

Habitatdynamik in der Schwemmebene des Val Roseg

Schwemmebenen sind sehr komplexe und dynamische, aber auch stark gefährdete Ökosysteme. Sie zeichnen sich durch eine hohe Habitatheterogenität aus und werden von einer Vielzahl von Organismen besiedelt, die an diese Heterogenität angepasst sind. In der proglazialen Schwemmebene des Val Roseg ergibt sich die Heterogenität aus der grossen Vielfalt an Gerinntypen und dem ausgeprägten Expansions- und Kontraktionszyklus des gesamten Gewässernetzes.

Untersuchungen an Schwemmebenen (Flussauen) beschränkten sich bisher fast ausschliesslich auf die grösseren Unterläufe der Flüsse. Dabei haben sich Schwemmebenen als Orte mit hoher biologischer Vielfalt und Produktivität erwiesen [1]. Schwemmebenen können sich aber an unterschiedlichen Abschnitten entlang eines Flusslaufes bilden. Die 2,6 km lange Schwemmebene im oberen Val Roseg entstand durch die Ablagerung fluvioglazialer Sedimente durch den Roseg- und Tschiervagletscher (Abb. 1 und Abb. 2 auf S. 14). Uns interessierte die Frage, ob alpine Schwemmebenen eine ähnlich hohe Lebensraum- und Artenvielfalt aufweisen wie Schwemmebenen im Unterlauf der Flüsse.

Eines der Hauptziele unseres Projekts war es deshalb, die räumliche und zeitliche Lebensraumdynamik der Schwemmebene des Val Roseg zu quantifizieren und diese mit der biologischen Vielfalt (siehe Artikel S. 26) und den wichtigsten Ökosystemprozessen, z.B. der Umwandlung von Nährstoffen und organischer Substanz, in Verbindung zu setzen (siehe Artikel S. 19).

Diversität des Gerinnenetzes

Je nach Art der Vernetzung zum Hauptgerinne und dem relativen Anteil unterschiedlicher Wasserquellen wurden sechs verschiedene Gerinntypen identifiziert (Tab. 1) [2]. Im Sommer formen all diese Gerinntypen ein komplexes Gesamtgewäs-

sernetz. Im Winter hingegen fallen die Zuflüsse und Seitengewässer sowie Gewässer ohne ständigen oberstromigen Kontakt zum Hauptgerinne trocken. Die verbleibenden Gerinne verwandeln sich zu grundwasserbürtigen Gewässern, die oberstromig nicht verbunden sind. Jeder dieser Gerinntypen trägt, einzeln oder in Verbindung mit den anderen, zur bemerkenswerten Diversität dieser glazialen Schwemmebene bei [3; siehe auch Artikel S. 24 und S. 26].

Die Schwemmebene, ein Ökosystem zwischen Ausdehnung und Rückzug

Die Schwemmebene des Val Roseg ist durch den Wechsel von Expansions- und Kontraktionsperioden geprägt, die sich stark auf die Länge des Gewässernetzes auswirken; ein für Auenlandschaften weit verbreitetes Phänomen, das bislang jedoch kaum untersucht wurde. In der Schwemmebene des Val Roseg ändert sich die Länge des Gerinnenetzes von ca. 5 km im Winter auf über 20 km im Sommer. Durch die Anwendung hydrochemischer Indikatoren war es möglich, diesen Expansions- und Kontraktionszyklus mit Veränderungen wichtiger hydrologischer Prozessen zu korrelieren. Als Indikatoren dienten Natrium (Grundwasserbeitrag), Nitrat (Schneeschmelzwasser) und partikulärer Phosphor (Eisschmelzwasser). Der relative Anteil der Wasserquellen am Gesamtabfluss in der Schwemmebene ändert sich im Jahreszyklus [4]. Subglaziales Grundwasser und Hanggrundwasser dominieren den Abfluss im Winter. Dagegen führen die Gerinne im Frühling überwiegend Schneeschmelzwasser und im Sommer vor allem Eisschmelzwasser (Abb. 2). Mit Hilfe eines Mischungsmodells [5] konnte gezeigt werden, dass sich der Anteil von Hanggrundwasser am gesamten Abfluss der Schwemmebene von weniger als 10% im Sommer auf über 70% im Winter erhöht. Das Ökosystem Schwemmebene wechselt also von einem einheitlichen, durch Grundwasser geprägtem System im Winter zu einem heteroge-



Fl. Zähr, EAWAG

Abb. 1: Lage der verschiedenen Gerinntypen im oberen Bereich der Schwemmebene des Val Roseg: H = Hauptgerinne, S = Seitengerinne, T = temporär vernetztes Gerinne, X = gemischtes Gerinne, G = grundwasserbürtiges Gerinne, Z = Zufluss (siehe auch Tab. 1).



Zufluss zum Rosegbach.

nen System im Sommer, das durch Gletscherschmelzwasser dominiert wird. Diese saisonalen Schwankungen der relativen Anteile verschiedener Wasserquellen wiederum beeinflussen wesentlich die Verfügbarkeit von Nährstoffen und organischer Substanzen sowie das Temperaturregime (siehe Artikel S. 19).

Überflutungsdynamik und Komplexität der Schwemmebene

Wir haben ein einfaches Modell entwickelt, das die Verfügbarkeit der Gerinnetypen und die Heterogenität des aquatischen Lebensraums über einen Zeitraum von mehreren Jahren voraussagen kann (Abb. 3). Dabei werden drei Parameter zueinander in Beziehung gesetzt: die Abflussmenge, die Länge des Gewässernetzes und die Diversität der Gerinnetypen, die als Mass für die Heterogenität der Flusslandschaft verwendet wird. Die Diversität der Gerinnetypen wurde mit einem Diversitätsindex berechnet. Darin werden die einzelnen «Arten», d.h. Gerinnetypen, durch 8 Trübungsklassen repräsentiert, und die Abundanz der Gerinnetypen ergibt sich durch den Anteil jeder Klasse an der Gewässernetzlänge [4]. Die Ergebnisse zeigen eine ausgeprägte Saisonalität der Lebensraumvielfalt (Diversität der Gerinnetypen). Sie ist im Sommer während der Gletscherschmelze am höchsten und kann dadurch die negativen Auswirkungen der täglichen Abflussspitzen und des damit verbundenen Sedimenttransports abschwächen.

Anders als bei Tieflandschwemmebenen wird die bemerkenswerte Habitat-heterogenität in der Schwemmebene des

Val Roseg primär durch die saisonalen Veränderungen im Wasserursprung verursacht. Im Vergleich zu hochalpinen Gewässern mit einem einzigen Gerinne weisen Schwemm-

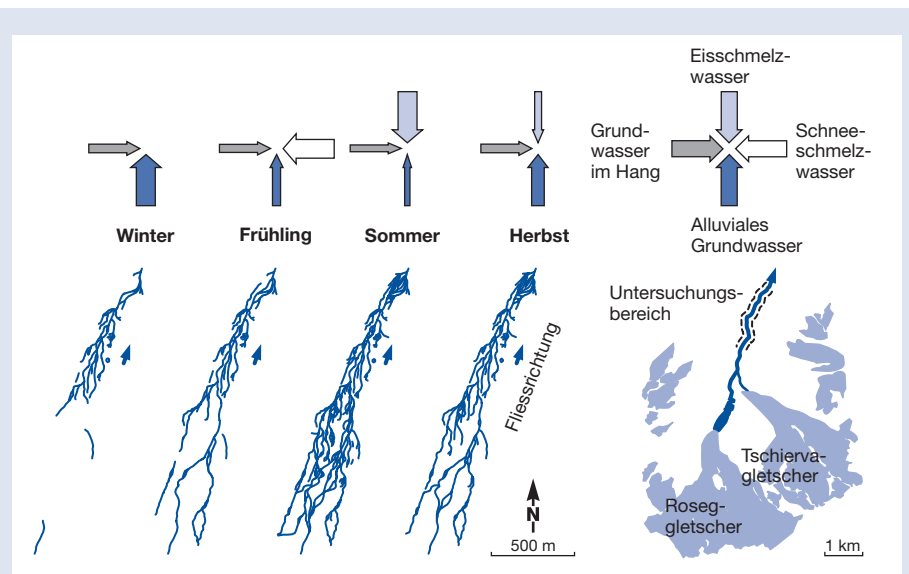


Abb. 2: Ausdehnungs- und Verkleinerungszyklus des Gerinnenetzes der Schwemmebene des Val Roseg (über vier Jahreszeiten) und relativer Anteil der verschiedenen Wasserquellen am Gesamtabfluss der Schwemmebene.

| Gerinnetyp | Parameter | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------------|-------------------------------|-------------|-------------------------|
| | Wasserquelle | Temperatur (°C) | Trübung | Gerinnestabilität | Nährstoffe | Erwartete Biodiversität |
| Hauptgerinne (H) | Tal-gletscher | 2–4 | hoch | niedrig (Geschiebe-transport) | wenig | mittel–niedrig |
| Seitengerinne (S) | Tal-gletscher | 2–4 | hoch | niedrig–mittel | wenig | niedrig |
| Temporär vernetztes Gerinne (T) | Tal-gletscher | 2–5 | hoch–mittel | mittel–niedrig | wenig | niedrig |
| Gemischtes Gerinne (X) | Gletscher, Grundwasser | 3–5 | mittel | mittel | mittel | mittel–hoch |
| Grundwasser-bürtiges Gerinne (G) | Alluviales und Hanggrundwasser | 4–8 | klar | hoch | hoch | hoch |
| Zufluss (Z) | Hang-gletscher | 4–8 | klar–mittel | hoch | mittel–hoch | niedrig–mittel |

Tab. 1: Gerinnetypen der Schwemmebene, ihre Eigenschaften während des Sommerhochwassers und ihre erwartete Biodiversität (detaillierte Beschreibung der Gerinnetypen in [2]).

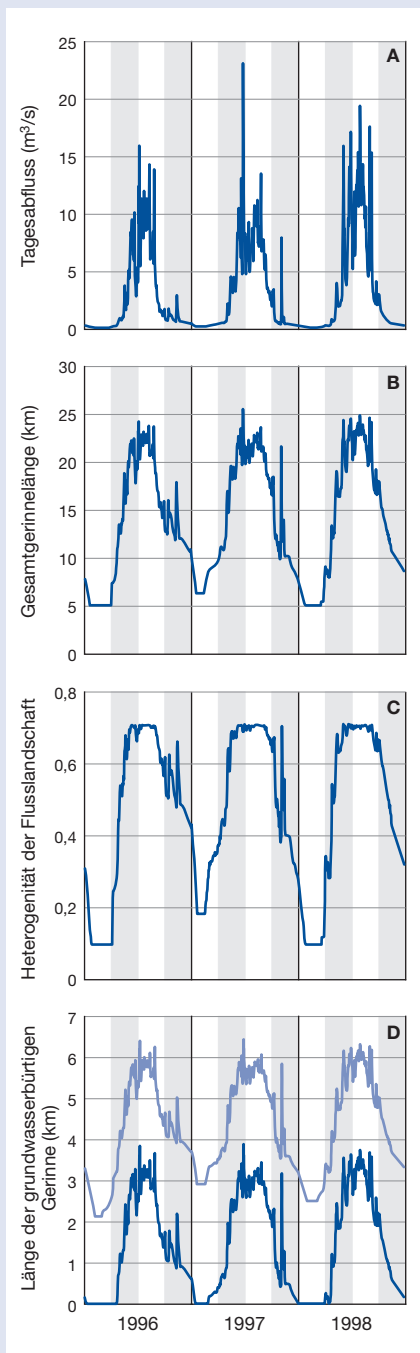


Abb. 3: Jahreszeitlich bedingte dynamische Entwicklung des Tagesabflusses (A), der Gesamtlänge des Gerinnenetzes (B) und der Heterogenität der Flusslandschaft (C). Die Länge (D) der grundwasserbürtigen Gerinne (hellblaue Linie) und der temporär vernetzten Gerinne (dunkelblaue Linie) wurden anhand der Verhältnisse Abfluss-Gerinnelänge und Abfluss-Heterogenität bestimmt.



Photos: K. Tockner, EAWAG

Grundwasserbürtiges Gerinne.



Temporär vernetztes Gerinne.

ebenen vermutlich eine grössere Resistenz gegenüber Änderungen im Abfluss und in der Landnutzung im Einzugsgebiet aus und gewährleisteten somit eine recht hohe regionale Stabilität in einem sonst hochsensiblen Lebensraum. Proglaziale Schwemmebenen verdienen daher unsere besondere Aufmerksamkeit in Naturschutz- und Managementprogrammen. Ein Schritt in diese Richtung ist die Initiative des BUWAL, bei der momentan alle schützenswerten hoch-

alpinen Schwemmebenen von nationaler Bedeutung inventarisiert werden.



Klement Tockner ist Limnologe mit dem Spezialgebiet Flussauen und Biodiversität. Seit 1996 ist er an der Abteilung Limnologie der EAWAG sowie als Dozent an der ETH Zürich tätig.

Koautoren: U. Uehlinger, F. Malard

- [1] Ward J.V., Tockner K. (2000): Biodiversity: towards a unifying theme in river ecology. *Freshwater Biology* 46, 807–819.
- [2] Tockner K., Malard F., Burgherr P., Robinson C.T., Uehlinger U., Zah R., Ward J.V. (1997): Physico-chemical characterization of channel types in a glacial floodplain ecosystem (Val Roseg, Switzerland). *Archiv für Hydrobiologie* 140, 433–463.
- [3] Klein B., Tockner K. (2000): Biodiversity in springbrooks of a glacial flood plain (Val Roseg, Switzerland). *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 27, 704–710.
- [4] Malard F., Tockner K., Ward J.V. (2000): A landscape-level analysis of physico-chemical heterogeneity in a glacial flood plain. *Landscape Ecology* 15, 679–695.
- [5] Tockner K., Malard F., Uehlinger U., Ward J.V. (2002): Nutrients and organic matter in a glacial flood plain (Val Roseg, Switzerland). *Limnology & Oceanography* 47, 266–277.



Hauptgerinne.