

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Schillinger, Jürgen; Kellermann, Jürgen**

## **Geschiebemanagement an der Donau; Zugabe von Tracer-Material und Monitoring**

BfG-Veranstaltungen

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/106345>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Schillinger, Jürgen; Kellermann, Jürgen (2013): Geschiebemanagement an der Donau; Zugabe von Tracer-Material und Monitoring. In: ; Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hg.): Geomorphologische Prozesse unserer Flussgebiete, 15. Gewässermorphologisches Kolloquium am 13./14. November 2012 in Koblenz. BfG-Veranstaltungen. Koblenz: Bundesanstalt für Gewässerkunde. S. 38-45.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.

Verwertungsrechte: Alle Rechte vorbehalten

# Geschiebemanagement an der Donau; Zugabe von Tracer-Material und Monitoring

Jürgen Schillinger und Jürgen Kellermann

## 1 Einleitung

Im Streckenabschnitt der Donau zwischen Straubing und Isarmündung sind seit Ende der 1990er-Jahre Veränderungen im Flussregime erkennbar. Durch die Stauerichtung bei Straubing (1995) kommt es in der Donau zu einer beginnenden Erosion (KELLERMANN 2011, Abb. 1). Aus diesem Grund sind Maßnahmen zur Begrenzung der Erosion erforderlich. Durch das relativ geringe örtliche Gefälle von ca. 0,1 ‰, das für die Sohle mit einem mittleren Korndurchmesser von ca. 11 mm relativ flach ist, ist die Strecke zwischen Straubing und der Isarmündung in besonderer Weise geeignet, durch eine weitere Vergrößerung der Sohle einen erhöhten Widerstand gegen die Strömung zu erreichen. Sie kann damit in einem weiten Abflussbereich stabil gehalten werden. Durch die hiermit verringerte Jahresgeschiebefracht soll die Geschwindigkeit der Sohlerosion verringert werden.

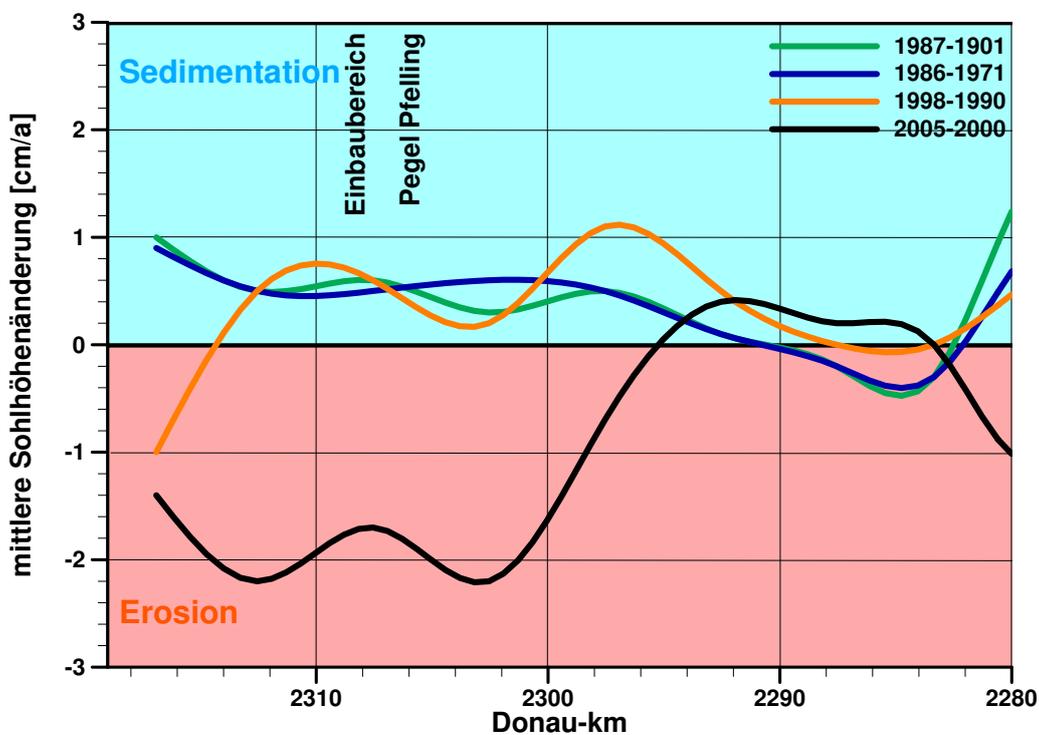


Abb. 1: Mittlere, jährliche Sohlhöhenänderungen an der Donau zwischen Straubing und Isarmündung

Aus ökologischen und schiffahrtlichen Gründen sind die dabei zum Einsatz kommenden Korngrößen aus dem Spektrum des natürlichen Geschiebes zu wählen. Ziel einer solchen Maßnahme ist, eine natürliche Sohlstabilisierung zu unterstützen und dadurch den Unterhaltungsaufwand zu reduzieren. Eine dauerhaft unbewegliche Sohle wird nicht angestrebt.

Eine mögliche Quelle für dieses Zugabematerial könnte das bei Hofkirchen (Do-km 2257) der Donau entnommene Material der sog. "gesteigerten Unterhaltung" sein. Hier fielen Baggermengen in der in Tabelle 1 genannten Größe an. Dieses Material weist einen gegenüber der Strecke Straubing - Isarmündung deutlich höheren Anteil an Grobfractionen bis 64 mm auf. Dieses ist in der Untersuchungsstrecke ebenfalls der Größtkorndurchmesser des anstehenden Materials.

**Tabelle 1**  
Entnahmemengen bei Hofkirchen

Jahr	1999	2002	2003	2005	2009
Baggermenge [m <sup>3</sup> /a]	15.000	5.000	37.000	20.000	30.000

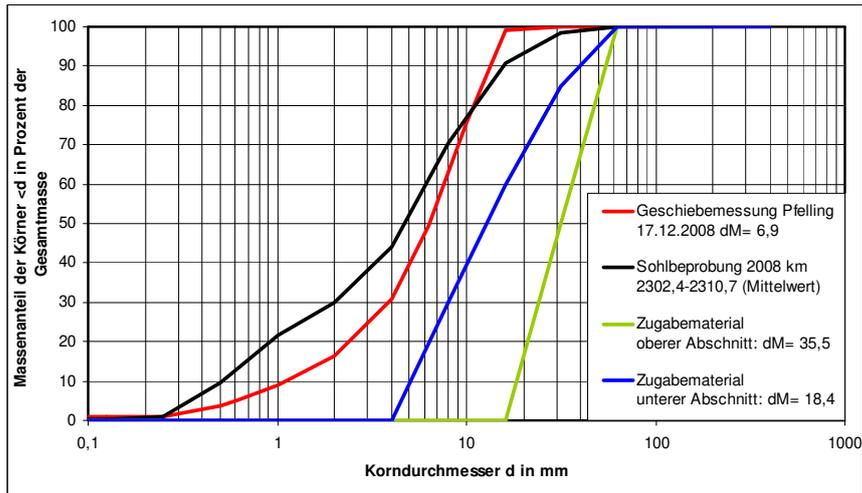
Da bezüglich der Sohlstabilität einer solch vergrößerten Sohle, insbesondere unter Schifffahrtseinfluss, nur wenige Informationen vorliegen, wurde im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes (WSA) Regensburg ein Naturversuch durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) und die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) konzipiert, in dem diese Fragestellung untersucht wird. Darüber hinaus sollen hierbei wertvolle Informationen zum Transportverhalten unterschiedlicher Korngrößen gewonnen werden, die der Verbesserung der Prognosewerkzeuge dienen.

## 2 Konzeption des Naturversuchs

Die für Versuche in Frage kommende Strecke Donau-km 2319 bis 2290 teilt sich in einen zunächst kurvigem, etwa sechs Kilometer langen Abschnitt und anschließend in einen eher geradlinigeren etwa 23 Kilometer langen Abschnitt auf. Für den Naturversuch wurde der Kurvenbereich ausgenommen, da Einflüsse der Krümmungen auf den Sedimenttransport ausgeschlossen werden sollten. Im gestreckten Lauf der Donau hat sich der Bereich zwischen Do-km 2308,7 und Do-km 2307,7 als geeignet für den Einbau des Tracermaterials herausgestellt. In diesem Bereich sind noch ausreichend hohe Sohl Schubspannungen für den Sedimenttransport vorhanden und die Strecke, in der das wandernde Geschiebe beobachtet werden soll, ist ausreichend lang.

Als Tracermaterial wurde ein Material ausgewählt, das sich in Form und Farbe deutlich vom Sohlmaterial der Donau unterscheidet. Die Mindestkorngröße betrug aus Gründen der Wiederauffindbarkeit 4 mm. Der Größtkorndurchmesser sollte 64 mm nicht überschreiten, um einerseits die in der Sohle vorhandenen Korngrößen abzubilden und andererseits Schäden für die Schifffahrt durch das Ansaugen von Steinen zu vermeiden.

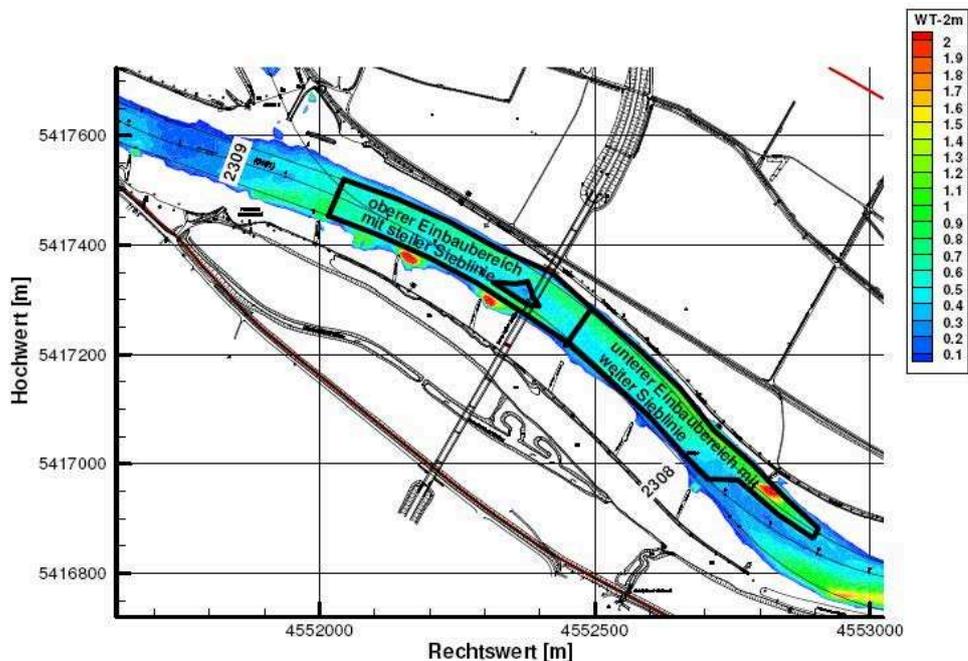
Für den Versuch wurden zwei verschiedene Kornverteilungen verwendet. Eine eng gestufte Sieblinie, um die Sohlstabilität einer abpflasterungsähnlichen Sohle zu überprüfen und eine weiter gestufte, um das Transportverhalten unterschiedlicher Korngrößen bezüglich Transportweiten und -geschwindigkeiten zu erforschen. Die eng gestufte Kornverteilung besteht aus je 50 % der Kornklasse 16-31,5 mm und 31,5-63 mm. Die weitere Kornverteilung besteht aus je 25 % der Kornklasse 4-8, 8-16, 16-31,5 und 31,5-63 mm. Sie sind in Abb. 2 dargestellt.



**Abb. 2:** Kornverteilungskurven der Donau aus Geschiebetransportmessung, Sohlbeprobungen und Tracermaterial

Aus Erfahrungen der BfG am Rhein wurde die Mindestzugabemenge von Tracermaterial zu je 5000 m<sup>3</sup> festgelegt. Um den Einfluss auf Strömung und Morphologie in der Donau möglichst gering zu halten, sollte das Material in einer Schicht von ca. 15 cm auf der gesamten transportwirksamen Breite aufgebracht werden. Um die im Projektbereich vorhandene Mindestwassertiefe in der Fahrrinne von 2,0 m nicht zu gefährden, wurden die Bereiche der Fahrrinne, die durch die Zugabe eine geringere Tiefe bei RNW als 2,4 m aufwiesen, ausgespart. Eine Übersicht über den Zugabebereich der Planung zeigt Abb. 3.

Der Einbau des Tracers hat auf die Hochwasserstände keinen wesentlichen Einfluss, zumal durch die bereits eingetretene Sohleintiefung (Der derzeitige Massenverlust der Strecke Straubing - Isarmündung beträgt seit 1998 mehrere 100.000 m<sup>3</sup>.) ein Wasserspiegelverfall eingesetzt hat (KELLERMANN 2011).



**Abb. 3:** Übersicht über den Einbaubereich des Tracermaterials mit zur Verfügung stehenden Wassertiefen unter dem Fahrinnenkasten der Planungsphase

### 3 Monitoringprogramm

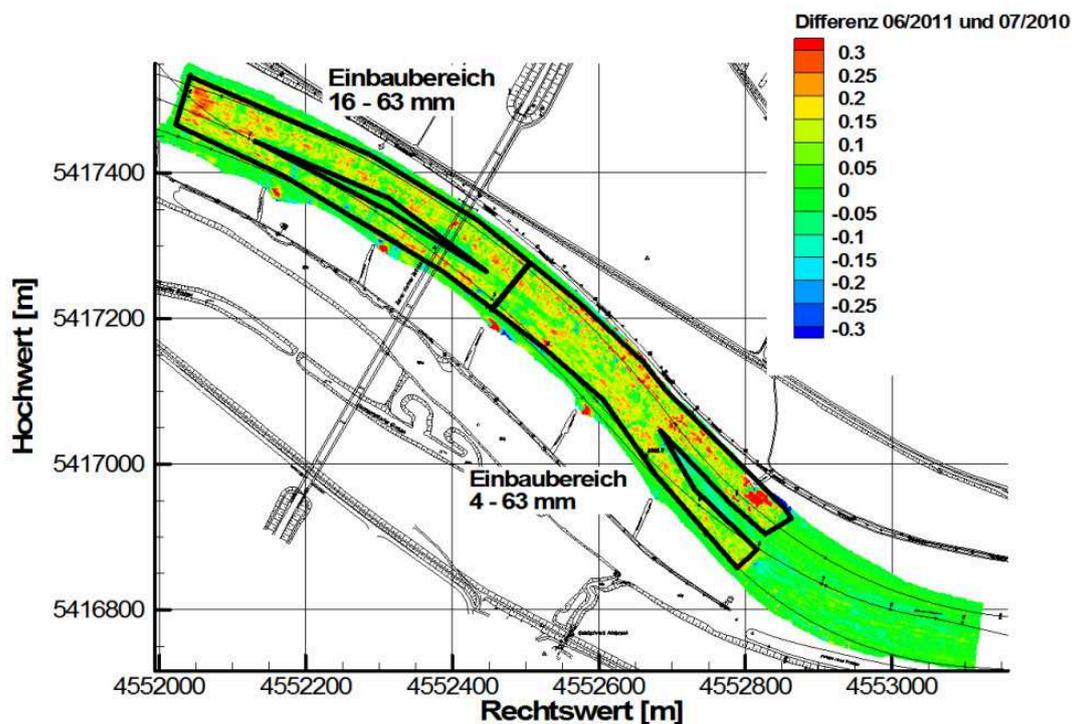
Zur Ermittlung der tatsächlichen Transportgeschwindigkeit werden mit Hilfe von Flächenpeilungen des WSA Regensburg regelmäßig die Veränderungen der Sohlhöhen überwacht, was im Hinblick auf die Verkehrssicherungspflicht ohnehin durchgeführt werden muss.

Neben den regelmäßigen Peilungen sind Gefrierplatten-, -kern- und Grabgreiferentnahmen zu verschiedenen Zeiten (nach 3, 6, 12 Monaten und danach einmal jährlich) an verschiedenen Stellen im Bereich der Zugabe und des unterstrom anschließenden Bereichs erforderlich. Die Wahl der Entnahmestellen wird in Abhängigkeit der abgelaufenen Abflüsse festgelegt, um Informationen bzgl. der Transportweiten und Durchmischung des Tracermaterials in der Sohle zu erhalten. Das Material der Sohlproben wird hinsichtlich der Kornzusammensetzung und des Anteils von Tracermaterial untersucht.

Darüber hinaus erfolgen Sedimenttransportmessungen am Pegel Pfelling, Fließgeschwindigkeitsmessungen und gegebenenfalls die Analyse von Baggermaterial aus der Fahrrinnenunterhaltung.

### 4 Erfahrungen aus dem Einbau

Zu Beginn des Jahres 2011 wurde das Tracermaterial eingebaut. Um beim Einbau die Sohlkontur zu erhalten, wurde der gebrochene Kies mit dem Baggerlöffel eingebracht, was zu einer Bauzeit von fast sechs Wochen führte und in der Durchführung für den ausführenden Unternehmer eine Herausforderung darstellte, die im Rahmen der möglichen Genauigkeiten erfolgreich war (Abb. 4). Die Schifffahrt wurde permanent aufrecht erhalten.



**Abb. 4:** Differenzen der Sohlhöhen vor und nach Einbau des Tracers

Der Kauf des Kieses sowie dessen Einbau kosteten jeweils ca. 400.000 Euro. Die Kosten der Gefrierkern- und Gefrierplattenentnahmen belaufen sich bei großem Anteil an Eigenleistung des WSA auf ca. 40.000 Euro pro Jahr. Hinzu kommen noch die Tätigkeiten von BAW (Auswertung der Erhebungsergebnisse) und BfG (Tracerzählung, Auswertung Geschiebetransportmessungen).

Eine erste Beprobung nach Einbau zeigt, dass das Material wie gewünscht auf der Sohle liegt. Abbildung 5 zeigt eine Gefrierkernentnahme im Bereich der Zugabe. Das rechte Ende zeigt die Sohloberfläche, die hier im Wesentlichen aus Tracermaterial besteht (dunkle Steine). Der Rest des Kerns zeigt den Aufbau der Unterschicht bis in eine Tiefe von ca. 40 cm.



**Abb. 5:** Liegender Gefrierkern mit Tracermaterial rechts direkt nach der Zugabe

## 5 Erste Ergebnisse

Seit Einbau des Materials sind nur kleinere Hochwasserereignisse aufgetreten. Die Abflussganglinie seit 2008 mit den wesentlichen Eckdaten zum Naturversuch zeigt Abb. 6.

Die Ergebnisse der Beprobung weisen alle auf eine geringe Sohlaktivität hin. Beispielfhaft ist dies anhand von Sohlhöhendifferenzen zwischen der Peilung vom November 2011 und April 2012 gezeigt (Abb. 7).

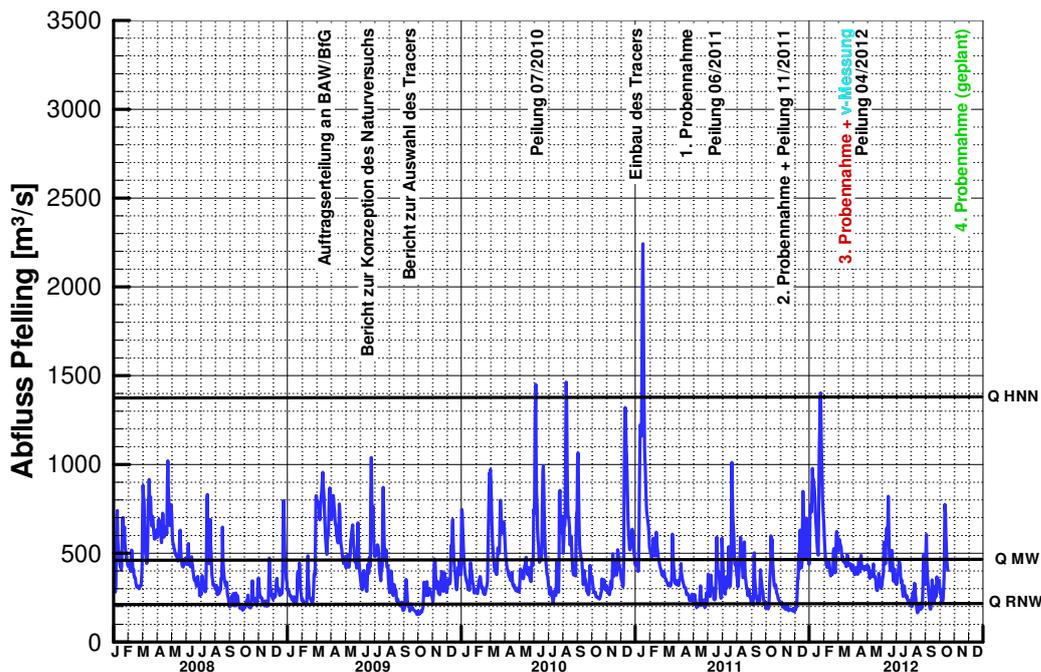


Abb. 6: Abflussganglinie mit wesentlichen Eckdaten zum Naturversuch

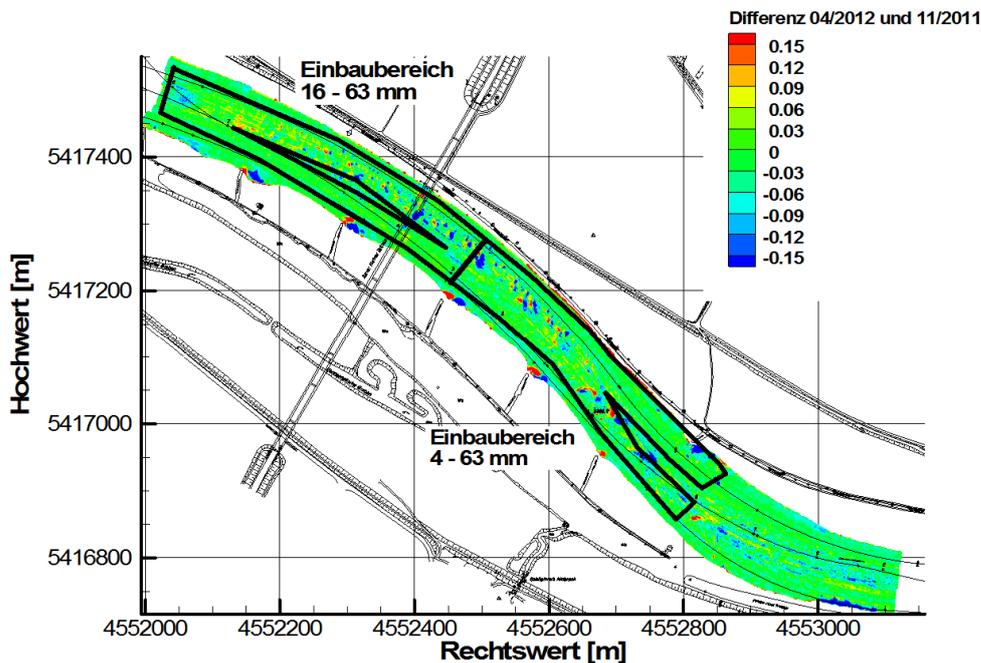
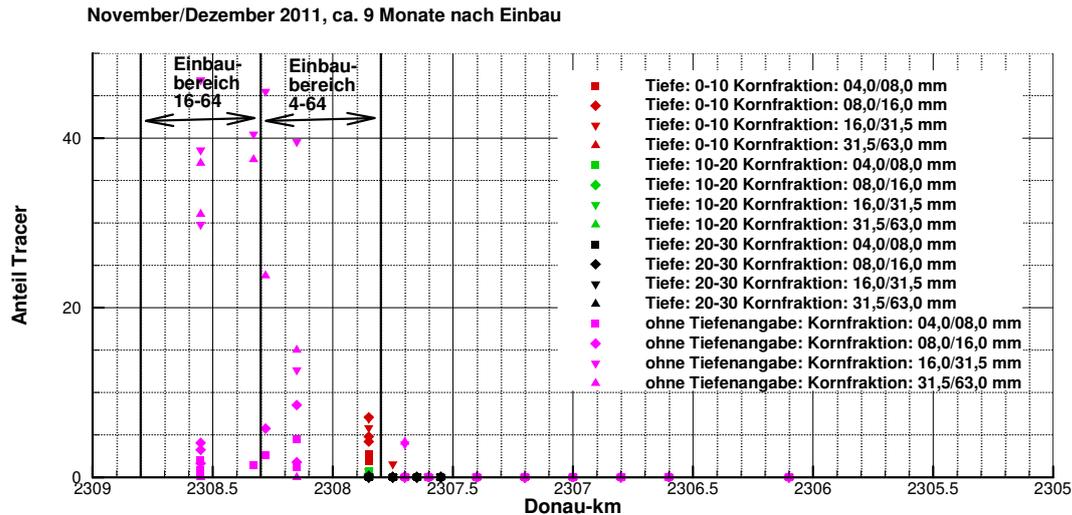


Abb. 7: Sohlhöhendifferenzen zwischen der Peilung 11/2011 und 04/2012 im Zugabebereich

Die Sohlproben bestätigen weitgehend das Bild der bisher stabilen Sohle. Abbildung 8 zeigt die Verteilung des Tracermaterials im Bereich und unterstrom der Zugabestelle. Es wird dabei in Kornklasse und Tiefe des Auffindens unterschieden. Deutlich ist zu erkennen, dass unterstrom der Zugabestelle bisher kaum Tracermaterial aufgefunden wurde.



**Abb. 8:** Anteil der gefundenen Tracer [%] im Einbaubereich und unterstrom in Abhängigkeit von der Tiefe [cm] unter der Sohle

## 6 Fazit

Der Einbau des Tracermaterials gestaltete sich anspruchsvoll und aufwändig und konnte erfolgreich abgeschlossen werden. Eine Aussage bezüglich der Transportweiten des Tracermaterials ist durch die seitdem aufgetretenen relativ geringen Hochwasserabflüsse nicht möglich. Die Stabilität der Versuchsstrecke ist bisher weitgehend gegeben. Lediglich die Einebnung lokaler, durch den Einbau bedingter Unebenheiten hat stattgefunden. Aufgrund der geringen Transportweiten wird der aktuelle Untersuchungsbereich unterstrom der Einbaustelle eingeschränkt. Zudem wird wegen der geringen Hochwasserabflüsse eine Verlängerung des Untersuchungszeitraums angestrebt. Eine endgültige Aussage ist somit nicht vor Ende 2015 zu erwarten.

## Literatur

KELLERMANN, J. (2011): Langfristige Sohlentwicklungen an der Donau zwischen Straubing und Hofkirchen, Information 2011, WSD Süd, Würzburg.



**Kontakt:**

**Jürgen Schillinger**

Wasser- und Schifffahrtsamt  
Regensburg  
Erlanger Straße 1  
93059 Regensburg  
Tel.: 0941/ 8109 320  
Fax: 0941/ 8109 160  
E-Mail: juergen.schillinger@wsv.bund.de

Jahrgang: 1967

**1985-1991**

Studium Bauingenieurwesen und Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Karlsruhe

**1991-1995**

Ingenieurbüros für Wasserkraftanlagen und Prüfstatik in München

**seit 1995**

Wasser- und Schifffahrtsamt Regensburg



**Kontakt:**

**Jürgen Kellermann**

Bundesanstalt für Wasserbau  
Kußmaulstr. 17  
76187 Karlsruhe  
Tel.: 0721/ 9726 3540  
Fax: 0721/ 9726 5340  
E-Mail: juergen.kellermann@baw.de

**1982-1989**

Studium Bauingenieurwesen an der TH Darmstadt

**seit 1989**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Bundesanstalt für Wasserbau

**seit 2001**

stellvertretender Referatsleiter W2, Binnen

**Projektbearbeitung:**

2010-2012: EU-Studie zum Donauausbau Straubing-Vilshofen

seit 2009: Fachkreis Naturschutz und Landschaftspflege in der WSV

2000-2008: Probetrieb ARGO-Donau

1996-2001: Vertiefte Untersuchungen zu Möglichkeiten und Grenzen flussbaulicher Methoden des Donauausbaus

seit 1989: Morphologische Modellierungen zum Donauausbau, Naturerhebungen