



Retentionpotentialstudie am Inn

Feststoffe am Inn und der Salzach – TP E

Nils Rüter
Lehrstuhl für Wasserbau
Fakultät für Ingenieurwesen und Design
Technische Universität München

Vorstellung der Ergebnisse der Innstudie
im Auftrag des Bayrischen Landesamt für Umwelt

Mittwoch, 13.12.2023, Schloss Neuburg am Inn
Donnerstag, 14.12.2023, Feuerwehrraum Vogtareuth
Donnerstag, 08.02.2024, Bürgerhaus Burghausen
Freitag, 09.02.2024, Stadtsaal Neuötting

Gliederung

- Aufgabenstellung & Ziele TP E
- Datengrundlage
- Methode
- Ergebnisse
- Fazit

Aufgabenstellung & Ziele

Untersuchung morphologische Aspekte wie die Mobilisierung und Ablagerung von Geschiebe und Feinmaterial im Flusslauf, auf den Überflutungsflächen und in potentiellen Rückhalteräumen.

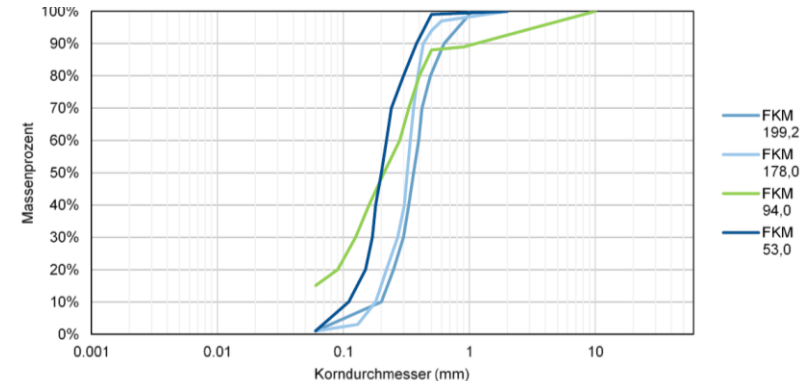
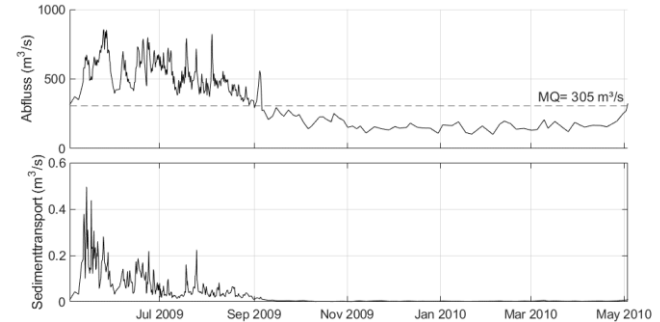
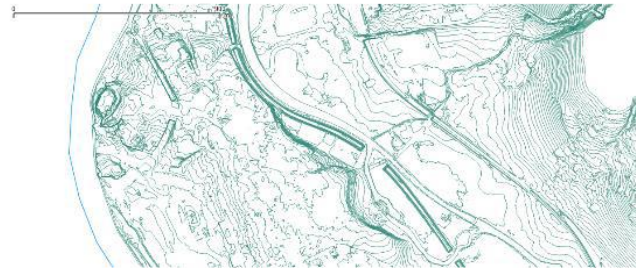
Konkret:

- ein Transportprofil längs des Inns zu erarbeiten und Abschnitte mit hohem Erosions- beziehungsweise Ablagerungspotential zu identifizieren,
- die Auswirkungen von Wasserkraftwerken und deren Betrieb auf die Flussmorphologie und die Ablagerung von Feinsedimenten in den Vorländern und Auen aufzuzeigen,
- Managementstrategien zur Reduzierung und zur Kontrolle der Sedimentablagerungen und der Sohlagen zu entwickeln,
- das Sedimentvolumen zu quantifizieren, welches in die potentiellen Flutpolder (Teilprojekt D) eingetragen werden kann.

Datengrundlage

Eingangsdaten für die numerische Modellierung

- Hydromorphologische numerische Modelle basieren auf den Berechnungsnetzen, die für das Teilprojekt D generiert wurden
- Für Netzverfeinerungen und die Darstellung der Geometrien unterschiedlicher Jahre, sowie für die Randbedingungen für Abfluss, Sedimenttransport und Wasserstände wurden von den Profildaten und Pegelstationen des LfU Bayern und des VERBUND herangezogen.
- Die Zusammensetzung der Feststoffe und Kornverteilungskurven wurden den Studien des Wasserwirtschaftsamts (WWA) Rosenheim, des VERBUND, von Lahmeyer HPI und des Büros aquasoli entnommen.

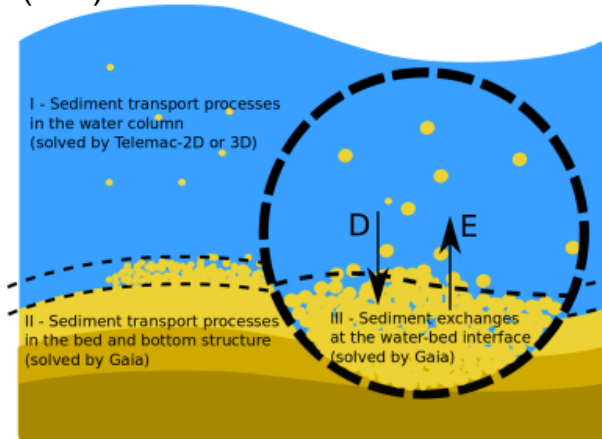


Methode

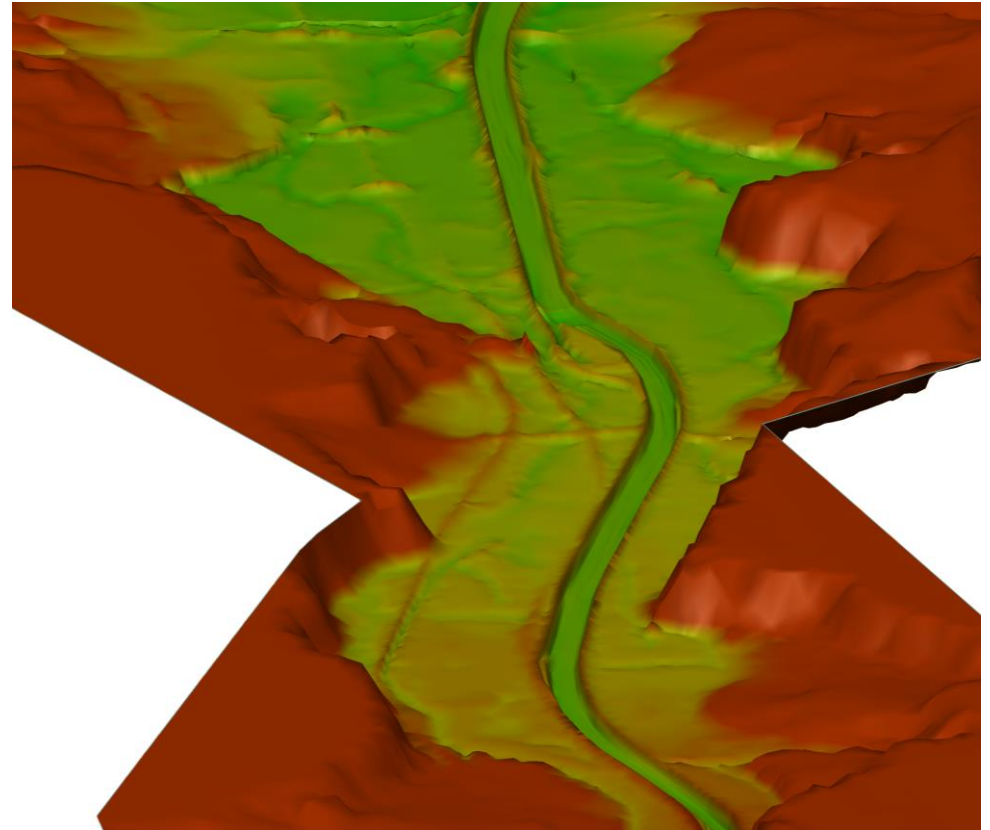
Telemac Mascaret Modelfamilie –
offene Programmstruktur

2D-Hydrodynamik-Modul
TELEMAC-2D (T2D)

Sedimenttransport-Modul SISYPHE
(SIS)

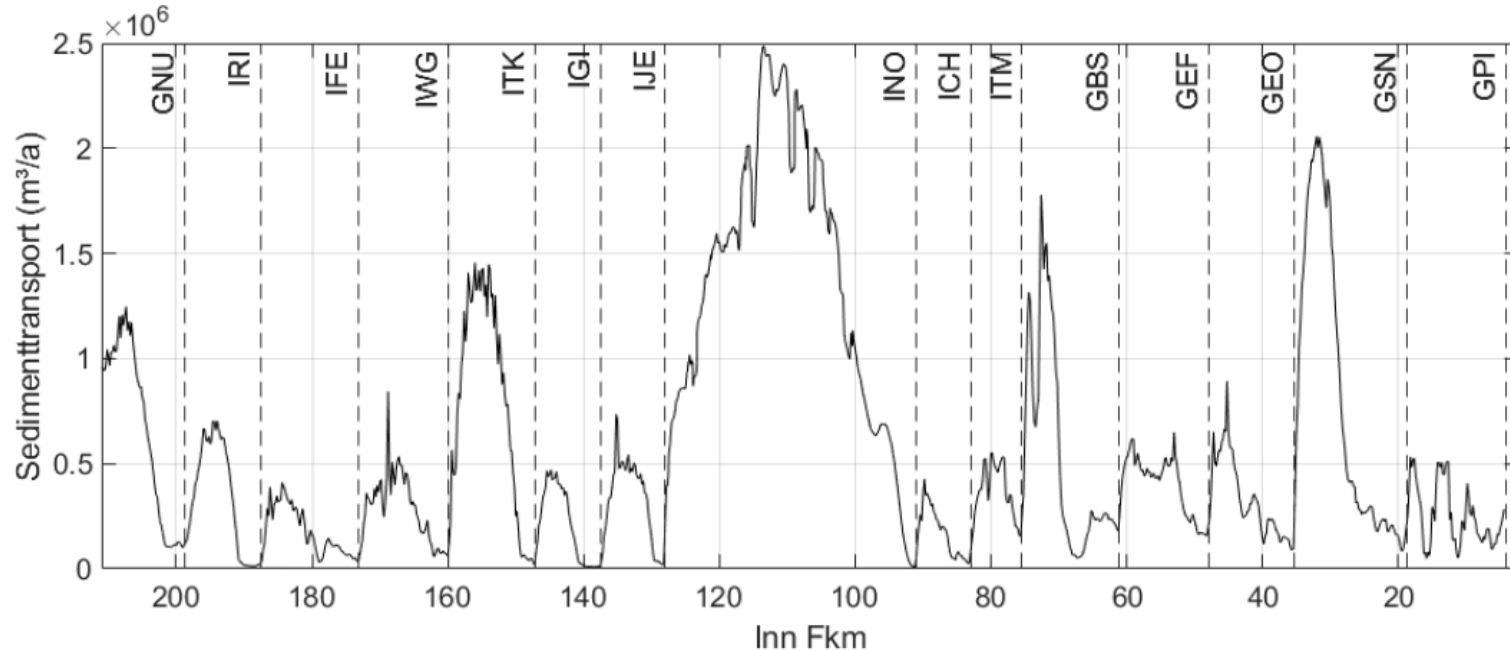


Aus Tassi et al, 2019. Sedimenttransport in Telemac



Geländemodelle aus Vermessungsdaten und DGM1

Hydro-morphodynamische Berechnungen und Transportlängsschnitt - Inn



Sedimenttransport-Längsprofil (m^3/a) des Inns von 3. Mai 2009 bis zum 3. Mai 2010; Die gestrichelte Linien ist die Lage des Dammes der jeweiligen Stauhaltung.

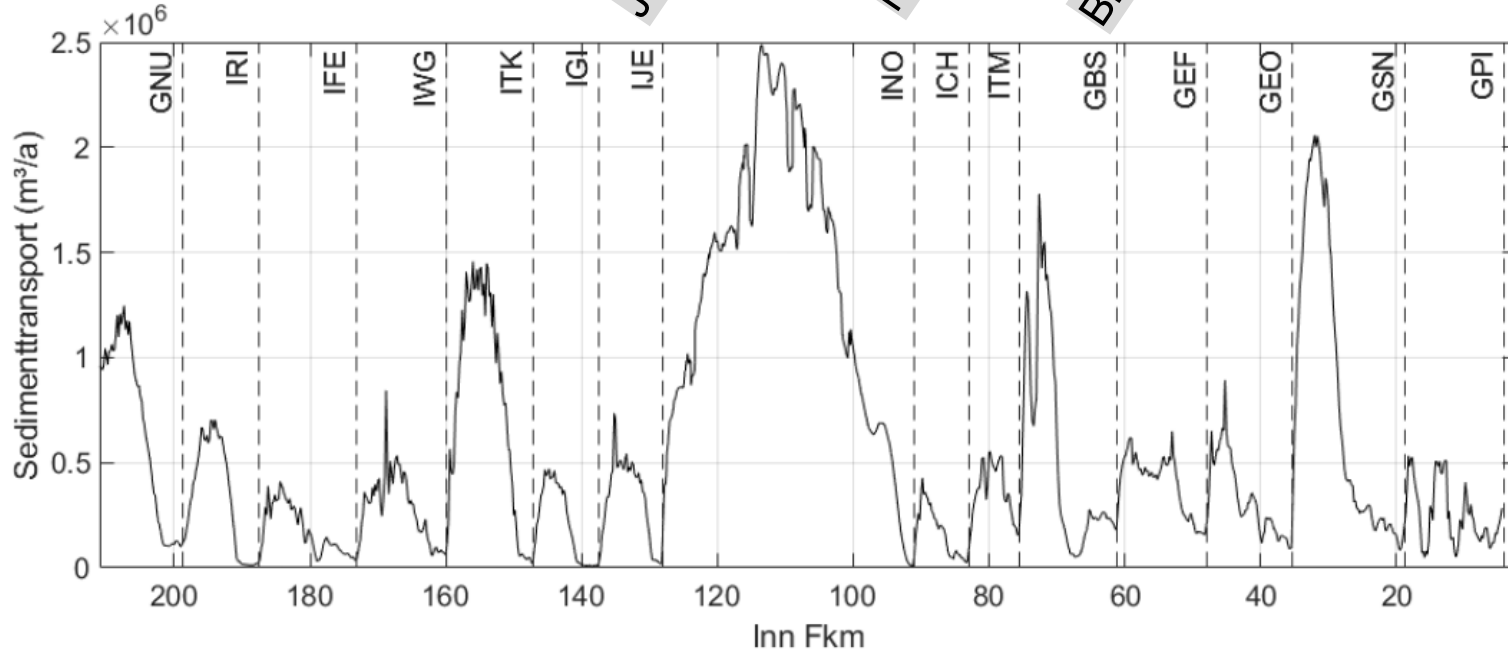
Ergebnisse

Hydro-morphodynamische Berechnungen und Transport

Jettenbach

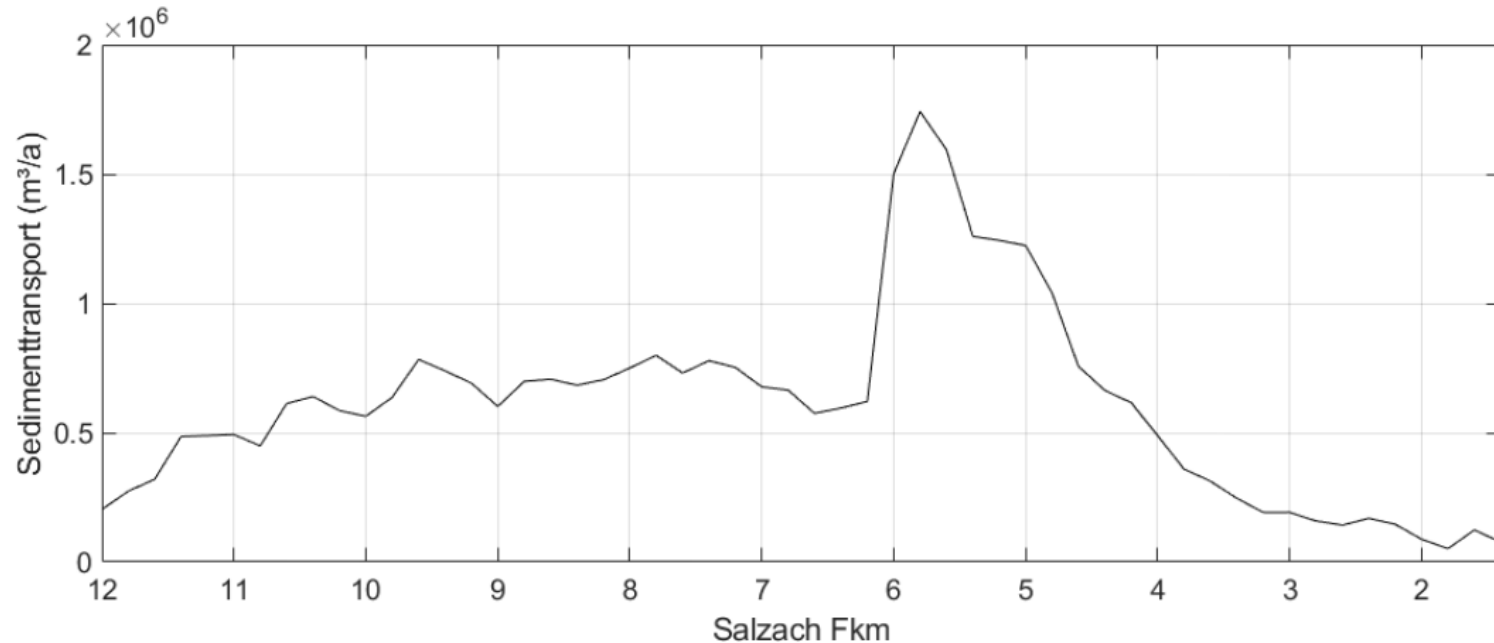
Neuötting

Braunau-Simbach



Sedimenttransport-Längsprofil (m³/a) des Inns von 3. Mai 2009 bis zum 3. Mai 2010; Die gestrichelte Linien ist die Lage des Dammes der jeweiligen Stauhaltung.

Hydro-morphodynamische Berechnungen und Transportlängsschnitt - Salzach



Sedimenttransport-Längsprofil (m^3/a) der Salzach (unten) 3. Mai 2009 bis zum 3. Mai 2010

Abgelagertes Feinsedimentvolumen in Überflutungsgebieten

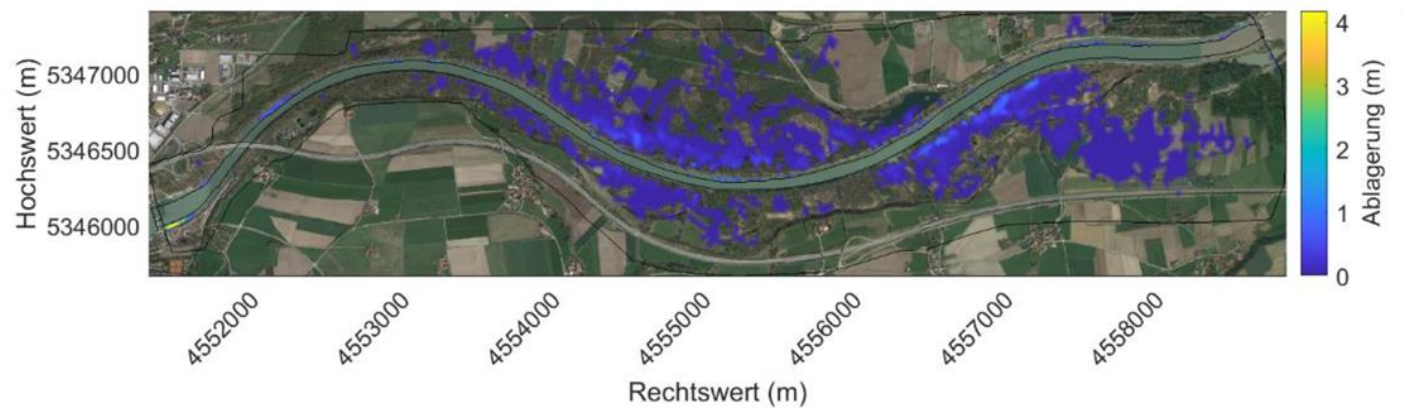
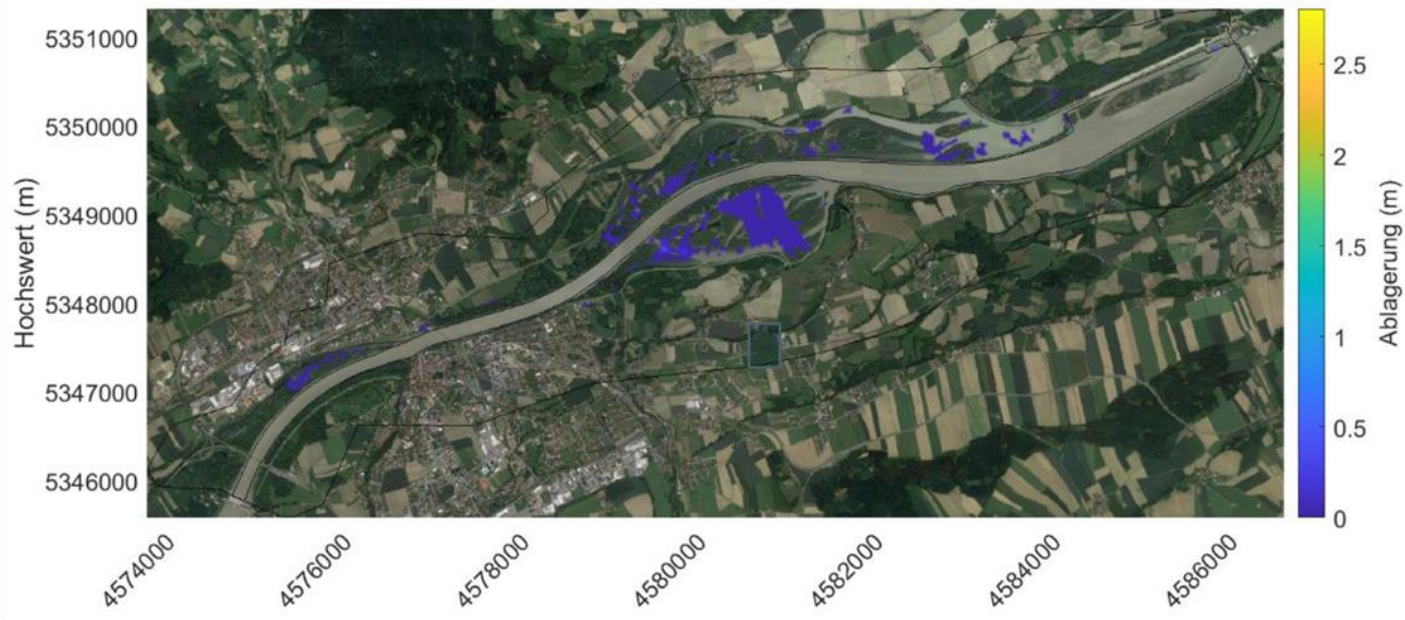
Mit Abstand die Stauräume mit den höchsten Materialablagerungen in den Auenbereichen sind **Rosenheim, Feldkirchen, Perach und Neuötting**. Die in deren Auebereichen abgelagerten Volumina lagen zwischen 28.000 und 51.000 m³/Jahr (Langzeitsimulation für 2009 und 2010).

Reservoir	Simulierter Zeitraum	Ablagerung (10 ³ m ³ /a)
Nußdorf	11.10.2011 - 05.08.2013	4
Rosenheim	05.11.2003 - 11.11.2005	51
Feldkirchen	27.10.2009 - 09.09.2013	45
Wasserburg	29.10.2009 - 14.01.2014	7
Teufelsbruck	10.11.2009 - 21.01.2014	1
Gars	19.09.2001 - 16.01.2006	7
Jettenbach	13.04.2010 - 04.02.2014	4
Neuötting	01.01.2009 - 24.07.2009	28
Perach	17.02.2010 - 14.10.2013	39
Stammham	01.12.2001 - 14.03.2006	5
Braunau-Simbach	03.05.2009 - 07.06.2010	22
Ering-Frauenstein	01.03.2009 - 11.10.2009	20
Eggfing-Obernberg	01.03.2009 - 15.07.2009	20
Schärding-Neuhaus	01.03.2009 - 06.05.2010	21
Passau-Ingling	01.10.2009 - 15.07.2010	20

Ergebnisse

Abgelagertes
Feinsedimentvolumen in
Überflutungsgebieten

Exemplarisch für
Ering (oben) und
Perach (unten)



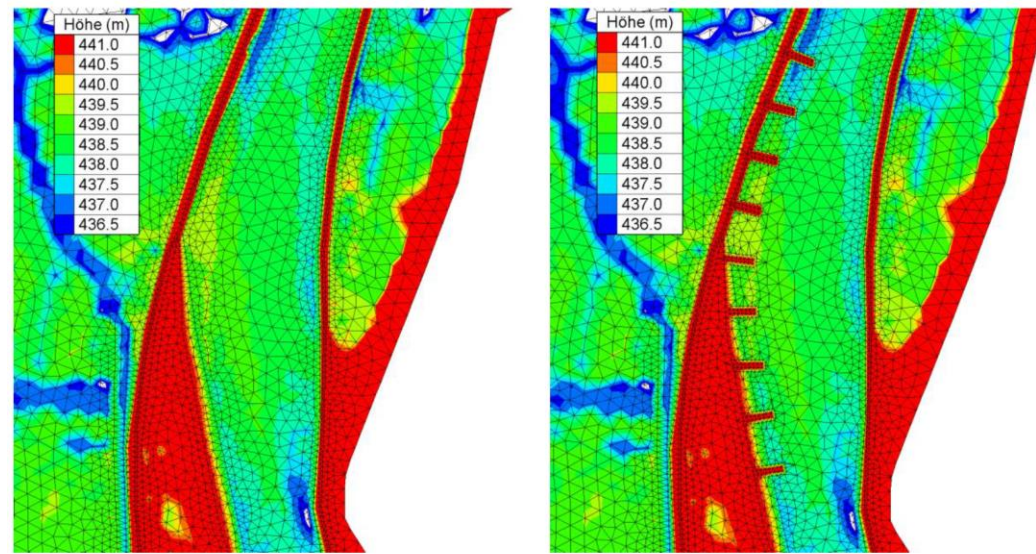
Ergebnisse

Buhnen/Tiefenerosion

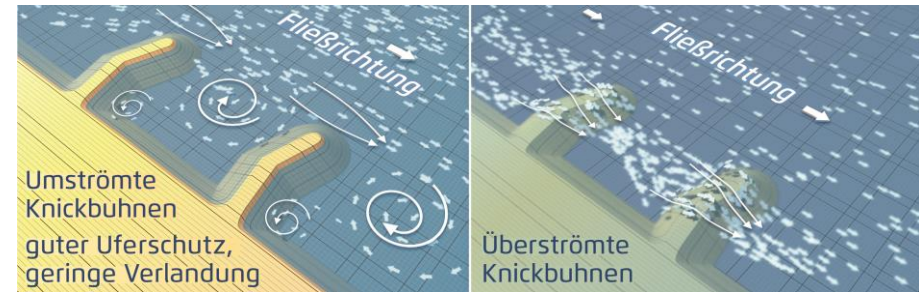
Durch eine Erhöhung der Feststofftransportkapazität an Stellen entlang des Flussprofils, die zu hohen Sedimentablagerungen neigen, ist es möglich, das mittlere Sohlprofil zu senken

Buhnen erhöhen die Fließgeschwindigkeiten, was zu einer lokalen Erosion im Hauptgerinne führt

=> Buhnenlänge (↑) & Buhnenabstandes (↓)
=> Transportkapazität (↑) & Wasserspiegel (↑)



Anfangssohlgeometrie und Netzgeometrie ohne Buhnen (links) und mit Buhnen (rechts)



https://wiki.baw.de/de/index.php/Buhnen_-_Regelungselemente_an_Bundeswasserstra%C3%9Fen

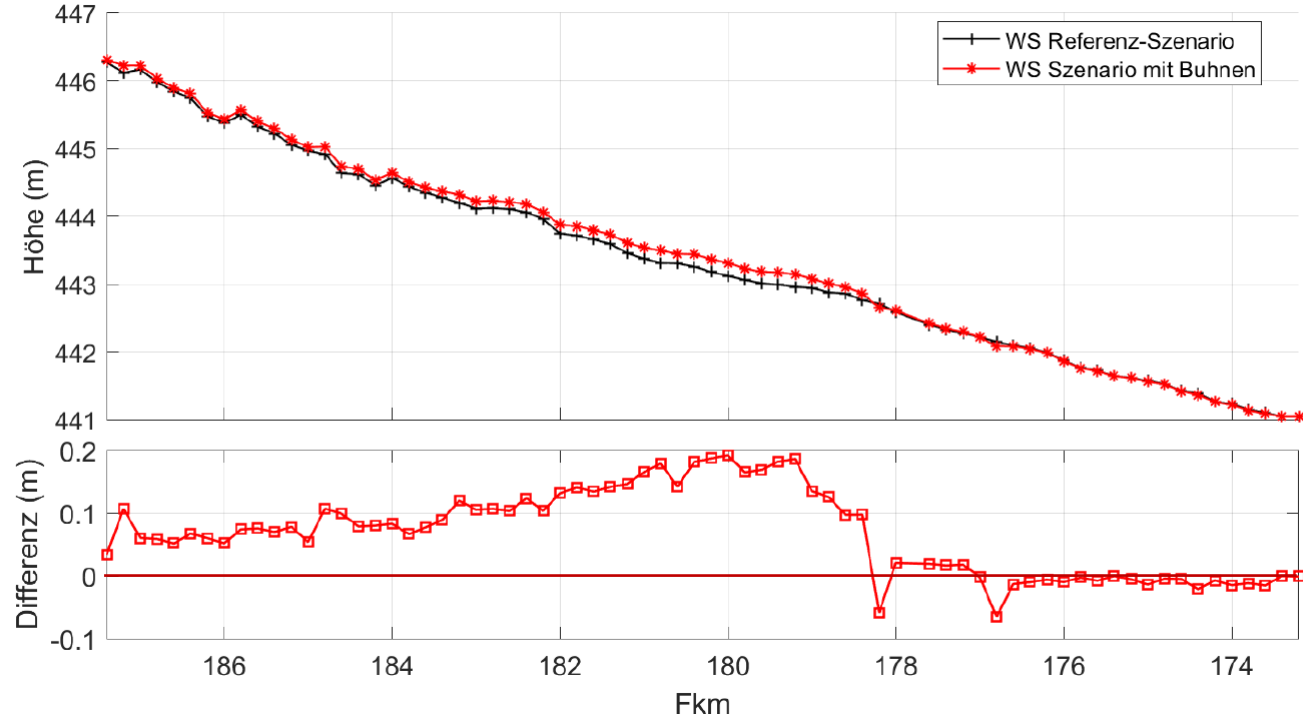
Ergebnisse

Buhnen/Tiefenerosion

Stauraum Feldkirchen

Erhöhung des maximalen
WSPL bis zum 20 cm

*Vergleich des maximalen
Wasserspiegels mit und ohne Buhnen*



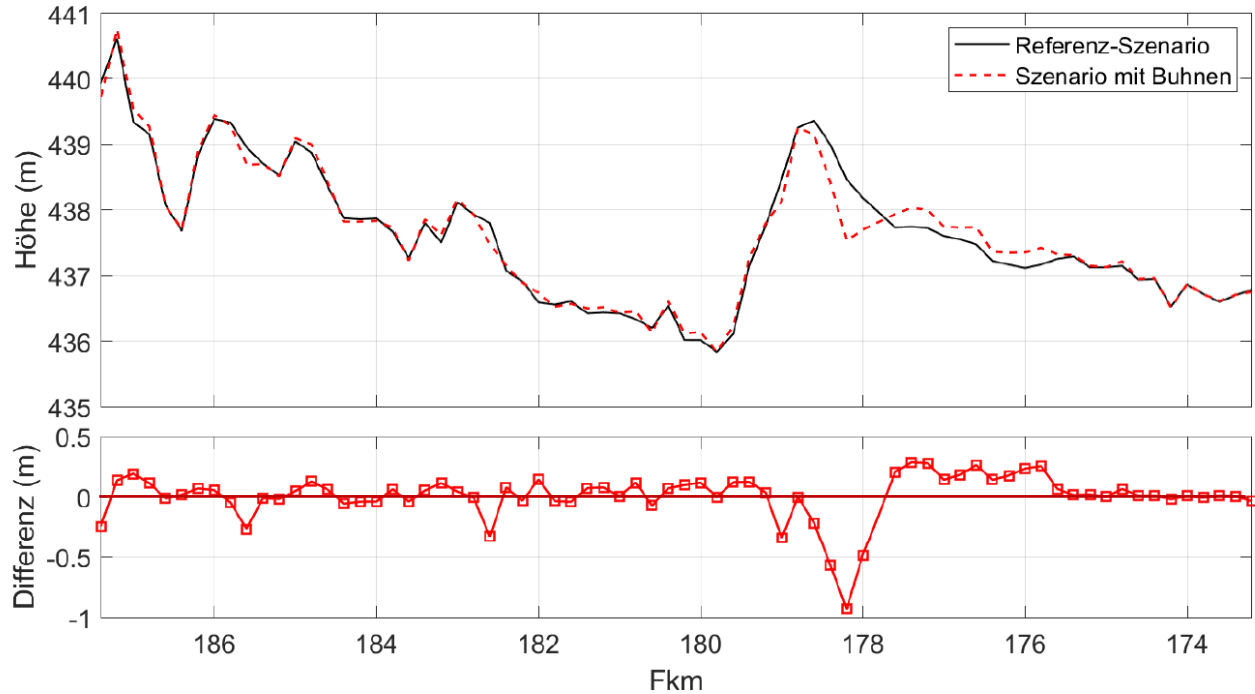
Ergebnisse

Buhnen/Tiefenerosion

Nur lokale Erhöhung der
Transportkapazität.
=> Erosion nur lokal.

Absolut nur 190 m^3 Sediment
mehr wurden in den
Überschwemmungsgebieten
abgelagert. (Vergleich o/m
Buhnen)

*Vergleich des mittleren Sohlhöhenprofils
mit und ohne Buhnen*



Ergebnisse

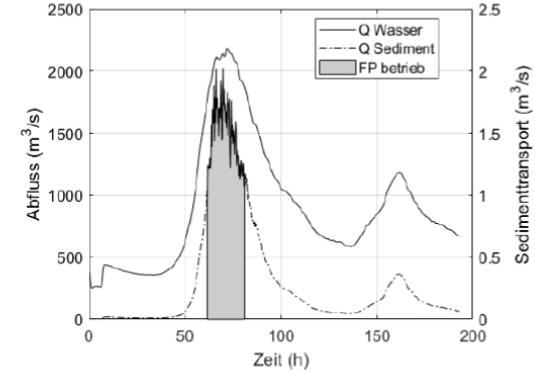
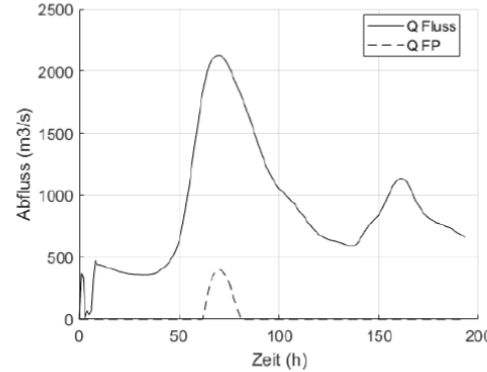
Aus dem Klarwassermodell extrahierte Ganglinien (links). Aus dem morphologischen Modell extrahierte Ganglinie und Sedimentabfluss-Zeitreihe (rechts). Die Simulation umfasste nur die ersten 100 Stunden, die für die Berechnungen der Flutpolder relevant waren



Sedimentverhalten in Flutpoldern

Sehr wenig Ablagerung in den Flutpoldern
Starke Überschätzung der Ablagerung im Zulaufbereich

Geschätzte Sedimentvolumina, die dem Flutpolder zufließen



Polder-ID	Stauraum	Spitzenabfluss am Kontrollquerschnitt (m³/s)	Spitzenabfluss in Richtung FP (m³/s)	Eintrag Sedimentvolumen in FP (m³)
a_08_A	Feldkirchen	2.127	398	13.441
a_13_B	Wasserburg	2.787	173	5.144
c_09_B	Ering-Frauenstein	6.049	347	12.158

Ergebnisse

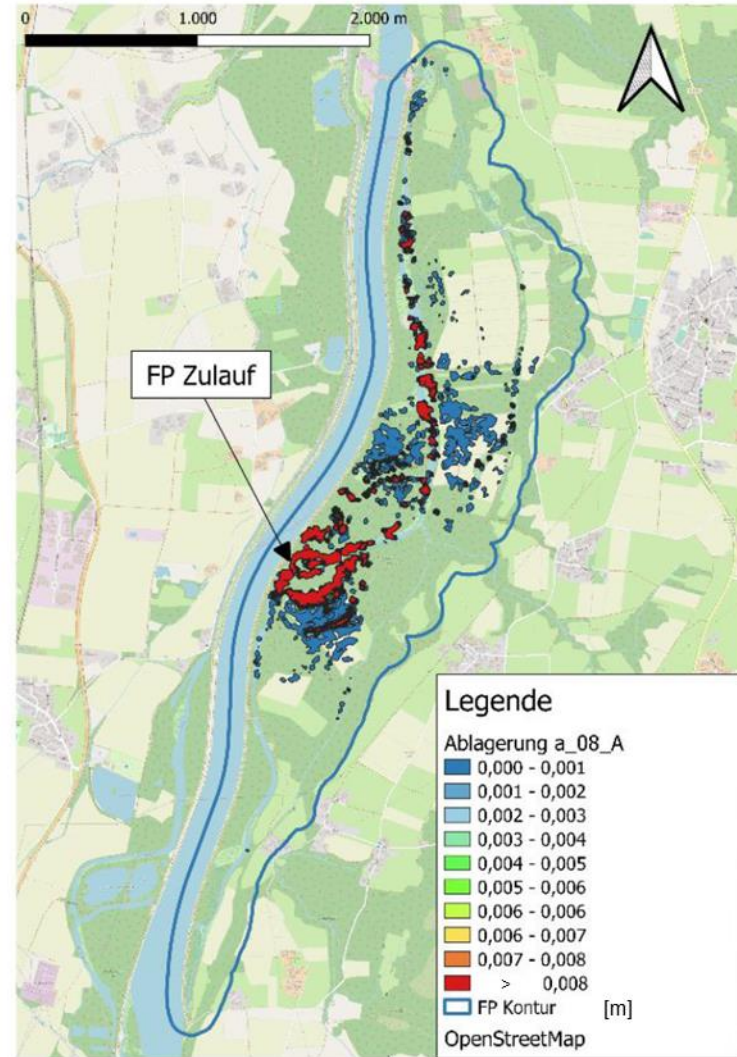
Sedimentverhalten in Flutpoldern

Sehr wenig Ablagerung in den
Flutpoldern

Starke Überschätzung der
Ablagerung im Zulaufbereich

Mittlere Ablagerung

Polder-ID	Mittlere Ablagerungshöhe bezogen auf die Ablagerungsbereiche (mm)	Mittlere Ablagerungshöhe bezogen auf die gesamten Polderfläche (mm)
a_08_A	22,2	3,0
a_13_B	10,5	3,2
c_09_B	20,3	6,4

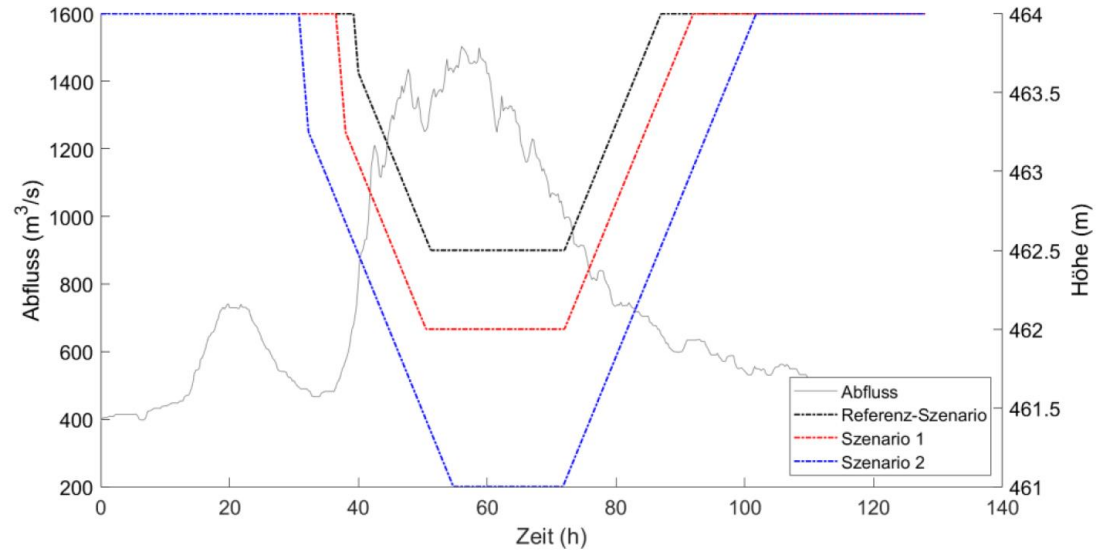


Ergebnisse

Optimierung Stauraumpspülung

Absenkung des Stauziels für eine Spülung im Stauraum Nußdorf

Randbedingungen für das Ereignis 2013 im Stauraum Nußdorf



Ergebnisse

Optimierung Stauraumspülung

Absenkung des Stauziels für eine
Spülung im Stauraum Nußdorf

Ereignis	Szenario	Absenkwasserspiegel (m+NN)	Gespültes Volumen (1.000 m ³)
2005	Referenz	462.50	439
2005	1	462,00	548 (+25 %)
2002	2	461,00	729 (+66 %)
2013	Referenz	462.50	136
2005	1	462,00	194 (+42 %)
2005	2	461,00	337 (+147 %)

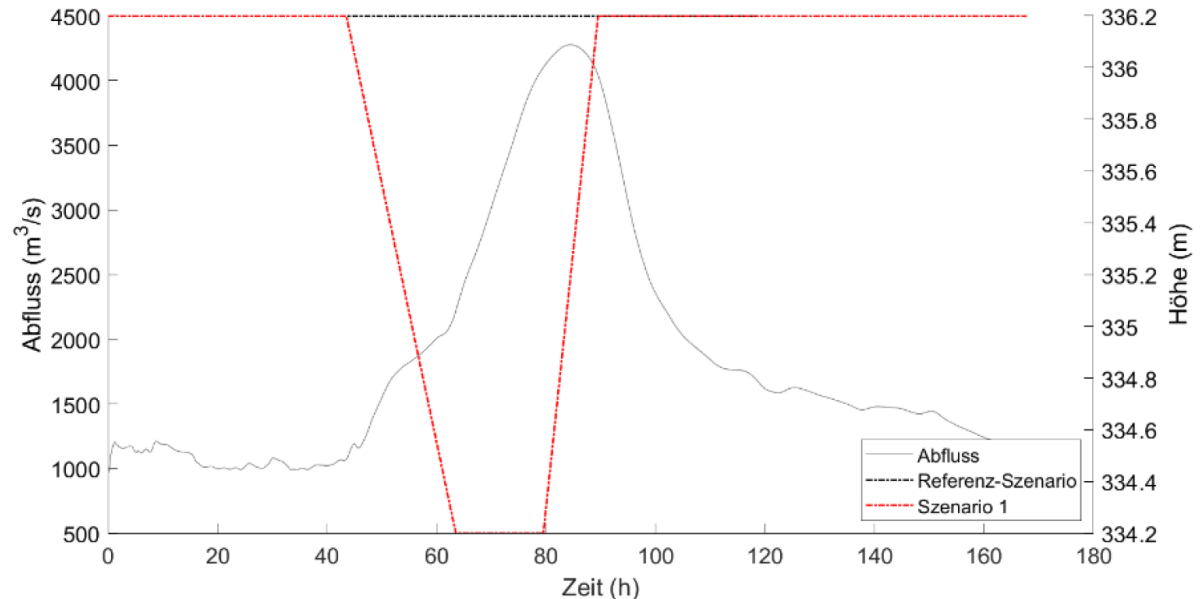
Zusammenfassung der untersuchten Spülungen im Stauraum Nußdorf

Ergebnisse

Spülverhalten bei Scheitelreduzierung

Vorabsenkung des Stauziels im Stauraum Ering-Frauenstein und Wiederaufstau während des Scheiteldurchgangs

Randbedingungen für den Vergleich zwischen der aktuellen WBO (Referenzszenario) und dem Vorabsenkung- und Wiederaufstauvorgang (Szenario 1) während des Ereignisses 2005 für den Stauraum Ering-Frauenstein

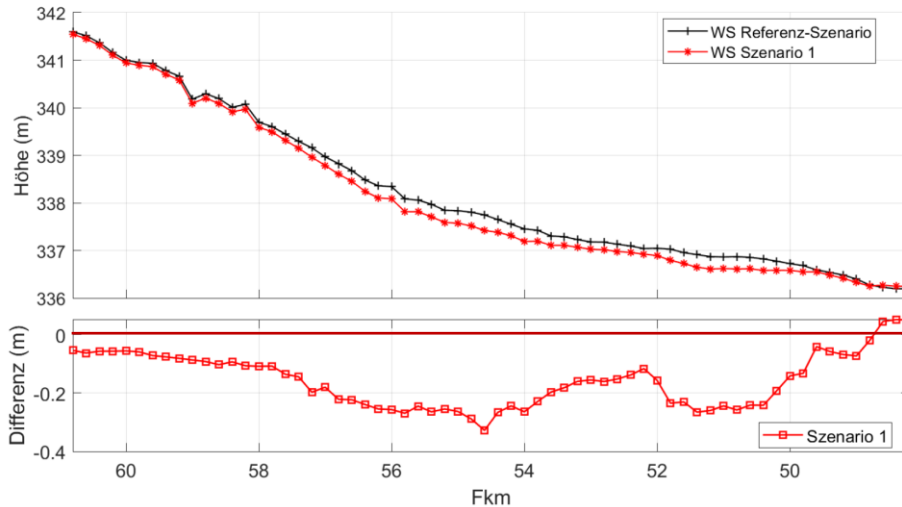


Ergebnisse

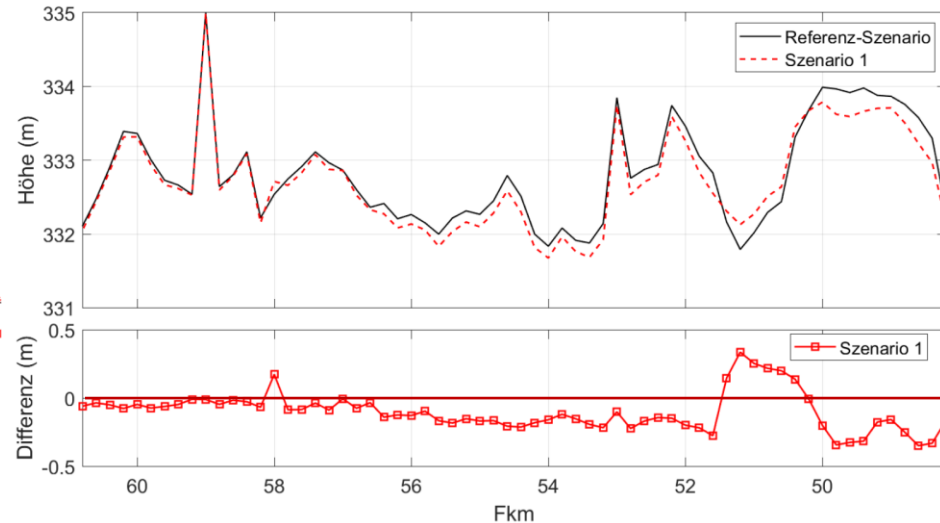
Spülverhalten bei Scheitelreduzierung

Vorabsenkung des Stauziels im Stauraum Ering-Frauenstein und Wiederaufstau während des Scheiteldurchgangs

Vergleich der maximalen Wasserspiegel im Stauraum Ering-Frauenstein unter verschiedenen Betriebsweisen für das Ereignis 2005



Vergleich des mittleren Sohlhöhenprofils im Stauraum Ering-Frauenstein unter verschiedenen Betriebsweisen für das Ereignis 2005



Hochwasserereignis	Szenario	Gesamtes mobilisiertes Volumen (1.000 m ³)
2005	Referenz	102
	1	611
2013	Referenz	795
	1	1.783

Zusammenfassung der Ergebnisse mit der in Teilprojekt C angesetzten Vorabsenkungen

Zusammenfassung

- Die 2D-hydromorphologischen Modelle konnten die Entwicklung des Flussbettes für Hochwasserereignisse genau vorhersagen.
- Das Transportprofil bestätigt, dass die frei fließenden Abschnitte der Stauseen anfällig für Erosionsprozesse sind und dass Material nach der Stauwurzel abgelagert wird.
- Der Betrieb der Flutpolder könnte zu höheren Ablagerungen im Stauraum unterhalb des Einlaufbauwerks führen.
- Die Stauseen mit den höchsten Materialablagerungen sind Rosenheim, Feldkirchen, Perach und Neuötting.

Zusammenfassung

- Die durchgeführten Spülungen sind sehr effektiv. Sie führen zusätzlich zu einer deutlichen Reduzierung des WSPL.
- Eine größere Absenkung kann die Effizienz der Spülungen um 30%-50% verbessern, ohne dass es zu starken Veränderungen an den nachfolgenden Stauseen kommt.
- Die Implementierung von Bühnen wirkt sich nur auf lokale Prozesse aus und hat einen direkten Einfluss auf die WSPL.
- Die entwickelten Modelle können verwendet werden, um neue Strategien und Szenarien für das Sedimentmanagement zu bewerten.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit