

---

# Hochwasserrefugien in Aufweitungen – ein Beispiel für koordiniertes Revitalisieren

Forschungsprojekt im Rahmen des Forschungsprogramms "Wasserbau & Ökologie" (2017-2021)

4. Forum für Gewässerrevitalisierung – Koordination wasserbaulicher Massnahmen

16. November 2023

Cristina Rachelly



# Einleitung

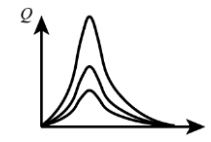
- Revitalisierung = lokale Massnahme, eingebettet in Einzugsgebiet
- Beispiel eigendynamische Aufweitung:

Klimaerwärmung



Thur Schöffäuli (swisstopo, 2023)

Abflussregime



Restwassersanierung  
San. Schwall-Sunk



Geschiebehaushalt



San. Geschiebe

Holzaufkommen



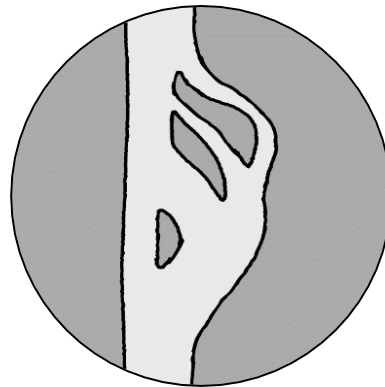
# Einleitung

- Fokus Forschungsprojekt:
  - Einfluss Geschiebehaushalt auf eigendynamische Aufweitungen
  - Hochwasserrefugien für aquatische Organismen

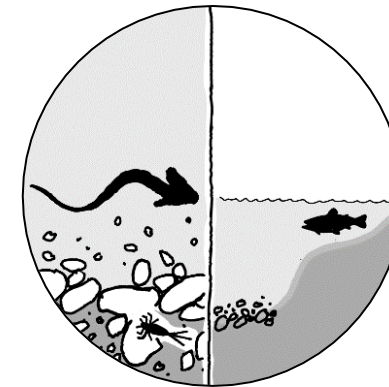
Geschiebehaushalt



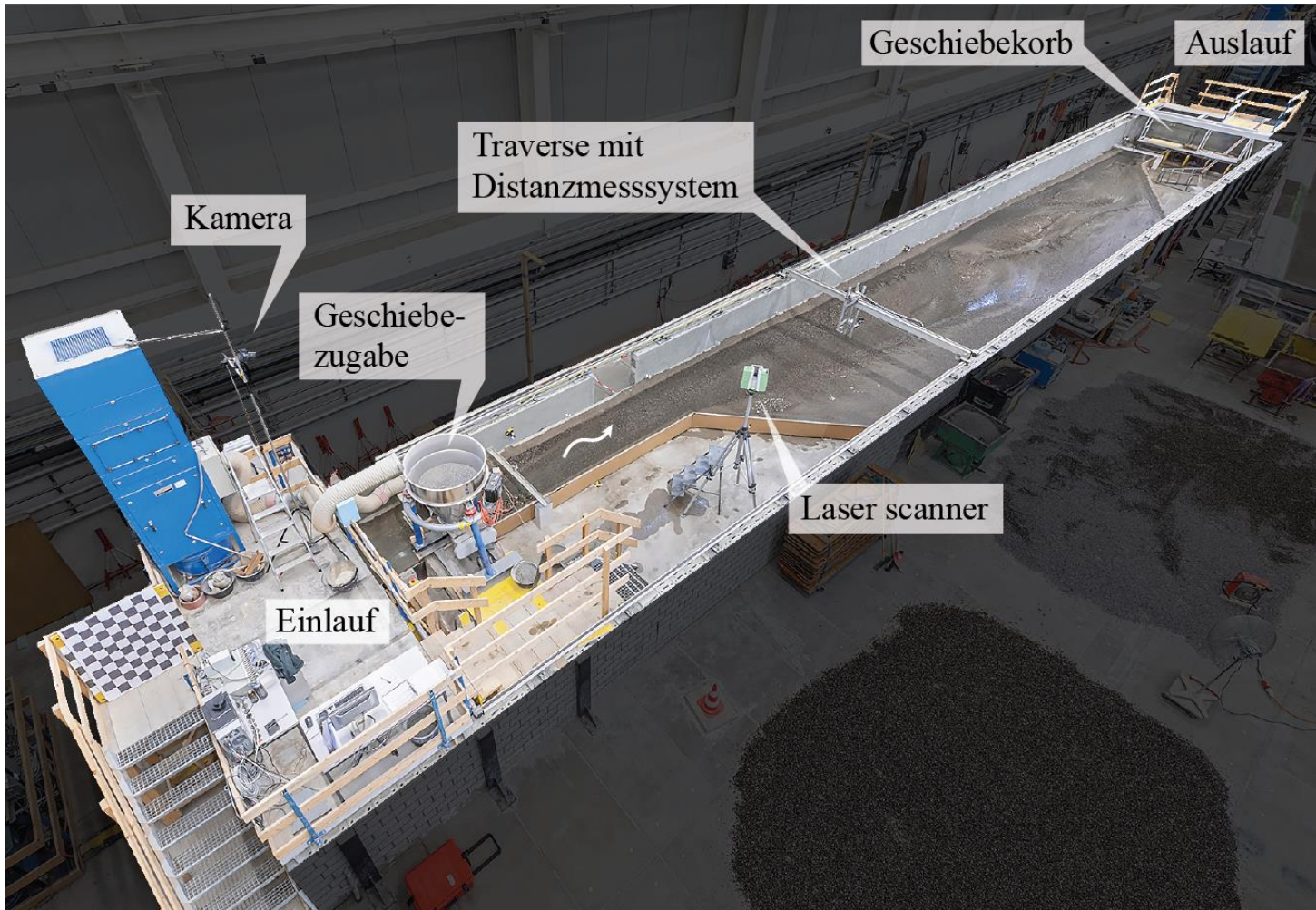
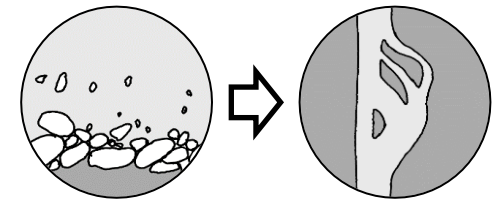
Morphodynamik



Hochwasserrefugien

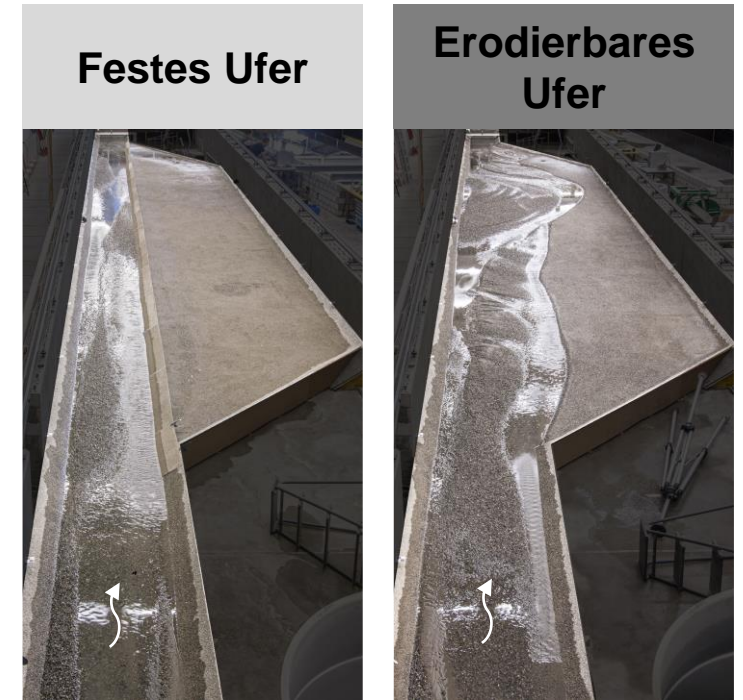


# Geschiebezufuhr → Morphodynamik



Rachelly (2021)

16.11.2023



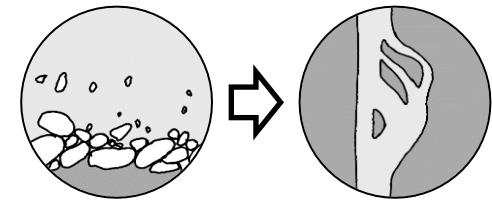
Initialgerinne:  
 $Q_{s,in}/Q_{s,0} = 1.0$

$Q_{s,in}/Q_{s,0} =$   
 0.2, 0.6, 0.8, 1.0

$Q_{s,in}$  – Geschiebezufuhr

$Q_{s,0}$  - Transportkapazität Initialgerinne ( $J_0 = 0.01$ )

# Geschiebezufuhr → Morphodynamik

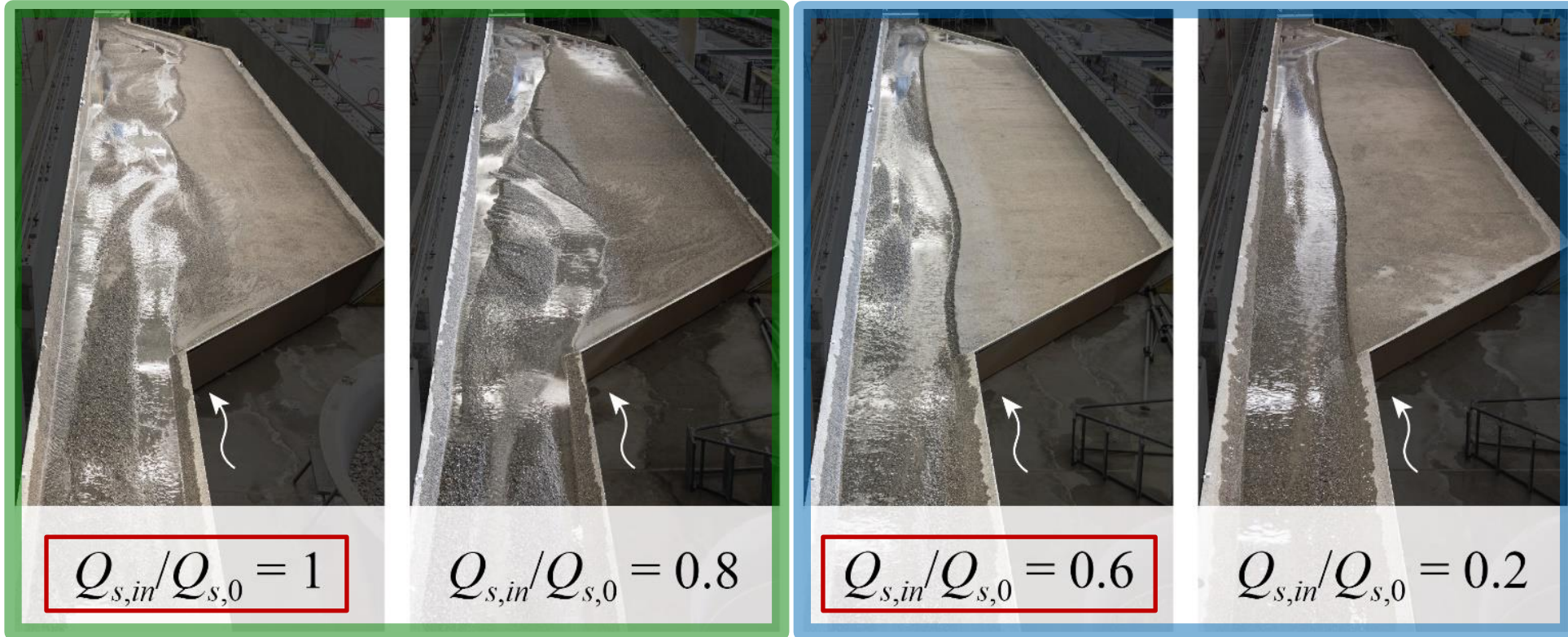


Rachelly (2021)

Geschiebezugaberate

*Morphodynamisch aktiv*

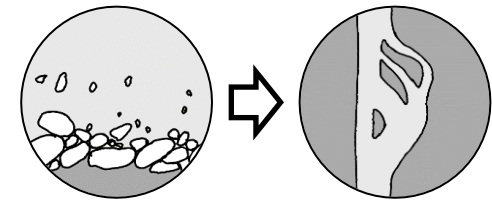
*Morphodynamisch inaktiv*



Ufererosion,  
Destabilisierung Hauptgerinne

Hohe Gerinnestabilität

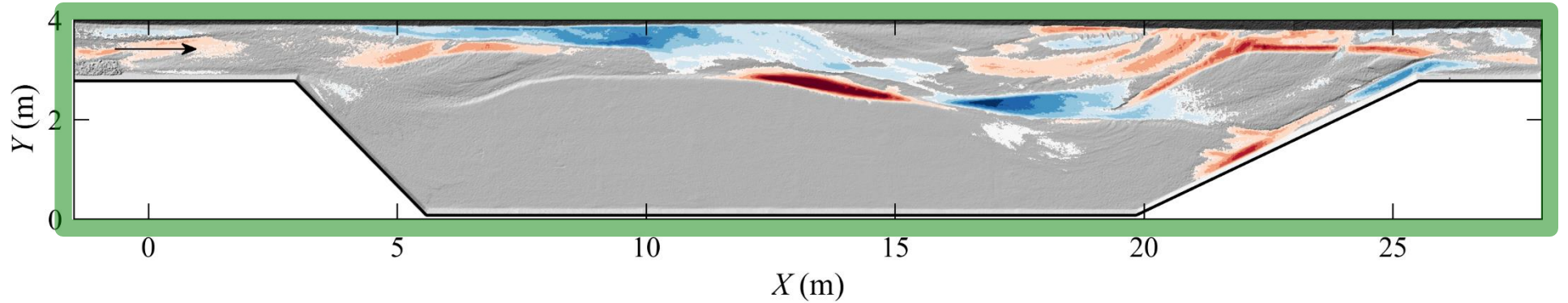
# Geschiebezufuhr → Morphodynamik



Rachelly (2021)

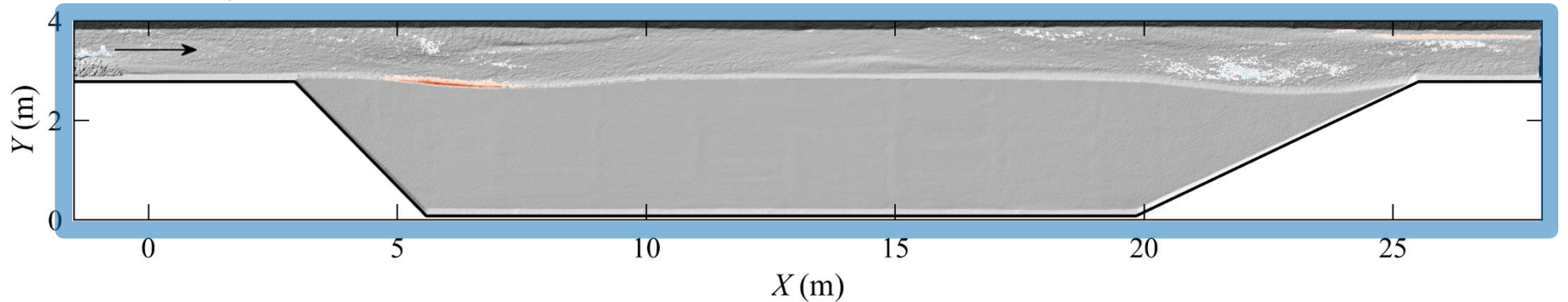
*Morphodynamisch aktiv*

$$Q_{s,in}/Q_{s,0} = 1$$



*Morphodynamisch inaktiv*

$$Q_{s,in}/Q_{s,0} = 0.6$$

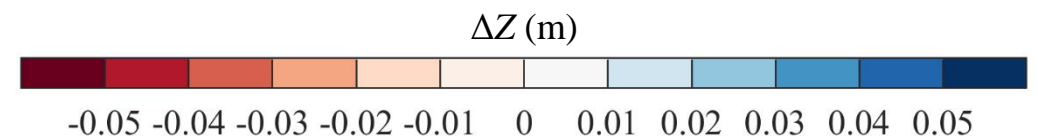


Topografie:

nach 21 h

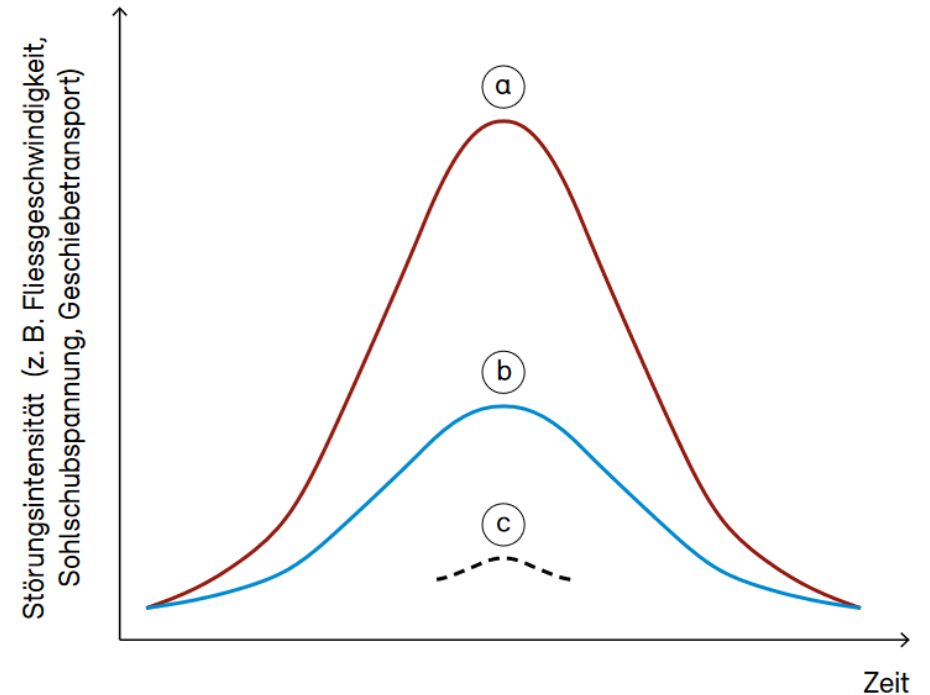
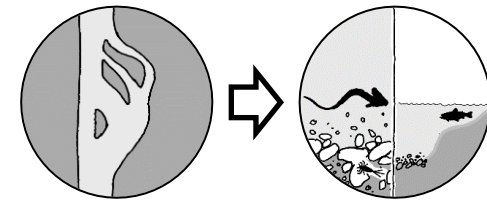
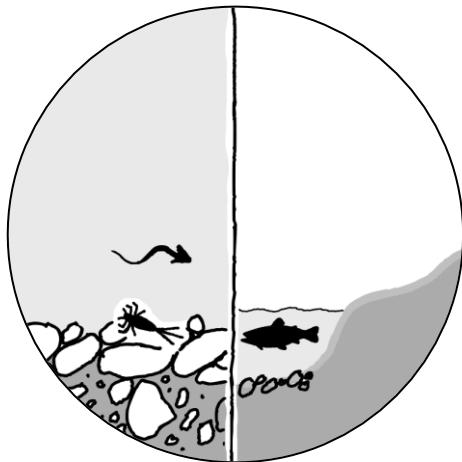
Änderung Sohlenlage:

während 3 h



# Aquatische Refugien

- Was sind Refugien?
  - Rückzugshabitate während einer Störung (z.B. Hochwasser)
  - Gedämpfte Störungsintensität (z.B. Fließgeschwindigkeit, Geschiebetransport)
  - Fördern Resistenz & Resilienz

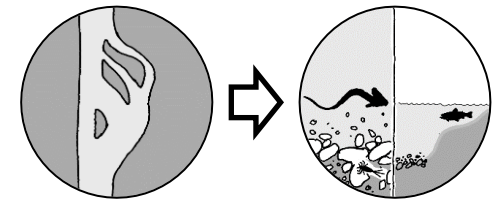


- z. B. Habitate im Hauptgerinne
- z. B. Hinterwasser, unterspülte Ufer
- - - z. B. temporäre Auentümpel

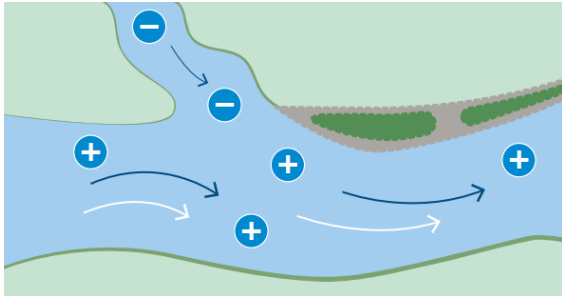
Abbildung angepasst aus Weber *et al.* (2013)

Rachelly *et al.* (2023)

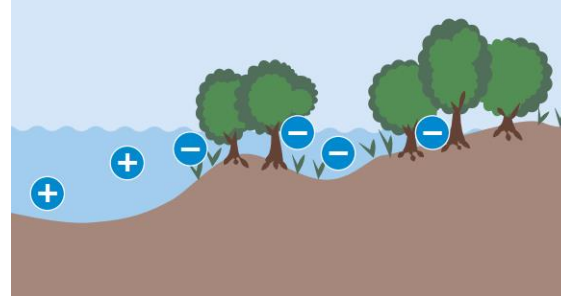
# Beispiele Hochwasserrefugien



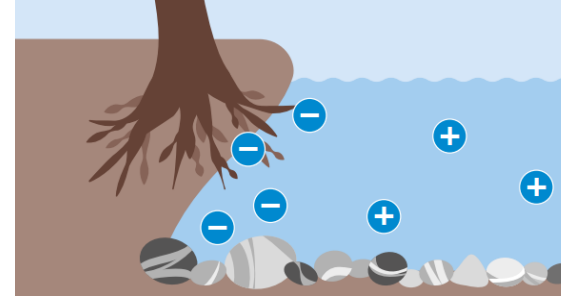
Zufluss / Mündungsbereiche



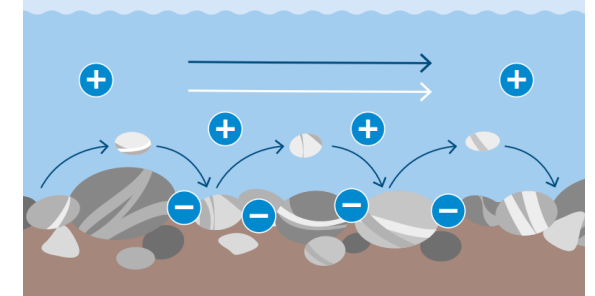
Aue



Unterspültes Ufer / Wurzeln



Kieslückensystem



grossräumig

kleinräumig

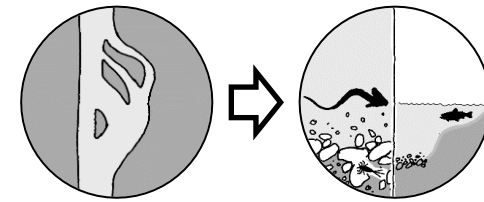
Rachelly et al. (2023)

16.11.2023

8



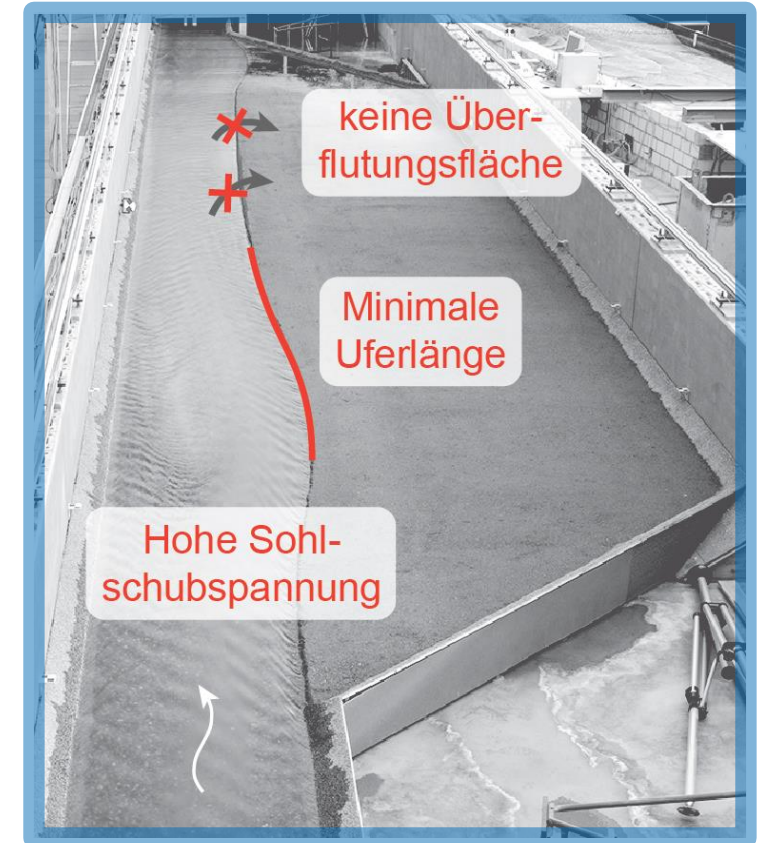
# Aquatische Hochwasserrefugien



- Direkte Untersuchung von Hochwasserrefugien ist schwierig
  - Ausnahme: z.B. künstliche HW am Spöl *Mathers et al. (2021, 2022)*
- Mögliche Indikatoren für die indirekte Beschreibung:
  - Überflutungsdynamik
  - Uferlänge
  - Sohlschubspannungsverteilung (und Geschiebetransport)

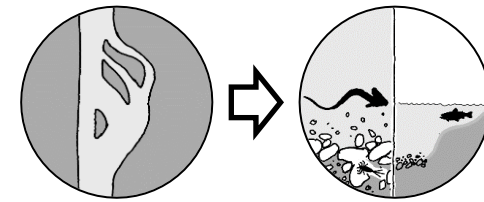


*Morphodynamisch aktiv*



*Morphodynamisch inaktiv*

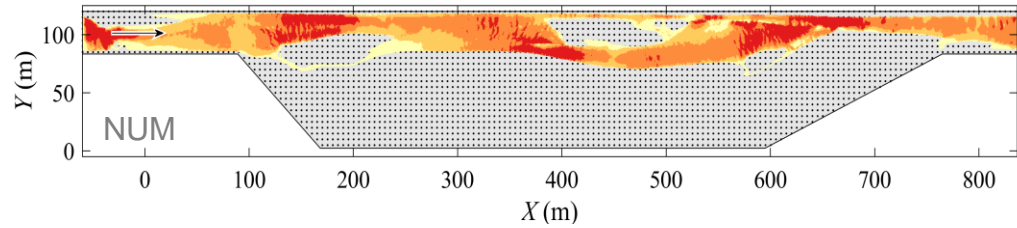
# Aquatische Hochwasserrefugien



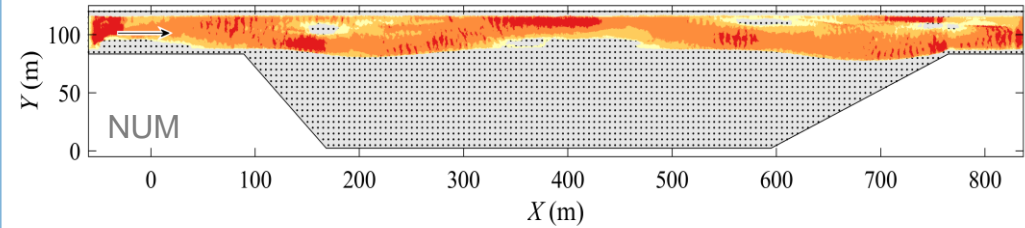
Morphodynamisch aktiv

Morphodynamisch inaktiv

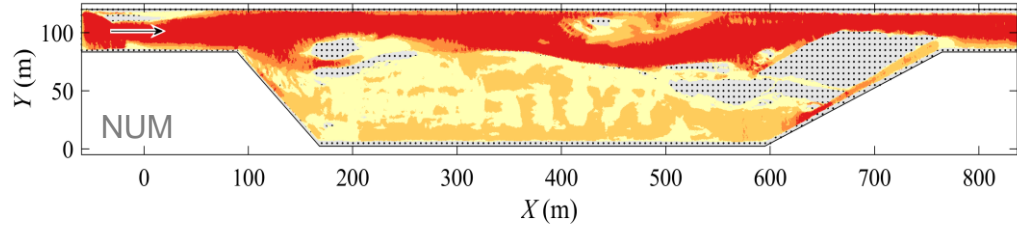
$Q_m$



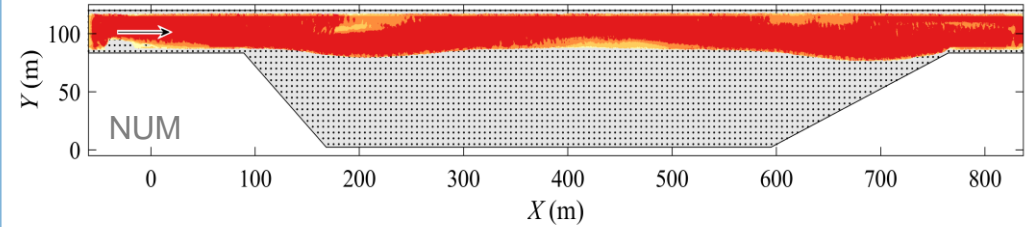
$Q_m$



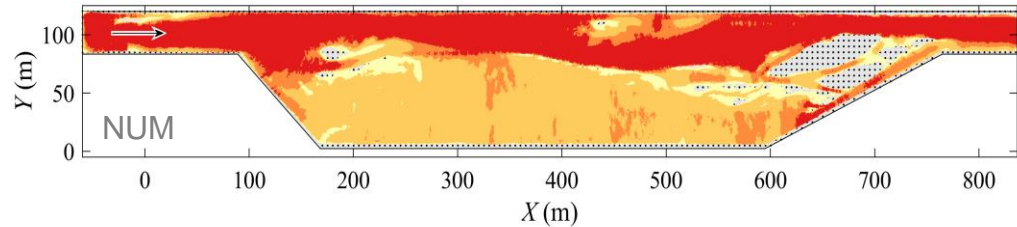
$Q_1$



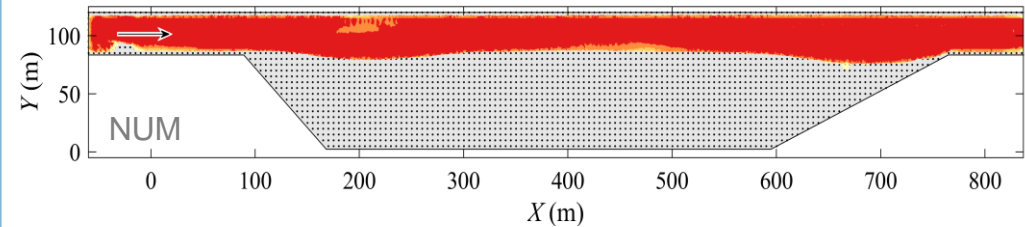
$Q_1$



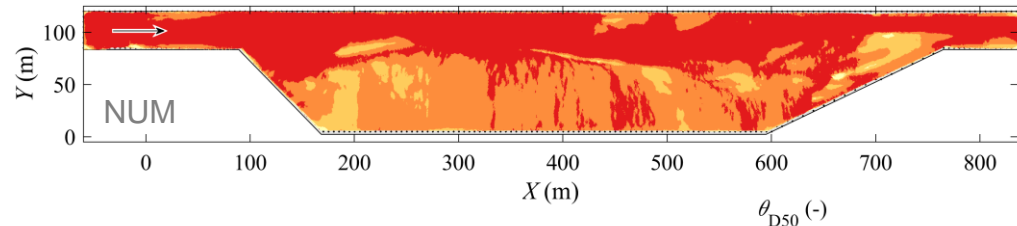
$HQ_2$



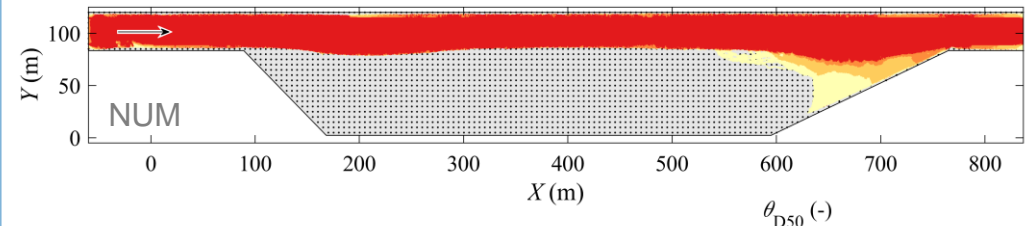
$HQ_2$



$HQ_{30}$



$HQ_{30}$



$\theta_{D50}$  (-)



$\theta_{D50}$  (-)



Dry bed

Bed mobility:

None Intermittent Partial Full

Dry bed

Bed mobility:

None Intermittent Partial Full

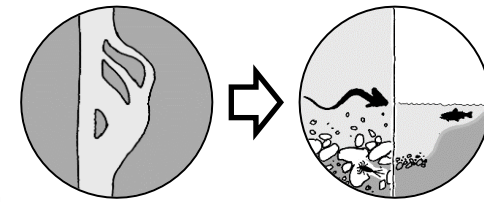


11.2021

10

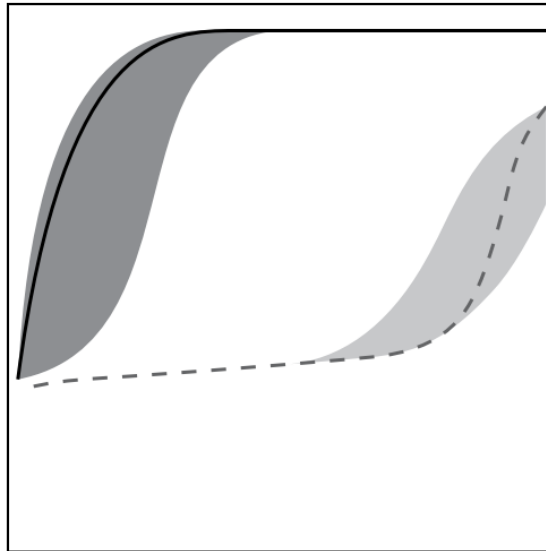
1

# Aquatische Hochwasserrefugien



- Morphodynamisch aktive Aufweitungen
- - - Morphodynamisch inaktive Aufweitungen

Benetzte Fläche

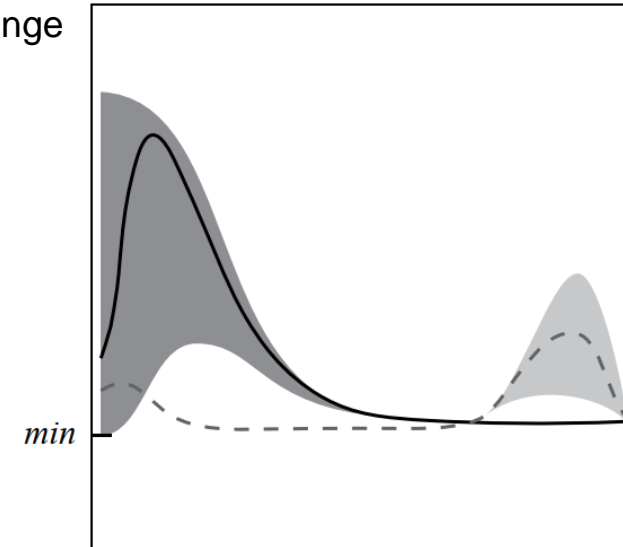


Häufige HW

Seltene HW

- Morphodynamisch aktiv: Aktivierung der Aue bei häufigen Hochwassern
- Morphodynamisch inaktiv: Entkoppelung Hauptgerinne / Aue

Uferlänge



Häufige HW

Seltene HW

- Morphodynamisch aktiv: Erhöhte Uferlänge, v.a. bei häufigen HW
- Morphodynamisch inaktiv: Nahezu minimale Uferlänge über ganzes Abflussspektrum

---

# Fazit

- Im Falle von eigendynamischen Aufweitungen führt ausreichender Geschiebetransport zu **nachhaltiger Morphodynamik**, die wiederum zu **mehr potenziellen Refugien** führt
- Geschiebetransport ist sowohl **Störung** (Einzellebewesen) als auch ein **notwendiger Prozess** zur Schaffung potenzieller Refugien (Lebensgemeinschaft)
- **Heutiger und zukünftiger Geschiebehaushalt** sind wesentliche Randbedingungen für lokale Revitalisierungen (→ SanG)
- **Gesamtes Abflussspektrum** mitdenken  
→ Habitatvielfalt ist auch bei Hochwasser essentiell
- Bei eingeschränkter Dynamik → **gezielte Strukturierung**, ohne Dynamik zu unterbinden



Töss Sennschür, IUB Engineering AG

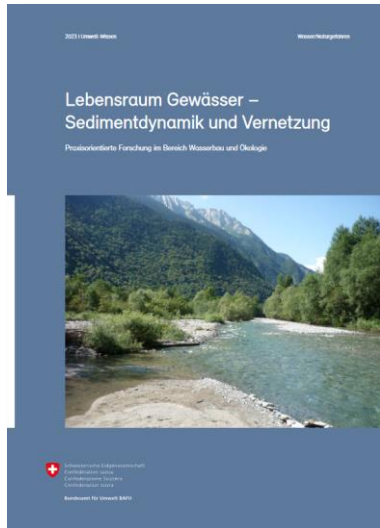
---

# Fazit

- Weitere wichtige Prozesse / Randbedingungen:
  - Niedrigwasser
    - › Anderer Störungsverlauf (weniger dynamisch, länger anhaltend)
    - › Kein Widerspruch zwischen HW/NW
  - Restwasser
    - › Verändertes Abflussregime → fehlende Dynamik im Bereich der kleinen HW
  - Totholz / Vegetation
  - Bedeutung von Seitenzuflüssen / Mündungsbereichen als Hochwasser- und Temperaturrefugien → Wiederherstellung Fischgängigkeit
  - ...
- Lokale Revitalisierungen hängen massgeblich von **grossräumigen Prozessen** ab und beeinflussen diese wiederum

# Forschungsprogramm Wasserbau & Ökologie

Forschungsprojekt "Lebensraum Gewässer – Sedimentdynamik und Vernetzung" (2017-2021)



BAFU Umwelt-Wissen 2302 (2023)

9 Merkblätter

(Merkblatt 5 zu Refugien)

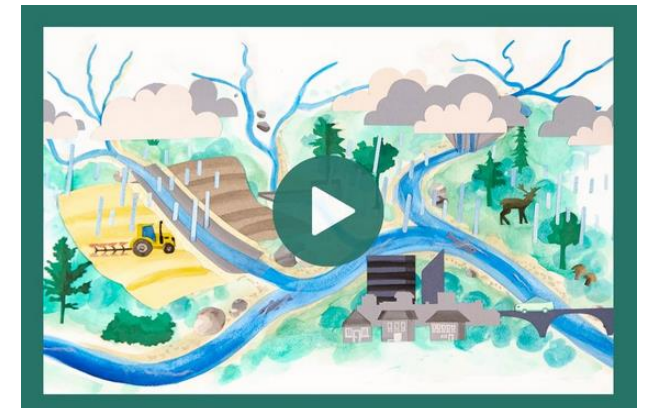


Interaktive Website



<https://rivermanagement.ch/>  
DE / FR / IT / EN

Info-Flyer



5 Stop-Motion Filme

# Vielen Dank für Ihr Interesse!



Vielen Dank an:

Anita Bianchi, Paul Demuth, Andreas Huwiler, Michel Nieto Medina,  
Patrik Stadtmann, Barbara Stocker

16.11.2023

**BAFU UW-2302, Kapitel 5:** C. Rachelly, Kate Mathers, Volker Weitbrecht, David Vetsch, Christine Weber

**Forschungsprogramm:**  
Wasserbau und Ökologie

**Projektphase:** Lebensraum Gewässer – Sedimentdynamik und Vernetzung (2017-2021)

**Mitfinanziert durch:** Bundesamt für Umwelt (BAFU)

**Projektpartner:**



Versuchsanstalt für Wasserbau,  
Hydrologie und Glaziologie



**eawag**  
aquatic research



15

**IUB** Engineering

---

# Literatur

- Mathers et al. (2021). Artificial flood reduces fine sediment clogging, and enhances subsurface physicochemical conditions and hyporheic accessibility for macroinvertebrates. *Ecological Solutions and Evidence*, 4, e12103. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12103>
- Mathers et al. (2022). Patchiness in flow refugia use by macroinvertebrates following an artificial flood pulse. *River Research and Applications*, 38, 696-707. <https://doi.org/10.1002/rra.3941>
- Rachelly (2021). Sediment Supply Control on River Widening Morphodynamics and Refugia Availability, VAW-Mitteilungen 265, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), (R.M. Boes, Hrsg.), ETH Zürich, Schweiz. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-00527231>
- Rachelly et al. (2021). How does sediment supply influence refugia availability in river widenings? *Journal of Ecohydraulics*, 6(2), 121-138. <http://doi.org/10.1080/24705357.2020.1831415>
- Rachelly et al. (2023). Aquatische Refugien bei Hochwasser. Kap. 5, 46-54, In: BAFU (Hrsg.) Lebensraum Gewässer – Sedimentdynamik und Vernetzung, Umwelt-Wissen 2302. [Link](#)
- Weber et al. (2013). Winter disturbances and riverine fish in temperate and cold regions. *BioScience*, 63(3), 199-210. <http://doi.org/10.1525/bio.2013.63.3.8>