



Bundesministerium  
für Verkehr, Bau  
und Stadtentwicklung



Von der Europäischen Union kofinanziert  
Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)

Donauausbau Straubing-Vilshofen

Variantenunabhängige Untersuchungen zum Ausbau der Donau  
zwischen Straubing und Vilshofen – 2007-DE-18050-S

Abschlussberichte – B.II. Bericht zur Variante A

## **Anlage II.2      Regelungskonzept der Variante A (Bundesanstalt für Wasserbau)**

---

Hinweise:

1. Die Durchführung der Untersuchungen und die Erstellung der Berichte wurden von der EU finanziell unterstützt.
2. Die Ausführungen in den Berichten und deren Anlagen binden nur die jeweiligen Verfasser, nicht aber die Europäische Kommission, die auch nicht für die weitere Nutzung der darin enthaltenen Informationen haftet.



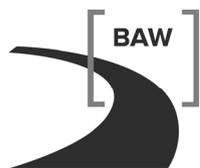
**Bundesanstalt für Wasserbau**  
Kompetenz für die Wasserstraßen

**EU-Studie zum Donauausbau  
Straubing - Vilshofen**

**Regelungskonzept  
der  
- Variante A -**

**A39530210127-20**





**Bundesanstalt für Wasserbau**  
Kompetenz für die Wasserstraßen

**EU-Studie zum Donauausbau  
Straubing - Vilshofen  
Regelungskonzept  
der  
- Variante A -**

Auftraggeber: Bundesrepublik Deutschland,  
vertreten durch die Rhein-Main-Donau AG,  
diese vertreten durch die RMD Wasserstraßen GmbH

Auftrag vom: 16.06.2010 und 17.06.2010,  
RMD-Maßnahme: 4201, 4203, 5201, 5203, 6201, 6203;  
RMD-Auftrag Nr.: 80 000 037  
RMD-Auftrag Nr.: 80 000 038

Auftrags-Nr.: BAW-Nr. A39530210127-20

Aufgestellt von: Abteilung: Wasserbau im Binnenbereich  
Referat: W2, Flusssysteme II  
Bearbeiter: Dr.-Ing. Thomas Brudy-Zippelius  
Jürgen Kellermann  
Boris Glander  
Dr. Regina Patzwahl  
Nikolai Stache

Karlsruhe, 15.11.2012

Der Bericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die Vervielfältigung und eine Veröffentlichung bedürfen der schriftlichen Genehmigung der BAW.



## Zusammenfassung

Im Rahmen der EU-Studie Aktivität 3 "Flussmorphologische Untersuchungen inkl. Regelungskonzept und Fahrdynamik" und Aktivität 5 "Hydraulische Berechnungen, Regelungskonzept" wurde die BAW durch die RMD Wasserstraßen GmbH in Vertretung der Bundesrepublik Deutschland mit der Untersuchung des Regelungskonzepts für die Variante A nach Raumordnungsverfahren (ROV) und dessen Weiterentwicklung beauftragt.

Um im Donauabschnitt Straubing – Vilshofen die erreichbare Abladetiefe zu erhöhen, sind in den frei fließenden Bereichen Regelungs- und Sohlsicherungsmaßnahmen vorgesehen, die neben den für die Verbesserung der Schifffahrt erforderlichen hydraulischen und morphologischen Aspekten auch ökologische, wasserwirtschaftliche und unterhaltungstechnische Belange berücksichtigen müssen. Wesentliche Bestandteile des Regelungskonzepts wurden bereits im Rahmen der "Vertieften Untersuchungen" zwischen 1997 und 2001 mit den damals zur Verfügung stehenden numerischen Berechnungsmethoden betrachtet. In einer ersten Phase wurde die Variante A\* auf Grundlage des Regelungs- und Sohlsicherungskonzeptes nach ROV für verschiedene Untersuchungsmethoden aufgebaut und auf ihr Optimierungspotential hin untersucht. Auf dieser Basis wurde unter Einsatz dreidimensionaler hydrodynamischer und zwei- bzw. eindimensionaler Feststofftransportmodelle die verkehrswasserbaulich optimierte Variante A entwickelt.

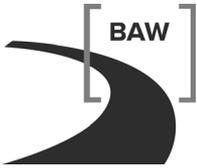
Das aus den Randbedingungen und aus den Modelluntersuchungen abgeleitete Regelungs-system der Variante A beinhaltet zusammenfassend folgende Kernpunkte:

### - *Fahrrinntiefe*

Für die Variante A resultiert aus der Weiterentwicklung des Regelungskonzeptes oberstrom der Isar eine Fahrrinntiefe von 2,20 m unter  $RNW_{\text{künftig}}$  und unterstrom der Isar bis zum Do-km 2256,08 bei Hofkirchen auf Grund fahrdynamischer Aspekte eine erhöhte Fahrrinntiefe von 2,25 m. Zwischen Do-km 2256,08 und Do-km 2249,70 wird eine Fahrrinntiefe von 2,40 m festgelegt, um den erhöhten Sicherheitsanforderungen in der Felsstrecke Rechnung zu tragen.

### - *Fahrrinnenbreite und Fahrrinnenverlauf*

Der Fahrrinnenverlauf in Variante A wurde gegenüber dem ROV bei Deggendorf (Do-km 2286,2 – Do-km 2285,3; Neubau Eisenbahnbrücke), bei Nideralteich (Do-km 2276,7 – Do-km 2274,5; Änderung in der Regelung und Berücksichtigung der seitlichen Sicherheitsabstände) und am Ausgang der Mühlhamer Schleife (Do-km 2268,7 – Do-km 2267,0; Unfallschwerpunkt) geändert. Bei der Isarmündung beträgt die Fahrrinnenbreite 40 m. Im Ausgang der Mühlhamer Schleife wurde die Fahrrinne auf 70 m verbreitert.



*- Regelungsbauwerke*

Das Regelungskonzept resultiert in einem Niedrigwasserausbau, dem als Bezugshorizont für die Höhe der Regelungsbauwerke (Buhnen, Parallelwerke, Ufervorverlegungen) der RNW<sub>künftig</sub> zugrunde liegt. Hierbei stehen das Erreichen einer erhöhten Fahrrinntiefe sowie die Vergleichmäßigung der hydraulischen Kenngrößen im Vordergrund.

*- Geschiebefang*

Oberstrom der Felsstrecke (Do-km 2256,3) ist die Vergrößerung des bestehenden Geschiebefangs vorgesehen, um die Felsstrecke von Kiesablagerungen freizuhalten. Ziel dieser Maßnahme ist die Vereinfachung der Geschiebebewirtschaftung durch Vermeidung von Baggermaßnahmen in der Felsstrecke. Zudem wirkt sich diese Maßnahme positiv auf die Niedrig- und Mittelwasserverhältnisse aus, da die erhöhte Rauheit der Strecke zu einer Stützung des Wasserspiegels führt.

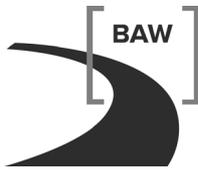
## Inhaltsverzeichnis

## Seite

	Glossar	1
1	Veranlassung und Aufgabenstellung	5
2	Berichte und Unterlagen	7
2.1	Berichte	7
2.2	Sonstige Unterlagen	8
3	Regelungskonzept der Variante A	9
3.1	Allgemeines	9
3.2	Grundlagen des Regelungskonzepts	10
3.3	Vorgehensweise zur Identifizierung des Regelungspotentials	13
3.3.1	Allgemeine Vorgehensweise	13
3.3.2	Exemplarisches Vorgehen	14
4	Regelungssystem	19
4.1	Allgemeines	19
4.2	Buhnen, Parallelwerke und Ufervorverlegungen	20
4.3	Fahrinne	20
4.4	Kolkverbaumaßnahmen	22
4.5	Geschiebefang	23
4.6	Parallelwerk Isarmündung	24
4.7	Unfallschwerpunkt im Ausgang der Mühlhamer Schleife	25

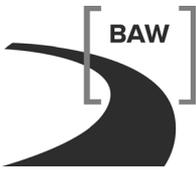
<b>Bildverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
Bild 1: Geplante Regelungsmaßnahmen gemäß ROV im Abschnitt Do-km 2261 - Do-km 2258 für Variante A*	15
Bild 2: Hydraulische Größen im Längsschnitt im Abschnitt Do-km 2261 - Do-km 2258 bei RNW	16
Bild 3: Summenkurven der Baggermengen aus Simulation mit dem 2D-FT-Modell OSI	17
Bild 4: Geschiebefang in Variante A	23
Bild 5: Parallelwerk an der Isarmündung in Variante A	24
Bild 6: Fahrrinnenverlegung und Maßnahmenpaket im Ausgang der Mühlhamer Schleife (Do-km 2268,70 - Do-km 2266,80)	25

<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
Tabelle 1: Geometrieparameter der Buhnen gemäß Regelplan [U3]	20
Tabelle 2: Geometrieparameter der Parallelwerke gemäß Regelplan [U4]	20
Tabelle 3: Geometrieparameter der Ufervorverlegungen gemäß Regelplan [U5]	20
Tabelle 4: Fahrrinntiefen und Herstelltiefen für Variante A	21

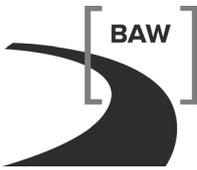


## Glossar

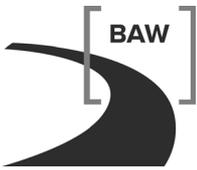
Abladetiefe	Derjenige Schiffstiefgang, der am betrachteten Binnenschiff an der diesbezüglich ungünstigsten Stelle im Ruhewasser auftritt. Die Summe aus Squat (fahr-dynamisches Einsinken) und Abladetiefe (statischer Tiefgang) ergibt die Tauchtiefe
Abschnitt OSI	Donaustrecke mit Fahrrinnenunterhaltung <u>o</u> ber <u>s</u> trom der <u>I</u> sar von Straubing bis Isarmündung, Do-km 2319,3 bis 2281,7
Abschnitt USI	Donaustrecke mit Fahrrinnenunterhaltung <u>u</u> nter <u>s</u> trom der <u>I</u> sar von Isarmündung bis Vilshofen, Do-km 2281,7 bis 2249,3
Baggerintervall	Zeitraum zwischen turnusmäßigen Überprüfungen der Fahrrinntiefe bei der 2D-FT-Modellierung, bei Mindertiefen wird eine Baggerung ausgelöst
Baggermenge [m <sup>3</sup> ]	Volumen, das im 2D-FTM der Sohle im Rahmen einer Unterhaltungsbaggerung entnommen wurde
Baggersohle [m+NN]	RNW <sub>künftig</sub> minus Herstelltiefe
Baggertiefe [m]	siehe Herstelltiefe
Baggertoleranz [m]	Maßtoleranz zum Erreichen der Herstelltiefe
Bezugswasserspiegel [m+NN]	Bezugshorizont für die Herstellung und Unterhaltung der Fahrrinntiefe, hier RNW
DGM	Digitales Geländemodell
Fahrrinntiefe, FT [m]	Solltiefe der Fahrrinne unter dem Bezugswasserspiegel
Flottwasser [m]	Abstand zwischen Schiffsboden in Fahrt und der höchsten maßgebenden Erhebung der Sohle
FTM	Feststofftransportmodell
Herstelltiefe, HT [m]	Tiefe, die (bezogen auf Bezugswasserspiegel) bei der Baggerung hergestellt wird (= Fahrrinntiefe + Tiefenreserve + Baggertoleranz + Unebenheit)



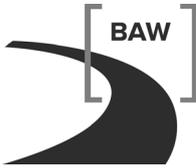
Herstellzustand	Bezeichnet die Gewässertopographie nach Umsetzung der geplanten Sohlsicherungs- und Regelungsmaßnahmen inkl. der notwendigen Fahrrinnenbaggerungen unter dem Bezugswasserspiegel
HNN [m+NN]	„Haut Niveau Navigable“; festgelegter Wasserstand, dessen Abfluss an 1% der Tage der Jahresreihe 1961/1990 erreicht oder überschritten wurde (Verf. WSD Süd M/T3-221.3/8I vom 25.03.1998)
IST-Zustand	Modelltechnische Beschreibung von Geometrie, Kornzusammensetzungen und Landnutzung für den Zustand 2005
Modell OSI	2D-FTM <u>o</u> ber <u>s</u> trom der <u>I</u> sarmündung der Teilstrecke von Do-km 2313,3 bis 2290,8
Modell USI	2D-FTM <u>u</u> nter <u>s</u> trom der <u>I</u> sarmündung der Teilstrecke von Do-km 2268,6 bis 2256,6
Morphologischer Nachlauf	Die mit dem 1D-FTM prognostizierten Veränderungen physikalischer Größen (Wasserstand, Sohlhöhen) zwischen dem Herstellzustand und dem Zustand nach Simulation eines 25-jährigen Zeitraums
MQ <sub>97</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Siehe Q <sub>MW</sub>
MW [m+NN]	Mittelwasser; Wasserstand, dessen Abfluss dem mittleren Abfluss der langjährigen Jahresreihe 1961 bis 1990 entspricht
MW <sub>ROV</sub> [m+NN]	Rechnerische Wasserspiegellage aus dem ROV bei Abfluss des MW
OSI	<u>O</u> ber <u>s</u> trom der <u>I</u> sarmündung
Q <sub>HNN</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Abfluss zum HNN Q <sub>HNN</sub> = 1375/ 1765 m <sup>3</sup> /s (oberstrom/unterstrom der Isarmündung)
Q <sub>MW</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Abfluss zum MW Q <sub>MW</sub> = 463/ 642 m <sup>3</sup> /s (oberstrom/unterstrom der Isarmündung)
Q <sub>RNW</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Abfluss zum RNW Q <sub>RNW</sub> = 211/ 324 m <sup>3</sup> /s (oberstrom/unterstrom der Isarmündung)



Q bei HNN <sub>97</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Siehe Q <sub>HNN</sub>
Reale Baggermengen [m <sup>3</sup> ]	Historische Baggermengen nach Angaben des WSA Regensburg
RNQ <sub>97</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Siehe Q <sub>RNW</sub>
RNW <sub>97</sub> [m+NN]	„Regulierungsniederwasserstand“; Wasserstand, dessen Abfluss an 94% der Tage einer langjährigen Jahresreihe (hier 1961/1990) erreicht oder überschritten wurde (Verf. WSD Süd T3-221.3/8l vom 25.03.1998).
RNW <sub>künftig</sub> [m+NN]	Rechnerische Wasserspiegellage bei Abfluss des RNW <sub>97</sub> im Herstellzustand
RNW <sub>ROV</sub> [m+NN]	Rechnerische Wasserspiegellage bei Abfluss des RNW <sub>97</sub> aus dem ROV
ROV	Raumordnungsverfahren für den Donauausbau zwischen Straubing und Vilshofen (2006 abgeschlossen)
Tiefenreserve [m]	Bei Herstellung der Fahrrinne über die Solltiefe hinausgehende Baggerung, um eine praxisgerechte Unterhaltung der Fahrrinne rechnerisch zu gewährleisten
Unebenheit [m]	Rechnerische Größe zur Berücksichtigung von Sohlfluktuationen
Unterhaltungsbaggerung	Im 1D- und 2D-FTM turnusmäßig modellierte Baggerung zur Unterhaltung der Fahrrinne
USI	<u>U</u> nter <u>s</u> trom der <u>I</u> sarmündung
Variante A*	Ausbauvariante A gemäß ROV
Variante A	Weiterentwickelte Variante A* mit einer Herstelltiefe von 2,35/ 2,40/ 2,55 m (oberstrom der Isarmündung/unterstrom der Isarmündung/Felsstrecke)
Variante C/C <sub>2,80</sub> *	Ausbauvariante C gemäß ROV
Variante C <sub>2,80</sub>	Weiterentwickelte Variante C/C <sub>2,80</sub> * mit einer Herstelltiefe von 2,80/ 2,85/ 3,00 m (oberstrom der Isarmündung/unterstrom der Isarmündung/Felsstrecke)



Vertiefte Untersuchungen	Untersuchungen zum Raumordnungsverfahren für den Donauausbau (hier: Untersuchungen der BAW, 1997 – 2001)
Vergleichsszenario	Prognostische instationäre Berechnung ausgehend von der Geometrie des IST-Zustands

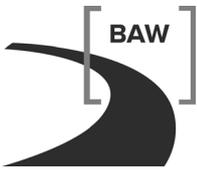


## 1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Im August 2007 beantragte die Bundesrepublik Deutschland eine Förderung der Maßnahme "Variantenunabhängige Untersuchungen zum Ausbau der Donau zwischen Straubing und Vilshofen" durch die EU, die mit Datum vom 19.11.2008 gewährt wurde. Ziel dieser Untersuchungen ist die Erstellung von Unterlagen in Planfeststellungstiefe für den Ausbau der Donau für die Variante A auf Basis von flussregelnden Maßnahmen und für die Variante C<sub>2,80</sub> mit einem Stauwehr bei Aicha. Grundlage für die Arbeiten bildeten die Ergebnisse der "Vertieften Untersuchungen" aus den Jahren 1997 bis 2000 und die für das Raumordnungsverfahren (ROV) aus dem Jahr 2004 erstellten Ausarbeitungen.

Im Rahmen der EU-Studie Aktivität 3 "Flussmorphologische Untersuchungen inkl. Regelungskonzept und Fahrdynamik" und Aktivität 5 "Hydraulische Berechnungen, Regelungskonzept" wurde die BAW durch die RMD Wasserstraßen GmbH in Vertretung der Bundesrepublik Deutschland mit der Untersuchung des Regelungskonzepts für die Variante A beauftragt. Grundlage bildete das Regelungskonzept aus dem ROV, das in der ersten Phase der Untersuchungen analysiert werden sollte. In der zweiten Phase der Bearbeitung war dieses Regelungskonzept unter Berücksichtigung ökologischer und wasserwirtschaftlicher Randbedingungen verkehrswasserbaulich zu optimieren [U1], [U2].

Der Bericht fasst die wesentlichen Aspekte des weiterentwickelten Regelungskonzepts für die Variante A zusammen.



## 2 Berichte und Unterlagen

### 2.1 Berichte

- [B1] BAW 2012 EU-Studie zum Donauausbau Straubing - Vilshofen, Flussmorphologische Untersuchungen auf Grundlage des 2D-Feststofftransportmodells - Variante A -; A39530210127-13, Karlsruhe, November 2012; Anlage B.II.5 (\*)
- [B2] BAW 2012 EU-Studie zum Donauausbau Straubing - Vilshofen, Hydraulische Untersuchungen auf Grundlage des 3D-Hydrnumerischen Modells - Variante A -; A39530210127-14, Karlsruhe, November 2012; Anlage B.II.8 (\*)
- [B3] BAW 2012 EU-Studie zum Donauausbau Straubing - Vilshofen, Flussmorphologische Untersuchungen auf Grundlage des 2D-Feststofftransportmodells - Variante C<sub>2,80</sub> -; A39530210127-17, Karlsruhe, November 2012; Anlage B.III.5 (\*)
- [B4] BAW 2010, BAW-Nr. 3.02.10127-02, Ermittlung der Jahresgeschiebefrachten der Donau im Bereich Straubing-Vilshofen, Karlsruhe, Mai 2010
- [B5] BAW 2000, BAW-Nr. 96316410, Donauausbau Straubing - Vilshofen, - vertiefte Untersuchungen -, Konzeption der Regelungs-, Sohlsicherungs- und Unterhaltungsmaßnahmen für die 1-Stufen\_Variante C, Karlsruhe, September 2000
- [B6] BAW 2000, BAW-Nr. 96316410, Donauausbau Straubing - Vilshofen, - vertiefte Untersuchungen -, Konzeption der Regelungs-, Sohlsicherungs- und Unterhaltungsmaßnahmen für die Variante A, Karlsruhe, April 2000
- [B7] BAW 1999, BAW-Nr. 96316410, Donauausbau Straubing - Vilshofen, - vertiefte Untersuchungen -, Untersuchungen zur Lokalisierung von Engstellen im Donauabschnitt Straubing-Vilshofen, Karlsruhe, Oktober 1999
- [B8] BAW 1998, BAW-Nr. 97316410, Donauausbau Straubing - Vilshofen, Flußmorphologischer Statusbericht Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe, Juli 1998
- [B9] BAW 2009, BAW-Nr. A39530210114, Optimierung der nautischen Verhältnisse am Ausgang der Mühlhamer Schleife Aerodynamisches Modell Do-km 2268,6 bis 2265,5 / Langfassung, Karlsruhe, Dezember 2009
- [B10] BAW 2009, BAW-Nr. A39530210114, Optimierung der nautischen Verhältnisse in der Engstelle am Ausgang der Mühlhamer Schleife, Analyse des Ist-Zustands, Karlsruhe, August 2009
- [B11] BAW 2000, Vertiefte Untersuchungen zum Donauausbau Straubing-Vilshofen, Ergebnisse der verkehrswasserbaulichen Untersuchungen, Karlsruhe, Dezember 2000

[B12] EU-Studie Donauausbau Straubing-Vilshofen, Maßnahme 4403, Umweltverträglichkeitsstudie Fischfauna, Vorläufige Konfliktanalyse (Durchlauf 3) auf Grundlage Bestandserhebungen 2010, Prüfung von sieben Planungsalternativen, Büro für Naturschutz-, Gewässer- und Fischereifragen, Oktober 2011

(\*) Variantenunabhängige Untersuchungen zum Ausbau der Donau zwischen Straubing und Vilshofen, RMD Wasserstraßen GmbH, München, 2012

## 2.2 Sonstige Unterlagen

- [U1] Auftragsschreiben der RMD Wasserstraßen GmbH vom 16.06.2010, Aktivität 3 "Flussmorphologische Untersuchungen inkl. Regelungskonzept und Fahrdynamik". RMD-Auftrag: 80000037
- [U2] Auftragsschreiben der RMD Wasserstraßen GmbH vom 17.06.2010, Aktivität 5 "Hydraulische Berechnungen, Regelungskonzept". RMD-Auftrag: 80000038
- [U3] Bereich Straubing – Vilshofen, Regelungsbauwerke: Buhnen, Regelplan FaRe-S-WP-3200, Vorabzug, Stand 26.04.2010, RMD Wasserstraßen GmbH
- [U4] Bereich Straubing – Vilshofen, Regelungsbauwerke: Parallelwerk, Regelplan FaRe-S-WP-3201, Vorabzug, Stand 26.04.2010, RMD Wasserstraßen GmbH
- [U5] Bereich Straubing – Vilshofen, Regelungsbauwerke: Ufervorverlegung, Regelplan FaRe-S-WP-3202, Vorabzug, Stand 21.04.2010, RMD Wasserstraßen GmbH
- [U6] Vorläufige Geometrien des Geschiebefangs für Variante A und C<sub>2,80</sub> inklusive Vorschlag zusätzlicher Regelungsbauwerke, übergeben von RMD Wasserstraßen GmbH am 10.08.2010
- [U7] Fahrrinnenpolygone des IST-Zustands und der Varianten A und C<sub>2,80</sub>, übergeben von RMD Wasserstraßen GmbH am 14.04.2008, angepasst im Rahmen der Weiterentwicklung des Regelungskonzepts von der Bundesanstalt für Wasserbau
- [U8] ROV-Unterlagen der Variante A, RMD Wasserstraßen GmbH, 2004
- [U9] Geometrien der neugebauten Brücken Deggendorf, übergeben von RMD Wasserstraßen GmbH am 04.08.2010

### **3 Regelungskonzept der Variante A**

#### **3.1 Allgemeines**

Im Rahmen dieses Berichtes werden unter dem Begriff "Regelungskonzept" die Leitlinien sowie die Rahmen- und Randbedingungen einer Stromregelung zur Erreichung eines Ausbauziels verstanden. Die aus diesem Konzept resultierende Auswahl und Dimensionierung der Regelungselemente und -maßnahmen wird unter dem Begriff "Regelungssystem" zusammengefasst.

Um im Donauabschnitt Straubing – Vilshofen die erreichbare Abladetiefe zu erhöhen, sind in den frei fließenden Bereichen Regelungs- und Sohlsicherungsmaßnahmen vorgesehen, die neben den für die Verbesserung der Schifffahrt (Sicherheit und Leichtigkeit) erforderlichen hydraulischen und morphologischen Aspekten auch ökologische, wasserwirtschaftliche und unterhaltungstechnische Belange berücksichtigen müssen.

Wesentliche Bestandteile des Regelungskonzeptes wurden bereits im Rahmen der "Vertieften Untersuchungen" erarbeitet, so dass hier auf deren detaillierte Beschreibung verzichtet wird. Sie werden in den entsprechenden Gutachten dokumentiert [B6], [B7], [B8]. Die Weiterentwicklungen des Regelungskonzepts in der zweiten Phase der Bearbeitung bauen auf dem Konzept der "Vertieften Untersuchungen" auf, beinhalten jedoch zahlreiche Anpassungen unter den o.g. Aspekten.

Maßgebend für die Bestimmung erreichbarer Abladetiefen sind die im Bereich der Fahrrinne vorliegenden Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten. Die Begrenzungen des sog. Fahrrinnenkastens bestehen aus den seitlichen Rändern und der Unterkante des Fahrrinnenkastens. Durch Geschiebebewegungen, insbesondere bei höheren Abflüssen, kommt es vor, dass Sedimentablagerungen in die Fahrrinne hineinragen und sogenannte Fehlstellen verursachen. Da diese im Rahmen der Unterhaltung zu beseitigen sind, kommt dem ausgeglichenen Geschiebetransport eine zentrale Rolle für die Konzeption des Regelungssystems zu.

Es ist hierbei zu beachten, dass die erreichbare Abladetiefe nicht der Fahrrinntiefe entspricht, da das fahrende Schiff hydrodynamischen Effekten unterworfen ist. So sind neben der Abladetiefe auch die Einsinktiefe des Schiffs in Fahrt und ein Sicherheitsabstand zur Gewässersohle zu berücksichtigen. Aus unterhaltungstechnischer Sicht sind zusätzlich eine Baggertoleranz, eine Unebenheit der Sohle und eine Tiefenreserve zu berücksichtigen.

Für die Verfügbarkeit der Wasserstraße sind Niedrigwasserverhältnisse von wesentlicher Bedeutung. Aus diesem Grund wird als Bezugswasserstand für die Unterhaltung der Fahrrinne und für die Dimensionierung der Regelungsbauwerke der sog. "Regulierungsniedrigwasserstand" aus dem Jahr 1997 (RNW<sub>97</sub>) herangezogen. Dieser repräsentiert den Wasserstand bei einem Abfluss, der an 94% der Tage einer langjährigen Jahresreihe erreicht oder

überschritten wird. Für die der Untersuchung zugrunde liegende Jahresreihe 1961 bis 1990 beträgt der zugehörige Abfluss 211 m<sup>3</sup>/s oberstrom und 324 m<sup>3</sup>/s unterstrom der Isarmündung.

### 3.2 Grundlagen des Regelungskonzepts

Im Rahmen der vertieften Untersuchungen für das ROV zum Donauausbau wurden bereits wesentliche Konzepte zu Regelungs-, und Sohlsicherungsmaßnahmen für den Donauabschnitt Straubing - Vilshofen erarbeitet. Die Ergebnisse wurden durch die BAW in den Gutachten [B5] und [B6] dargestellt.

In der ersten Phase der vorliegenden Untersuchungen wurden die geplanten Regelungsmaßnahmen der vertieften Untersuchungen übernommen und auf Grundlage der verbesserten numerischen Modelle die relevanten hydraulischen und morphologischen Größen des verkehrswasserbaulichen Systems neu berechnet. Auf Basis der Analyse dieser Modellergebnisse wurden in der zweiten Phase der Bearbeitung die Regelungsmaßnahmen weiter optimiert. Diese Optimierungen erfolgten unter veränderten und ergänzenden Randbedingungen hinsichtlich des Regelungskonzepts. Im Folgenden werden die Grundsätze und Randbedingungen des weiterentwickelten Regelungskonzepts der Variante A aufgeführt:

*- Regelbreite der Fahrrinne von 70 m:*

Die Fahrrinne orientiert sich an der bestehenden Fahrrinne, soll aber aus Gründen der Sicherheit und Leichtigkeit der Schifffahrt nach Möglichkeit eine Regelbreite von 70 m aufweisen. Im Bedarfsfall wird sie eingeschränkt, wie an der Isarmündung, oder, wie im Bereich von Wendestellen und Krümmungen, aufgeweitet.

*- konventionelle Regelungs- und Sohlsicherungsmaßnahmen:*

Es sind konventionelle Maßnahmen, wie z.B. Buhnen, Parallelwerke oder Kolkverbauten, vorzusehen, mit denen mit Sicherheit die vorgesehenen Ziele erreicht werden können. Bei Kolkverbauten oder Deckwerken ist in der Dimensionierung ein Sicherheitsabstand von mindestens 0,8 m bis 0,9 m zwischen Schiffsboden in Fahrt und der Oberkante des Verbaus vorzusehen (Ergebnisse des Naturversuches Sohlendeckwerk [B11]).

*- Beseitigung von Erosionstendenzen:*

Im Regelungskonzept ist zu berücksichtigen, dass durch den Staustufenbau bei Straubing/Donau und Plattling/Isar eine Veränderung der morphologischen Grundsituation von einem Anlandungsregime in ein Erosionsregime eingetreten ist. Dies ist durch geeignete Sohlsicherungsmaßnahmen zu kompensieren.

*- örtlich begrenzte Maßnahmen (Teilstrecken):*

Die zu ergreifenden Maßnahmen sollen weitgehend das bestehende Regelungskonzept berücksichtigen und nur durch begrenzte Maßnahmen in Teilstrecken, wie z.B. Schließung von Regelungslücken, angepasst werden.

*- Grundsatz "Regeln vor Baggern":*

Eine erste Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der WSD Süd im Rahmen der "Vertieften Untersuchungen" zeigte, dass die angestrebte Vertiefung der Fahrrinne durch eine reine Baggerlösung nicht erreicht werden kann. Somit ist zunächst das Regelungskonzept zu optimieren und anschließend sind verbleibende Tiefenbeschränkungen in der Fahrrinne durch Baggermaßnahmen zu beseitigen.

*- Grundsatz "Tiefe vor Breite"*

In der Analyse der Engstellen im Rahmen der vertieften Untersuchungen [B7] zeigten sich besonders in Krümmungen Defizite hinsichtlich der Fahrrinnenbreiten. Diese sollen nach Möglichkeit aufgeweitet werden, um die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu erhöhen. Dabei gilt der Grundsatz "Tiefe vor Breite", der eine Verbreiterung der Fahrrinne erst nach Erreichung der geforderten Fahrrinntiefen erlaubt.

*- Berücksichtigung der Unterhaltungsbaggermengen:*

Im Rahmen des ROV wurden die erforderlichen Baggermengen auf Basis empirischer Betrachtungen abgeschätzt. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen werden die erforderlichen Baggermengen auf Grundlage einer 2D-Feststofftransportmodellierung ermittelt und liegen als ein Teilergebnis für die Weiterentwicklung des Regelungssystems vor.

*- Berücksichtigung fahrdynamischer Aspekte:*

Die durch die geplanten Ausbaumaßnahmen bedingten Veränderungen hydraulischer Randbedingungen wurden in den vertieften Untersuchungen hinsichtlich fahrdynamischer Aspekte überprüft. Dabei kamen u.a. die Mindestgeschwindigkeiten für verschiedene Schiffstypen zu Berg sowie deren Leistungseinsätze zum Tragen. In den vorliegenden Untersuchungen wurde im Bereich unterstrom der Isarmündung eine erhöhte Fahrrinntiefe angesetzt, um eine Gleichwertigkeit hinsichtlich der Abladetiefen für die Gesamtstrecke bei  $Q_{RNW}$  zu gewährleisten. Damit wird der erhöhte fahrdynamische Absenk, der aus der höheren Fließgeschwindigkeit unterstrom der Isarmündung resultiert, berücksichtigt. Zusätzlich wurden die Sicherheitsabstände zwischen Regelungsbauwerken und Fahrrinnenkasten detailliert angepasst.

*- Berücksichtigung des "morphologischen Endzustands" auf der Basis eines eindimensionalen Feststofftransportmodells*

Langfristige Sohlhöhen- und Wasserspiegeländerungen werden mit einem 1D-FTM ermittelt. Dabei sind die Wasserspiegellagen im "morphologischen Endzustand" mit denen des "Herstellzustands" nach Herstellung aller Bauwerke und der Fahrrinne auf Sollniveau zu vergleichen. Hierbei wird nicht von einem statischen Endzustand ausgegangen, sondern die Sohlstabilität wird als dynamischer Prozess verstanden, der die Sohle um einen mittleren Wert schwanken lässt. Da sich für den Ausbauzustand nach Variante A die Gefälleverhältnisse nicht wesentlich ändern, orientieren sich die Geschiebebezugaben der Sohlsicherung an den transportierten Mengen der Vergangenheit, für die Sohlstabilität vorlagen.

*- Begrenzung der langfristigen Wasserspiegeländerungen aus ökologischen Gründen*

Eine Begrenzung der langfristigen, ausbaubedingten Wasserspiegeländerungen im "morphologischen Endzustand" ist aus ökologischen Gründen, insbesondere bei  $Q_{RNW}$  und  $Q_{MW}$ , zu berücksichtigen.

*- Hochwasserneutralität*

Das Hochwasserschutzkonzept wurde durch die RMD Wasserstraßen GmbH in Abstimmung mit der Bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung erarbeitet und in den Untersuchungen der BAW modelltechnisch berücksichtigt.

*- Berücksichtigung fischökologischer Belange*

Im Entwurf zur Konfliktanalyse Fischfauna [B12] wurden seitens des mit dieser Fragestellung beauftragten Sachverständigen Maßnahmen aufgezeigt, die aus fischökologischer Sicht besonders kritisch zu bewerten waren. Diese wurden zwischen dem Sachverständigen, der BAW, der WSD und der RMD Wasserstraßen GmbH diskutiert und gegebenenfalls im Regelungskonzept berücksichtigt. So wurden seitens des beauftragten Sachverständigenbüros i.d.R. Ufervorverlegungen an Stelle von neuen Bühnen bevorzugt, um Fischen Laichplätze und Jungfischhabitats zu erhalten. Diese müssen gleichzeitig die verkehrswasserbauliche Funktion erfüllen. Nach Vorstellungen der Fischökologie sollen diese Ufervorverlegungen zur Fahrrinne hin geschützt werden, aber trotzdem eine morphologische Dynamik aufweisen. Hierzu ist eine geeignete Sedimentbewirtschaftung durch das WSA erforderlich.

Durch Abwägung der verschiedenen Randbedingungen wie Ökologie, Wasserwirtschaft, Hochwasserschutz und Unterhaltung wurde der Entwurf eines Regelungs-systems zur Verbesserung der Schifffahrtsbedingungen erarbeitet, der diese Aspekte ausgleichend berücksichtigt.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen werden folgende verkehrswasserbaulich relevante Regelungs- und Sohlsicherungsmaßnahmen vorgesehen:

- *Anpassung bestehender Buhnen in Länge und Höhe sowie Neubau von Buhnen in Regelungslücken*
- *Kolkverbaumaßnahmen zur Sicherung von Tertiäroberflächen und zur Fahrrinnenverbreiterung:* Dies betrifft i.d.R. die Krümmungsbereiche. Ein durchgeführter Kolkverbau bei Reibersdorf (Donau-km 2315) hat den Erfolg der Maßnahme bestätigt.
- *Neubau und Anpassung von Parallelwerken:* Neue Parallelwerke oder solche, die Buhnen ersetzen, werden bedarfsweise aus Hochwasserschutzgründen bzw. zur Vermeidung von Buhnenkopfkolken, z.B. an Außenufern vorgesehen. Im Bereich der Isarmündung ist ein Parallelwerk zur Stützung der Wasserstände nach oberstrom vorgesehen, mit dem gleichzeitig die Erosionssicherung des bestehenden Isarschüttkegels angestrebt wird.
- *Sohlschwellen:* Im Bereich der Isarmündung werden zur Sicherung der Sohle weitere Sohlschwellen in der Fahrrinne vorgesehen.
- *Optimierung der Fahrrinnenlage:* Die Fahrrinne wird in Teilbereichen angepasst, um fahrdynamische und sicherheitsrelevante Aspekte zu berücksichtigen.

### **3.3 Vorgehensweise zur Identifizierung des Regelungspotentials**

#### **3.3.1 Allgemeine Vorgehensweise**

Für die Identifizierung des Regelungspotentials wurden die Ergebnisse der in der ersten Phase der Bearbeitung durchgeführten morphodynamischen (2D-FTM, 1D-FTM) und hydrodynamischen (3D-HN) Simulationen der Variante A\* (Zustand nach ROV) sowie die Ergebnisse aus den Untersuchungen zum ROV verwendet.

Als Kriterien zur Analyse des Regelungspotentials dienen:

- *hydraulische Kenngrößen:*

Dazu gehören vor allem Wassertiefen im Bereich der Fahrrinne, Wasserspiegelgefälle, Strömungsgeschwindigkeiten, durchströmte Breite (Streichlinienabstand) und Abflussquerschnitte. Diese Parameter sind nach Möglichkeit zu vergleichmäßigen, um optimale Verhältnisse für die Schifffahrt hinsichtlich Ablademöglichkeiten und für die Leistungsfähigkeit der Wasserstraße zu erreichen. Die für die Analyse erforderlichen Daten stammen aus der ersten Phase der aktuellen Untersuchungen mit dem 3D-HN-Modell [B2].

*- Geschiebetransportlängsschnitte:*

Starke Ungleichverteilungen im Geschiebetransportlängsschnitt [B4] führen lokal zu Anlandungen mit der Folge von verstärkten Baggerungen und Erosion mit der Folge von Wasserspiegelverfall. Insbesondere die Schiffswendestellen oberstrom der Isarmündung wirken aufgrund der Querschnittsaufweitungen wie Geschiebefänge. Eine Beseitigung der Wendestellen ist aufgrund der verkehrlichen und unterhaltungstechnischen Gegebenheiten nicht vorgesehen (siehe auch Baggermengen).

*- Baggermengen:*

Die Analyse sowohl der realen als auch der berechneten Baggermengen (2D-FTM, [B1]) zeigt, dass in einigen Bereichen im Vergleich zu anderen Bereichen größere Baggermengen bei der Unterhaltung anfallen (Bereiche mit Wasserspiegelgefällereduzierung). Aber auch die großräumige Gefällereduktion, die sich durch den Rückstau aus der Isarmündung ergibt, führt zu Anlandungen durch abnehmenden Geschiebetrieb.

*- erreichbare Schiffsgeschwindigkeiten:*

Die erreichbaren Schiffsgeschwindigkeiten werden bei gegebenen hydraulischen Bedingungen durch Leistungseinsatz, dynamischen Absink, Abladung und Schiffstyp begrenzt. Dabei sind Mindestgeschwindigkeiten bei Bergfahrt, zur Verfügung stehendes Flottwasser und das n-Verhältnis (Verhältnis der Projektionsfläche des abgeladenen Schiffs zum durchströmten Querschnitt) zu berücksichtigen. Für die Weiterentwicklung des Regelungskonzepts wurde auf die Erfahrungen der "Vertieften Untersuchungen" zurückgegriffen.

Vorschläge zu Optimierungen des Regelungssystems wurden mit der RMD Wasserstraßen GmbH, der WSD Süd, dem WSA Regensburg und dem mit Untersuchungen zur Fischökologie beauftragten Sachverständigen diskutiert und modifiziert. Hierbei wurden Belange, wie z.B. erforderliche Flächen zur Unterhaltung, Wendestellen für die Schifffahrt oder fischökologische Aspekte, berücksichtigt.

### **3.3.2 Exemplarisches Vorgehen**

Im Folgenden wird an zwei Beispielen beschrieben, wie Regelungspotential identifiziert und entsprechende Maßnahmen abgeleitet wurden. Die Beispiele wurden so gewählt, dass die daraus gewonnenen Erkenntnisse sowohl für die Variante A als auch die Variante C<sub>2,80</sub> Gültigkeit haben. Beispiel 1 erläutert an Variante A\* die Vorgehensweise bei der Identifizierung von Regelungspotential anhand der hydraulischen Kenngrößen. Beispiel 2 erläutert an Variante C/C<sub>2,80</sub>\* die Vorgehensweise bei der Identifizierung von Regelungspotential anhand der berechneten Baggermengen.

Beispiel 1:

In der ersten Phase der Untersuchungen wurden die hydraulischen Verhältnisse für die Variante A\* auf Grundlage des 3D-HN-Modells berechnet [B2]. Um die berechneten strömungsrelevanten Größen Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit sowie die daraus abgeleiteten Größen wie durchströmte Breite (Abstand zwischen den 0,5 m/s-Isotachen) und Abflussfläche quantitativ analysieren zu können, wurden mittlere Werte längs der Strecke berechnet (siehe auch [B2]). Diese mittleren Werte konnten dann zur Analyse des Regelungspotentials in Hinblick auf Vergleichmäßigung der Strömungsverhältnisse herangezogen werden. Am Beispiel des Streckenabschnittes Do-km 2261 – Do-km 2258 (siehe Bild 1) wird die Vorgehensweise erläutert.

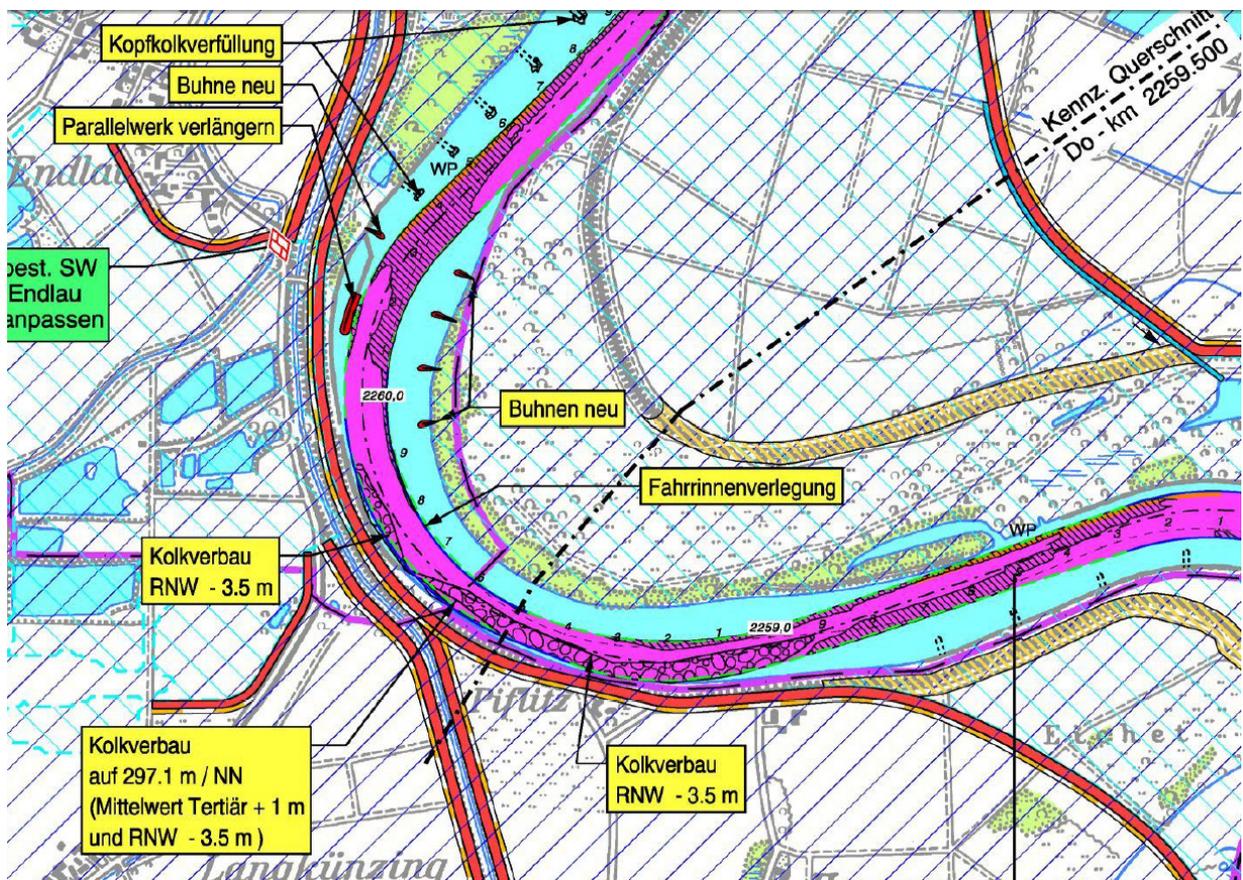


Bild 1: Geplante Regelungsmaßnahmen gemäß ROV im Abschnitt Do-km 2261 - Do-km 2258 für Variante A\*

In Bild 2 sind die hydraulischen Größen durchströmte Breite (a), mittlere Fließgeschwindigkeit (b), Abflussfläche (c) sowie die Wassertiefe (d) für den IST-Zustand (blaue Linie), die Variante A\* (hellgrüne Linie) sowie eine Variation von A\* (dunkelgrüne Linie) für diesen Abschnitt jeweils als Längsschnitt dargestellt. Die durchströmte Breite (a) weist bei Do-km 2260,3 und Do-km 2258,7 Werte von ca. 155 m auf. Dazwischen fällt sie auf ca. 85 m ab. Die Geschwindigkeit (b) steigt entsprechend im Minimum der durchströmten Breite auf ein lokales Maximum. Die Analyse ergab, dass hier Potential für eine Vergleichmäßigung der hydraulischen Verhältnisse durch Anpassen der Streichlinie gegeben war. Die nach ROV geplante Buhnengruppe links bei Do-km 2260,4 – Do-km 2260,0 wäre zu verlängern, die anschließende Engstelle durch eine Uferabgrabung zu erweitern und die wiederum daran anschließende Buhnengruppe (Bestand) rechts zu verlängern.

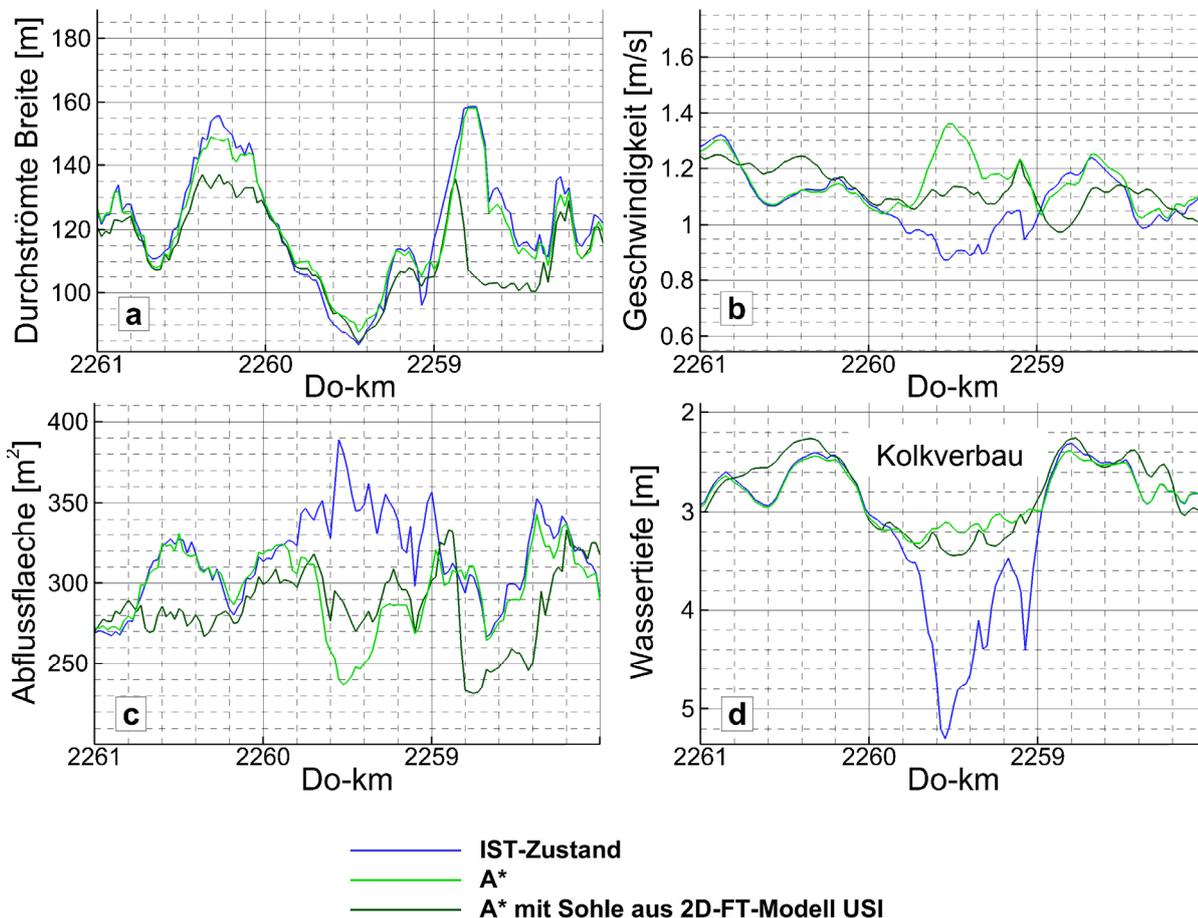


Bild 2: Hydraulische Größen im Längsschnitt im Abschnitt Do-km 2261 - Do-km 2258 bei RNW

Vor dem Hintergrund des nach ROV vorgesehenen Verbaus des tiefen Kolkes in der Endlauer Kurve (maximale Abflussflächenänderung von 390 m<sup>2</sup> auf 240 m<sup>2</sup>, Bild 2 c, d) wurden die Wirkzusammenhänge bezüglich einer zu erwartenden Sohlreaktion auf den Querschnittsverlust eingehender untersucht. Hierzu wurde die mit dem 2D-FTM-Modell berechnete

te Sohle [B1], in das 3D-HN-Modell (Modell mit fester Sohle) [B2], eingebaut und die sich einstellende Strömung erneut berechnet. Diese Variation von  $A^*$  zeigt, dass es durch den Kolkverbau am Gleithang zu einer Eintiefung kommt (d), die Abflussfläche wieder etwas vergrößert und die Geschwindigkeit in der Folge wieder reduziert wird. Um diese Reaktion der Sohle auf den Kolkverbau vorwegzunehmen und die Abflussflächenänderung durch den Kolkverbau von vornherein gering zu halten, wurde eine Aufweitung am Innenufer vorgeschlagen. Eine solche Variante kam jedoch aus fischökologischen Erwägungen nicht in Betracht. Somit wurde nur der Verlauf der Streichlinie unter Berücksichtigung der Bühnengruppen ober- und unterstrom des Kolkverbaus vergleichmäßigt.

### Beispiel 2:

Im Folgenden wird exemplarisch die Vorgehensweise zum Auffinden von Regelungspotential anhand der Baggermengenanalyse beschrieben:

In Phase 1 der Untersuchung wurden mit dem 2D-FTM die rechnerischen Baggermengen für die Variante  $C/C_{280}^*$  gemäß ROV ermittelt [B3] und als Summenkurven (Baggermengen werden in Fließrichtung aufsummiert) dargestellt. Die Summenliniendarstellung bietet den Vorteil, dass gleichzeitig der Ort der Baggerungen (Anstieg der Summenlinie), die entsprechende Baggermenge und die Gesamtbaggermenge (Ordinatenwert am Ende der Linien) ersichtlich sind.

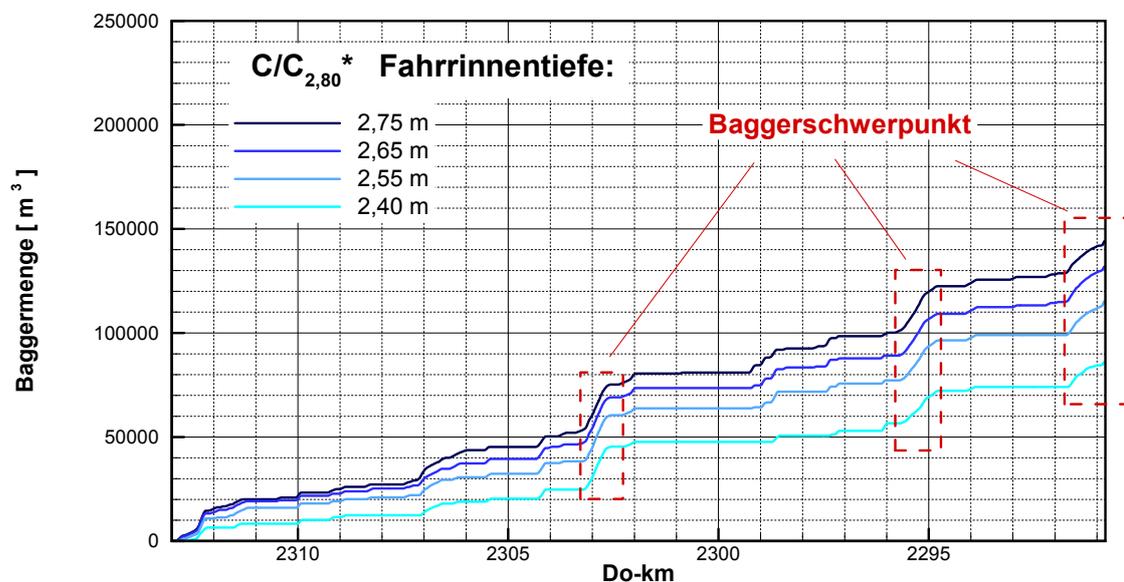
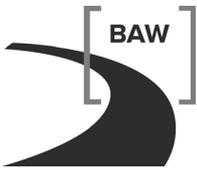


Bild 3: Summenkurven der Baggermengen aus Simulation mit dem 2D-FT-Modell OSI

In den Summenkurven in Bild 3 sind Baggerschwerpunkte erkennbar, die ein Indiz für eine Regelungslücke darstellen. Anhand des ROV-Lageplans war ersichtlich, dass der Bagger-



schwerpunkt bei Do-km 2303 seine Ursache in einer Wendestelle für die Schifffahrt (verbreiterte Fahrrinne) hat. Bei Do-km 2295,5 und 2291,0 wurde bisher auf den Ausbau der Innenufer durch Buhnen verzichtet um Raum für Kieslagerplätze zu schaffen. Diese Regelungslücken sollen in Abstimmung mit dem WSA Regensburg, der RMD Wasserstraßen GmbH und den fischökologischen Sachverständigen gezielt als planmäßige Baggerstellen bestehen bleiben, um die abschnittsweise Geschiebemanagement (Zugabe/Entnahme) zu erleichtern. Das Regelungspotential an den oben beschriebenen Baggerschwerpunkten konnte somit nicht genutzt werden.

## 4 Regelungssystem

### 4.1 Allgemeines

Aus den Modelluntersuchungen und Abwägungen der in Kapitel 3 aufgeführten Aspekte resultiert das Regelungssystem der Variante A:

#### - *Fahrrinntiefe*

Für die Variante A resultiert aus der Weiterentwicklung des Regelungskonzeptes oberstrom der Isar eine Fahrrinntiefe von 2,20 m unter  $RNW_{\text{künftig}}$  und unterstrom der Isar bis zum Geschiebefang bei Hofkirchen eine erhöhte Fahrrinntiefe von 2,25 m. Zwischen dem Geschiebefang und Do-km 2249,70 wird eine Fahrrinntiefe von 2,40 m festgelegt, um den erhöhten Sicherheitsanforderungen in der Felsstrecke Rechnung zu tragen.

#### - *Fahrrinnenbreite und Fahrrinnenverlauf*

Der Fahrrinnenverlauf in Variante A wurde gegenüber dem ROV [U7] bei Deggendorf (Do-km 2286,2 – Do-km 2285)<sup>1</sup>, bei Niederalteich (Do-km 2276,7 – Do-km 2274,5; Änderung in der Regelung und Berücksichtigung der seitlichen Sicherheitabstände) und ausgangs der Mühlhamer Schleife (Do-km 2268,7 – Do-km 2267,0; Unfallschwerpunkt, siehe Kapitel 4.7) geändert. Bei der Isarmündung beträgt die Fahrrinnenbreite 40 m. Im Ausgang der Mühlhamer Schleife wurde die Fahrrinne auf 70 m verbreitert.

#### - *Regelungsbauwerke*

Das Regelungskonzept resultiert in einem Niedrigwasserausbau, dem als Bezugshorizont für die Höhe der Regelungsbauwerke (Buhnen, Parallelwerke, Ufervorverlegungen) der  $RNW_{\text{künftig}}$  zugrunde liegt (Kap. 4.2). Hierbei stehen das Erreichen einer erhöhten Fahrrinntiefe und die Vergleichmäßigung der hydraulischen Kenngrößen (s. Kapitel 3.3) im Vordergrund.

#### - *Geschiebefang*

Oberstrom der Felsstrecke (Do-km 2256,3) wird der bestehende Geschiebefang auf ein Fassungsvermögen von 40.000 m<sup>3</sup> vergrößert, um die Felsstrecke von Kiesablagerungen freizuhalten. Ziel dieser Maßnahme ist zum einen die Vereinfachung der Geschiebemanagement durch Vermeidung von Baggermaßnahmen in der Fels-

---

<sup>1</sup> Die Beseitigung der Engstelle bei Do-km 2285,9 wurde durch den Neubau der Eisenbahnbrücke möglich

strecke und zum anderen eine Wasserspiegelstützung, welche mit der Erhöhung der Rauheitswirkung einhergeht. Ein weiterer Geschiebefang ist aus unterhaltungstechnischen Gründen am unterstromigen Ende des Wehrrarms Straubing vorgesehen.

#### 4.2 Bühnen, Parallelwerke und Ufervorverlegungen

Den vorliegenden Untersuchungen wurden zunächst Richtwerte gemäß der Regelpläne [U3], [U4], [U5] für die Dimensionierung der Bauwerke (Bühnen, Parallelwerke, Ufervorverlegungen) zugrunde gelegt. Die Geometrieparameter der Bauwerke aus diesen Regelplänen sind in Tabelle 1 bis Tabelle 3 aufgelistet.

Rückenneigung	1:100
Böschungsneigung nach oberstrom	1:2
Böschungsneigung nach unterstrom	1:3
Kopfneigung	1:4
Bühnenkopfhöhe	$RNW_{\text{künftig}} + 0,50 \text{ m}$

Tabelle 1: Geometrieparameter der Bühnen gemäß Regelplan [U3]

Böschungsneigung zur Fahrrinne und zum Ufer	1:2,5
Böschungsneigung des Queranschlusses nach oberstrom	1:6
Böschungsneigung des Queranschlusses nach unterstrom	1:4
Parallelwerkshöhe	$RNW_{\text{künftig}} + 0,70 \text{ m}$

Tabelle 2: Geometrieparameter der Parallelwerke gemäß Regelplan [U4]

Böschungsneigung zur Fahrrinne	1:2,5
Höhe der Ufervorverlegung wasserseitig	$RNW_{\text{künftig}}$
Höhe der Ufervorverlegung landseitig	$MW_{\text{künftig}}$

Tabelle 3: Geometrieparameter der Ufervorverlegungen gemäß Regelplan [U5]

Im Rahmen der Weiterentwicklung des Regelungs-systems wurden die Bühnenkopfhöhen angepasst, um die unterschiedlichen Anforderungen des Regelungskonzepts besser zu erfüllen. Zusätzlich wurden neue Bühnen bzw. Bühnengruppen, die in Verlängerung eines Parallelwerks liegen, den lokalen Gegebenheiten angepasst. Wenn zweckmäßig, wurden Bestandsbühnen und angrenzende neue Bühnengruppen einander in der Höhe angeglichen. Die daraus resultierende mittlere Höhe der Bühnenköpfe beträgt  $RNW_{\text{künftig}} + 0,65 \text{ m}$ . Für die

Höhe der neu zu bauenden Parallelwerke hat sich im Rahmen der Weiterentwicklung ein Höhenmaß von  $RNW_{\text{künftig}} + 0,90 \text{ m}$  als zielführend erwiesen.

Die Bauwerke des neuen Regelungssystems inklusive der Bestandsbauwerke umfassen für die Variante A nach der Weiterentwicklung 336 Buhnen und 66 Parallelwerke. Die Geometrie- und Lagedaten der einzelnen Bauwerke, die als 3D-Bauwerkspolygone der RMD Wasserstraßen GmbH übergeben wurden, sind in den Planunterlagen "Variantenunabhängige Untersuchungen zum Ausbau der Donau zwischen Straubing und Vilshofen", "Lagepläne technische Planung", Anlagen II.1.9 bis II.1.25 dargestellt.

### 4.3 Fahrrinne

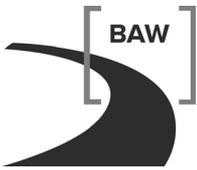
Die aus der Weiterentwicklung des Regelungskonzeptes hervorgehenden Fahrrinnen- und Herstelltiefen in Variante A sind in Tabelle 4 aufgeführt. Die erhöhte Fahrrinntiefe unterstrom der Isarmündung resultiert aus dem Bestreben, ober- und unterstrom der Isar bzgl. der Abladetiefe gleichwertige Bedingungen zu schaffen. Die Fahrrinntiefe wird somit den unterschiedlichen Gefälleverhältnissen gerecht. In den Streckenabschnitten mit Felssohle wurde eine Fahrrinntiefe von 2,40 m gewählt, um das größere Mindestflottwasser (=Sicherheitsreserve) über Fels zu gewähren.

Donauabschnitt	Fahrrinntiefe [ m unter $RNW_{\text{künftig}}$ ]	Herstelltiefe [ m unter $RNW_{\text{künftig}}$ ]
oberstrom der Isarmündung	2,20	2,35
unterstrom der Isarmündung bis Hofkirchen	2,25	2,40
Felsstrecke (Do-km 2256,08– 2249,70)	2,40	2,55

Tabelle 4: Fahrrinntiefen und Herstelltiefen für Variante A

Der Fahrrinnenverlauf in Variante A wurde gegenüber dem ROV [U7] in drei Abschnitten angepasst. Die umfassende Optimierung der Mühlhamer Schleife im weiterentwickelten Regelungskonzept bedingt zwischen Do-km 2266,70 und Do-km 2268,80 eine Verlegung der Fahrrinne, die hier zugleich mit einer durchgehenden Verbreiterung auf 70 m verbunden ist. Am Unfallschwerpunkt bei Do-km 2267,50 konnten zudem durch eine Verschiebung der Fahrrinne die Fahrrinnenkrümmungen entschärft werden, so dass hier eine erhebliche navigatorische Verbesserung geschaffen werden konnte.

Bei Thundorf ergibt sich durch die Modifikation bestehender Stromregelungsbauwerke und den Neubau von Stromregelungsbauwerken zwischen Do-km 2274,40 und Do-km 2276,80 eine Anpassung der Fahrrinne, wodurch eine Vergleichmäßigung der Fahrrinnenbreite und eine Verringerung der Krümmungsradien erzielt werden.



Zwischen Do-km 2285,20 und Do-km 2286,20 wurde durch den Neubau der Eisenbahnbrücke Deggendorf im Jahr 2010 eine vergrößerte Stützweite der Brückenpfeiler realisiert, wodurch die bisherige Engstelle in der Fahrrinne behoben werden konnte [U9]. Zugleich wurde die Einbindung der Wendestelle am Hafen Deggendorf durch das Aufweiten der Fahrrinne oberstrom der Wendestelle harmonisiert.

#### **4.4 Kolkverbaumaßnahmen**

Die Kolkverbaumaßnahmen entsprechen jenen des ROV [U8]. Der Richtwert für die Höhe der Kolkverbaue beträgt  $RNW_{\text{künftig}} - 3,50$  m. Lokal kann die Bezugshöhe zum  $RNW_{\text{künftig}}$  um  $\pm 0,15$  m variieren. Fahrdynamisch ist eine ausreichende Wassertiefe gegen Steinschlag vorhanden.

## 4.5 Geschiebefang

Für Variante A wird bei Hofkirchen der bestehende Geschiebefang auf ein Fassungsvermögen von 40.000 m<sup>3</sup> vergrößert [U6], um die Felsstrecke zwischen Do-km 2256,30 und Do-km 2249,70 frei von Geschiebe zu halten. Zum einen wird damit eine Vereinfachung der Geschiebemanagement angestrebt, da Baggerungen auf einen Ort konzentriert und das schwierige Baggern von Kiesschichten auf felsigem Grund vermieden werden kann. Zum anderen wird damit die Rauheitswirkung der gemeißelten Felsstrecke gegenüber dem heutigen Zustand (raue Felssohle teilweise mit Kies überdeckt) erhöht, was zu einer Stützung des Wasserspiegels nach oberstrom führt.

Der Geschiebefang soll eine Länge von 400 m (Do-km 2256,7 bis Do-km 2256,3) aufweisen. Die Breite variiert zwischen 80 m und 150 m. Das Herstellniveau des Geschiebefangs liegt im Mittel einen Meter unterhalb der Gewässersohle (siehe Bild 4).

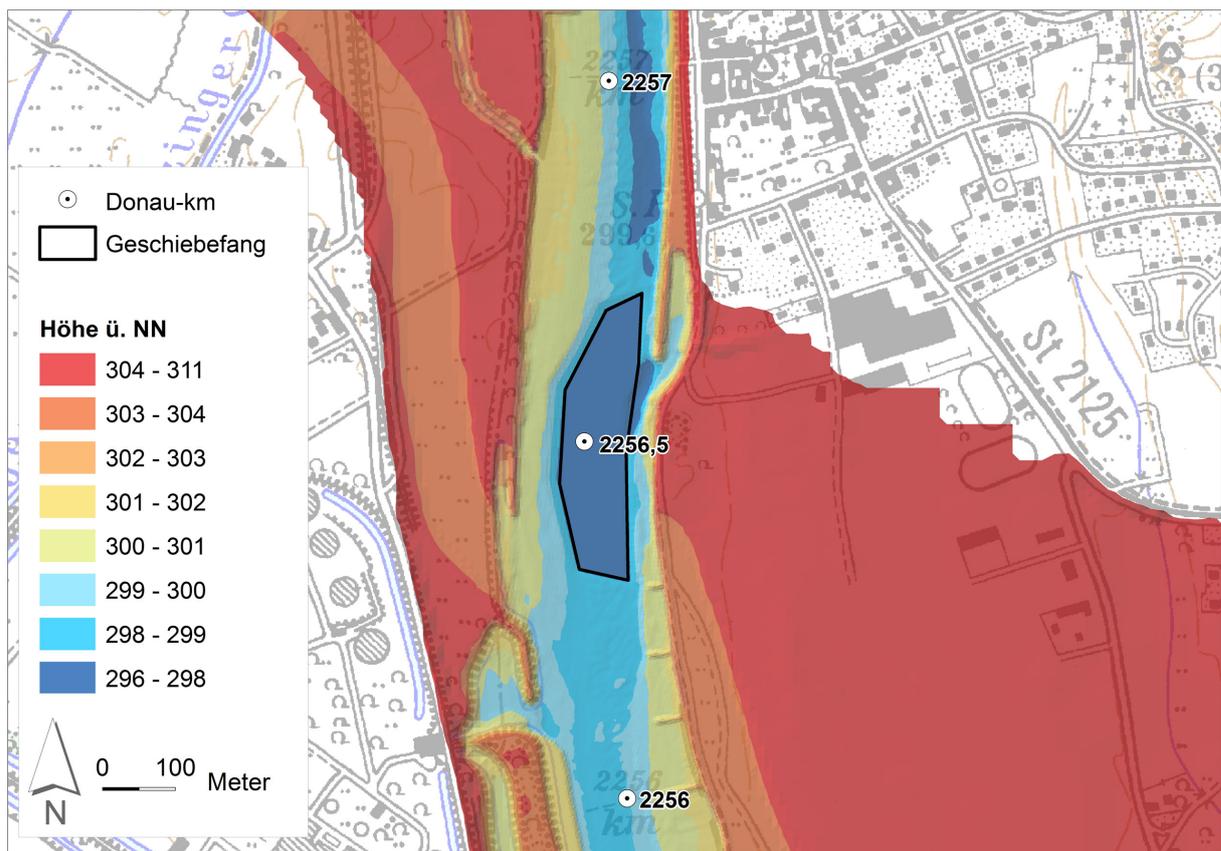


Bild 4: Geschiebefang in Variante A

## 4.6 Parallelwerk Isarmündung

Zur Herstellung von verlässlichen Wasserstandsbedingungen für die Schifffahrt oberhalb der Isarmündung und zum angestrebten Schutz des Isar-Schüttkegels wurde die Wirkung eines Parallelwerks gemäß Regelungskonzept nach ROV [U8] zwischen Do-km 2281,80 und Do-km 2281,03 (siehe Bild 5) untersucht. Die Berechnungsergebnisse zeigten eine zu starke Wasserspiegelstützung durch das Parallelwerk. Im Rahmen der Weiterentwicklung wurde das Bauwerk in der Höhe angepasst. In Abstimmung mit der WSD Süd, der RMD Wasserstraßen GmbH und dem mit fischökologischen Untersuchungen beauftragten Sachverständigen wurde das Längswerk von  $RNW_{ROV} + 0,70$  m um 0,20 m abgesenkt und auf  $RNW_{ROV} + 0,50$  m bzw. auf die neue Bezugshöhe  $RNW_{künftig} + 0,60$  m gesetzt. Das Querbauwerk zum Landanschluss wurde von  $RNW_{ROV} + 0,70$  m um 0,50 m abgesenkt und auf  $RNW_{ROV} + 0,20$  m bzw.  $RNW_{künftig} + 0,30$  m gesetzt.

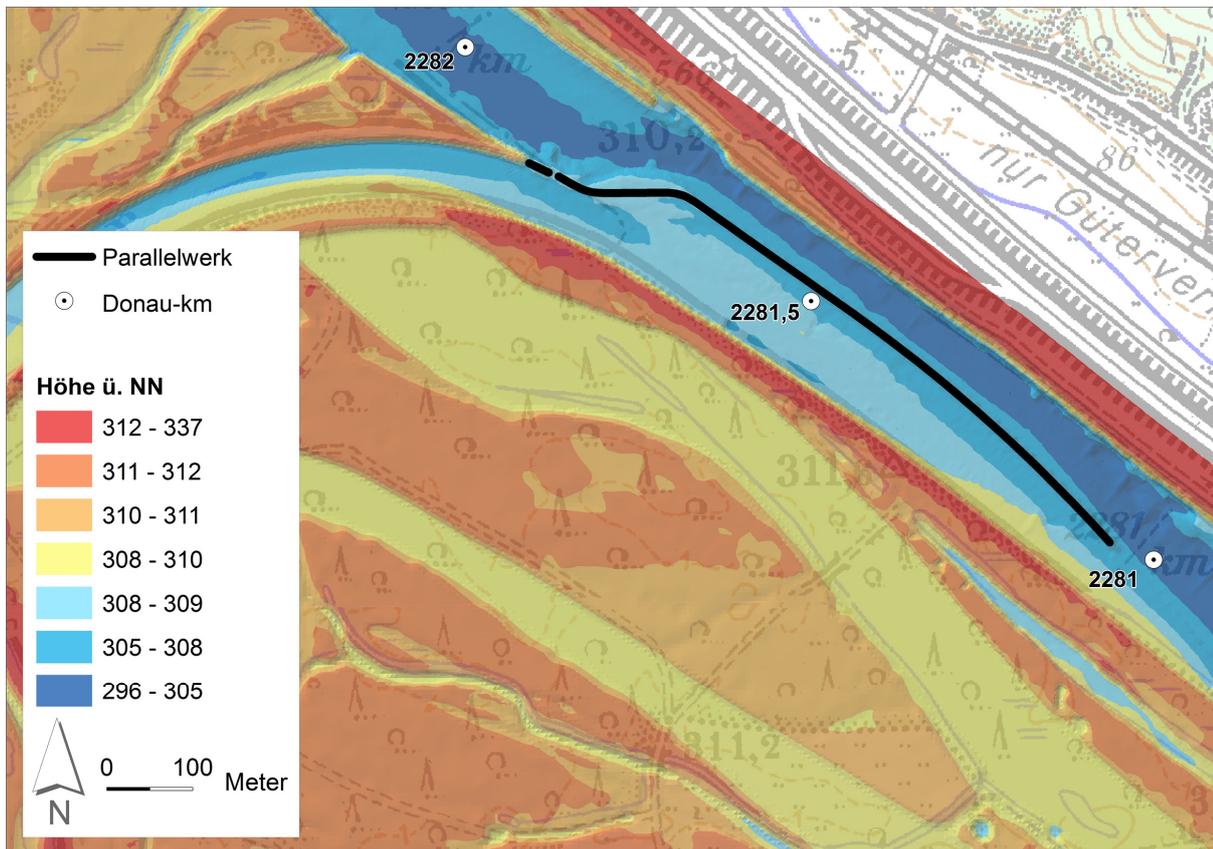


Bild 5: Parallelwerk an der Isarmündung in Variante A

#### 4.7 Unfallschwerpunkt im Ausgang der Mühlhamer Schleife

Der Ausgang der Mühlhamer Schleife zwischen Do-km 2268 und 2266 weist in der Unfallstatistik deutlich erhöhte Fallzahlen auf. Zusätzlich befindet sich im Bereich der Engstelle zwischen Do-km 2267,40 – Do-km 2266,90 ein Baggerschwerpunkt.

Zur Entschärfung der navigatorischen und morphologischen Situation sind eine Vergrößerung der Kurvenradien, bauliche Maßnahmen und eine durchgängige Verbreiterung der Fahrrinne auf 70 m vorgesehen. Diese Maßnahmen führen zu einer Vergleichmäßigung der hydraulischen Kennwerte mit Reduzierung der auf das Schiff einwirkenden Querströmungen.

In der Vergangenheit wurden an der Bundesanstalt für Wasserbau bereits verschiedene Varianten unter schiffahrtlichen und wasserwirtschaftlichen Aspekten untersucht [B9], [B10]. Im Rahmen der EU-Studie wurde eine Vorzugsvariante entwickelt, die ökologische Aspekte nach Vorgabe der Umweltplaner berücksichtigt.

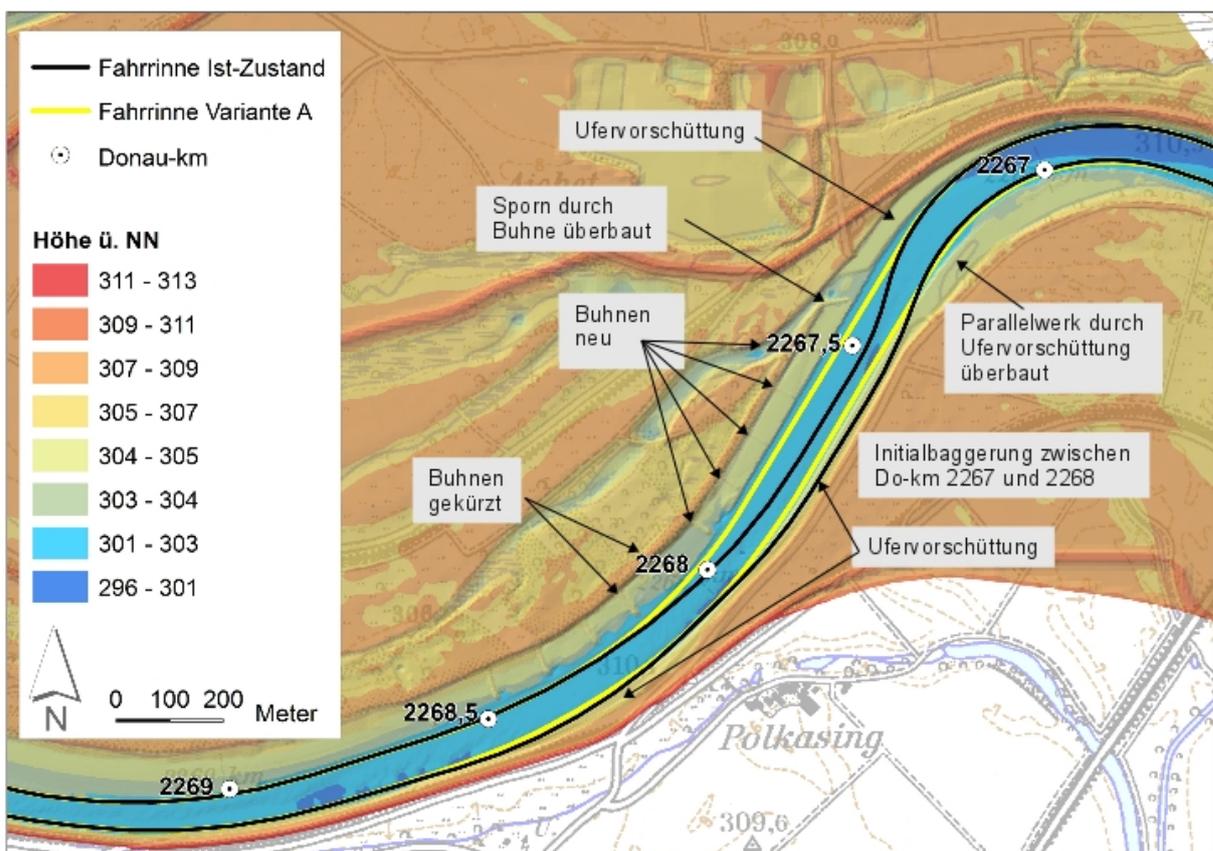
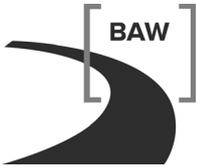


Bild 6: Fahrriinnenverlegung und Maßnahmenpaket im Ausgang der Mühlhamer Schleife (Do-km 2268,70 - Do-km 2266,80)



Im ersten Schritt wurden zur Vergleichmäßigung der Strömungsführung die Quer- und Längsbauwerke entlang einer möglichst gering gekrümmten konstruierten Streichlinie angeordnet. Die Bestandsbuhnen auf der linken Seite zwischen Do-km 2268,60 und 2267,40 wurden um weitere Buhnen in einem Buhnenabstand von 100 m erweitert. Die Buhnenköpfe wurden auf den jeweiligen Schnittpunkt mit der Streichlinie verlegt und auf eine Bezugshöhe von  $RNW_{\text{künftig}} + 0,65$  m angepasst. Die Einzelbuhne am rechten Ufer bei Do-km 2267,40 wurde durch umfangreiche Ufervorverlegungen ersetzt. Hierdurch konnten lokal auftretende Strömungen quer zur Fahrrinnenachse stark verringert werden. Um den navigatorisch kritischen Abschnitt zwischen Do-km 2267,35 und 2267,10 weiter zu entschärfen, wurde das Parallelwerk am rechten Ufer hinterfüllt, so dass es in seiner Wirkung der einer Ufervorverlegung entspricht. Damit werden die Querströmungen im Kurvenbereich, die bei Überströmung des Parallelwerks entstehen, maßgeblich verringert.

Die Ufervorverlegungen auf der rechten Gewässerseite zwischen Do-km 2268,60 und 2267,35 und auf der linken Seite zwischen Do-km 2267,40 und 2266,95 wurden an eine Sollstreichlinie angepasst. Der geforderte querschnittsneutrale Ausbau gegenüber dem IST-Zustand wurde durch eine initiale Sohlbaggerung auf das Niveau  $RNW_{\text{künftig}} - 2,35$  m realisiert.

Bundesanstalt für Wasserbau

Karlsruhe, 15.11.2012

Im Auftrag

Bearbeiter

gez. Dr.-Ing. Thomas Brudy-Zippelius

gez. Dipl.-Ing. Jürgen Kellermann





**Bundesanstalt für Wasserbau**  
Kompetenz für die Wasserstraßen

Kußmaulstraße 17 · 76187 Karlsruhe  
Tel. 0721 97 26-0 · Fax 0721 97 26-45 40

Wedeler Landstraße 157 · 22559 Hamburg  
Tel. 040 81 908-0 · Fax 040 81 908-373

[www.baw.de](http://www.baw.de)