





----> 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

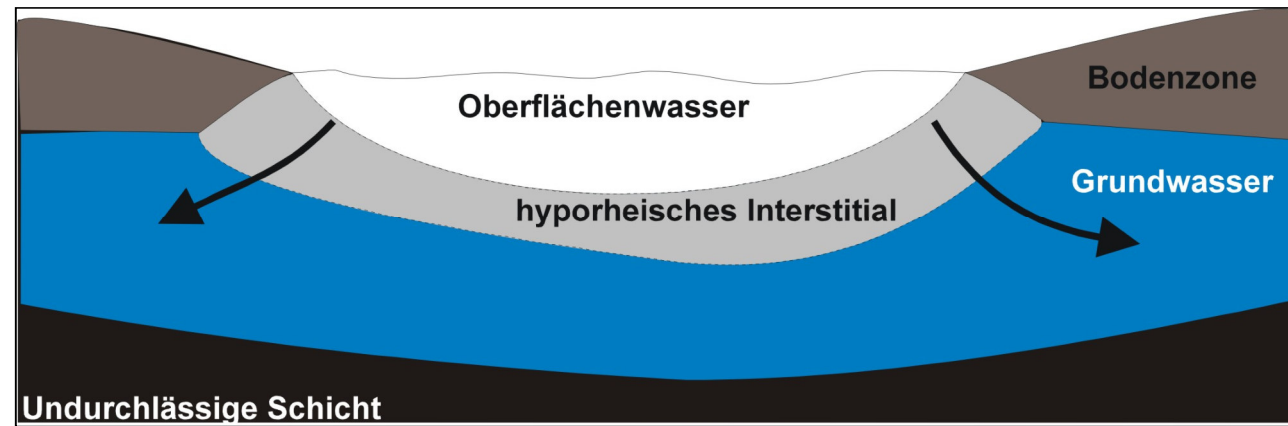
30.09.25 in der Domberghalle in Waldlaubersheim

01.10.25 in der Aula der DLR in Neustadt a.d.W.

Fluss-/Grundwasserwechselwirkungen

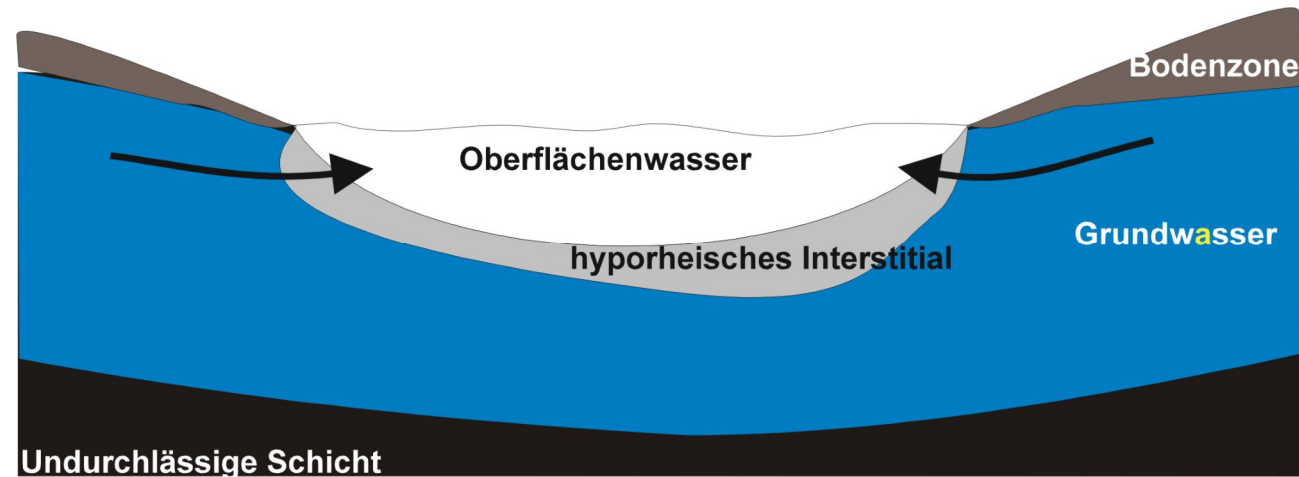
● Influent:

Infiltration von Oberflächenwasser in die Sedimente



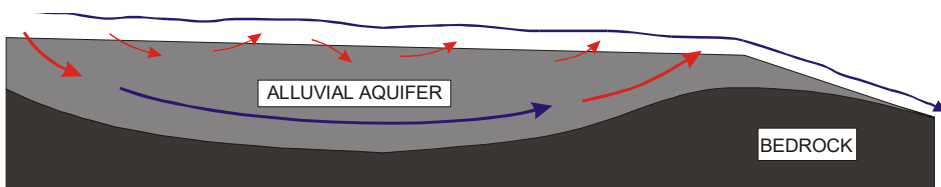
● Effluent:

Exfiltration von Grundwasser ins Oberflächenwasser

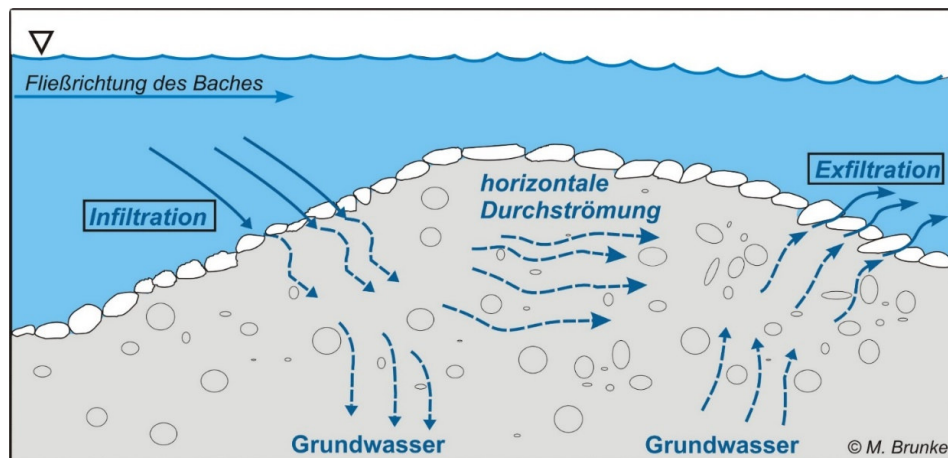
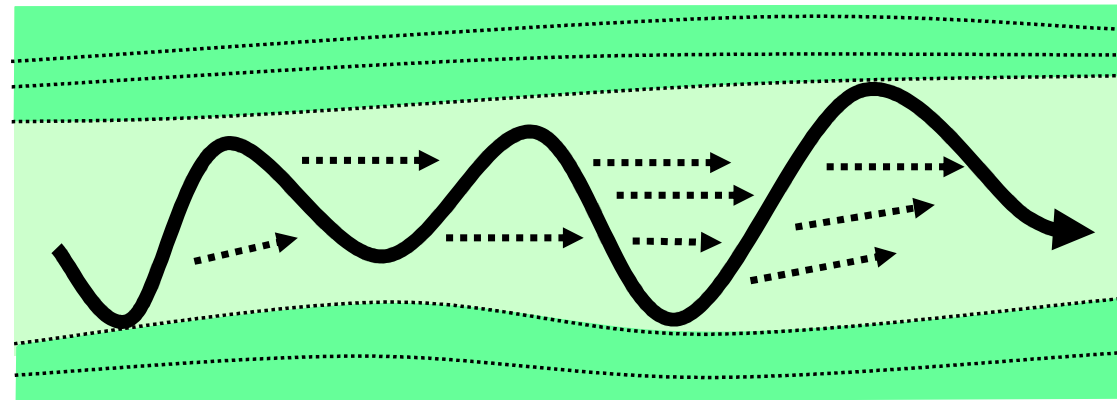


Fluss-/Grundwasserwechselwirkungen

großräumig aufgrund der Geologie



im Talraum geschwungene Lauform eines Baches mit Durchströmung der Auen/Uferbereiche

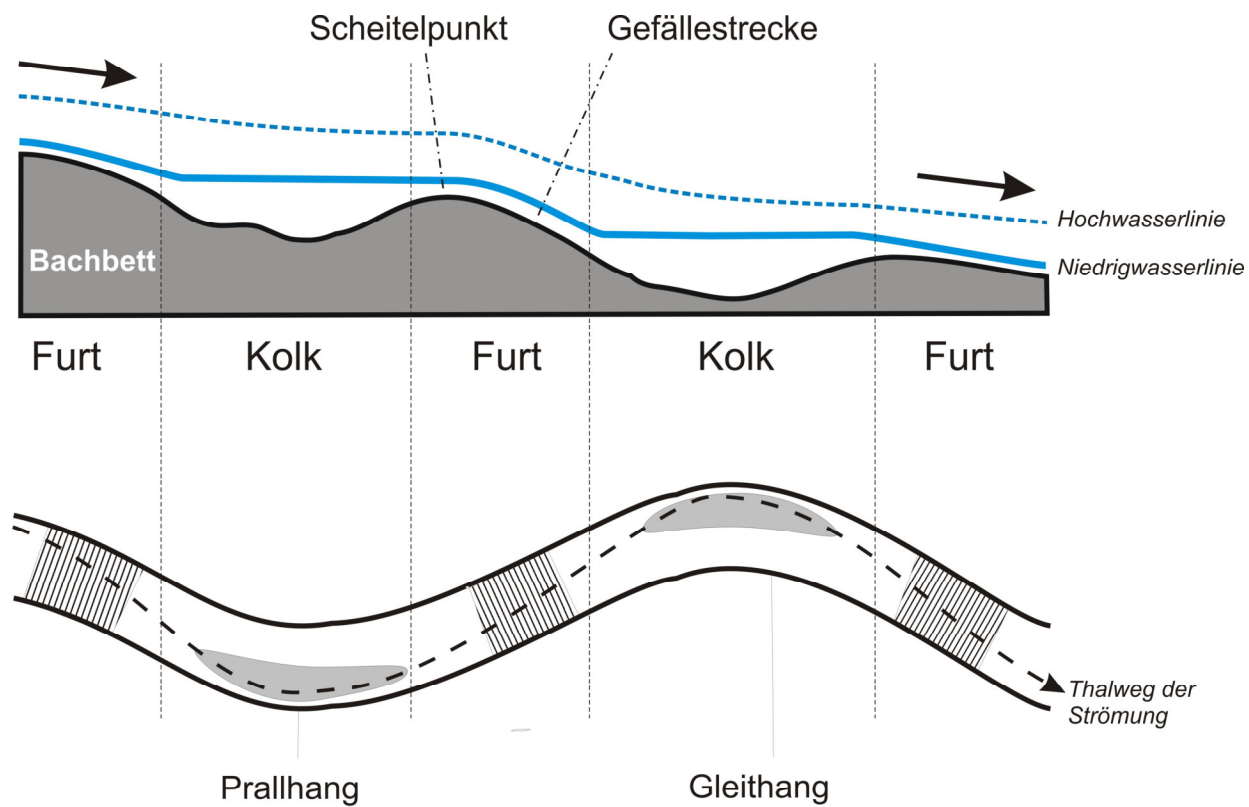


Dr. Matthias Brunke, GE aktuell 2025

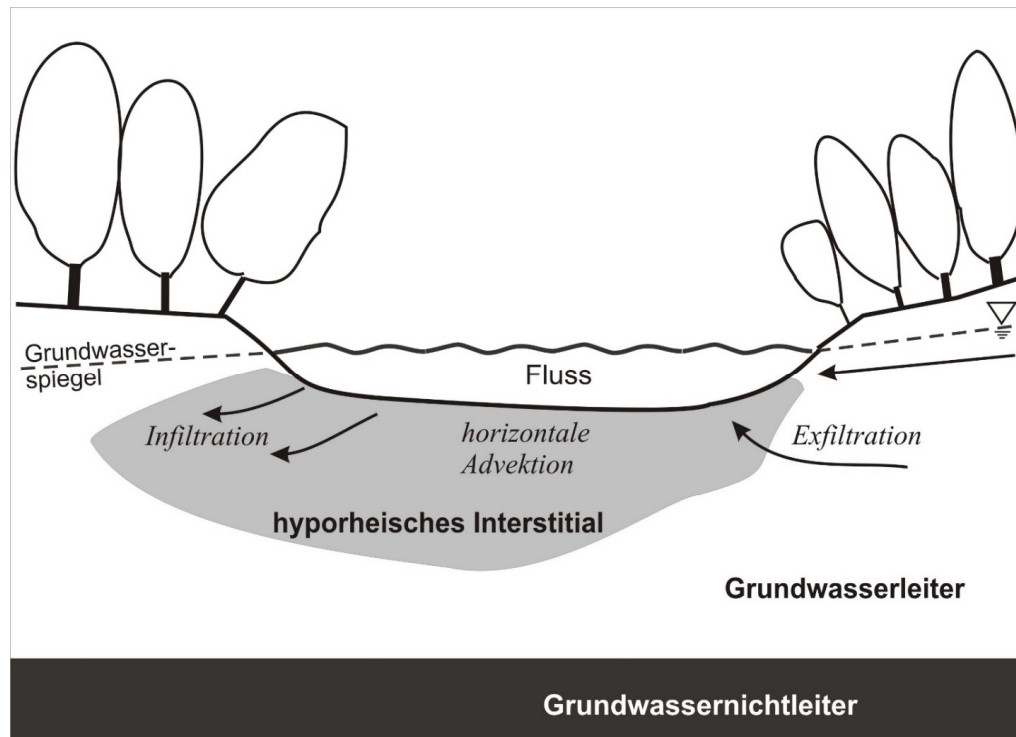
Rauheit des Gewässerprofils, Korngrößen & hydraulische Gradienten

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

Bachmorphologie



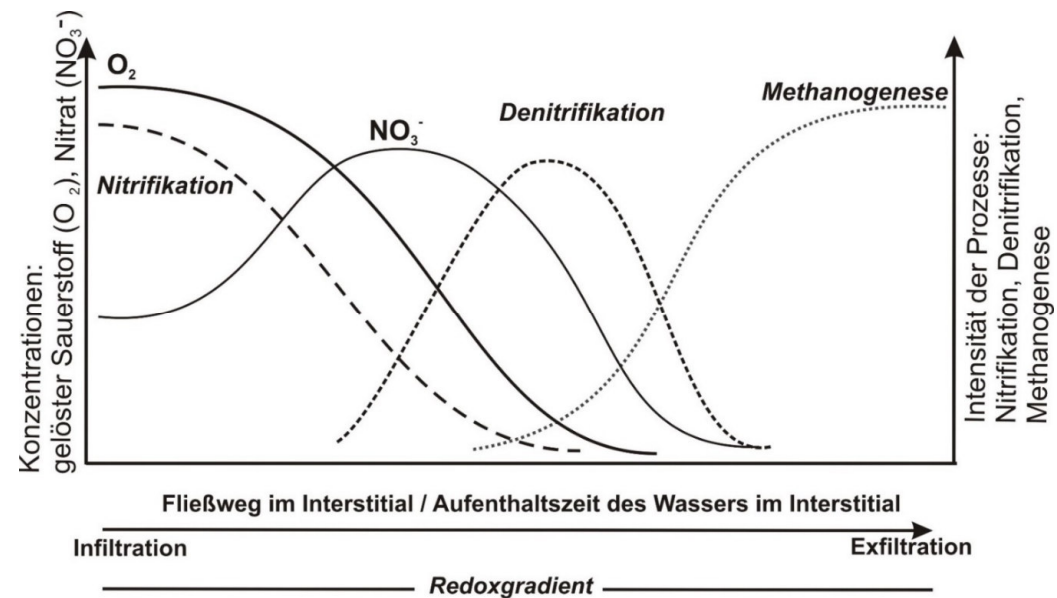
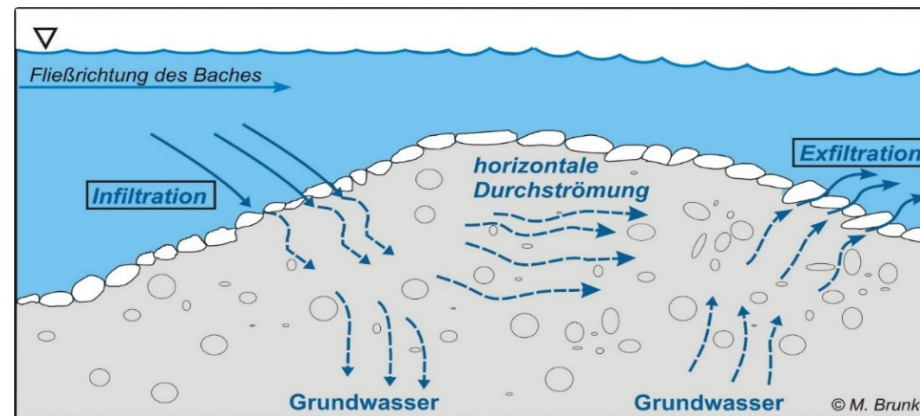
Fließwege & Filtration & Biofilm



Brunke et al. (2015)

➤ **mechanischer und biogeochemischer Filter und Reaktor**

Dauer der Durchströmung & Selbstreinigung



Fauna (wirbellose Tiere)

Benthos:

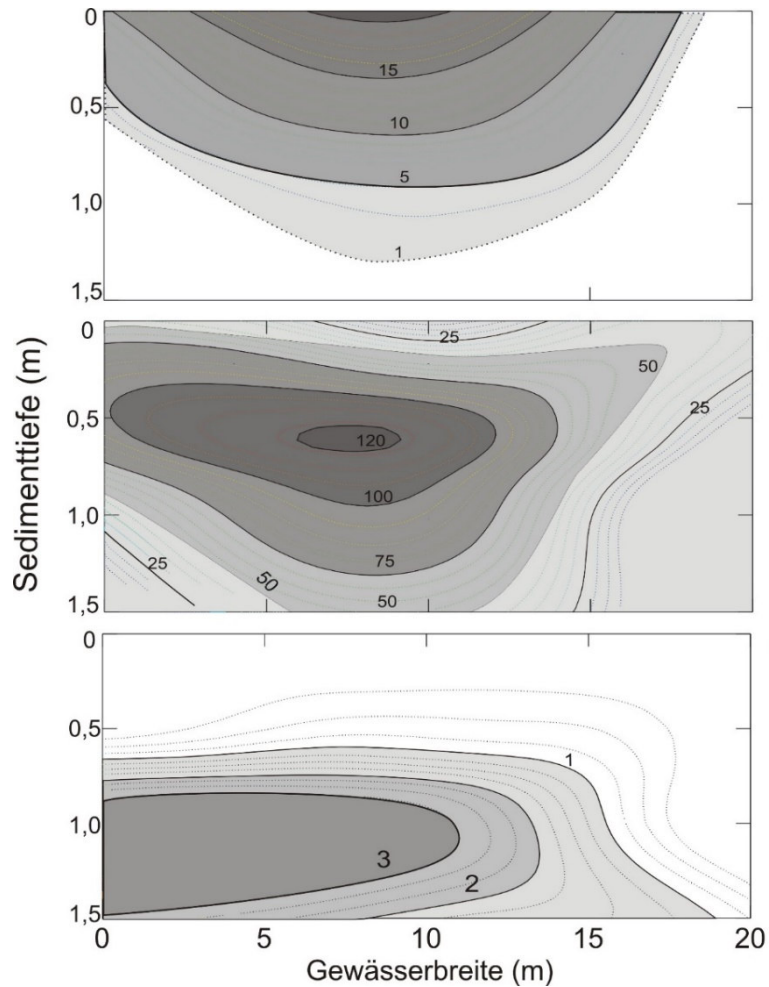
Eintagsfliegenlarven,
Wasserkäfer,
Köcherfliegenlarven

Hyporheos:

Kleinkrebse,
Spezialisten
(Steinfliegenlarven,
Schnecken,
Fliegenlarven)

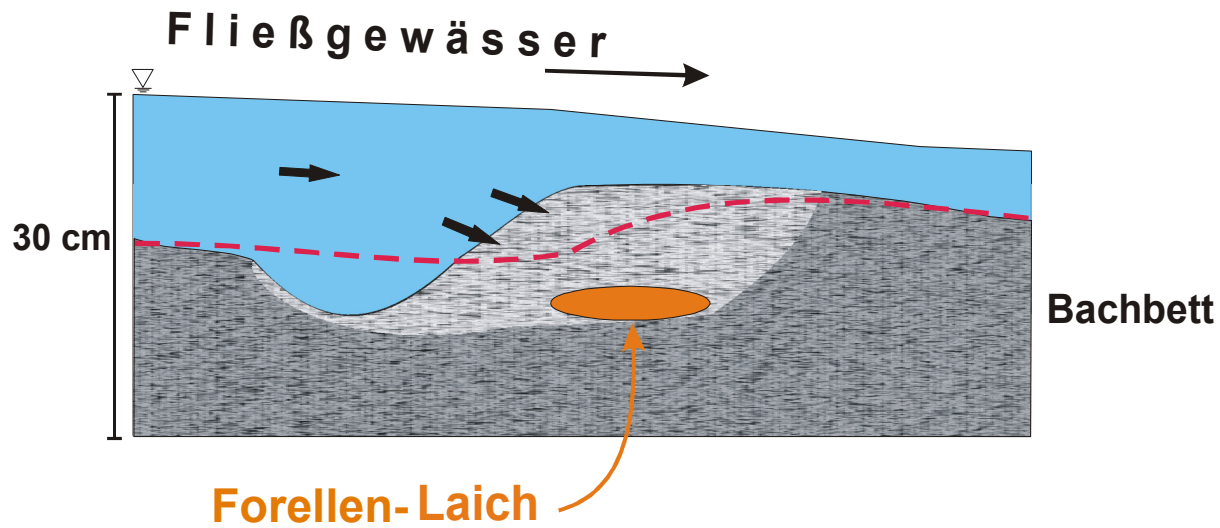
Grundwasserarten:

Flohkrebse



(c)

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**



Foto
Brunke

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:

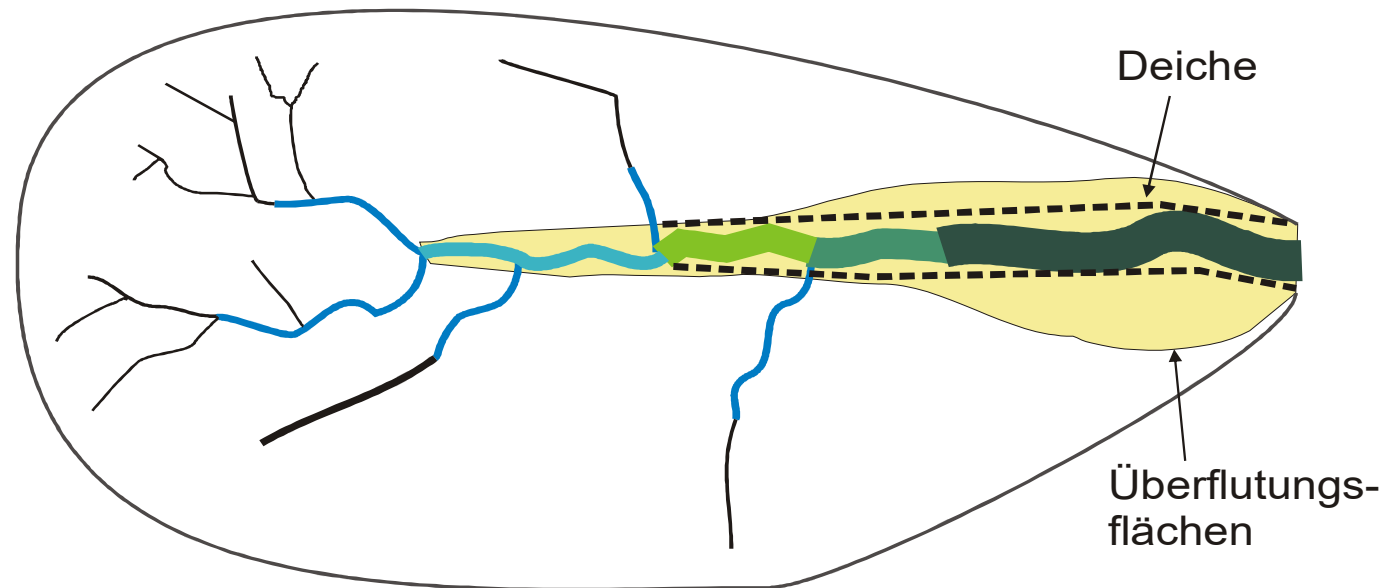
anthropogener Einfluss können den vertikalen Austausch dramatisch verringern

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)



Hydromorphologie:	<i>Oberläufe, erosiv primär effluent</i>		<i>Mittelläufe, Umlagerung effluent / influent</i>		<i>Unterläufe, Ablagerung tend. influent</i>
Biologie (Fische):	<i>Obere Forellenregion</i>	<i>Untere Forellenregion</i>	<i>Äschenregion</i>	<i>Barbenregion</i>	<i>Brassenregion</i>

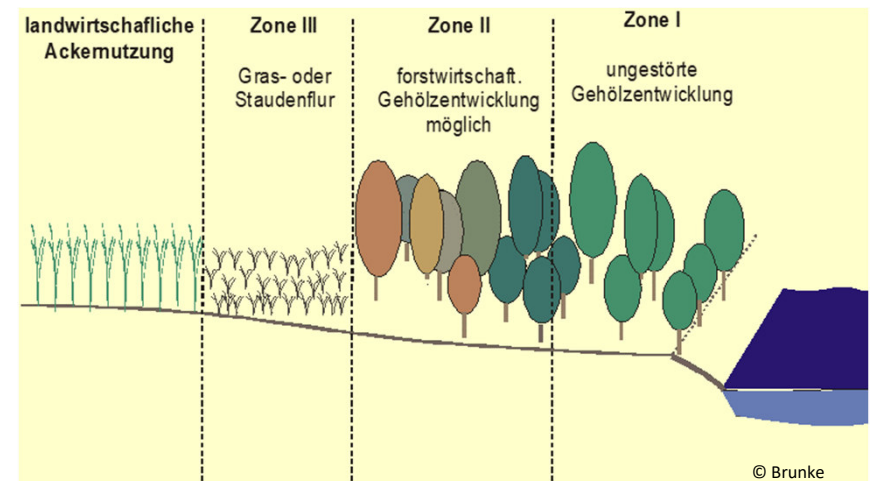
Schutzmaßnahmen: Sedimente (-> interne Kolmation)

- Quellen von Feinsedimente: Landbewirtschaftung, Bodenerosion, Versiegelung, Drainagen

- Schutz vor direktem Eintrag von Feinsedimenten:
 - Gewässerrandstreifen -> 3 Zonen-Konzept

- naturnahe Gewässerbreiten
 - -> Kornsortierung

- Etablierung eines Entwicklungskorridors

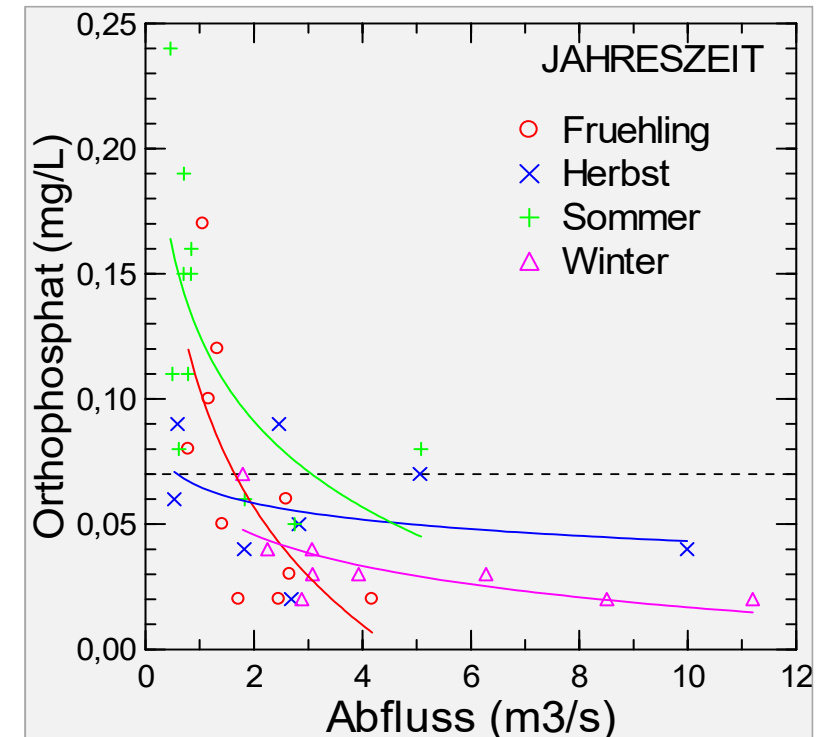


Schutzmaßnahmen: Nährstoffe (-> externe Kolmation)

- 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 (m³/s) für Jahreszeiten (n = 39, Zeitraum 2017 - 2019), Nister Messstelle Talmühle.

– Gestrichelte Linie: Orientierungswert für Orthophosphat.

Brunke (2023)

Restaurationsmaßnahmen (a)

im Entwicklungskorridor

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

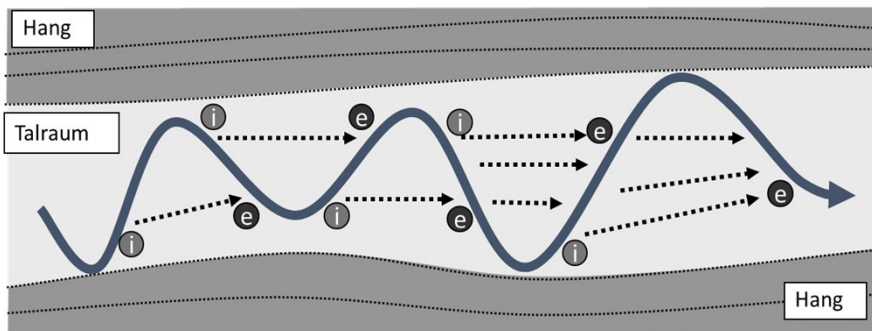


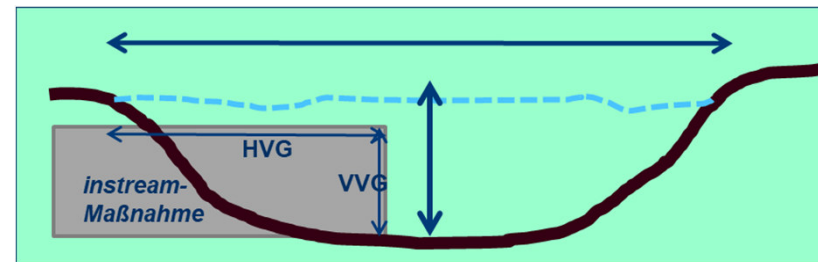
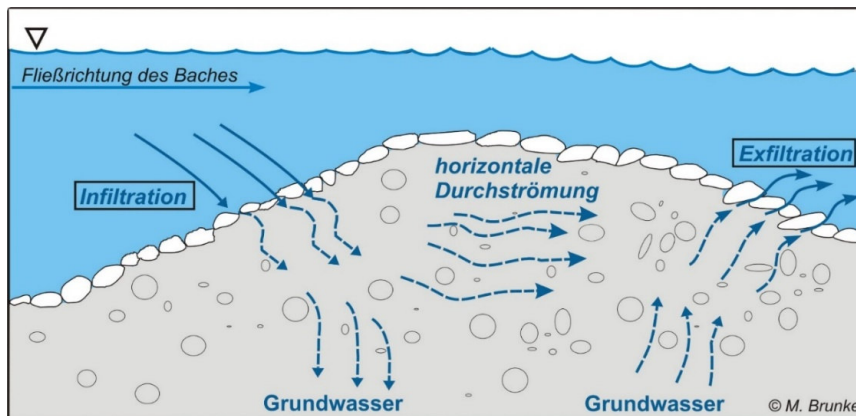
Foto: Brunke

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 Feinsedimente und Nährstoffe**
- **Renaturierung:**
 - **Laufformverbesserung**
 - **in-stream Maßnahmen**