

goMURra Management plan 2030

Entwicklung und Simulation von Maßnahmentypen zur Minimierung der Sohleintiefung und Verbesserung von Ökologie und Hochwasserschutz

Razvoj in simulacije tipov ukrepov za zmanjšanje poglobljanja rečnega dna, izboljšanja stanja glede ekologije in poplav

08.07.2021

Helmut Habersack & Mario Klösch,

Roman Dunst, Ulrich Beikircher, Markus Eder, Michael Tritthart

Universität für Bodenkultur Wien

Univerza za naravne vire in uporabne življenjske vede, Dunaj



Inhalt

- Einleitung in Sedimenttransp. und Flussmorphologie
- Historische Morphologie der Grenzmur inkl. **Quiz**
- Menschliche Eingriffe
- Auswirkungen der menschlichen Eingriffe
- Effekt bisheriger Renaturierungsmaßnahmen
- Aktuelle Situation – Handlungsbedarf
- Geschieberelevante Parameter - **Quiz**
- Maßnahmen gegen Sohleintiefung
- Maßnahmentypen und Wirkung
- Schlussfolgerungen
- Ausblick

Vsebina

- Uvod v premeščanje plavin in rečno morfologijo
- Zgodovinska morfologija mejne Mure **in kviz**
- Človeški posegi
- Posledice posegov človeka
- Učinek dozdajšnjih ukrepov renaturacije
- Trenutno stanje – potreba po ukrepanju
- Parametri relevantni za plavine **in kviz**
- Ukrepi proti poglobljanju dna
- Vrste ukrepov in učinki
- Zaključek
- Pogled naprej

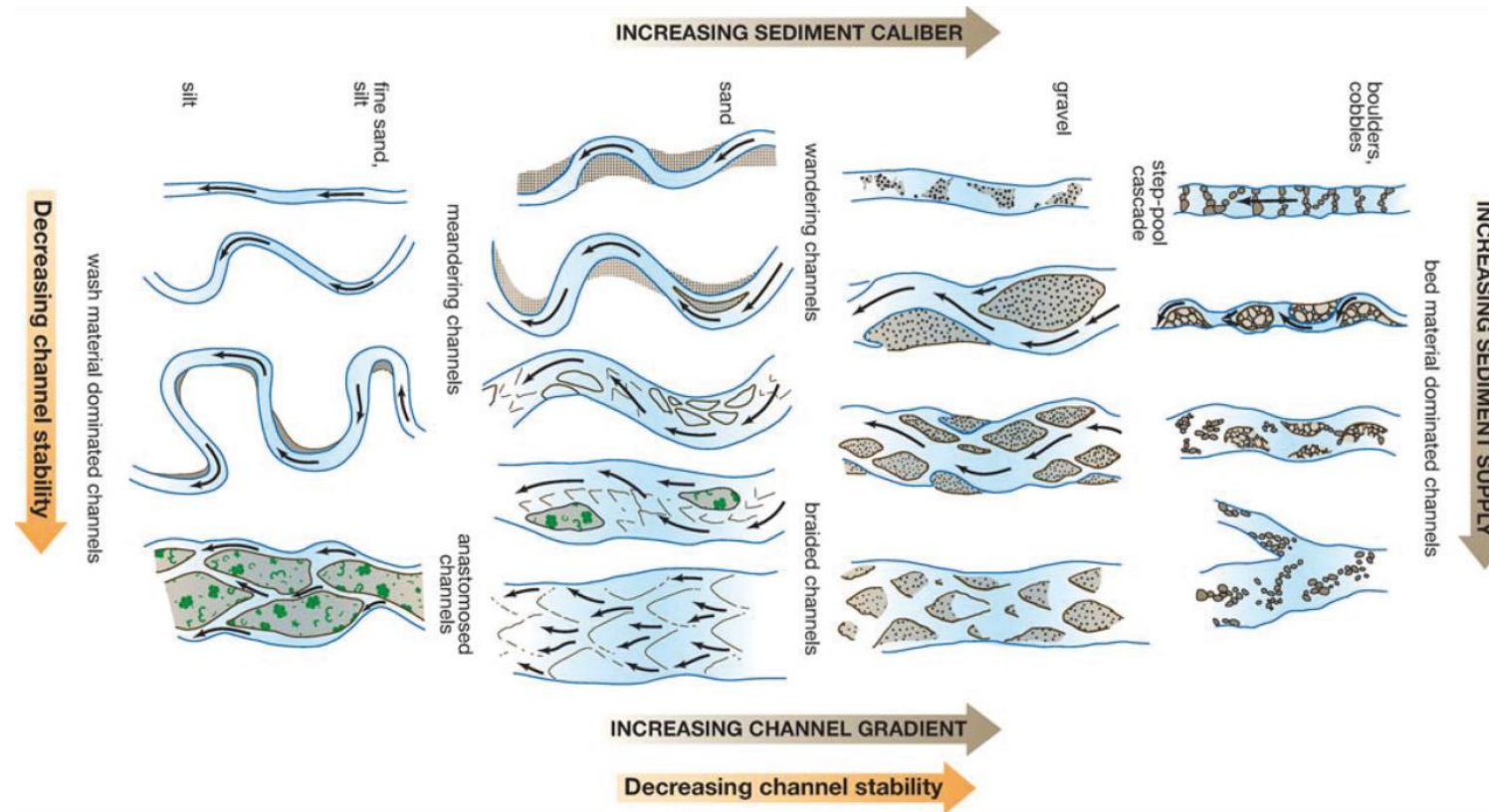


Sedimenteintrag und Flussmorphologie

Dotok plavin in rečna morfologija

Der Sedimenteintrag, zusammen mit Gefälle und Korngröße, bestimmt die Morphologie und Gerinnebreite!

Dotok plavin skupaj s padcem dna in velikostjo zrn določa morfološke procese in širino premeščanja!



Church (2006)



Historischer Zustand der Grenzmur

Historično stanje mejne Mure

1821-1836



2km



Ermittlung Breitenbedarf

Ugotovitev potrebe po širinski širitvi



Interaktives Quiz No. 1 Interaktivni kviz št. 1

Welche Größen erreichte historisch die benetzte Breite der Grenzmur gemäß der Landesaufnahmen? Gemeint ist die Breite ohne Unterbrechnung durch eingezeichnete Inseln.

- ~100 m
- ~175 m
- ~250 m

Koliko je znašala omočena širina mejne Mure v preteklosti? Mišljena je širina rečne vodne površine brez vmesnih otokov.

- ~100 m
- ~175 m
- ~250 m

Auflösung Rešitev:



Menschliche Eingriffe

Človeška intervencija

Systematische Regulierung (spätes 19th Jhdt.)

Änderung der Breite: von bis zu **1200 m** auf **76 m**

Änderung der Radien: von **~200 m** zu **~2000 m**

Änderung des Gefälles: von **1.2%** zu **1.4 %**

Kompletter Verlust von Schotterbänken

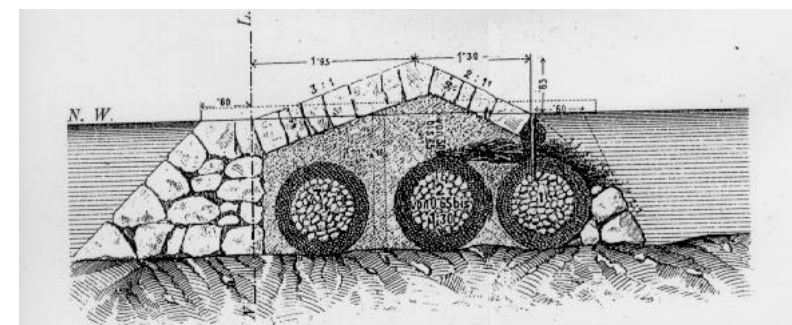
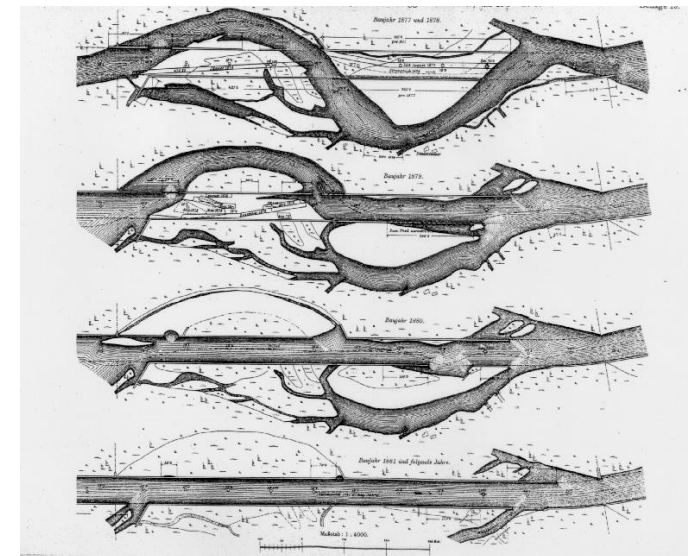
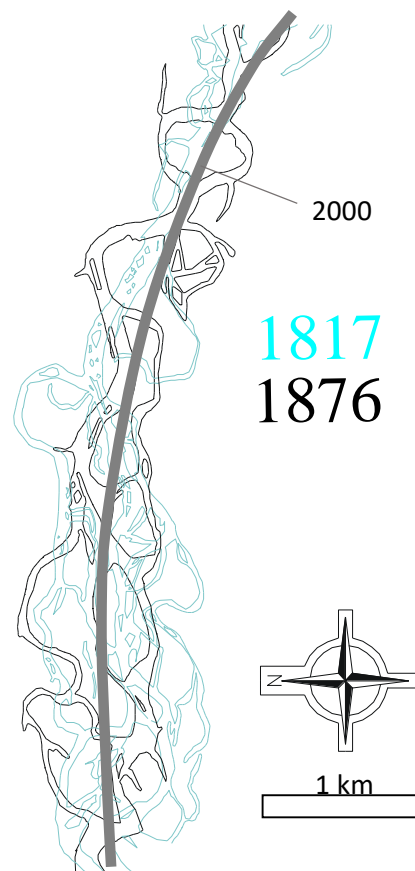
Sistematična regulacija (pozno 19. stoletje)

Sprememba širine: do **1200 m** na **76 m**

Sprememba radijev: od **~200 m** na **~2000 m**

Sprememba naklona: od **1.2%** na **1.4 %**

Totalna izguba prodišč



Halgewirbke et al. (2001)



Menschliche Eingriffe

Človeška intervencija



2006



2km



Menschliche Eingriffe

Človeška intervencija

Kette von Wasserkraftwerken und Wildbachsperren:

Reduktion des Sedimenteintrags, insbesondere Unterbrechung des Geschiebetransports und Eintrag in die Grenzmur

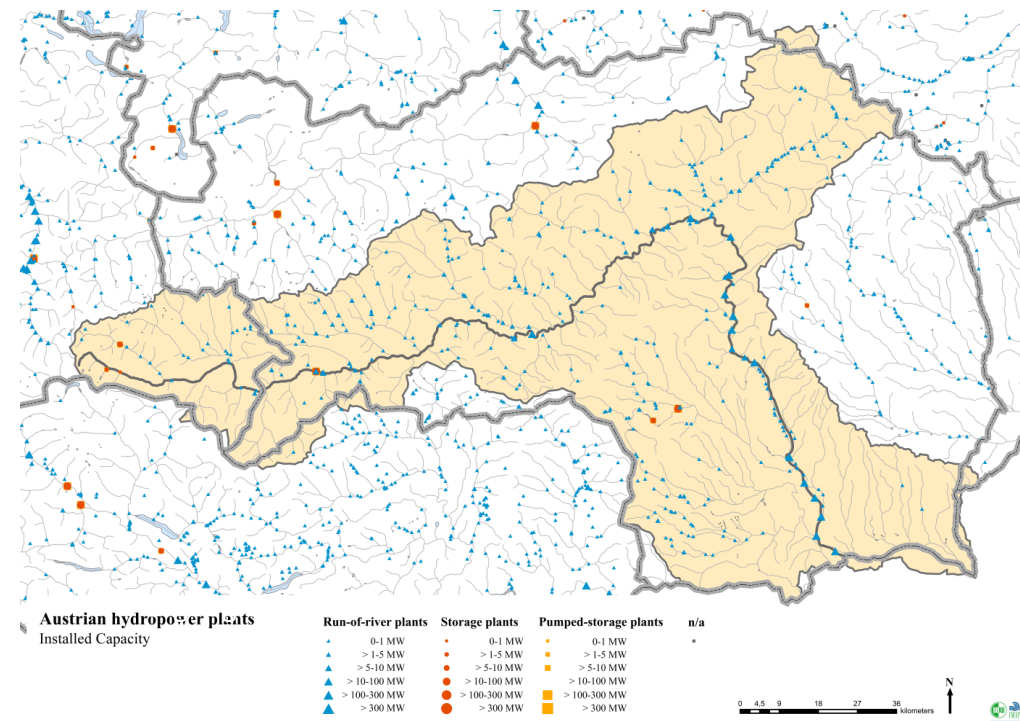
Veriga energetskeih in hudourniških pregrad:

Zmanjšanje dotoka sedimenta, še posebno prekinjena kontinuiteta rinjenih plavin in dotok na mejno Muro



Hydroelektrarna Obervogau, kot del verige elektrarn na Muri in hidroelektrarna Retznei, ki vpliva na dotok sedimenta iz porečja reke Sulm.

Wasserkraftwerk Obervogau (Mur) als Teil einer Kette von Kraftwerken, und Kraftwerk Retznei, das den Eintrag aus dem gesamten Einzugsgebiet der Sulm begrenzt.



Wagner et al. (2015)

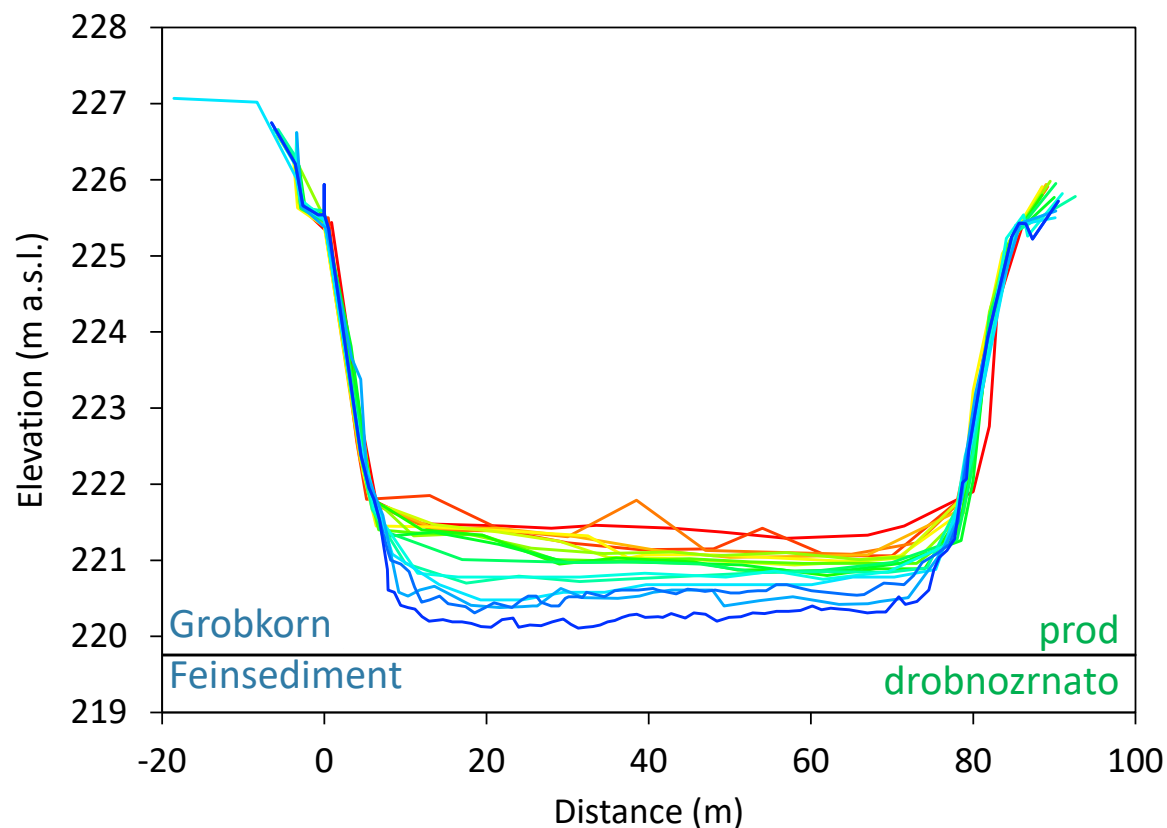


Auswirkungen

Učinki človekovega poseganja

Sohleintiefung vor
Renaturierung

Poglabljanje dna pred
renaturacijskimi ukrepi



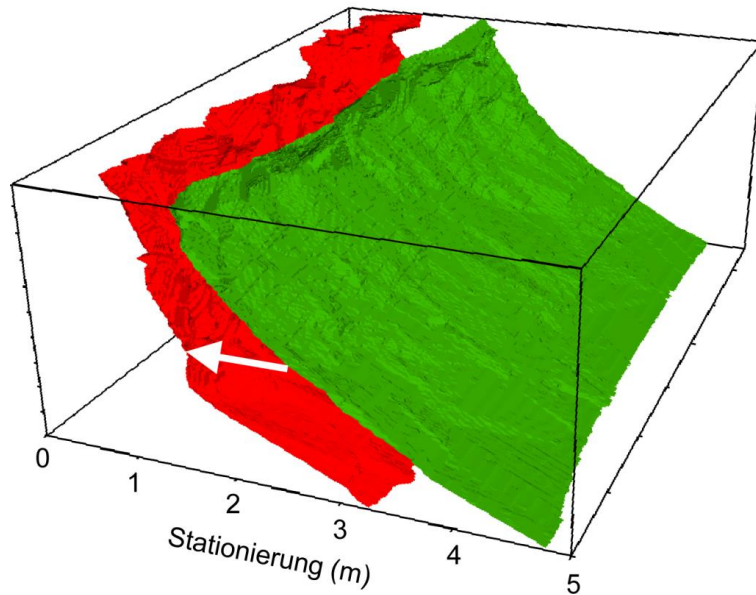
- Gefahr der plötzlichen Verlagerung!
- Verringerte Retention – Erhöhtes Hochwasserrisiko flussab!
- Absenkung des Grundwasserspiegels!
- Gefahr eines Sohldurchschlags und eines Verlusts der Kiesschicht!
- Verlust von Habitaten!
- Nevarnost nenadnega premeščanja!
- Zmanjšana retencijska sposobnost, povečano poplavno tveganje dolvodno!
- Upad gladine podtalnice!
- Nevarnost preboja rečnega dna in izgube prodnega sloja v dnu
- Grozi izguba habitatov!



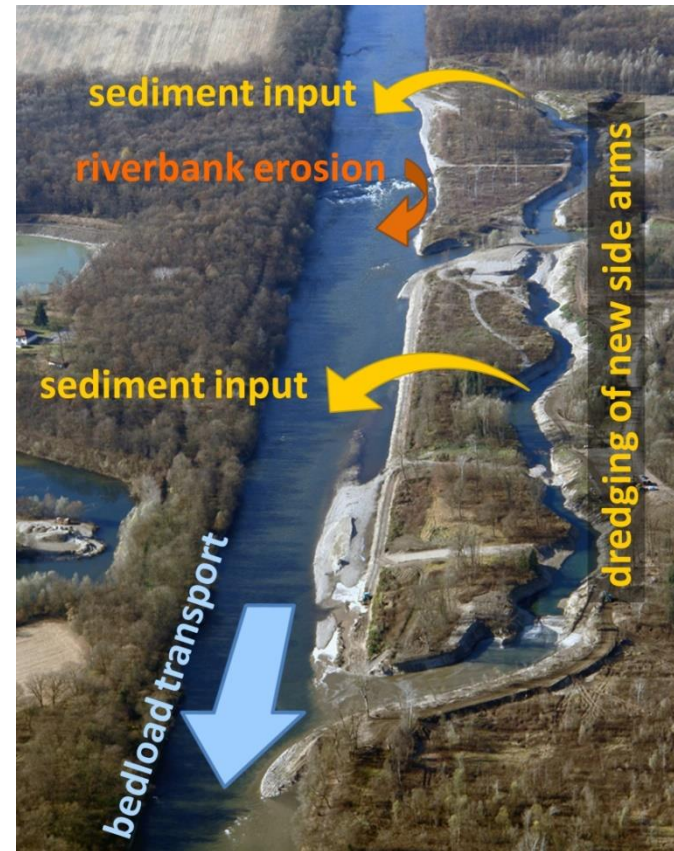
Bisherige Renaturierungsmaßnahmen

Dosedanji renaturacijski ukrepi

28. März 2012 bis 21. August 2012



Ufererosion in sehr begrenztem Ausmaß!
Močno omejena bočna erozija!



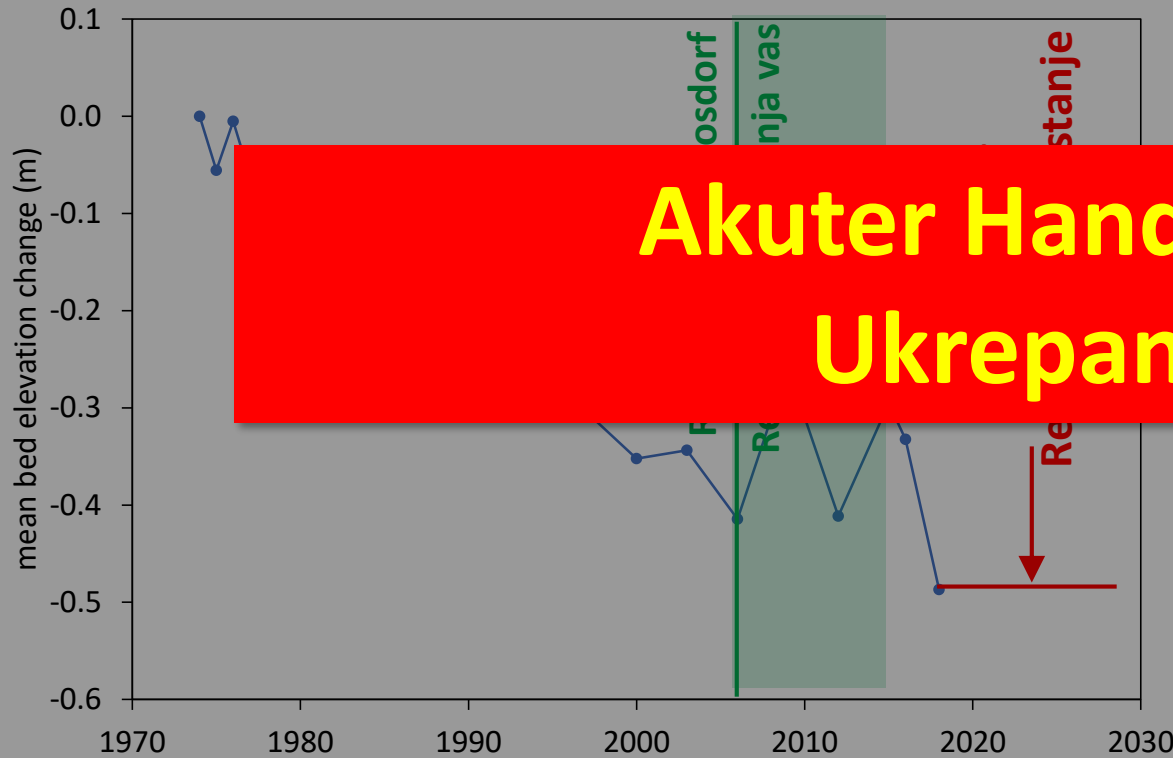
- Baggerung eines Nebenarms
- Zugabe: 150 000m³
- Entfernung der Ufersicherungen
- Izkop stranskega rokava
- Vnos proda: 150 000 m³
- Odstranitev obrežnih gradenj



Aktuelle Situation - Handlungsbedarf!

Aktualno stanje – potreba po ukrepanju!

Mittlere Sohlhöhenänderung Povprečna sprememba dna



Aus Grenzmur
abtransportiertes Sediment

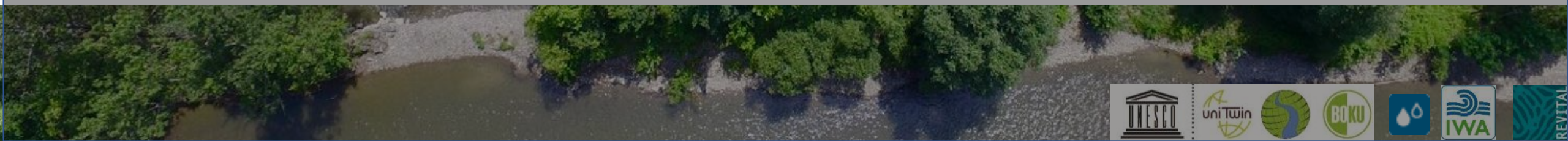


Transport sedimenta iz
mejnega odseka dolvodno

Akuter Handlungsbedarf!
Ukrepanje nujno!

Fortsetzung der
„Ausspülung“ des
Sediments

Nadaljevanje
„izpiranja“
plavin



Geschieberelevante Parameter

Parametri relevantni za plavine



Interaktives Quiz No. 2 Interaktivni kviz št. 2

Welche der genannten Parameter bestimmen die Menge des Geschiebetransports maßgebend? (Mehrere Antworten sind möglich)

- Gerinnebreite
- Kornfarbe
- Sohlgefälle
- Wassertemperatur
- Korngröße
- pH-Wert
- Elektrische Leitfähigkeit

Kateri parametri pomembno določajo količino prenosa plavin? (več možnih odgovorov)

- Širina struge
- Barva sedimenta
- Padec dna
- Temperatura vode
- Velikost zrn
- pH-vrednost
- Električna prevodnost



Geschieberelevante Parameter

Parametri relevantni za plavine



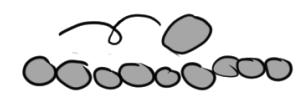
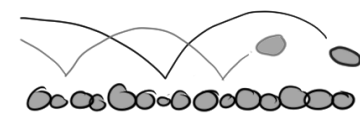
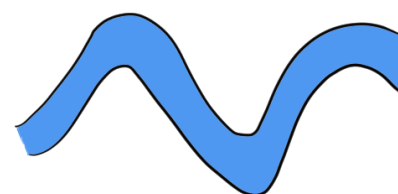
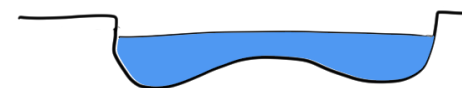
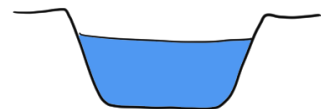
Interaktives Quiz No. 2 Interaktivni kviz št. 2

Auflösung Rešitev:

- Gerinnebreite – širina struge
- Sohlgefälle – padec dna
- Korngröße – velikost zrn

Hoher Geschiebetransport
 znaten prenos plavin

Reduzierter
 Geschiebetransport
 zmanjšan prenos plavin



$$\tau = \rho g h I$$

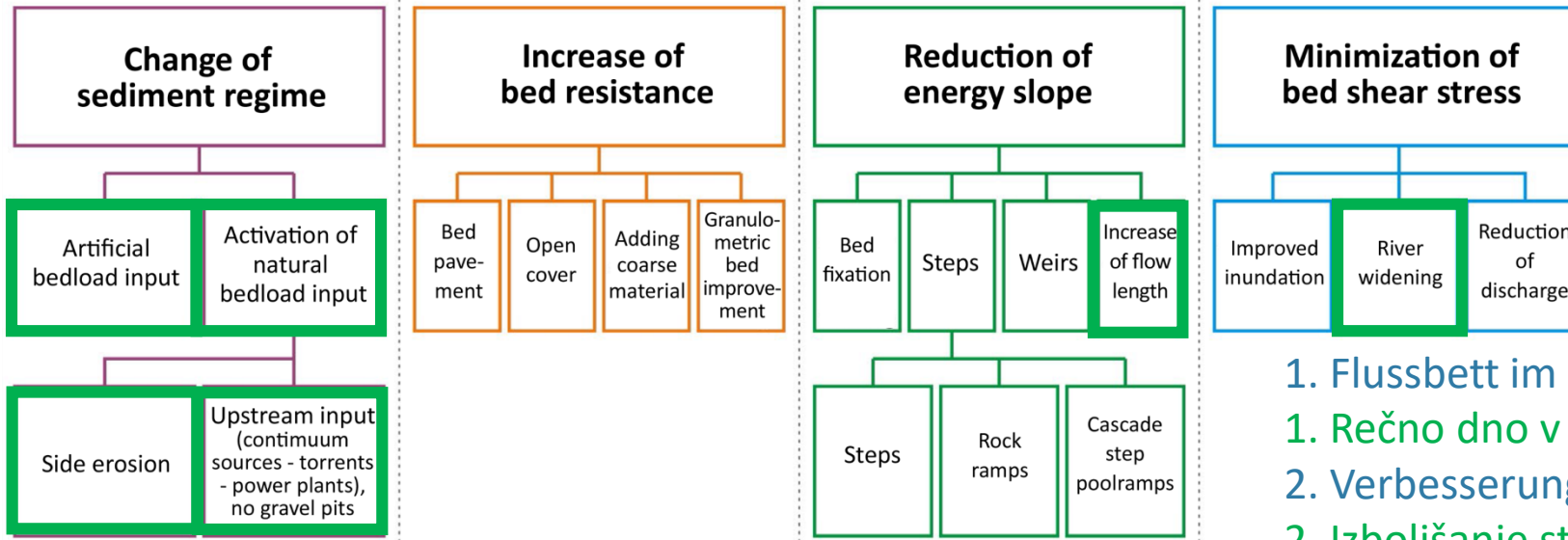
$$\tau = \rho g h I$$

$$q^{s*} = 8 \left[\frac{\tau}{(\rho_s - \rho) g d} - 0.047 \right]^{\frac{3}{2}}$$



Maßnahmen gegen Sohleintiefung

Ukrepi proti poglabljanju dna









1. Flussbett im dynamischen Gleichgewicht
1. Rečno dno v dinamičnem ravnovesju ✓
2. Verbesserung der Grundwassersituation
2. Izboljšanje stanja podzemne vode ✓
3. Reduziertes Hochwasserrisiko
3. Zmanjšanje poplavne ogroženosti ✓
4. Ökologische Verbesserung der Fluss- und Auenlandschaft
4. Dobro ekološko stanje reke in izboljšano stanje obvodnih habitatov ✓



goMURra - Maßnahmentypen und Wirkung

goMURra – vrste ukrepov in učinki


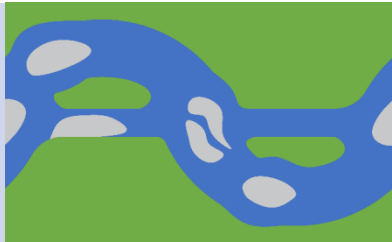
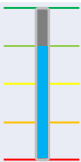





	Regulierter Ausgangszustand Kanalizirano obstoječe stanje	Renaturierungstyp A Renaturacija tipa A
Grundriss Tloris		
Raumbedarf Potreba po prostoru	Regulierte Breite (~80m) Kanalizirana struga (~80m)	Klein (150 m) Majhna (150 m)
Gerinnebreite Širina	Regulierte Breite Širina kanalizirane struge	Kleine Aufweitung oder Nebenarm Manjše razširitve ali stranski rokavi
Gefälle und Sinuosität Krivine in padec dna	Nur die „Sinuosität“ der Regulierung, höheres Gefälle Nizka ukrivljenost, velik padec	Keine/wenig zusätzliche Sinuosität, keine Veränderung des Gefälles Nič/malo povečana ukrivljenost, padec ohranjen
Ufersicherungen Zaščita brežin	Alle Ufer verbaut	Höherer Anteil an Verbauung
Parametergrößen Stanje parametrov	Gerinnebreite Širina struge  Sinuosität Krivine 	Gerinnebreite Širina struge  Sinuosität Krivine 
Sohlstabilisierende Wirkung Vpliv na stabilizacijo dna	Keine Ničen	Klein Majhen
Erforderliche Sedimentzugabe Potreba po vnosu plavin	Sehr hoch Zelo velika	Hoch Velika

goMURra - Maßnahmentypen und Wirkung

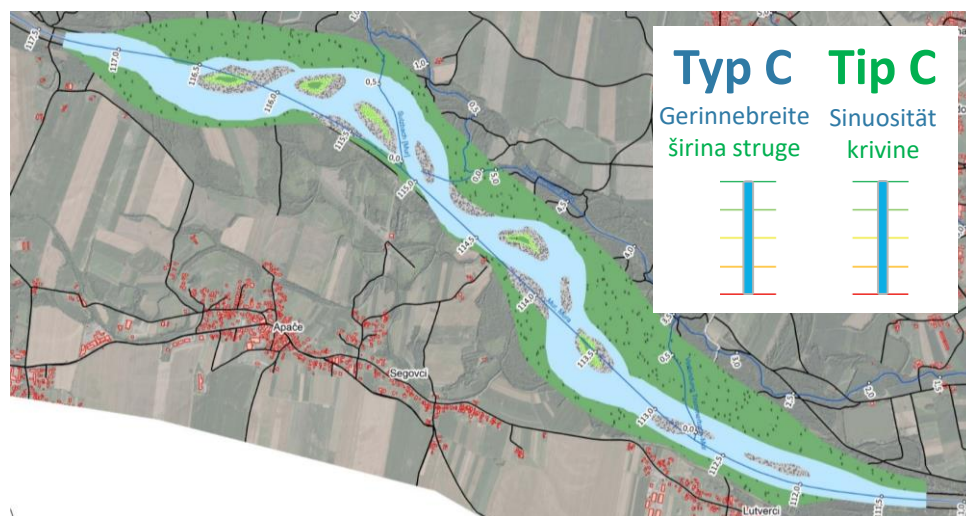
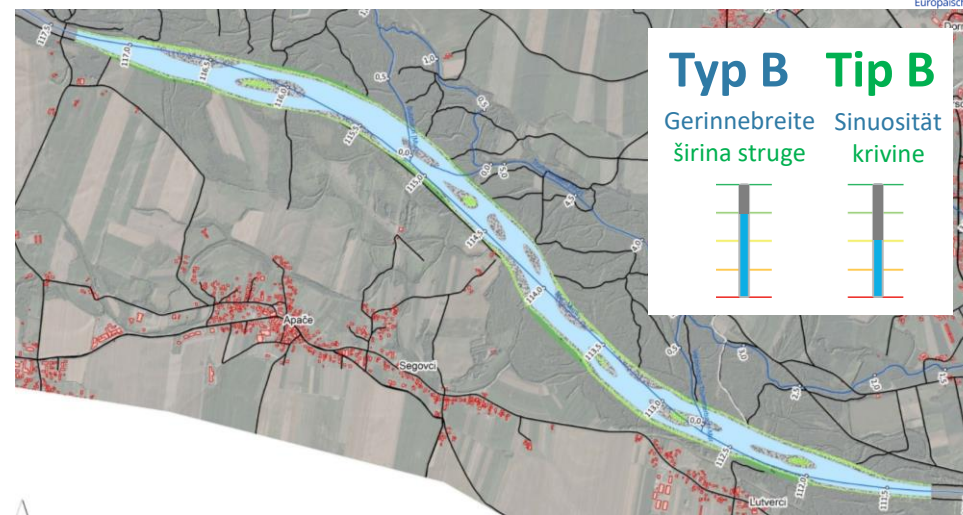
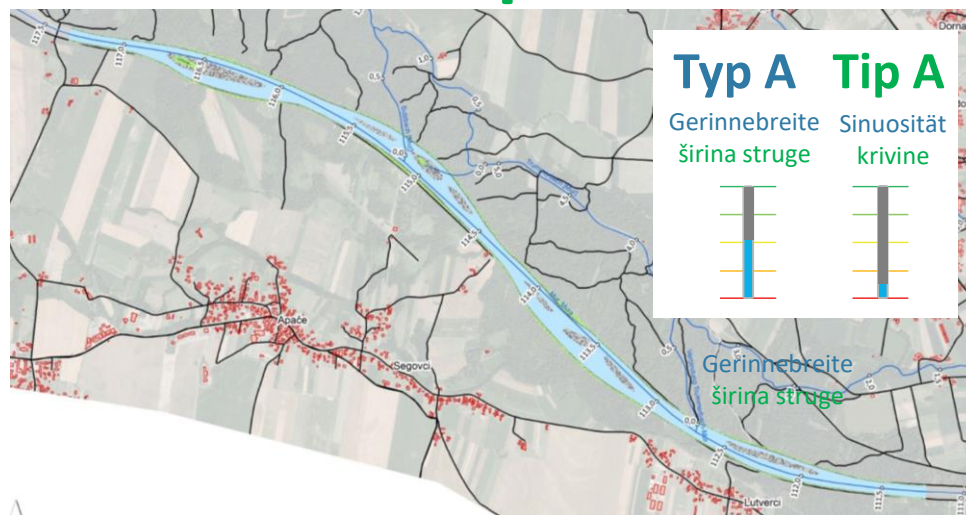
goMURra – vrste ukrepov in učinki



	Renaturierungstyp B Renaturacija tipa B	Renaturierungstyp C Renaturacija tipa C
Grundriss Tloris		
Raumbedarf Potreba po prostoru	Mittel (220m) Srednja (220 m)	Groß (220m and more) Velika (220 m in več)
Gerinnebreite Širina	Große Aufweitung mit Kiesbänken Večje razširitve s prodišči	Gerinne breite 220m, Korridor > 220m – mehr Morphodynamik, mehr Ufererosion, Kiesbänke Struga 220m, rečni kordior > 220m – večja rečna dinamika, bočna erozija, prodišča
Gefälle und Sinuosität Krivine in padec dna	Geringfügige Erhöhung der Sinuosität, geringfügige Verkleinerung des Gefälles Nekoliko povečana ukrivljenost, manjša sprememba padca	Höhere Sinuosität, kleineres Gefälle Večja ukrivljenost, znižan padec dna
Ufersicherungen	Häufige Uferverbauungen	Ufersicherungen gesondert in Außenufern falls notwendig
Parametergrößen Stanje parametrov	Gerinnebreite Širina struge  Sinuosität Krivine 	Gerinnebreite Širina struge  Sinuosität Krivine 
Sohlstabilisierende Wirkung Vpliv na stabilizacijo dna	Mittel Srednji	Hoch Velik
Erforderliche Sedimentzugabe Potreba po vnosu plavin	Mittel Srednja	Klein Majhna

goMURra - Maßnahmentypen und Wirkung

goMURra – vrste ukrepov in učinki



Ökologische Wirkung steigt von
Typ A zu Typ C!
Ekološke koristi naraščajo od tipa A
proti tipu C!



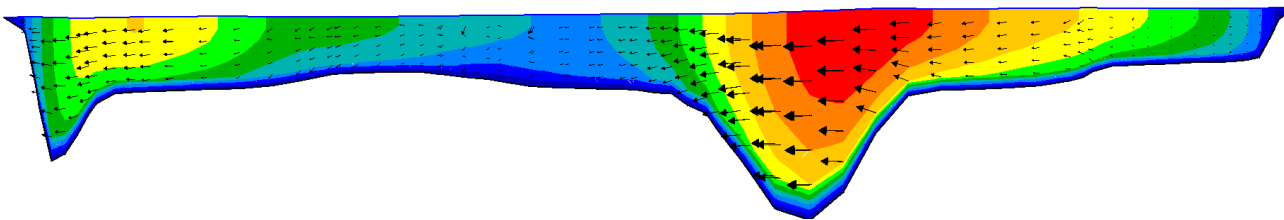
goMURra - Maßnahmentypen und Wirkung

goMURra – vrste ukrepov in učinki



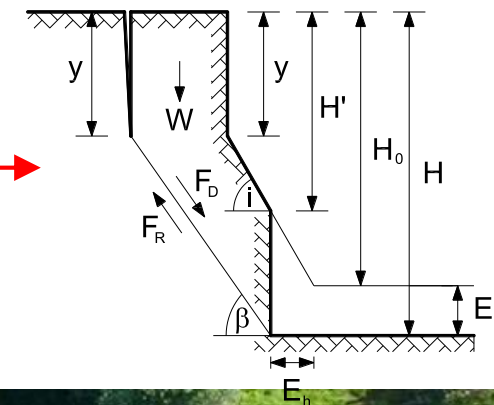
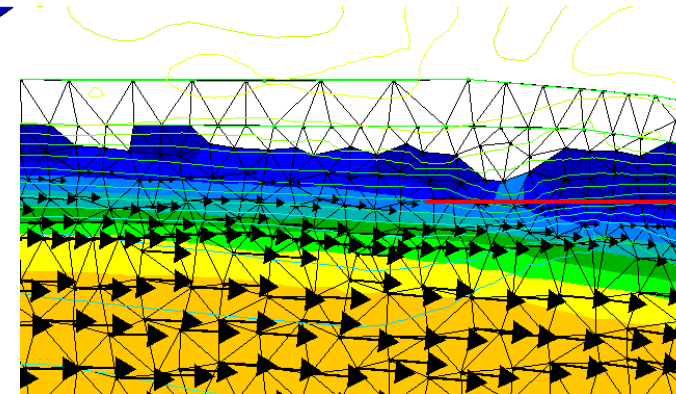
Untersuchung mittels 3D-hydrodynamisch-numerischen Modells Rsim-3D und Morphologiemodell iSed
Raziskava na podlagi 3D hidrodinamičnega numeričnega modela Rsim-3D in morfološkega modela iSed

Sekundärströmungen in Rsim-3D
Sekundarni tok v Rsim-3D



Sedimenttransportmodell "iSed" mit eingebautem Ufererosionsmodul

Model za premeščanje rinjenih plavin iSed z vgrajenim modulom bočne erozije



goMURra - Maßnahmentypen und Wirkung

goMURra – vrste ukrepov in učinki



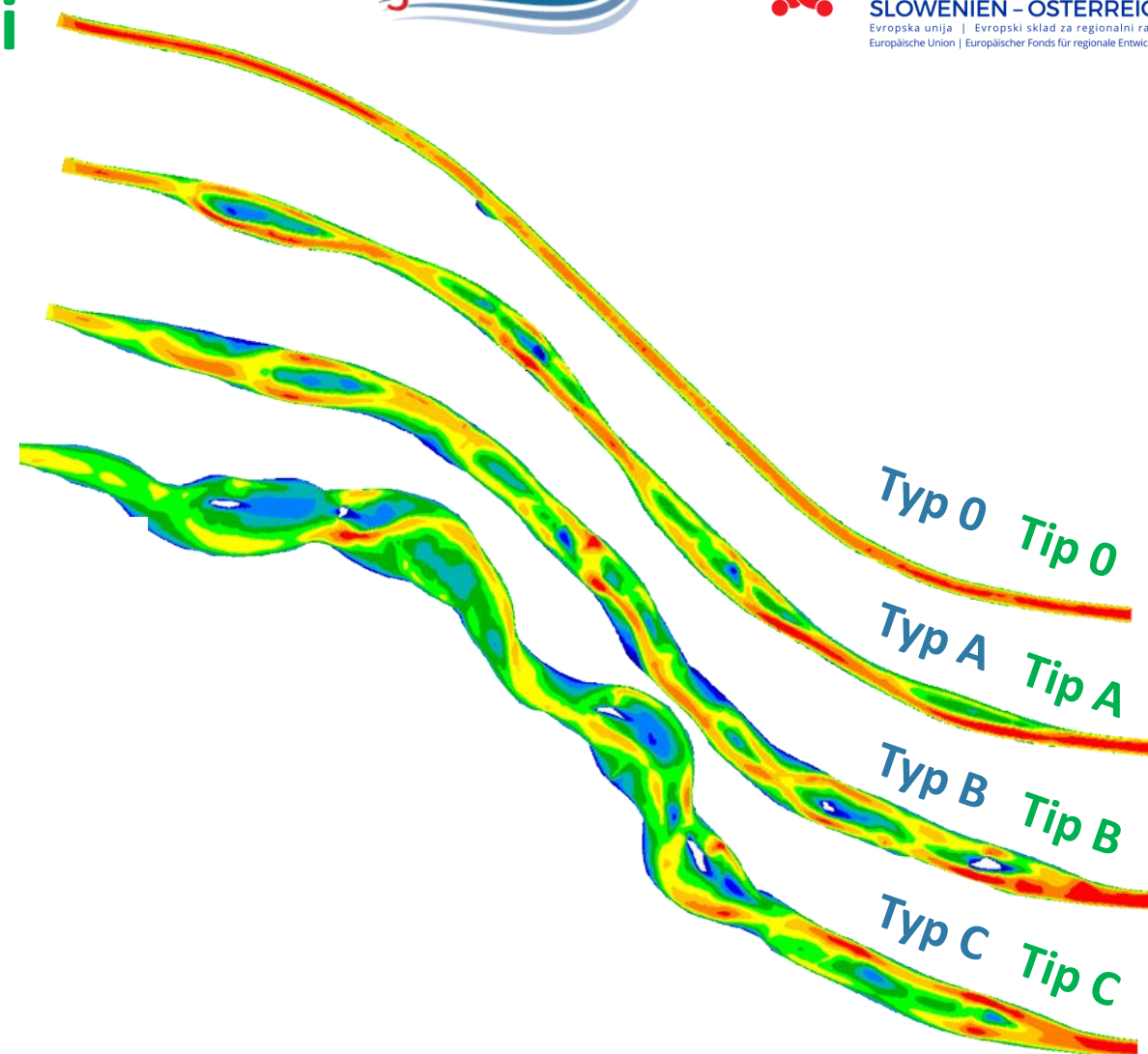
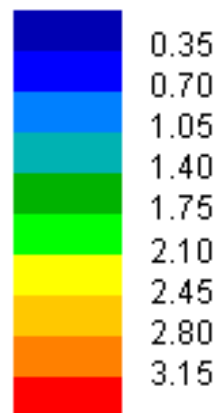
3D-Hydrodynamik

Fließgeschwindigkeit nahe der Wasseroberfläche

3D-hidrodinamika

Hitrost toka na vodni gladini

Flow velocity [m/s]



goMURra - Maßnahmentypen und Wirkung

goMURra – vrste ukrepov in učinki



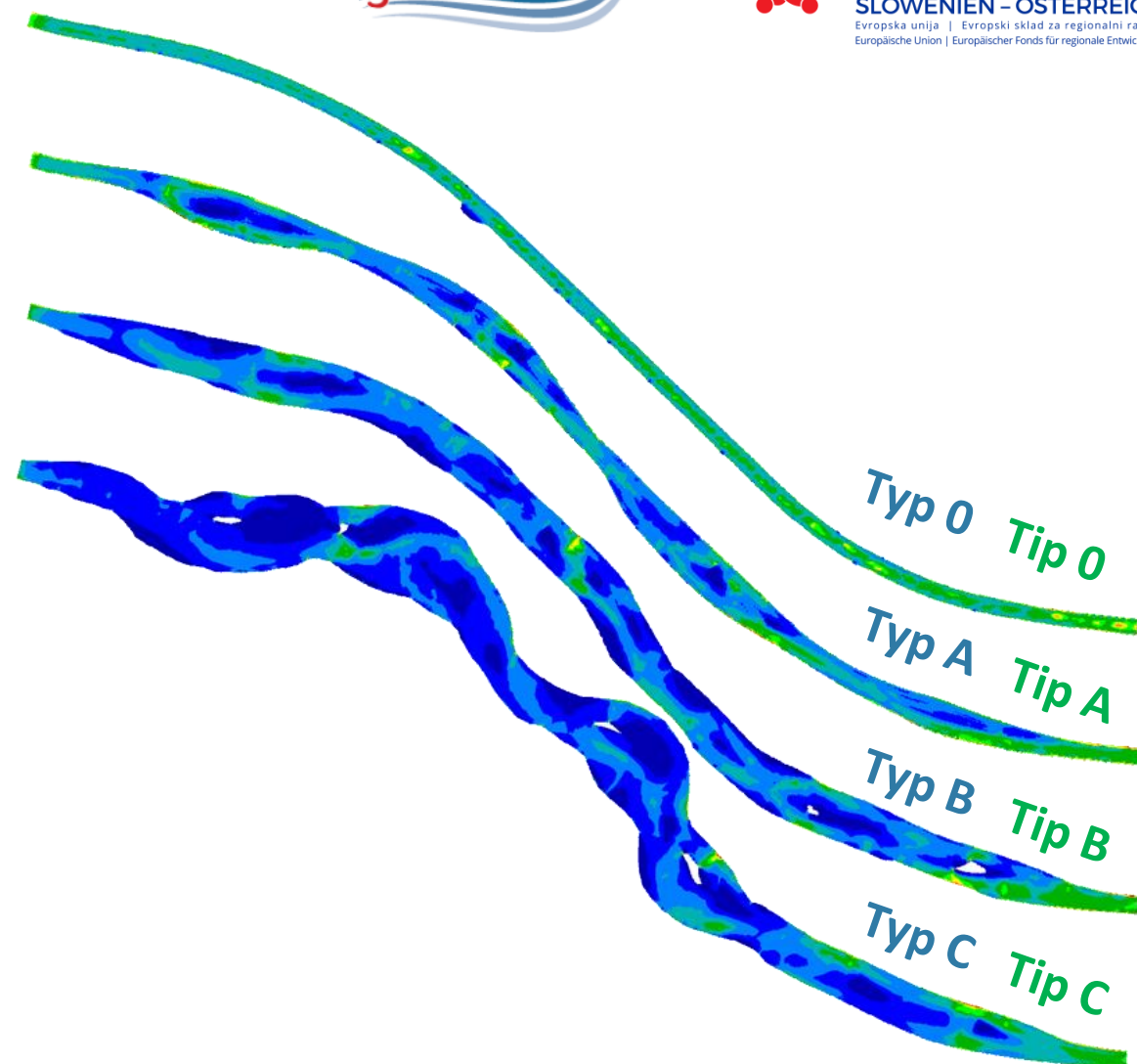
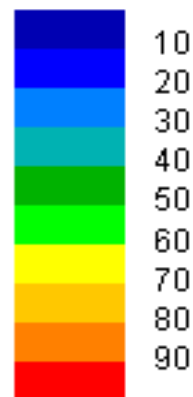
3D-Hydrodynamik

Sohlschubspannung

3D-hidrodinamika

Strižne hitrosti na dnu

Bed shear stress [N/m²]



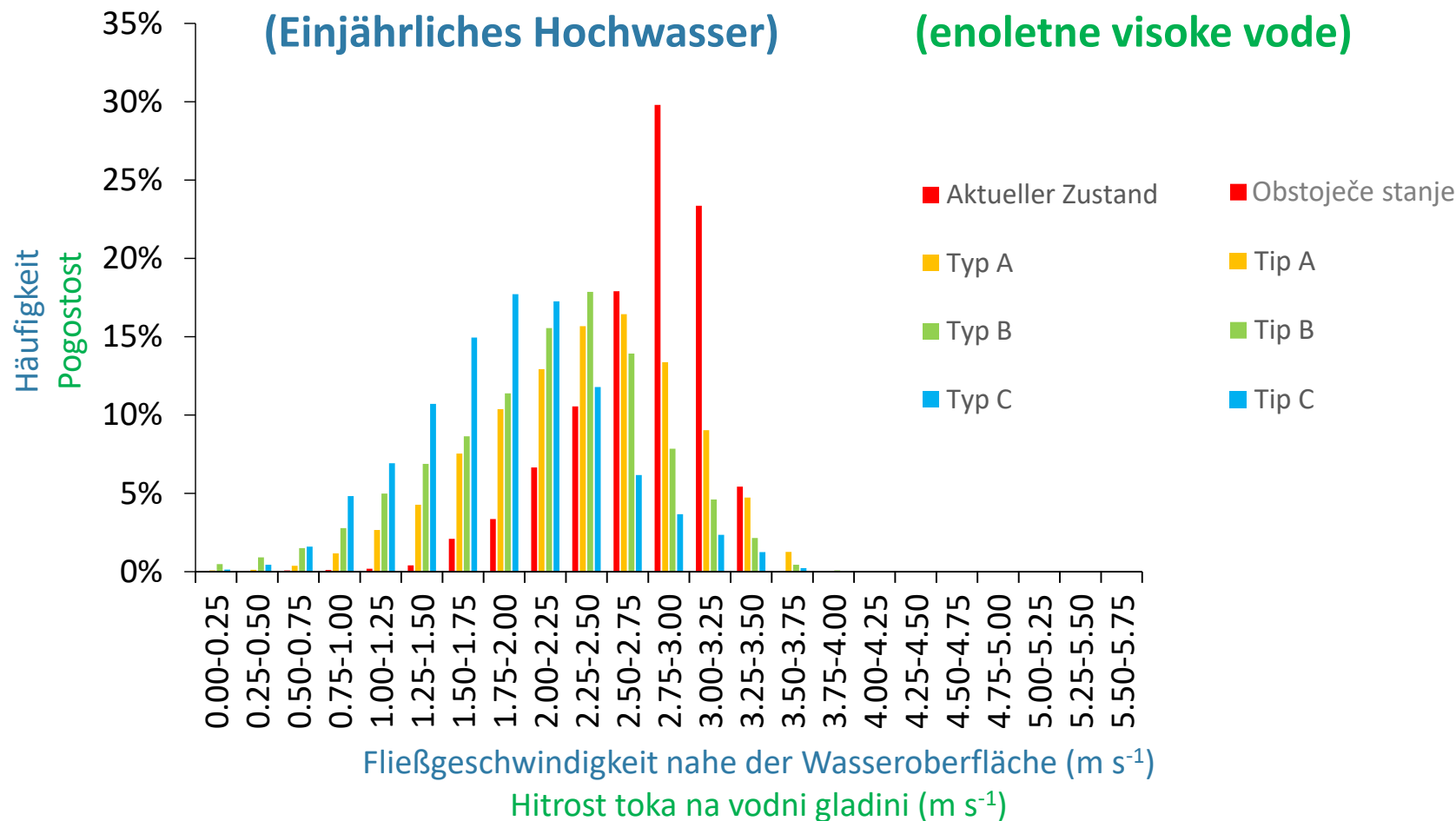
goMURra - Maßnahmentypen und Wirkung

goMURra – vrste ukrepov in učinki



**Fließgeschwindigkeitsverteilung
(Einjährliches Hochwasser)**

**Porazdelitev hitrosti toka
(enoletne visoke vode)**

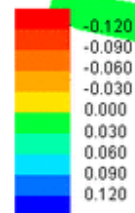


goMURra - Maßnahmentypen und Wirkung

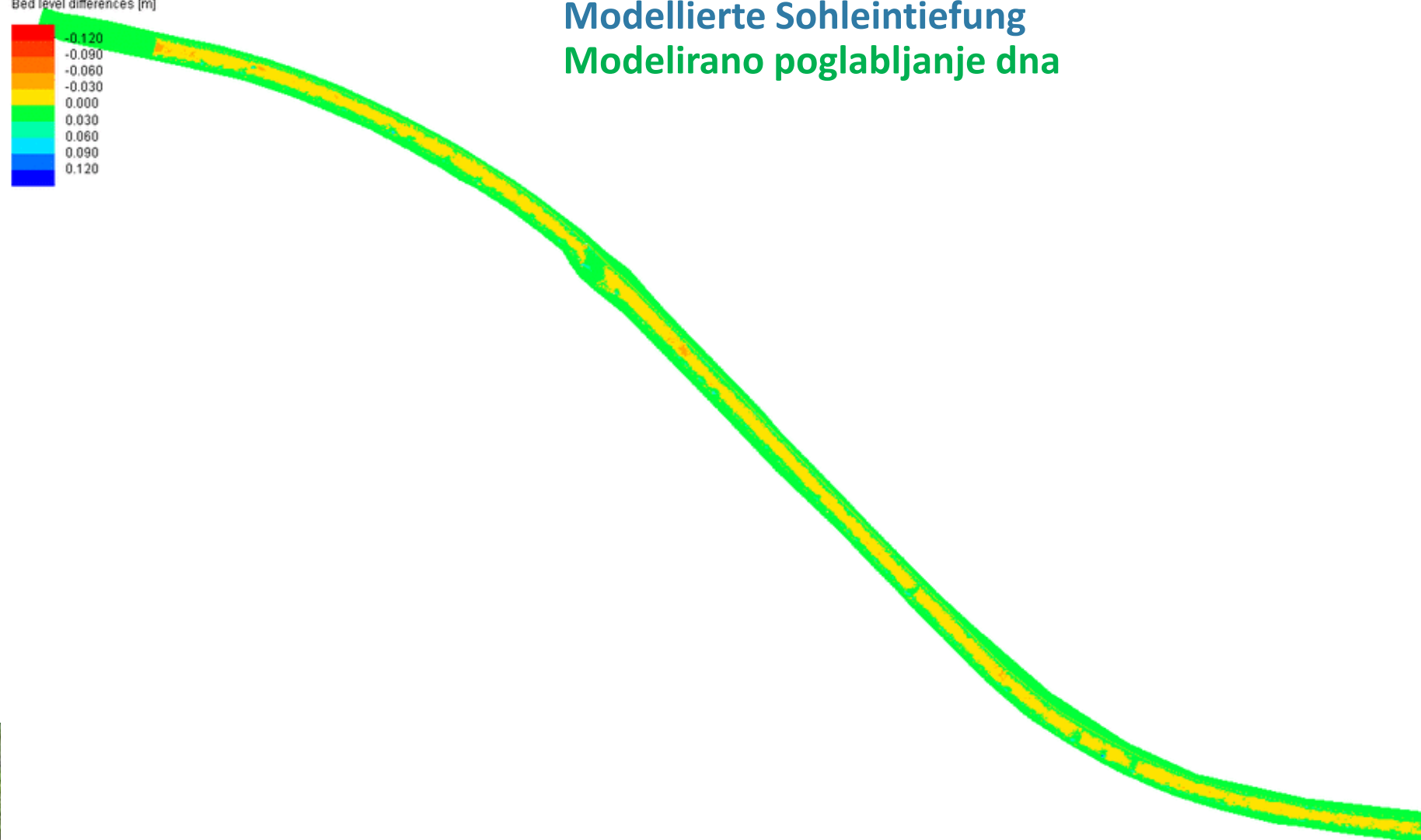
goMURra – vrste ukrepov in učinki



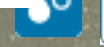
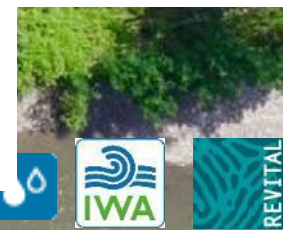
Bed level differences [m]



Modellierte Sohleintiefung
Modelirano poglabljanje dna



(TS 12.04.1986 11:45:00)



goMURra - Maßnahmenarten und Wirkung

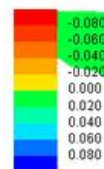
goMURra – vrste ukrepov in učinki



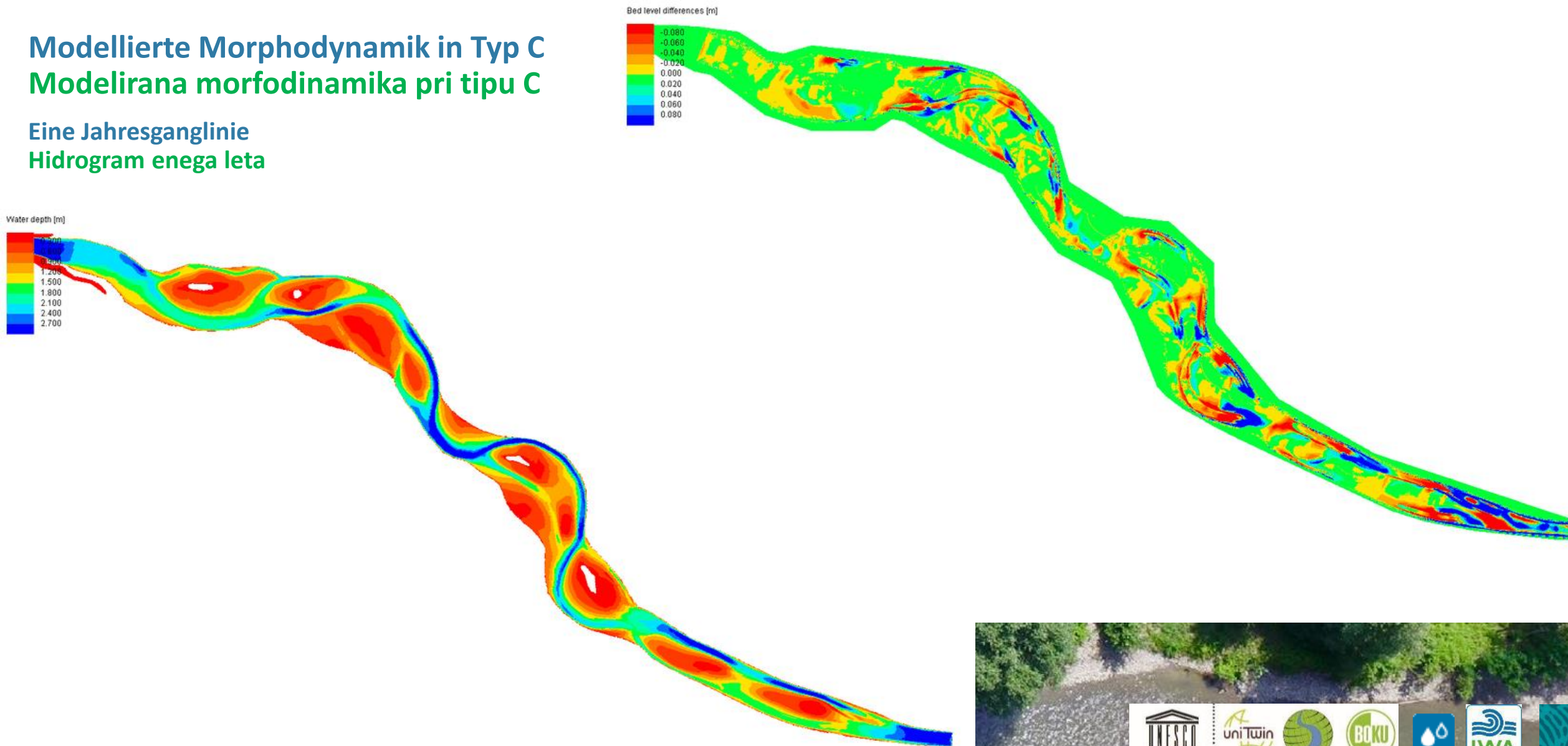
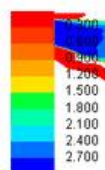
Modellierte Morphodynamik in Typ C
Modelirana morfodinamika pri tipu C

Eine Jahresganglinie
Hidrogram enega leta

Bed level differences [m]

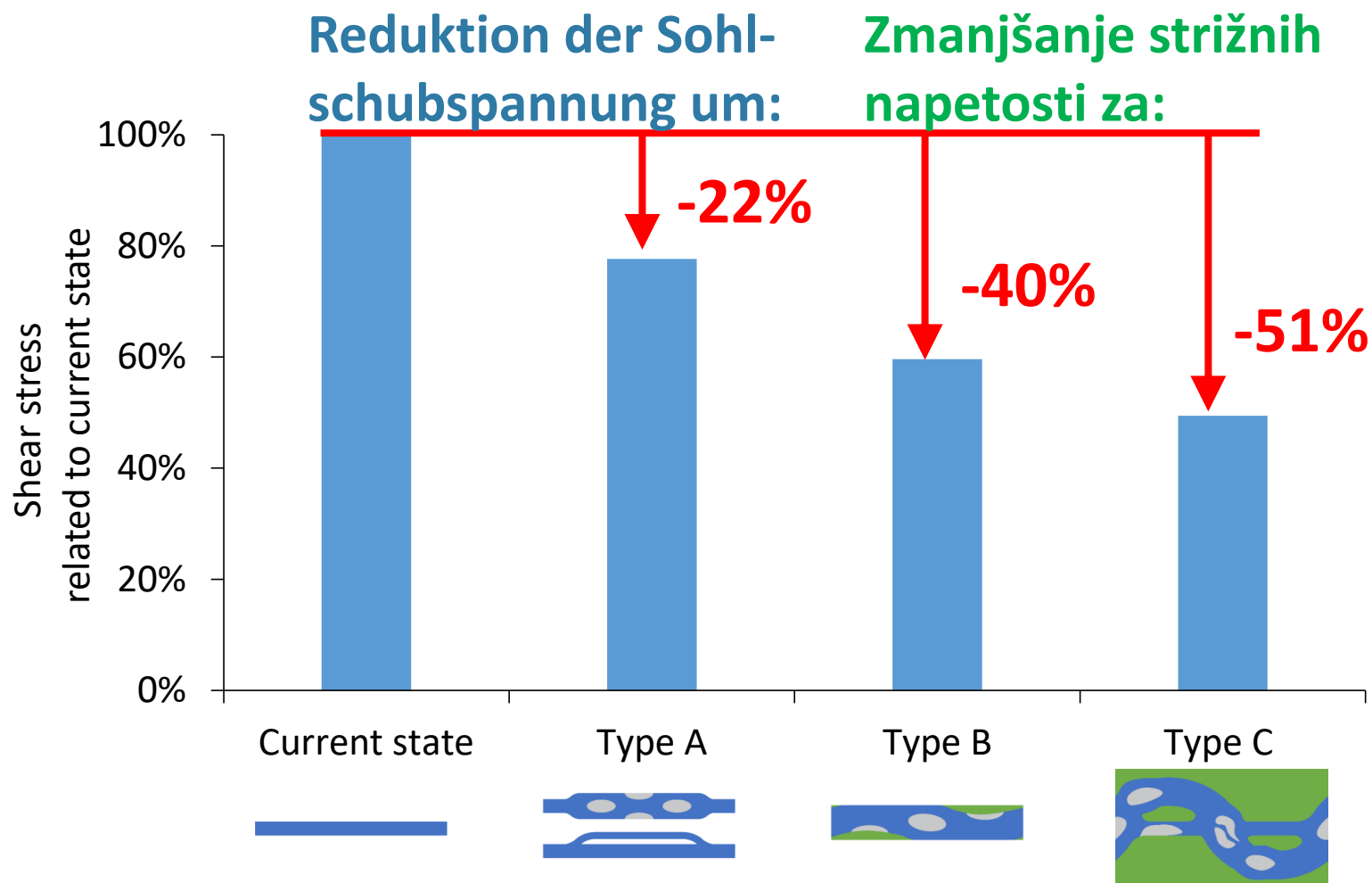


Water depth [m]



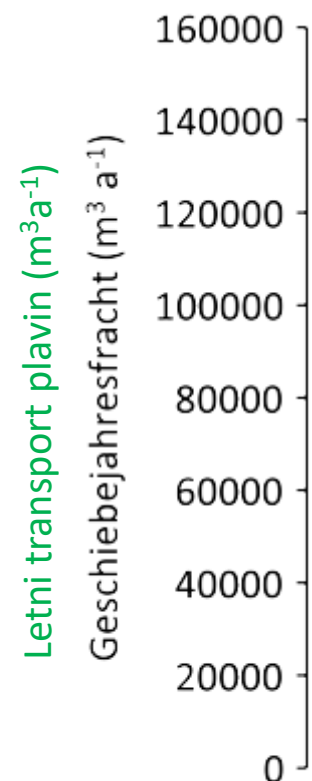
goMURra - Maßnahmentypen und Wirkung

goMURra – vrste ukrepov in učinki



goMURra - Maßnahmentypen und Wirkung

goMURra – vrste ukrepov in učinki

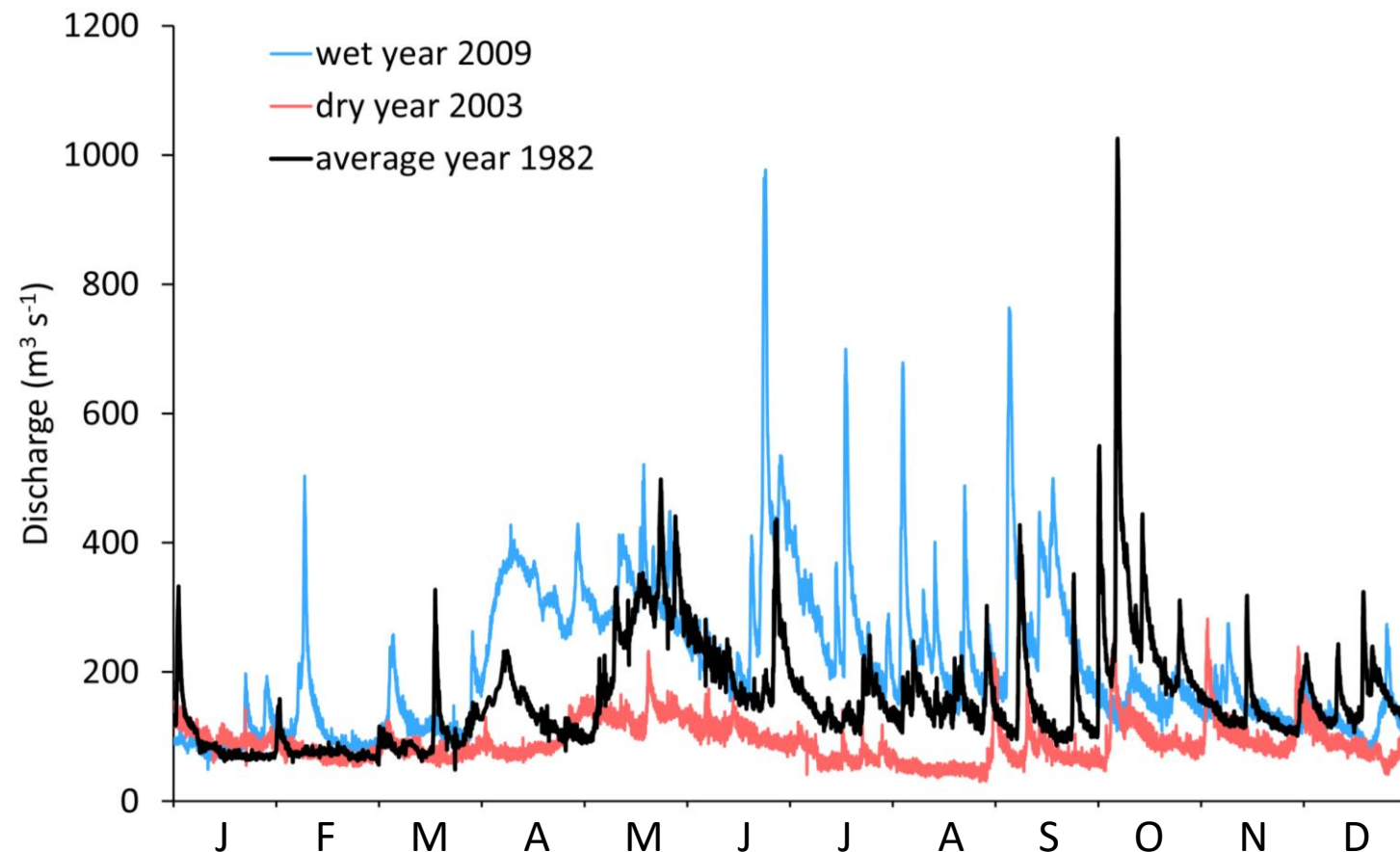
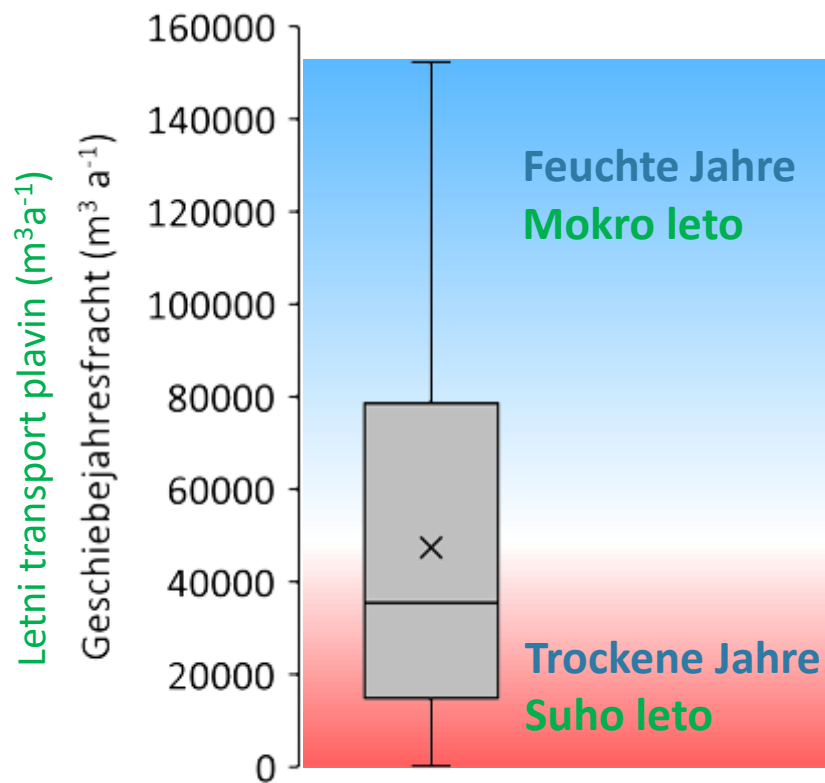


Durchschnittlicher Geschiebebedarf in aktueller Geometrie: $\sim 45000 \text{ m}^3\text{a}^{-1}$
Potreben povprečen vnos plavin ob trenutni geometriji: $\sim 45000 \text{ m}^3\text{a}^{-1}$



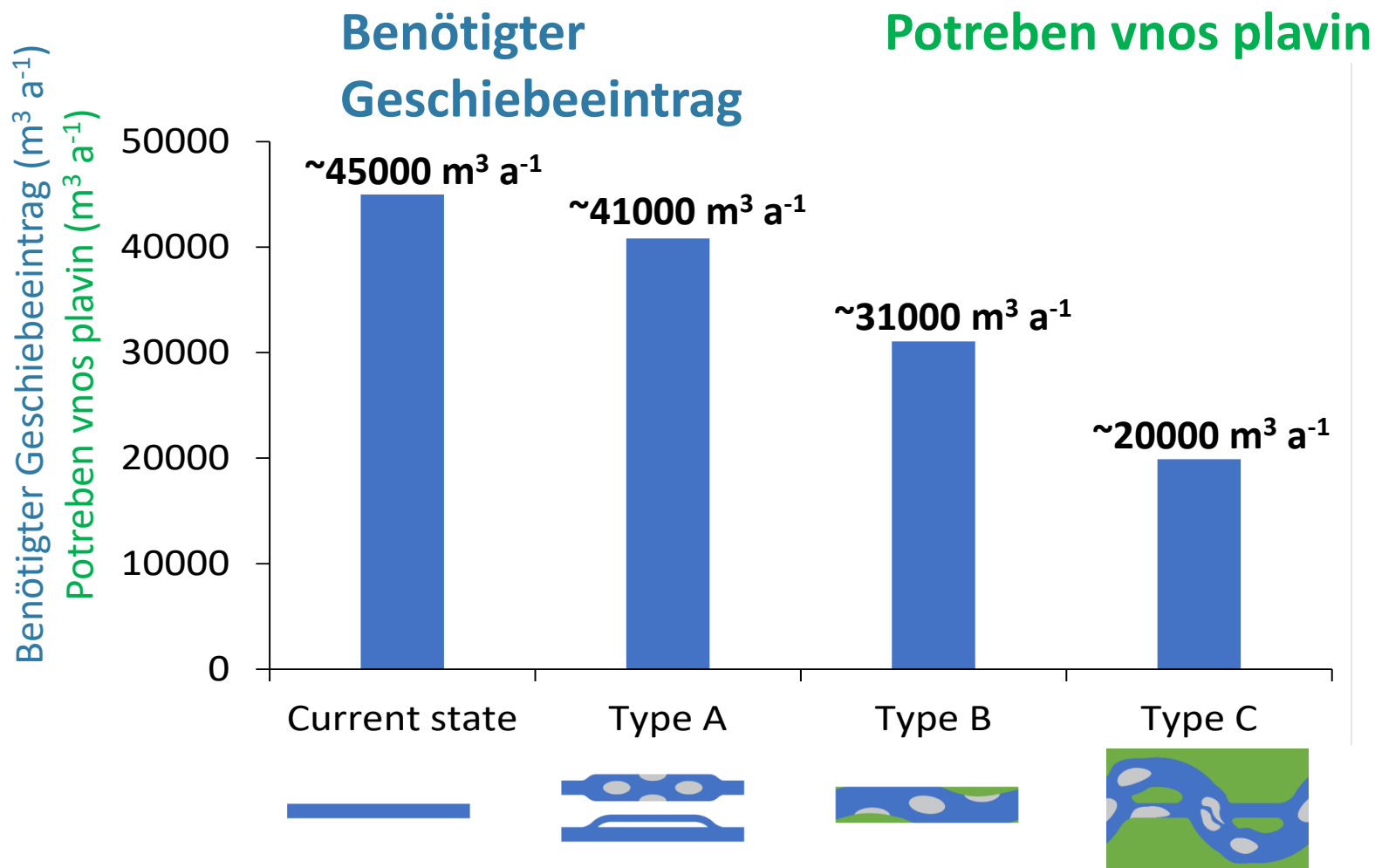
goMURra - Maßnahmentypen und Wirkung

goMURra – vrste ukrepov in učinki



goMURra - Maßnahmentypen und Wirkung

goMURra – vrste ukrepov in učinki



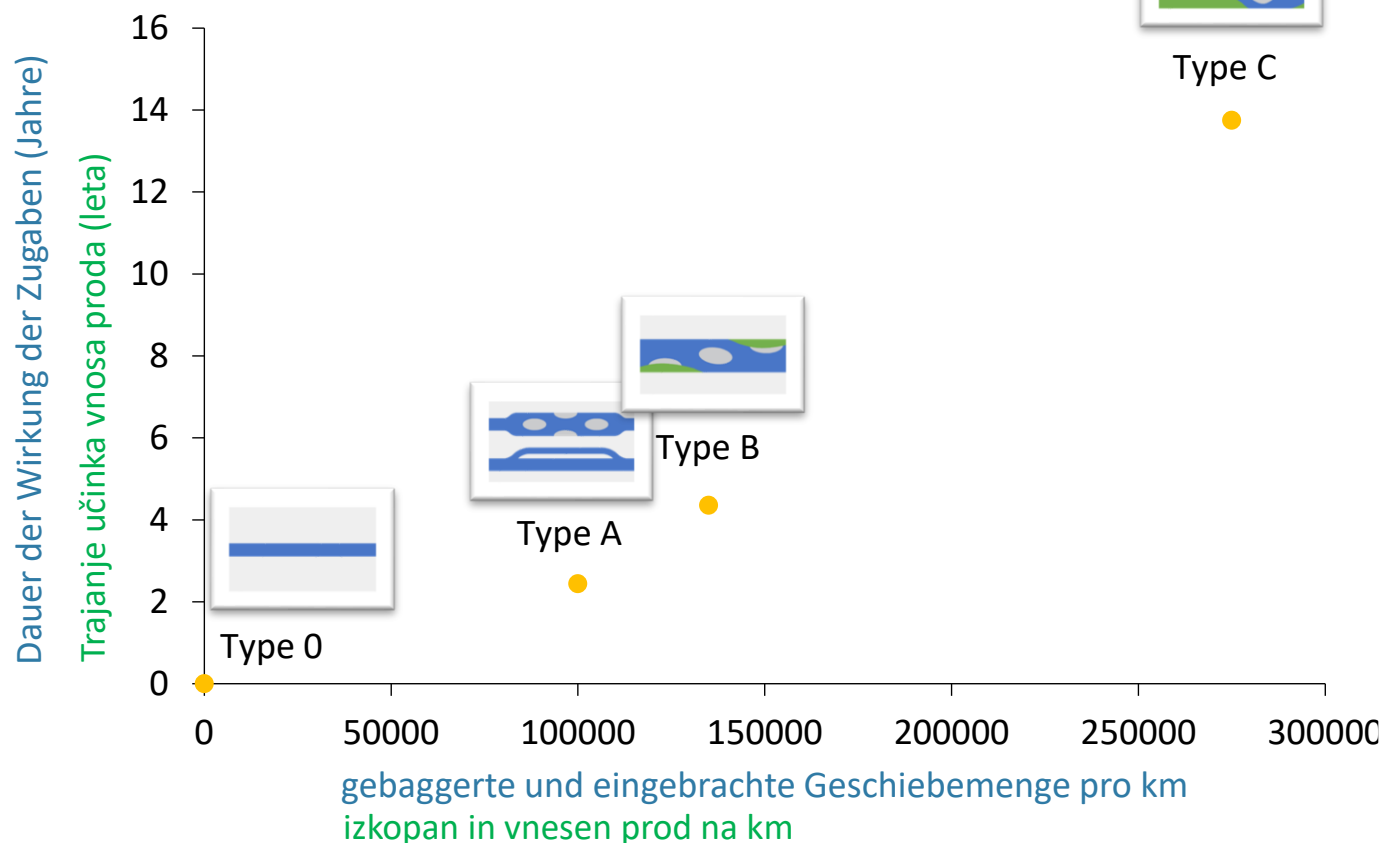
goMURra - Maßnahmentypen und Wirkung

goMURra – vrste ukrepov in učinki



Geschiebeeffizienz (1) - Wirkungsdauer der Zugabe

Učinkovitost plavin (1) – Trajanje učinka vnosa



Type C



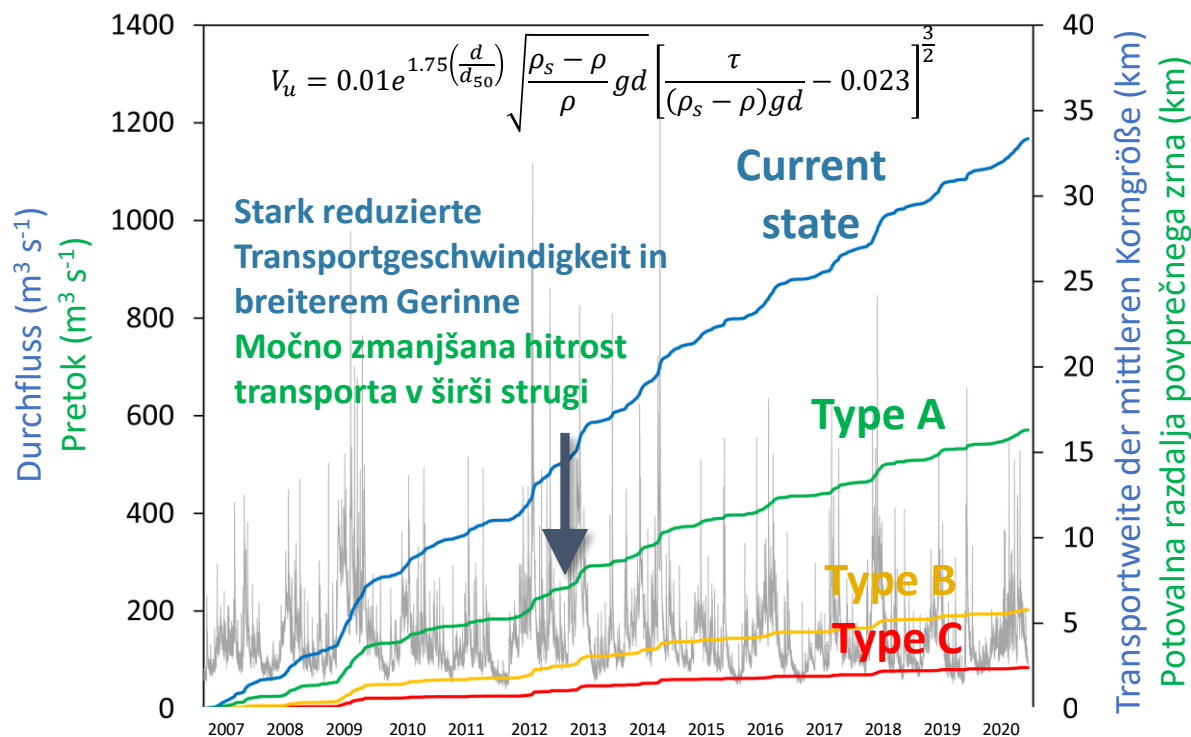
goMURra - Maßnahmentypen und Wirkung

goMURra – vrste ukrepov in učinki



Geschiebeeffizienz (2) - Geschiebeaufenthaltsdauer in der Grenzmur

Učinkovitost plavin (2) - Zadrževalni čas plavin na mejni Muri



Geschiebeaufenthaltsdauer in Grenzmur (Jahre)
 Čas obstoja plavin na odseku mejne Mure (leta)



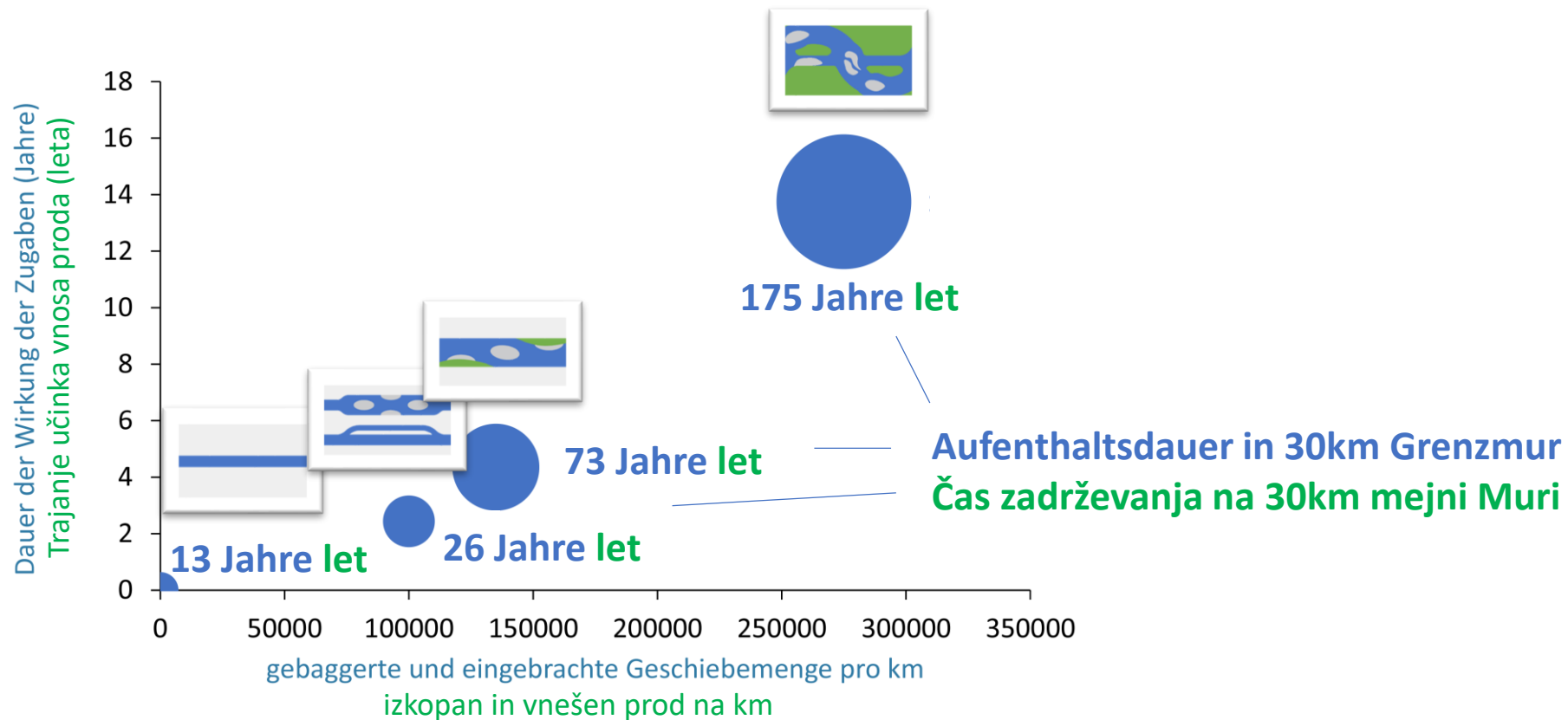
goMURra - Maßnahmentypen und Wirkung

goMURra – vrste ukrepov in učinki



Geschiebeeffizienz (3) - Geschiebeaufenthaltsdauer in der Grenzmu

Učinkovitost plavin (3) - Zadrževalni čas plavin na mejni Muri



goMURra - Maßnahmentypen und Wirkung

goMURra – vrste ukrepov in učinki



Geschiebeeffizienz (4) – lateraler Sediment austausch

Učinkovitost plavin (4) – lateralna izmenjava sedimenta



Kleinerer Geschiebedurchsatz, aber große Mengen sind an Transport beteiligt
Zmanjšan prenos plavin ampak velika količina sedimentov vključenih v transport



Schlussfolgerungen (1)

- Gestörtes Sedimentregime in der Grenzmur, (nahezu) kein Eintrag von flussauf → Sedimentdefizit
- Regulierung, Begradigung und Ufersicherung führten gemeinsam mit dem Geschiebedefizit zu Sohleintiefung und Grundwasserabsenkung
- Gefahr eines Sohldurchschlags und eines Verlusts der Kiesschicht
- Bisherige Gegenmaßnahmen zeigten nur kurzfristige Wirkung – Sohle bereits unter dem Niveau vor der Umsetzung der Maßnahmen
- Ufererosion geringer als erwartet aufgrund fehlenden Eintrags und aufgrund gestreckten Verlaufs, dadurch geringer eigendynamischer Eintrag an Geschiebe und wenig stabilisierende Wirkung durch Verbreiterung des Gerinnes

Zaključek (1)

- Motena bilanca rinjenih plavin v mejni Muri, (skorajda) ničen vnos gorvodno > primanjkljaj sedimenta
- Regulacija, uravnavanje in zavarovanje brežin je skupaj s primanjkljajem proda povzročilo poglobljanje dna in upad gladine podtalnice
- Nevarnost preboja rečnega dna in izgube prodnega sloja v dnu
- Dozdajšnji protiukrepi so imeli samo kratkokrajni učinek – rečno dno je trenutno že nižje od nivoja pred začetkom izvajanja ukrepov
- Bočna erozija je manjša od pričakovanj zaradi manjkajočega proda v strugi in zaradi ravne struge. To pogojuje manjšni vnos proda na podlagi lastne dinamike in le malo stabilizacijskega učinka s širitvijo struge



Schlussfolgerungen (2)

- Akuter Handlungsbedarf wegen Gefahr Sohldurchschlag
- Regulierte Mur benötigt ~45.000 m³ an Geschiebeeintrag pro Jahr zur Sohlstabilisierung
- Gerinneverbreiterung und kurvigerer Verlauf verkleinern den jährlichen Geschiebebedarf auf bis zu 20.000 m³ bei gleichzeitigem ökologischen Benefit und erhöhter Wirkungsdauer der Zugabe
- Effektivität der Maßnahme steigt vom Ist-Zustand zu Typ C an (geringere Geschiebezugabe erforderlich, längere Verweildauer des Materials, verbesserte Wirkung auf die Sohleintiefung → Reduktion der Instandhaltungskosten
- Langfristig wird verbesserte Durchgängigkeit von flussauf angestrebt

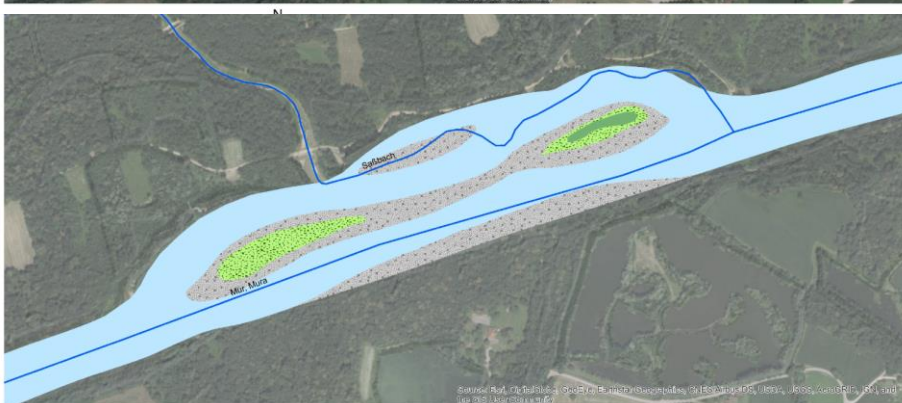
Zaključek (2)

- Ukrepanje je nujno
- Regulirana Mura potrebuje ~45.000 m³ plavin letno za stabilizacijo rečnega dna
- Razširitev in povečanje ukrivljenosti zmanjša letno potrebo po plavinah na 20.000 m³ in obenem prinaša ekološke koristi ter podaljša časovni učinek dodajanja proda.
- Učinkovitost ukrepanja narašča od obstoječega stanja proti tipu C (manjša potreba po dodajanju proda; daljši čas zadrževanja; povečan učinek stabilizacije dna → nižji stroški vzdrževanja)
- Dolgoročni cilj pa je izboljšati kontinuiteto plavin gorvodno



Ausblick Pogled naprej

Physikalisches Labormodell
Fizični laboratorijski model





**Vielen Dank!
Hvala lepa!**