

Biofilme im Tagliamento



Michael Döring, Geograf und Doktorand, sowie Urs Uehlinger, Biologe und wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung «Limnologie».

Biofilme nehmen eine zentrale Stelle im Stoffhaushalt von Fließgewässern ein. Im Tagliamento hängt ihr Wachstum und ihre Aktivität wesentlich vom Wasseraustausch zwischen dem Oberflächengewässer und den Sedimenten im Flussbett ab.

In Fließgewässern bilden sich Biofilme sowohl auf den Steinen der Gewässersohle als auch im darunter liegenden wasserdurchströmten Sediment, in der so genannten hyporheischen Zone. Ihre Entwicklung wird durch eine Reihe von Faktoren beeinflusst wie z.B. durch Beschattung, Frass, den Nährstoffgehalt des Wassers, die morphologischen Eigenschaften des Flussbetts und das Abflussregime. Eine weitere wichtige Rolle spielt der Austausch zwischen dem Oberflächenwasser und dem Porenwasser der hyporheischen Zone.

Generell ist dieser Austausch umso stärker, je variabler die Flussmorphologie ist, d.h. wenn schnell und langsam fließende Abschnitte alternieren (Riffle-Pool-Abfolge) und es bei hohem Abfluss immer wieder zu Auflockerungen der Gewässersohle kommt. Was aber geschieht, wenn das gesamte Oberflächenwasser in der hyporheischen Zone versickert und viel weiter flussabwärts wieder aufsteigt? Eine Situation, wie wir sie z.B. am Tagliamento vorfinden. Welchen Einfluss hat das auf die Biofilme?

Der Tagliamento, einer der letzten Wildflüsse Europas. Dieser letzte grosse natürliche Alpenfluss entspringt in den venezianischen Alpen und mündet zwischen Venedig und Trieste nach etwa

170 km Fließstrecke in die Adria. Der Abfluss des Tagliamento beträgt im Mittellauf durchschnittlich 110 m³ pro Sekunde, kann aber z.B. nach starken Regenfällen im Herbst über 4000 m³ pro Sekunde erreichen. Zwischen Flusskilometer 92 und 114 findet sich ein Abschnitt, wo das Wasser bei Trockenwetter ausschliesslich im Untergrund fließt.

Eineinhalb Jahre lang haben wir den Abfluss zwischen Flusskilometer 85 und 125 gemessen (Abb. 1). Es zeigte sich, dass der Tagliamento bis Kilometer 114, in der so genannten Verlustzone, zwischen 1,6 und 4,5 m³ Wasser pro Sekunde und Kilometer an die hyporheische Zone verliert. Das Ende dieser Verlustzone ist durch wasserundurchlässige Meeressedimente entlang der ehemaligen Küstenlinie, der «linea delle risorgive», definiert. In der sich anschliessenden Gewinnzone nimmt der oberirdische Abfluss um 0,2 bis 0,4 m³ pro Sekunde und Kilometer zu. Die Menge des versickernden Wassers und die Länge des trockenen Abschnitts hängen von der Wasserführung des Tagliamento ab. Während langer Trockenperioden, z.B. im Juli und August 2003, verschwindet der Fluss auf einer Länge von mehr als 20 km, wohingegen er bei hohem Wasserstand, wie im Oktober 2004, durchgehend auch oberirdisch abfließt (Abb. 1).

Abb. 1: Abfluss des Tagliamento in der Verlust- und Gewinnzone.

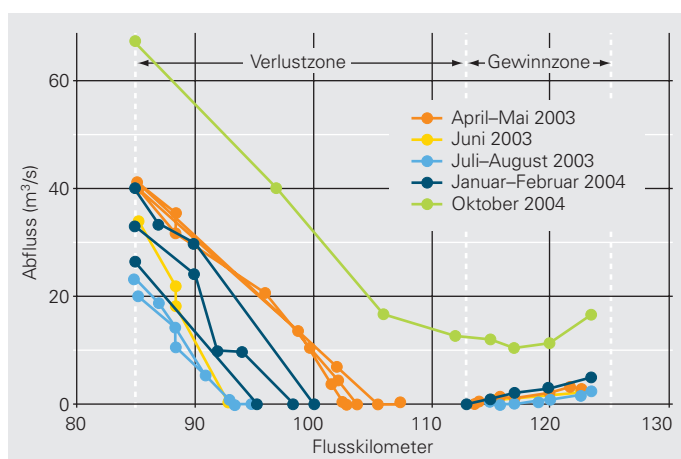
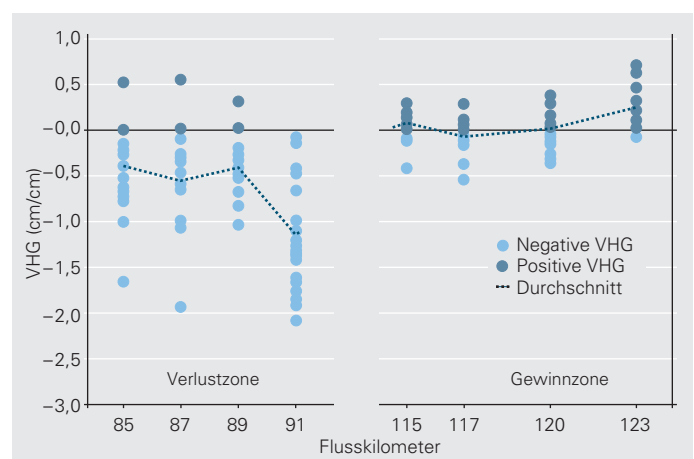


Abb. 2: Vertikale hydrologische Gradienten (VHG) in der Verlust- und Gewinnzone.





Dimitry van der Nat, Eawag

Die Verlustzone am Tagliamento. Vorne: das Wasser versickert, hinten: der Fluss fällt trocken.

Der Beginn der Gewinnzone am Tagliamento.



Michael Döring, Eawag

Charakterisierung der Verlust- und Gewinnzone. Der vertikale hydraulische Gradient (VHG) unterstreicht die Ergebnisse der Abflussmessungen (Abb. 2). Zur Messung des VHG werden PVC-Rohre benutzt, die man etwa 50 cm tief in das Sediment treibt. Die unteren 10 cm dieser Rohre sind mit Löchern versehen, durch die das Wasser ungehindert ein- und ausströmen kann. Nach einiger Zeit vergleicht man die Wasserstände innerhalb und ausserhalb des Rohrs: ist das Wasser im Rohr tiefer als ausserhalb, verliert der oberirdische Fluss Wasser an die hyporheische Zone (negativer VHG); im umgekehrten Fall, also wenn das Wasser im Rohr höher steht als ausserhalb, strömt Wasser aus der hyporheischen Zone ein (positiver VHG).

Je nach Richtung des Wasseraustausches ändern sich die Habitatbedingungen. So sind die täglichen und saisonalen Temperaturschwankungen in der Gewinnzone geringer als in der Verlustzone. Unterschiede ergaben sich auch bei den Nährstoffkonzentrationen: z.B. war die Nitratkonzentration in der Verlustzone mit durchschnittlich 0,75 mg pro Liter geringer als in der Gewinnzone mit durchschnittlich 1,1 mg pro Liter. Das liegt unter anderem daran, dass nitrifizierende Bakterien im hyporheischen Biofilm Ammonium zu Nitrat umsetzen.

Mehr Biofilm in der Gewinn- als in der Verlustzone. Zur Quantifizierung des Biofilms wurden an jeweils 4 Probenahmestellen in der Verlust- und Gewinnzone 5 Steine gesammelt. Der auf den Steinen vorhandene Biofilm wurde mit einer Drahtbürste abgekratzt, gewogen, verascht und als aschefreies Trockengewicht (AFDM) pro m² Steinoberfläche berechnet (Abb. 3A). Die durchschnittliche Biofilmmenge war mit 25,3 g pro m² in der Gewinnzone doppelt so hoch wie in der Verlustzone mit 12,2 g pro m². Grund dafür ist vermutlich die höhere Nährstoffkonzentration in der Gewinnzone. Saisonale Schwankungen der Biofilmmenge lassen sich auf wechselnde Umweltbedingungen zurückführen. Die höheren Biofilmmengen im Juli und August sind wahrscheinlich durch die zu dieser Zeit günstigen Licht- und Temperaturverhältnisse erklärbar. Hochwasser im August und Oktober (Abb. 3C) reduzierten die Biofilme bedingt durch Geschiebetrieb. Im darauf folgenden Winter nahm die Biofilmmenge wieder zu.

Aktiver Biofilm in der Verlustzone. Die Aktivität des hyporheischen Biofilms bestimmten wir anhand der Respiration. Dabei wird die Sauerstoffmenge gemessen, die die Mikroorganismen beim Abbau organischer Substanz verbrauchen. Wir benutzten Plexiglaszylinder definierter Grösse, die etwa zur Hälfte mit Sediment aus dem Flussbett gefüllt und mit Flusswasser aufgefüllt werden. Anschliessend wird der aktuelle Sauerstoffgehalt mit Hilfe eines Sauerstoffmessgerätes gemessen. Die Kammer wird luftdicht verschlossen und im Sediment vergraben. Nach ca. 4 Stunden wird der Sauerstoffgehalt erneut bestimmt (siehe Titelbild). Aus der Differenz der Ausgangs- und Endkonzentration kann der Sauerstoffverbrauch der Mikroorganismen berechnet werden. Im Durchschnitt war die Respiration mit 0,4 mg Sauerstoff pro kg Sediment und Stunde in der Verlustzone etwa doppelt so hoch wie in der Gewinnzone. Vermutlich ist das Wasser in der Verlustzone reicher

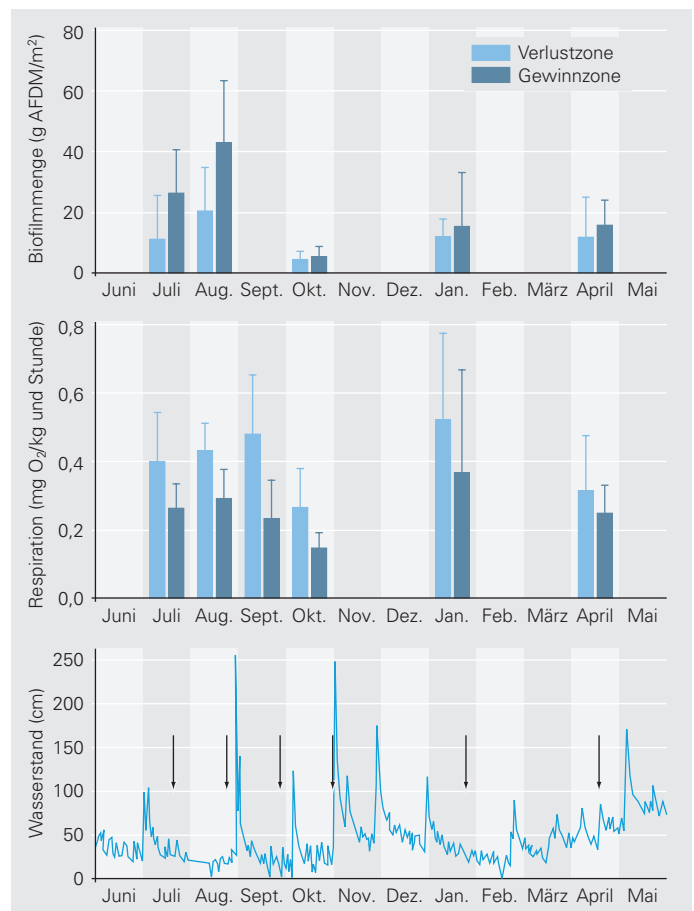


Abb. 3: Biofilmmenge an der Gewässersohle (A), Respiration des hyporheischen Biofilms, ausgedrückt als Sauerstoffverbrauch pro kg Sediment <8 mm und Stunde bei 20 °C (B) und Wasserstand des Tagliamentos (C) zwischen Juni 2003 und April 2004. Fehlerbalken = Standardabweichung, AFDM = aschefreies Trockengewicht.

an hochwertiger organischer Substanz (z.B. Algen), die in die hyporheische Zone transportiert werden.

Unsere Studie hat gezeigt, dass grossräumige Austauschprozesse und ihre Auswirkungen auf die Habitatbedingungen das Biofilmwachstum wesentlich beeinflussen. Diese Erkenntnisse helfen, die bereits von kleinräumigen Untersuchungen (Riffle-Pool-Abfolge) bekannten Zusammenhänge auf natürliche Flüsse in einem grösseren Massstab zu übertragen. Insgesamt wird deutlich, wie wichtig eine ausgedehnte hyporheische Zone für natürliche Fließgewässer ist. Allerdings ist sie bei den meisten heutzutage verbauten Flüssen nur eingeschränkt funktionsfähig. ○ ○ ○

Tockner K., Ward J.V., Arscott D.B., Edwards P.J., Kollmann J., Gurnell A.M., Petts G.E., Maiolini B. (2003): The Tagliamento River: a model ecosystem of European importance. *Aquatic Sciences* 65, 239–253.

Tockner K., Ward J.V., Edwards P.J., Kollmann J., Gurnell A.M., Petts G.E. (2001): Der Tagliamento (Norditalien): Eine Wildflussaue als Modellökosystem für den Alpenraum. In: Laufener Seminarbeitrag, Laufen/Salzach: Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, S. 25–34.