

Verdichtete Gewässerböden, ein Stressfaktor für das Leben in Fließgewässern

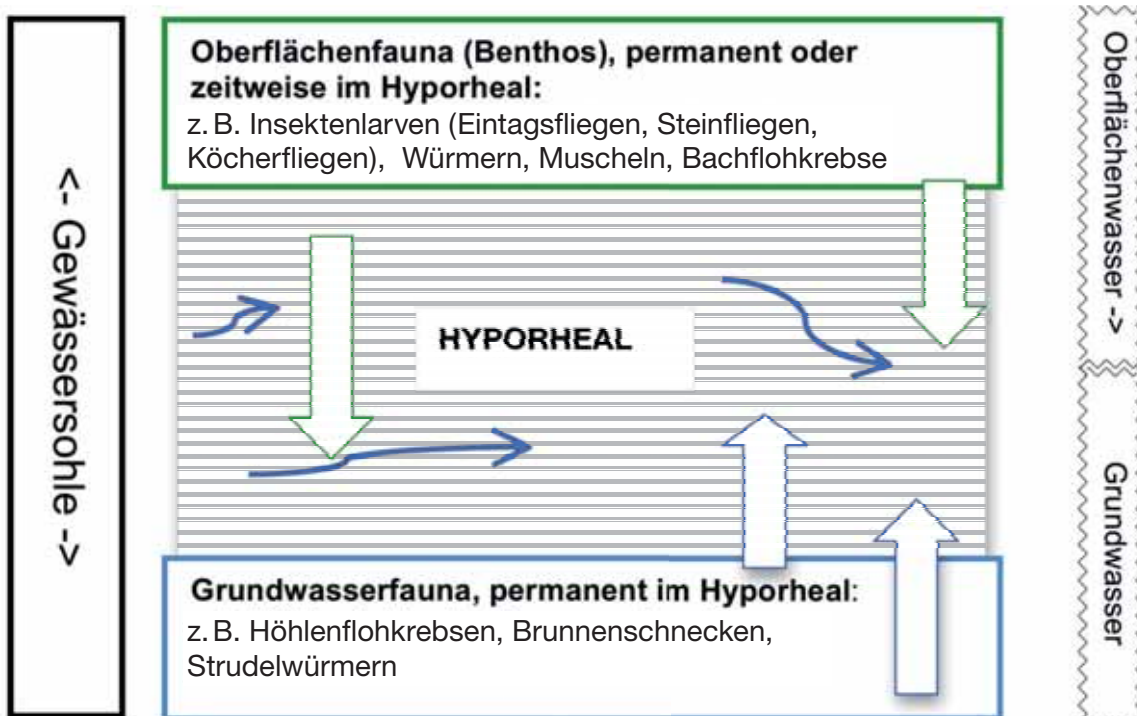
Der Gewässerboden, die sogenannte Sohle, ist der eigentliche Lebensraum für die meisten Bewohner eines Fließgewässers. Der Lückenraum im Sediment ist dicht besiedelt und dient zum Beispiel bei Hochwasser als Refugium. Die aus Lockergestein bestehende Sohle ist zudem Filterschicht und verbindet das Oberflächenwasser mit dem Grundwasser. Wird sie jedoch durch den Eintrag von Feinsedimenten permanent verstopft, hat das gravierende Folgen für seine Bewohner und das Ökosystem. von Verena Lubini-Ferlin

Schaut man bei klarem Wasser in ein Fließgewässer, sieht man mit etwas Glück einen Fisch. Der weitaus grösste Teil der im Gewässer lebenden Organismen bleibt indes dem Betrachter

verborgen. Als schlechte Schwimmer müssen diese sich vor der Strömung schützen und leben deshalb auf und im Gewässerboden, der Sohle. Sie füllt das Gerinnebett mit Lockergestein und stellt als Fil-

terschicht die Verbindung zwischen Oberflächenwasser und Grundwasser her. Man nennt den Lebensraum der Sohle das Hyporheal oder das hyporheische Interstitial. Die Begriffe stammen vom grie-

▼ Bild 1: Aufbau der Sohle eines Fließgewässers mit seinen Bewohnern. Das Benthos lebt permanent oder zeitweise in oberflächennahen Schichten und dringt je nach Art tiefer oder weniger tief ins Hyporheal vor. Umgekehrt stösst die Grundwasserfauna von unten her ins Hyporheal vor, durchläuft ihren Lebenszyklus aber ausschliesslich hier. Es bildet sich so eine Übergangszone zwischen den beiden Ökosystemen, ein sogenanntes Ökoton. Die Pfeile symbolisieren die Strömung, die etwa 1% bis 2% der Strömungsgeschwindigkeit an der Wasseroberfläche beträgt.



Grafik: Lubini



Foto: Verena Lubini

▲ Bild 2: Die Larven der Steinfliegenart *Leuctra major* sind typische Bewohner des Hyporheals.

chischen *hypo* = unter, *rheal* = Lebensraum und *Interstitial* = Zwischenraum. Je nach den geologischen Verhältnissen dehnt sich das Hyporheal bis in eine Tiefe von mehreren Metern aus und reicht seitlich weit über den Uferbereich hinaus; manchmal mehrere Kilometer! Von der Quelle bis zur Mündung wechseln sich regelmässig Zonen ab, wo Grundwasser an die Oberfläche stösst und umgekehrt Oberflächenwasser in die Tiefe gedrückt wird. Damit gelangen Nährstoffe an die Oberfläche und Sauerstoff in tiefere Schichten. Mit zunehmender Tiefe vermischt sich das Oberflächenwasser allmählich mit dem Grundwasser und somit auch die Faunen der beiden Ökosysteme. Die höchste Dichte findet man in 10 bis 40 cm Tiefe, während sich an der Sohlenoberfläche bloss 20 Prozent der Organismen aufhalten.

Das Hyporheal, ein Lebensraum der besonderen Art

Charakteristisch ist die kühle Wassertemperatur, die ganzjährig 4°C nicht über-

steigt. Wegen der Stabilität tieferer Schichten ist das Hyporheal bei Hochwasser Refugium für die oberflächennah lebenden Organismen vor der reissenden Strömung. Bei hohen Wassertemperaturen im Sommer suchen manche Tiere zudem Zuflucht im kühleren Gewässergrund. Aus diesem «Vorrat» werden die oberflächennahen Schichten danach wieder neu besiedelt. Die Zone ist reich an Nährstoffen, weil sich zum einen auf der Sedimentoberfläche ein Biofilm aus Bakterien, Algen, Pilzen und organischem Material bildet, und zum anderen im Lückenraum totes organisches Material (Detritus) verfängt, Nahrung für die dort lebenden Organismen. Mit zunehmender Tiefe nehmen Nährstoffe und Sauerstoff ab und damit auch Besiedlungsdichte und Artenvielfalt. Nur wenige Tiere wandern tiefer als 50 cm.

Die Bewohner im Gewässeruntergrund setzen sich aus einem Mix von Arten zusammen, die entweder nur einen Teil ih-

res Lebenszyklus' hier verbringen oder permanent hier leben. Zur Oberflächenfauna gehören etwa Bachflohkrebse und Schnecken, nur zeitweise die Larven von Wasserinsekten wie Zuckmücken, Eintags-, Stein- und Köcherfliegen. Manche nutzen das Hyporheal auch, um hier ihre Entwicklung als Larve oder Ei in einer sogenannten Diapause für mehrere Wochen oder Monate zu unterbrechen.

Die dauernd in den tieferen Schichten lebenden Arten sind Vertreter der Grundwasserfauna, die von Krebstieren dominiert wird. Dazu zählen Höhlenflohkrebse, Muschelkrebse, Ruderfusskrebse, aber auch Schnecken (*Bithyospeum*) und Strudelwürmer. Grundwasserarten erkennt man daran, dass sie oft blind sind, farblos, relativ klein und eine langgestreckte Körperform haben. Die Bewohner des Hyporheals übernehmen wichtige Funktionen im Ökosystem: Sie verändern durch ihre Mobilität den Porenraum, bringen Sauerstoff in die Tiefe, bauen organisches Material ab und liefern durch Exkrete Nähr-

stoffe für andere. Adulte sind sodann Beute für terrestrische Räuber.

Probleme durch Kolmation der Gewässersohle

Die aus dem Gerinne und durch Ufererosion in oberflächennahe Schichten eingebrachten Feinsedimente lagern sich im Porenraum des Interstitials ab. Je nachdem kommt es zu einer oberflächlichen Verfestigung der Gewässersohle, Kolmation genannt. Hochwässer reissen diese Deckschicht jedoch regelmässig auf, und der Geschiebetrieb lagert die Sohle um, so dass deren Durchlässigkeit wieder hergestellt wird. Eine allfällige Kolmation ist also ein örtlich und zeitlich begrenztes Phänomen. Nur wenige Gewässer haben natürlicherweise eine kolmatisierte Sohle. Es sind dies kleinere Bäche und Quellen, die von stark kalkhaltigem Wasser gespeist werden. Durch Erwärmung und biogene Prozesse fällt der im Wasser gelöste Kalk aus und lagert sich am Gewässerboden ab. Solche Gewässer sind oft artenarm und weniger dicht besiedelt.

Verschiedene anthropogene Nutzungen begünstigen die Kolmation:

- 1) Änderung des Abflussregimes: Wasserkraftwerke entziehen dem Gewässer in der Regel den Grossteil des natürlichen Abflusses, so dass unterhalb der Staumauer Restwasser fliesst. Hochwasserereignisse werden reduziert und deren Spitzen gebrochen, so dass die Sohle kaum umgeschichtet wird. Der für ein

intaktes Ökosystem so wichtige Geschiebetrieb bleibt folglich weitgehend aus. In Flusskraftwerken kolmatisiert der Stauraum, weil sich Feinsedimente vor der Staumauer als Folge der langsameren Strömung ansammeln. Im Alpenraum unterliegen zahlreiche Talabflüsse starken Abflussschwankungen, weil das Wasser in kurzen Intervallen turbiniert wird. Das führt zu sog. Schwall-Sunk-Ereignissen, die durch das Auf- und Ab der Wassersäule den Eintrag von Feinsediment fördern.

- 2) Nutzungen im Einzugsgebiet: Im Gegensatz zu natürlichen Prozessen wie Erdbeben ist der Eintrag von Feinsedimenten oft vom Menschen gemacht: Die Bewirtschaftung entwässerter Böden führt via Drainagen fremdes Feinsediment oft im Übermass zu. Dies geschieht auch via Oberflächenabfluss bei künstlich vegetationslosen (Acker)Böden. In urbanen Zentren sind Siedlungsentwässerung und Kläranlagen ebenfalls Lieferanten solcher Feinstoffe.
- 3) Gewässerverbau: Flusskorrekturen senken das Grundwasser ab. Dadurch entsteht ein hydraulisches Gefälle zwischen Oberflächenwasser und Grundwasser, so dass ein permanenter ins Grundwasser gerichteter Strom feine Partikel aus den oberen Sedimentschichten weit ins Sediment spült und dort zur sog. inneren Kolmation beiträgt.

Die Folgen für das Gewässer sind vielfältig:

- Veränderungen der Flussmorphologie; Feinsedimentablagerungen dominieren, die Sohle ist partiell oder ganz verfestigt.
- Erschwerte Neubildung von Grundwasser durch die Reduktion des Austauschs mit dem Oberflächenwasser
- Verkleinerung des Lebensraums durch Verstopfung des hyporheischen Interstitials

- Erschwerte Nährstoff- und Sauerstoffzirkulation im Hyporheal

Die Folgen für die wirbellosen Bewohner der Sohle sind meist gravierend:

- Abnahme der Diversität, Biomasse und Abundanz, weil weniger Raum zur Verfügung steht
- Verdrängung von filtrierenden Arten, z.B. Köcherfliegenlarven (Hydropsyche)
- Absterben empfindlicher Stadien wie Eier oder Puppen, die unter der Sedimentfracht «ersticken»
- Höhere Driftrate, weil das Hyporheal als Rückzug unbrauchbar geworden ist
- Die Sedimentation vermindert den Lichteinfall, weshalb Ausdehnung und Qualität des Biofilms abnehmen, Wasserpflanzen werden verdrängt.
- Insgesamt wird die Lebensgemeinschaft verletzlich gegenüber Umwelteinflüssen wie Hochwasser, Verschmutzung oder Trockenheit.
- Wechsel zu einer Lebensgemeinschaft, die von Sedimentbewohnern wie Zuckmückenlarven und Würmern dominiert wird ♦

Literatur

- Boulton A. J. 2000. *The functional role of the hyporheos*. *Verh. Internat. Verein. der Limnol.* 27: 51–63
- Wood P.J. & Armitage P.D. 1997. *Biological Effects of Fine Sediment in the Lotic Environment*. *Environmental Management* 21 (2): 203–207.



Verena Lubini-Ferlin

Dr. phil II, ist seit 1987 Inhaberin einer Beratungsfirma für Gewässerökologie in

Zürich. Arbeitsschwerpunkt ist die Gewässerfauna. Aktuelle Projekte befassen sich mit Quelluntersuchungen und -bewertungen.

Dr. Verena Lubini-Ferlin

Gewässerökologie
Eichhalde 14
8053 Zürich