





----> fließende Welle (Bach / Fluss) ---->

- Lückensystem unter der Sohle
 - großer, heterogener Porenraum
 - durchströmt, Mischung von Flusswasser & Grundwasser
 - Transport von Stoffen
 - riesige innere Oberfläche
 - mikrobieller Biofilm und Fauna
- Analogie zur Leber: Import von Stoffen -> Umbau von Stoffen -> Export
- Ort der „Selbstreinigung“ in Bächen

----> fließende Welle (Bach / Fluss) ---->

„hyporheisches Interstitial“

Fluss-/Grundwasserwechselwirkungen: Bedeutung für Ökologie und Gewässermanagement

Dr. Matthias Brunke

Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz

Fotos, Skizzen, Diagramme: © Matthias Brunke

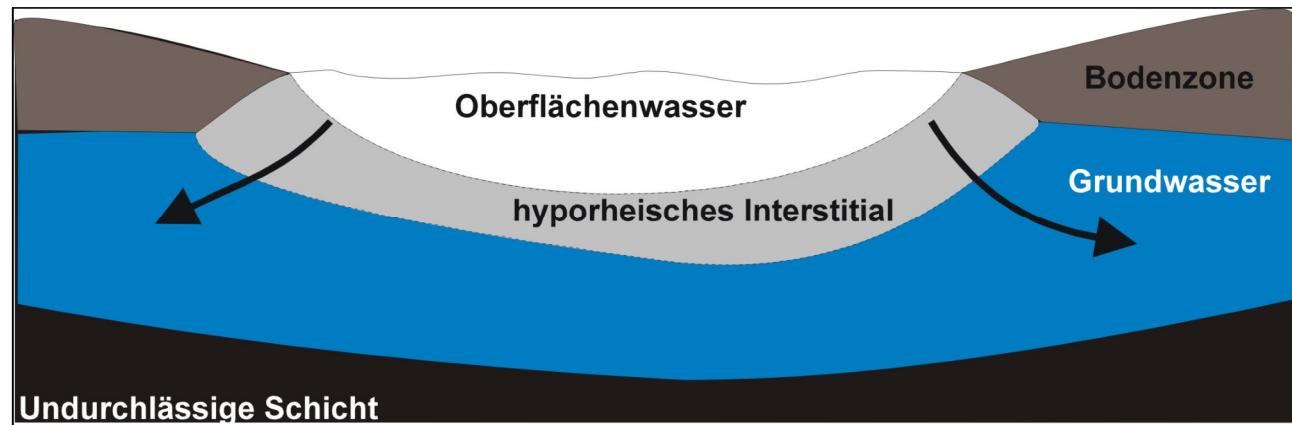
GE aktuell:

- 26.08.25 im Hotel Freimühle nahe Montabaur
- 27.08.25 im Jugend-/Pfarrheim St. Bernhard in Wittlich
- 30.09.25 in der Domberghalle in Waldlaubersheim
- 01.10.25 in der Aula der DLR in Neustadt a.d.W.

Fluss-/Grundwasserwechselwirkungen

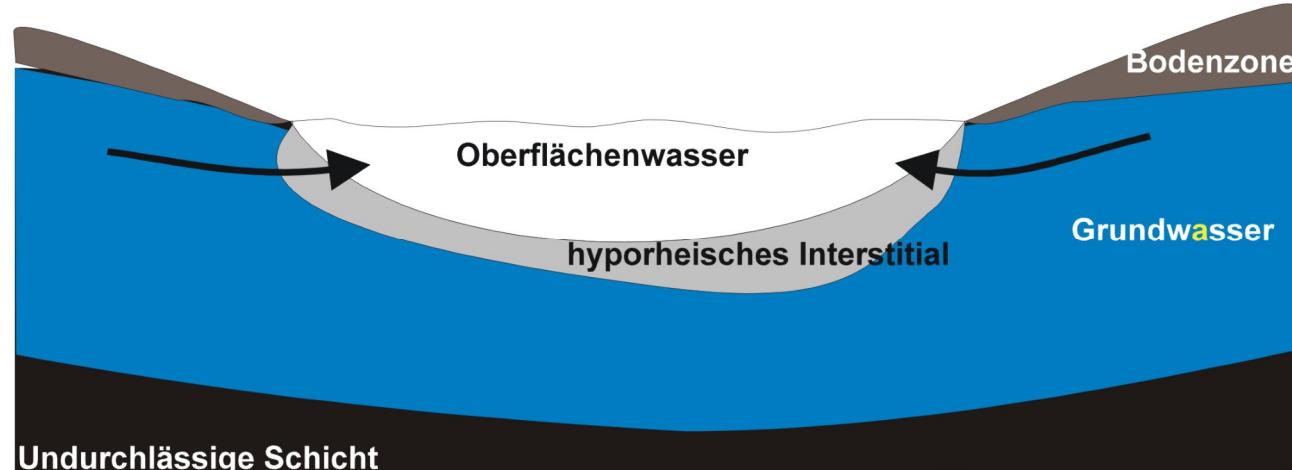
● Influent:

Infiltration von Oberflächenwasser in die Sedimente



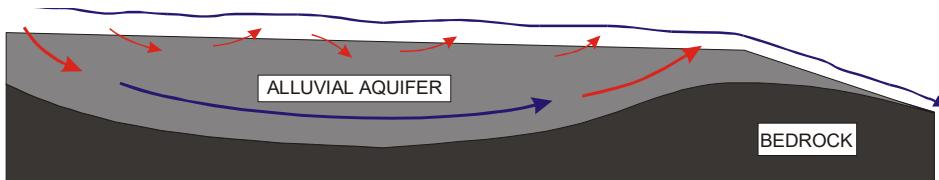
● Effluent:

Exfiltration von Grundwasser ins Oberflächenwasser

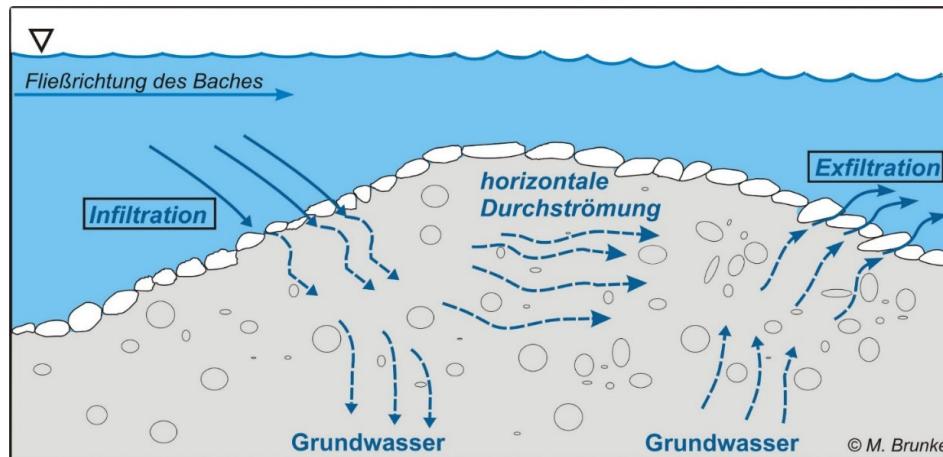
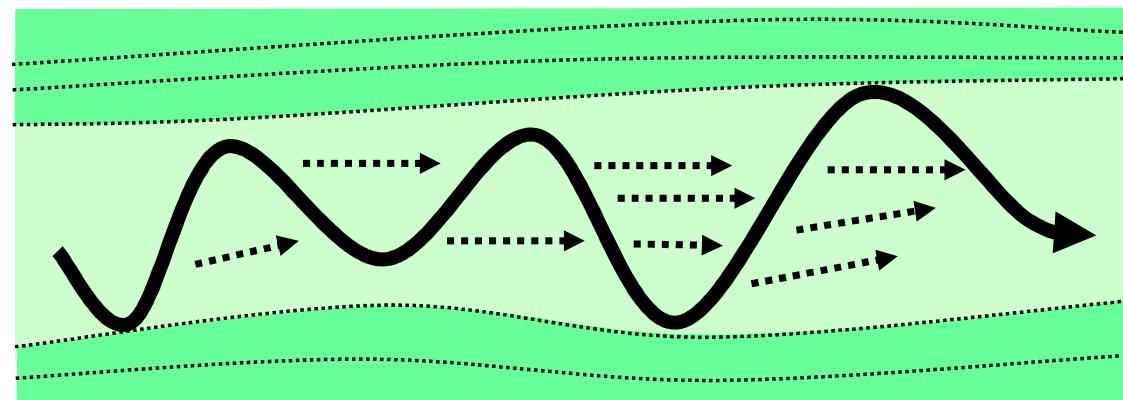


Fluss-/Grundwasserwechselwirkungen

großräumig aufgrund der Geologie



im Talraum geschwungene Laufform eines Bachs mit Durchströmung der Auen/Uferbereiche

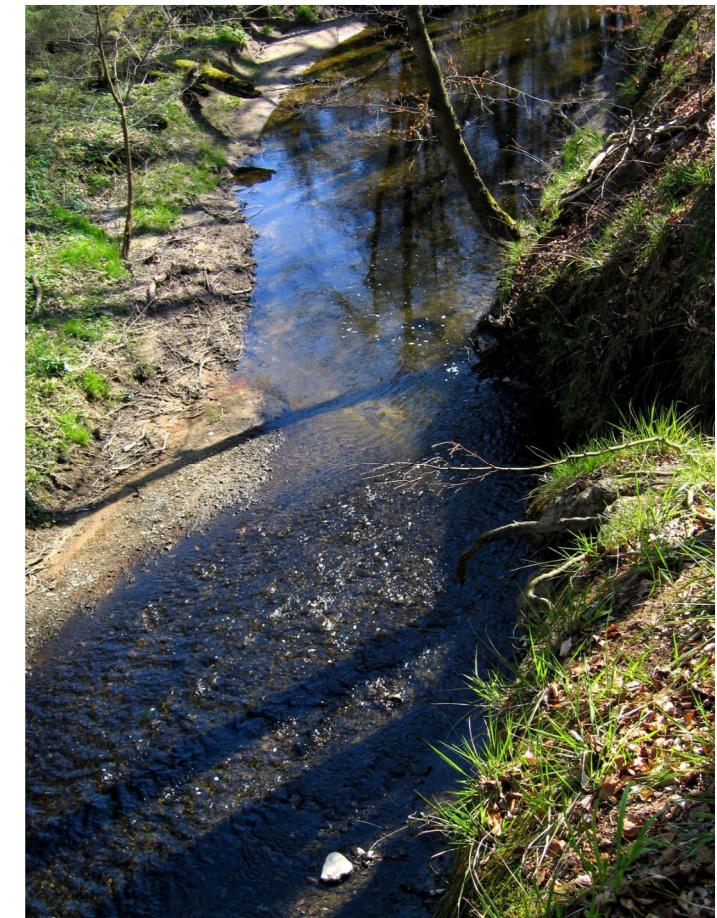
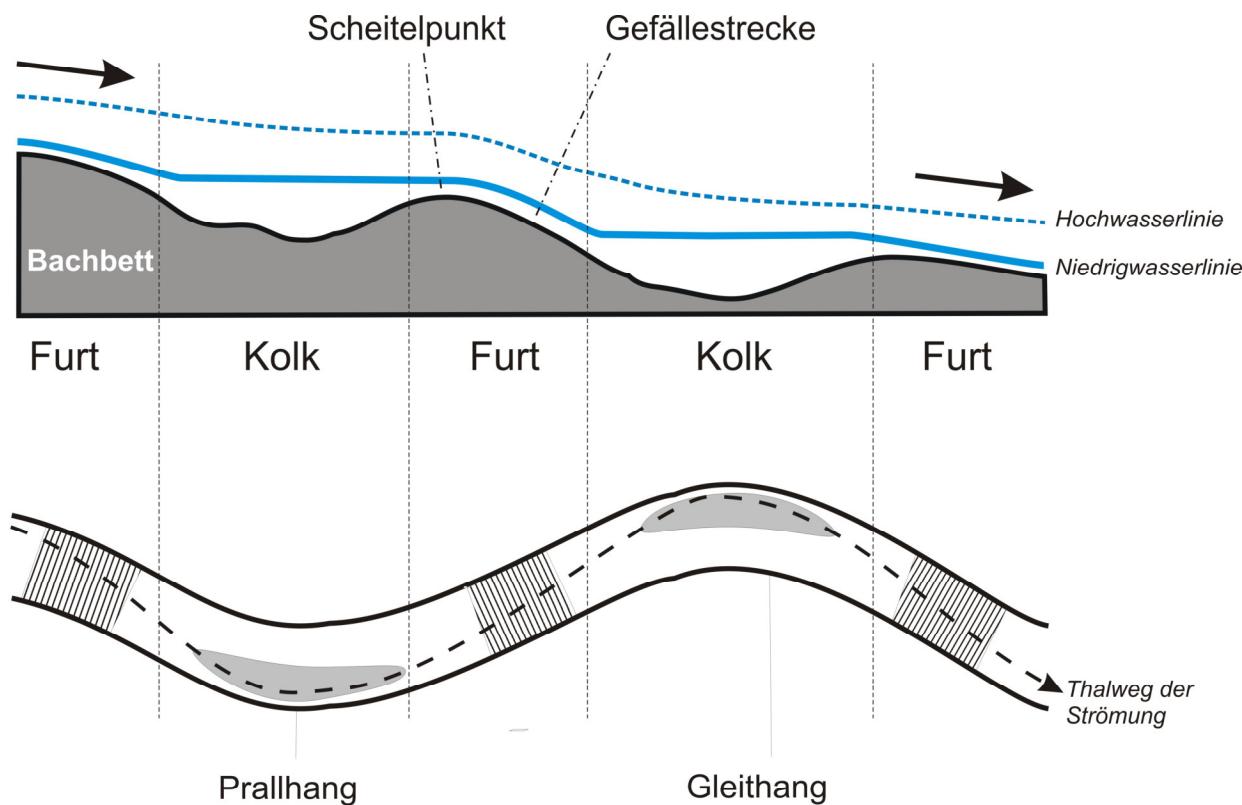


Rauheit des Gewässerprofils, Korngrößen & hydraulische Gradienten

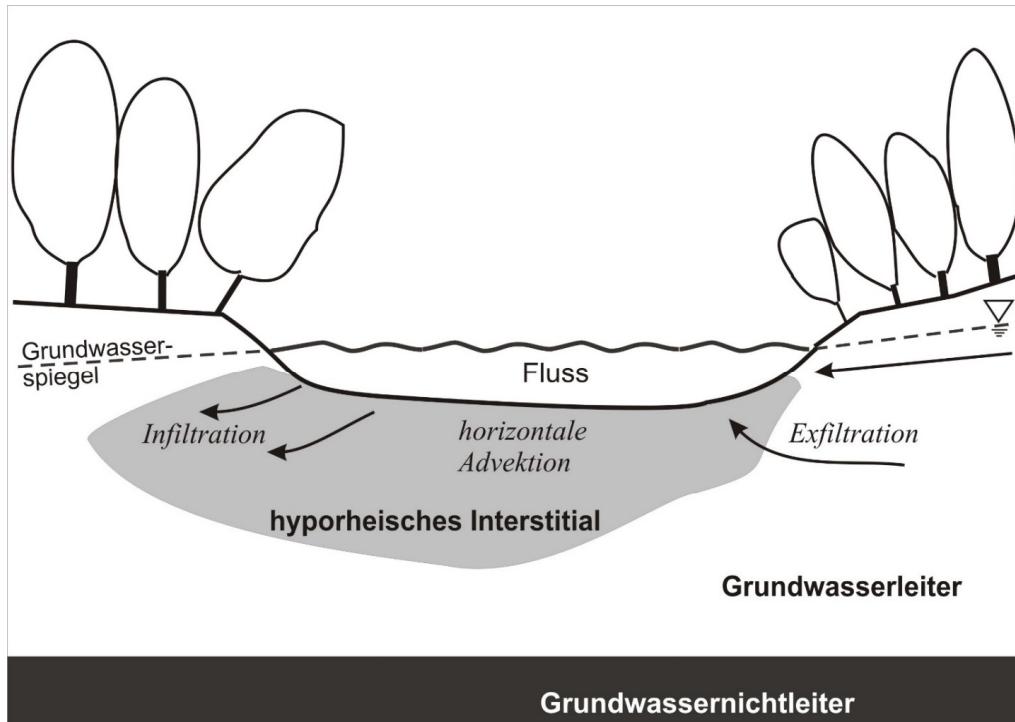
- Furt / Kolk - Morphologie
- Unterschiede in Korngrößen
- Turbulenzen ("burst and sweep cycles")
- Totholz



Bachmorphologie



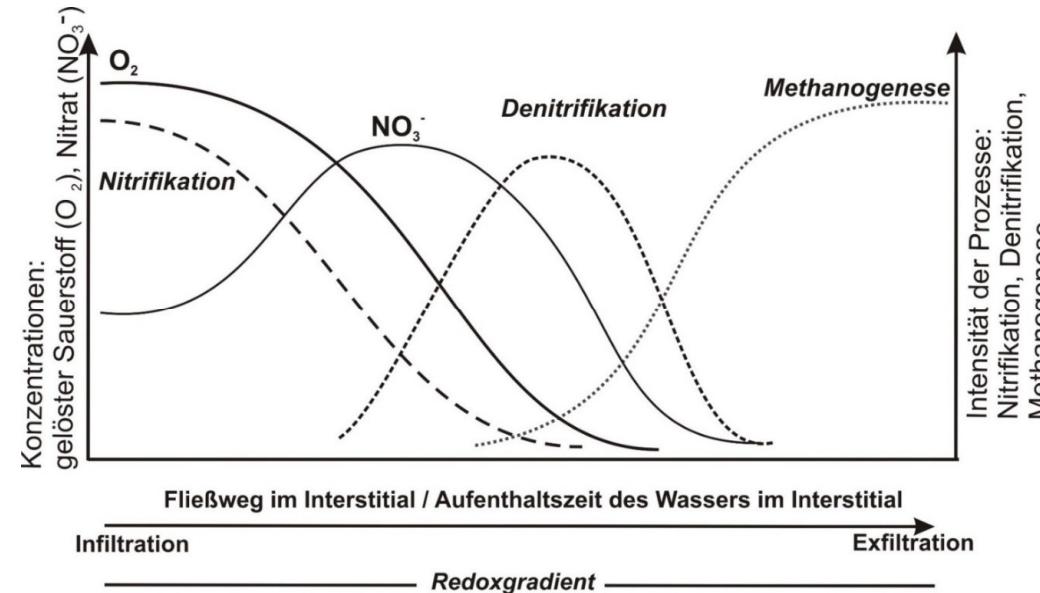
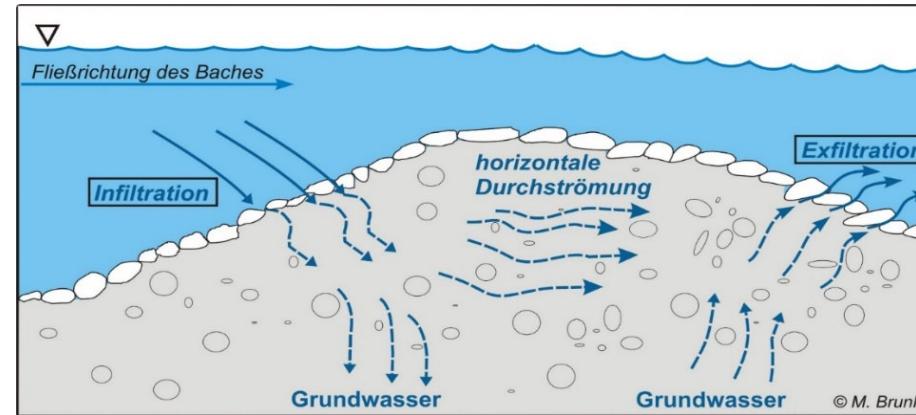
Fließwege & Filtration & Biofilm



Brunke et al. (2015)

➤ mechanischer und biogeochemischer Filter und Reaktor

Dauer der Durchströmung & Selbstreinigung



Fauna (wirbellose Tiere)

Benthos:

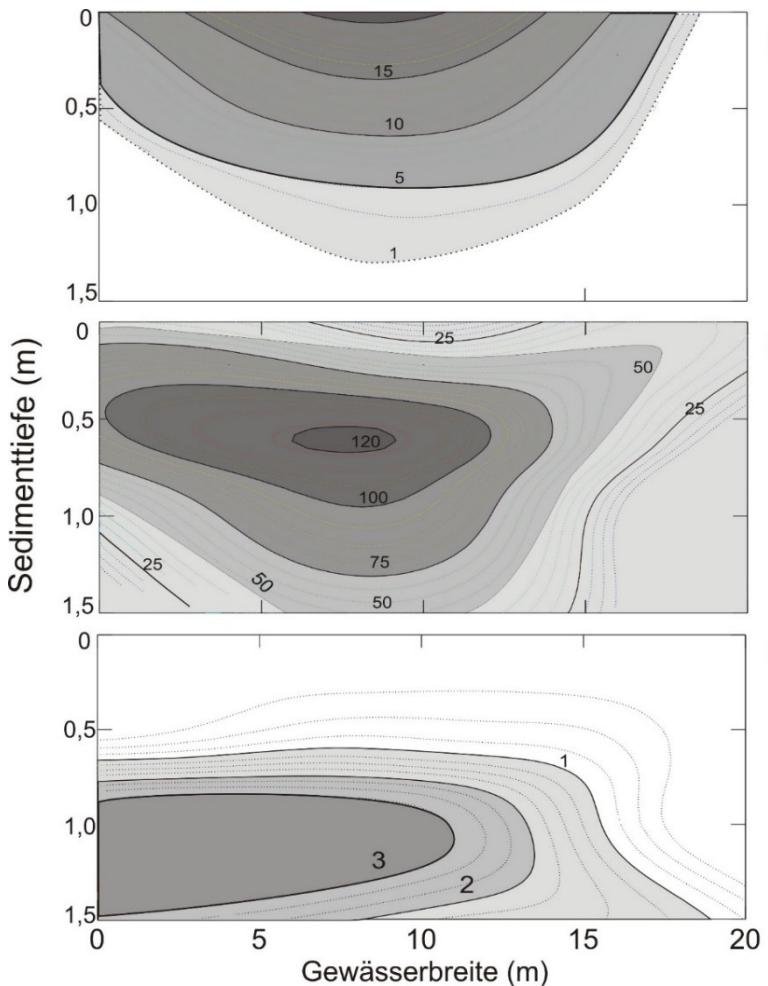
Eintagsfliegenlarven,
Wasserkäfer,
Köcherfliegenlarven

Hyporheos:

Kleinkrebse,
Spezialisten
(Steinfliegenlarven,
Schnecken,
Fliegenlarven)

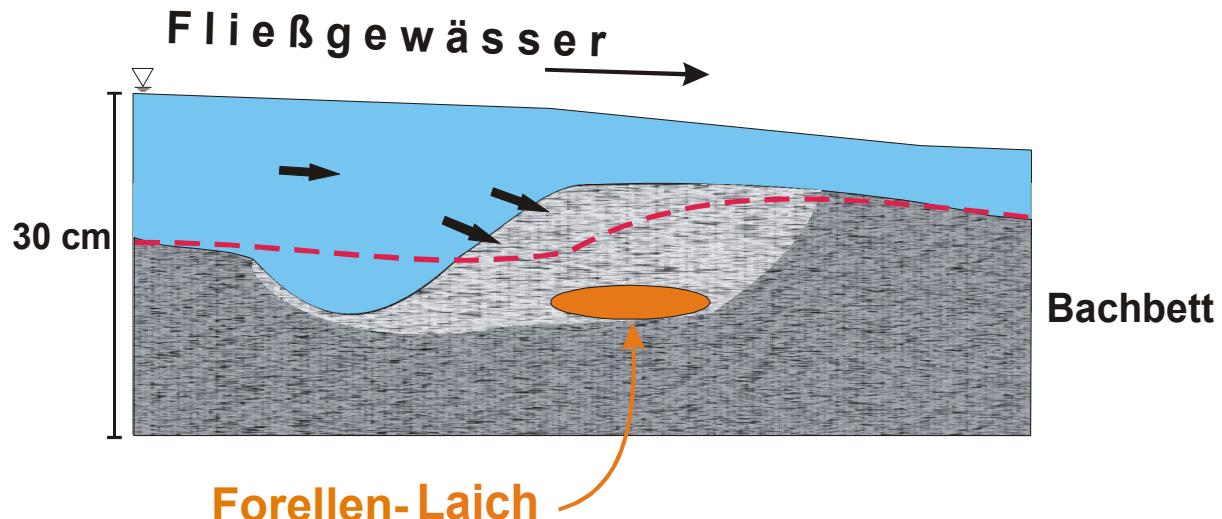
Grundwasserarten:

Flohkrebs





Fische: Laichhabitat für Kieslaicher



Entwicklung der Larven im Interstitial:

- Bachforelle
 - Äsche
 - Nase
 - Elritze
 - Neunaugen
- > Videos



Refugium

- **Exfiltration:** Kaltwasser-Refugium:
sommerkalte Temperatur bei Exfiltration z.B. in
Kolken, Seitenarmen, Nebengewässern
- **Interstitial:** Störungsrefugium bei Geschiebetrieb
- **Interstitial:** Refugium bei Trockenheit



apathische Bachforelle im Hitzestress



Störung des Austauschs: Kolmation

natürlicher Prozess

3 Kriterien der Kolmation:

- Verringerung der hydrologischen Durchlässigkeit
- Verringerung der Porosität
- Verfestigung der Sohle

ABER:

anthropogener Einfluss können den vertikalen Austausch dramatisch verringern

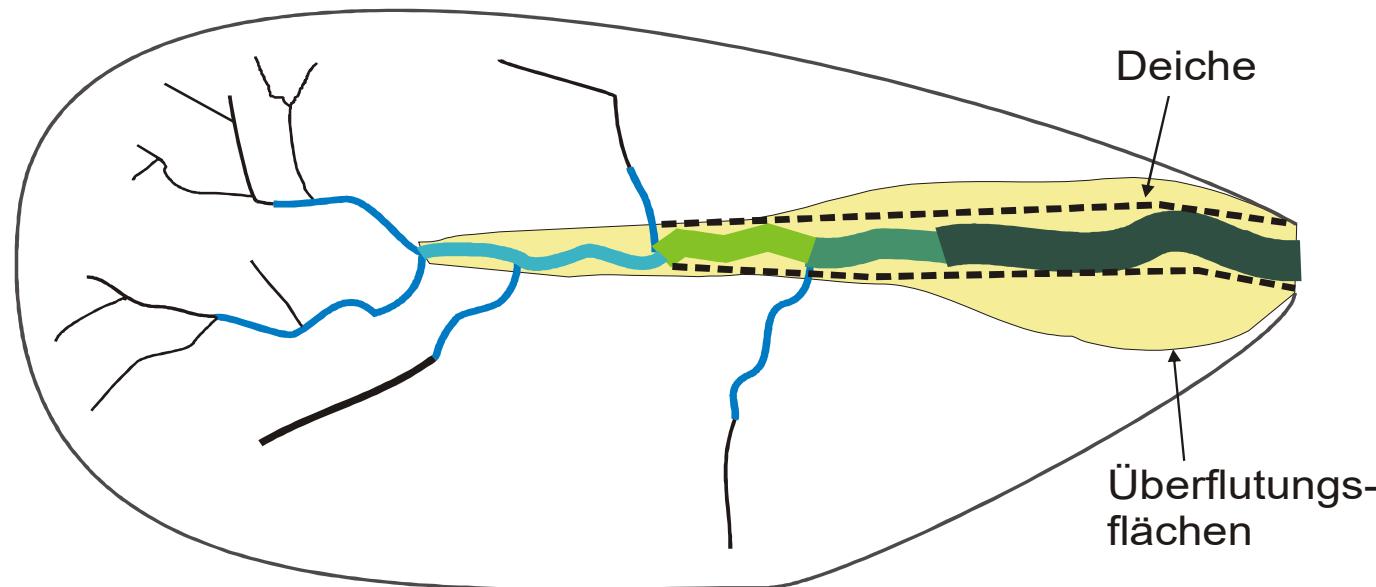
verursacht durch

- zu viele Feinsedimente
- fehlende Morphodynamik und Hochwässer
- Eutrophierung

hohe Kolmation beeinträchtigt den ökologischen Zustand von Bächen

s. Stein, Näschen, Schindler, Zumbroich & Hahn 2018: Verhindert Kolmation das Erreichen des guten ökologischen Zustands der Fließgewässer? Korrespondenz Wasserwirtschaft (11)

Gewässermanagement



Hydromorphologie:

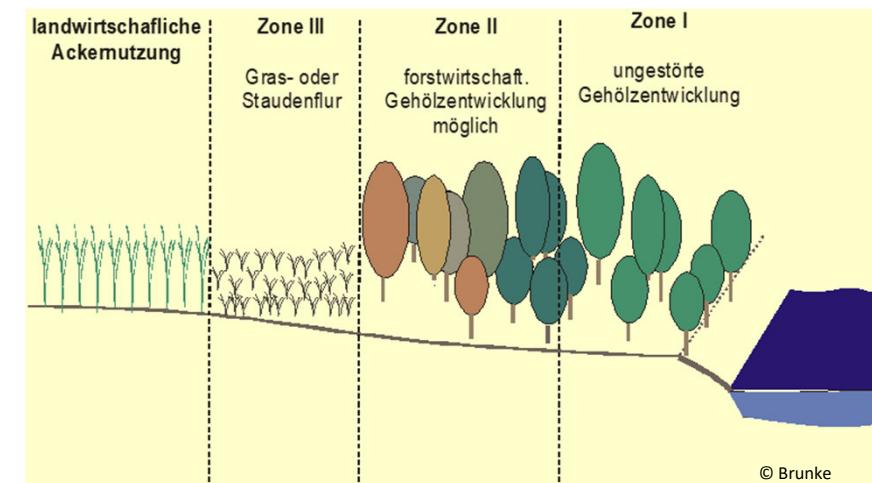
*Oberläufe, erosiv
primär effluent* *Mittelläufe, Umlagerung
effluent / influent* *Unterläufe, Ablagerung
tend. influent*

Biologie (Fische):

Obere Forellenregion *Untere Forellenregion* *Äschenregion* *Barbenregion* *Brassenregion*

Schutzmaßnahmen: Sedimente (-> interne Kolmation)

- Quellen von Feinsedimenten: **Landbewirtschaftung, Bodenerosion, Versiegelung, Drainagen**
- Schutz vor direktem Eintrag von Feinsedimenten:
 - **Gewässerrandstreifen -> 3 Zonen-Konzept**
- **naturnahe Gewässerbreiten**
 - -> Kornsortierung
- **Etablierung eines Entwicklungskorridors**

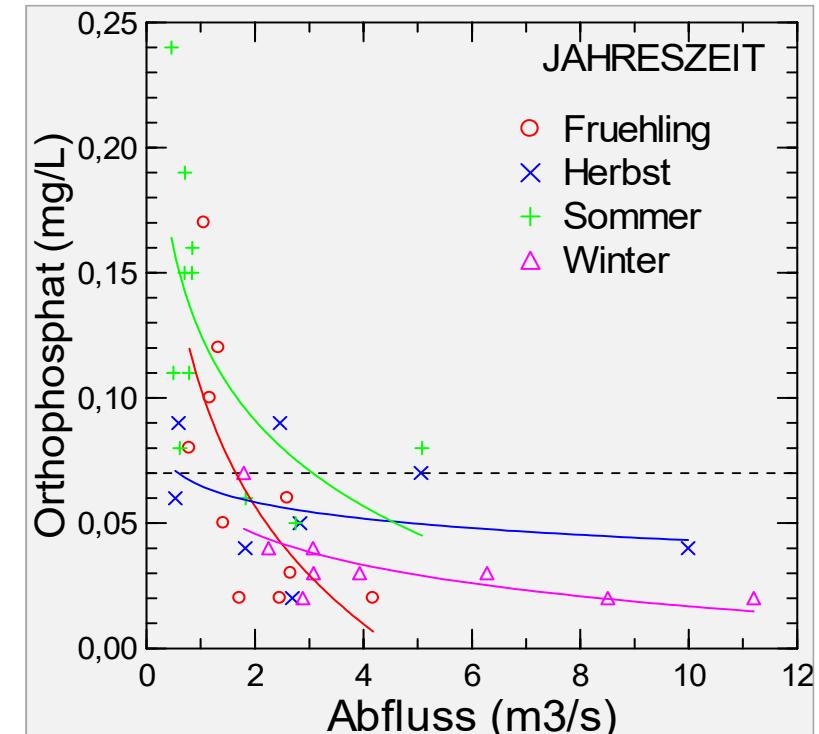


Schutzmaßnahmen: Nährstoffe (-> externe Kolmation)

- Eutrophierung im Frühjahr und Sommer
- Phosphor-Eintrag
- Niedrigwasser / Klimawandel
- Immissionsprinzip / Bemessungsabfluss
- Beschattung



Foto Brunke



Beziehungen zwischen der Konzentration von Orthophosphat-P (mg/L) zum Abfluss (m^3/s) für Jahreszeiten ($n = 39$, Zeitraum 2017 - 2019), Nister Messstelle Talmühle.

– Gestrichelte Linie: Orientierungswert für Orthophosphat.

Brunke (2023)

Restaurationsmaßnahmen (a)

im Entwicklungskorridor

- Ziele: Laufform & Breitenvarianz verbessern
 - ✓ Re-Mäandrierung
 - ✓ Laufverschwenkung
 - ✓ Gerinne-Aufweitungen
 - ✓ Ufergehölz

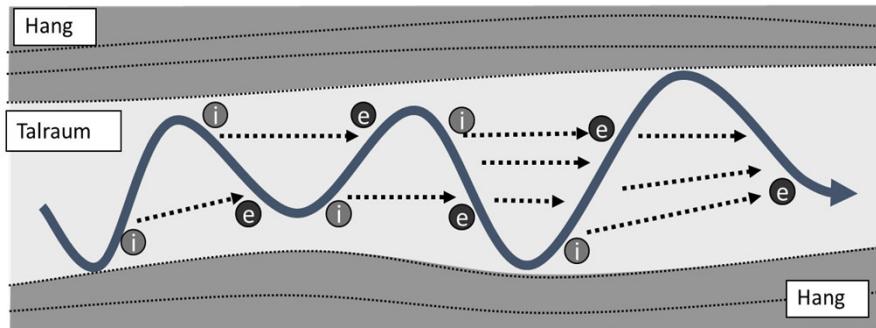


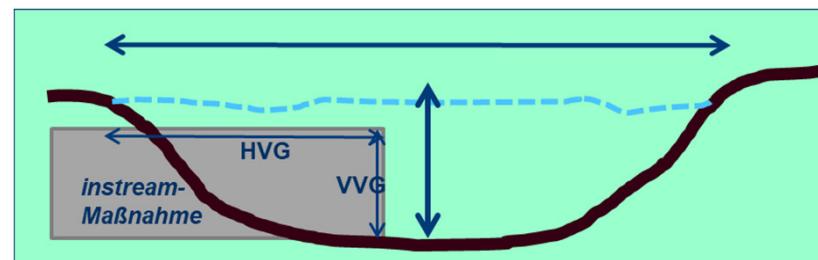
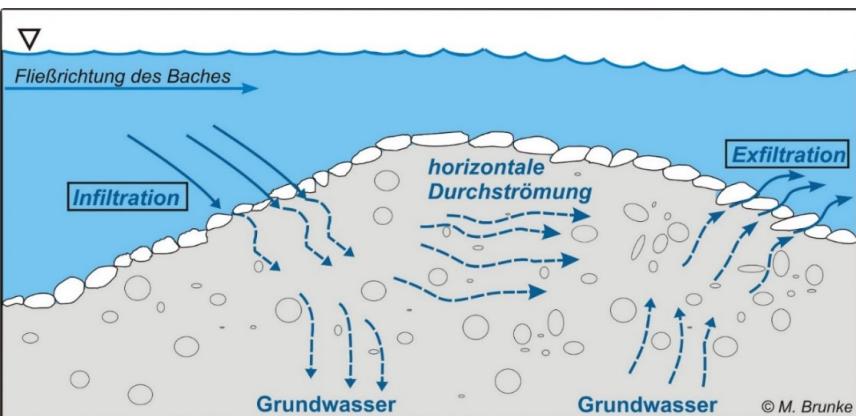
Foto: Brunke

Restaurationsmaßnahmen (b)

- Maßnahmen zur Erhöhung der Rauheit des Gerinnes, Permeabilität der Sohle sowie des VHG:

im Gerinne

- Ziel: Tiefenvarianz erhöhen
 - *in-stream* Maßnahmen zur Initiierung von
 - ✓ Sekundärströmungen und Turbulenzen,
 - ✓ vertikalen hydraulischen Gradienten (VHG)
 - ✓ verschiedenen Kolktypen durch Ufer- und Sohleinbauten oder diverse Buhnenformen



Zusammenfassung

- **Fluss-/Grundwasserwechselwirkungen: Infiltration und Exfiltration**
- **hyporheisches Interstitial**
- **Raumskalen des Austauschs**
- **ökologische Bedeutung: Selbstreinigung, Fische, wirbellose Tiere,**
- **höchste Bedeutung in Mittelläufen**
- **Beeinträchtigung durch Ausbau, Kolmation, Eutrophierung**
- **Schutzmaßnahmen vor zu viel Feinsedimenten und Nährstoffen**
- **Renaturierung:**
 - **Laufformverbesserung**
 - **in-stream Maßnahmen**