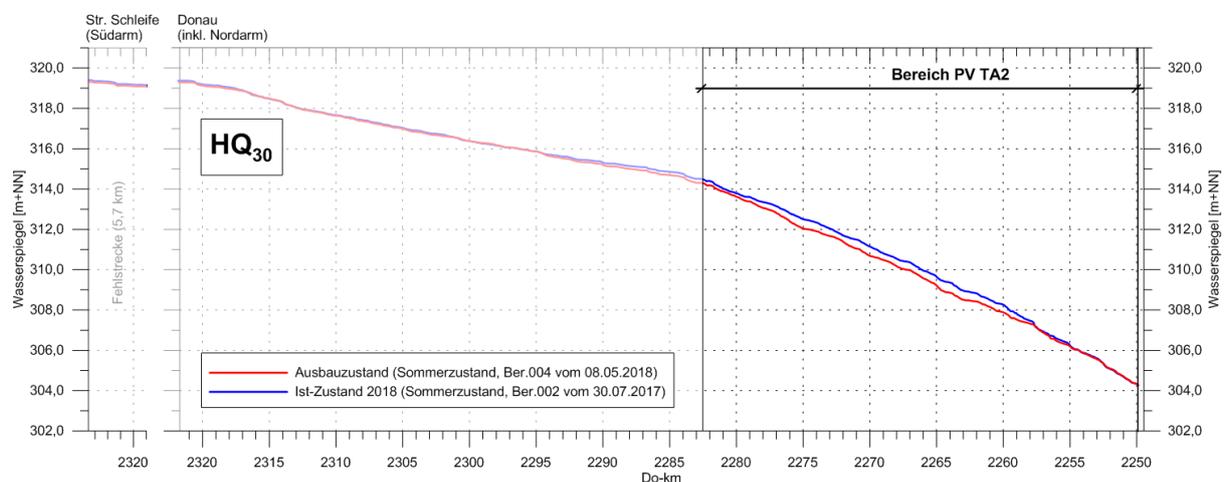


Abbildung 14: Wasserspiegellängsschnitt der Donau bei HQ_{30} , Wasserstände jeweils in der Donaumitte, an jedem Do-hm und an den Donauegeln

Im Vergleich zum Ist-Zustand 2018 (blaue Linien) zeigt sich, dass mit zunehmendem Abfluss die Differenz der Wasserspiegel ebenfalls zunimmt. Grund dafür ist das HWS-Konzept des Ausbauzustands mit den geplanten Deichrückverlegungen und Querschnittserweiterungen. Die neuen Deichvorlandflächen werden im Bereich der Deichrückverlegungen analog zu den

derzeitigen Vorlandflächen zum Abfluss herangezogen und künftig regelmäßig und damit häufiger als bisher überströmt.

Bei $RN_{Q_{97}}$, MQ_{97} (Abbildung 4) und $Q(HNN_{97})$ (Abbildung 13) wirken die geplanten Regelungsbauwerke stützend auf die Wasserspiegel. Bei höheren Abflüssen wird diese Stützung durch die Abflussbeteiligung der Vorländer überlagert und die künftigen Wasserspiegel liegen unter denen des Ist-Zustandes 2018.

Die mittlere Absenkung der Wasserstände durch den Ausbauzustand beträgt auf der Strecke Deggendorf–Vilshofen bei HQ_{30} ca. 30 und bei HQ_{100} ca. 35 cm. Bei $Q(HNN_{97})$ ändern sich die mittleren Wasserspiegel nicht signifikant.

In Abbildung 15 befindet sich ein Vergleich der Abflusskurven zwischen Ausbauzustand und Ist-Zustand 2018 für die Pegel Pfelling, Deggendorf, Niederalteich und Hofkirchen. Die Kurven wurden anhand der errechneten Wasserspiegellagen der untersuchten Abflusszustände erstellt.

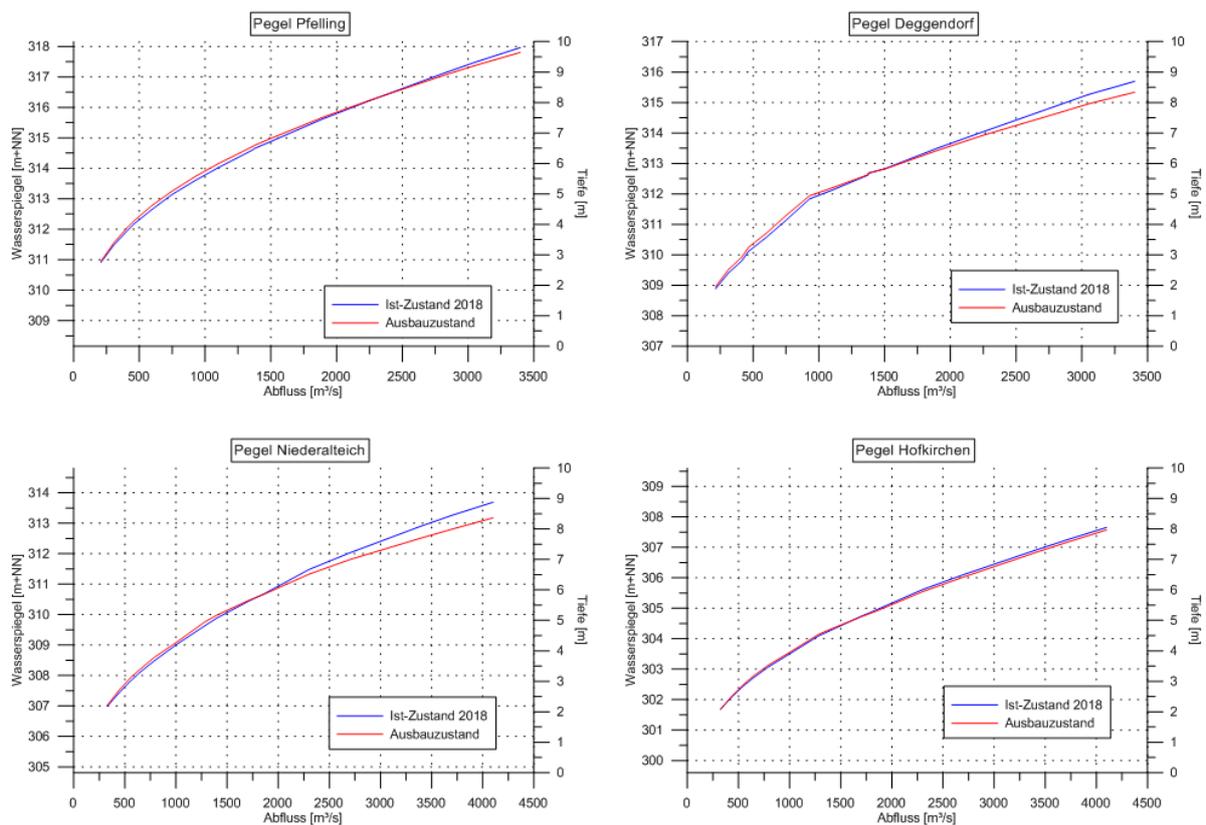


Abbildung 15: Abflusskurven der Pegel Pfelling, Deggendorf, Niederalteich und Hofkirchen für den Ausbauzustand (mit Isarmünd) und den Ist-Zustand 2018

Die ca. in der Flussmitte errechneten, tiefengemittelten Fließgeschwindigkeiten für den Ausbauzustand und den Ist-Zustand 2018 der Abflusszustände $Q(HNN_{97})$, HQ_{30} und HQ_{100} sind in den nachfolgenden Donau-Längsschnitten dargestellt.

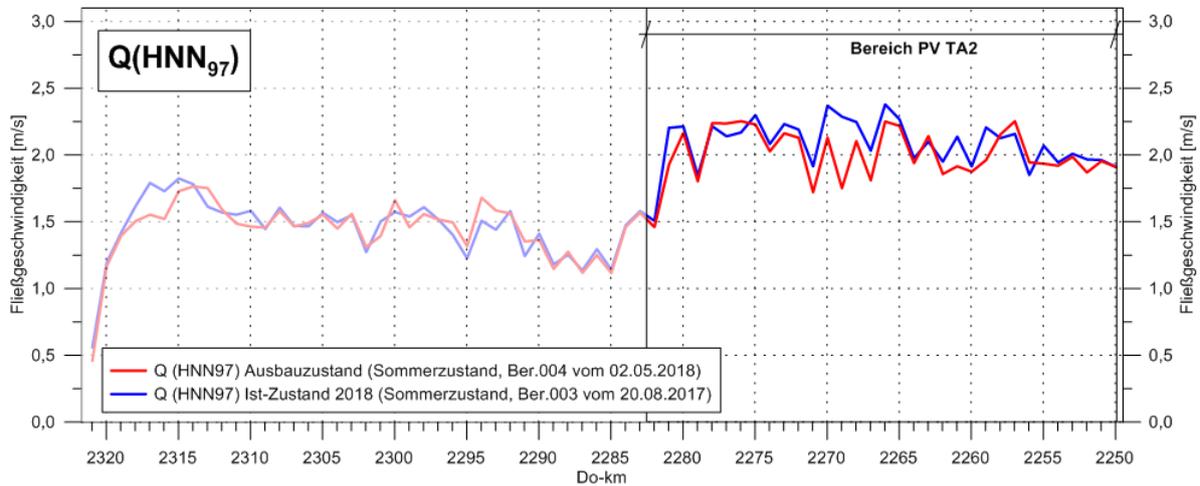


Abbildung 16: Fließgeschwindigkeitslängsschnitt der Donau bei $Q(HNN_{97})$, tiefengemittelte Fließgeschwindigkeiten jeweils in der Donaumitte an jedem vollen Do-km

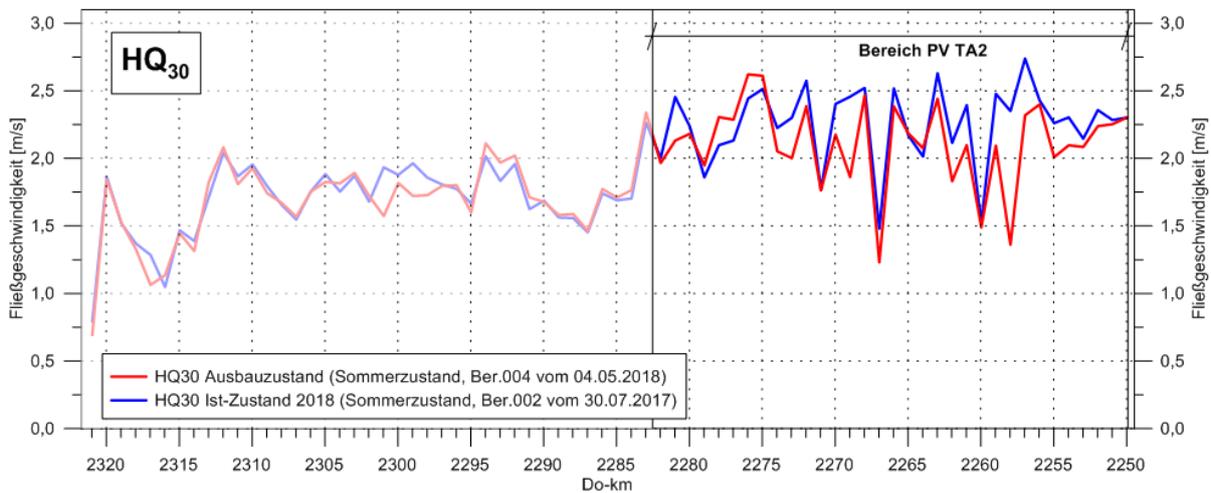


Abbildung 17: Fließgeschwindigkeitslängsschnitt der Donau bei HQ_{30} , tiefengemittelte Fließgeschwindigkeiten jeweils in der Donaumitte an jedem vollen Do-km

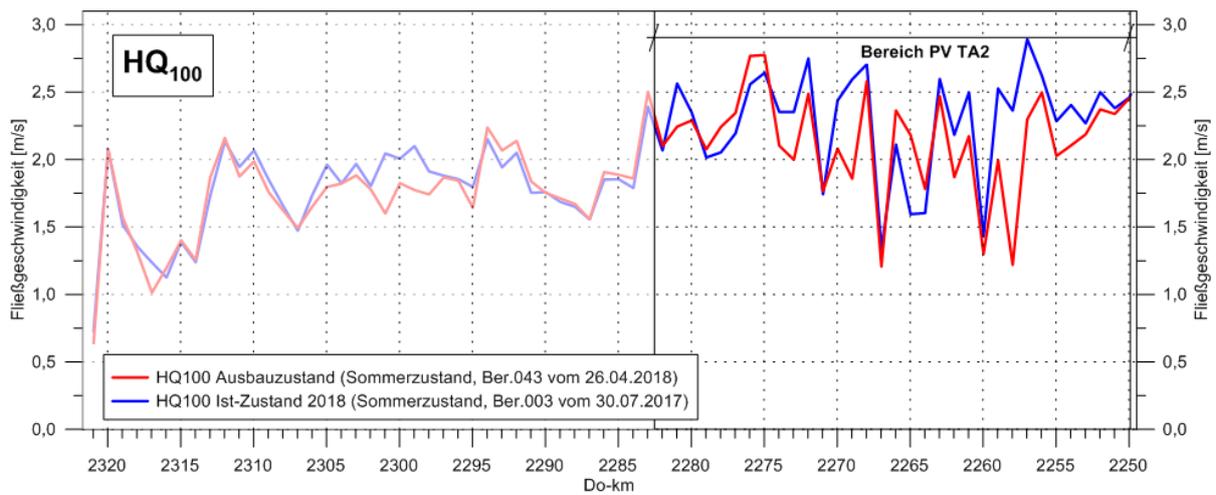


Abbildung 18: Fließgeschwindigkeitslängsschnitt der Donau bei HQ₁₀₀, tiefengemittelte Fließgeschwindigkeiten jeweils in der Donaumitte an jedem vollen Do-km

In der folgenden Abbildung sind die mittleren Fließgeschwindigkeiten für den Teilabschnitt 2 zwischen Deggendorf und Vilshofen dargestellt. Im künftigen Zustand nehmen bei diesen Abflusszuständen die Fließgeschwindigkeiten in der Donau ab, da sich durch die Deichrückverlegungen die neuen Vorlandflächen am Gesamtabfluss beteiligen.

mittlere Fließgeschwindigkeiten TA2 [m/s]		
Abflusszustand	Ist-Zustand 2018	Ausbauzustand mit Isarmünd
Q(HNN ₉₇)	2,1	2,0
HQ ₃₀	2,3	2,1
HQ ₁₀₀	2,3	2,2

Abbildung 19: mittlere Fließgeschwindigkeiten im TA2 bei Q(HNN₉₇), HQ₃₀ und HQ₁₀₀

2.6.3 Berechnungsergebnisse Donauzuflüsse Hengersberger Ohe und Herzogbachableiter

Die Hochwasserstände der Donau werden durch den Ausbau des Hochwasserschutzsystems abgesenkt. Diese Absenkung bewirkt auch eine Absenkung der Hochwasserstände in den Zuflüssen. Die Rückstauhöhen werden geringer und damit verbessert sich der Schutzgrad an diesen Gewässern.

Das Eigenhochwasser HQ_{100} der Nebengewässer Hengersberger Ohe und Herzogbachableiter wurde mit dem 2d-HN-Modell bei der RMD simuliert. Der Wasserspiegelverlauf ist in den Beilagen 25 und 26 dargestellt.

Es wurden der Lastfall Donauhochwasser (Wasserstand Donau HW_{100} und Abfluss Nebengewässer HQ_1) und der Lastfall Eigenhochwasser Nebengewässer (Wasserstand Donau HW_1 und Abfluss Nebengewässer HQ_{100}) untersucht.

2.7 Wasserspiegellagen und Abflussverhältnisse bei Hochwasser (instationäre Betrachtung)

Auch alle instationären Untersuchungen der Hochwasserverhältnisse sind mit dem bei der RMD erstellten 2d-HN-Modell durchgeführt worden. Um die Vergleichbarkeit der hydraulischen Ergebnisse mit den bisherigen Untersuchungen im Teilabschnitt 1 zu gewährleisten, wurde die instationären Simulationen mit dem gleichen 2d-HN-Modell durchgeführt, welches auch zwischen Straubing und Deggendorf und in der Variantenunabhängigen Untersuchung verwendet wurde.

Grundsätzlich wurde analog zur stationären Betrachtungsweise von den hydraulischen Bedingungen eines Sommerhochwasserereignisses ausgegangen.

2.7.1 Ziel der instationären Untersuchungen

Ziel der Untersuchung ist die Darstellung der Auswirkungen im Teilabschnitt 2 durch die geplanten Maßnahmen sowohl auf die Unterlieger als auch innerhalb des Teilabschnittes 2 von Deggendorf bis Vilshofen und die Situation in den Rückhalteräumen.

2.7.2 Ablauf von Hochwasserwellen

Das LfU hat umfangreiche hydrologische Untersuchungen der abgelaufenen und gut dokumentierten Hochwasserwellen durchgeführt. Ziel der Untersuchungen war die Ermittlung von Bemessungswellen, die von der Fülle und dem Scheitelabfluss her etwa einem hundertjährigen Ereignis entsprechen.

Nach Abschluss dieser Untersuchungen wurden für die Variantenunabhängigen Untersuchungen zum Donauausbau (2012) von der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung entsprechend ihrer Entstehung eine donaubetonte und eine isarbetonte HQ₁₀₀-Welle als Bemessungswellen für die Führung der instationären Nachweise vorgegeben.

Statistische Auswertungen des LfU zur Fülle der untersuchten, synthetischen Hochwasserwellen haben ergeben, dass bei der isarbetonten HQ₁₀₀-Welle auf Basis des Hochwassers von Mai 1999 die Jährlichkeit der Fülle der Isar deutlich über einem hundertjährigen Ereignis liegt. Aus diesem Grund wird für den Unterliegernachweis statt dieser isarbetonten HQ₁₀₀-Welle die isarbetonte HQ₁₀₀-Welle auf Basis des Hochwassers von Juni 2013 verwendet.

Informativ und aus Gründen der Vergleichbarkeit mit dem Teilabschnitt 1 wird die isarbetonte Welle von Mai 1999 jedoch ebenfalls simuliert.

Abbildung 20 zeigt einen Vergleich der Zuflussganglinien von Donau und Isar der simulierten, synthetischen HQ₁₀₀-Wellen.

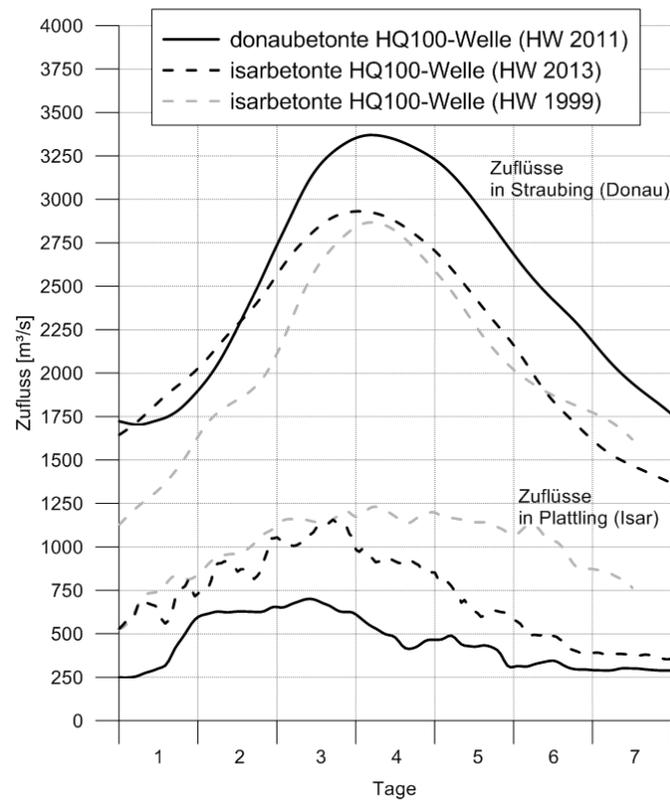


Abbildung 20: Zuflussganglinien der simulierten, synthetischen HQ100-Wellen (Quelle LfU)

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der simulierten synthetischen Wellen in Form von Abfluss- und Wasserstandganglinien den tatsächlich abgelaufenen Wellen gegenübergestellt und abschließend die Füll- und Entleerungsvorgänge in den Rückhalteräumen beschrieben.

Durch den Ausbau der Hochwasserschutzanlagen auf HQ₁₀₀ werden die derzeit vorhandenen Überschwemmungsflächen reduziert. Die nachfolgend aufgeführten Rückhalteräume bleiben im Ausbauzustand für eine kontrollierte Flutung erhalten.

Bereich Teilabschnitt 1: Straubing–Deggendorf (nachrichtlich):

- Parkstetten/Reibersdorf (Retentionsvolumen ca. 11,9 Mio. m³)
- Sand-Irlbach⁵ (Retentionsvolumen ca. 12,3 Mio. m³)
- Schwarzach (Retentionsvolumen ca. 4,3 Mio. m³)
- Steinkirchen (Retentionsvolumen ca. 21,1 Mio. m³)

Bereich Teilabschnitt 2: Deggendorf–Vilshofen:

- Fischerdorf/Isar (Retentionsvolumen ca. 7,0 Mio. m³)
- Isarmünd (Retentionsvolumen ca. 6,1 Mio. m³)
- Forstern (Retentionsvolumen ca. 3,3 Mio. m³)
- Gundelau/Auterwörth (Retentionsvolumen ca. 11,8 Mio. m³)

Diese Räume haben ein Rückhaltevolumen von insgesamt ca. 78 Mio. m³. Bei der Ermittlung der Volumina wurde davon ausgegangen, dass der Wasserspiegel in den Rückhalteräumen jeweils waagrecht verläuft und die Wasserspiegelhöhen den Deichoberkanten an den unterstromigen Rändern entsprechen.

Die Rückhalteräume Öbling (Bereich Straubing–Deggendorf), Winzer und Ruckasing–Künzing (Bereich Deggendorf–Vilshofen) bleiben erhalten und wurden im Ausbauzustand genauso angesetzt wie im Vergleichszustand.

Der vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf geplante Hochwasserschutz Stögermühlbach und die in einem separaten Planfeststellungsverfahren zu planende Deichrückverlegung und Flutmulde bei Isarmünd sind bei den instationären Untersuchungen mitberücksichtigt.

Das Retentionsvolumen des Rückhalteraums Isarmünd wird durch eine moderate Deichrückverlegung geringfügig verkleinert (vgl. Abbildung 2). Diese Maßnahme wird jedoch in einem separaten Verfahren behandelt und ist somit nicht Gegenstand dieses Planfeststellungsverfahrens.

⁵ Der Rückhalteraum Sand-Irlbach umfasst die Polder Sand/Entau und Irlbach

In der folgenden Abbildung sind alle Rückhalteräume in einem Lageplan dargestellt.

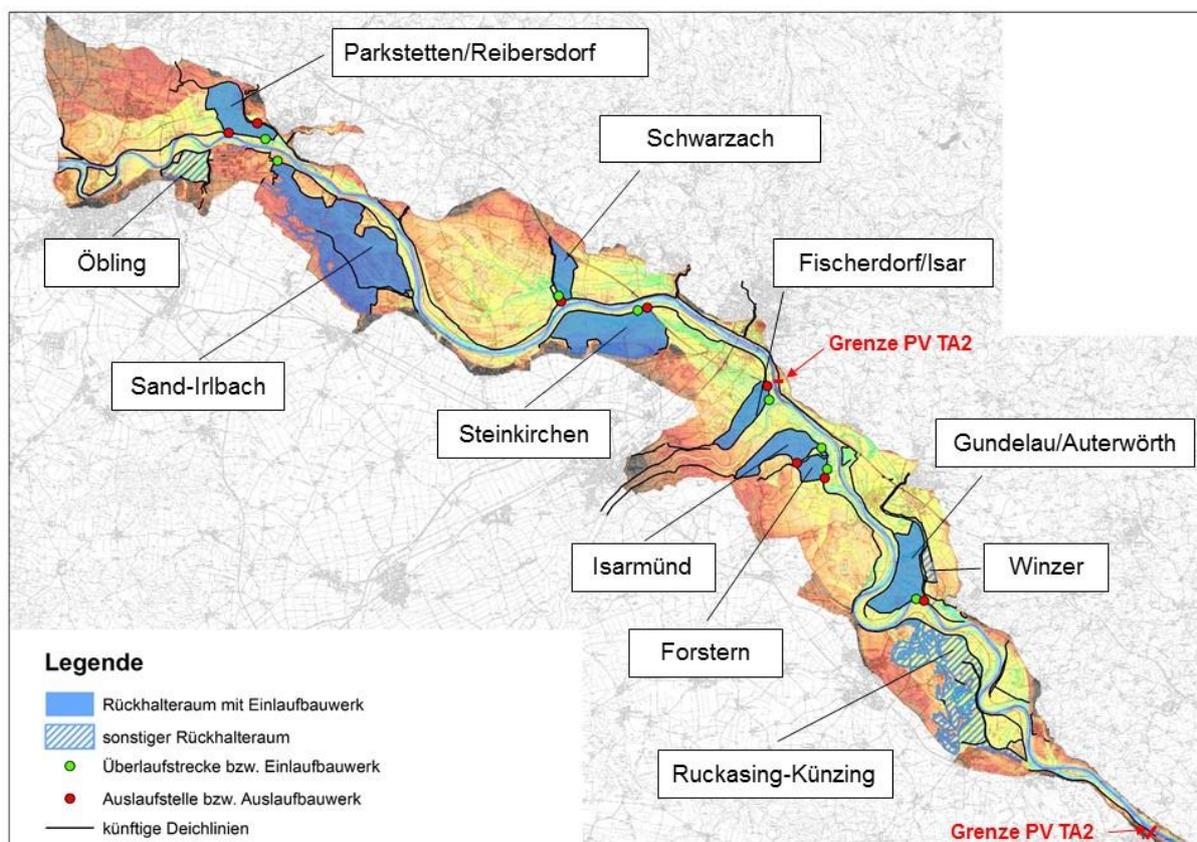


Abbildung 21: Rückhalteräume Straubing–Vilshofen

Im Teilabschnitt 2 (Deggendorf–Vilshofen) liegen die Rückhalteräume Fischerdorf/Isar, Isarmünd, Forstern und Gundelau/Auterwörth, die jeweils kontrolliert, das heißt wasserstandsabhängig und ortsfest, geflutet werden. Diese haben zusammen ein Rückhaltevolumen von ca. 28 Mio. m³. Das entspricht einem Anteil von 36% des gesamten Rückhaltevolumens der im Ausbauzustand auf der Strecke Straubing–Vilshofen vorhandenen Rückhalteräume, die kontrolliert geflutet werden.

Am jeweiligen unterstromigen Ende der in der Abbildung 21 blau gekennzeichneten Rückhalteräume sind zum Füllen Einlaufbauwerke in Form von Überlaufstrecken vorgesehen (grüne Markierungen). Diese werden bei einem vorher definierten Wasserstand in der Donau automatisch aktiviert. Zu diesem Zeitpunkt, dem sogenannten Aktivierungswasserspiegel, setzt eine Überströmung der Überlaufstrecke ein, die die leicht erodierbare Abdeckung abträgt, so dass das Wasser in den Rückhalteraum einströmt (vgl. Abbildung 23). Eine Ausnahme stellt das kombinierte Ein-/Auslaufbauwerk des Rückhalterausms Steinkirchen im Teilabschnitt 1 Straubing–Deggendorf dar.

Der Planungsgrundsatz ist hierbei, dass das künftige Einströmen, bezogen auf die Jährlichkeit und in Bezug auf den jeweiligen Polder, nicht früher beginnt als heute und damit der Schutzgrad im verbleibenden Hochwasserrückhalteraum nicht reduziert wird.

In der folgenden Tabelle sind die verwendeten geometrischen Daten der Einlaufbauwerke und die Jährlichkeiten des Überströmens im Vergleichszustand 2010 bzw. die Aktivierung im Ausbauzustand mit Isarmünd zusammengestellt:

Überlaufstrecken	Lage	Breite	OK Deichscharte	Höhe aufgesetzter Deich	Aktivierungswasserspiegel	OK-Deich Bestand	Überströmen im Vgl.-Zustand ***	Aktivierung im Ausbauzustand ***
Rückhalteraum	Do-km	[m]	[m+NN]	[m]	[m+NN]	[m+NN]	Jährlichkeit	Jährlichkeit
Parkstetten/Reibersdorf	2311,6	90	317,40	0,7	318,1	ca. 318,5	50	50
Sand-Irlbach *	2310,9	4 x 15 = 60	316,85	1,1	318,0	ca. 318,2	30	50
Schwarzach	2293,5	50	315,40	0,5	315,9	ca. 316,3	50	50
Steinkirchen **	2290,1	4 x 7,5 + 4,5 = 34,5	313,00	-	315,6	ca. 315,9	30	50
Fischerdorf/ Isar	2282,3	50	313,60	0,6	314,2	ca. 314,8	30	30
Isarmünd	2279,4	50	312,80	0,7	313,5	ca. 313,7	40	50
Forstern	2278,0	50	312,80	0,4	313,2	ca. 313,9	40	40
Gundelau/ Auterwörth	2266,8	80	309,30	0,7	310,0	ca. 310,5	30	40

* erodierbarer Deich unterstromig 4-feldriger Brücke, Brückenöffnungen: 4 x 15 m,

OK-Deichscharte ≙ Bauwerksschwelle 316,85 m+NN, Deich-OK ≙ OK Straße alte SR12

** kombiniertes Ein-/Auslaufbauwerk mit 5 Feldern, OK Deichscharte ≙ Bauwerksschwelle 313,00 bzw. 312,30 m+NN

*** Die Höhen der Deiche, welche im Vergleichszustand zuerst überströmt werden und die Aktivierungswasserspiegel an den Überlaufstrecken im Ausbauzustand wurden mit den Ergebnissen stationärer Wasserspiegellageberechnungen im Ist- und im Ausbauzustand, welche für verschiedene Jährlichkeiten durchgeführt wurden, verglichen.

Die Jährlichkeit einer Wasserspiegellage gibt an, in welchem Zeitraum dieser Wert im Mittel erreicht oder überschritten wird.

Abbildung 22: Geometrie der Überlaufstrecken im Modell (Strecke Straubing–Vilshofen)

Abbildung 23 zeigt schematisch einen Querschnitt durch eine Überlaufstrecke. Die Aktivierung der Rückhalteräume wurde im Modell folgendermaßen durchgeführt: Sobald der im Modell errechnete Wasserspiegel im Bereich der Überlaufstrecke den Aktivierungswasserspiegel erreicht, wird die Deichscharte geöffnet und das Donauwasser strömt in den Rückhalteraum.

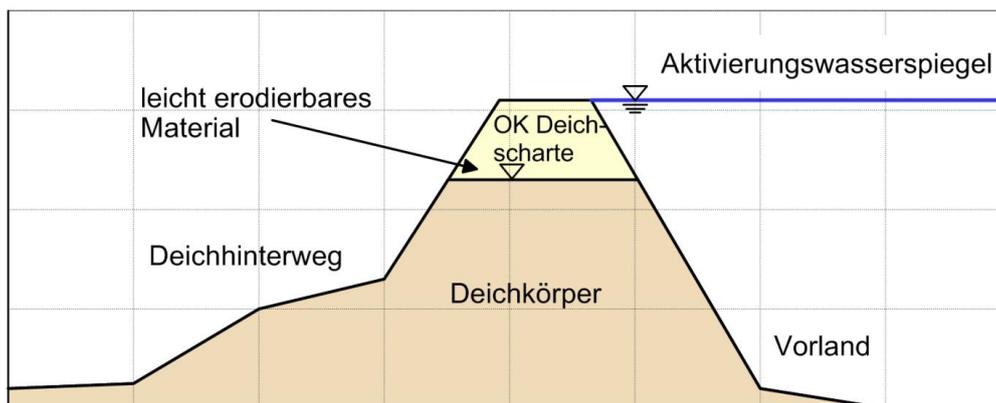


Abbildung 23: schematischer Querschnitt durch eine Überlaufstrecke (überhöht)

Um auf der Strecke Deggendorf–Vilshofen den Entleerungsvorgang der Rückhalteräume Fischerdorf/Isar, Isarmünd, Forstern und Gundelau/Auterwörth untersuchen zu können, wurde die Wirkung von Auslaufstrecken bzw. -bauwerken im Ausbauzustand in den Rückhalteräu-

men simuliert. In der folgenden Tabelle sind die geometrischen Daten der Auslaufstellen zusammengestellt. Informativ sind zusätzlich die Auslaufstellen im Bereich Straubing–Deggendorf (TA1) dargestellt. Die Auslaufstellen werden mittels Baggerschurf geöffnet.

Die angesetzten Auslaufstellen bzw. Auslaufbauwerke sind in Abbildung 21 jeweils mit einer roten Markierung dargestellt.

Auslaufstellen	Lage	Breite	OK Auslaufschwelle	Wasserspiegeldifferenz für Aktivierung *	OK-Deich Bestand
Rückhalteraum	Do-km	[m]	[m+NN]	[m]	[m+NN]
Parkstetten/Reibersdorf	2313,2	10	315,0	0,1	ca. 318,3
Parkstetten/Reibersdorf	2312,1/ Kinsach-km 1,6	10	313,9	0,1	ca. 318,3
Schwarzach	2293,5	8,5	313,4	0,1	ca. 316,3
Steinkirchen **	2290,1	4 x 7,5 + 4,5 = 34,5	313,0	-	ca. 316,1
Fischerdorf/ Isar	2282,8	10	312,5	0,1	ca. 314,7
Isarmünd	2278,8/ St. Mühlb.-km 1,8	10	311,5	0,2	ca. 314,0
Forstern	2277,8	10	311,0	0,1	ca. 313,8
Gundelau/ Auterwörth	2266,6	10	307,3	0,1	ca. 310,3

* ab dieser Wasserspiegeldifferenz zwischen Rückhalteraum und Vorfluter wird die Auslaufstelle im Modell aktiviert

** Auslauf durch das kombiniertes Ein-/Auslaufbauwerk mit 5 Feldern, OK Deichscharte des mittleren Feldes beträgt 312,30 m+NN

Abbildung 24: Geometrie der Auslaufstellen im Modell (TA2, Strecke Straubing–Vilshofen)

Die Aktivierung der Auslaufstellen in den Rückhalteräumen wurde im Modell folgendermaßen durchgeführt: Sobald im fallenden Ast der Hochwasserwelle der im Bereich der Auslaufstelle errechnete binnenseitige Wasserspiegel 10 cm höher ist als der wasserseitige Wasserspiegel, wird die Auslaufstelle geöffnet⁶.

2.7.2.1 Auswirkungen auf die Unterlieger

Für die Beurteilung der Veränderungen der Hochwassersituation der Unterlieger wurde der Ablauf der Bemessungswellen (HQ₁₀₀-Wellen) herangezogen. Die Ergebnisse der instationären Berechnungen sind in der nachstehenden Abbildung in Form von Abflussganglinien am hierfür maßgebenden Pegel Vilshofen dargestellt.

⁶ Wasserspiegel Rückhalteraum ≥ Wasserspiegel Vorfluter + 10 cm (Ausnahme: Rückhalteraum Isarmünd)

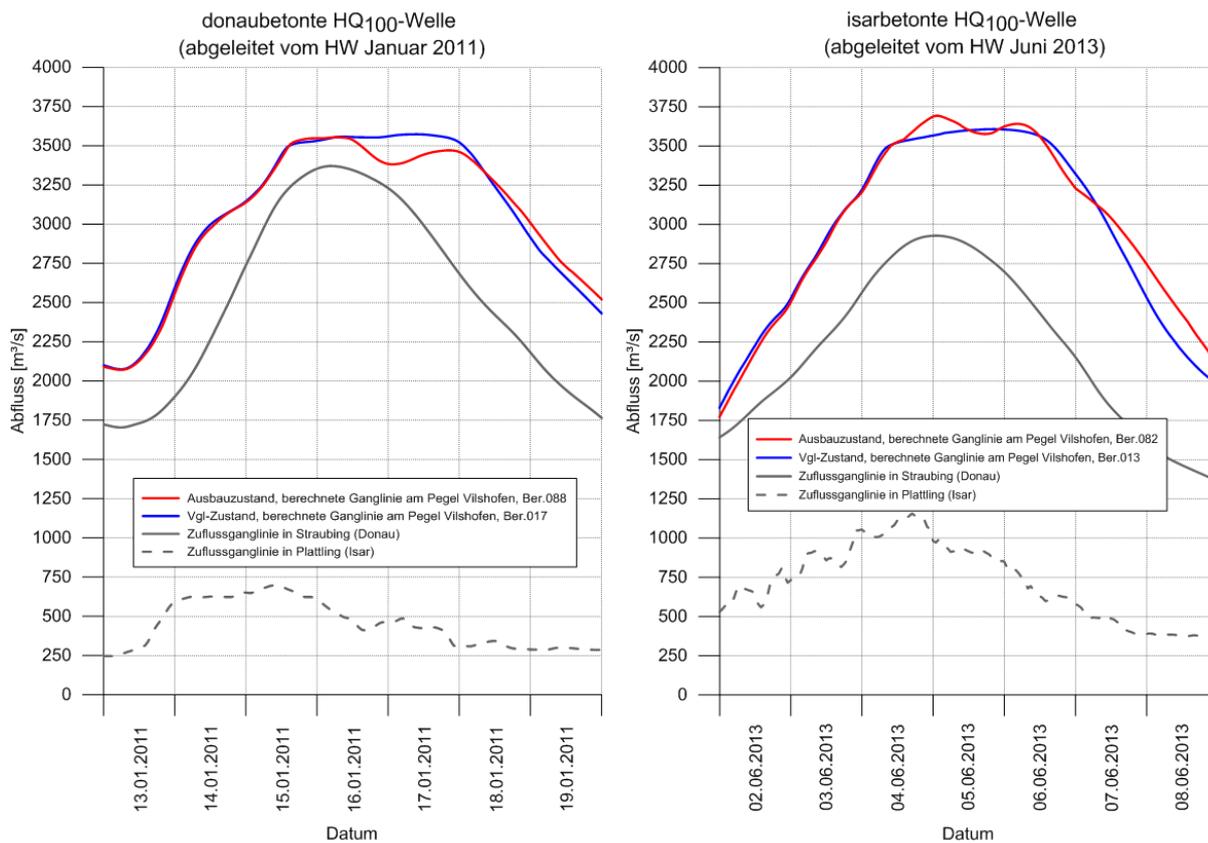


Abbildung 25: synthetische HQ₁₀₀-Wellen, Abflussganglinien am Pegel Vilshofen (Ausbauzustand mit Isarmünd und Vergleichszustand)

Im Bild links sind die errechneten Abfluss-Ganglinien beim Ablauf der donaubetonten HQ₁₀₀-Welle im Vergleichszustand (blau) und im Ausbauzustand (rot) aufgetragen. Im Bild rechts entsprechen die aufgetragenen Abfluss-Ganglinien der isarbetonten HQ₁₀₀-Welle. Die Grafik zeigt, dass der Ablauf der untersuchten Wellen durch den Ausbau nur unwesentlich verändert wird.

Zur Beurteilung der Hochwasserwellen werden die max. Abflüsse am jeweiligen Wellenscheitel miteinander verglichen.

Bei der donaubetonten Welle wird der Wellenscheitel am Pegel Vilshofen im Ausbauzustand bezogen auf den Vergleichszustand um ca. 10 m³/s abgesenkt. Die Hochwasserwelle passiert in etwa zum gleichen Zeitpunkt den Pegel Vilshofen wie im Vergleichszustand. Die Welle wird also nicht beschleunigt.

Bei der isarbetonten Welle wird der Wellenscheitel am Pegel Vilshofen im Ausbauzustand bezogen auf den Vergleichszustand um ca. 90 m³/s angehoben. Das entspricht einer Erhöhung um ca. 2 %. Die Hochwasserwelle passiert ebenfalls in etwa zum gleichen Zeitpunkt den Pegel Vilshofen wie im Vergleichszustand. Die Welle wird also nicht beschleunigt.

Die Simulationsergebnisse zeigen, dass es mit Umsetzung des Hochwasserschutzkonzeptes gelingt, die Hochwasserwellen künftig in sehr ähnlicher Form ablaufen zu lassen und die simulierten Hochwasserwellenscheitel auch im künftigen Zustand sehr wirkungsvoll zu kappen. Durch die geplanten Maßnahmen des Ausbauzustandes in der Strecke Straubing–Vilshofen kommt es zu keinen wesentlichen nachteiligen Auswirkungen auf die Unterlieger, insbesondere ist keine erhebliche Erhöhung der Hochwasserrisiken zu erwarten.

Informativ und aus Gründen der Vergleichbarkeit mit dem Teilabschnitt 1 wurde die isarbetonte Welle von Mai 1999 ebenfalls simuliert. Die errechneten Abfluss-Ganglinien am Pegel Vilshofen sind in der folgenden Abbildung zu finden.

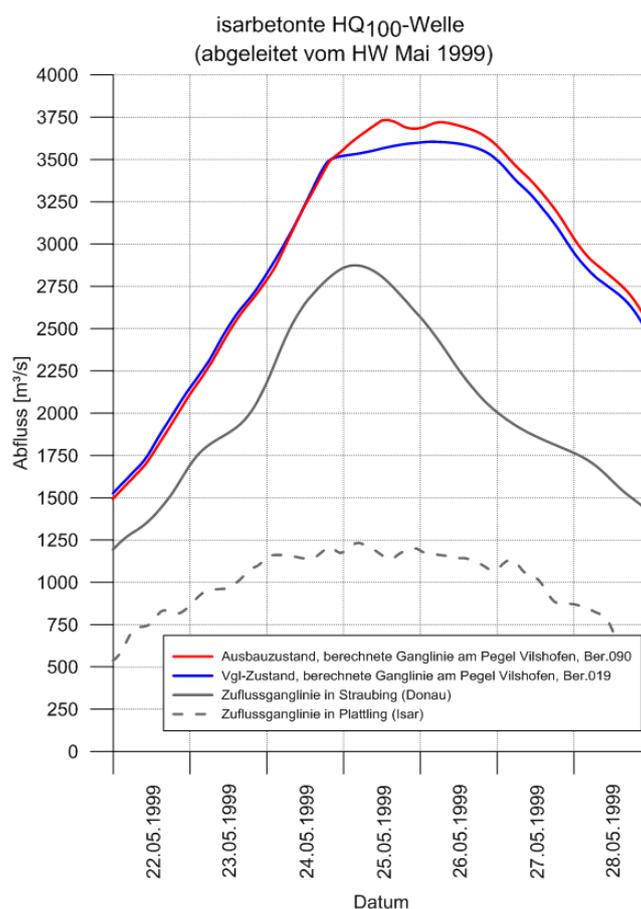


Abbildung 26: synthetische HQ₁₀₀-Wellen, Abflussganglinien am Pegel Vilshofen (nur informativ, Ausbauzustand mit Isarmünd und Vergleichszustand)

Bei dieser isarbetonten Welle (Basis HW Mai 1999) wird der Wellenscheitel am Pegel Vilshofen im Ausbauzustand bezogen auf den Vergleichszustand um maximal ca. 130 m³/s angehoben. Das entspricht einer Erhöhung um ca. 4 %. Die Hochwasserwelle passiert ebenfalls in etwa zum gleichen Zeitpunkt den Pegel Vilshofen wie im Vergleichszustand. Die Welle wird also nicht beschleunigt.

2.7.2.2 Auswirkungen auf die Unterlieger mit Berücksichtigung des Inns

Um die Häufigkeit bzw. die Wahrscheinlichkeit von Scheitelerhöhungen an der Donau in und unterhalb von Passau durch die Hochwasserschutzmaßnahmen zwischen Straubing und Vilshofen abschätzen zu können, hat das LfU historische Hochwasserereignisse ausgewertet. Im Ergebnis dieser Untersuchung zeigt sich, dass es bei der Betrachtung der Hochwasser seit 1826 (ca. 190 Jahre) nur zwei Hochwasserereignisse (1845 und 1862) mit über 3.500 m³/s am Pegel Vilshofen (vorher keine Deichüberströmung und keine Beaufschlagung der Retentionsräume im Ist-Zustand) gegeben hat, die bei Berücksichtigung von Laufzeiten und Überlagerung der Hochwasserwellen in Donau und Inn zu einer Scheitelerhöhung in der Donau in und unterhalb Passau hätten beitragen können. Davon gab es nur ein Hochwasserereignis (HW 1862), das unterstromig der Innmündung so hoch war (> HQ₂₀), dass eine Erhöhung der Donau durch die Hochwasserschutzmaßnahmen eine Rolle gespielt hätte.

Das Hochwasser von 1862 war ein donaubetontes Hochwasserereignis, dessen Scheitelabflüsse in Straubing (3410 m³/s) und Vilshofen (4110 m³/s)⁷ eine vergleichbare Größe hatten wie die simulierte, synthetische und ebenfalls donaubetonte HQ₁₀₀-Welle auf Basis des Hochwasserereignisses von Januar 2011 (Absenkung von 10 m³/s, vgl. Kap. 2.7.2.1). Daher ist davon auszugehen, dass auch die Hochwasserwelle von 1862 im Ausbauzustand nicht zu einer Scheitelerhöhung bzw. zu einer Beschleunigung der Hochwasserwelle führt.

Aus einer Untersuchung des LfU zur Gleichzeitigkeit des Auftretens von Inn- und Donauhochwasser und ihrer zeitlichen Überlagerung kann eine Eintrittswahrscheinlichkeit für eine Scheitelerhöhung abgeleitet werden, die bei einer Jährlichkeit von seltener als 120-150 Jahre liegt.

Die Untersuchung des LfU befindet sich in Beilage 44.1.

2.7.2.3 Auswirkungen innerhalb der Strecke

Aus den nachfolgenden Darstellungen (Abbildung 27, Abbildung 28 und Abbildung 29) können exemplarisch für die gesamte Strecke der Ablauf der untersuchten Hochwasserwellen anhand von Wasserstands- und Abflussganglinien an mehreren Donaupegeln verfolgt werden.

Beim Ablauf der HQ₁₀₀-Wellen liegen die Wasserspiegel (Abbildung 27) und Abflüsse (Abbildung 28 und Abbildung 29) des Ausbauzustandes in der Strecke größtenteils deutlich unter denen des Vergleichszustandes. Erst im unteren Abschnitt bei Hofkirchen und Vilshofen, in dem das vorhandene Hochwasserschutzkonzept durch den Ausbau nicht mehr verändert wird, erreichen die maximalen Wasserstände und Abflüsse des Ausbauzustandes etwa die maximalen Wasserstände und Abflüsse des Vergleichszustandes.

⁷ Quelle: Die Hochwasserabflussverhältnisse der Bayerischen Donau, Unbehauen, 1971

Während es bei der synthetischen, donaubetonen HQ₁₀₀-Welle im Ausbauzustand keine Erhöhung der Wasserstände am Pegel Vilshofen gibt, werden die Wasserstände bei der synthetischen, isarbetonten HQ₁₀₀-Welle (Basis: HW 2013) bei einem Scheitelabfluss von ca. 3700 m³/s um rechnerisch ca. 10 cm erhöht.

Die Hochwasserschutzanlagen in der Strecke des Teilabschnittes 2 sind auf den Wasserspiegel bei einem deutlich größeren, stationären Abfluss von 4100 m³/s ausgelegt.

Durch die geplanten Maßnahmen kommt es zu keinen wesentlich nachteiligen Auswirkungen innerhalb der Strecke Straubing–Vilshofen, insbesondere ist keine erhebliche Erhöhung der Hochwasserrisiken zu erwarten.

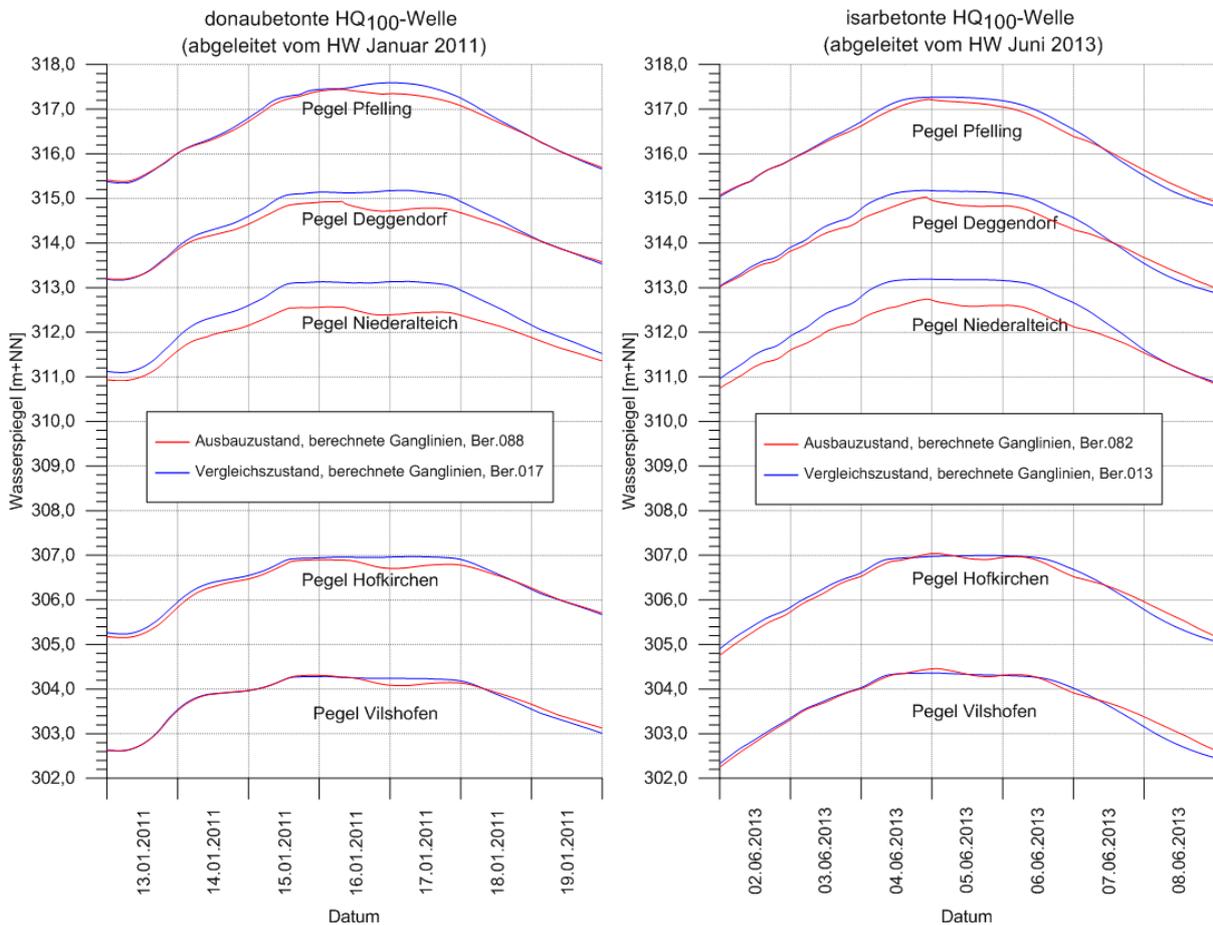


Abbildung 27: synthetische HQ₁₀₀-Wellen, Wasserstandsganglinien an den Pegeln Pfelling bis Vilshofen (Ausbauzustand mit Isarmünd und Vergleichszustand)

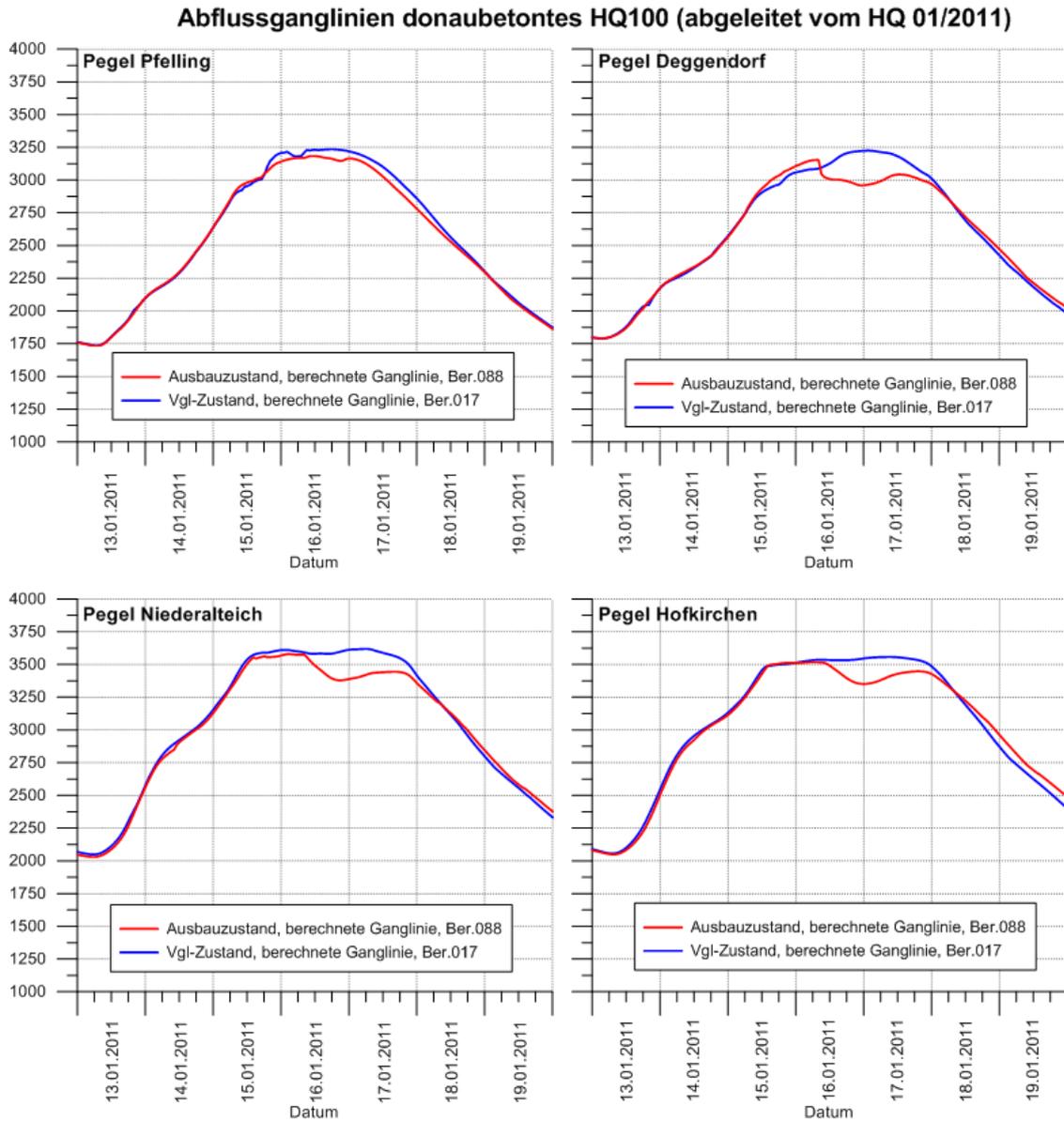


Abbildung 28: donaubetonte synthetische HQ₁₀₀-Wellen, Abflussganglinien an den Pegeln Pfelling bis Hofkirchen (Ausbauzustand und Vergleichszustand)

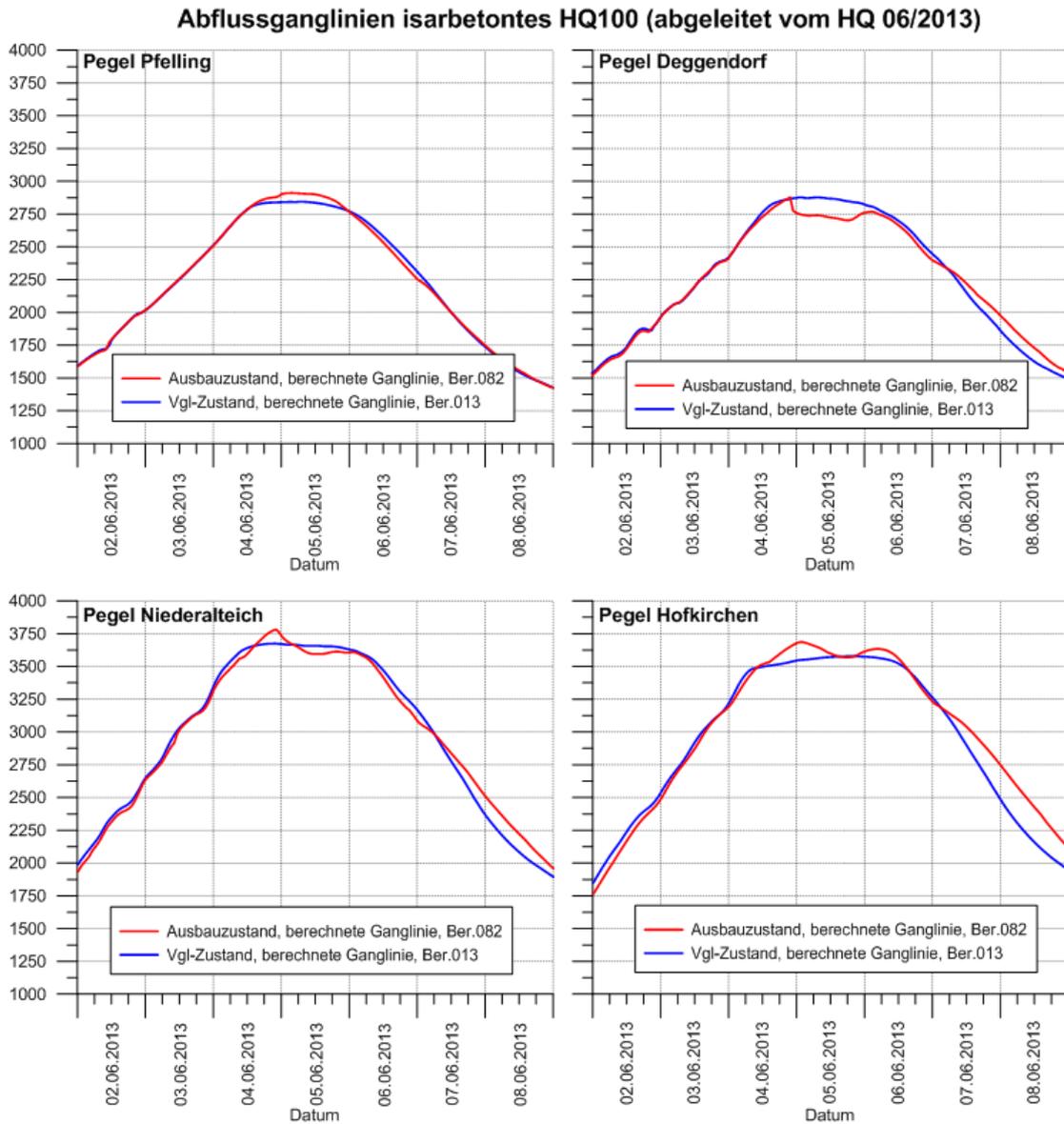


Abbildung 29: isarbetonte synthetische HQ₁₀₀-Wellen, Abflussganglinien an den Pegeln Pfelling bis Hofkirchen (Ausbauzustand mit Isarmünd und Vergleichszustand)

2.7.2.4 Abgelaufene Hochwasserwellen Januar 2011 und Juni 2013

Für die Beurteilung der Veränderungen der Hochwassersituation der Unterlieger durch den geplanten Ausbau wurde auch der Ablauf von zwei vergangenen realen Hochwasserwellen untersucht. Ziel dieser Untersuchung war es, aufzuzeigen wie sich der Ausbau auf den Ablauf von bekannten und gut dokumentierten Hochwasserwellen auswirkt.

In Abstimmung mit der Wasserwirtschaftsverwaltung wurden für diese Zwecke die Hochwasserwellen vom Januar 2011 und vom Juni 2013 ausgewählt. Die HW-Welle vom Januar 2011 repräsentiert, von ihrer Entstehung her, eine typische donaubetonte Welle und entspricht etwa einem 10-jährlichen Hochwasser. Die HW-Welle vom Juni 2013 gehört zu den typischen isarbetonten Wellen. Oberstromig der Isarmündung entspricht diese ca. einem 30-jährlichen, unterstromig der Isarmündung (ohne die Berücksichtigung der tatsächlich erfolgten Deichbrüche) etwa einem 70-jährlichen Hochwasser.

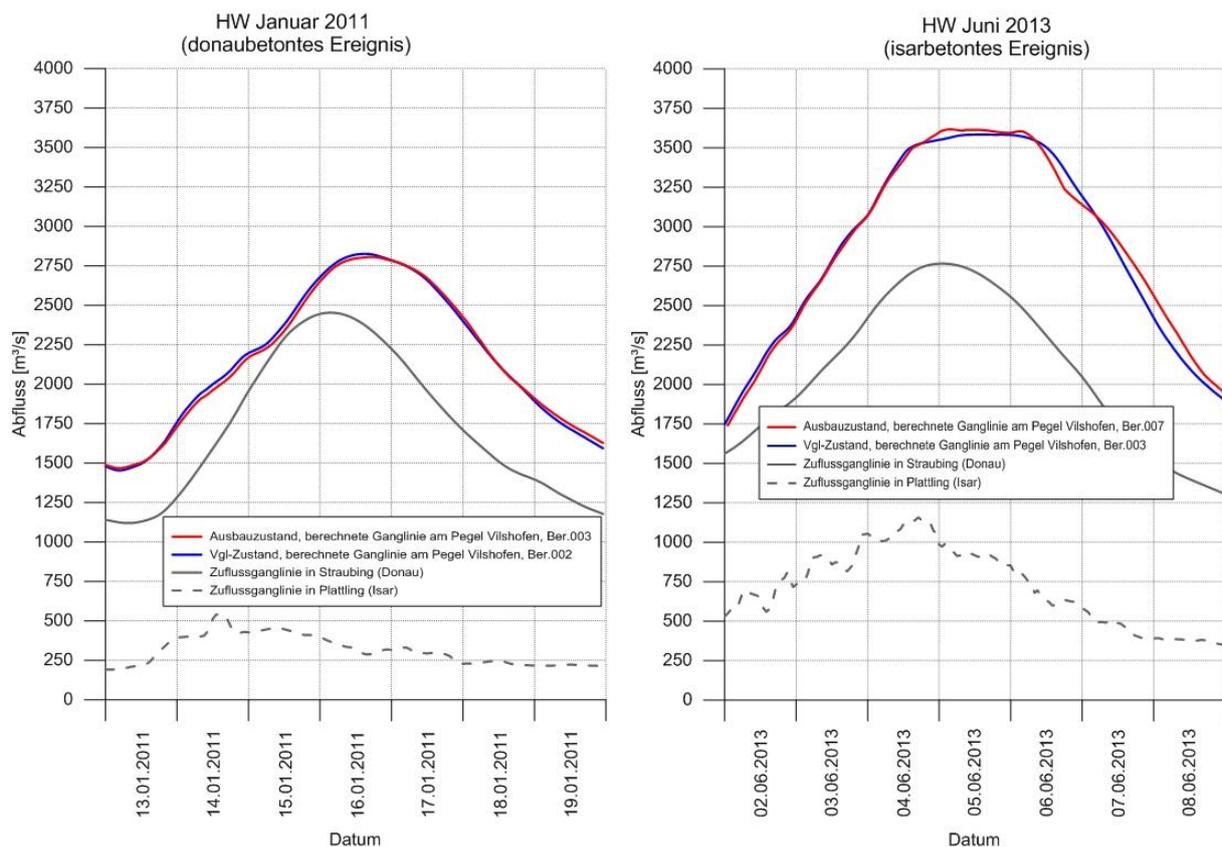


Abbildung 30: abgelaufene HQ100-Wellen, Abflussganglinien am Pegel Vilshofen (Ausbauzustand mit Isarmündung und Vergleichszustand)

Zur Beurteilung der Hochwasserwellen werden analog zu den synthetischen Wellen die max. Abflüsse am jeweiligen Wellenscheitel miteinander verglichen.

Bei der donaubetonten Welle wird der Wellenscheitel am Pegel Vilshofen im Ausbauzustand bezogen auf den Vergleichszustand um ca. 20 m³/s abgesenkt. Das entspricht einer Absenkung um ca. 1 %. Da bei dieser Welle die berechneten Wasserspiegel an den Überlaufstrecken und am Einlaufbauwerk Steinkirchen deutlich unter den Aktivierungswasserspiegeln liegen, wurden im Ausbauzustand keine Rückhalteräume aktiviert.

Bei der isarbetonten Welle wird der Wellenscheitel am Pegel Vilshofen im Ausbauzustand bezogen auf den Vergleichszustand um ca. 30 m³/s angehoben. Das entspricht einer Erhöhung um ca. 1 %.

Die Simulationsergebnisse zeigen, dass es mit Umsetzung des Hochwasserschutzkonzeptes gelingt, die abgelaufenen Hochwasserwellen künftig in sehr ähnlicher Form ablaufen zu lassen und den simulierten Hochwasserwellenscheitel des Hochwasser 2013 auch im künftigen Zustand wirkungsvoll zu kappen. Durch die geplanten Maßnahmen des Ausbauzustandes in der Strecke Straubing–Vilshofen kommt es zu keinen wesentlichen nachteiligen Auswirkungen auf die Unterlieger, insbesondere ist auch bei den simulierten tatsächlich abgelaufenen Hochwasserwellen keine erhebliche Erhöhung der Hochwasserrisiken zu erwarten.

2.7.3 Füll- und Entleerungsvorgänge in den Rückhalteräumen

Der Verlauf der Füllung und Entleerung der Rückhalteräume Fischerdorf/Isar, Isarmünd, Forstern und Gundelau/Auterwörth wurde im Zuge der oben beschriebenen Simulationen von Hochwasserwellen untersucht. In den folgenden Grafiken sind die Wasserstandsganglinien bei Aktivierung dieser Rückhalteräume abgebildet. Die blauen Linien stellen den donauseitigen Wasserspiegel und die rot gestrichelten Linien den binnenseitigen Wasserspiegel im jeweiligen Rückhalteraum dar. Zusätzlich sind die Aktivierungszeitpunkte der Ein- und Auslaufbauwerke ersichtlich.

Bei den Simulationen der Entleerungsvorgänge bei der isarbetonten HQ₁₀₀-Welle auf Basis des Hochwassers von Juni 2013 wurde die zweite – wesentlich kleinere – Hochwasserwelle vom 13.06.2013 nicht mitberücksichtigt.

Bei dem simulierten Entleerungsvorgang ist der Betrieb von Schöpfwerken, welcher einen zusätzlichen wasserstandsennkenden Einfluss hat, auf der sicheren Seite liegend nicht mitberücksichtigt worden. Ebenso wurde weder eine Verdunstung noch eine Infiltration angesetzt. Straßendurchlässe und Siele in den Rückhalteräumen sind nicht mit modelliert worden. Tatsächlich kann also die Entleerung schneller erfolgen als hier dargestellt.

Die folgenden Angaben von Jährlichkeiten beziehen sich immer auf stationäre Prognoseberechnungen des Ausbauzustandes.

Die Überlaufstrecke am Rückhalteraum Fischerdorf/Isar (Do-km 2282,2) wird bei der donau- und isarbetonten HQ₁₀₀-Welle ab einem Wasserspiegel von 314,20 m+NN an der Einlaufstrecke aktiviert (vgl. Abbildung 31 und Abbildung 32). Bezogen auf die Jährlichkeit entspricht das ca. einem 30-jährlichen Hochwasserereignis und entspricht damit in etwa den Verhältnissen im Vergleichszustand.

Die Simulationen ergeben, dass der Rückhalteraum nach rund einem Tag gefüllt ist. Die Entleerung erfolgt zuerst über die Überlaufstrecke und ab einer Wasserspiegeldifferenz von 10 cm über die Auslaufstelle bei Do-km 2282,8. Mit dem fallenden Donauwasserspiegel fällt auch der Wasserspiegel im Rückhalteraum.

Die Entleerung des Rückhalteraumes dauert bei den simulierten Wellen etwa eine Woche. Eine schnellere Entleerung ist aufgrund der Donauwasserstände nicht möglich.

Die Restentleerung, welche im Modell nicht simuliert wurde, erfolgt über die vorhandenen Gräben und Siele im Rückhalteraum.

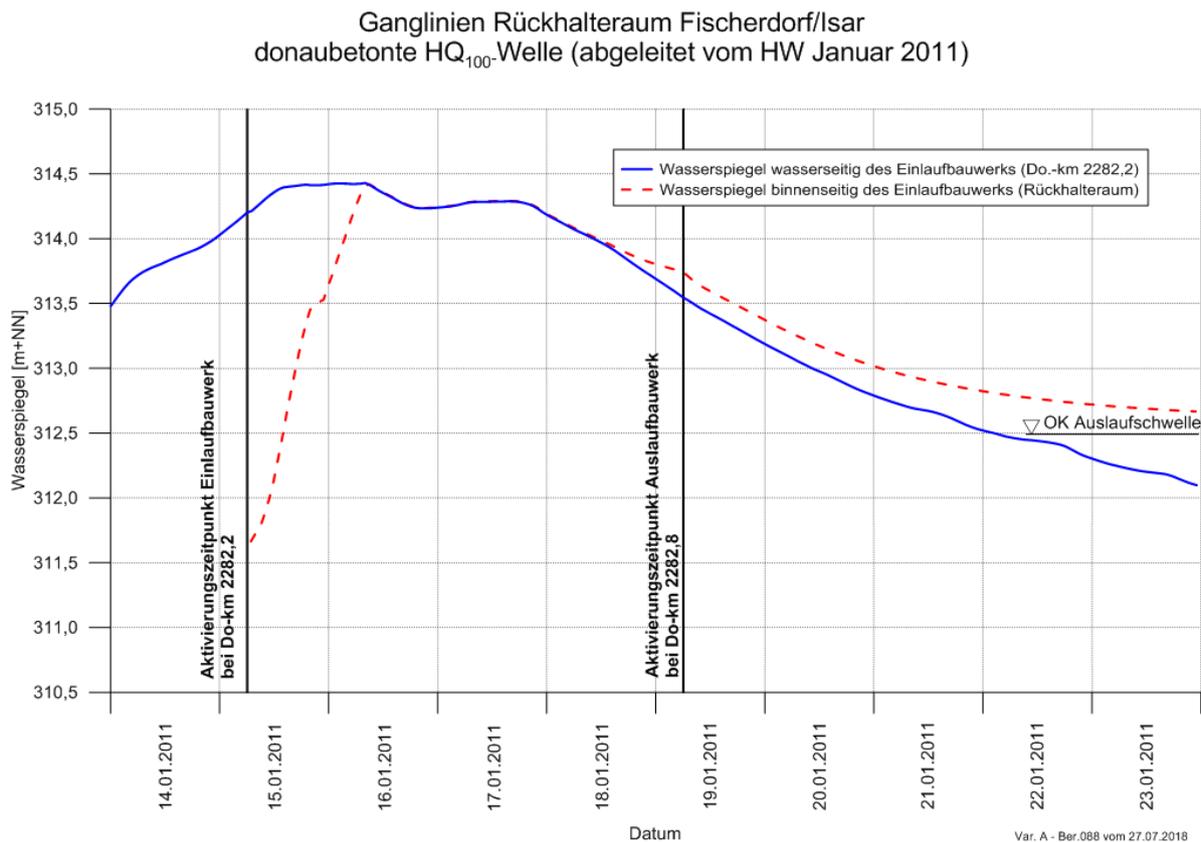


Abbildung 31: Ganglinien Rückhalteraum Fischerdorf/ Isar, donaubetonte HQ₁₀₀-Welle

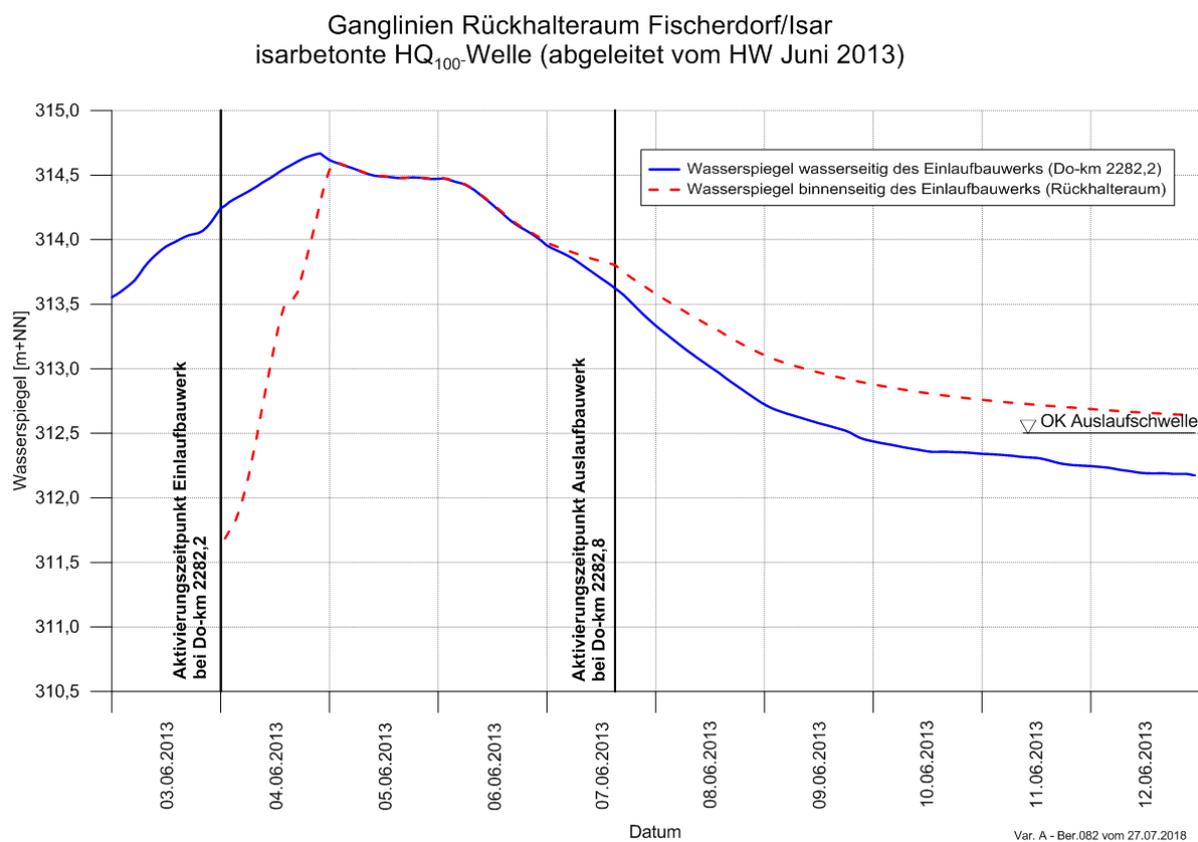


Abbildung 32: Ganglinien Rückhalteraum Fischerdorf/ Isar, isabetonte HQ₁₀₀-Welle

Der Rückhalteraum Isarmünd wird ab einem Wasserspiegel von 313,50 m+NN an dem Einlaufbauwerk (Do-km 2279,4) aktiviert (vgl. Abbildung 33 und Abbildung 34). Bezogen auf die Jährlichkeit entspricht das künftig ca. einem 50-jährlichen Hochwasserereignis. Bezogen auf die Überströmungshäufigkeit erfolgt die Aktivierung später als im Vergleichszustand (ca. 40-jährlich).

Die Simulationen ergeben, dass der Rückhalteraum nach rund anderthalb Tagen gefüllt ist. Die Entleerung erfolgt zuerst über die Überlaufstrecke und dann über die Auslaufstelle am rechten Deich des Stögermühlbachs bei ca. Do-km 2282,8.

Damit die Auslaufstelle erst aktiviert wird, wenn der Flutungsvorgang des Rückhalterumes abgeschlossen ist, muss diese Auslaufstelle abweichend von den übrigen Auslaufstellen bei einer größeren Wasserspiegeldifferenz Rückhalteraum – Vorfluter (20 cm statt 10 cm) im Modell aktiviert werden. Mit dem fallenden Donauwasserspiegel fällt auch der Wasserspiegel im Rückhalteraum.

Die Entleerung des Rückhalterumes dauert bei den simulierten Wellen etwa eine Woche. Eine schnellere Entleerung ist aufgrund der Donauwasserstände nicht möglich. Die Restentleerung, welche im Modell nicht simuliert wurde, erfolgt über die vorhandenen Gräben und Siele im Rückhalteraum.

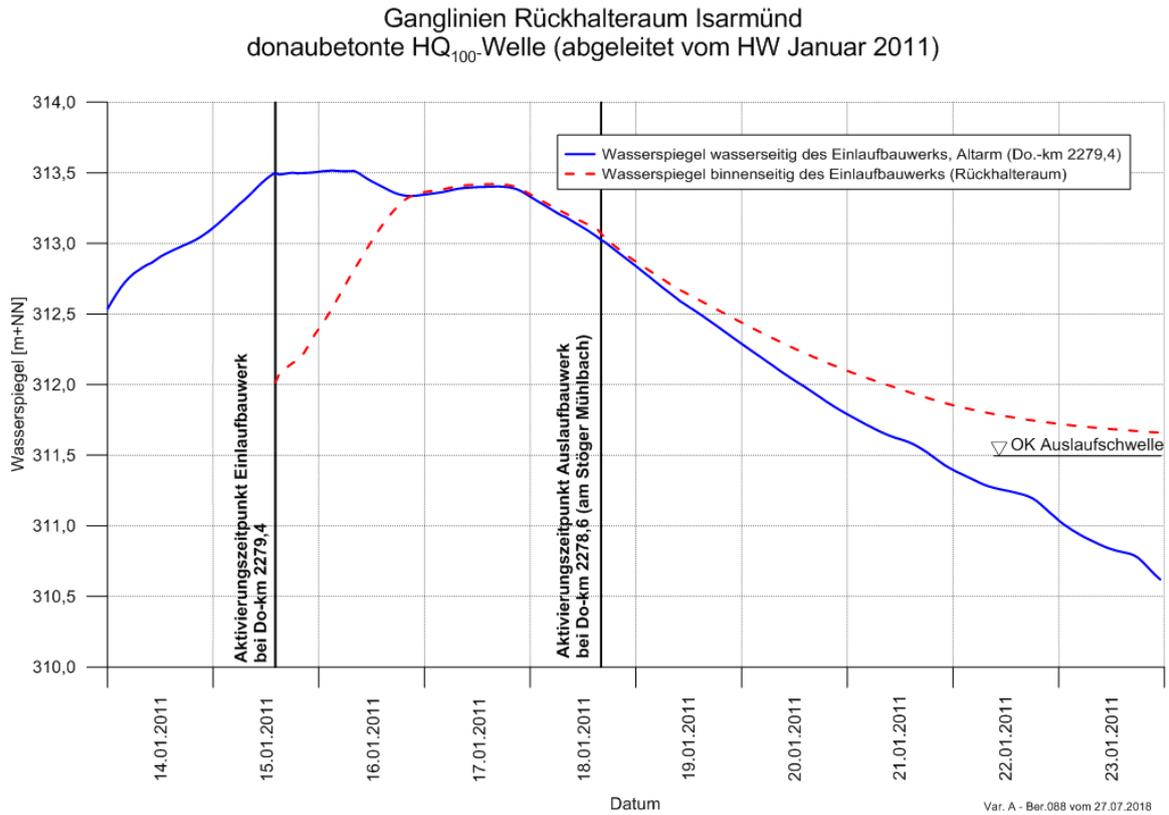


Abbildung 33: Ganglinien Rückhalteraum Isarmünd, donaubetonte HQ₁₀₀-Welle

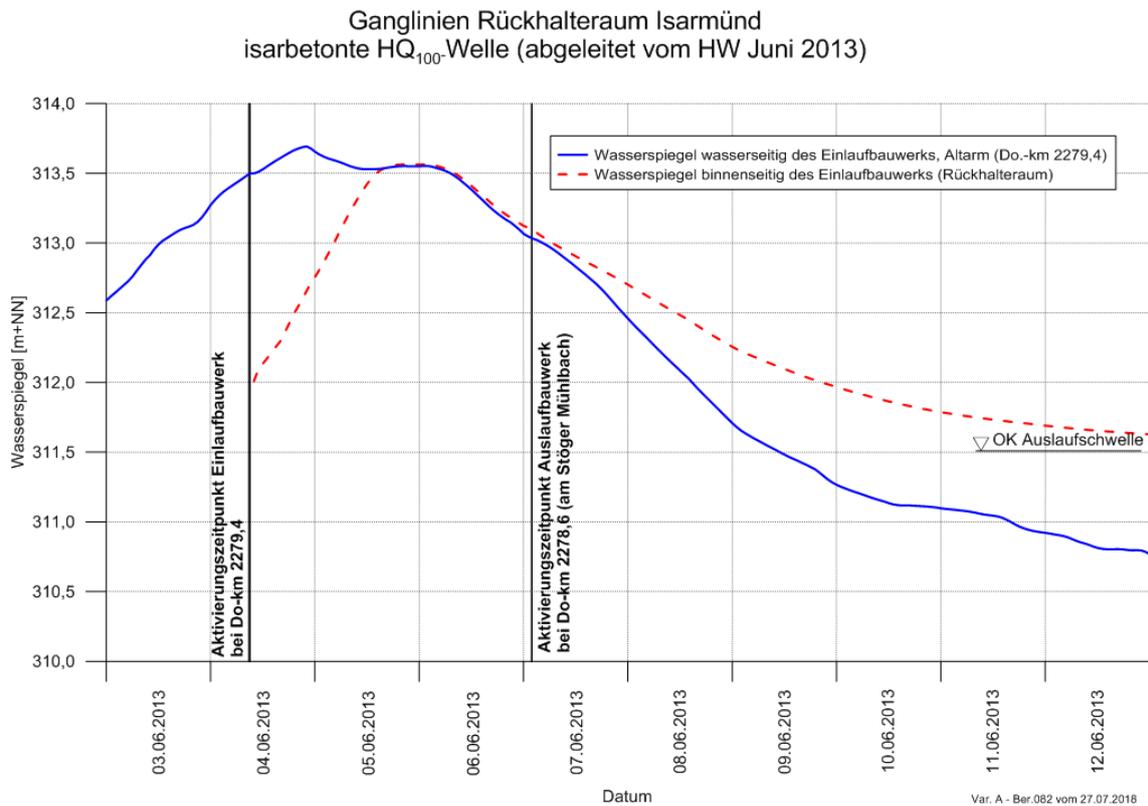


Abbildung 34: Ganglinien Rückhalteraum Isarmünd, isarbetonte HQ₁₀₀-Welle

Die Überlaufstrecke am Rückhalteraum Forstern (Do-km 2277,9) wird bei der donau- und isarbetonten HQ₁₀₀-Welle ab einem Wasserspiegel von 313,20 m+NN an der Einlaufstrecke aktiviert (vgl. Abbildung 35 und Abbildung 36). Bezogen auf die Jährlichkeit entspricht das ca. einem 40-jährlichen Hochwasserereignis und entspricht damit in etwa den Verhältnissen des Vergleichszustandes im Polder Thundorf/Aicha.

Die Simulationen ergeben, dass der Rückhalteraum bei der donaubetonten Welle nach rund zweieinhalb Tagen und bei der isarbetonten Welle nach rund einem Tag gefüllt ist. Die Entleerung erfolgt zuerst über die Überlaufstrecke und ab einer Wasserspiegeldifferenz von 10 cm über die Auslaufstelle bei Do-km 2277,8. Mit dem fallenden Donauwasserspiegel fällt auch der Wasserspiegel im Rückhalteraum.

Die Entleerung des Rückhalterumes dauert bei den simulierten Wellen etwa eine Woche. Eine schnellere Entleerung ist aufgrund der Donauwasserstände nicht möglich.

Die Restentleerung, welche im Modell nicht simuliert wurde, erfolgt über die vorhandenen Gräben und Siele im Rückhalteraum.

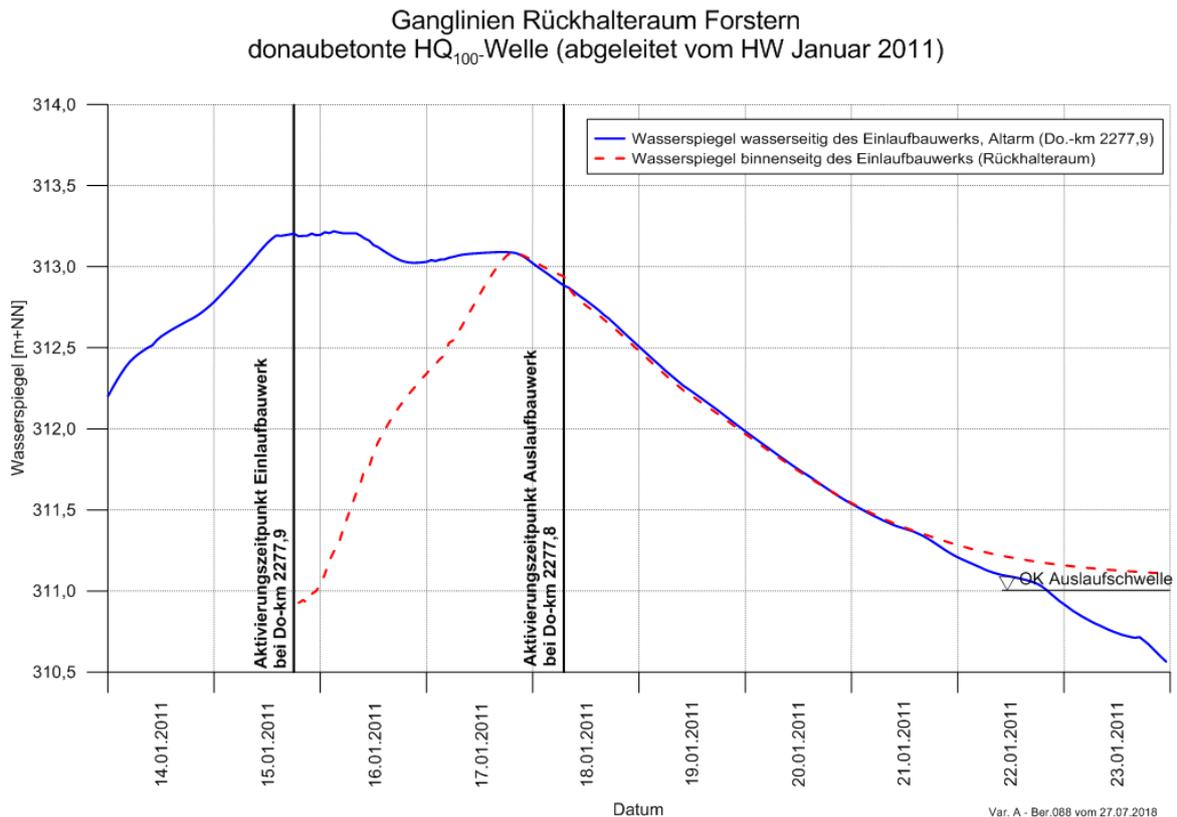


Abbildung 35: Ganglinien Rückhalteraum Forstern, donaubetonte HQ₁₀₀-Welle

Ganglinien Rückhalteraum Forstern
isabetonte HQ₁₀₀-Welle (abgeleitet vom HW Juni 2013)

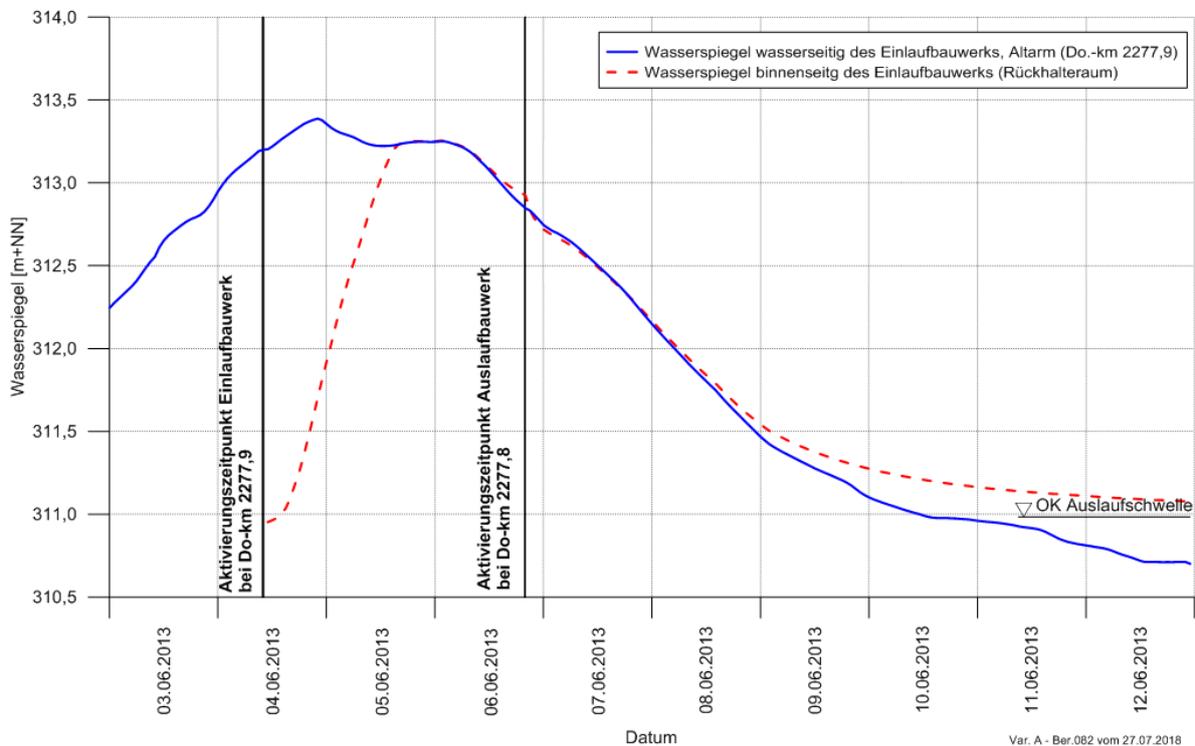


Abbildung 36: Ganglinien Rückhalteraum Forstern, isabetonte HQ₁₀₀-Welle

Die Überlaufstrecke am Rückhalteraum Gundelau/Auterwörth (Do-km 2266,8) wird bei der donau- und isabetonten HQ₁₀₀-Welle ab einem Wasserspiegel von 310,00 m+NN an der Einlaufstrecke aktiviert (vgl. Abbildung 37 und Abbildung 38). Bezogen auf die Jährlichkeit entspricht das künftig ca. einem 40-jährlichen Hochwasserereignis. Bezogen auf die Überströmungshäufigkeit erfolgt die Aktivierung später als im Vergleichszustand (ca. 30-jährlich).

Die Simulationen ergeben, dass der Rückhalteraum bei beiden simulierten Wellen ca. nach rund anderthalb Tagen gefüllt ist. Die Entleerung erfolgt zuerst über die Überlaufstrecke und ab einer Wasserspiegeldifferenz von 10 cm über die Auslaufstelle bei Do-km 2266,6. Mit dem fallenden Donauwasserspiegel fällt auch der Wasserspiegel im Rückhalteraum.

Die Entleerung des Rückhalteraaumes dauert bei den simulierten Wellen etwa eine Woche. Eine schnellere Entleerung ist aufgrund der Donauwasserstände nicht möglich.

Die Restentleerung, welche im Modell nicht simuliert wurde, erfolgt über die vorhandenen Gräben und Siele im Rückhalteraum.

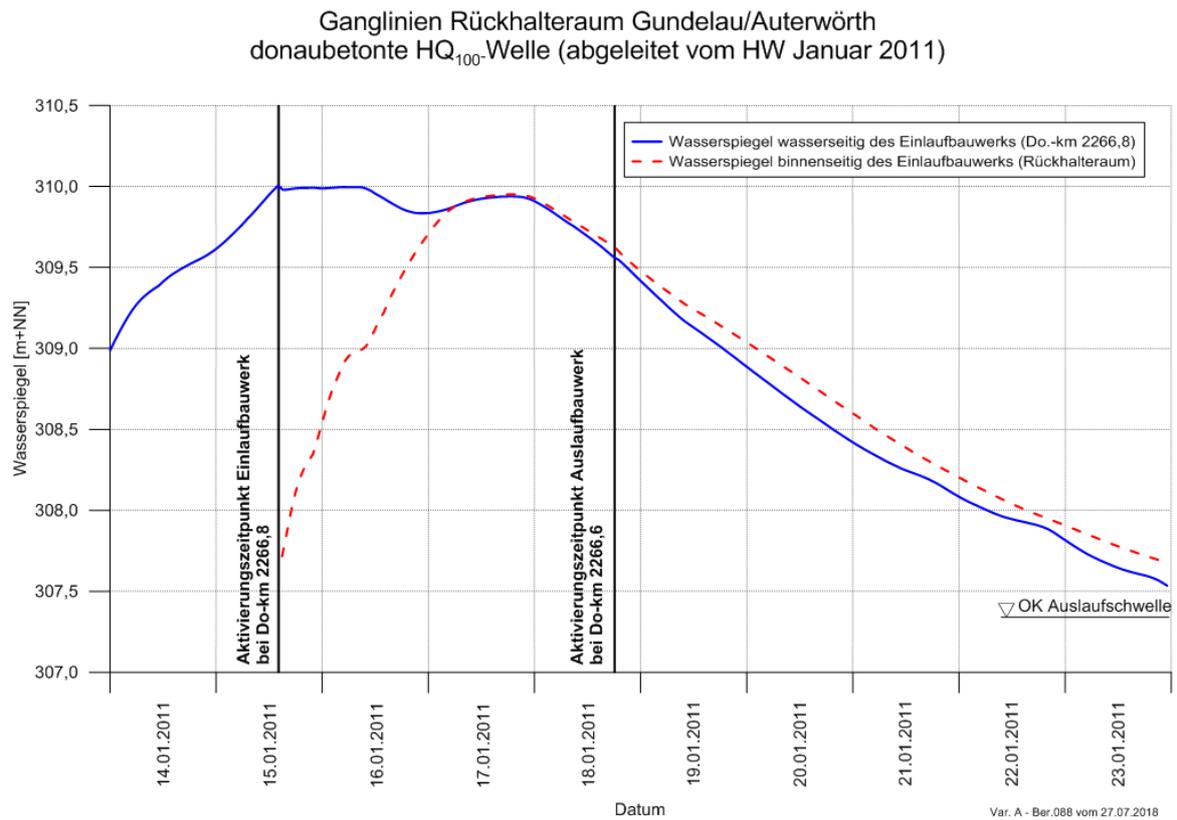


Abbildung 37: Ganglinien Rückhalteraum Gundelau/Auterwörth, donaubetonete HQ₁₀₀-Welle

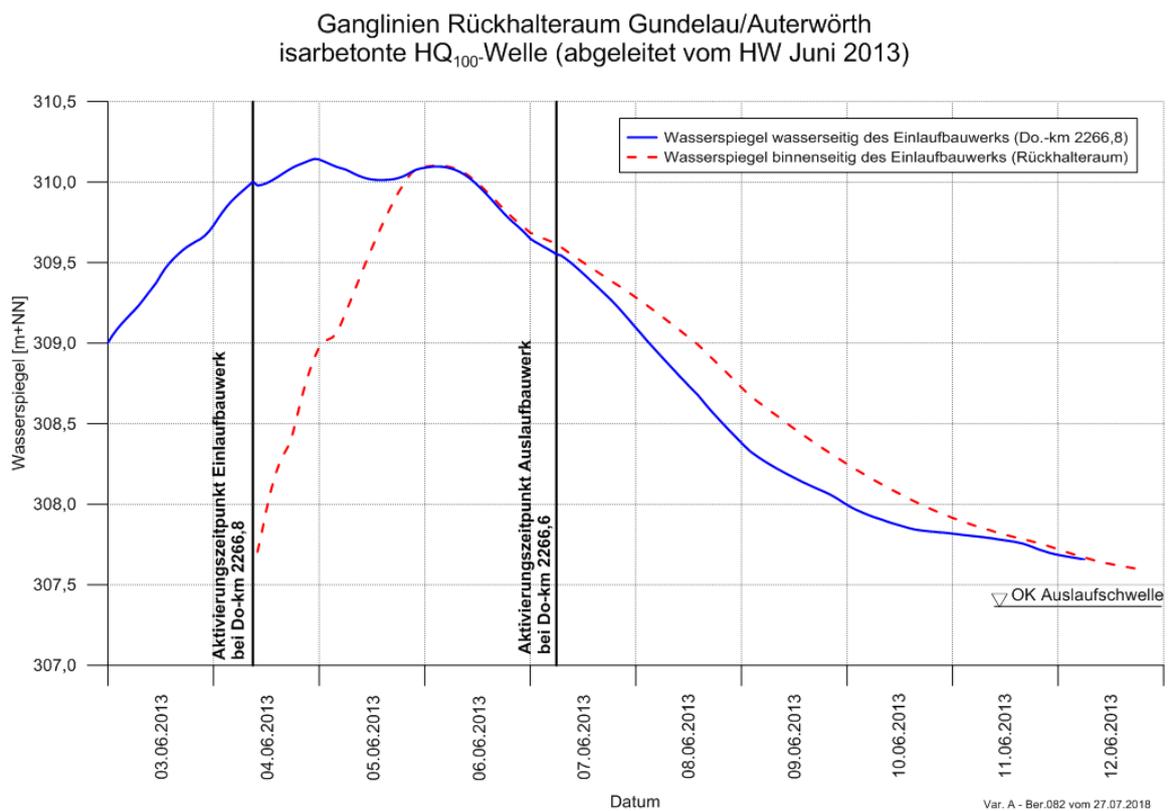


Abbildung 38: Ganglinien Rückhalteraum Gundelau/ Auterwörth, isabetonte HQ₁₀₀-Welle

In der folgenden Tabelle sind die berechneten Wasserstände des Ausbauszustandes an den Pegeln Deggendorf und Hofkirchen zum Zeitpunkt der Aktivierung aufgelistet. Die Flutung geschieht kontrolliert, das heißt wasserstandabhängig und ortsfest.

Ausbauzustand, donaubetonte HQ100-Welle (Ber.088)						
Rückhalteraum	Lage	Simulationszeitpunkt bei Aktivierung	entspricht einem berechneten Wasserstand am Pegel Deggendorf		entspricht einem berechneten Wasserstand am Pegel Hofkirchen	
			[m+NN]	[cm]	[m+NN]	[cm]
Fischerdorf/ Isar	2282,2	15.01.2011 06:00	314,61	761	306,59	699
Isarmünd	2279,4	15.01.2011 14:00	314,85	785	306,84	724
Forstern	2277,9	15.01.2011 18:00	314,88	788	306,88	728
Gundelau/ Auterwörth	2266,8	15.01.2011 14:00	314,85	785	306,84	724

Ausbauzustand, isarbetonte HQ100-Welle (Ber.082)						
Rückhalteraum	Lage	Simulationszeitpunkt bei Aktivierung	entspricht einem berechneten Wasserstand am Pegel Deggendorf		entspricht einem berechneten Wasserstand am Pegel Hofkirchen	
			[m+NN]	[cm]	[m+NN]	[cm]
Fischerdorf/ Isar	2282,2	04.06.2013 00:00	314,54	754	306,54	694
Isarmünd	2279,4	04.06.2013 09:00	314,78	778	306,85	725
Forstern	2277,9	04.06.2013 10:00	314,81	781	306,86	726
Gundelau/ Auterwörth	2266,8	04.06.2013 09:00	314,78	778	306,85	725

Abbildung 39: Bezugswasserspiegel an den Pegeln Deggendorf Hofkirchen im Ausbauzustand zum Zeitpunkt der Aktivierung der Rückhalteräume (Strecke Deggendorf–Vilshofen)

Der Beginn der Flutungen bei den Rückhalteräumen Fischerdorf/Isar, Isarmünd, Forstern und Gundelau/Auterwörth geschieht im Ausbauzustand, bezogen auf die Jährlichkeit, nicht früher als im Vergleichszustand 2010. Da die Hochwasserstände im Ausbauzustand tiefer liegen als im Vergleichszustand, kann die Flutung bei entsprechend niedrigeren Wasserständen beginnen, ohne die Überflutungshäufigkeit zu erhöhen.

Der Flutungsvorgang der Rückhalteräume mit Einlaufbauwerk findet rechnerisch künftig schneller statt. Grund dafür ist, dass im Vergleichszustand davon ausgegangen wird, dass es zu keinem planmäßigen Bauwerksversagen kommt und die Deiche somit nur überströmt werden. Durch die vorgesehenen Flutungsbauwerke werden daher bei den Simulationen des Ausbauzustandes in diesen Rückhalteräumen höhere Wasserspiegellagen erreicht. Diese liegen in etwa in einer Größenordnung, wie sie im Bestand bei einem Deichbruch auftreten könnten. Der maximale Flächenumfang der Überschwemmungsgebiete in den Rückhalteräumen ist in Beilage 3 zu erkennen.

Bei dem Rückhalteraum Winzer (ohne Überlaufstrecke, d.h. ohne kontrollierte Flutung) findet die Überschwemmung tendenziell später als im derzeitigen Zustand statt, da die Hochwasserstände künftig durch z.B. die geplanten Deichrückverlegungen etwas abgesenkt werden.

Erst nach Fertigstellung der Flutmulde und der Deichrückverlegung Isarmünd können die Wasserspiegel bei HQ₁₀₀ auf das Niveau des Bemessungswasserspiegels im Bereich Deggendorf abgesenkt werden (Vgl. Abbildung 10 und Abbildung 11). Die bis dahin höheren Wasserspiegellagen würden im Teilabschnitt 2 zu einer, bezogen auf die Jährlichkeit, früheren Aktivierung des Rückhalteriums Fischerdorf/Isar führen. Daher muss der Aktivierungswasserspiegel die-

ses Rückhalteraus bis zur Fertigstellung der Maßnahmen Isarmünd (Flutmulde und Deichrückverlegung, separates Verfahren) um 15 cm von 314,20 m+NN auf 314,35 m+NN angehoben werden.

3 Grundwasserverhältnisse

Die RMD hat im Rahmen der Variantenunabhängigen Untersuchungen zum Donauausbau im Jahre 2009 ein numerisches Grundwassermodell aufgebaut, das als Werkzeug zur Simulation der Grundwasserströmung bei Niedrig- und Mittelwasser im quartären Aquifer dient. Dieses Modell wurde vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf und vom Bayerischen Landesamt für Umwelt überprüft. Der Modellaufbau und seine Eignung zur Erstellung von Prognosen für die Ausbauvarianten wurden bestätigt.

3.1 Grundwasserverhältnisse bei Niedrigwasser und Mittelwasser

Alle Grundwasseruntersuchungen wurden stationär durchgeführt. Die Ergebnisse beschreiben für bestimmte hydrologische Randbedingungen die Grundwasserverhältnisse im Ist-Zustand und die langfristig zu erwartenden Änderungen durch den Ausbau. Die ausgewerteten Ergebnisse bilden die Grundlage für weitere Auswertungen, unter anderem der naturschutzfachlichen Belange.

Die Grundwasserverhältnisse wurden für die folgenden zwei Abflussszenarien mit dem in der Variantenunabhängige Untersuchungen zum Donauausbau, Anlage I.7 beschriebenen Grundwassermodell untersucht:

- a. MNW: $Q_{Pf} 211 \text{ (m}^3\text{/s)} / Q_{Ho} 324 \text{ (m}^3\text{/s)}$; RNQ_{97}
- b. MW: $Q_{Pf} 463 \text{ (m}^3\text{/s)} / Q_{Ho} 642 \text{ (m}^3\text{/s)}$; $MQ_{1961/1990}$

(Abflussangaben jeweils für die Donauegel **P**felling und **H**ofkirchen)

Weitere Abflussszenarien wurden nicht durchgeführt, da nahezu keine Veränderungen zum Ist-Zustand zu erwarten sind.

Nachfolgend werden die Abflussverhältnisse bei Niedrigwasser mit MNW bzw. RNW abgekürzt und die Abflussverhältnisse bei Mittelwasser mit MW.

3.1.1 Beschreibung des Ist-Zustandes

Für die Definition der Donau- und Isarwasserspiegel wurden die berechneten Wasserspiegel-lagen der BAW des Ist-Zustandes (Stand 01.06.2018) verwendet. Die Wasserspiegel der sonstigen Vorfluter wurden entsprechend angepasst.

Im nachfolgenden Text werden die Grundwasserverhältnisse unterstromig der Isarmündung für den Ist-Zustand polderweise beschrieben.

3.1.1.1 Polder Niederalteich/Hengersberg

Die Aquiferbasis wird überwiegend von tertiären Schichten gebildet. Am nördlichen Modellrand, nordwestlich von Seebach wird das Aquifer von Fels und Felszersatz, den Ausläufern der Böhmisches Masse, begrenzt. Im Ortsbereich von Niederalteich werden die tertiären Schichten der Aquiferbasis immer wieder von hoch anstehendem Fels bzw. Felszersatz (Granit), durchbrochen. Die Aquifermächtigkeit schwankt zwischen 0 und 8 m.

Die von Norden ankommende Grundwasserströmung wird bei Mittelwasser im oberen Bereich zum Teil vom zur Donau parallel verlaufenden Deggenauer Graben aufgenommen. Im unteren Polderbereich ist die Grundwasserströmung nach Südosten ausgerichtet, der Grundwasservorfluter ist hier die Hengersberger Ohe.

Bei Niedrigwasser verliert der Deggenauer Graben für die vom Norden ankommende Grundwasserströmung an Bedeutung. Der Graben wird größtenteils unterströmt, das Grundwasser fließt der Donau zu. Im unteren Polderbereich ist, mit der Hengersberger Ohe als Vorfluter, die Strömungssituation wie bei mittleren Verhältnissen.

Im Ortsbereich von Niederalteich liegen aufgrund der langjährigen Besiedelung (Gräben, verfüllte Gräben, Vorlandauffüllung) und des ehemaligen Mündungsdeltas der Hengersberger Ohe sehr inhomogene Untergrundverhältnisse vor.

Bei Niedrigwasser und Mittelwasser fließt das Grundwasser direkt der Hengersberger Ohe zu. Bei steigendem Donauwasserspiegel wird das Grundwasser vom Niederalteicher Graben und der anschließend verlaufenden Verrohrung aufgenommen und dem Schöpfwerk Niederalteich, das an der Hengersberger Ohe situiert ist, zugeleitet. Bei Hochwasser wird vom Niederalteicher Graben zusätzlich das binnenseitig bei Do-km 2276 austretende Qualmwasser abgeführt.

Nahezu im ganzen Modellbereich wurden bei Mittel- und Niedrigwasser gespannte Grundwasserverhältnisse festgestellt. Nur nordöstlich von Niederalteich bis zum Mündungsbereich des Augrabens in die Hengersberger Ohe liegen keine gespannten Verhältnisse⁸ vor. Die für den Ist-Zustand ermittelten Bereiche mit gespannten Grundwasserverhältnissen für MNW und MW sind in Anlage I.7 der Variantenunabhängigen Untersuchung dargestellt.

3.1.1.2 Polder Gundelau/Auterwörth

Die tektonische Störung - Donaurandbruch - quert das Poldergebiet in südöstlicher Richtung.

Dieser Störung folgend bilden Gneis und gering durchlässiger Gneiszersatz die Aquiferbasis. Im restlichen Teil des Untersuchungsgebietes wird die Aquiferbasis von gering durchlässigen tertiären Schluffen und Tonen gebildet. Die Aquifermächtigkeit wurde in weiten Teilen des Untersuchungsgebietes mit 4 - 5 m festgestellt. Im Bereich der Deichachse von Do-km 2271,5 bis 2272,9 wurde vom Wasserwirtschaftsamt im Jahre 1979 eine bis in das Tertiär reichende

⁸ Der Begriff gespanntes Grundwasser wird gemäß DIN 4044 definiert, als Wasser eines Grundwasserkörpers, dessen Grundwasser Oberfläche unter der Grundwasserdruckfläche liegt.

Schmalwanddichtung eingebaut, welche die Grundwasserströmung beeinflusst und im Sofortprogramm HW 2013 durch eine tiefe Spundwand erneuert wurde. Der Grundwasservorfluter bei Niedrig- und Mittelwasser ist in weiten Teilen des Polders die Hengersberger Ohe. Das aus der Donau austretende Uferfiltrat fließt mit dem neugebildeten Grundwasser direkt der Hengersberger Ohe, bzw. im Bereich der Mühlhamer Schleife der Donau zu.

Bei Mittelwasser wurden fast im gesamten Untersuchungsgebiet gespannte Grundwasserverhältnisse festgestellt.

3.1.1.3 Polder Mühlau mit Hofkirchen

Die Aquiferbasis wird in weiten Teilen des Gebietes von gering durchlässigen tertiären Schichten, im Bereich von Hofkirchen und am östlichen Polderrand von Grundgebirge gebildet. An manchen Stellen wurde Kalkstein (Jura) angetroffen. Die Aquifermächtigkeit schwankt zwischen 0 m in Bereichen mit hoch anstehendem Kristallin und 8 m im Bereich der Mühlauer Schleife. Hier wurden direkt unter den quartären Kiesen tertiäre Kiese erbohrt (Ortenburger Schotter). Auf Grund ihrer Höhenlage stehen diese Schichten im hydraulischen Kontakt zur Donau. Bei niedrigen Donauwasserständen werden sie über die Donau entwässert, bei Hochwasser vom Donauwasser gespeist.

Der Grundwasservorfluter ist die Donau. Im nördlichen Bereich des Polders Mühlau wird vor allem bei höheren Donauwasserständen die Grundwasserströmung von der Donau zusätzlich gespeist, am unteren Ende fließt das Wasser der Donau wieder zu. Bei Niedrigwasser liegt in weiten Teilen des Untersuchungsgebietes Strömung mit freier Oberfläche vor, bei höheren Abflüssen herrschen fast im gesamten Polder Mühlau gespannte Verhältnisse.

Die wenig durchlässigen Aquiferschichten im Ortsbereich von Hofkirchen bewirken, dass das neugebildete Grundwasser nur sehr langsam abfließen kann. Der westliche Ortsbereich entwässert direkt zur Donau, der östliche über den Fischerwiesengraben zur Kleinen Ohe.

3.1.1.4 Polder Isarmünd

Die Aquiferbasis wird in weiten Teilen des Untersuchungsgebietes von gering durchlässigen tertiären Schichten gebildet. Nördlich des durch den Polder verlaufenden Donaurandbruches wurde als Basis Fels (Granit, Gneis) bzw. Felsersatz erbohrt. Durch den sehr hoch anstehenden Fels bzw. sehr dichten Felsersatz wird die Grundwasserströmung maßgeblich beeinflusst. Die Aquifermächtigkeit schwankt zwischen 0 und 10 m.

Der von Süden ankommende Grundwasserstrom wird größtenteils vom Stöger Mühlbach aufgenommen. Auch nördlich des Stöger Mühlbaches wird das von Nordwesten, aus der Isar und ihren begleitenden Auegewässern exfiltrierte Wasser teilweise vom Stöger Mühlbach aufgenommen. Der überwiegende Teil fließt nordöstlich Richtung Donau und wird hier von den im rechten Donauvorland verlaufenden Altwasserrinnen aufgenommen. Diese Rinnen haben durch ihr gegenüber der Donau geringeres Gefälle einen entscheidenden Einfluss auf die Grundwasserströmung. Sie nehmen nicht nur das aus südwestlicher Richtung anströmende

Grundwasser auf sondern sind auch gleichzeitig der Hauptvorfluter für das aus der Donau exfiltrierende Drängewasser.

Gespannte Grundwasserverhältnisse wurden im Untersuchungsgebiet sowohl bei MW als auch bei MNW entlang der Isar und bei MW entlang der Donau vorgefunden. Bei NW liegen zwischen Isarmünd und Stögermühlbach keine gespannten Verhältnisse vor.

3.1.1.5 Polder Thundorf/Aicha mit Haardorf

Die Aquiferbasis wird in weiten Teilen von gering durchlässigen tertiären Schichten gebildet. Parallel zur Donau, im Abstand von ca. 600 m, verläuft als Störungszone der Donaurandbruch. Hier wird die Basis von Fels (Granit, Gneis) bzw. Felszersatz gebildet. Durch den sehr hoch anstehenden Fels bei Do-km 2278,5 (Bruch) bzw. gering durchlässigen Felszersatz wird die Grundwasserströmung lokal maßgeblich beeinflusst.

Die Aquifermächtigkeit schwankt zwischen 0 und 10 m.

Die im Donauvorland im Bereich vom Staatshaufen verlaufende Altwasserrinne nimmt den größten Teil des von Süden ankommenden Grundwasserstromes sowie die von Westen ankommende Strömung und das aus der Donau exfiltrierende Wasser auf. Diese Rinne, mit der Mündung bei Do-km 2277, hat durch ihr gegenüber der Donau geringeres Gefälle einen entscheidenden Einfluss auf die Grundwasserströmung im Bereich vom Staatshaufen.

Die von Westen ankommende Strömung wird bei Thundorf von dem hoch anstehenden Felsrücken abgelenkt und verläuft nach unterstrom bei Aicha in die Donau.

Gespannte Grundwasserverhältnisse wurden im Untersuchungsgebiet sowohl bei MW als auch bei MNW entlang der Isar und der Donau vorgefunden.

3.1.1.6 Polder Ruckasing/Endlau

Die Aquiferbasis wird überwiegend von gering durchlässigen tertiären Schichten gebildet. Im Bereich des „hydraulischen Fensters“ zum Ortenburger Schotter bei Langkünzing (Do-km 2260) ist die Trennschicht zwischen den quartären und tertiären Grundwasserhorizonten nicht vorhanden. In diesem Bereich werden die quartären Schichten zusätzlich aus dem Tertiär gespeist.

Die Mächtigkeit der quartären Kiese ist im Untersuchungsgebiet ausgeglichen und beträgt über weite Teile 5 bis 6 m.

Das ankommende Grundwasser fließt der Donau zu.

Die Grundwasserfließrichtung in der holozänen Talaue wird maßgebend durch die im Laufe der Jahrtausende überprägten Auenterrassen mit ihren durchlässigen Gleitufeln und gering durchlässigen, mit Auesedimenten verfüllten Prallufeln beeinflusst.

Der Großteil der Entwässerungsgräben besitzt nur einen geringen Einfluss auf das Grundwasser. Maßgebend am Grundwassergeschehen beteiligt sind der Herzogbach, die Alte Donau und der Herzogbach-Angerbach-Ableiter.

Bei mittleren und höheren Abflussverhältnissen nimmt die Bedeutung der Entwässerungsgräben zu.

Bei Mittelwasser wurden fast im gesamten Untersuchungsgebiet gespannte Grundwasserverhältnisse festgestellt.

3.1.1.7 Polder Künzing mit Pleinting

Die Aquiferbasis wird überwiegend von gering durchlässigen tertiären Schichten gebildet. Im Bereich Pleinting und östlich davon bildet die Aquiferbasis das Grundgebirge. An manchen Stellen wurden Reste von Jurakalk vorgefunden.

Die Mächtigkeit der quartären Kiese beträgt südlich von Langkünzing 3 - 4 m. Im äußersten Südosten nimmt die Mächtigkeit mit ansteigendem Kristallin auf 2 m ab.

Bei Mittelwasser und Niedrigwasser wird teilweise das von Süden ankommende Grundwasser vom Angerbach bzw. Herzogbach-Angerbach-Ableiter aufgenommen. Der restliche Grundwasserstrom, dreht nach Nordost und fließt direkt der Donau zu.

Mit beginnender Talverengung in Pleinting strömt das Grundwasser mit immer steileren Gradienten direkt der Donau zu.

Bei Mittelwasser wurden fast im gesamten Untersuchungsgebiet gespannte Grundwasserverhältnisse festgestellt.

3.1.2 Ausbaubedingte Veränderungen

3.1.2.1 Veränderung der Donauwasserstände

Die Grundwasserströmung in der Talaue wird durch die Vorflutsituation maßgeblich bestimmt. Da der wichtigste Vorfluter in der Talaue die Donau ist, werden die Veränderungen der Donauwasserstände als wesentliche Randbedingung der Grundwasserströmung detailliert beschrieben.

Niedrigwasserzustände

Bei RNW_{97} (= ca. MNW) zwischen der Isarmündung und Vilshofen werden die Donauwasserstände in einer Spanne von - 0,05 m und + 0,15 m verändert (vgl. Kap 2.5.1).

Mittelwasser

Bei MW_{97} werden die Donauwasserstände zwischen der Isarmündung und Vilshofen von - 0,05 m bis 0,20 m angehoben (vgl. Kap 2.5.1).

3.1.2.2 Veränderungen der Grundwasserverhältnisse

Im Ausbauzustand werden die Grundwasserverhältnisse ausschließlich durch die Donau- und Isarwasserstände bestimmt. Die sonstigen Vorfluter bleiben gegenüber dem Ist-Zustand unverändert. Für die Definition der Donau- und Isarwasserspiegel wurden die Ergebnisse der von der BAW durchgeführten Berechnungen mit der Modellversion v.52 v.9 (Stand 07.06.2018) verwendet.

Im Ausbauzustand sind die grundwasserrelevanten LBP-Maßnahmen, die Auefließgewässer in den Vorländern der Mühlhamer und der Mühlauer Schleife, mit modelliert worden. Ebenso wurden die konstruktiv bis in die grundwasserundurchlässigen Schichten reichenden Dichtwände, z.B. bei Gewässerquerungen, in den Poldern Thundorf/Aicha, Ruckasing/Endlau und Künzing berücksichtigt. Veränderungen im Binnenentwässerungssystem wie z. B. die abschnittsweise Umlegung des Grabens Aicha1 im Polder Thundorf/Aicha hinter die neue Deichlinie wurden ebenfalls ins Modell mit einbezogen.

Die Berechnungsergebnisse für MNW und MW sind in Form von Grundwasserhöhengleichungen in den Beilagen 45 und 46 gemeinsam mit den prognostizierten Ergebnissen für den Ausbau dargestellt. In den gleichen Plänen sind flächig auch die Veränderungen der Grundwasserdruckhöhen zum Ist-Zustand gekennzeichnet. Aus den hydrogeologischen Querschnitten am Do-km 2277,40 und 2261,90 sind die jeweilige geologische Situation und der Verlauf der Grundwasserdruckhöhen im Ist- und Ausbauzustand ersichtlich (Beilagen 47 und 48)

Signifikante Veränderungen der Grundwasserdruckhöhen bei MW und MNW treten ausschließlich im Vorlandbereich der Donau auf.

Bei MNW liegen die Veränderungen der Grundwasserdruckhöhen deutlich unter 20 cm. Nur hinter dem geplanten Parallelwerk an der Isarmündung kommt es unmittelbar am rechten Donauufer auf einer Länge von ca. 560 m zu einer Anhebung von maximal 25 cm bei MNW. Diese wird aber bereits nach ca. 100 m abgebaut. Auch im Bereich des Auefließgewässers im Vorland der Mühlauer Schleife kommt es im unmittelbaren Gewässerbereich lokal stark begrenzt zu einer Absenkung von rund 20 cm bei MNW.

Bei MW liegen die Veränderungen durchwegs unter 20 cm.

3.2 Grundwasserverhältnisse bei Hochwasser

Grundsätzlich wird der Schutzgrad des bestehenden Hochwasserschutzsystems von ca. HQ₃₀ auf HQ₁₀₀ erhöht und damit der Hochwasserschutz für die binnenseitigen Flächen hinter den Deichen deutlich verbessert. Gleichwohl können bei Hochwasserereignissen die binnenseitigen Grundwasserverhältnisse in Bereichen mit größeren Deichrückverlegungen und geänderter Binnenentwässerung begrenzt auf die Dauer der hohen Wasserstände verändert werden.

Im gegenständlichen Planungsabschnitt wurden im Bereich der Ortschaften technische Maßnahmen zum Schutz vor erhöhten Grundwasserdrücken geprüft, um Schäden an Gebäuden zu verhindern. Im Ergebnis sind im Bereich der Ortschaften Thundorf und Aicha bereichsweise Deichinnendichtungen mit Einbindung bis in das Tertiär (Grundwasserstauer, dichte undurchlässige Schicht) vorgesehen (Vgl. Beilage 1, Kap II.2.4). Im Polder Ruckasing/Endlau wird der

Bereich der Hofstelle „Berndel“ mit einer Deichinnendichtung bis ins Tertiär geschützt (Vgl. Beilage 1, Kap. II.2.6). Für die Hofstellen Kasten und Ottach werden am landseitigen Deichfuß Binnenentwässerungsgräben vorgesehen, die an den Grundwasserleiter angeschlossen werden (Vgl. Beilage 1, Kap. II.2.6). Im Polder Künzing wird für den Bereich der Bebauung in Lenau oberstrom der Gebäude ein landseitiger Binnenentwässerungsgraben mit Anbindung an den Grundwasserleiter angeordnet. (Vgl. Beilage 1, Kap. II.2.7).

Mit diesen Maßnahmen gelingt es, die Grundwasserdrücke im Bereich der bebauten Gebiete auf das Niveau der Grundwasserverhältnisse des Ist-Zustandes abzusenken.

3.3 Bewässerungsbrunnen und Wasserversorgungsanlagen

Signifikante Veränderungen der Grundwasserdruckhöhen bei MW und MNW treten ausschließlich im Vorlandbereich der Donau auf. Binnenseitig nehmen sie rasch ab und haben deshalb keine Auswirkungen auf Bewässerungsbrunnen und Einzelwasserversorgungsanlagen.

4 Bodenwasser

In den Untersuchungen zum Bodenwasserhaushalt im Rahmen der Variantenunabhängigen Untersuchungen wurden die Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen bei Variante A auf die Bodenwasserdynamik abgeschätzt. Hierzu wurde insbesondere das Zusammenwirken von Bodenwasserdynamik und Grundwasserdynamik als Funktion des periodisch wechselnden Flusswasserstandes beurteilt.

In der Variantenunabhängigen Untersuchung zum Donauausbau (Anlage II.11) sind diese Untersuchungen zusammengefasst.

Die Modellergebnisse veranschaulichen die komplexen Zusammenhänge zwischen Bodeneigenschaften (Bodenaufbau, bodenhydraulische Parameter), Randbedingungen (Niederschlag/Verdunstung, Grundwasserdruck) und Einfluss der Vegetation (Wurzelverteilung, pot. Transpiration).

In der Modellierung zeigt sich, dass die grundsätzliche Dynamik im Bodenwasserhaushalt praktisch unverändert bleibt.

5 Hydrologische Bemessung der Schöpfwerke, Siele und Düker

5.1 Vorbemerkung

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens zum Ausbau der Bundeswasserstraße Donau sowie der Verbesserung des Hochwasserschutzes zwischen Straubing und Vilshofen werden im Teilabschnitt 2 zwischen Deggendorf und Vilshofen vier Schöpfwerke und eine Schöpfstelle neu dimensioniert und geplant. Ebenso werden in diesem Teilbereich acht Sielbauwerke und eine Dükerleitung neu berechnet und geplant, wovon vier Sielleitungen in Schöpfwerken integriert sind. Vorliegender Bericht stellt die hydrologischen Grundlagen zur Bemessung der Schöpfwerke und Siele bzw. Düker zusammen.

Nachfolgend werden die Bemessung der Schöpfwerke und die Bemessung der Siele und Düker näher beschrieben. Nach einer Übersicht der Bauwerke werden zunächst die methodischen Vorgehensweisen erläutert, anhand derer die Bemessungen jeder Anlage vorgenommen worden sind. Nachstehend sind die Daten und Ergebnisse aller Schöpfwerke in Anlage 1 und aller Sielleitungen bzw. der Dükerleitung in Anlage 2 dieser Beilage zusammengestellt.

Die Methodik, die verwendeten Ansätze und auch die ermittelten Ergebnisse sind mit dem WWA Deggendorf abgestimmt.

5.2 Bemessung der Schöpfwerke

5.2.1 Übersicht der zu bemessenden Schöpfwerke

In Abbildung 40 findet sich eine Übersicht der bemessenen Schöpfwerke bzw. Schöpfstellen aufgeteilt nach Poldergebieten.

Polder	Schöpfwerk
Polder Mühlau	Mühlau
Polder Ruckasing/Endlau	Endlau
Polder Künzing	Künzing
	Lenau (Schöpfstelle)
Polder Haardorf	Haardorf

Abbildung 40: Übersicht der zu bemessenden Schöpfwerke

5.2.2 Methodik

5.2.2.1 Bestimmung des Einzugsgebiets

Das Einzugsgebiet eines jeden Schöpfwerks wurde mit Hilfe des Digitalen Geländemodells DGM1 (Gitterweite 1 m) der Bayerischen Vermessungsverwaltung unter Berücksichtigung der geplanten Deichtrassen des Hochwasserschutzes bestimmt. Daraus ergab sich die resultierende Gebietsfläche, die in die Dimensionierung des Schöpfwerks eingeht. Ein Lageplan der Einzugsgebiete der bemessenen Schöpfwerke findet sich in der Beilage 49.

5.2.2.2 Definition der Lastfälle

Nach Vorgabe der Wasserwirtschaftsverwaltung werden die Schöpfwerke in der Regel auf ein insgesamt hundertjährliches Ereignis bemessen. Für die hydrologische Bemessung müssen daher die Kombinationen aus Donauwasserstand und Binnenzufluss ermittelt werden, die insgesamt eine Jährlichkeit von 100 haben. Da das Binnenereignis und der Donauwasserstand voneinander stochastisch unabhängig sind, ist es ausreichend, wenn das Produkt der Jährlichkeiten 100 beträgt. In der Regel werden die Lastfälle Donauhochwasser und binnenseitiger Starkregen unterschieden. Bei Bedarf werden auch noch Zwischenlastfälle untersucht.

Lastfall I: Donauhochwasser

Wasserstand in der Donau: HW_{100}

Zufluss von der Binnenseite: HQ_1

Lastfall II: binnenseitiger Starkregen

Wasserstand in der Donau: HW_1

Zufluss von der Binnenseite: HQ_{100} (in Abhängigkeit der Tage mit freier Vorflut)

Der Zufluss zum Schöpfwerk entspricht der Summe des Gebietsabflusses aus dem Starkregenereignis und des Drängewasseranfalls. Bemessungsrelevant ist derjenige Lastfall, bei dem sich der größte Gesamtzufluss einstellt.

Das Schöpfwerk muss den binnenseitigen Zufluss nur pumpen, wenn keine freie Vorflut in die Donau vorhanden ist. Das für einen hundertjährigen Schutzgrad maßgebende Regenereignis im Lastfall II hängt daher von der Anzahl der Tage im Jahr mit freier bzw. behinderter Vorflut ab.

Das Siel zur Donau wird ab einem Donauwasserspiegel geschlossen, der dem zulässigen Binnenwasserspiegel des Schöpfwerks abzüglich einer zusätzlichen Verlusthöhe von ca.

10 cm entspricht. Bis zu diesem Zeitpunkt kann auch ein Starkregenabfluss in freier Vorflut durch das Siel frei abfließen.

Anhand von Dauerlinien und den langjährigen Erfahrungswerten der Wasserwirtschaftsverwaltung wird die Anzahl der Tage ermittelt, an denen die freie Vorflut behindert ist und ein Einsatz der Pumpensätze erforderlich ist.

Die für einen hundertjährigen Schutzgrad maßgebende Jährlichkeit eines binnenseitigen Regenereignisses lässt sich vereinfacht durch den folgenden Ansatz abschätzen (bestätigt durch das LfU mit Schreiben vom 09.03.2005).

$$T_r = \frac{T_s \cdot t}{T_{HW} \cdot 365} \quad [a]$$

- T_r Jährlichkeit für das zu ermittelnde Binnenniederschlagsereignis
 T_s Jährlichkeit des gewünschten Schutzgrades im eingedeichten Gebiet
 T_{HW} Jährlichkeit des kleinsten Hochwassers, das die Vorflut verhindert
 t max. Anzahl der Tage mit Überschreitung der freien Vorflut

Da ein Schöpfwerk nicht nur bei einem seltenen Donauhochwasser mit der Jährlichkeit T_{HW} , sondern im Mittel an mehreren Tagen im Jahr eingesetzt wird, wird T_{HW} zu 1 gesetzt (jährlicher Einsatz der Pumpensätze), für den hundertjährigen Schutzgrad wird zudem $T_s = 100$. Die Dauer t entspricht der Anzahl an Tagen im Jahr, an denen gepumpt werden muss (entsprechend der Dauerlinie).

5.2.2.3 Bestimmung des binnenseitigen Zuflusses (Starkregen)

Der binnenseitige Zufluss durch das Starkregenereignis wird anhand von zwei Ansätzen ermittelt. Bei einem der Ansätze liefert KOSTRA⁹ eine Niederschlagsspende r_N , die zusammen mit dem Abflussbeiwert ψ und der Einzugsgebietsgröße A_E den binnenseitigen Abfluss ergibt. Hier errechnen sich tendenziell zu hohe Abflüsse, da die Retentionswirkung in den Zulaufgräben und -rohren nicht berücksichtigt wird. Im zweiten Rechenansatz werden die Abflüsse anhand von Abflussspenden, die sich als Erfahrungswerte im Bereich Deggendorf ergeben ha-

⁹ KOSTRA – Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen KOSTRA-DWD 2010R Version 3.2.2, Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH (Hannover), auf Datenbasis des Deutschen Wetterdienstes.

ben, ermittelt. Auf der sicheren Seite liegend wird für den binnenseitigen Zufluss das arithmetische Mittel aus den Werten beider Rechenmethoden gebildet. Nachfolgend werden beide Ansätze detailliert vorgestellt.

Ansatz nach KOSTRA

Niederschlag

Aus der maximalen Fließlänge L im Einzugsgebiet zum Schöpfwerk und der mittleren Fließgeschwindigkeit v_f ergibt sich die sog. Konzentrationszeit t_k . Diese führt zur maßgebenden Regendauer, die für die Bemessung angesetzt wird. Je nach Gelände werden die in Abbildung 41 aufgeführten mittleren Fließgeschwindigkeiten verwendet.

$$t_k = \frac{L}{v_f} \quad [\text{min}]$$

	Mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s]
Steiles Gelände	1,0
Flaches Gelände	0,5

Abbildung 41: angesetzte mittlere Fließgeschwindigkeiten

Der KOSTRA-Atlas liefert über die Jährlichkeit und die ermittelte Regendauer für das Starkregenereignis eine Niederschlagsspende r_N , die zusammen mit dem Abflussbeiwert ψ und der Einzugsgebietsgröße A_E den binnenseitigen Abfluss ergibt.

Abflussermittlung

Für alle untersuchte Lastfälle setzt sich der binnenseitige Abfluss Q [l/s] bei dem angesetzten Starkregen aus dem Einzugsgebiet A_E [ha], dem Abflussbeiwert ψ [-] und der Niederschlags-spende r_N [l/(s·ha)] zusammen:

$$Q = A_E \cdot r_N \cdot \psi \quad [\text{l/s}]$$

Der Abflussbeiwert ψ [-] ist entsprechend

Abbildung 42 angesetzt. Die Nutzungsart der Flächen in den Einzugsgebieten werden anhand von ATKIS Daten¹⁰ bestimmt.

	Abflussbeiwert ψ [-]
Acker und Grünland	0,1
Ortsbereiche	0,3

Abbildung 42: angesetzte Abflussbeiwerte

Ansatz über empirische Abflussspenden

Als weiterer Methode zur Bestimmung des binnenseitigen Zuflusses können die Erfahrungswerte für die Abflussspenden im Gebiet zwischen Deggendorf und Vilshofen herangezogen werden. Diese empirischen Werte ergeben sich aus den mittleren jährlichen Abflusshöhen des Beckens unterstromig von Deggendorf.

Das Einzugsgebiet des binnenseitigen Zuflusses zu einem Schöpfwerk setzt sich zusammen aus dem eigentlichen Poldergebiet, das die Gebiete umfasst, die sich unterhalb der Spiegelhöhe des höchsten Außenhochwassers befinden, und dem Fremdgebiet, das oberhalb der Außenhochwasserstände liegt, aber über das Binnengrabennetz mit dem Poldergebiet verbunden ist (nach DIN 1184, 1963).

¹⁰ Amtliches Topgraphisch-Kartographisches Informationssystem

In nachfolgenden Abbildungen sind die empirischen Abflussspenden nach Polder- und Fremdgebiet aufgeführt. Sie wurden in Abstimmung mit dem WWA Deggendorf für das Gebiet unterstromig des Deggendorfer Beckens festgelegt.

Jährlichkeit des Niederschlags	Abflussspende im Poldergebiet [l/s*km ²]	Abflussspende im Fremdgebiet [l/s*km ²]
1	115	60
10	325	150
100	500	275

Abbildung 43: angesetzte empirische Abflussspenden unterstromig des Deggendorfer Beckens

Der binnenseitige Zufluss ermittelt sich aus dem Produkt der empirischen Abflussspende und den Einzugsgebietsflächen des Polder- und Fremdgebiets.

Das arithmetische Mittel aus dem Ansatz nach Kostra und dem Ansatz über empirische Abflussspenden für den binnenseitigen Zufluss wurde mit einem Klimaänderungsfaktor von 15 Prozent beaufschlagt.

5.2.2.4 Bestimmung des Zuflusses aus Drängewasser

Aus der Kombination Abfluss/Regenereignisses des Bemessungsfalls fällt neben dem binnenseitigen Zufluss aus Starkniederschlag auch Drängewasser von Seiten der Donau bzw. des Vorfluters an.

Der Drängewasseranfall Q_D wird mit folgender Formel überschlägig ermittelt:

$$Q_D = q_D \cdot L \cdot \Delta h \quad [l/s]$$

q_D spezifischer Drängewasseranfall in $[l/(s \cdot km \cdot m)]$

L Länge des HWS-Deichs in [km]

Δh Druckhöhe in [m]

Für den spezifischen Drängewasseranfall q_D werden die in Abbildung 44 aufgeführten Erfahrungswerte angesetzt.

Erfahrungswert für	Spez. Drängewasseranfall [l/(s*m*km)]
Donau	100
Ableiter	50

Abbildung 44: Spezifischer Drängewasseranfall

Die Druckhöhe Δh resultiert aus der Differenz zwischen angesetztem Donauhochwasserspiegel HW_{Donau} und zulässigem Binnenwasserspiegel des Schöpfwerks. Da der zulässige Binnenwasserspiegel fast immer deutlich niedriger als die mittlere, binnenseitige Geländeoberkante (GOK) liegt, wird die Druckhöhe um einen Meter erhöht.

$$\Delta h = HW_{Donau} - (GOK - 1) \quad [m]$$

Die Summe aus Zufluss des binnenseitigen Niederschlagsereignisses und des donauseitigen Drängewassers ergeben in Abhängigkeit des Lastfalls die am Schöpfwerk anfallende Abflussmenge.

Für Schöpfwerke, deren Einzugsgebiete an einen Ableiter wie z. B. den Herzogbach-Ableiter grenzen, muss auch das Drängewasser dieser Gewässer berücksichtigt werden. Für die Jährlichkeit des angesetzten Ableiter-Hochwassers wird dabei die Jährlichkeit des binnenseitigen Starkregenereignisses übernommen. Auf der sicheren Seite liegend wird davon ausgegangen,

dass das Starkregenereignis und das Hochwasser im Ableiter nicht voneinander unabhängig sind.

Der Abfluss aus dem Starkregenereignis und derjenige, verursacht durch Drängewasser, ergeben zusammen die Wassermenge, die am Schöpfwerk ankommt. Der Lastfall, bei dem sich der größte Gesamtzufluss ergibt, gilt als der maßgebende.

5.2.3 Bemessung des Schöpfwerks Haardorf

Das künftige Schöpfwerk Haardorf schützt im Falle eines Hochwassers der Donau die Ortschaft Haardorf vor Überflutungsschäden und entwässert dann den Haardorfer Mühlbach in die Donau. Da das Einzugsgebiet des Haardorfer Mühlbachs überwiegend außerhalb der Donaualaue auf einer Hochterrasse liegt und das Abflussverhalten zudem durch die Retentionswirkung von mehreren Straßen und Wegen beeinflusst wird, kann die oben vorgestellte Bemessungsmethode, die hauptsächlich für Schöpfwerke in der Talauie gilt, nicht angewendet werden. Für das Schöpfwerk Haardorf wird daher eine separate hydrologische Bemessung vorgenommen.

Das Einzugsgebiet des Haardorfer Mühlbachs erstreckt sich über eine Fläche von 39 km² und eine Länge von ca. 16 km über die Ortschaften Haardorf, Langenisarhofen, Penzling, Bamling, Herblfing und Hiemling.

Aufgrund der geringen Längen der Donaudeiche ist für die Bemessung des Schöpfwerks Haardorf der Lastfall des binnenseitigen Starkregens maßgebend. Vorhandene Bebauungshöhen und ein Verschnitt mit dem DGM haben gezeigt, dass ein Rückstau der Donau in den Haardorfer Mühlbach bis zu einem Wasserspiegel von 309,70 m+NN, d.h. einem 5-jährlichen Donauhochwasser, möglich ist. Um den gewünschten Schutzgrad vor einem 100-jährlichen Hochwasserereignis zu erreichen, ist somit die Kombination mit einem 20-jährlichen, binnenseitigen Abfluss anzusetzen.

$$HW_5 \text{ Donau} \times HQ_{20} \text{ Haardorfer Mühlbach} = HQ_{100} \text{ Schutzgrad}$$

Nach Angaben des WWA Deggendorf ergeben sich unter Berücksichtigung eines Klimazuschlags von 15 Prozent für den Haardorfer Mühlbach folgende hydrologische Kenndaten:

HQ ₂₀	Angaben WWA	Mit Klimazuschlag von 15 Prozent
Max. Abfluss [m ³ /s]	8,0	9,2
Fülle [m ³]	400.000	460.000
Dauer [h]	24	24

Abbildung 45: Hydrologische Kenndaten zum HQ₂₀ Binneneignis am Haardorfer Mühlbach

Aufgrund der geographischen Gegebenheiten ist im Mündungsbereich des Haardorfer Mühlbachs und oberstromig davon Retentionsvolumen vorhanden, das zur Pufferung der ankommenden Wassermengen dienen kann. Entstehen durch einen Aufstau in diesem Bereich keine Schäden, kann dieses Volumen genutzt und die benötigte Förderleistung des Schöpfwerks Haardorf gemindert werden.

Bei bereits geschlossenem Siel ist ein maximal zulässiger Anstieg des Wasserspiegels bis auf 311,27 m+NN möglich. Diese Kote geht aus einer Vermessung der Fußbodenoberkanten der vorhandenen Bebauungshöhen hervor und ist mit dem WWA Deggendorf abgestimmt.

Auf Grundlage des DGM ergeben sich innerhalb der Abflussquerschnitte des Haardorfer Mühlbachs zwischen den Orten Mühlham und Haardorf die nachfolgenden Retentionsvolumina.

Abflusszustand	WSP Donau [m+NN] am Do-km 2270,4	Volumen [m ³]
HQ ₁	308,90	7.600
HQ ₅	309,70	23.500
HQ ₁₀	310,20	49.000
HQ ₃₀	310,85	109.000
HQ ₅₀	311,15	152.000
HQ ₁₀₀	311,57	233.000

Abbildung 46: Retentionsvolumina im Haardorfer Mühlbach zwischen Mühlham und Haardorf gemäß DGM bei Donauwasserspiegeln zwischen HW1 und HW100

Zwischen einem Wasserspiegel von 309,70 m+NN, bei dem das Siel am Schöpfwerk Haardorf geschlossen wird und der einem HW₅ der Donau am Do-km 2270,4 entspricht, und dem maximal zulässigen Wasserspiegelanstieg von 311,27 m+NN ergibt sich ein Retentionsvolumen von 152.100 m³ (siehe Abbildung 47).

	WSP [m+NN]	Volumen [m ³]	
HW ₅ Donau bei Do-km 2270,4	309,70	23.500	
FOK (Haardorfer Str. 42)	311,27	175.600	aus Retentionsvolumina (siehe Abbildung 46)
	Delta WSP	Delta Volumen	
	1,57 m	152. 100 m ³	

Abbildung 47: Retentionsvolumen im Haardorfer Mühlbach zwischen HW₅ Donau und dem max. zulässigen Wasserspiegel

Die Pumpen müssen somit noch folgendes Wasservolumen pumpen:

$$460.000 \text{ m}^3 \text{ (Fülle HQ}_{20}\text{)} - 152.100 \text{ m}^3 \text{ (Retentionsvolumen)} = 307.900 \text{ m}^3$$

Demnach müssen die Pumpen bei einer Regendauer von 24 Stunden (siehe Abbildung 45) die nachfolgende Pumpleistung aufweisen. Es wird davon ausgegangen, dass die Pumpen die gesamte Zeit über durchlaufen.

$$307.900 \text{ m}^3 / (24 \text{ h} \times 3600 \text{ s/h}) = 3,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

Mit einer Pumpleistung von 3,6 m³/s des Schöpfwerks und der Berücksichtigung eines Retentionsvolumens von 152.100 m³ kann ein HQ₂₀ Regenereignis des Haardorfer Mühlbachs mit einer Fülle von 460.000 m³ schadlos abgeführt werden.

5.2.4 Ergebnisse

In der Anlage 1 dieser Beilage sind die Ergebnisse der Schöpfwerksbemessungen in Form von Datenblättern zusammengestellt. In diesen sind neben den Ergebnissen der hydrologischen Bemessung auch die wichtigsten Daten aufgeführt.

Die Ergebnisse sind die Datengrundlage für die weitere technische Planung der Schöpfwerke. Diese Planung wird in Beilage 1 näher erläutert.

5.3 Bemessung der Siele und Düker

5.3.1 Übersicht der zu bemessenden Siele und Düker

In der nachfolgenden Tabelle findet sich eine Übersicht der neu bemessenen Siele und Düker. Es werden alle Bauwerke den jeweiligen Poldern zugeordnet aufgeführt.

Polder	Siel	Düker
Polder Gundelau/ Auterwörth	Altrinne	
	Binderwörth	
Polder Mühlau	SW Mühlau	
	Nesselbacher Randkanal	
Polder Ruckasing/ Endlau	SW Endlau	
	Ottach (nicht dimensioniert)	
Polder Künzing	SW Künzing	Langkünzinger Graben
Polder Haardorf	SW Haardorf	

Abbildung 48: Übersicht der bemessenden Siele und Düker

5.3.2 Methodik

5.3.2.1 Bestimmung des Einzugsgebiets

Das Einzugsgebiet für jedes im Folgenden bemessene Bauwerk wird mit Hilfe des Digitalen Geländemodells DGM1 (Gitterweite 1 m) der Vermessungsverwaltung und im Zuge des Hochwasserschutzes geplanten Deichtrassen zwischen Straubing und Vilshofen bestimmt.

5.3.2.2 Definition der Lastfälle

Die Sielbauwerke werden auf ein hundertjähriges Binnenereignis HQ_{100} bemessen.

5.3.2.3 Sielbetrieb

Grundsätzlich werden die Siele an den Schöpfwerken ab einem Donauwasserspiegel von 30 cm unter dem zulässigen Binnenwasserspiegel geschlossen. Bis zu diesem Zeitpunkt kann das binnenseitige Niederschlagsereignis in freier Vorflut durch das Siel abfließen. Die unabhängig von den Schöpfwerken betriebenen Siele und die Düker bleiben geöffnet bis der maßgebende Steuerpegel für das jeweilige Bauwerk überschritten wird. Der maximal maßgebende Steuerpegel ist den Datenblättern zu entnehmen.

5.3.2.4 Bestimmung des binnenseitigen Zuflusses HQ_{100}

Die Größe der angesetzten Einzugsgebiete ist den Datenblättern in der Anlage zu entnehmen.

Das hundertjährige Binnenereignis wird mit Hilfe zweier Ansätze ermittelt. Zum einen liefert der KOSTRA-Atlas eine Niederschlagsspende r_N , die zusammen mit dem Abflussbeiwert ψ und der Einzugsgebietsgröße A_E den binnenseitigen Abfluss ergibt. Bei diesem Ansatz wird die Retentionswirkung der Zulaufgräben nicht berücksichtigt, so dass tendenziell zu hohe Abflusswerte ermittelt werden. Im zweiten Rechenansatz ermitteln sich die Abflusswerte anhand von Abflussspenden, die sich aus Erfahrungswerten im Raum Deggendorf ergeben. Diese Vorgehensweise liefert deutlich niedrigere Abflussspenden als der Ansatz über KOSTRA.

Das arithmetische Mittel der beiden Berechnungsergebnisse liefert den endgültigen Bemessungsabfluss für die Düker- und Sielbauwerke.

Die beiden Ansätze werden im Bericht der hydrologischen Bemessung der Schöpfwerke detailliert vorgestellt. Der Ansatz nach KOSTRA und der Ansatz über empirische Abflussspenden finden sich im Kapitel 5.2.2.3 .

5.3.2.5 Berechnung der Sielbauwerke mit Rechteckquerschnitt

Die Dimensionierung der Breite und Höhe der Siele wird mit der Manning/Strickler-Gleichung durchgeführt. Der Nachweis der ausreichenden hydraulischen Leistungsfähigkeit der Siele berücksichtigt zudem die örtlichen Verluste entlang des Bauwerks.

$$Q = k_{St} \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{I} \cdot b \cdot h \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

k_{St} Rauheitsbeiwert nach Strickler für die Gerinnerauhigkeit [$\text{m}^{1/3}/\text{s}$]

R hydraulischer Radius [m]

I Fließgefälle [m/m]

b Breite [m]

h Höhe [m]

Die individuellen Abmessungen wie Länge, Breite, Fließtiefe, Gefälle etc. eines jeden Bauwerks können den Datenblättern im Anhang entnommen werden. Bei den ökologisch durchgängigen Sielbauwerken wird die Sohle mit 20 cm Substrat belegt, ansonsten wird die Sohle glatt ausgeführt.

Die Wandrauigkeit des Gerinnes wird folgendermaßen angesetzt:

Siele mit ökologischer Durchgängigkeit:

- Sohle (ökolog. Sohlstrukturierung mit Grobsubstrat): $k_{St} \approx 30$
- Senkrechte Wände (geschalte Betonoberfläche): $k_{St} \approx 60$
- Angesetzter mittlerer Stricklerwert für die Berechnung: $k_{St} \approx 35$

Siele ohne ökologischer Durchgängigkeit:

- Sohle und Senkrechte Wände (geschalte Betonoberfläche): $k_{St} \approx 60$

5.3.2.6 Berechnung der Sielbauwerke mit Rohrleitung und Düker

Dem Nachweis der ausreichenden hydraulischen Leistungsfähigkeit der Rohrleitungen liegt die Allgemeine Abflussformel abgeleitet von Prandtl-Colebrook zu Grunde.

$$Q_v = A \cdot \left(-2 \cdot \lg \left[\frac{2,51 \cdot \nu}{DN \cdot \sqrt{2g \cdot DN \cdot J_s}} + \frac{k_b}{3,71 \cdot DN} \right] \cdot \sqrt{2g \cdot DN \cdot J_s} \right) \quad [\text{l/s}]$$

A	benetzter Fließquerschnitt [m ²]
V	kinematische Viskosität [m ² /s]
DN	Nennweite [mm]
g	Erdbeschleunigung [m/s ²]
J_s	Sohlgefälle [-]
k_b	Rauhigkeitsbeiwert [mm]

Für die Berechnung der Nennweite eines teilgefüllten Abflussrohrs wird ebenfalls die o.g. Allgemeine Abflussformel verwendet. Mit Hilfe der Fließtiefe t kann die durchströmte Fläche A_t , der benetzte Umfang U_t und somit der Hydraulische Radius R_H ermittelt werden. Folgende vereinfachte Annahme wird für die Berechnung des Abflusses bei Teilfüllung verwendet.

$$\frac{Q_t}{Q_v} = \frac{A_t}{A_v} \cdot \left(\frac{R_{Ht}}{R_{Hv}} \right)^{0,625}$$

Q_t	Volumenstrom bei Teilfüllung [l/s]
Q_v	Volumenstrom bei Vollfüllung [l/s]
A_t	durchströmte Fläche bei Teilfüllung [m ²]
A_v	durchströmte Fläche bei Vollfüllung [m ²]
R_{Ht}	hydraulischer Radius bei Teilfüllung [m]
R_{Hv}	hydraulischer Radius bei Vollfüllung [m]

Zusätzlich werden die örtlichen Verluste entlang des Bauwerks für die Berechnung der Verlusthöhe herangezogen. Die individuellen Abmessungen wie Länge, Nenndurchmesser, Fließtiefe (bei Teilfüllung), Gefälle etc. eines jeden Bauwerks können den Datenblättern im Anhang entnommen werden. Die Wandrauheit der Rohre wird pauschal mit $k_b = 2$ mm angesetzt.

5.3.2.7 Ermittlung der Verlusthöhe

Berechnet werden die hydraulischen Parameter für den Abfluss HQ_{100} zunächst ohne den Ansatz örtlicher Verluste. Die Verluste werden anschließend mit folgenden Ansätzen abgeschätzt und die daraus resultierenden Wasserspiegelanhebungen berücksichtigt.

– Einlaufverlust	$0,40 \cdot v^2/2g$
– Verlust Einlaufrechen 55°	$0,09 \cdot v^2/2g$
– Verlust Einlaufrechen 75° (RRM).	$0,11 \cdot v^2/2g$
– Verlust Schieberschacht	$0,50 \cdot v^2/2g$
– Verlust Auslaufrechen	$0,09 \cdot v^2/2g$
– Auslaufverlust	$1,00 \cdot v^2/2g$

Für die Ermittlung der beiden Rechenverluste wurden folgende Angaben zugrunde gelegt:

$$\xi = \delta \cdot \sin \alpha \cdot (d/a)^{4/3}$$

– Einlaufrechen	
Stabdicke	d = 1 cm
lichter Stababstand	a = 10 cm
Rechenneigung	$\alpha = 55^\circ$ bei manueller Rechenreinigung bzw. $\alpha = 75^\circ$ bei Rechenreinigungsmaschine
Stabform	$\delta = 2,42$ (rechteckig)
– Auslaufrechen	
Stabdicke	d = 1 cm
lichter Stababstand	a = 12 cm
Rechenneigung	$\alpha = 90^\circ$
Stabform	$\delta = 2,42$ (rechteckig)

5.3.3 Ergebnisse

Mit den in den Datenblättern angegebenen Abmessungen kann jede Sielleitung das binnen-seitige Bemessungsereignis (HQ₁₀₀ plus 15 % Klimazuschlag) schadlos abführen (siehe Anlage 2).

Die Ergebnisse sind die Datengrundlage für die weitere technische Planung der Siele, welche sich in Beilage 1 befindet.

Anlage 1

Ergebnisdatenblätter der Schöpfwerksbemessungen

Anlage 1. 1. Schöpfwerk Mühlau	72
Anlage 1. 2. Schöpfwerk Endlau.....	73
Anlage 1. 3. Schöpfwerk Künzing	74
Anlage 1. 4. Schöpfstelle Lenau	75
Anlage 1. 5. Schöpfwerk Haardorf	76

Anlage 1. 1. Schöpfwerk Mühlau

Ergebnisse der hydrologischen Bemessung Schöpfwerk Mühlau

Polder Mühlau

Maßnahme	Neubau	
Lage	Do.-km	2257,85 links
zulässiger Binnenwasserspiegel	303,36 m+NN	

Charakteristische Wasserspiegel am Schöpfwerk:

HW100 Donau	307,79 m+NN	Bemessungs-WSP WWA Degg 31.08.2011
HW50 Donau	307,65 m+NN	Ausbau Modell 2015 Ber.003 vom 04.05.2018
HW5 Donau	306,00 m+NN	Ausbau Modell 2015 Ber.005 vom 02.05.2018
HW1 Donau	305,15 m+NN	Ausbau Modell 2015 Ber.003 vom 02.05.2018

Deichlängen für Drängewasseranteil :

Deichlänge Donau	3,5 km
Deichlänge Binnenseite	2,2 km

Untersuchte Lastfälle und Ergebnisse:

Lastfall I:				
Einzugsgebiet	2,2 km ²			
Geodätische Förderhöhe	4,4 m			
		mit Klimafaktor (+15%)		Zusatz
Wasserstand in der Donau: HW ₁₀₀	Drängewasser	1,6 m ³ /s	1,6 m ³ /s	Randkanal:
Binnenseitiger Starkregen: HQ ₁	Niederschlag	0,4 m ³ /s	0,5 m ³ /s	1,5 m ³ /s
		Zufluss gesamt	2,1 m³/s	Gesamt:
				3,6 m³/s
Beschreibung: das Siel am SW Mühlau und das Mündungssiel des Nesselbacher Randkanals sind geschlossen; das Seitenschütz im Nesselbacher Randkanal entlastet zum SW Mühlau hin				
Lastfall II:				
Einzugsgebiet	2,2 km ²			
Geodätische Förderhöhe	1,8 m			
		mit Klimafaktor (+15%)		
Wasserstand in der Donau: HW ₁	Drängewasser	0,6 m ³ /s	0,6 m ³ /s	
Binnenseitiger Starkregen: HQ ₁₀₀	Niederschlag	1,1 m ³ /s	1,3 m ³ /s	
		Zufluss gesamt	1,9 m³/s	
Beschreibung: das Siel am SW Mühlau ist geschlossen; das Mündungssiel des Nesselbacher Randkanals ist geöffnet das Seitenschütz im Nesselbacher Randkanal entlastet nicht zum SW Mühlau hin				
Lastfall III:				
Einzugsgebiet	2,2 km ²			
Geodätische Förderhöhe	2,6 m			
		mit Klimafaktor (+15%)		Zusatz
Wasserstand in der Donau: HW ₅	Drängewasser	0,9 m ³ /s	0,9 m ³ /s	Randkanal:
Binnenseitiger Starkregen: HQ ₂₀	Niederschlag	1,1 m ³ /s	1,2 m ³ /s	2,5 m ³ /s
		Zufluss gesamt	2,1 m³/s	Gesamt:
				4,6 m³/s
Beschreibung: das Siel am SW Mühlau ist geschlossen; das Mündungssiel des Nesselbacher Randkanals wird geschlossen das Seitenschütz im Nesselbacher Randkanal entlastet zum SW Mühlau hin				
Lastfall IV:				
Einzugsgebiet	2,2 km ²			
Geodätische Förderhöhe	4,3 m			
		mit Klimafaktor (+15%)		Zusatz
Wasserstand in der Donau: HW ₅₀	Drängewasser	1,5 m ³ /s	1,5 m ³ /s	Randkanal:
Binnenseitiger Starkregen: HQ ₂	Niederschlag	0,6 m ³ /s	0,6 m ³ /s	2,0 m ³ /s
		Zufluss gesamt	2,1 m³/s	Gesamt:
				4,1 m³/s
Beschreibung: das Siel am SW Mühlau und das Mündungssiel des Nesselbacher Randkanals sind geschlossen; das Seitenschütz im Nesselbacher Randkanal entlastet zum SW Mühlau hin				

Anlage 1. 2. Schöpfwerk Endlau

Ergebnisse der hydrologischen Bemessung Schöpfwerk Endlau

Polder Endlau/Künzing

Maßnahme	Neubau	
Lage	Herzog.-km	4,35 rechts
	Do.-km	2260,2 rechts
zulässiger Binnenwasserspiegel		304,24 m+NN

Charakteristische Wasserspiegel am Schöpfwerk:

HW100 Donau/HQ 1 Herzogbach	306,95 m+NN	Ber.005 vom 14.07.2017 (HQ100, Donau/HQ1,Herzogbach)
HW1 Donau/HQ 100 Herzogbach	306,29 m+NN	Ber.008 vom 13.07.2017 (HQ1, Donau/HQ100,Herzogbach)

Deichlängen für Drängewasseranteil :

Deichlänge Donau	1,9 km
Deichlänge Binnenseite	3,5 km

Untersuchte Lastfälle und Ergebnisse:

Lastfall I:			
Einzugsgebiet	6,4 km ²		
Geodätische Förderhöhe	2,7 m		
			mit Klimafaktor (+15%)
Wasserstand in der Donau: HW ₁₀₀	Drängewasser	1,2 m ³ /s	1,2 m ³ /s
Binnenseitiger Starkregen: HQ ₁	Niederschlag	1,4 m ³ /s	1,6 m ³ /s
	Zufluss gesamt	2,6 m ³ /s	2,8 m³/s
Beschreibung: das Sieel am SW Endlau ist geschlossen; das EZG Endlau und Ottach entwässern zum SW Endlau			
Lastfall II:			
Einzugsgebiet	6,4 km ²		
Geodätische Förderhöhe	2,1 m		
			mit Klimafaktor (+15%)
Wasserstand in der Donau: HW ₁	Drängewasser	0,7 m ³ /s	0,7 m ³ /s
Binnenseitiger Starkregen: HQ ₁₀₀	Niederschlag	3,1 m ³ /s	3,5 m ³ /s
	Zufluss gesamt	3,8 m ³ /s	4,2 m³/s
Beschreibung: das Sieel am SW Endlau ist geschlossen; das EZG Endlau und Ottach entwässern zum SW Endlau			

Anlage 1. 3. Schöpfwerk Künzing

Ergebnisse der hydrologischen Bemessung Schöpfwerk Künzing

Polder Endlau/Künzing

Maßnahme	Neubau	
Lage	Herzog.-km	1,38 links
	Do.-km	2256,2 rechts
zulässiger Binnenwasserspiegel	303,20 m+NN	

Charakteristische Wasserspiegel am Schöpfwerk:

HW100 Donau/HQ1 Herzogbach	306,94 m+NN	Ber.005 vom 14.07.2017 (HQ100, Donau/HQ1,Herzogbach)
HW50 Donau/HQ2 Herzogbach	306,71 m+NN	Ber.003 vom 16.08.2017 (HQ50, Donau/HQ2,Herzogbach)
HW1 Donau/HQ100 Herzogbach	305,57 m+NN	Ber.008 vom 13.07.2017 (HQ1, Donau/HQ100,Herzogbach)

Deichlängen für Drängewasseranteil :

Deichlänge Donau	2,1 km
Deichlänge Binnenseite	5,0 km

Untersuchte Lastfälle und Ergebnisse:

Lastfall I:			
Einzugsgebiet	1,7 km ²		
Geodätische Förderhöhe	3,7 m		
		mit Klimafaktor (+15%)	
Wasserstand in der Donau: HW ₁₀₀	Drängewasser	1,2 m ³ /s	1,2 m ³ /s
Binnenseitiger Starkregen: HQ ₁	Niederschlag	0,4 m ³ /s	0,5 m ³ /s
		Zufluss gesamt	1,7 m³/s
Beschreibung: das Sieel am SW Künzing ist geschlossen; der Düker des Langkünzinger Grabens unter dem Herzogbach-Ableiter ist geschlossen			
Lastfall II:			
Einzugsgebiet	3,3 km ²		
Geodätische Förderhöhe	2,4 m		
		mit Klimafaktor (+15%)	
Wasserstand in der Donau: HW ₁	Drängewasser	0,8 m ³ /s	0,8 m ³ /s
Binnenseitiger Starkregen: HQ ₁₀₀	Niederschlag	1,4 m ³ /s	1,6 m ³ /s
		Zufluss gesamt	2,4 m³/s
Beschreibung: das Sieel am SW Künzing ist geschlossen; der Düker des Langkünzinger Grabens unter dem Herzogbach-Ableiter ist offen			
Lastfall III:			
Einzugsgebiet	3,3 km ²		
Geodätische Förderhöhe	3,5 m		
		mit Klimafaktor (+15%)	
Wasserstand in der Donau: HW ₅₀	Drängewasser	1,0 m ³ /s	1,0 m ³ /s
Binnenseitiger Starkregen: HQ ₂	Niederschlag	0,8 m ³ /s	1,0 m ³ /s
		Zufluss gesamt	2,0 m³/s
Beschreibung: das Sieel am SW Künzing ist geschlossen; der Düker des Langkünzinger Grabens unter dem Herzogbach-Ableiter ist kurz vor der Schließung			

Anlage 1. 4. Schöpfstelle Lenau**Ergebnisse der hydrologischen Bemessung Schöpfstelle Lenau****Polder Künzing**

Maßnahme Anpassung
Lage Do.-km 2256,45 rechts

zulässiger Binnenwasserspiegel 304,00 m+NN

Charakteristische Wasserspiegel am Schöpfwerk:

HW100 Donau	307,26 m+NN	Bemessungs.-WSP WWA Degg 31.08.2011
HW1 Donau	304,55 m+NN	Ausbau Modell 2015 Ber.003 vom 02.05.2018

Deichlängen für Drängewasseranteil :

Deichlänge Donau 0,35 km

Untersuchte Lastfälle und Ergebnisse:

Lastfall I:			
Einzugsgebiet	6,7 ha		
Geodätische Förderhöhe	3,3 m		
			mit Klimafaktor (+15%)
Wasserstand in der Donau: HW ₁₀₀	Drängewasser	105 l/s	105 l/s
Binnenseitiger Starkregen: HQ ₁	Niederschlag	51 l/s	59 l/s
	Zufluss gesamt	156 l/s	164 l/s
Lastfall II:			
Einzugsgebiet	6,7 ha		
Geodätische Förderhöhe	0,6 m		
			mit Klimafaktor (+15%)
Wasserstand in der Donau: HW ₁	Drängewasser	12 l/s	12 l/s
Binnenseitiger Starkregen: HQ ₁₀₀	Niederschlag	151 l/s	174 l/s
	Zufluss gesamt	163 l/s	186 l/s

Retentionsbetrachtung:

Genutztes Retentionsvolumen im geplanten Mahlbusen im Lastfall I	35 m ³
Genutztes Retentionsvolumen im geplanten Mahlbusen im Lastfall II	70 m ³
Förderleistung unter Berücksichtigung der Retention bei zulässigem Binnenwasserspiegel im Lastfall I	105 l/s
Förderleistung unter Berücksichtigung der Retention bei zulässigem Binnenwasserspiegel im Lastfall II	70 l/s

Anlage 1. 5. Schöpfwerk Haardorf

Ergebnisse der hydrologischen Bemessung Schöpfwerk Haardorf

Polder Haardorf

Maßnahme Neubau
 Lage Do.-km 2270,40 rechts

zulässiger Binnenwasserspiegel 311,27 m+NN

Charakteristische Wasserspiegel am Schöpfwerk:

HW5 Donau 309,70 m+NN Ausbau Modell 2015 Ber.005 vom 02.05.2018

Untersuchter Lastfall und Ergebnisse:

Lastfall Binnenseitiger Starkregen:			
Einzugsgebiet	39 km ²		
Binnenseitiger Starkregen: HW ₂₀	Niederschlag	8,0 m ³ /s	mit Klimafaktor (+15%) 9,2 m ³ /s

Retentionsbetrachtung:

Fülle des HQ20 Starkregenereignisses	460.000 m ³
Genutztes Retentionsvolumen im Mahlbusen bei zulässigem Binnenwasserspiegel	152.100 m ³
Förderleistung unter Berücksichtigung der Retention bei zulässigem Binnenwasserspiegel	3,6 m³/s

Anlage 2

Ergebnisdatenblätter der Siel- und Dükerbemessungen

Anlage 2. 1. Siel Altrinne	78
Anlage 2. 2. Siel Binderwörth	79
Anlage 2. 3. Siel SW Mühlau	80
Anlage 2. 4. Siel Neßlbach	81
Anlage 2. 5. Siel SW Endlau.....	82
Anlage 2. 6. Siel SW Künzing.....	83
Anlage 2. 7. Düker Langkünzinger Graben.....	84
Anlage 2. 8. Siel SW Haardorf.....	85

Anlage 2. 1. Siel Altrinne

Ergebnisse der hydrologischen Bemessung Siel Altrinne

Polder Gundelau/Auterwörth

Maßnahme Neubau Deich Hengersberger Ohe rechts

Lage Heng.Ohe-km 3,45 rechts

zulässiger Binnenwasserspiegel 306,04 m+NN

Charakteristische Abflussdaten und Wasserspiegel am Siel:

HQ100 Binnenseitig 0,50 m³/s
 HW100 Donau/HQ1 Heng. Ohe 309,70 m+NN
 MW Hengersberger Ohe 305,00 m+NN

Untersuchter Lastfall:

Lastfall:
 Binnenseitiger Starkregen: HQ100
 Wasserstand Donau: HW1 bzw. MNW
 inkl. Klimazuschlag von 15 %
 Der maximal zulässige Binnenwasserspiegel entspricht 306,04 m+NN
 → Das Regenereignis wird über das Siel in die Hengersberger Ohe geleitet. Die Hengersberger Ohe mündet in die Donau.
 → Es stellt sich dabei im Unterwasser des Siels ein Wasserspiegel von 305,69 m+NN ein.
 → **keine** ökologische Durchgängigkeit gefordert

Einzugsgebiete für binnenseitiges Starkregenereignis:

Einzugsgebiet 0,3 km²

Berechnungsgrundlage:

Bemessung nach Abflussformel für Kreisprofile inkl. Verlusthöhen:
 Abfluss Vollfüllung $Q = A \cdot (-2lg((2,51 \cdot v) / (DN \cdot \sqrt{(2 \cdot g \cdot DN \cdot I_s)) + k_b / (3,71 \cdot DN)})) \cdot \sqrt{(2 \cdot g \cdot DN \cdot I_s)}$
 Betriebsrauigkeit $k_b = 2 \text{ mm}$
 Verlusthöhe $h_v = \frac{\sum \xi \cdot v^2}{2 \cdot g}$ Rechenverlust $\xi_\alpha = \delta \cdot \sin \alpha \cdot (d/a)^{4/3}$
 Einlaufverlust $\xi_{En} = 0,4 \cdot (1 - (A_2 / A_1))^2$ Auslaufverlust $\xi_{Aus} = 1,0 \cdot (1 - (A_2 / A_1))^2$

Ergebnisse:

Eingangsgrößen:		Ergebnisse:	
Sohle Oberwasser:	$h_{OW} = 305,24 \text{ m+NN}$	Nenndurchmesser:	$DN = 800 \text{ mm}$
Sohle Unterwasser:	$h_{UW} = 305,14 \text{ m+NN}$	Geschwindigkeit:	$v_{vf} = 1,32 \text{ m/s}$
Länge Sielbauwerk:	$L = 36,00 \text{ m}$	Verlusthöhe:	$h_v = 0,25 \text{ m}$
		WSP-Differenz:	$\Delta h_{WSP} = 0,35 \text{ m}$

Anlage 2. 2. Siel Binderwörth

Ergebnisse der hydrologischen Bemessung Siel Binderwörth

Polder Gundelau/Auterwörth

Maßnahme Neubau Deich Hengersberger Ohe rechts

Lage Heng. Ohe-km 2,05 rechts

zulässiger Binnenwasserspiegel 306,04 m+NN

Charakteristische Abflussdaten und Wasserspiegel am Siel:

HQ100 Binnenseitig **0,60 m³/s**
 HW100 Donau/HQ1 Heng. Ohe 309,70 m+NN
 MW Hengersberger Ohe 304,55 m+NN

Untersuchter Lastfall:

Lastfall:
 Binnenseitiger Starkregen: HQ100
 Wasserstand Donau: HW1 bzw. MNW
 inkl. Klimazuschlag von 15 %
 Der maximal zulässige Binnenwasserspiegel entspricht 306,04 m+NN
 → Das Regenereignis wird über das Siel in die Hengersberger Ohe geleitet. Die Hengersberger Ohe mündet in die Donau.
 → Es stellt sich dabei im Unterwasser des Siels ein Wasserspiegel von 305,70 m+NN ein.
 → **keine** ökologische Durchgängigkeit gefordert

Einzugsgebiete für binnenseitiges Starkregenereignis:

Einzugsgebiet 0,3 km²

Berechnungsgrundlage:

Bemessung nach Abflussformel für Kreisprofile inkl. Verlusthöhen:

Abfluss Vollfüllung	$Q = A \cdot (-2 \lg ((2,51 \cdot v) / (DN \cdot \sqrt{(2 \cdot g \cdot DN \cdot I_s))} + k_b / (3,71 \cdot DN))) \cdot \sqrt{(2 \cdot g \cdot DN \cdot I_s)}$		
Betriebsrauigkeit	$k_b = 2 \text{ mm}$		
Verlusthöhe	$h_v = \sum \xi \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	Rechenverlust	$\xi_{\alpha} = \delta \cdot \sin \alpha \cdot (d/a)^{4/3}$
Einlaufverlust	$\xi_{En} = 0,4 \cdot (1 - (A_2 / A_1))^2$	Auslaufverlust	$\xi_{Aus} = 1,0 \cdot (1 - (A_2 / A_1))^2$

Ergebnisse:

Eingangsgroßen:	Ergebnisse:
Sohle Oberwasser: $h_{OW} =$ 305,24 m+NN	Nenndurchmesser: $DN =$ 800 mm
Sohle Unterwasser: $h_{UW} =$ 305,14 m+NN	Geschwindigkeit: $v_{vf} =$ 1,30 m/s
Länge Sielbauwerk: $L =$ 37,00 m	Verlusthöhe: $h_v =$ 0,24 m
	WSP-Differenz: $\Delta h_{WSP} =$ 0,34 m

Anlage 2. 3. Siel SW Mühlau

Ergebnisse der hydrolog. Bemessung Siel SW Mühlau

Polder Mühlau

Maßnahme Ersatzneubau

Lage Do.-km 2257,85 links

zulässiger Binnenwasserspiegel 303,36 m+NN

Charakteristische Abflussdaten und Wasserspiegel am Siel:

HQ100 Binnenseitig **1,80 m³/s**
 HW100 Donau 307,79 m+NN Bemessungs-WSP WWA Degg 31.08.2011

Untersuchter Lastfall:

Lastfall:
 Binnenseitiger Starkregen: HQ100
 inkl. Klimazuschlag von 15 %
 Der maximal zulässige Binnenwasserspiegel entspricht 303,36 m+NN
 → Das Regenereignis wird über den Donaubach und das Siel Mühlau in die Donau geleitet.
 → Es stellt sich dabei im Unterwasser des Siels ein Wasserspiegel von 303,12 m+NN ein.
 → ökologische Durchgängigkeit gefordert

Einzugsgebiete für binnenseitiges Starkregenereignis:

Einzugsgebiet 2,2 km²

Berechnungsgrundlage:

Bemessung nach Strickler inkl. Verlusthöhen:					
Fließgeschwindigkeit	$v =$	$k_{st} \cdot R_H^{2/3} \cdot I_s^{1/2}$	Stricklerbeiwert	$k_{st} =$	35
Verlusthöhe	$h_v =$	$\sum \xi \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	Rechenverlust	$\xi_{\alpha} =$	$\delta \cdot \sin \alpha \cdot (d/a)^{4/3}$
Einlaufverlust	$\xi_{Ein} =$	$0.4 \cdot (1 - (A_2 / A_1))^2$	Auslaufverlust	$\xi_{Aus} =$	$1.0 \cdot (1 - (A_2 / A_1))^2$

Ergebnisse:

Eingangsgrößen:			Ergebnisse:		
Sohle Oberwasser:	$h_{OW} =$	301,85 m+NN	Breite:	$b =$	2,70 m
Sohle Unterwasser:	$h_{UW} =$	301,73 m+NN	Fließhöhe:	$t_{ger} =$	0,63 m
Länge Sielbauwerk:	$L =$	42,80 m	Geschwindigkeit:	$v =$	1,06 m/s
			Verlusthöhe:	$h_v =$	0,12 m
			WSP-Differenz:	$\Delta h_{WSP} =$	0,24 m

Anlage 2. 4. Siel Neßlbach

Ergebnisse der hydr. Bemessung Nesselbacher Randkanal

Polder Mühlau

Maßnahme	Ersatzneubau	
Lage	Do.-km	2257,7 links
Deich Bestand	ca.	307,48 mNN

Charakteristische Abflussdaten und Wasserspiegel am Siel:

HQ100 Binnenseitig	17,00 m³/s	
HW100 Donau	307,73 m+NN	Bemessungswasserspiegel WWA
HW5 Donau	305,95 m+NN	
HW1 Donau	305,10 m+NN	

Untersuchter Lastfall:

Lastfall:
 Binnenseitiger Starkregen: HQ100
 inkl. Klimazuschlag von 15 %
 in Kombination mit einem Donauwasserspiegel von HW1= 305,10 m+NN
 → Das Regenereignis wird über den Nesselbacher Randkanal und das Siel an der Mündung in die Donau geleitet.
 → Ab einem Donauwasserspiegel von 306,00 m+NN wird das Siel geschlossen.
 → ökologische Durchgängigkeit gefordert

Einzugsgebiete für binnenseitiges Starkregenereignis:

Einzugsgebiet	8,4 km²
---------------	---------

Berechnungsgrundlage:

Für den hydraulischen Nachweis wurde ein 2d hydrodynamisch-numerisches Modell erstellt.
 Die Simulationsberechnungen wurden mit HYDRO_AS-2D v.4.2.0 durchgeführt.

Ergebnisse:

Eingangsgrößen: Neubau Sielleitung (durchgängig)			Ergebnisse: Abfluss 10,5 m³/s		
Sohle Oberwasser:	$h_{OW} =$	304,00 m+NN	Breite:	$b =$	2,70 m
Sohle Unterwasser:	$h_{UW} =$	303,85 m+NN	Fließhöhe:	$t_{max} =$	1,26 m
Länge Sielbauwerk:	$L =$	14,10 m	Geschwindigkeit:	$v_{max} =$	3,8 m/s
Strickler-Beiwert	$k_{st} =$	30	WSP-Differenz:	$\Delta h_{WSP} =$	0,69 m

Eingangsgrößen: Neubau Sielleitung (nicht durchgängig)			Ergebnisse: Abfluss 6,5 m³/s		
Sohle Oberwasser:	$h_{OW} =$	304,50 m+NN	Breite:	$b =$	2,70 m
Sohle Unterwasser:	$h_{UW} =$	304,20 m+NN	Fließhöhe:	$t_{max} =$	0,62 m
Länge Sielbauwerk:	$L =$	14,10 m	Geschwindigkeit:	$v_{max} =$	4,3 m/s
Strickler-Beiwert	$k_{st} =$	55	WSP-Differenz:	$\Delta h_{WSP} =$	0,70 m

Anlage 2. 5. Siel SW Endlau

Ergebnisse der hydrol. Bemessung Siel SW Endlau

Polder Ruckasing/Endlau

Maßnahme Ersatzneubau
 Lage Herzog.-km 4,35 rechts
 zulässiger Binnenwasserspiegel 304,24 m+NN

Charakteristische Abflussdaten und Wasserspiegel am Siel:

HQ100 Binnenseitig 5,80 m³/s
 HW100 Donau/HQ 1 Herzogbach 306,95 m+NN Ber.004 vom 22.04.16 (HQ100, Donau/HQ1,Herzogbach)

Untersuchter Lastfall:

Lastfall:
 Binnenseitiger Starkregen: HQ100
 inkl. Klimazuschlag von 15 %
 Der maximal zulässige Binnenwasserspiegel entspricht 304,24 m+NN
 → Das Regenereignis im Einzugsgebiet wird über das Siel SW Endlau in den Herzogbachableiter geleitet.
 → Es stellt sich dabei im Unterwasser des Siels ein Wasserspiegel von 303,84 m+NN ein.
 → ökologische Durchgängigkeit nicht gefordert

Einzugsgebiete für binnenseitiges Starkregenereignis:

Einzugsgebiet 7,2 km²

Berechnungsgrundlage:

Bemessung nach Strickler inkl. Verlusthöhen:					
Fließgeschwindigkeit	$v =$	$k_{st} \cdot R_H^{2/3} \cdot I_s^{1/2}$	Stricklerbeiwert	$k_{st} =$	60
Verlusthöhe	$h_v =$	$\sum \xi \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	Rechenverlust	$\xi_{\alpha} =$	$\delta \cdot \sin \alpha \cdot (d/a)^{4/3}$
Einlaufverlust	$\xi_{Ein} =$	$0.4 \cdot (1 - (A_2 / A_1))^2$	Auslaufverlust	$\xi_{Aus} =$	$1.0 \cdot (1 - (A_2 / A_1))^2$

Ergebnisse:

Eingangsgrößen:			Ergebnisse:		
Sohle Oberwasser:	$h_{OW} =$	303,00 m+NN	Breite:	$b =$	3,20 m
Sohle Unterwasser:	$h_{UW} =$	302,90 m+NN	Fließhöhe:	$t_{ger} =$	0,92 m
Länge Sielbauwerk:	$L =$	45,00 m	Geschwindigkeit:	$v =$	1,97 m/s
			Verlusthöhe:	$h_v =$	0,30 m
			WSP-Differenz:	$\Delta h_{WSP} =$	0,40 m

Anlage 2. 6. Siel SW Künzing

Ergebnisse der hydrol. Bemessung Siel SW Künzing

Polder Künzing

Maßnahme Ersatzneubau

Lage Herzog.-km 1,38 links

zulässiger Binnenwasserspiegel 303,20 m+NN

Charakteristische Abflussdaten und Wasserspiegel am Siel:

HQ100 Binnenseitig **2,40 m³/s**

HW100 Donau 306,95 m+NN Ber.004 vom 22.04.16 (HQ100, Donau/HQ1,Herzogbach)

303,20 m+NN

Untersuchter Lastfall:

Lastfall:
 Binnenseitiger Starkregen: HQ100
 inkl. Klimazuschlag von 15 %
 Der maximal zulässige Binnenwasserspiegel entspricht 303,20 m+NN
 → Das Regenereignis wird über den Angerbach und das Siel Künzing in den Herzogbach-Ableiter geleitet.
 → Es stellt sich dabei im Unterwasser des Siels ein Wasserspiegel von 302,79 m+NN ein.
 → ökologische Durchgängigkeit gefordert

Einzugsgebiete für binnenseitiges Starkregenereignis:

Einzugsgebiet 3,3 km²

Berechnungsgrundlage:

Bemessung nach Strickler inkl. Verlusthöhen:				
Fließgeschwindigkeit	$v =$	$k_{st} \cdot R_H^{2/3} \cdot I_s^{1/2}$	Stricklerbeiwert	$k_{st} = 35$
Verlusthöhe	$h_v =$	$\sum \xi \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	Rechenverlust	$\xi_{\alpha} = \delta \cdot \sin \alpha \cdot (d/a)^{4/3}$
Einlaufverlust	$\xi_{Ein} =$	$0.4 \cdot (1 - (A_2 / A_1))^2$	Auslaufverlust	$\xi_{Aus} = 1.0 \cdot (1 - (A_2 / A_1))^2$

Ergebnisse:

Eingangsgrößen:			Ergebnisse:	
Sohle Oberwasser:	$h_{OW} =$	302,00 m+NN	Breite:	$b = 2,00 \text{ m}$
Sohle Unterwasser:	$h_{UW} =$	301,80 m+NN	Fließhöhe:	$t_{ger} = 0,84 \text{ m}$
Länge Sielbauwerk:	$L =$	42,50 m	Geschwindigkeit:	$v = 1,42 \text{ m/s}$
			Verlusthöhe:	$h_v = 0,21 \text{ m}$
			WSP-Differenz:	$\Delta h_{WSP} = 0,41 \text{ m}$

Anlage 2. 7. Düker Langkünzinger Graben

Ergebnisse der hydrologischen Bemessung Düker Langkünzinger Graben

Polder Künzing

Maßnahme Ersatzneubau

Lage Herzog.-km 2,4 rechts

zulässiger Binnenwasserspiegel 304,20 m+NN

Charakteristische Abflussdaten und Wasserspiegel am Siel:

HQ100 Binnenseitig 2,20 m³/s

Untersuchter Lastfall:

Lastfall:
 Binnenseitiger Starkregen: HQ100
 Wasserstand Donau: nicht relevant
 inkl. Drängewasser und Klimazuschlag von 15 %
 Der maximal zulässige Binnenwasserspiegel entspricht 304,20 m+NN
 → Das Regenereignis wird über den Entwässerungsgraben in den Düker Langkünzing und somit zum SW Künzing geleitet.
 → Freie Vorflut ist jederzeit gegeben, da der zulässige Binnenwasserspiegel des SW Künzing von 303,20 m+NN unter dem maximalen Unterwasserspiegel der Dükerleitung liegt.
 → **keine** ökologische Durchgängigkeit gefordert

Einzugsgebiete für binnenseitiges Starkregenereignis:

Einzugsgebiet 1,6 km²

Berechnungsgrundlage:

Bemessung mit Widerstandsbeiwerten inkl. Verlusthöhen:				
Colebrook	$1/\sqrt{\lambda} = -2 \cdot \log(2.51/(Re \cdot \sqrt{\lambda}) + k/(3.71 \cdot d))$		Reynoldszahl	$Re = v \cdot DN / \nu$
Nikuradse	$h_v = 2 \cdot \log(3.71 \cdot d/k)$		turbulent	$Re > 2300$
Überdeckungshöhe	$h_{UOW} = 1.70 \cdot v \cdot \sqrt{d/g}$			
Verlusthöhe	$h_v = \sum \xi \cdot v^2 / (2 \cdot g)$		Rechenverlust	$\xi_\alpha = \delta \cdot \sin \alpha \cdot (d/a)^{4/3}$
Einlaufverlust	$\xi_{Ein} = 0,25$		Krummeverlust	$\xi_{Krum} = 0,062$
Auslaufverlust	$\xi_{Aus} = 0,028$			

Ergebnisse:

Eingangsgroßen:			Ergebnisse:		
Sohle Oberwasser:	$h_{OW} =$	302,55 m+NN	Nenndurchmesser:	DN =	1200 mm
Sohle Unterwasser:	$h_{UW} =$	302,20 m+NN	Geschwindigkeit:	v =	1,95 m/s
Länge Sielbauwerk:	L =	65,00 m	Verlusthöhe:	$h_v =$	0,46 m

Anlage 2. 8. Siel SW Haardorf

Ergebnisse der hydrolog. Bemessung Siel SW Haardorf

Polder Haardorf

Maßnahme		Neubau
Lage	Do-km	2270,4 rechts
zulässiger Binnenwasserspiegel		309,70 m+NN

Charakteristische Abflussdaten und Wasserspiegel am Siel:

HQ100 Binnenseitig	13,8 m³/s	inkl. Klimazuschlag von 15%
HQ20 Binnenseitig	9,2 m³/s	
HW100 Donau	311,57 m+NN	
HW5 Donau	309,70 m+NN	
HW1 Donau	308,90 m+NN	

Untersuchte Lastfälle:

<u>Lastfall I:</u>		
Binnenseitiger Starkregen: HQ100		13,8 m³/s
in Kombination mit einem Donauwasserspiegel von HW1		308,90 m+NN
→ Das Regenereignis wird über den Haardorfer Mühlbach und das Siel Haardorf in die Donau geleitet.		
<u>Lastfall II:</u>		
Binnenseitiger Starkregen: HQ20		9,2 m³/s
in Kombination mit einem Donauwasserspiegel von HW5		309,70 m+NN
→ Das Regenereignis wird über den Haardorfer Mühlbach und das Siel Haardorf in die Donau geleitet.		
→ Ab einem Donauwasserspiegel von 309,70 m+NN wird das Siel geschlossen		
→ ökologische Durchgängigkeit gefordert		

Einzugsgebiete für binnenseitiges Starkregenereignis:

Einzugsgebiet 39 km²

Berechnungsgrundlage:

Für den hydraulischen Nachweis wurde eine 1d stationäre Simulationsberechnung von Wasserspiegelprofilen mit dem Programm HEC-RAS 5.0.4 durchgeführt.

Eingangsgrößen:			Ergebnisse:	
Sohle Oberwasser:	$h_{OW} =$	306,00 m+NN	Breite:	$b =$ 4,00 m
Sohle Unterwasser:	$h_{UW} =$	305,60 m+NN	<u>Lastfall I:</u>	
Länge Sielbauwerk:	$L =$	55,70 m	Fließhöhe:	$t_{max} =$ 3,30 m
Strickler-Beiwert	$k_{st} =$	35	Geschwindigkeit:	$v =$ 1,18 m/s
			WSP-Differenz:	$\Delta h_{WSP} =$ 0,24 m
			<u>Lastfall II:</u>	
			Fließhöhe:	$t_{max} =$ 4,10 m
			Geschwindigkeit:	$v =$ 0,62 m/s
			WSP-Differenz:	$\Delta h_{WSP} =$ 0,08 m