Möglichkeiten des Geschiebemanagements – Beispiel(e) aus Österreich

Sedimentmanagement an Stauanlagen an großen Gewässern
im Donaueinzugsgebiet - Grundlagen, Lösungsansätze, Beispiele -

Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Christoph Hauer

Universität für Bodenkultur Wien, Österreich (BOKU)
Institut für Wasserbau, Hydraulik und Fließgewässerforschung (IWA)

14. – 15. Oktober 2021 Augsburg, Kongress am Park

CD-Labor „Sedimentforschung und -management“ (2017-2024)

Modul 1 (Verein für Ökologie und Umweltforschung)

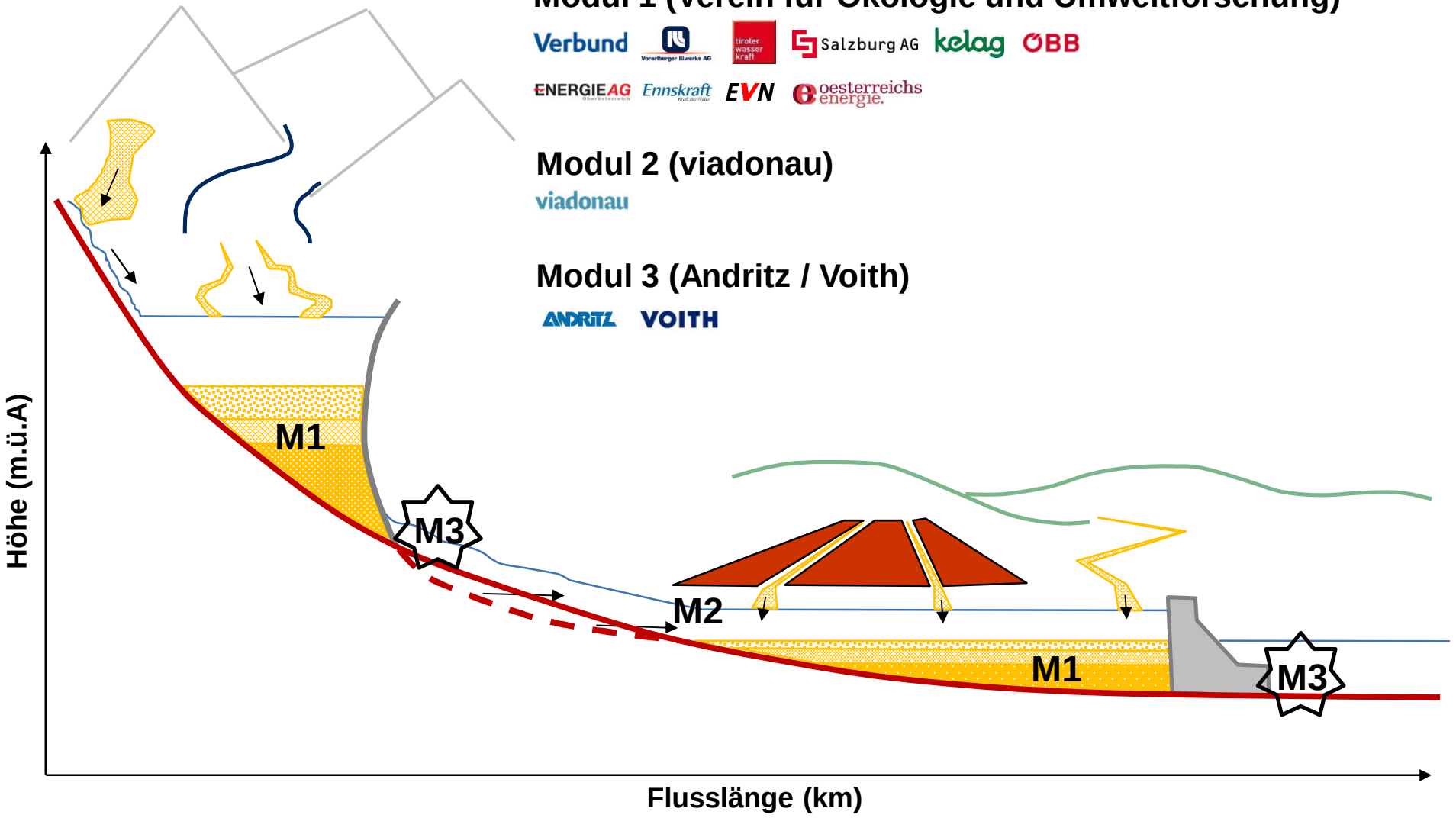
Verbund · Vorarlberger Illwerke AG · tiroler wasserkraft · Salzburg AG · kelag · ÖBB · ENERGIE AG · Ennskraft · EVN · oesterreichs energie.

Modul 2 (viadonau)

viadonau

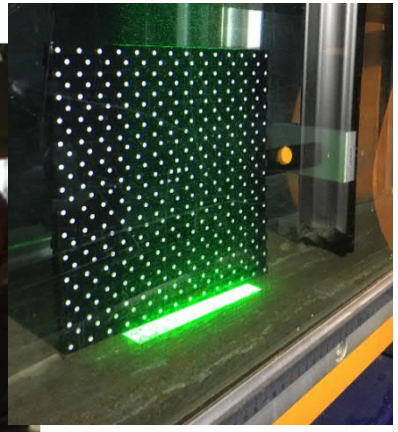
Modul 3 (Andritz / Voith)

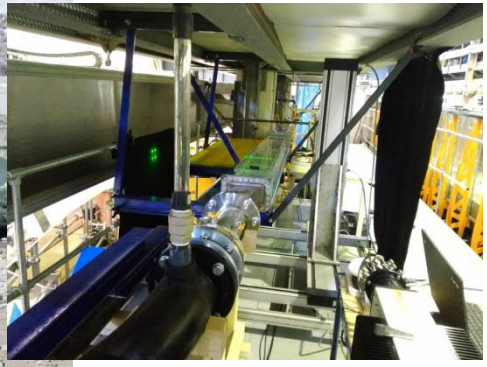
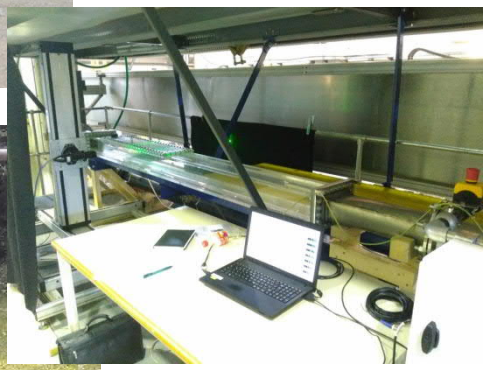
ANDRITZ · VOITH

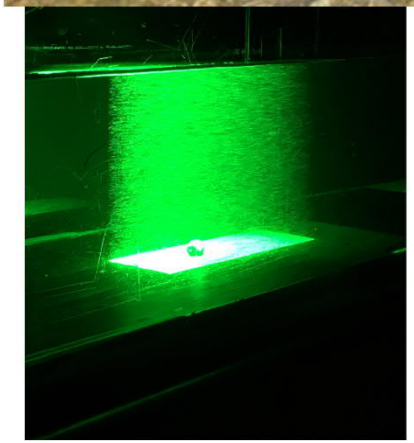
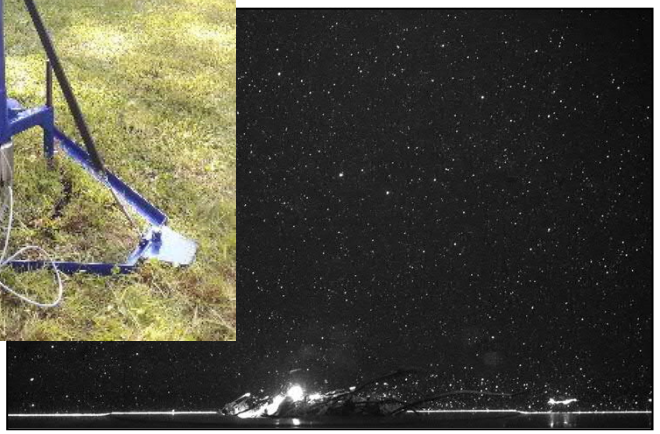


Impressionen aus dem Forschungsalltag

Teil 1

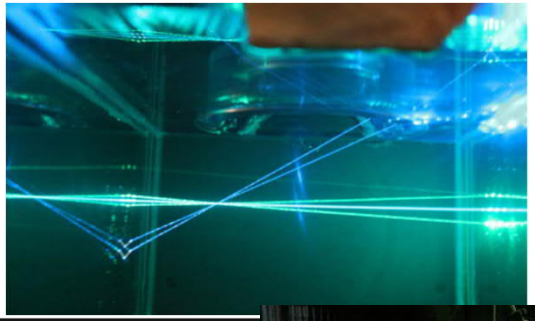


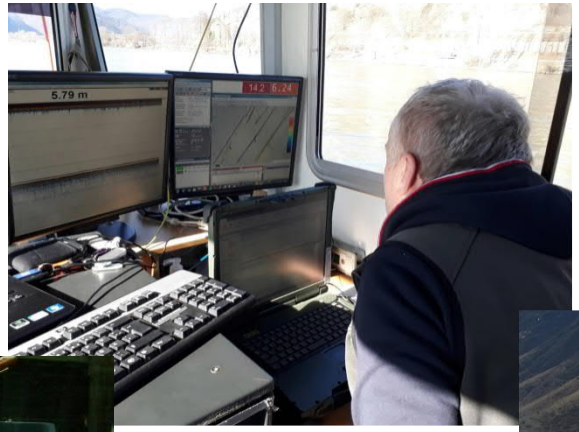



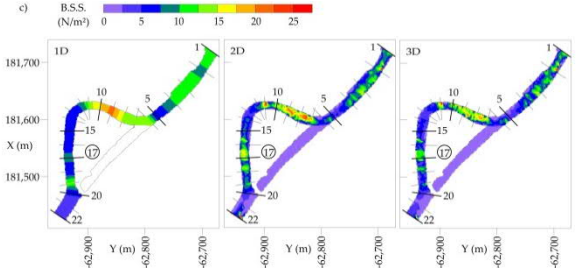



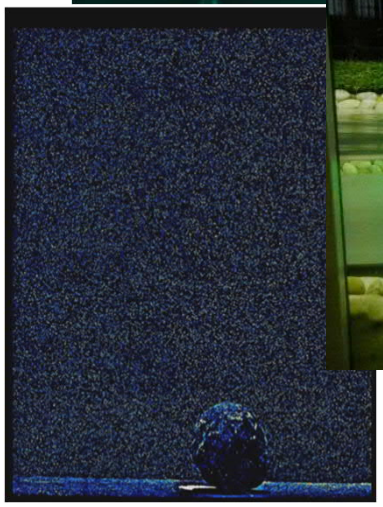
Impressionen aus dem Forschungsalltag

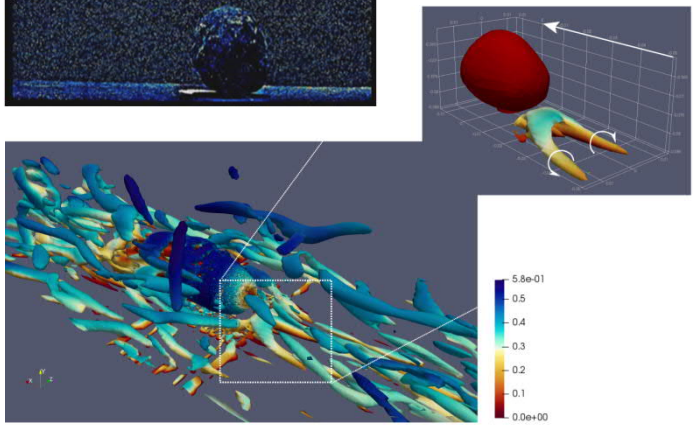
Teil 2

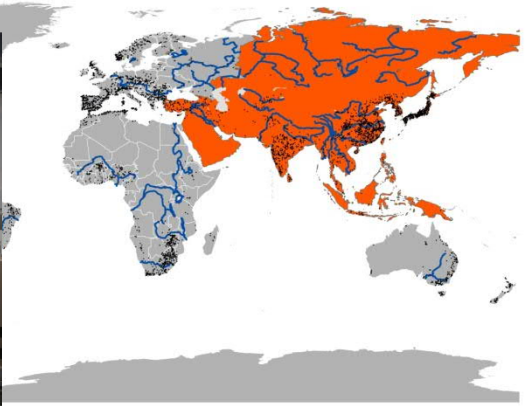






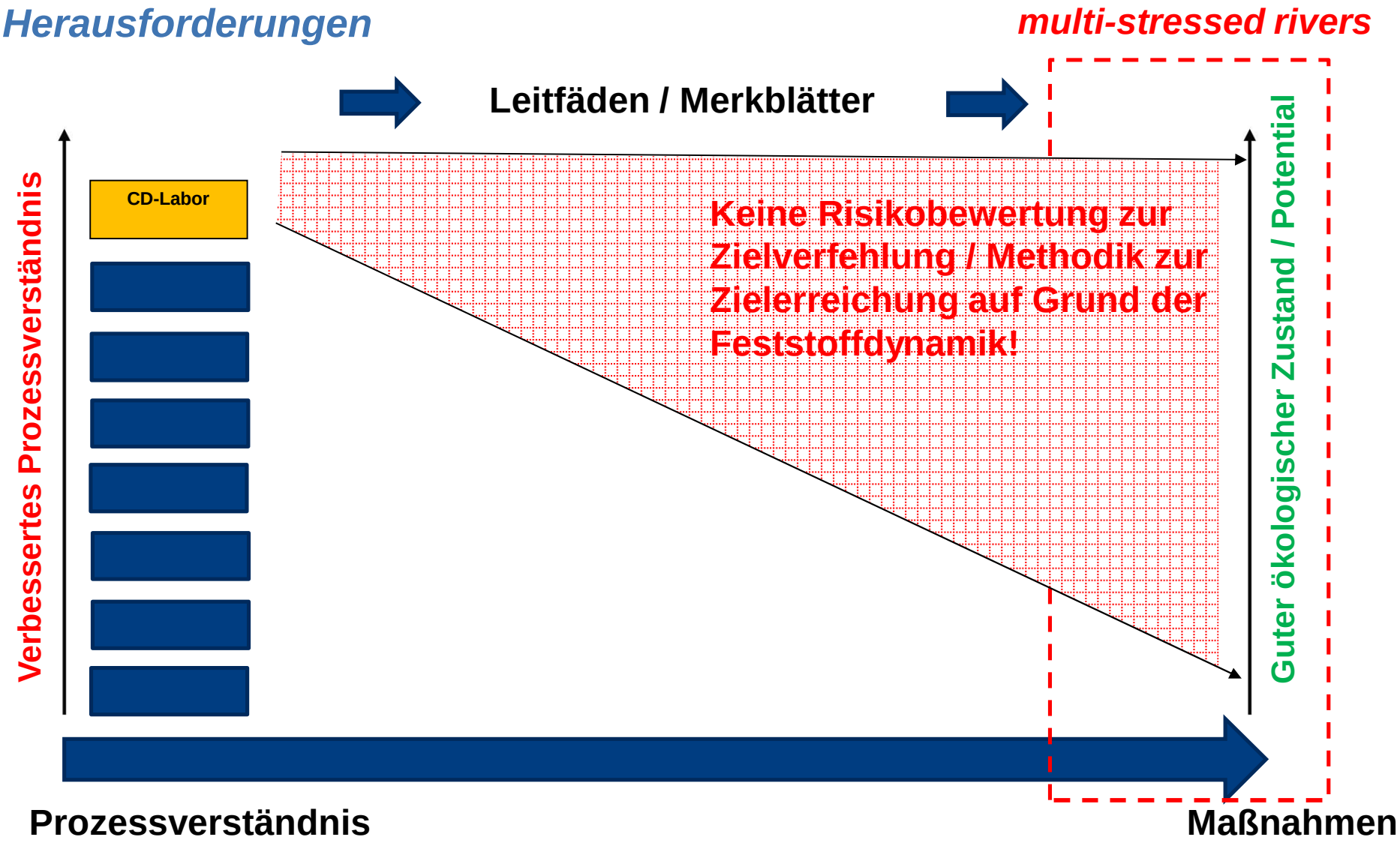




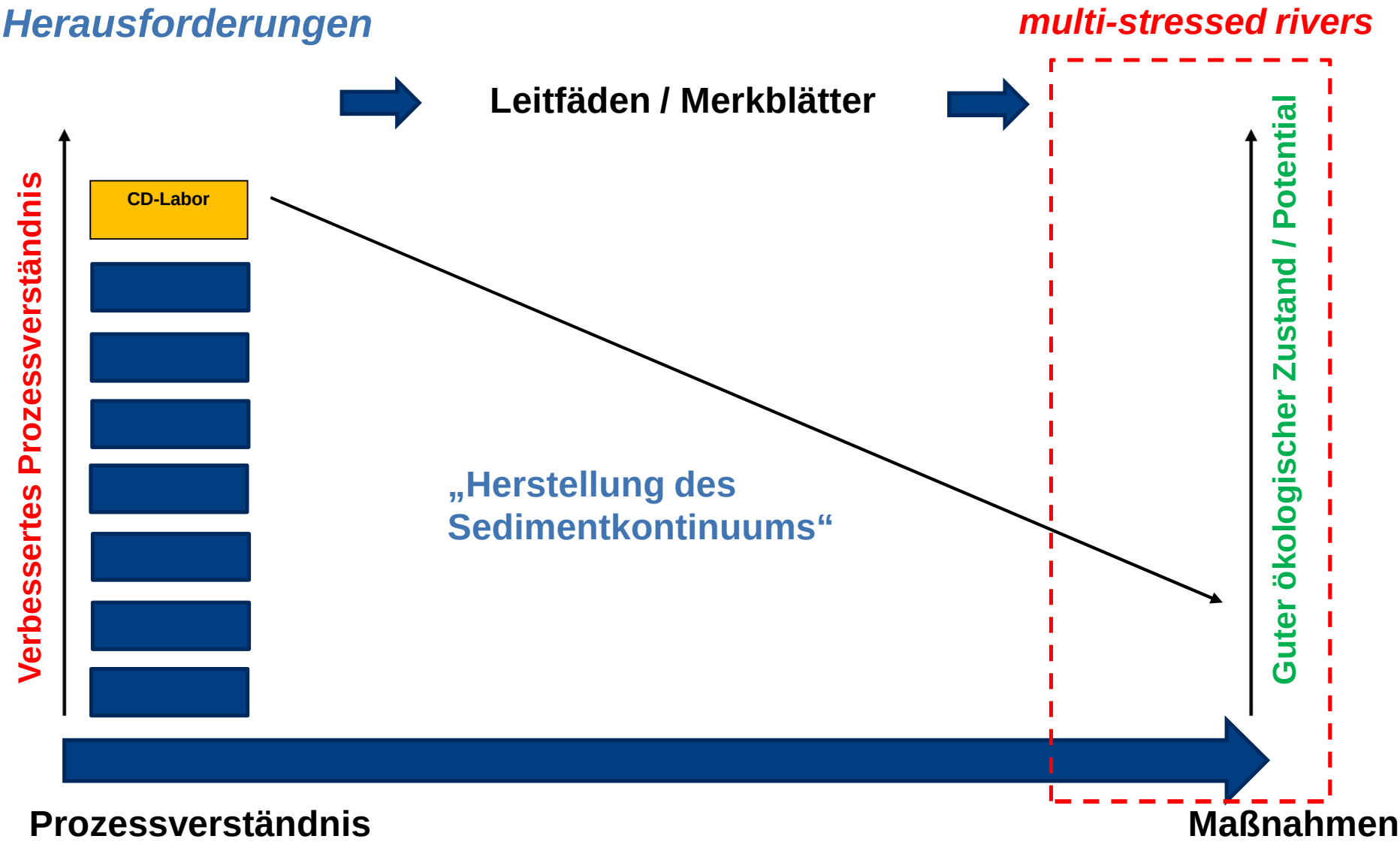


Anwendungsorientierte Grundlagenforschung

Herausforderungen

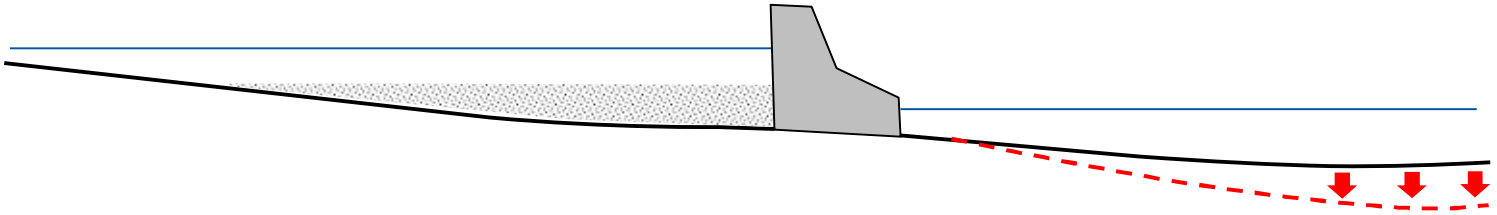


Anwendungsorientierte Grundlagenforschung



Anwendungsorientierte Grundlagenforschung

Aussage:
„Kraftwerke halten die Sediment zurück…..“



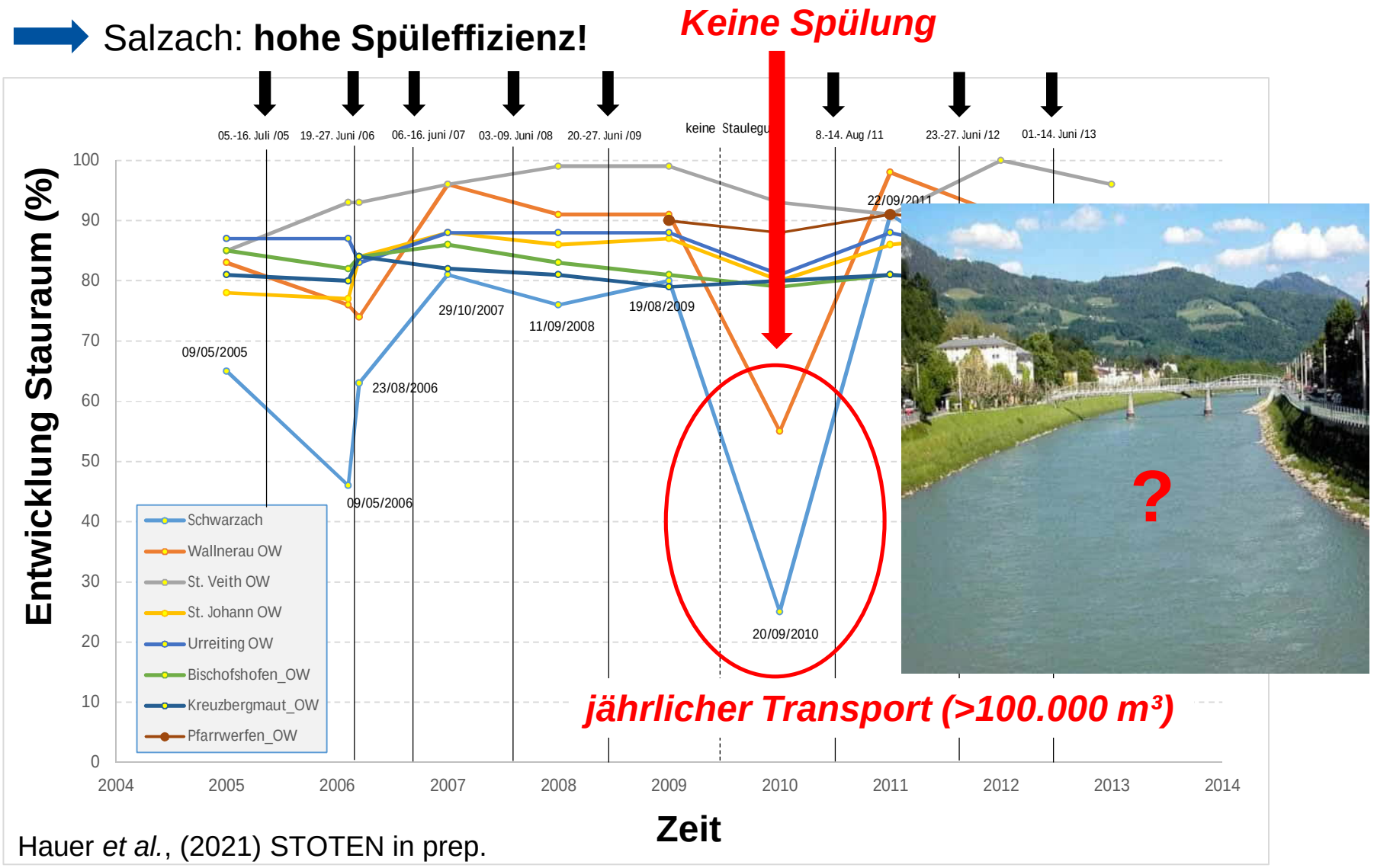
Fallstudie im CD-Labor: Salzach

Kraftwerkskette: 8 Laufkraftwerke

Schwellbetrieb: ökologische Auswirkungen flussab

CDL - Fallstudie Salzach

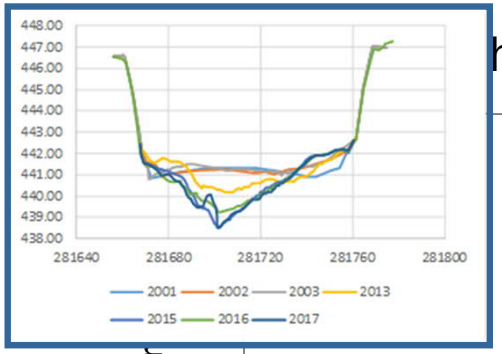
Salzach: **hohe Spüleffizienz!**

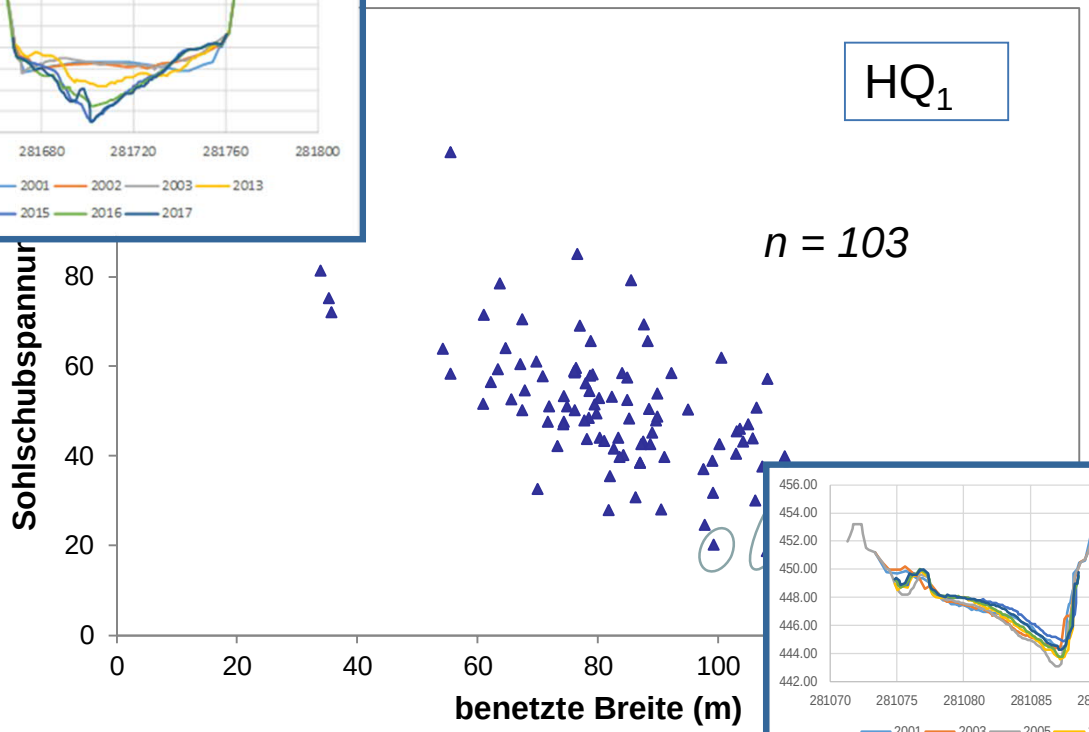


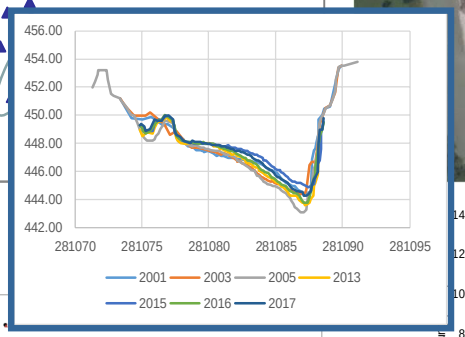
Hauer *et al.*, (2021) STOTEN in prep.

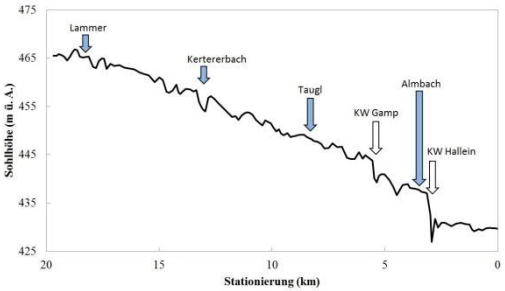
CDL - Fallstudie Salzach

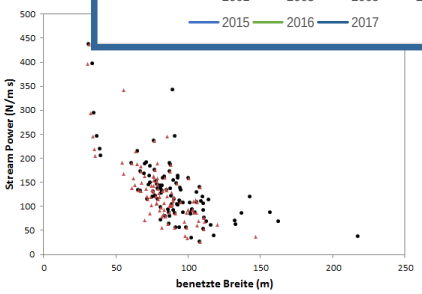
hydrodynamisch-numerischen Modellierung

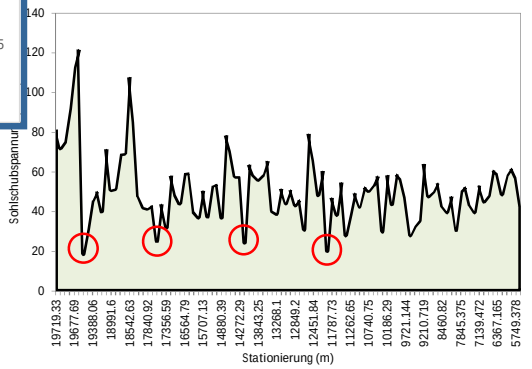










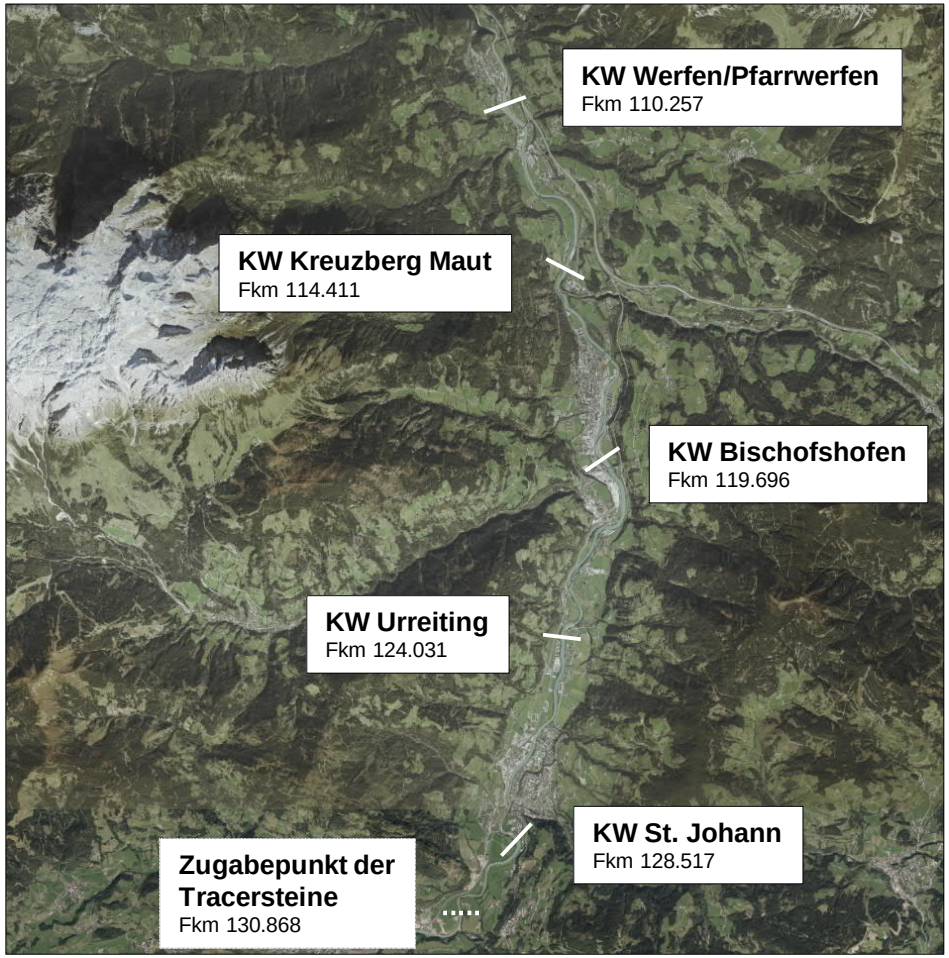


CDL - Fallstudie Salzach

Geschiebetelemetrie / Sedimentdurchgängigkeit

A. Untersuchungsgebiet

Länge: ca. 20.430 Fkm



B. Ziel & Methodik

Geschiebe-Telemetrie

Ziel:

Überprüfung der Geschiebedurchgängigkeit der KW-Kette Mittlere Salzach zwischen KW St. Johann und KW Werfen/Pfarrwerfen

Methodik:

- Bestimmung repräsentativer und charakteristischer Korngrößen/-form am Beginn der Untersuchungsstrecke
- Nachbau dieser Korngrößen und Einbau der radioakustischen Sender
- Detektion nach jeder Staulegung zur Positions- & Transportweitenbestimmung

CDL - Fallstudie Salzach

Arbeitsschritte

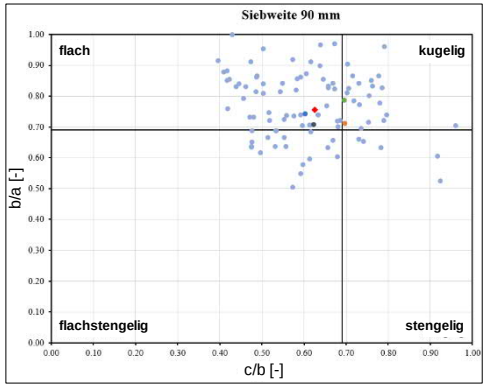
1. Steinsuche im Sommer 2020 – Bestimmung von char. Form und Größe

a. Bestimmung der Achslängen der Natursteine

100 Natursteine für jede der 6 Fraktionen:
b= 22.4 - 125 mm

Bestimmung von a-, b- und c-Achse

b. Bestimmung char. Größe und Form



Scatter-Plot der Achsverhältnisse b/a und c/b

Charakteristische Steingröße und -form (e.g. Zingg, 1935; Bunte & Abt, 2001)

2. Tracerbau im Herbst 2020 – Einbau von radioakustischen Sendern

c. Nachbau der char. Steingröße/-form

Negativformen für 4 Fraktionen:
b= 22.4 - 63 mm

Je 9 idente Steine mittels 2-Komponenten-Knetmasse gebaut

d. Natursteine

Natursteine für 2 Fraktionen:
b= 90;125 mm

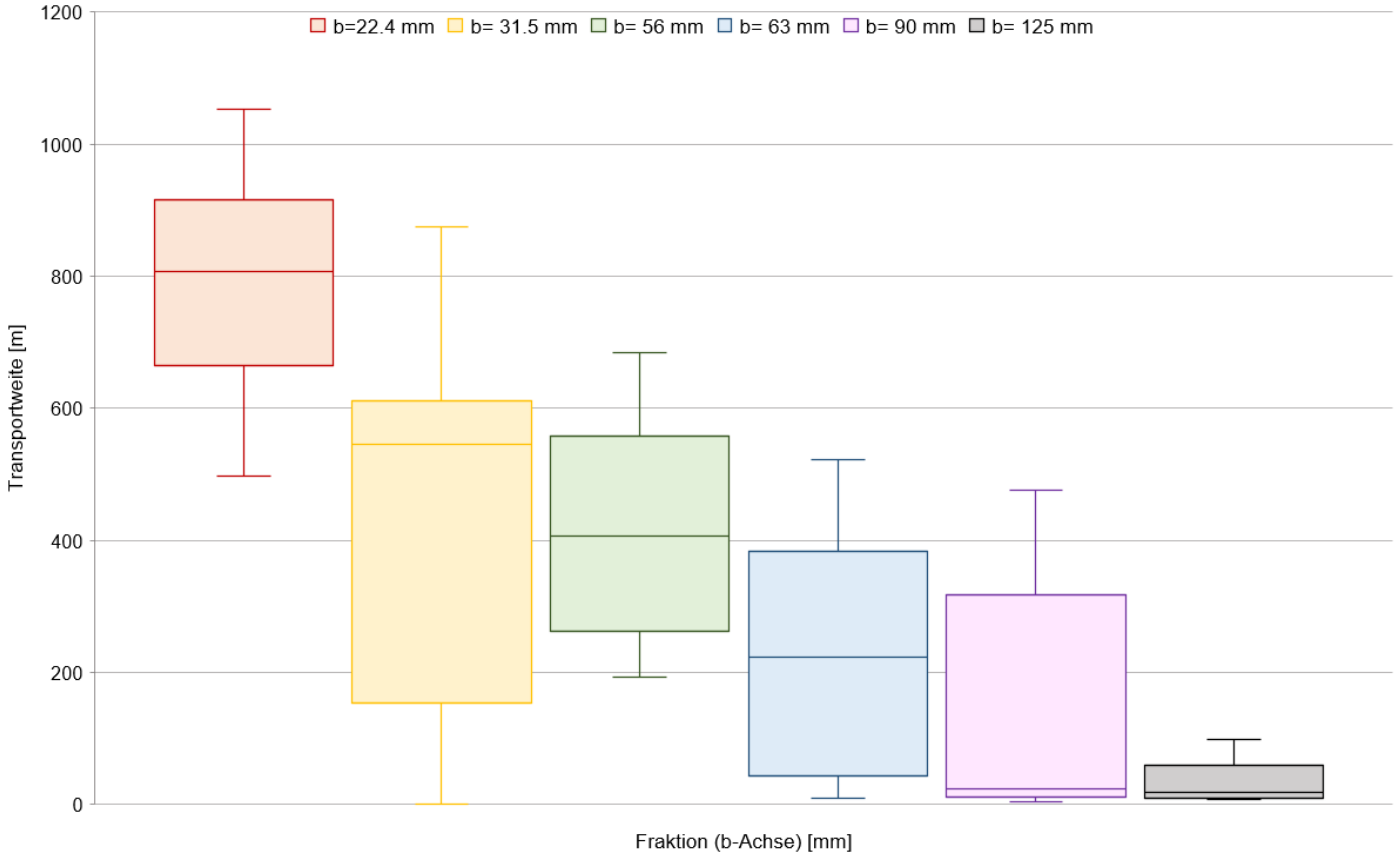
Je 7 Steine von char. Größe gebohrt

CDL - Fallstudie Salzach

Transportweite

Bestimmung aus 2. Suche

- Vorangegangener Durchfluss: Q= 120 m³/s (Quelle: Oberliegerpegel Wallnerau)
- „Downstream Finig“ deutlich an detektierter Transportweite erkennbar
- Streuung der kleinsten Korngrößen am größten (b= 22.4 mm, b= 31.5 mm)

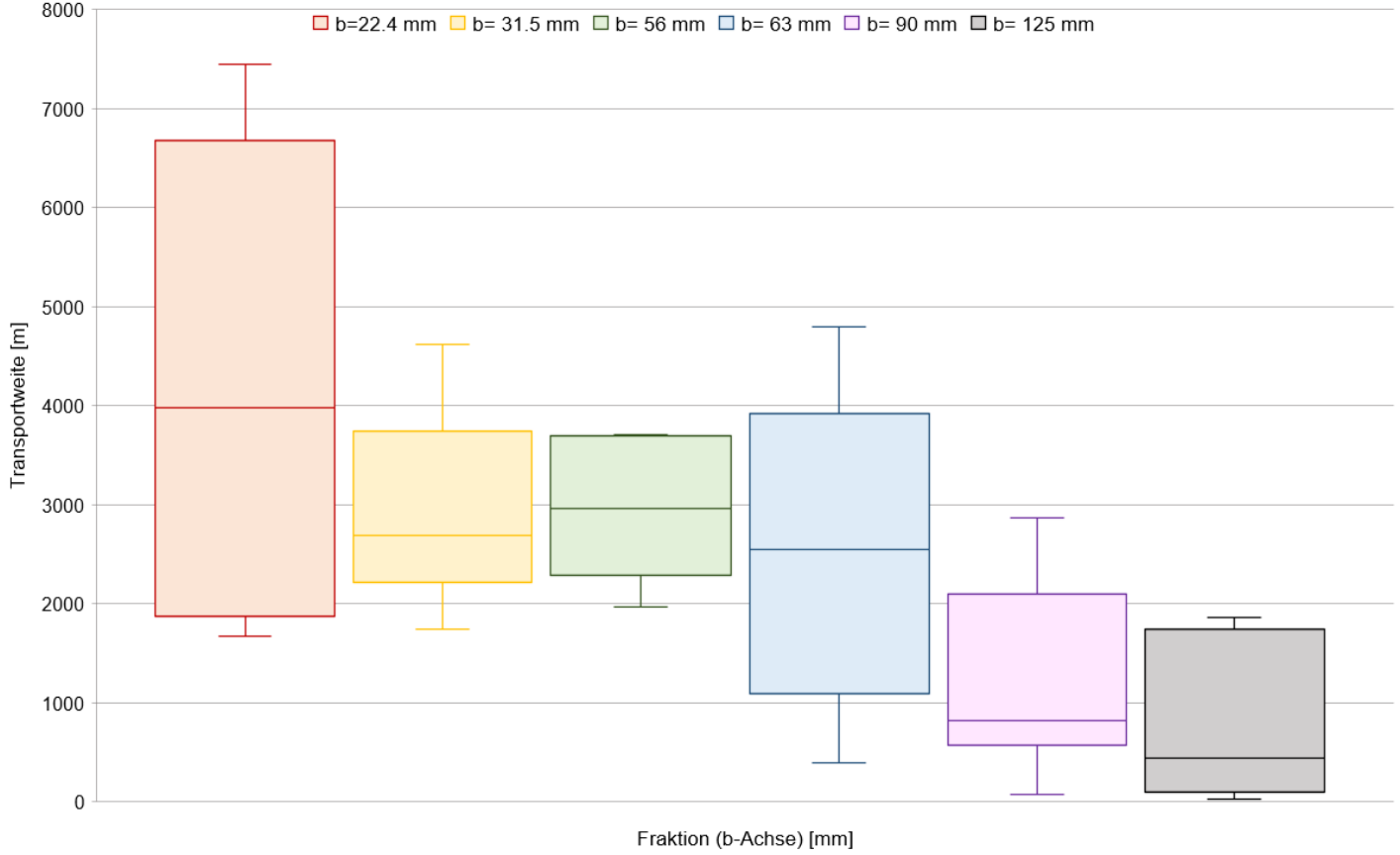


CDL - Fallstudie Salzach

Transportweite

Bestimmung aus 3. Suche (nach 2 Staulegungen)

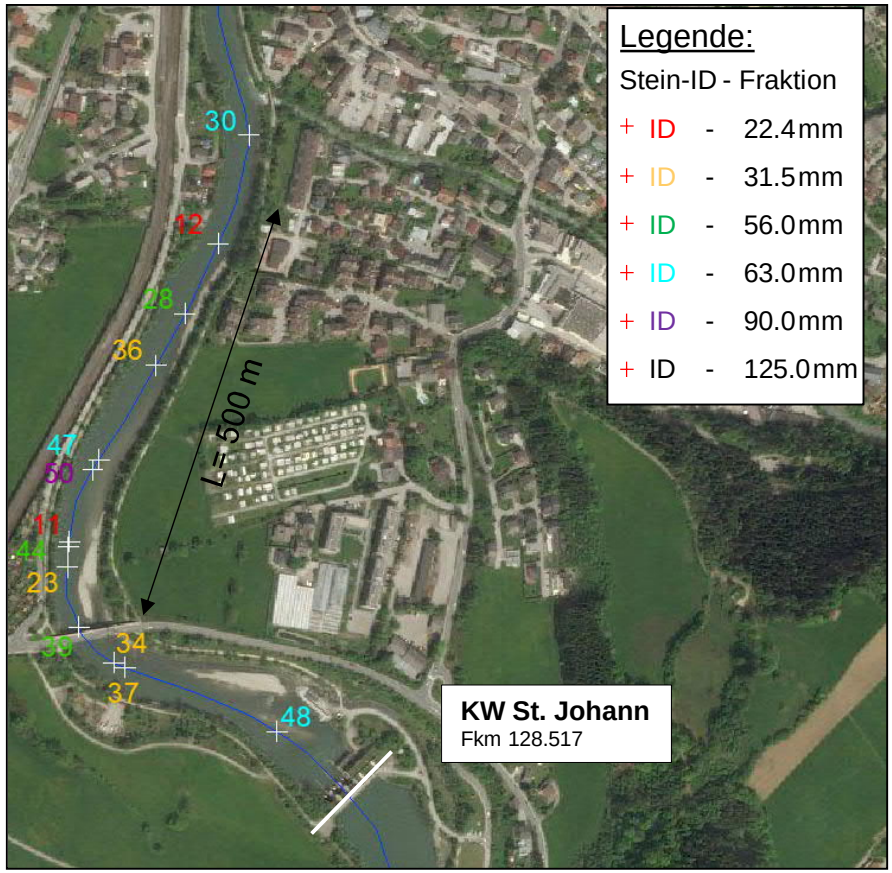
- Vorangegangener Durchfluss: Q_{max}= 525 m³/s (Oberliegerpegel Wallnerau)
- Streuung der kleinsten Korngröße am größten (b= 22.4 mm): 5750 m
- Transportweiten der mittleren Fraktionen sehr ähnlich



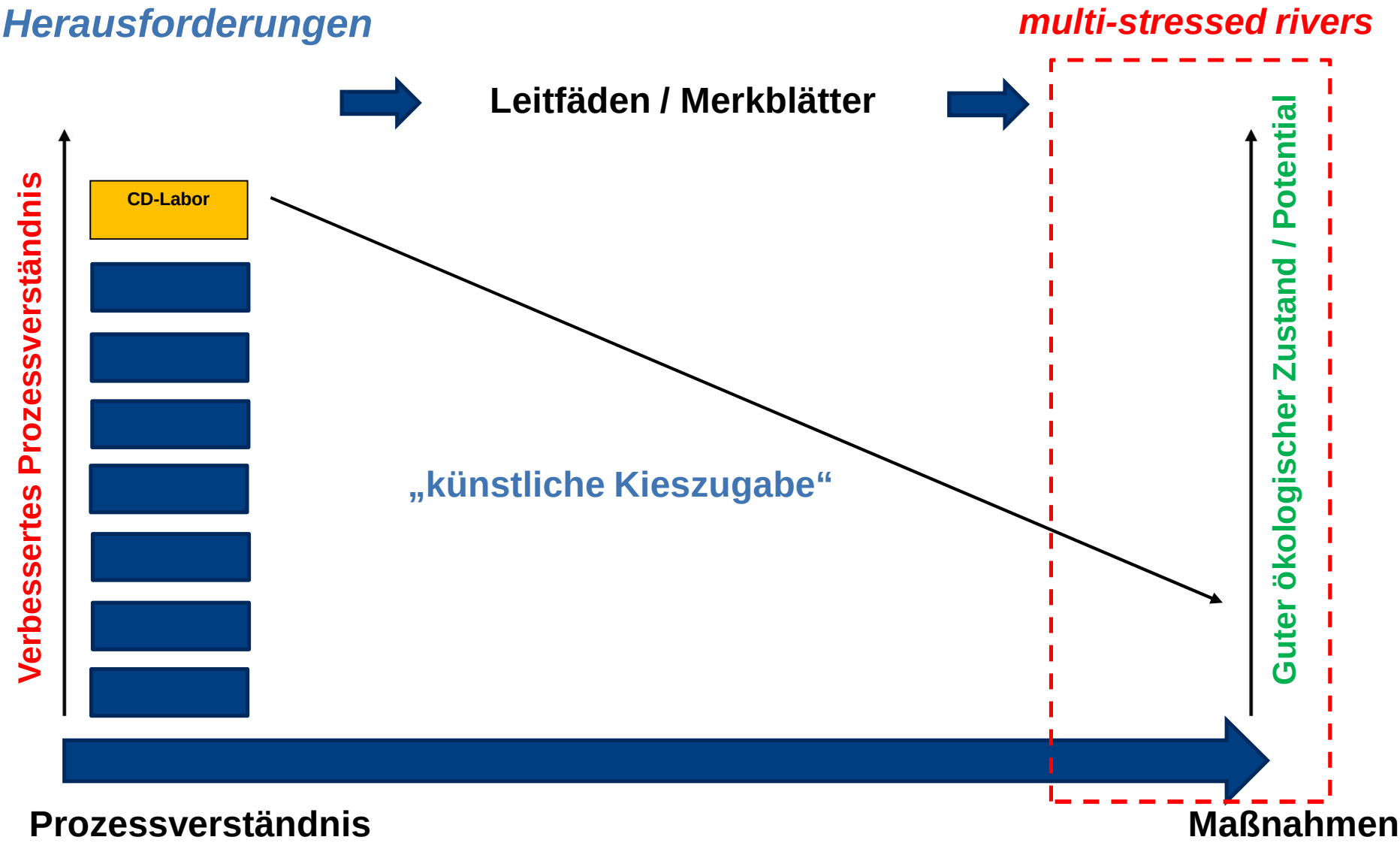
CDL - Fallstudie Salzach

Bedeutung für die Gewässerökologie

- nicht nur eine Frage der Sedimentdurchgängigkeit !
- in wie weit auch Teil von Gewässerstrukturen (und wie lange) !
- in Kombination mit weiteren Feldmessungen zu validieren



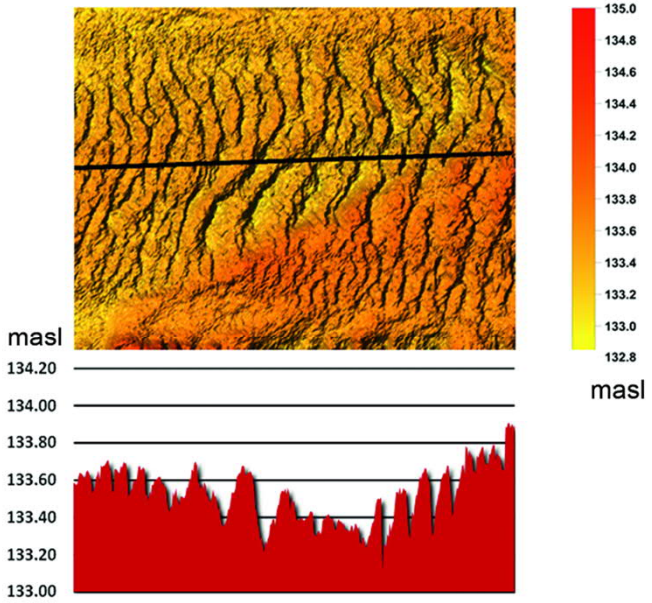
Anwendungsorientierte Grundlagenforschung



CDL - Fallstudie Donau

- **235.000 m³/a Kieszugabe**
- **mobile „Kiesdünen“ (NQ/MQ)**

(a)



(b)

Liedermann *et al.* (2014)

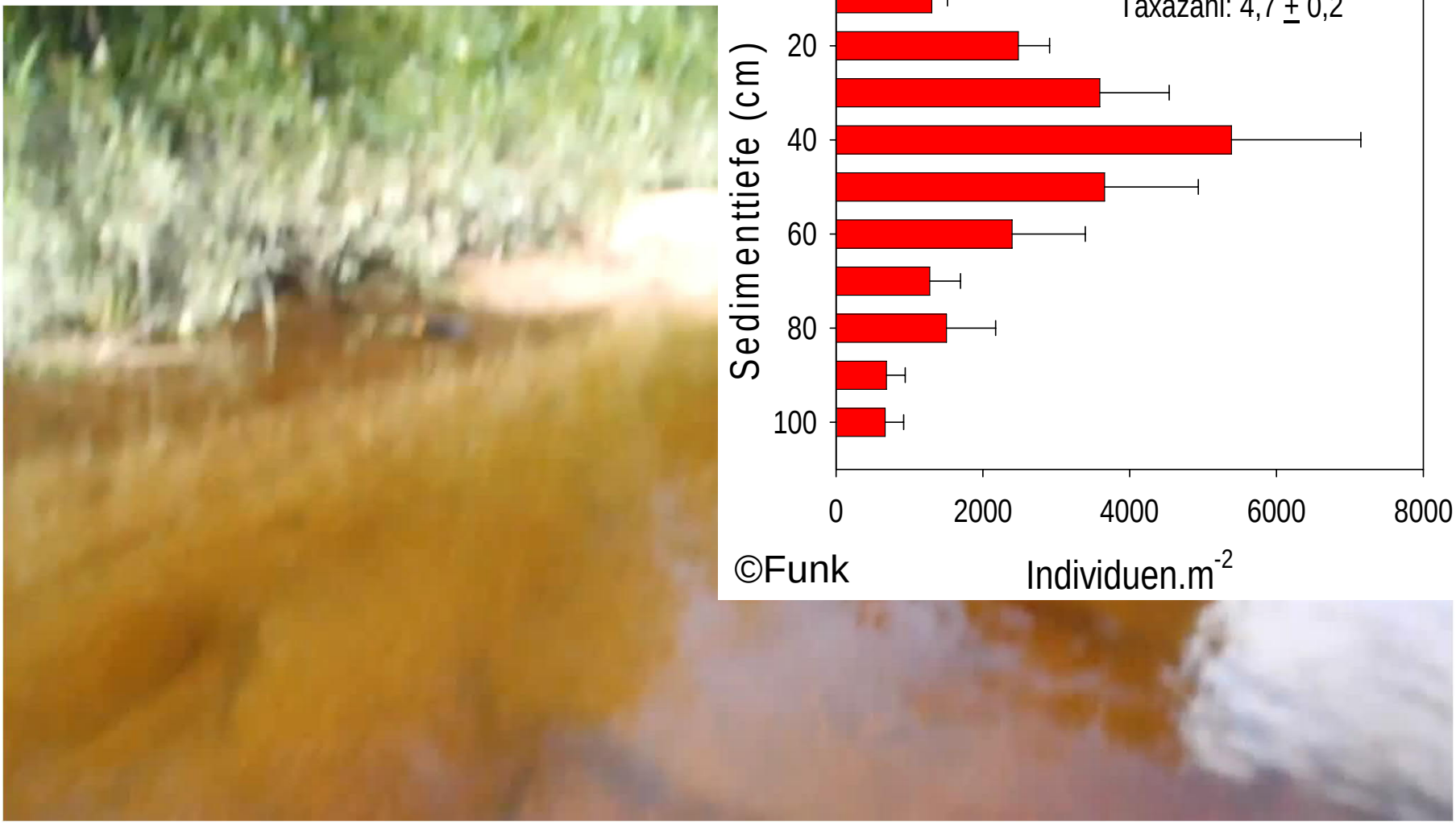
CDL - Fallstudie Donau

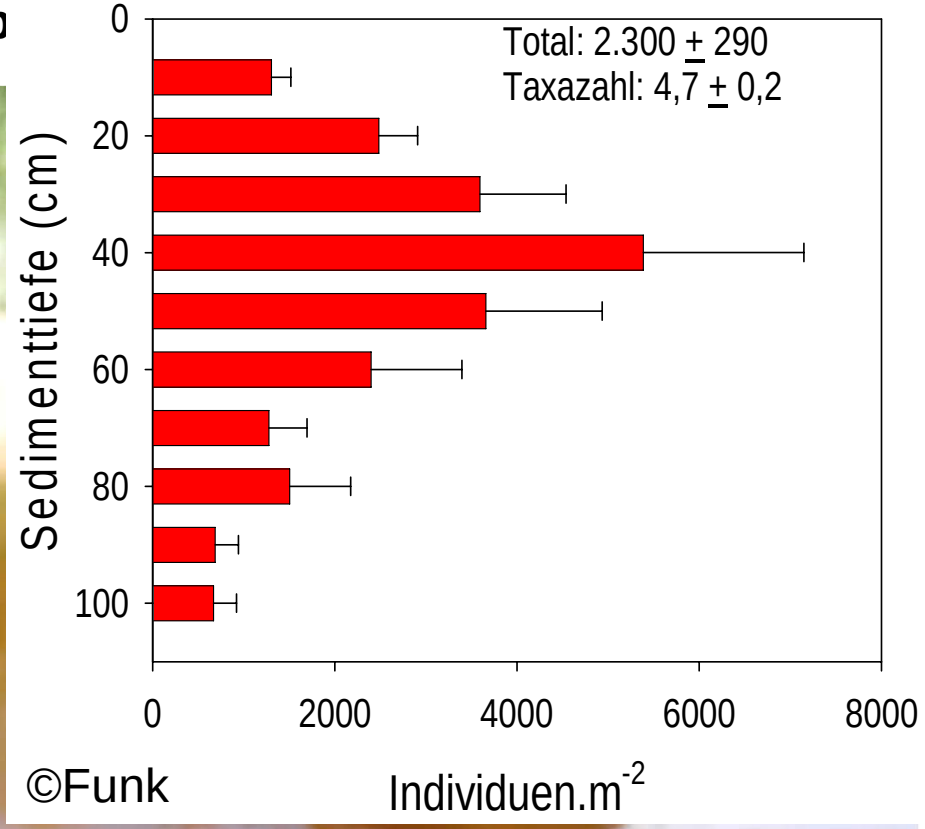
- **zu hohe Dynamik ökologisch problematisch**

Vltava / CZ

CDL - Fallstudie Donau

- **zu hohe Dynamik ökologisch prob**

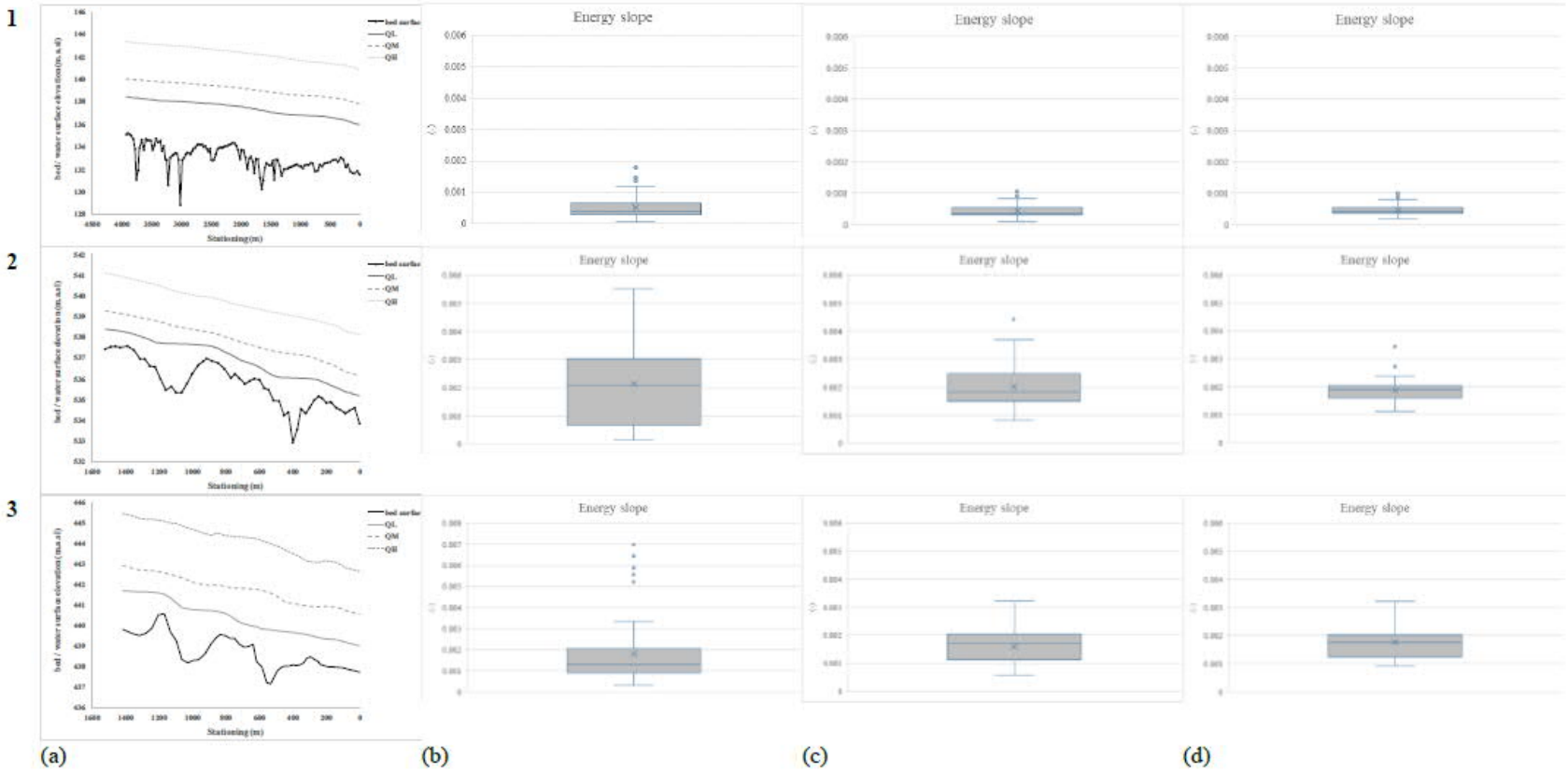




Vltava / CZ

CDL - Fallstudie Donau

- **vergleichende numerische Untersuchungen (I_E)**



1 – Donau
2 – Drau
3 - Alpenrhein

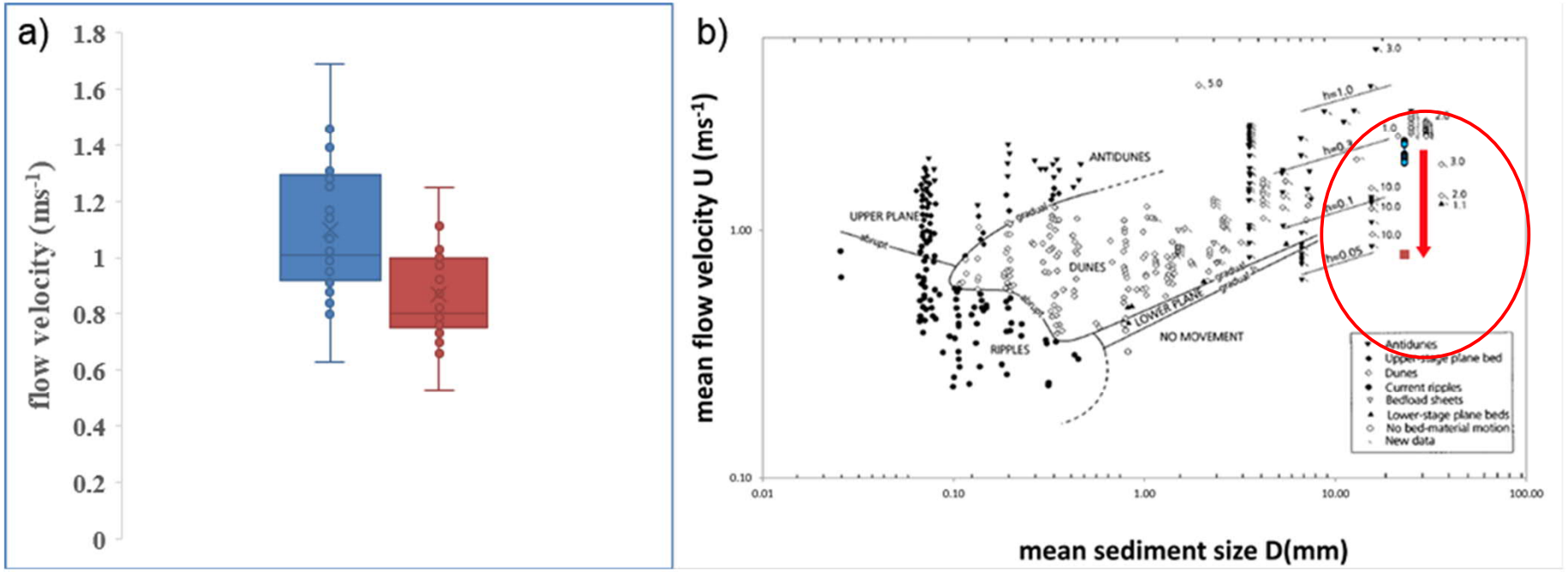
Hauer *et al.*, (2021) ESPL revised paper

CDL - Fallstudie Donau

- **numerische Untersuchungen (Furt-Rekonstruktion)**

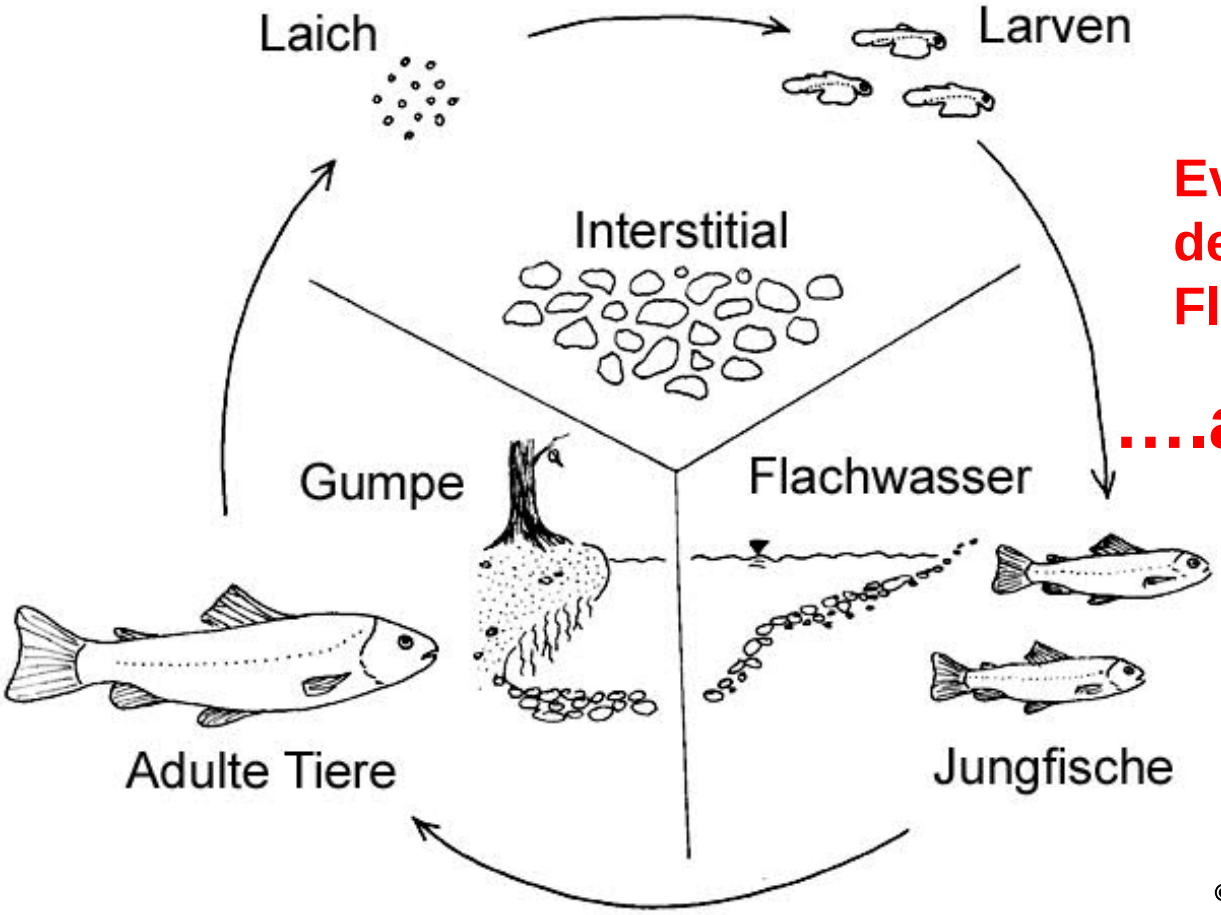
Vergleich IST-Zustand mit modifizierter Geometrie

Auswirkungen auf das Sohlformendiagramm von Carling (1999)



Hauer *et al.*, (2021) ESPL revised paper

Anforderungen aquatische Organismen (Fische)



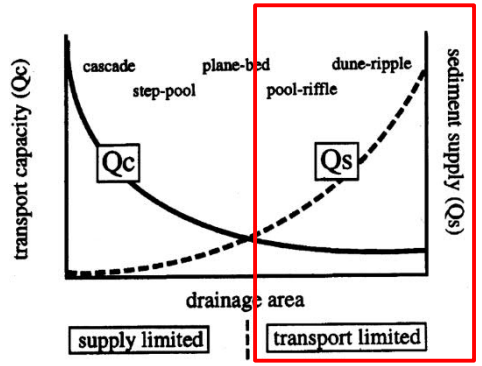
Evolution gemeinsam mit der Entwicklung unserer Flusslandschaften!

….auch Prozesse!!!

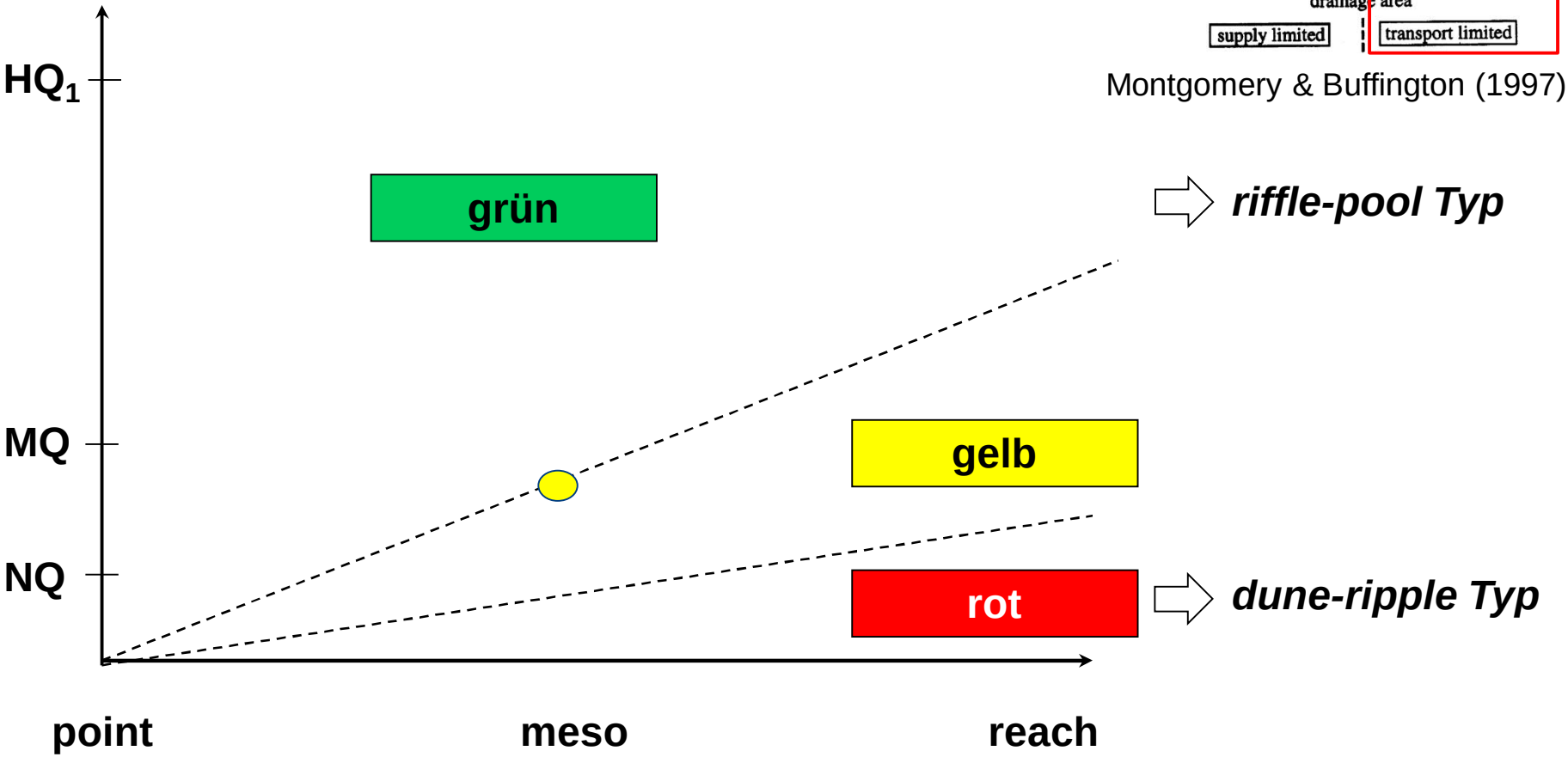
©Bostelmann, 2003

Bsp. Risikoeinschätzung zur Zielverfehlung auf Grund der Feststoffdynamik

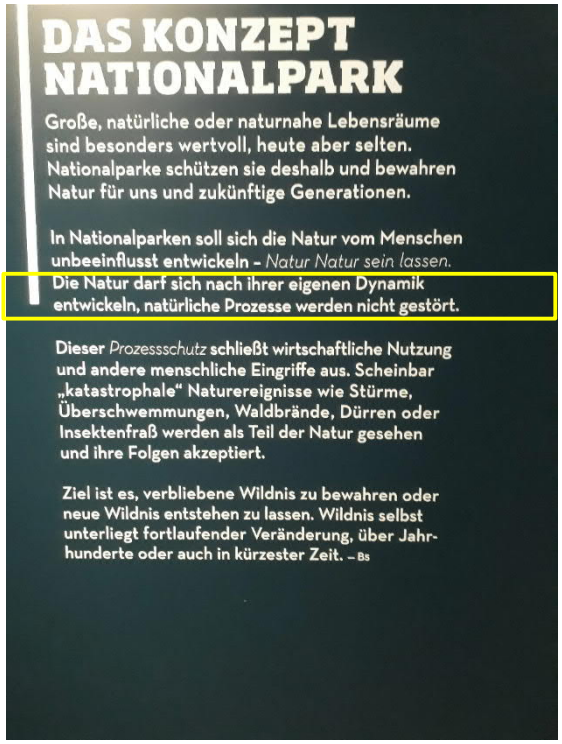
- **transportlimitierende Verhältnisse**



Montgomery & Buffington (1997)



„Blick über den Gewässer-(Teller)rand……“



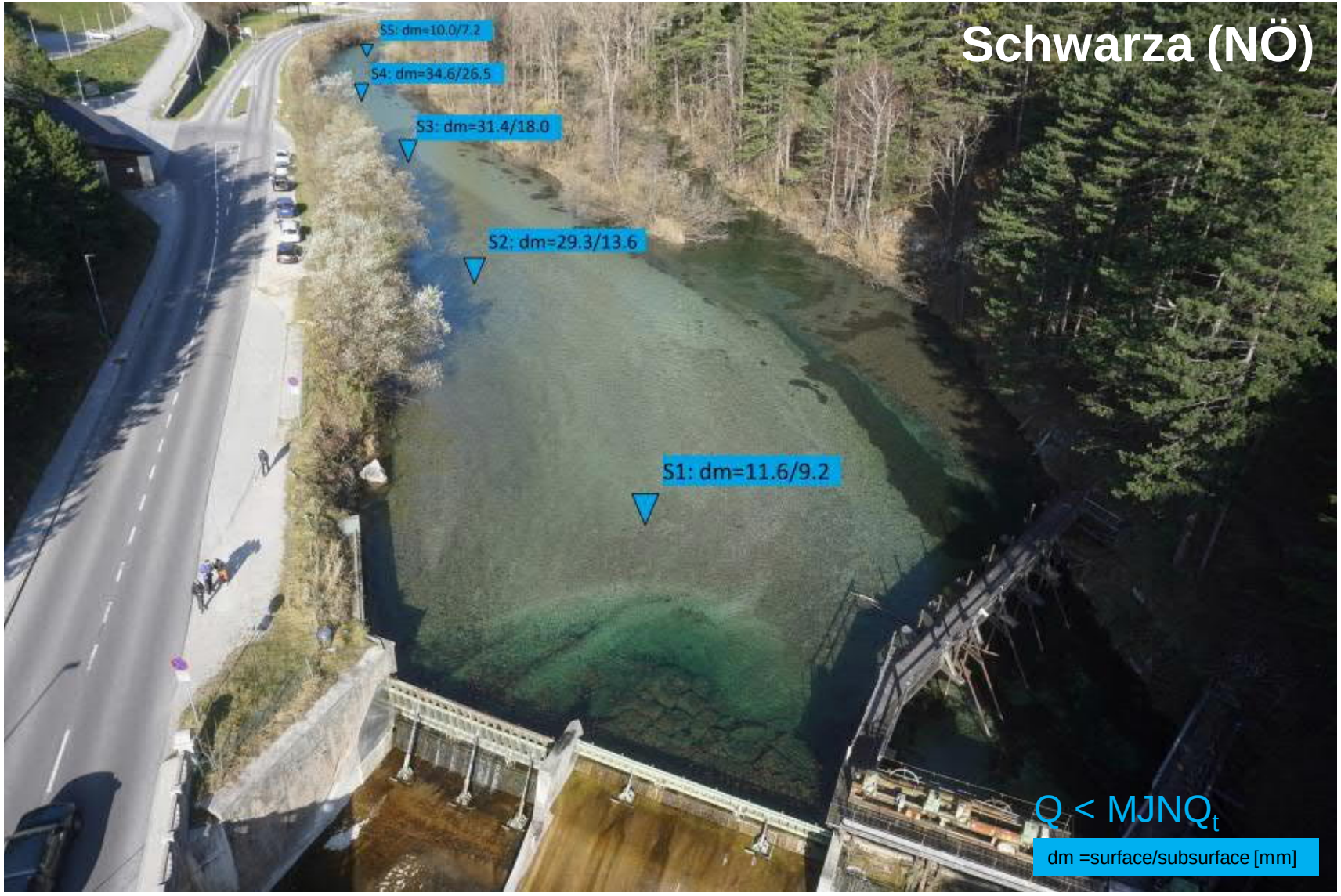
NATIONALPARK Bayerischer Wald

„Die Natur darf sich nach ihrer eigenen Dynamik entwickeln, natürliche Prozesse werden nicht gestört.“

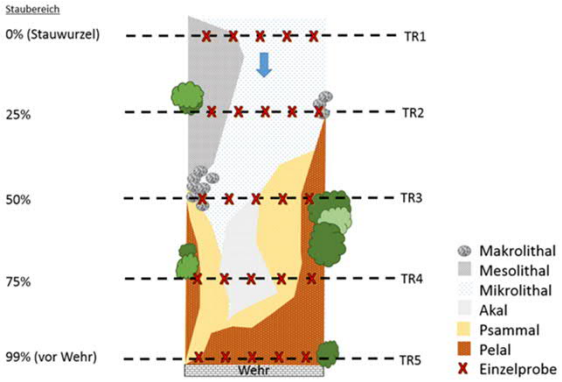
<u>Warum nicht:</u>

Ziel der Wasserrahmenrichtlinie ist es die ***natürlichen Prozesse zu schützen / fördern*** und ***anthropogene Rahmenbedingungen dahingehend zu optimieren*** um den ***ökologischen Gewässerzustand*** zu verbessern.

CDL - Fallstudie Kleinwasserkraft



CDL - Fallstudie Kleinwasserkraft



Transekt	Substrat				
Riffle	Akal	Meso	Meso	Meso	Meso
Pool	Makro	Meso	Meso	Mikro	Meso
Rinner	Mikro	Meso	Meso	Meso	Meso
5	Meso	Meso	Meso	Mikro	Meso
4	Akal	Akal	Akal	Akal	Meso
3	Akal	Akal	Akal	CPOM	CPOM
2	CPOM	Akal	Akal	Akal	Mikro
1	CPOM	CPOM	Psammal	Psammal	Meso

WEHR

Zustands-klasse	Transekt	Tiefe / Fließgeschwindigkeit				
sehr gut (high)	Riffle	50 cm 0,2 m/s	53 cm 0,4 m/s	30 cm 0,4 m/s	23 cm 0,15 m/s	8 cm 0,1 m/s
sehr gut (high)	Pool	55 cm 0,1 m/s	110 cm 0,25 m/s	75 cm 0,5 m/s	47 cm 0,8 m/s	29 cm 0,1 m/s
sehr gut (high)	Rinner	47 cm 0,2 m/s	51 cm 0,8 m/s	53 cm 1,2 m/s	30 cm 0,4 m/s	4 cm 0,01 m/s
sehr gut (high)	5	26 cm 0,02 m/s	31 cm 0,19 m/s	29 cm 0,3 m/s	32 cm 0,43 m/s	71 cm 0,38 m/s
sehr gut (high)	4	70 cm 0,14 m/s	72 cm 0,24 m/s	72 cm 0,34 m/s	79 cm 0,31 m/s	94 cm 0,23 m/s
sehr gut (high)	3	115 cm -	82 cm -	69 cm -	41 cm -	36 cm -
sehr gut (high)	2	92 cm 0,12 m/s	90 cm 0,11 m/s	80 cm / 79 cm 0,18 m/s / 0,2 m/s	83 cm 0,19 m/s	85 cm 0,11 m/s
gut (good)	1	117 cm 0,02 m/s	115 cm 0,06 m/s	110cm / 115 cm 0,1m/s / 0,13 m/s	112 cm 0,03 m/s	52 cm 0,02 m/s

WEHR

Fließrichtung

Substrat	v40
Makro	>0,8
Meso/ Mikro	0,41-0,8
Mikro	0,21-0,4
Akal	0,11-0,2
Psammal	0,06-0,1
Pelal	0,03-0,05
CPOM/ Psammal	< 0,03

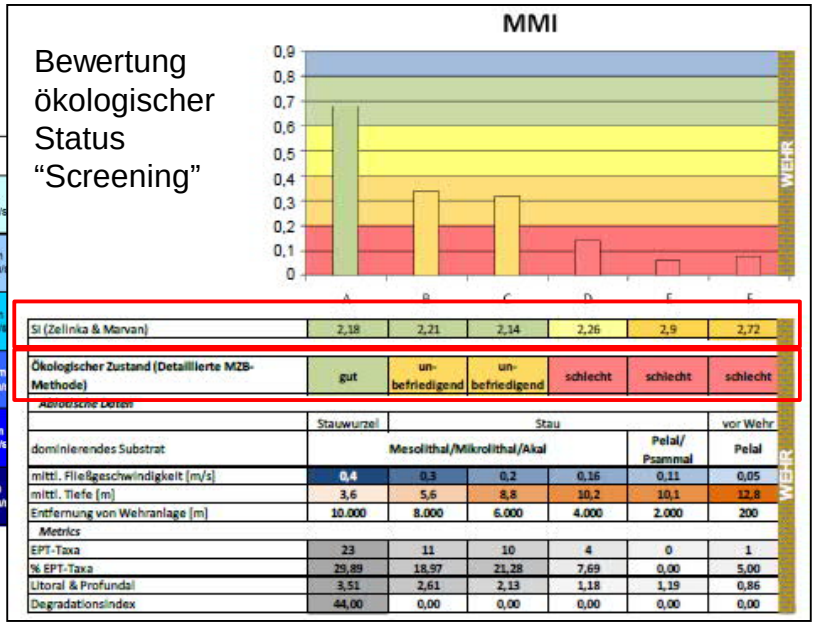
CDL - Fallstudie Kleinwasserkraft

➡ *Studie Ofenböck et al. (2011), Graf et al., (2020)*

Übersicht über die Anzahl der untersuchten Transekte und Einzelproben für unterschiedliche Laufkraftwerke.

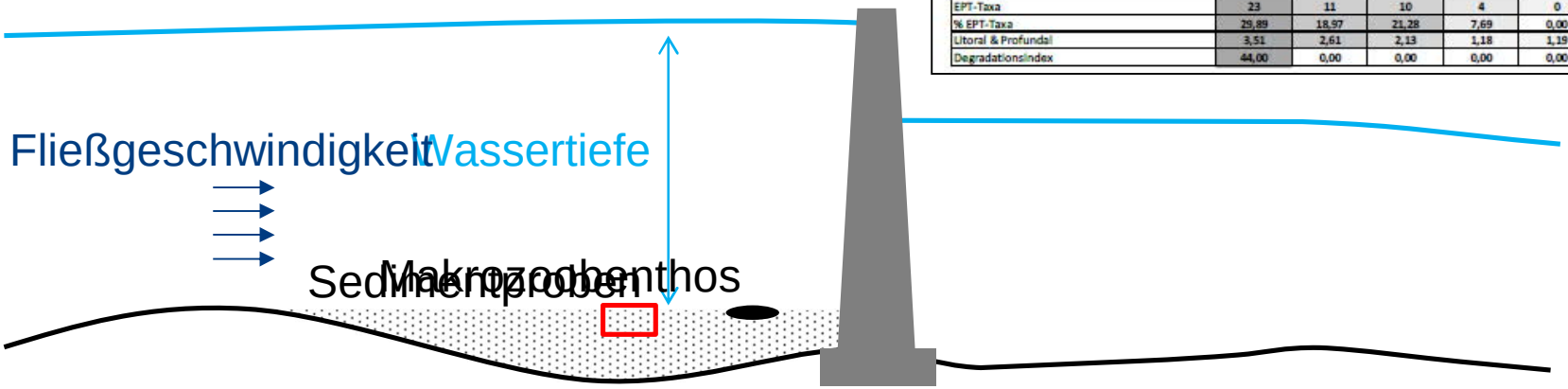
Fluss	Datum	Transekte	Proben gesamt	Referenz	Sammel-methode
Traun bei Pucking	07.08.2008	6	34	nein	Airlift / Greifer
Erlauf bei Erlauf	02.09.2008	4	24	ja	Airlift
Mur bei Spielfeld	06.11.2008	5	30	ja	Airlift
Mährische Thaya bei Unterpertholz	26.06.-03.07.2008	5	29	ja	Handnetz
Leitha bei Gattendorf	11.06.2008	5	21	ja	Greifer / Handnetz
Kamp Diethartsmühle	27.04.2000 / 25.7.2000	4	8	ja	MHS
Naarn uh. Aschermühle	28.04.2000 / 25.7.2000	3	6	ja	MHS
Waldaist Pfahnlmühle	28.04.2000 / 26.7.2000	5	8	ja	MHS
Donau Abwinden-Asten	22.-24.5.2006	6	80	nein	Airlift

Bewertung ökologischer Status “Screening”



Tran-sekt		
A km 24,2	3 m 0,4 m/s	
B km 22,2	6,3 m 0,25 m/s	
C km 20,2	9,1 m 0,2 m/s	
D km 18,2	10,2 m 0,15 m/s	
E km 16,2	7,2 m 0,1 m/s	
F km 14,2	11 m 0,05 m/s	

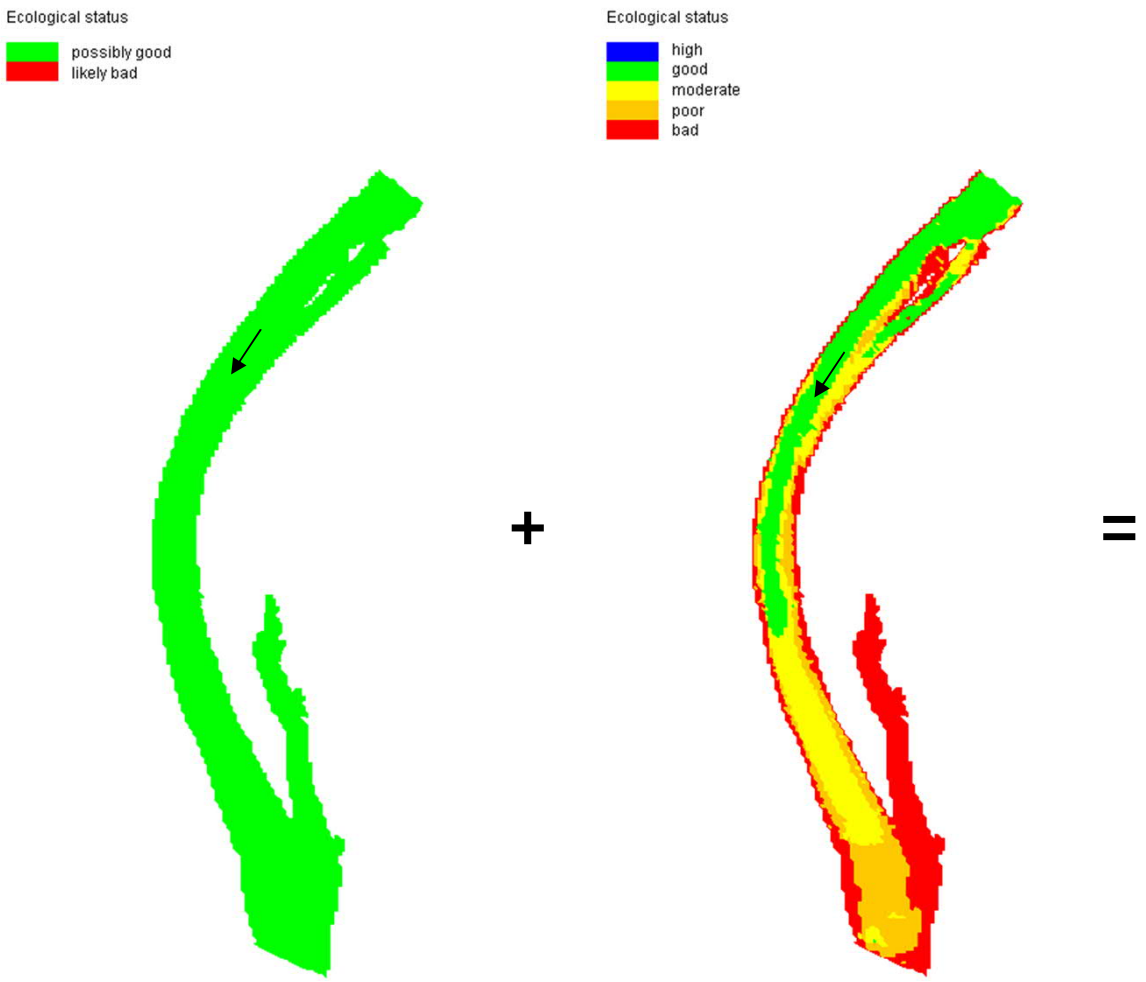
SI (Zelinka & Marvan)	2,18	2,21	2,14	2,26	2,9	2,72
Ökologischer Zustand (Detaillierte MZB-Methode)	gut	un-befriedigend	un-befriedigend	schlecht	schlecht	schlecht
Aerobische Zeiten						
	Stauwurzel	Stau				vor Wehr
dominierendes Substrat	Mesolithal/Mikrolithal/Akal				Pelal/ Psammal	Pelal
mittl. Fließgeschwindigkeit [m/s]	0,4	0,3	0,2	0,16	0,11	0,05
mittl. Tiefe [m]	3,6	5,6	8,8	10,2	10,1	12,8
Entfernung von Wehranlage [m]	10.000	8.000	6.000	4.000	2.000	200
Metrics						
EPT-Taxa	23	11	10	4	0	1
% EPT-Taxa	29,89	18,97	21,28	7,69	0,00	5,00
Litoral & Profundal	3,51	2,61	2,13	1,18	1,19	0,86
Degradationsindex	44,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Entwicklung von Bewertungsmodellen

- in Kombination mit Feststofftransportmodellen

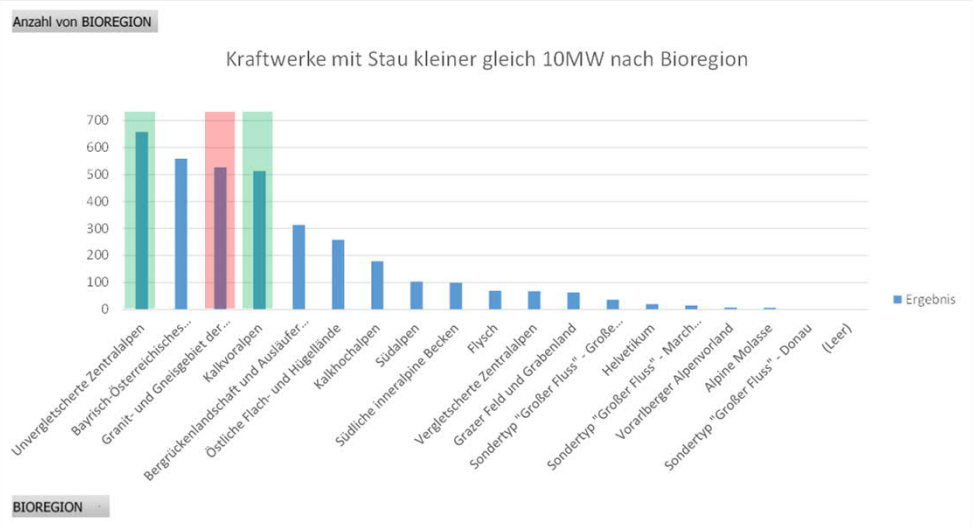
Tritthart *et al.* (2020)

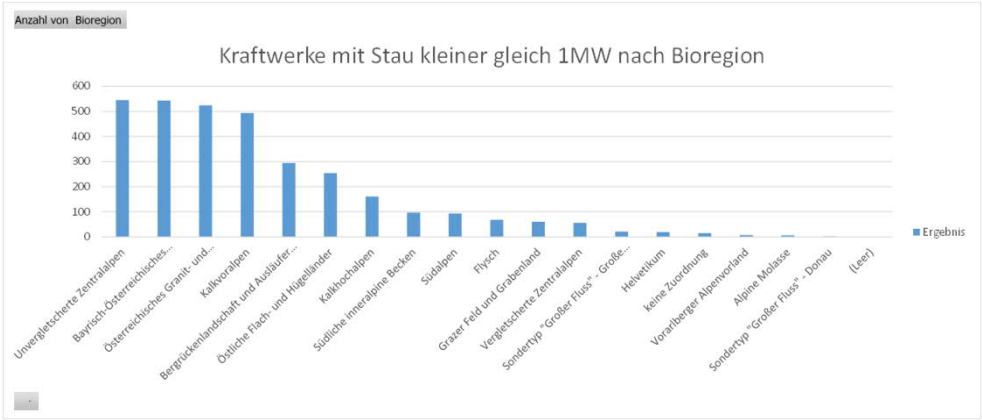


SI Korngrößen **SI Fließgeschwindigkeit** **Gesamtbewertung**

CDL - Fallstudie Kleinwasserkraft

- Anwendungsbereiche





Ja:

- kleine Staue im Rhithral in stark geschiebeführenden (Kiesbett) Flüssen

Nein:

- Staue der Böhmischen Masse oder Potamal

Nein:

- mittlere und große Fließgewässer

Zusammenfassung / Ausblick

Ein grundlegendes ***Prozessverständnis*** der Fließgewässer ist ein **MUSS** um geeignete Verbesserungsmaßnahmen bzw. auch Maßnahmen im Bereich des ***ökologischen Managements*** von ***Wasserkraftanlagen*** durchzuführen.

Nur wer die Prozesse kennt, kann eine gute ***Ist-Bestandsanalyse*** durchführen, ***Defizite*** ableiten und ***geeignete Maßnahmen*** entwickeln.

Einfache Betrachtungen der (Feststoff-) Prozesse (Bsp. Salzach) reichen oft ***nicht aus*** um die hydromorphologischen Auswirkungen und somit ***Veränderungen des Lebensraums*** zu bewerten (***multi-stressed rivers***).

Im Zuge der Arbeiten im CD-Labor 2021 – 2024 wird verstärkt ein ***Fokus*** auf die ***systematische Analyse*** in Bezug auf die ***Prozessbewertung*** aber auch ***Prozessbeschreibung*** für ein ***Stauraum-management*** gelegt werden; - auch hinsichtlich Modell(weiter-)entwicklung.

Danke für die Aufmerksamkeit.