



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

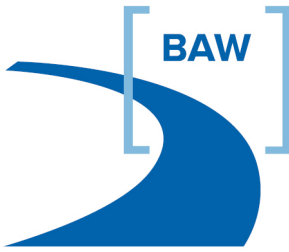
Abschlussberichte – B.III. Bericht zur Variante C<sub>2,80</sub>

**Anlage III.5      Flussmorphologische Untersuchungen auf  
Grundlage des 2D-Feststofftransportmodells  
(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.



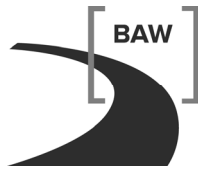
**Bundesanstalt für Wasserbau**  
Kompetenz für die Wasserstraßen

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

**Flussmorphologische Untersuchungen  
auf Grundlage des  
2D-Feststofftransportmodells  
- Variante C<sub>2,80</sub> -**

**A39530210127-17**





**Bundesanstalt für Wasserbau**  
Kompetenz für die Wasserstraßen

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

**Flussmorphologische Untersuchungen  
auf Grundlage des  
2D-Feststofftransportmodells  
- Variante C<sub>2,80</sub> -**

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

Auftrag vom: 16.6.2010  
RMD Maßnahme: 4201, 5201, 6201  
RMD Auftrag: 85 000 037

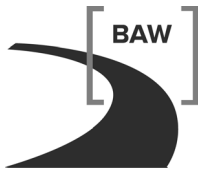
Auftrags-Nr.: BAW-Nr. A39530210127-17

Aufgestellt von: Abteilung: Wasserbau im Binnenbereich  
Referat: W2, Flusssysteme II  
Bearbeiter: Boris Glander  
Birgit Bleyel

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 Aktivität 3 „Flussmorphologische Untersuchungen inkl. Regelungskonzept und Fahrdynamik“ wurde die BAW durch die RMD Wasserstraßen GmbH in Vertretung der Bundesrepublik Deutschland mit der Untersuchung der zur Fahrrinnenunterhaltung erforderlichen Baggermengen auf Basis eines zweidimensionalen Feststofftransportmodells (2D-FTM) beauftragt.

Da es aufgrund begrenzter Rechenressourcen nicht möglich war, die Gesamtstrecke Straubing bis Vilshofen in einem durchgängigen 2D-FTM zu modellieren, wurden zwei kürzere Modelle für ausgesuchte Abschnitte untersucht. Die modellierten Streckenabschnitte wurden derart gewählt, dass sie repräsentativ für die Charakteristik der Strecke Straubing bis Isarzufluss (oberstrom der Isar) bzw. für die Charakteristik der Strecke Isarzufluss bis Vilshofen (unterstrom der Isar) sind und dass sie in allen Varianten frei fließende Abschnitte abbilden. Die ermittelten Unterhaltungsbaggermengen der Teilmodelle konnten anschließend auf die Gesamtstrecke Straubing bis Vilshofen extrapoliert werden.

Gegenstand der ersten Phase der Bearbeitung war die morphodynamische Untersuchung der Variante C/C<sub>2,80</sub>\* auf Grundlage des Regelungs- und Sohlsicherungskonzeptes des Raumordnungsverfahrens zur Festlegung einer realisierbaren Fahrrinntiefe.

Auf Grundlage dieser Untersuchungen und in Abstimmung mit dem Auftraggeber und der WSD Süd wurde eine Fahrrinntiefe von 2,65 m für die Weiterentwicklung des Regelungskonzeptes der Variante C<sub>2,80</sub> herangezogen.

Mit dem Ziel der Verbesserung der fahrdynamischen Verhältnisse und der Reduktion der Unterhaltungsbaggermengen bzw. der Vergleichmäßigung des Geschiebetransportes innerhalb von Bewirtschaftungsabschnitten wurden im Rahmen der zweiten Phase der Untersuchungen Anpassungen der Regelungsmaßnahmen zur Weiterentwicklung der Variante C<sub>2,80</sub> vorgenommen. Die Prognose der erforderlichen Unterhaltungsbaggermengen und deren Extrapolation auf die Gesamtstrecke für die weiterentwickelte Variante C<sub>2,80</sub> führt gegenüber dem Vergleichsszenario zu einer Erhöhung der Baggermengen zur Fahrrinnenunterhaltung um den Faktor 1,36.



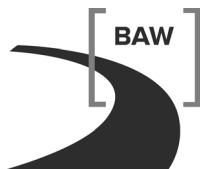
## Inhaltsverzeichnis

## Seite

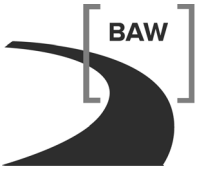
	Glossar	1
1	Veranlassung und Aufgabenstellung	5
2	Unterlagen und Daten	7
2.1	Berichte	7
2.2	Sonstige Unterlagen	7
3	Modellerstellung und Vorgehensweise Variante C/C <sub>2,80</sub> *	9
3.1	Allgemeines	9
3.2	Geometrie	10
3.3	Rauheiten	11
3.4	Randbedingungen	11
3.5	Vorgehensweise	12
4	Modellergebnisse Variante C/C <sub>2,80</sub> *	15
4.1	Ergebnisse Modellstrecke oberstrom der Isar	15
4.2	Ergebnisse Modellstrecke unterstrom der Isar	17
4.3	Extrapolation der Modellergebnisse auf die Gesamtstrecke	19
4.3.1	Allgemeines	19
4.3.2	Vorgehensweise	19
4.3.3	Jährliche Unterhaltungsbaggermengen für den Donauabschnitt Straubing - Vilshofen	21
5	Modellerstellung und Vorgehensweise Variante C <sub>2,80</sub>	25
5.1	Allgemeines	25
5.2	Geometrie	25
5.3	Rauheiten	26
5.4	Randbedingungen	26
5.5	Vorgehensweise	27
6	Modellergebnisse Variante C <sub>2,80</sub>	29
6.1	Ergebnisse Modellstrecke oberstrom der Isar	29
6.2	Ergebnisse Modellstrecke unterstrom der Isar	30
6.3	Extrapolation der Modellergebnisse auf die Gesamtstrecke	32
6.3.1	Allgemeines und Vorgehensweise	32
6.3.2	Jährliche Unterhaltungsbaggermengen für den Donauabschnitt Straubing - Vilshofen	32

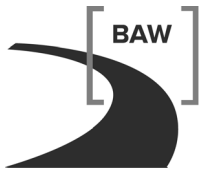


<b>Bildverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
Bild 1: Übersicht Donaustrecke Straubing - Vilshofen und Lage der beiden Modellstrecken	9
Bild 2: Abflussganglinie des Pegels Hofkirchen von 2001-2004	12
Bild 3: Modell OSI: Baggermengen-Längsschnitte (Summenkurven der Unterhaltungsbaggermengen 2001-2004) in der Variante $C/C_{2,80}^*$	16
Bild 4: Modell USI: Baggermengen-Längsschnitte (Summenkurven der Unterhaltungsbaggermengen 2001-2004) in der Variante $C/C_{2,80}^*$	18
Bild 5: Übersicht zur Unterteilung des Donauabschnitts Straubing - Vilshofen	20
Bild 6: Jährliche reale Unterhaltungsbaggermengen zwischen Straubing und Vilshofen (Do-km 2319,0 bis 2249,3) der Jahre 1999 bis 2009	22
Bild 7: Prognostizierte jährliche Unterhaltungsbaggermengen der einzelnen Abschnitte, Teilabschnitte und der Gesamtstrecke in der Variante $C/C_{2,80}^*$	23
Bild 8: Modell OSI: Baggermengen-Längsschnitte (Summenkurven der Unterhaltungsbaggermengen 2001-2004) in Variante $C_{2,80}$	29
Bild 9: Modell USI: Baggermengen-Längsschnitte (Summenkurven der Unterhaltungsbaggermengen 2001-2004) in Variante $C_{2,80}$	31
Bild 10: Prognostizierte jährliche Unterhaltungsbaggermengen der einzelnen Abschnitte, Teilabschnitte und der Gesamtstrecke in den Varianten $C/C_{2,80}^*$ und $C_{2,80}$	33



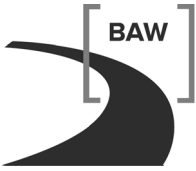
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
Tabelle 1: Fahrrinntiefen und Herstelltiefen bei Variante $C/C_{2,80}^*$	10
Tabelle 2: Unterhaltungsbaggermengen des Modells OSI mit verschiedenen Fahrrinntiefen in der Variante $C/C_{2,80}^*$	15
Tabelle 3: Unterhaltungsbaggermengen des Modells USI mit verschiedenen Fahrrinntiefen in der Variante $C/C_{2,80}^*$	17
Tabelle 4: Extrapolierte jährliche Unterhaltungsbaggermengen der einzelnen Teilabschnitte und der Gesamtstrecke in der Variante $C/C_{2,80}^*$	22
Tabelle 5: Erhöhungsfaktor der Unterhaltungsbaggermengen in der Gesamtstrecke bezogen auf das Vergleichsszenario in der Variante $C/C_{2,80}^*$	24
Tabelle 6: Extrapolierte jährliche Unterhaltungsbaggermengen der einzelnen Teilabschnitte und der Gesamtstrecke in den Varianten $C/C_{2,80}^*$ und $C_{2,80}$	32
Tabelle 7: Erhöhungsfaktor der Unterhaltungsbaggermengen in der Gesamtstrecke bezogen auf das Vergleichsszenario in den Varianten $C/C_{2,80}^*$ und $C_{2,80}$	34



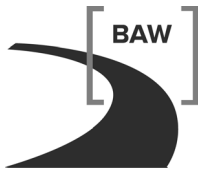


## Glossar

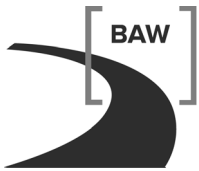
Abladetiefe	Derjenige Schiffstiefgang, der am betrachteten Binnenschiff an der diesbezüglich ungünstigsten Stelle im Ruhewasser auftritt. Die Summe aus Squat (fahr-dynamisches Einsinken) und Abladetiefe (statischer Tiefgang) ergibt die Tauchtiefe
Abschnitt OSI	Donaustrecke mit Fahrrinnenunterhaltung <u>o</u> ber <u>s</u> trom der Isar 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 Isar 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)



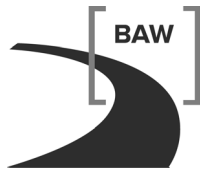
Herstellzustand	Bezeichnet die Gewässertopographie nach Umsetzung der geplanten Sohlsicherungs- und Regelungsmaßnahmen inkl. der notwendigen Fahrrinnenbaggerungen unter dem Bezugswasserspiegel
HNN [m+NN]	„Haut Niveau Navigable“; festgelegter Wasserstand, dessen Abfluss an 1% der Tage der Jahresreihe 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



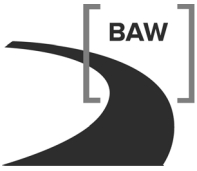
## 1 Veranlassung und Aufgabenstellung

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 EU-Studie 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 aus dem Jahr 2004 erstellten Ausarbeitungen.

Im Rahmen der Aktivität 3 „Flussmorphologische Untersuchungen inkl. Regelungskonzept und Fahrdynamik“ wurde die BAW durch die RMD Wasserstraßen GmbH in Vertretung der Bundesrepublik Deutschland mit der Untersuchung der zur Fahrrinnenunterhaltung erforderlichen Baggermengen auf Basis eines zweidimensionalen Feststofftransportmodells beauftragt [U1].

Gegenstand der ersten Phase der Bearbeitung war die morphodynamische Untersuchung der Variante C/C<sub>2,80</sub>\* auf Grundlage des Regelungs- und Sohlsicherungskonzeptes des Raumordnungsverfahrens zur Festlegung einer realisierbaren Fahrrinntiefe. Aufbauend auf diesen Untersuchungen und einem verbesserten Regelungs- und Sohlsicherungskonzept sollten in der zweiten Phase der Bearbeitung für die Variante C<sub>2,80</sub> die Unterhaltungsbaggermengen prognostiziert werden.





## 2 Unterlagen und Daten

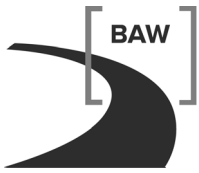
### 2.1 Berichte

- [B1] BAW 2012 - EU-Studie zum Donauausbau Straubing - Vilshofen, Aufbau und Kalibrierung des 2D-Feststofftransportmodells; A39530210127-04
- [B2] BAW 2012 - EU-Studie zum Donauausbau Straubing - Vilshofen, Hydraulische Untersuchungen auf Grundlage des 3D-Hydrnumerischen Modells - Variante C<sub>2,80</sub> -; A39530210127-18; Anlage B.III.8 (\*)
- [B3] BAW 2012 - EU-Studie zum Donauausbau Straubing - Vilshofen, Regelungskonzepte der Variante C<sub>2,80</sub>; A39530210127-21; Anlage B.III.2
- [B4] BAW 2012 - EU-Studie zum Donauausbau Straubing - Vilshofen, Flussmorphologische Untersuchungen auf Grundlage des 2D-Feststofftransportmodells - Variante A -; A39530210127-13; Anlage B.II.5 (\*)
- [B5] BAW 2012 - EU-Studie zum Donauausbau Straubing - Vilshofen, Flussmorphologische Untersuchungen auf Grundlage des 2D-Feststofftransportmodells - Vergleichsszenario -; A39530210127-09
- [B6] BAW 2000 – Donauausbau Straubing – Vilshofen. Vertiefte Untersuchungen. Ergebnisse der verkehrswasserbaulichen Untersuchungen. Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe, Dezember 2000.
- [B7] BAW 2012 - EU-Studie zum Donauausbau Straubing - Vilshofen, Flussmorphologische Untersuchungen auf Grundlage des 1D-Feststofftransportmodells - Variante C<sub>2,80</sub> -; A39530210127-16; Anlage B.III.7 (\*)

(\*) 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] ATKIS - Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem, Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland, AdV
- [U3] ROV-Unterlagen der Variante C/C<sub>2,80</sub>, RMD Wasserstraßen GmbH, 2004



### 3 Modellerstellung und Vorgehensweise Variante C/C<sub>2,80</sub>\*

#### 3.1 Allgemeines

Da es aufgrund begrenzter Rechenressourcen nicht möglich war die gesamte Strecke Straubing-Vilshofen (im weiteren Text bezeichnet als "Gesamtstrecke") in einem durchgängigen zweidimensionalen Feststofftransportmodell (2D-FTM) zu modellieren, wurden zwei kürzere Modelle für ausgewählte Abschnitte der Strecke erstellt und betrieben. Die mit den beiden Teilmodellen ermittelten Unterhaltungsbaggermengen wurden anschließend auf die Gesamtstrecke extrapoliert.

Die modellierten Streckenabschnitte wurden derart gewählt, dass sie repräsentativ für die Charakteristik der Strecke Straubing - Isarzufluss (oberstrom der Isar) bzw. für die Charakteristik der Strecke Isarzufluss - Vilshofen (unterstrom der Isar) sind und dass sie in allen Varianten frei fließende Abschnitte abbilden. Im weiteren Text wird das Modell des Streckenabschnitts oberstrom der Isar "Modell OSI" und jenes des Streckenabschnitts unterstrom der Isar "Modell USI" genannt.

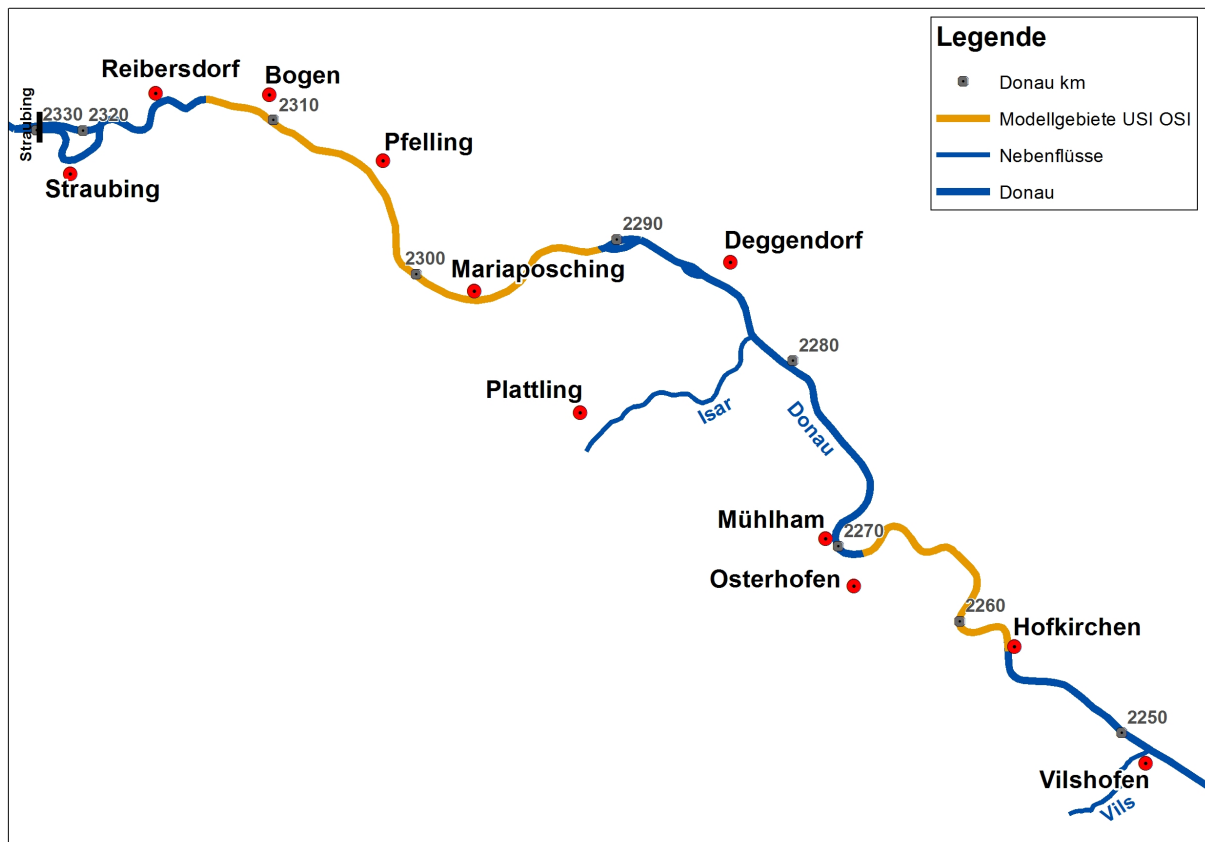


Bild 1: Übersicht Donaustrecke Straubing - Vilshofen und Lage der beiden Modellstrecken

### 3.2 Geometrie

Basierend auf der Geometrie des Kalibrierungsmodells [B1] und der Sohlpeilung 2005 wurde das 2D-FTM Rechengitter für Variante C/C<sub>2,80</sub>\* erstellt. Dabei wurden die im Raumordnungsverfahren 2004 [U3] vorgeschlagenen Maßnahmen umgesetzt. Bei den Maßnahmen handelt es sich um:

**Buhnen:**

- neue Buhnen
- Verlängerung bestehender Buhnen
- Anpassung der Buhnenhöhen

**Parallelwerke:**

- neue Parallelwerke
- Verlängerung bestehender Parallelwerke
- Anpassung der Parallelwerkshöhen
- Parallelwerkverschüttungen

**Fahrrinne:**

- Vertiefung der Fahrrinne
- Verlegung der Fahrrinne in kurzen Abschnitten

**Sonstiges:**

- Rückverlegungen von Hochwasserschutzdeichen
- Verfüllung von Krümmungskolken
- Wehranlage und Schleusenkanal bei Aicha
- Uferverschüttungen

Die in den Modellen OSI und USI umgesetzten Maßnahmen sind im Bericht "EU-Studie zum Donauausbau Straubing - Vilshofen, Hydraulische Untersuchungen auf Grundlage des 3D-Hydroneurischen Modells - Variante C<sub>2,80</sub> -" [B2] aufgelistet.

Für eine Prognose der Unterhaltungsbaggermengen in Abhängigkeit der Fahrrinntentiefe wurde die Variante C/C<sub>2,80</sub>\* mit den in Tabelle 1 aufgeführten Fahrrinnen- und Herstelltiefen untersucht.

Variante	Fahrrinntentiefe [m]	Herstelltiefe [m]
<b>C/C<sub>2,80</sub>*</b>	2,40	2,55
	2,55	2,70
	2,65	2,80
	2,75	2,90

Tabelle 1: Fahrrinntiefen und Herstelltiefen bei Variante C/C<sub>2,80</sub>\*

### 3.3 Rauheiten

Die Rauheiten wurden entsprechend der Rauheitszonen der Kalibrierung verwendet [B1]. Für die Vorlandbereiche, die durch die Deichrückverlegungen neu hinzugekommen sind, wurden die Rauheitszonen aus den ATKIS Karten [U2] entnommen und mit den entsprechenden Rauheitswerten aus der Kalibrierung belegt.

### 3.4 Randbedingungen

Randbedingungen, die im folgenden Text nicht ausdrücklich erwähnt werden, entsprechen jenen, die bei der Modellkalibrierung [B1] verwendet wurden.

#### **Unterswasserrandbedingung - Modellstrecke OSI**

Bei der Kalibrierung des Modells OSI konnte für die Unterswasserrandbedingung bei Do-km 2290,8 eine am Pegel Kleinschwarzach gemessene Wasserstandsganglinie verwendet werden. Für die Variantenrechnungen war dies nicht möglich, da der Einfluss der Variante mit ihren unterschiedlichen Herstelltiefen der Fahrrinne auf die Unterswasserrandbedingung zu berücksichtigen war. Aus diesem Grund wurden für den Auslauftrand der 2D-FT-Variantenmodelle Wasserstand-Abfluss-Beziehungen (W-Q-Beziehungen) aus Variantenberechnungen mit einem im Rahmen des ROV [U3] erstellten 1D-Modell abgeleitet.

#### **Unterswasserrandbedingung - Modellstrecke USI**

Für die Erzeugung der Unterswasserrandbedingung (W-Q-Beziehung) bei der Modellkalibrierung konnte wegen der räumlichen Nähe zum Modellauslauf (Do-km 2256,600) die W-Q-Beziehung am Pegel Hofkirchen (Do-km 2256,860) verwendet werden. Um die 260 m Fließstrecke zwischen Pegel und Modellrand bei einem Wasserspiegelgefälle von 0,3 ‰ zu berücksichtigen, wurde die W-Q-Beziehung des Pegels um 0,08 m nach unten verschoben.

Um den Einfluss der Variante mit ihren unterschiedlichen Herstelltiefen der Fahrrinne auf die Unterswasserrandbedingung zu berücksichtigen, konnte für  $Q_{RNW}$  auf Ergebnisse (Wasserspiegeländerungen) aus der 3D-HN-Modellierung zurückgegriffen werden. Für die höheren Abflüsse wurden, basierend auf Wasserspiegeländerungen für  $Q_{RNW}$ , die Wasserspiegeländerungen mithilfe von Abflussflächenbetrachtungen ingenieurmäßig abgeschätzt. Diese Wasserspiegeländerungen wurden anschließend auf die W-Q-Beziehung übertragen.

#### **Einlauftrand und Abflussganglinie**

Als Hydrodynamikrandbedingung wird für den Einlauftrand der Modelle jeweils eine Abflussganglinie  $Q(t)$  vorgegeben. Für die Prognoserechnungen wurden die Abflussganglinien der Tagesmittelwerte am Pegel Pfelling bzw. am Pegel Hofkirchen des Zeitraums 01.01.2001 bis 31.12.2004 ausgewählt. Dieser Zeitraum zeichnet sich dadurch aus, dass er bezüglich der Hydrologie mittlere Verhältnisse widerspiegelt, dabei aber extrem feuchte (2002) und extrem

trockene Jahre (2003) beinhaltet (Bild 2). Eine Untersuchung über einen längeren Zeitraum war aufgrund der verfügbaren Rechenressourcen nicht möglich.

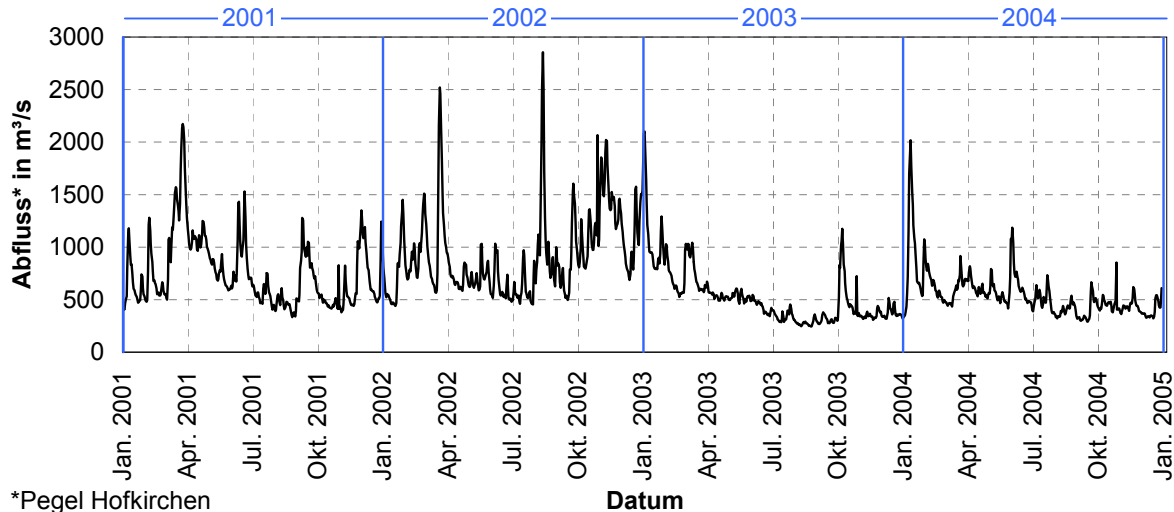


Bild 2: Abflussganglinie des Pegels Hofkirchen von 2001-2004

### Bezugswasserspiegel

Mit dem 3D-HN-Modell wurden Wasserspiegellagen bei  $Q_{RNW}$  für die Variante C/C<sub>2,80</sub>\* mit den verschiedenen Herstelltiefen der Fahrrinne unter Berücksichtigung der Wasserspiegeländerungen durch die Fahrrinnenvertiefung berechnet [B2]. Diese Wasserspiegellagen wurden als Bezugswasserspiegel für die Fahrrinnenherstellung und die Unterhaltungsbaggerungen im 2D-FTM verwendet.

### 3.5 Vorgehensweise

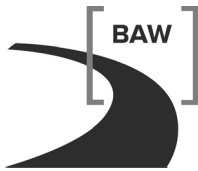
Die Modelle wurden weitgehend analog zur Kalibrierung [B1] betrieben. In der Variante wurde das gebaggerte Material innerhalb der Modellstrecke nicht verklappt, da die bisherigen Verklappbereiche in der Variante durch Kolkverbau aufgefüllt wurden. Im Unterschied zur Kalibrierung erfolgten die Berechnungen der Unterhaltungsbaggermengen der Variante für die Ganglinie vom 01.01.2001 bis 31.12.2004. Folgende Arbeitsschritte wurden durchgeführt:

#### Schritt 1: Initialbaggerung

Bei der Initialbaggerung wurde im Bereich der Fahrrinne bis zum Erreichen der Herstelltiefe gebaggert, wobei Übertiefen erhalten blieben.

#### Schritt 2: Einschwemmen der Kornverteilung

Ausgehend von den Geometrien der Variante mit den jeweiligen Initialbaggerungen (= Geometrie nach Schritt 1) wurde für den Zeitraum vom 01.01.2001 bis 31.12.2003 eine



Feststofftransportberechnung mit homogener Start-Kornverteilung in allen Layern (Schichten des Untergrundmodells) und mit jährlichen Unterhaltungsbaggerungen durchgeführt. Danach wurde im ersten (obersten) Layer für jeden Knoten eine über die simulierte Zeit gemittelte Kornverteilung berechnet. Diese Kornverteilung wird im Weiteren als "eingeschwemmte Kornverteilung" bezeichnet. Für die Variante C/C<sub>2,80</sub>\* wurde während des Einschwemmens eine Baggertiefe von 2,80 m verwendet. Die daraus resultierende eingeschwemmte Kornverteilung wurde dann auch für die Variante C/C<sub>2,80</sub>\* mit den anderen Herstelltiefen der Fahrrinne verwendet.

### **Schritt 3: Einschwemmen der Geometrie**

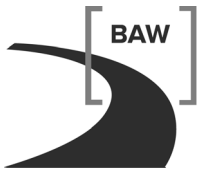
Ausgehend von der Geometrie nach der Initialbaggerung und einem Untergrundmodell in dem der erste und zweite Layer mit der eingeschwemmten Kornverteilung und der dritte Layer mit der homogenen Start-Kornverteilung belegt ist, wurde für den Zeitraum vom 01.01.2001 bis 31.12.2003 eine Feststofftransportberechnung mit jährlichen Unterhaltungsbaggerungen (Baggerungen nach 360, 720 und 1080 Tagen) durchgeführt.

Die Notwendigkeit, Schritt 3 durchzuführen, ergibt sich aus der Diskrepanz des zeitlichen Ablaufes bei der Herstellung einer neuen Fahrrinntiefe inklusive der neuen Regelbauwerke im Modell bzw. in der Natur. Aufgrund des über Jahre laufenden Fahrrinnenausbaus und der zwischenzeitlich ablaufenden morphodynamischen Prozesse ist eine Situation, in welcher zeitgleich in der gesamten Strecke die Fahrrinne auf oder unter Herstellniveau liegt, in der Natur kaum möglich. Im Schritt 3 erfolgt daher das Einschwemmen der Geometrie [B1], damit die modelltechnischen Auswirkungen des massiven Eingriffs durch die Initialbaggerung abklingen können und nicht auf die Unterhaltungsbaggermengen aus Schritt 4 wirken.

### **Schritt 4: Rechenlauf zur Baggermengenprognose**

Ausgehend vom Endzustand (Sohlgeometrie und Kornverteilung) des Rechenlaufs in Schritt 3 wurde für den Zeitraum vom 01.01.2001 bis 31.12.2004 die Feststofftransportberechnung mit jährlichen Unterhaltungsbaggerungen durchgeführt. Die Unterhaltungsbaggerungen erfolgten nach 360, 720, 1080 und 1440 Tagen. Die anschließende Prognose der Unterhaltungsbaggermengen in der Gesamtstrecke beruht auf den Berechnungsergebnissen aus Schritt 4.





Bundesanstalt für Wasserbau  
Flussmorphologische Untersuchungen auf Grundlage des  
2D-Feststofftransportmodells - Variante C<sub>2,80</sub>  
BAW-Nr. A39530210127-17- November 2012

## 4 Modellergebnisse Variante C/C<sub>2,80</sub>\*

### 4.1 Ergebnisse Modellstrecke oberstrom der Isar

Für das Modell OSI wurden die in Tabelle 2 aufgeführten jährlichen Unterhaltungsbaggermengen (gemittelt für die Jahre 2001-2004) ermittelt.

Variante	Fahrrinntiefe [ m ]	Unterhaltungsbaggermengen [ m <sup>3</sup> /a ]
<b>C/C<sub>2,80</sub>*</b>	2,40	21.498
	2,55	28.795
	2,65	32.948
	2,75	36.011

Tabelle 2: Unterhaltungsbaggermengen des Modells OSI mit verschiedenen Fahrrinntiefen in der Variante C/C<sub>2,80</sub>\*

Die entsprechenden Baggermengen des Vergleichsszenarios (Vergleichsrechnung mit einer Fahrrinntiefe von 2,0 m [B5]) betragen 21.662 m<sup>3</sup>/a. In Bild 3 sind für den Zeitraum 2001 bis 2004 für die Modellstrecke OSI die Baggermengen der Variante C/C<sub>2,80</sub>\* bei den verschiedenen Fahrrinntiefen und die Baggermengen des Vergleichsszenarios einander als Summenkurven (Baggermengen werden in Fließrichtung aufsummiert) gegenübergestellt. Die Summenkurvendarstellung bietet den Vorteil, dass gleichzeitig der Ort der Baggerungen (starker Anstieg der Summenkurve), die entsprechende Baggermenge und die Gesamtbaggermenge (Ordinatenwert am Ende der Kurve) ersichtlich sind.

### Baggermengen 2001 bis 2004 im Modell OSI

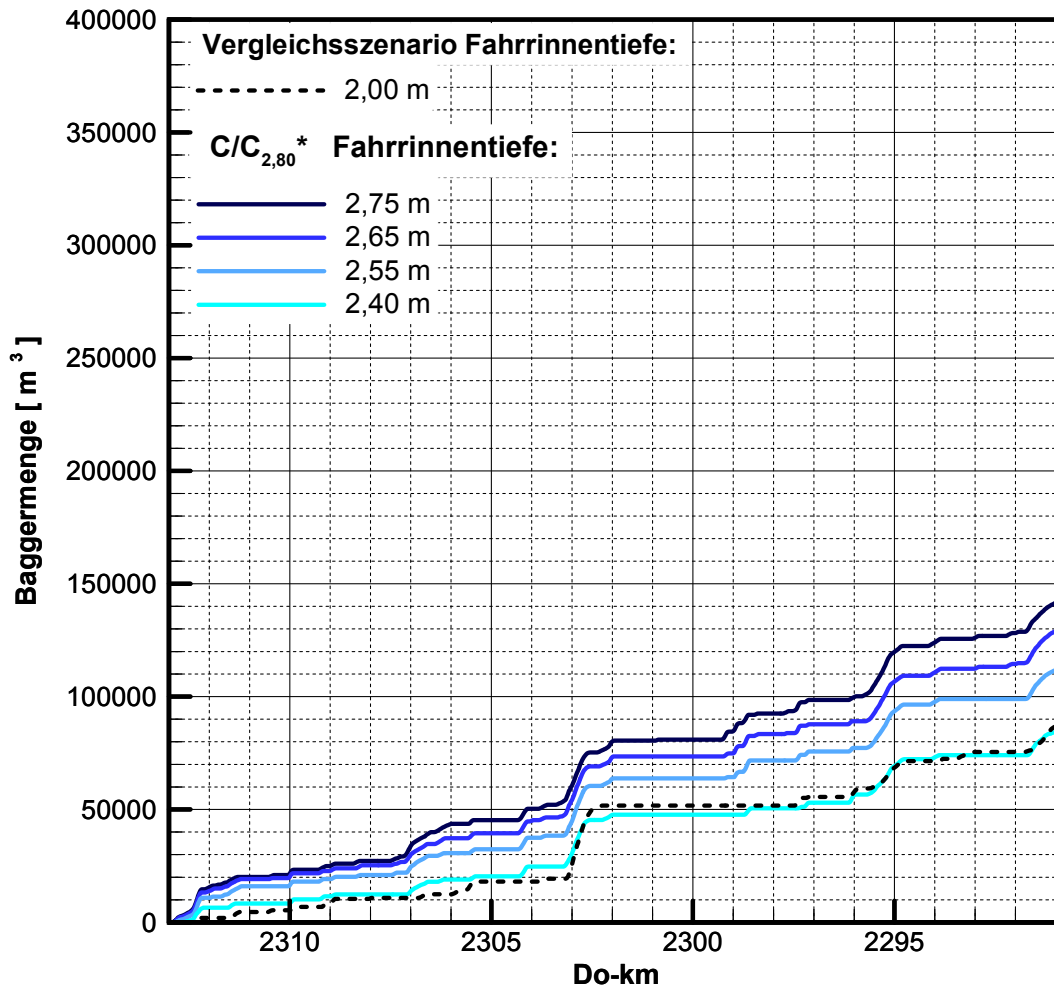


Bild 3: Modell OSI: Baggermengen-Längsschnitte (Summenkurven der Unterhaltungsbaggermengen 2001-2004) in der Variante C/C<sub>2,80</sub>\*

Die Modellergebnisse zeigen, dass die Baggermengen mit zunehmender Fahrinnentiefe ansteigen und dass die Baggerschwerpunkte ("Sprung" im Verlauf der Kurve) in allen Fällen an den gleichen Stellen liegen. Auffällig ist, dass die Variante C/C<sub>2,80</sub>\* mit einer Fahrinnentiefe von 2,40 m und das Vergleichsszenario (Fahrinnentiefe 2,00 m) [B5] fast die gleichen Baggermengen erzeugen, obwohl die Fahrinnentiefe um 0,4 m variiert.

Zu begründen ist dies mit der schärferen Regelung und der Tatsache, dass bei Variante C/C<sub>2,80</sub>\* die Stauwirkung der Stauhaltung Aicha bis in die Modellstrecke OSI reicht. Beides bewirkt eine Anhebung des Bezugswasserspiegels bzw. der Sollsohle, was wiederum dazu führt, dass entsprechend weniger tief in die Sohle zu baggern ist.

## 4.2 Ergebnisse Modellstrecke unterstrom der Isar

Bei den Varianten mit dem Wehr bei Aicha ( C/C<sub>2,80</sub><sup>\*</sup>, C<sub>2,80</sub> ) verläuft die Fahrrinne nicht mehr durch die Mühlhamer Schleife, sondern biegt für Bergfahrer bei Do-km 2266,7 in den Schleusenkanal ab. Um die Baggermengen zwischen den Varianten mit Wehr und jenen ohne Wehr vergleichbar zu machen, wurde die Auswertung bezüglich der Baggermengen auf die Strecke zwischen Do-km 2266,7 und 2256,6 beschränkt.

In Tabelle 3 sind die jährlichen Unterhaltungsbaggermengen (gemittelt für die Jahre 2001-2004) zwischen Do-km 2266,7 und 2256,6 für das Modell USI aufgeführt.

Variante	Fahrrinntiefe [ m ]	Unterhaltungsbaggermengen [ m <sup>3</sup> /a ]
C/C <sub>2,80</sub> <sup>*</sup>	2,40	45.332
	2,55	61.124
	2,65	79.773
	2,75	92.201

Tabelle 3: Unterhaltungsbaggermengen des Modells USI mit verschiedenen Fahrrinntiefen in der Variante C/C<sub>2,80</sub><sup>\*</sup>

Die entsprechenden Baggermengen des Vergleichsszenarios betragen 22.939 m<sup>3</sup>/a. In Bild 4 sind für die Modellstrecke USI die Baggermengen der Variante C/C<sub>2,80</sub><sup>\*</sup> bei den verschiedenen Fahrrinntiefen und die Baggermengen des Vergleichsszenarios [B5] einander als Summenkurven (Baggermengen werden in Fließrichtung aufsummiert) gegenübergestellt.

### Baggermengen 2001 bis 2004 im Modell USI

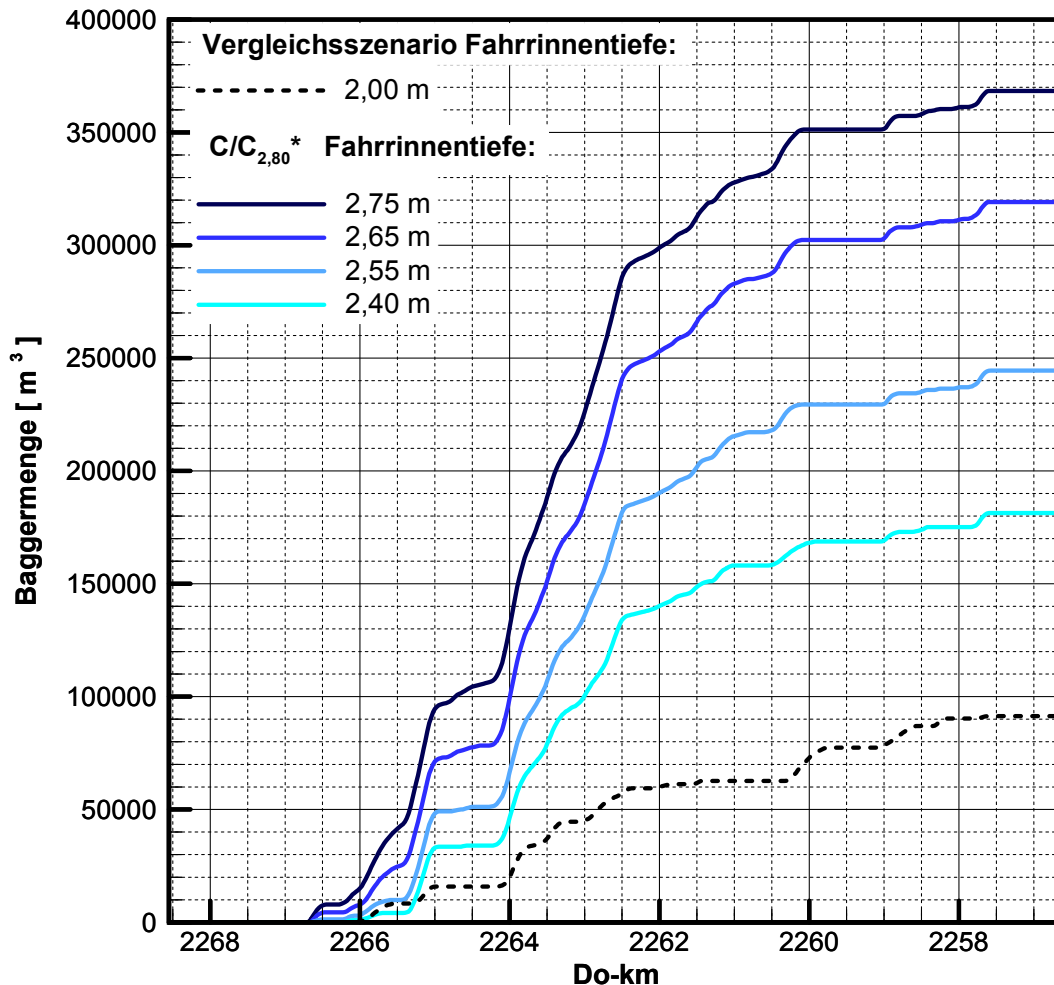


Bild 4: Modell USI: Baggermengen-Längsschnitte (Summenkurven der Unterhaltungsbaggermengen 2001-2004) in der Variante C/C<sub>2,80</sub>\*

Die Modellergebnisse zeigen, dass die Baggerschwerpunkte in allen Fällen an den gleichen Stellen liegen. Der Schwerpunkt der Baggerungen zwischen Do-km 2264,2 und 2262,5 liegt größtenteils im Bereich des längsten geraden Flussabschnittes (Do-km 2263,7 bis 2262,2 ).

Bei den Fahrrinntiefen 2,40 m und 2,55 m nehmen die Baggermengen in Fließrichtung bezogen auf das Vergleichsszenario gleichmäßig zu. Bei den Fahrrinntiefen 2,65 m und 2,75 m zeigen die Ergebnisse zwischen Do-km 2266,7 und Do-km 2264,0 eine im Vergleich zum Rest der Strecke überproportionale Zunahme der Baggermengen.

## 4.3 Extrapolation der Modellergebnisse auf die Gesamtstrecke

### 4.3.1 Allgemeines

Mit den Modellen OSI und USI wurden für die Varianten und für das Vergleichsszenario die jeweiligen Unterhaltungsbaggermengen ermittelt. Diese und die realen Baggermengen innerhalb der Gesamtstrecke bilden die Basis für eine Extrapolation der Modellbaggermengen auf die Gesamtstrecke.

Da Baggermengen prognostiziert werden, die im Rahmen der Fahrrinnenunterhaltung anfallen würden, wurden die in der Vergangenheit durchgeführten Baggermaßnahmen für die weiteren Betrachtungen in Maßnahmen zur Geschiebebewirtschaftung und in Maßnahmen zur Fahrrinnenunterhaltung unterteilt. Baggermaßnahmen in der Fahrrinne wurden der Fahrrinnenunterhaltung zugeordnet. Die Vorratsbaggerungen bei Hofkirchen (Do-km 2256,5) wurden der Geschiebebewirtschaftung zugeordnet. In Absprache mit dem Auftraggeber und der WSD Süd wurden im Rahmen der Extrapolation nur Baggerungen zur Fahrrinnenunterhaltung berücksichtigt. Im weiteren Text wird mit dem Begriff "Baggermenge" immer eine Fahrrinnenunterhaltungsbaggermenge bezeichnet. Die Untersuchung der Geschiebezugaben und -entnahmen im Rahmen der Geschiebebewirtschaftung erfolgen in den 1D-Langzeituntersuchungen vgl. [B7].

Weiterhin wurden folgende Annahmen getroffen:

- Bei den Varianten C/C<sub>2,80</sub>\* und C<sub>2,80</sub> (Kapitel 5) finden im Bereich Isarmündung bis Ausgang Mühlhamer Schleife keine Unterhaltungsbaggerungen statt.
- Durch die vorgesehene Einrichtung eines Geschiebefangs bei Hofkirchen fallen unterstrom des Geschiebefangs keine Baggermengen an.

### 4.3.2 Vorgehensweise

Der gewählte Extrapolationsalgorithmus ist im Grundsatz wie folgt zu beschreiben:

Setzt man die Baggermengen aus den Varianten mit jenen aus dem Vergleichsszenario ins Verhältnis, so ergibt sich ein Faktor, der als Extrapolationsfaktor  $\xi$  verwendet werden kann.

$$\xi = \frac{\text{Baggermengen Variante}}{\text{Baggermengen Vergleichsszenario}}$$

Die Prognosebaggermengen der Varianten sind dann das Produkt aus Extrapolationsfaktor und realen Baggermengen.

$$\text{Progn. Baggermenge} = \xi * \text{reale Baggermenge}$$

Für die Prognose der Baggermengen auf die gesamte Strecke Straubing bis Vilshofen kam der Extrapolationsalgorithmus wie folgt zur Anwendung:

Wie schon erwähnt, wurde die Gesamtstrecke in den Abschnitt OSI und den Abschnitt USI unterteilt (siehe Bild 5), um der unterschiedlichen Streckencharakteristik in der Gesamtstrecke gerecht zu werden.

- Abschnitt OSI: Straubing bis Isarmündung (Do-km 2319,0 bis 2282,0)
- Abschnitt USI: Isarmündung bis Vilshofen (Do-km 2282,0 bis 2249,3)

Im Rahmen der EU-Studie wurden für Variante A\*, A [B4] und Variante C/C<sub>2,80</sub>\*, C<sub>2,80</sub> verschiedene Annahmen getroffen, die alle den Abschnitt USI betreffen. Um diesen gerecht zu werden, wurde der Abschnitt USI in die drei folgenden Teilabschnitte weiter unterteilt.

- Teilabschnitt I: Isarmündung bis unterstromiger Anschluss des Schleusenkanals an die Donau (Do-km 2282,0 bis 2266,7),
- Teilabschnitt II: unterstromiger Anschluss des Schleusenkanals an die Donau bis Hofkirchen (Do-km 2266,7 bis 2256,6)
- Teilabschnitt III: Hofkirchen bis Vilshofen (Do-km 2256,6 bis 2249,3)

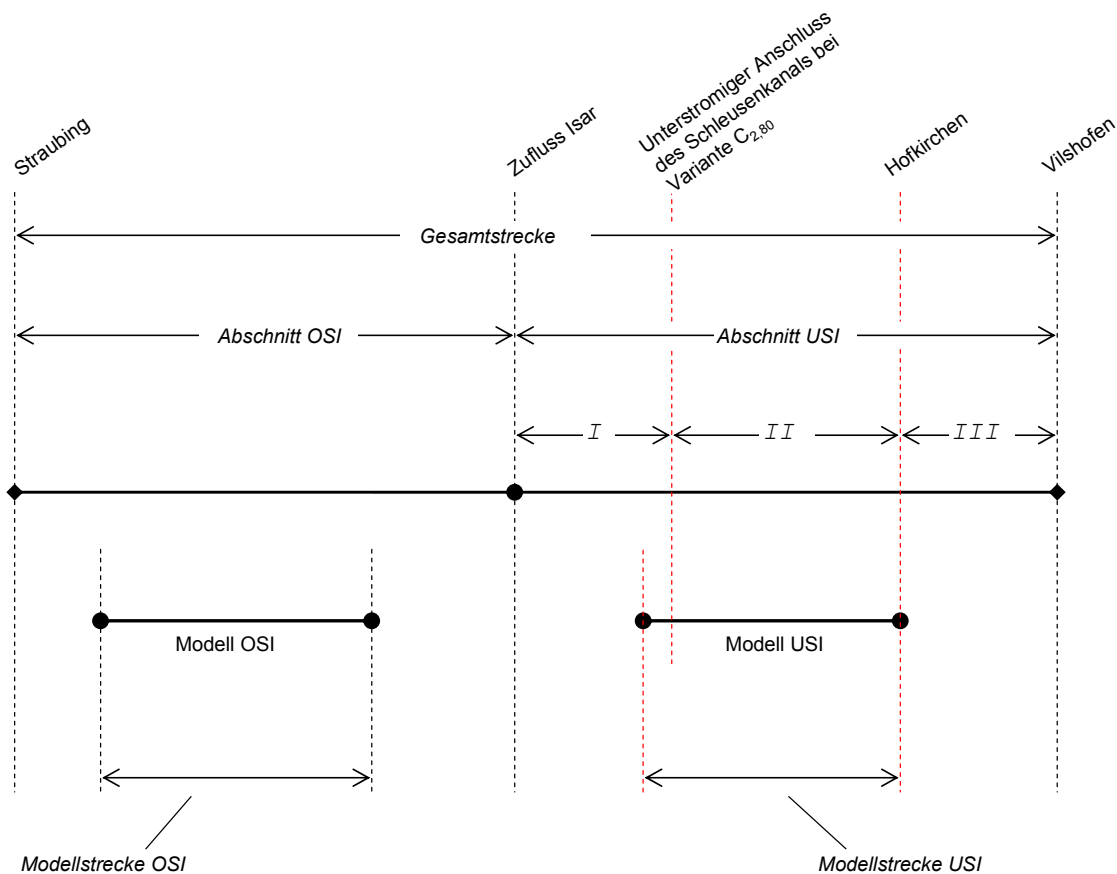


Bild 5: Übersicht zur Unterteilung des Donauabschnitts Straubing - Vilshofen

Die Extrapolationsfaktoren und die prognostizierten Baggermengen wurden für den Abschnitt OSI und den Teilabschnitt **II** einzeln wie folgt berechnet.

$$\xi_{\text{OSI, Variante}} = \frac{\text{Baggermg. Variante Modell OSI}}{\text{Baggermg. Vergleichsszenario Modell OSI}}$$

$$\text{Progn. Baggermg. Abschnitt OSI, Variante} = \xi_{\text{OSI, Variante}} * \text{reale Baggermg. Abschnitt OSI}$$

$$\xi_{\text{USI, Variante}} = \frac{\text{Baggermg. Variante Modell USI}}{\text{Baggermg. Vergleichsszenario Modell USI}}$$

$$\text{Progn. Baggermg. Teilabschnitt II, Variante} = \xi_{\text{USI, Variante}} * \text{reale Baggermg. Teilabschnitt II}$$

Für den Teilabschnitt **I** wurden aufgrund der Stauhaltung bei Aicha die Unterhaltungsbaggermengen mit Null angenommen.

Für den Teilabschnitt **III** wurden aufgrund der geplanten Vergrößerung des Geschiebefangs bei Hofkirchen die Unterhaltungsbaggermengen mit Null angenommen.

Die Summe der Prognosebaggermengen aus den einzelnen Abschnitten bzw. Teilabschnitten bildet die Prognosebaggermenge für die Gesamtstrecke der jeweiligen Variante.

#### **4.3.3 Jährliche Unterhaltungsbaggermengen für den Donauabschnitt Straubing - Vilshofen**

Für die Extrapolation wurden die jährlichen realen Unterhaltungsbaggermengen des Zeitraums 1999 bis 2009 herangezogenen (Bild 6). Baggermengen aus der Zeit vor 1999 werden nicht berücksichtigt, da damals der Fahrrinnenunterhaltung ein höherer Bezugwasserspiegel (RNW<sub>87</sub>) zugrunde lag und auf eine Fahrrinntiefe von 1,70 m unterhalten wurde.

Für die Extrapolation der Baggermengen wurden jeweils für den Abschnitt OSI und den USI-Teilabschnitt **II** (für **I** und **III** wurden die Baggermengen zu Null angenommen) der Maximalwert, der arithmetische Mittelwert und der Minimalwert der jährlichen realen Baggermengen der Jahre 1999 bis 2009 verwendet.



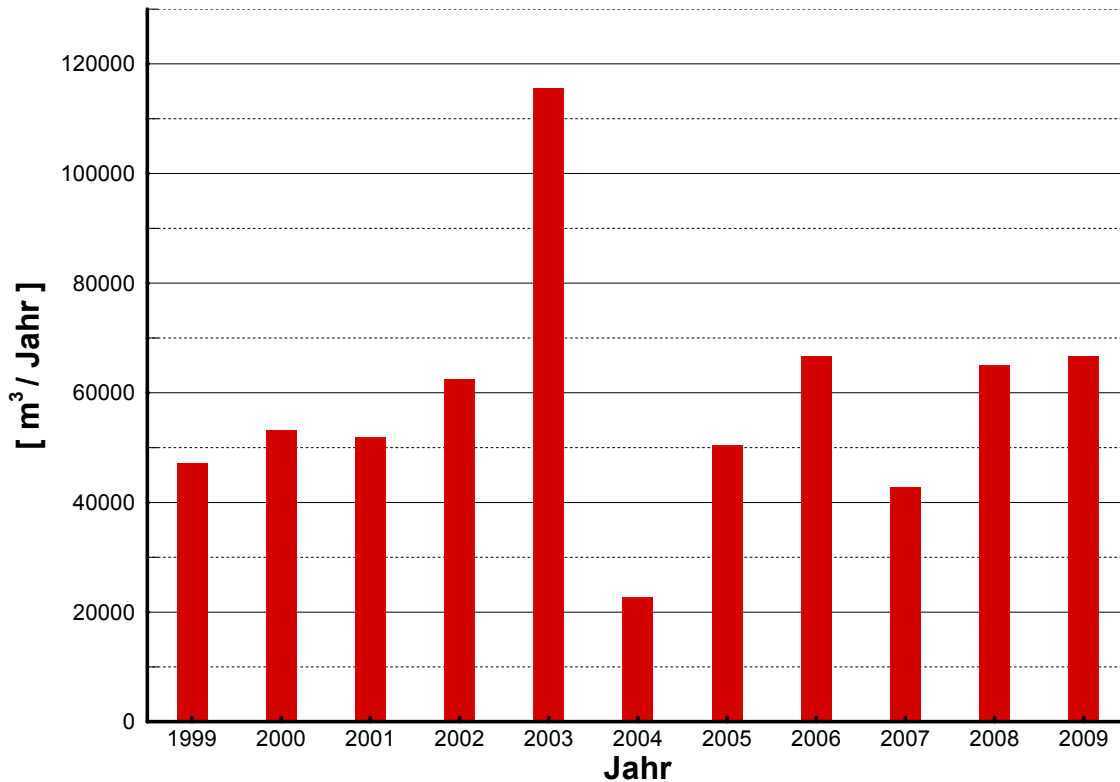


Bild 6: Jährliche reale Unterhaltungsbaggermengen zwischen Straubing und Vilshofen (Do-km 2319,0 bis 2249,3) der Jahre 1999 bis 2009

Die prognostizierten jährlichen Unterhaltungsbaggermengen der einzelnen Abschnitte, Teilabschnitte und deren Summe (Gesamtstrecke) sind in Tabelle 4 für die Varianten C/C<sub>2,80</sub>\* angegeben und in Bild 7 graphisch dargestellt.

Variante	Extrapolationsfaktor [ ]		extrapolierte Baggermengen für Min., Mittel-, und Max.wert des Zeitraums 1999 bis 2009 [1000 m³/a ]														
			Abschnitt OSI			Abschnitt USI									Gesamtstrecke		
			Do-km 2319,0 bis 2282,0			Do-km 2282,0 bis 2266,7			Do-km 2266,7 bis 2256,6			Do-km 2255,6 bis 2249,3			Do-km 2319,0 bis 2249,3		
FT <sup>(1)</sup>	ξ <sub>OSI</sub>	ξ <sub>USI</sub>	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max
real			3,3	14,6	30,3	7,0	20,0	35,4	8,4	19,2	34,0	0,0	4,8	15,9	18,7	58,6	115,6
C/C <sub>2,80</sub> *	2,40	0,99	1,98	3,3	14,5	30,0				16,7	38,0	67,5			19,9	52,5	97,5
	2,55	1,33	2,68	4,4	19,4	40,2				22,4	51,3	90,9			26,9	70,7	131,2
	2,65	1,52	3,49	5,1	22,2	46,0				29,3	66,9	118,7			34,4	89,1	164,7
	2,75	1,66	4,04	5,5	24,3	50,3				33,9	77,4	137,2			39,4	101,6	187,5

<sup>(1)</sup> Fahrrinntiefe [ m ]

Tabelle 4: Extrapolierte jährliche Unterhaltungsbaggermengen der einzelnen Teilabschnitte und der Gesamtstrecke in der Variante C/C<sub>2,80</sub>\*

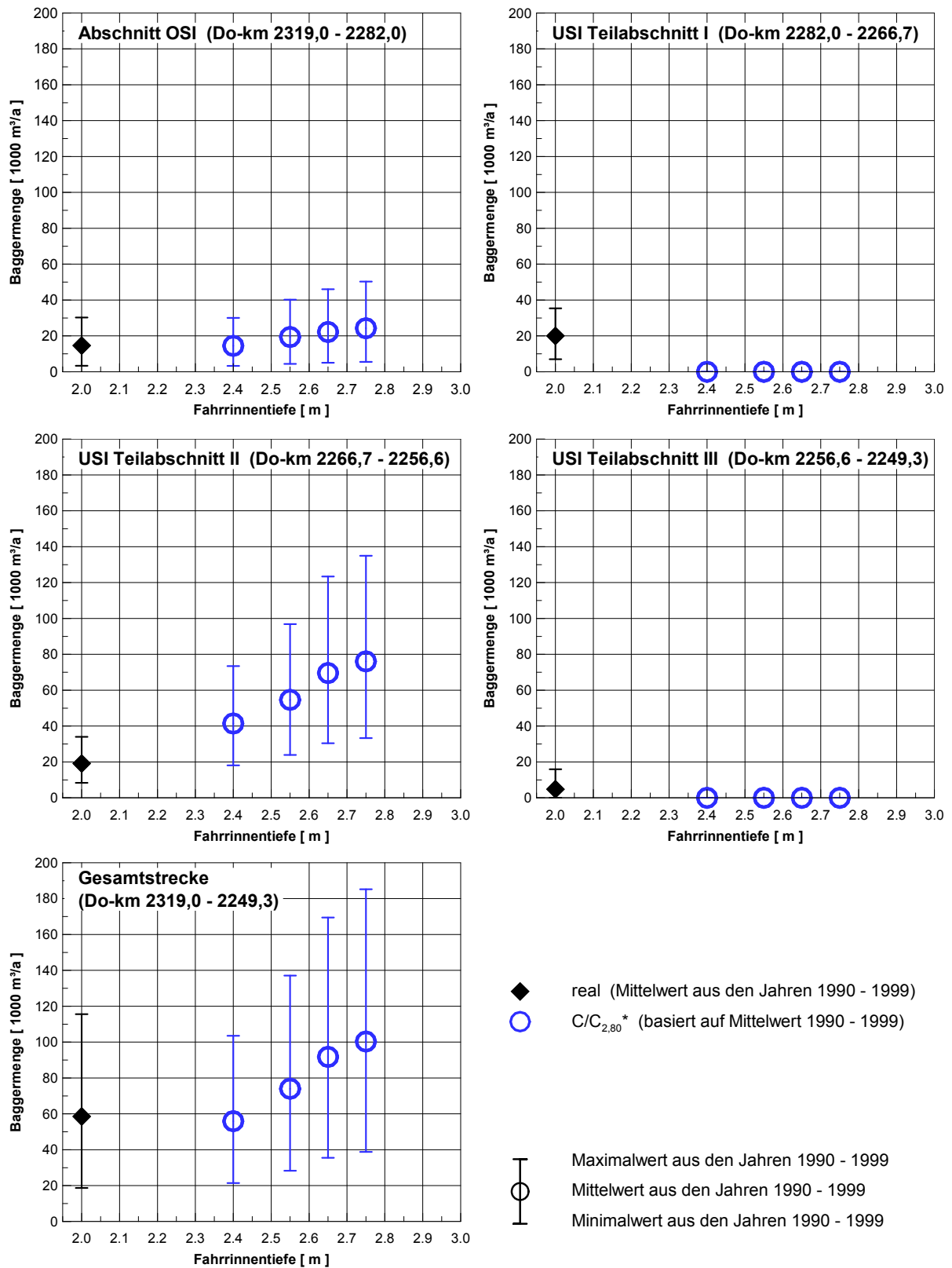


Bild 7: Prognostizierte jährliche Unterhaltungsbaggermengen der einzelnen Abschnitte, Teilabschnitte und der Gesamtstrecke in der Variante C/C<sub>2,80</sub>\*

Auf Basis der mittleren realen Unterhaltungsbaggermengen (1999 - 2009) und der auf die Gesamtstrecke extrapolierten Modellergebnisse führt die Ausbauvariante C/C<sub>2,80</sub>\* gegenüber dem Vergleichsszenario zu Erhöhungsfaktoren der Unterhaltungsbaggermengen in Abhängigkeit der Fahrrinntiefe, die in Tabelle 5 dargestellt sind.

Variante	Fahrrinntiefe [m]		Herstelltiefe [m]		Faktor [ - ]
	OSI	USI	OSI	USI	
C/C <sub>2,80</sub> *		2,40		2,55	<b>0,96</b>
		2,55		2,70	<b>1,26</b>
		2,65		2,80	<b>1,57</b>
		2,75		2,90	<b>1,72</b>

Tabelle 5: Erhöhungsfaktor der Unterhaltungsbaggermengen in der Gesamtstrecke bezogen auf das Vergleichsszenario in der Variante C/C<sub>2,80</sub>\*

Die vorliegenden Untersuchungen bezüglich der Unterhaltungsbaggerungen zeigen, dass aus flussmorphologischer Sicht die Variante C/C<sub>2,80</sub>\* mit einer Fahrrinntiefe von 2,65 m (bezogen auf RNW<sub>künftig</sub>) realisierbar ist. In Abstimmung mit dem Auftraggeber und der WSD Süd wurde festgelegt, dass eine Fahrrinntiefe von 2,65 m für die Weiterentwicklung des Regelungskonzepts für die Variante C<sub>2,80</sub> herangezogen wird.

## 5 Modellerstellung und Vorgehensweise Variante C<sub>2,80</sub>

### 5.1 Allgemeines

Die Variante C<sub>2,80</sub> ist eine im Rahmen der EU-Studie weiterentwickelte Variante C/C<sub>2,80</sub>\* (siehe Kapitel 3.2). Im Zuge der Weiterentwicklung des Regelungs- und Sohlsicherungskonzeptes wurden mit dem Ziel der Verbesserung der fahrdynamischen Verhältnisse und der Reduktion der Unterhaltungsbaggermengen bzw. der Vergleichmäßigung des Geschiebetransportes innerhalb von Bewirtschaftungsabschnitten verschiedene Anpassungen der Regelungsmaßnahmen vorgenommen, die im Vergleich zur Variante C/C<sub>2,80</sub>\* z.T. eine Verschärfung, aber lokal auch eine Rücknahme der flussbaulichen Regelung beinhalten. Gleichzeitig wurde das von der RMD Wasserstraßen GmbH übergebene Hochwasserschutzkonzept mit Stand März 2011 umgesetzt [B3].

### 5.2 Geometrie

Basierend auf der Geometrie des Kalibrierungsmodells und der Sohlpeilung 2005 wurde das 2D-FTM Rechengitter erstellt. In dieses wurden die Maßnahmen des im Rahmen der EU-Studie erarbeiteten Regelungskonzeptes der Variante C<sub>2,80</sub> und das Hochwasserschutzkonzept eingebaut. Bei den Maßnahmen, welche die beiden 2D-FT-Modelle OSI und USI betreffen, handelt es sich um:

Buhnen:

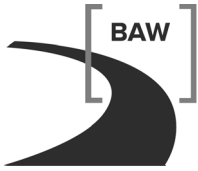
- neue Buhnen
- Verlängerung bestehender Buhnen
- Kürzung bestehender Buhnen
- Anpassung der Buhnenhöhen

Parallelwerke:

- neue Parallelwerke
- Verlängerung bestehender Parallelwerke
- Anpassung der Parallelwerkshöhen
- Parallelwerksvorschüttungen

Fahrrinne:

- Vertiefung der Fahrrinne
- Verlegung der Fahrrinne in kurzen Abschnitten



#### Sonstiges:

- Rückverlegungen von Hochwasserschutzdeichen
- Verfüllungen von Krümmungskolken
- Wehranlage und Schleusenkanal bei Aicha
- Uferverschüttungen
- neue Flutmulde bei Hofkirchen
- Vergrößerung des Geschiebefangs bei Hofkirchen

Die in den Modellen OSI und USI umgesetzten Maßnahmen sind im Bericht "EU-Studie zum Donauausbau Straubing - Vilshofen, Hydraulische Untersuchungen auf Grundlage des 3D-Hydrnumerischen Modells - Variante C<sub>2,80</sub> -" [B2] aufgelistet.

Für eine Prognose der Baggermengen zur Fahrrinnenunterhaltung wurde bei der Variante C<sub>2,80</sub> der Modellabschnitt OSI mit einer Fahrrinntiefe von 2,65 m und einer Herstelltiefe von 2,80 m und der Modellabschnitt USI mit einer Fahrrinntiefe von 2,70 m und einer Herstelltiefe von 2,85 m betrieben. Die um 0,05 m tiefere Fahrrinne im Abschnitt unterstrom der Isarmündung kompensiert das durch die größeren Gefälle erhöhte fahrdynamische Einsinken im Abschnitt unterhalb der Isarmündung bzw. des Schleusenkanals [B6].

### 5.3 Rauheiten

Die Rauheiten entsprechen jenen, welche in Kapitel 3.3 beschrieben sind.

### 5.4 Randbedingungen

Randbedingungen, die im folgenden Text nicht ausdrücklich erwähnt werden, entsprechen jenen, die bei der Modellkalibrierung verwendet wurden.

#### Unterwasserrandbedingung

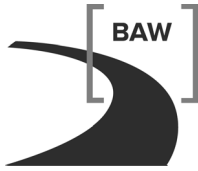
Für die Variante C<sub>2,80</sub> lagen für die Modellabschnitte OSI und USI mehrere über das gesamte Abflussspektrum verteilte stationäre Berechnungsergebnisse aus dem 3D-HN-Modell vor. Aus diesen wurde eine W-Q-Beziehung für den Auslauftrand durch lineare Interpolation zwischen den berechneten Abflüssen generiert.

#### Einlauftrand und Ganglinie

Die Einlauftrandbedingung und Ganglinie ist identisch mit jener der Variante C/C<sub>2,80</sub>\* (siehe Kapitel 3.4).

#### Bezugswasserspiegel

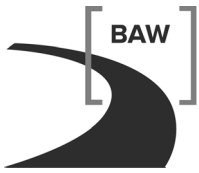
Die Wasserspiegellagen bei Q<sub>RNW</sub> wurden für die Variante C<sub>2,80</sub> mit den in Kapitel 5.2 genannten Herstelltiefen der Fahrrinne unter Berücksichtigung des Wasserspiegelverfalls durch die Fahrrinnenvertiefung mit dem 3D-HN-Modell berechnet [B2]. Diese Wasserspiegellagen



wurden als Bezugswasserspiegel für die Fahrrinnenherstellung und die Unterhaltungsbaggerungen in den 2D-FT-Modellen verwendet.

## **5.5 Vorgehensweise**

Die Vorgehensweise bei Variante C<sub>2,80</sub> ist bis auf die variantenbedingten Anpassungen der Fahrrinnen- und Herstelltiefen identisch zu der in Kapitel 3.5 beschriebenen Vorgehensweise. Für den Modellabschnitt OSI und USI wurden die in Kapitel 5.2 aufgeführten Fahrrinnen- und Herstelltiefen untersucht.



Bundesanstalt für Wasserbau  
Flussmorphologische Untersuchungen auf Grundlage des  
2D-Feststofftransportmodells - Variante C<sub>2,80</sub>  
BAW-Nr. A39530210127-17- November 2012

## 6 Modellergebnisse Variante C<sub>2,80</sub>

### 6.1 Ergebnisse Modellstrecke oberstrom der Isar

Für das Modell OSI betragen die jährlichen Unterhaltungsbaggerrmengen (gemittelt für die Jahre 2001-2004) bei Variante C<sub>2,80</sub> 36.239 m<sup>3</sup>/a. Die entsprechenden Baggerrmengen des Vergleichsszenarios betragen 21.662 m<sup>3</sup>/a.

In Bild 8 sind für die Modellstrecke OSI die Baggerrmengen der Variante C<sub>2,80</sub> und die Baggerrmengen des Vergleichsszenarios [B5] einander als Summenkurven (Baggerrmengen werden in Fließrichtung aufsummiert) gegenübergestellt.

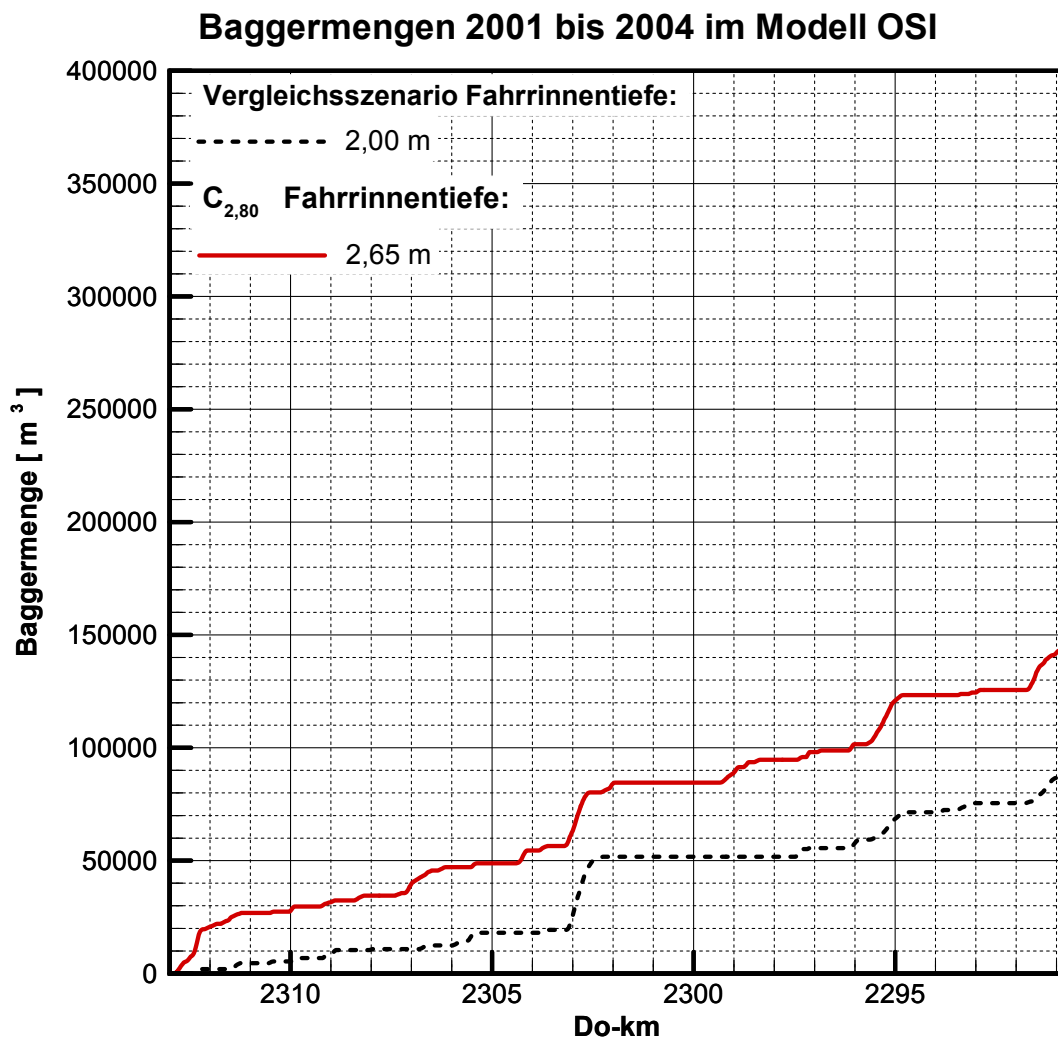
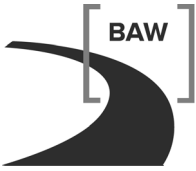


Bild 8: Modell OSI: Baggerrmengen-Längsschnitte (Summenkurven der Unterhaltungsbaggerrmengen 2001-2004) in Variante C<sub>2,80</sub>





Die Lage der Baggerschwerpunkte in Variante  $C_{2,80}$  hat sich gegenüber dem Vergleichsszenario nicht verändert. Grund hierfür ist u.a., dass im Rahmen der Weiterentwicklung des Regelungs- und Sohlsicherungskonzeptes planmäßige Baggerstellen, wie z.B. die Wendestelle Irlbach bei Do-km 2303, bewusst aufrechterhalten blieben. Dass im Modell OSI die Baggermengen bei Variante  $C_{2,80}$  verglichen mit jenen der Variante  $C/C_{2,80}^*$  bei gleicher Fahrrinntiefe (Fahrrinntiefe = 2,65 m) um 10 % größer sind, liegt daran, dass in der Modellstrecke OSI die Regelungsschärfe gegenüber der Variante  $C/C_{2,80}^*$  zurückgenommen wurde. Dies war notwendig um die Sicherheitsabstände der Fahrrinne zu den Regelungsbawerken einzuhalten.

## **6.2 Ergebnisse Modellstrecke unterstrom der Isar**

Für das Modell USI zwischen Do-km 2266,7 und 2256,6 betragen die jährlichen Unterhaltungsbaggermengen (gemittelt für die Jahre 2001-2004) bei Variante  $C_{2,80}$  65.912 m<sup>3</sup>/a. Die entsprechenden Baggermengen des Vergleichsszenarios betragen 22.939 m<sup>3</sup>/a.

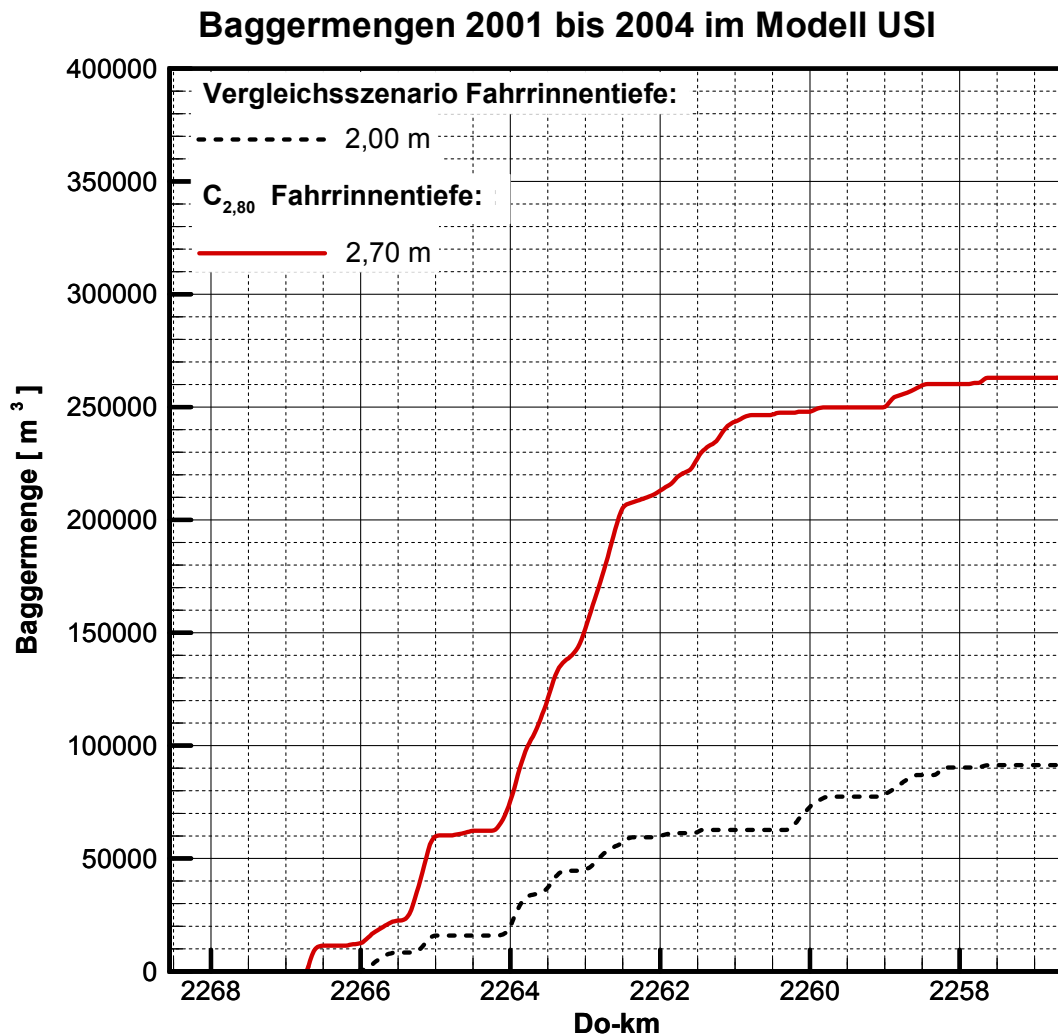


Bild 9: Modell USI: Baggermengen-Längsschnitte (Summenkurven der Unterhaltungsbaggermengen 2001-2004) in Variante C<sub>2,80</sub>

In Bild 9 sind für die Modellstrecke USI die Baggermengen der Variante C<sub>2,80</sub> und die Baggermengen des Vergleichsszenarios [B5] einander als Summenkurven gegenübergestellt.

Dass im Modell USI die Baggermengen bei Variante C<sub>2,80</sub> (Fahrrinntiefe USI = 2,70 m), verglichen mit jenen der Variante C/C<sub>2,80</sub>\* mit einer Fahrrinntiefe von 2,65 m, um 17 % geringer sind, liegt daran, dass in der Modellstrecke USI die Regelungsschärfe gegenüber der Variante C/C<sub>2,80</sub>\* erhöht wurde. Besonders deutlich wird dies oberstrom Do-km 2260,5. Vergleicht man dort den Verlauf der Summenkurve der Variante C<sub>2,80</sub> mit jenem der Variante C/C<sub>2,80</sub>\* (Bild 4), ist erkennbar, dass bei Variante C<sub>2,80</sub> der Baggerschwerpunkt bei Do-km 2260,5 nicht mehr vorhanden ist.

## 6.3 Extrapolation der Modellergebnisse auf die Gesamtstrecke

### 6.3.1 Allgemeines und Vorgehensweise

Für Variante C<sub>2,80</sub> entspricht die Vorgehensweise (inklusive aller Annahmen) bei der Extrapolation der Modellergebnisse auf die Gesamtstrecke jener, die bei Variante C/C<sub>2,80</sub>\* angewendet wurde (siehe Kapitel 4.3.1 und in Kapitel 4.3.2).

### 6.3.2 Jährliche Unterhaltungsbaggermengen für den Donauabschnitt Straubing - Vilshofen

Die für die Extrapolation herangezogenen realen Unterhaltungsbaggermengen sind identisch mit denen der Variante C/C<sub>2,80</sub>\* (siehe Kapitel 4.3.3).

Wie bei Variante C/C<sub>2,80</sub>\* wurden für die Extrapolation der Baggermengen jeweils für den Abschnitt OSI und die USI-Teilabschnitte I, II und III der Maximalwert, der arithmetische Mittelwert und der Minimalwert der jährlichen realen Baggermengen der Jahre 1999 bis 2009 verwendet.

Die prognostizierten jährlichen Unterhaltungsbaggermengen der einzelnen Abschnitte, Teilabschnitte und deren Summe (Gesamtstrecke) sind in Tabelle 6 für die Varianten C/C<sub>2,80</sub>\* und C<sub>2,80</sub> angegeben und in Bild 10 graphisch dargestellt.

Variante	Extrapolationsfaktor [ ]		extrapolierte Baggermengen für Min.-, Mittel-, und Max.wert des Zeitraums 1999 bis 2009 [1000 m <sup>3</sup> /a ]															
			Abschnitt OSI			Abschnitt USI									Gesamtstrecke			
			Do-km 2319,0 bis 2282,0			Teilabschnitt I Do-km 2282,0 bis 2266,7			Teilabschnitt II Do-km 2266,7 bis 2256,6			Teilabschnitt III Do-km 2256,6 bis 2249,3			Do-km 2319,0 bis 2249,3			
FT <sup>(1)</sup>	ξ <sub>OSI</sub>	ξ <sub>USI</sub>	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	
real				3,3	14,6	30,3	7,0	20,0	35,4	8,4	19,2	34,0	0,0	4,8	15,9	18,7	58,6	115,6
C/C <sub>2,80</sub> *	2,40	0,99	1,98	3,3	14,5	30,0				16,7	38,0	67,5				19,9	52,5	97,5
	2,55	1,33	2,68	4,4	19,4	40,2				22,4	51,3	90,9				26,9	70,7	131,2
	2,65	1,52	3,49	5,1	22,2	46,0				29,3	66,9	118,7				34,4	89,1	164,7
	2,75	1,66	4,04	5,5	24,3	50,3				33,9	77,4	137,2				39,4	101,6	187,5
C <sub>2,80</sub> <sup>(2)</sup>	2,65			5,6	24,4	50,6				24,2	55,3	98,1				29,8	79,7	148,7
	2,70	1,67	2,89															

<sup>(1)</sup> Fahrrinntiefe [ m ]

<sup>(2)</sup> Fahrrinntiefe oberstrom d. Isar 2,65 m, unterstrom d. Isar 2,70 m

Tabelle 6: Extrapolierte jährliche Unterhaltungsbaggermengen der einzelnen Teilabschnitte und der Gesamtstrecke in den Varianten C/C<sub>2,80</sub>\* und C<sub>2,80</sub>

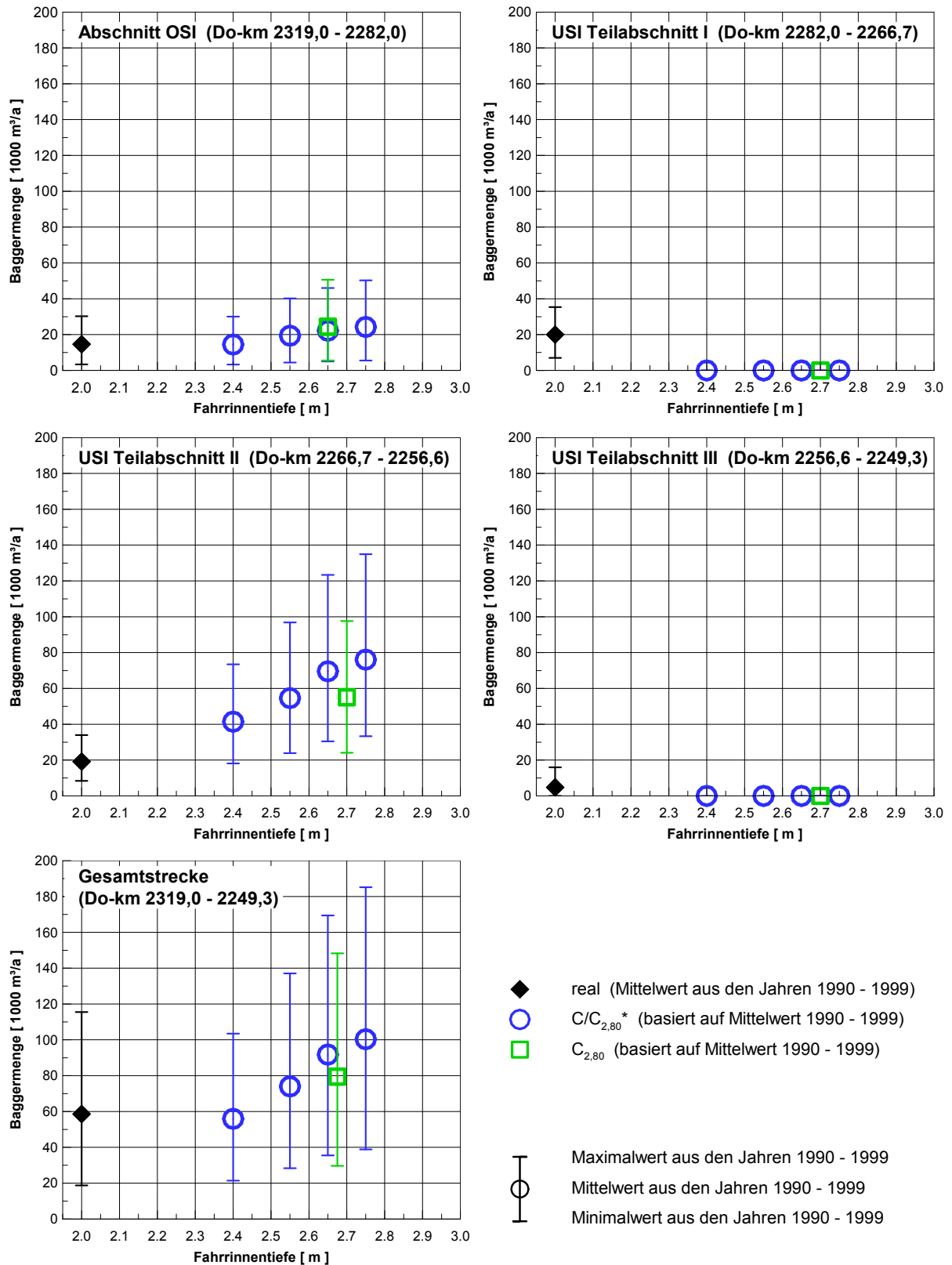


Bild 10: Prognostizierte jährliche Unterhaltungsbaggermengen der einzelnen Abschnitte, Teilabschnitte und der Gesamtstrecke in den Varianten C/C<sub>2,80</sub>\* und C<sub>2,80</sub>

Auf Basis der mittleren realen Unterhaltungsbaggermengen (1990 - 1999) und der auf die Gesamtstrecke extrapolierten Modellergebnisse, führt die Variante C<sub>2,80</sub> gegenüber dem Vergleichsszenario zu einer Erhöhung der Unterhaltungsbaggermengen um den Faktor 1,36. Die entsprechenden Erhöhungsfaktoren der Variante C/C<sub>2,80</sub>\* mit den verschiedenen Fahrrinntiefen sind in Tabelle 7 angegeben.

Variante	Fahrrinntiefe [m]		Herstelltiefe [m]		Faktor
	OSI	USI	OSI	USI	
C/C <sub>2,80</sub> *	2,40		2,55		<b>0,96</b>
	2,55		2,70		<b>1,26</b>
	2,65		2,80		<b>1,57</b>
	2,75		2,90		<b>1,72</b>
C <sub>2,80</sub>	2,65	2,70	2,80	2,85	<b>1,36</b>

Tabelle 7: Erhöhungsfaktor der Unterhaltungsbaggermengen in der Gesamtstrecke bezogen auf das Vergleichsszenario in den Varianten C/C<sub>2,80</sub>\* und C<sub>2,80</sub>

Bundesanstalt für Wasserbau  
 Karlsruhe, 15.11.2012

Im Auftrag

Bearbeiter

gez. Dr.-Ing. Thomas Brudy-Zippelius

gez. Dipl.-Ing. Boris Glander





**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)