

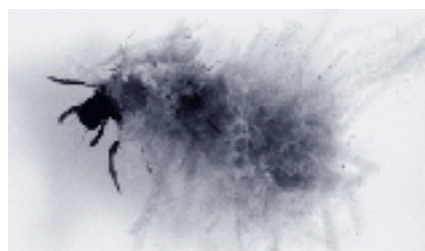
Biodiversität der Wirbellosenfauna in Fließgewässern des Val Roseg

Alpine Gletscherbäche sind häufige und prägende Elemente der Hochgebirgslandschaft. Wir bestaunen ihre wilde und ungezähmte Natur, sind uns aber kaum bewusst, dass diese harschen Lebensräume von einer vielfältigen und charakteristischen Fauna besiedelt werden. Doch ist die Biodiversität alpiner Fließgewässer aufgrund ihrer Empfindlichkeit gegenüber klimatischen Veränderungen und dem stetig zunehmenden Druck durch mannigfaltige menschliche Aktivitäten stark gefährdet.

Integrität und Biodiversität alpiner Gewässerökosysteme sind von vielen Seiten bedroht. Klimaveränderung, die Zerstörung von Lebensraum durch eine Änderung der Nutzung oder durch den Bau von Wasserkraftwerken sind nur einige der Gefahren [1]. Will man die schädlichen Auswirkungen beurteilen und durch geeignete Massnahmen mildern, ist ein umfassendes Verständnis der komplexen Wechselwirkungen zwischen Umweltbedingungen und der Verteilungsmuster von Flora und Fauna erforderlich. Trotz eines grossen und gut dokumentierten Interesses an der Fauna alpiner Fließgewässer zu Beginn des 20. Jahrhunderts [z.B. 2] sind umfassende ganzjährige Studien jedoch eher selten [3]. Wir haben uns deshalb auf die wirbellosen Tiere an der Gewässersohle konzentriert und die räumlichen und zeitlichen Verteilungsmuster dieser Organismen in verschiedenen Gletscherbächen des Val Roseg untersucht (siehe Artikel auf S. 13).

Arteninventar im Rosegbach

Bis heute konnten etwa 150 verschiedene wirbellose Tiere in der Schwemmebene des



P. Burgherr, EAWAG

Acrophylax zerberus ist eine verbreitete Köcherfliege, die in verschiedenen Lebensraumtypen im Val Roseg vorkommt.

Val Roseg identifiziert werden (Abb. 1). Die Nicht-Insektenarten machen ca. 35% aus, wobei Wenigborster (Oligochaeta), Wassermilben (Hydrachnellae) und Muschelkrebse (Ostracoda) den grössten Anteil stellen. Unter den Insekten sind die Zuckmücken (Chironomidae) mit 35 Arten am zahlreichsten vertreten, während die Artenvielfalt in anderen Gruppen wesentlich geringer ist. Das Auftreten von 8 Kriebelmückenarten (Simuliidae) war jedoch unerwartet, da Gletscherbäche für diese Organismen keine günstigen Lebensräume darstellen.

Räumliche Phänomene

Während der Schmelzperiode im Sommer beobachteten wir eine longitudinale Abfolge der Wirbellosenarten wie sie für gletscher gespeiste Bäche typisch ist. Zuckmückenlarven der Gattung *Diamesa* bevorzugten kalte Gewässer und dominierten denn auch

den proglazialen Abschnitt unterhalb der Gletscherzunge mit einem Anteil von etwa 95%. Sie blieben eine häufige Art entlang des gesamten Rosegbaches. Mit zunehmender Distanz vom Gletscherende nahmen Artenvielfalt und Besiedlungsdichte zu. Häufig angetroffene Arten waren: Zuckmückenlarven der Unterfamilien Orthoclaudiinae und Tanytarsini, Larven der Eintagsfliegen *Baetis alpinus* und *Rhithrogena* spp. sowie der Steinfliegen *Leuctra* spp. und *Protonemura* spp., Kriebelmückenlarven und Wenigborster. Dieses longitudinale Muster ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die extremen Habitatbedingungen mit zunehmender Distanz vom Gletscherende abgeschwächt werden. Unsere Ergebnisse stimmen somit mit dem konzeptionellen Modell von Milner et al. überein (s. Kasten). Im Gegensatz zu diesem longitudinalen Aspekt ist die räumliche Dynamik verschiedener Gerinnetypen in glazialen Schwemmebenen bislang kaum untersucht worden. Die Schwemmebene des Val Roseg weist eine bemerkenswerte Vielfalt an aquatischen Lebensräumen auf, was hauptsächlich eine Folge davon ist, dass sich Wasserursprung und Vernetzungsgrad der Gerinne stetig ändern (siehe Artikel auf S. 16). Wir verglichen die Lebensgemeinschaften in drei verschiedenen Gerinnetypen (Habitat-

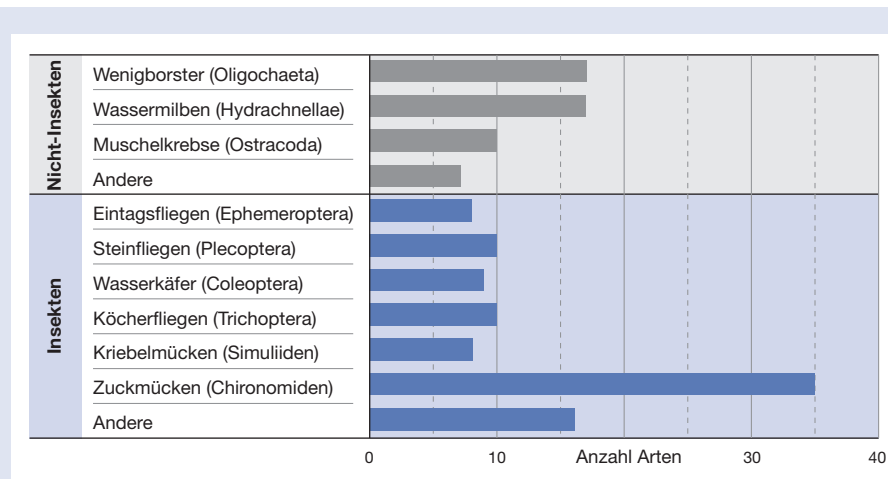


Abb. 1: Artenvielfalt und Anteile verschiedener taxonomischer Gruppen in der Schwemmebene des Val Roseg.

Konzeptionelles Modell zur Verteilung des Zoobenthos in Gletscherbächen

Aufgrund neuerer Forschungsergebnisse und einer Literatursynthese haben Milner et al. [8] ein konzeptionelles Modell vorgeschlagen, das die Zonierung wirbelloser Organismen als Funktion der Distanz vom Gletscherende beschreibt. Je weiter man sich vom Gletscherende entfernt desto milder werden die Umweltbedingungen. Das Modell postuliert, dass die Verteilung des Zoobenthos durch zwei Hauptfaktoren bestimmt wird, nämlich Temperatur und Gerinnenstabilität. Mit zunehmender Wassertemperatur und Gerinnenstabilität steigt auch die Zahl der Arten und die Biomasse des Zoobenthos an.

Diese Aktivitäten führen oft zur Fragmentierung der natürlichen und artenreichen Lebensräume (siehe Artikel auf S. 28). Es sind deshalb mehr ganzheitliche Studien wie diejenige im Val Roseg nötig, um das subtile Zusammenspiel zwischen Habitatveränderungen und Biodiversität auf verschiedenen Ebenen zu verstehen.



P. Burgherr schloss seine Doktorarbeit über die Verteilungsmuster wirbelloser Tiere in alpinen Gletscherbächen im Jahr 2000 in der Abteilung Limnologie der EAWAG ab. Seit 2001 ist er am Paul Scherrer Institut tätig.

Koautoren:
M. Hieber, B. Klein, M.T. Monaghan, C.T. Robinson, K. Tockner

- [1] Mc Gregor G., Petts G.E., Gurnell A.M., Milner A.M. (1995): Sensitivity of alpine stream ecosystems to climate change and human impacts. *Aquatic Conservation* 5, 233–247.
- [2] Steinmann P. (1907): Die Tierwelt der Gletscherbäche. Eine faunistisch-biologische Studie. *Annales de Biologie Lacustre* 2, 30–150.
- [3] Lavandier P., Décamps H. (1984): Estaragne. In: B.A. Whitton (ed.) *Ecology of European Rivers*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK, p. 237–264.
- [4] Tockner K., Malard F., Burgherr P., Robinson C.T., Uehlinger U., Zah R., Ward J.V. (1997): Physicochemical characterization of channel types in a glacial floodplain ecosystem (Val Roseg, Switzerland). *Archiv für Hydrobiologie* 140, 433–463.
- [5] Burgherr P., Ward J.V. (2001): Longitudinal and seasonal distribution patterns of the benthic fauna of an alpine glacial stream (Val Roseg, Swiss Alps). *Freshwater Biology* 46, 1705–1721.
- [6] Watson R.T., Zinyowera M.C., Moss R.H., Dokken D.J. (eds.) (1997): The regional impacts of climate change: an assessment of vulnerability. IPCC special report. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 517 p.
- [7] 2. Alpenreport (2001): CIPRA, Internationale Alpenschutzkommission (ed.) Verlag Paul Haupt, Bern, 423 p.
- [8] Milner A.M., Brittain J.E., Castella E., Petts G.E. (2001): Trends of macroinvertebrate community structure in glacier-fed rivers in relation to environmental conditions: a synthesis. *Freshwater Biology* 46, 1833–1847.

typen), die einen Gradienten mit zunehmender Gerinnestabilität darstellten: das vorwiegend durch Gletscherschmelzwasser gespeiste Hauptgerinne, Gerinne, die temporär mit dem Hauptbach verbunden sind, und Grundwassergerinne (siehe Tab. 1, S. 17). Obwohl alpine Fließgewässer extreme Lebensräume darstellen, die sich auf dem absteigenden Ast der Rauheit/Diversität-Kurve befinden [4] (Abb. 2), ist es dieses heterogene Mosaik aus verschiedenen Gerinntypen, das eine deutlich höhere Biodiversität ermöglicht, indem zahlreiche Rückzugsräume für die sohlennahe Wirbellosenfauna zur Verfügung stehen. So zeigten besonders die sehr stabilen Grundwassergerinne eine enorme Besiedlungsdichte und Artenvielfalt an wirbellosen Tieren, die auch nur geringfügige saisonale Schwankungen aufwies (Abb. 3).

Zeitliche Phänomene

Das konzeptionelle Modell von Milner et al. (siehe Kasten) beschreibt die Verteilungsmuster von wirbellosen Organismen sehr gut während der Eisschmelze im Sommer, berücksichtigt aber nicht, dass der Einfluss der Gletscherschmelze jahreszeitlich variiert. Wir konnten jedoch feststellen, dass sich die longitudinalen Verteilungsmuster der Wirbellosen mit den Jahreszeiten veränderten. Eintagsfliegen- und Steinfliegenlarven zum Beispiel wurden, vor allem im Oktober und November, viel näher beim Gletscherende gefunden, als dies vom Modell vorhergesagt wird. Zusätzlich wurden die maximale Besiedlungsdichte und Diversität in Zeiten mit besonders günstigen Umweltbedingungen beobachtet, nämlich im Frühling und vom Spätherbst bis zum frühen Winter (Abb. 4, siehe auch S. 22).

Biodiversität in Gefahr

Zusammenfassend deuten unsere Resultate darauf hin, dass die Verteilung der wirbellosen Organismen in den Gletscherbächen nicht nur durch die Wassertemperatur und Gerinnestabilität beeinflusst wird, sondern durch ein komplexes Wechselspiel verschiedenster Faktoren bestimmt wird [z.B. 5]. Einige Klimamodelle sagen vorher, dass 95% der Gletschermasse in den Alpen bis zum Jahr 2100 verschwindet [6]. Die Auswirkungen auf alpine Fließgewässer sind jedoch schwer vorherzusagen, da viele der wichtigsten Veränderungen auf der Ebene kleiner Einzugsgebiete stattfinden werden und mit den heute angewandten globalen Zirkulationsmodellen kaum abgeschätzt werden können. Zusätzlich sind etwa 90% aller Bäche und Flüsse in den Alpen von menschlichen Aktivitäten beeinträchtigt [7].

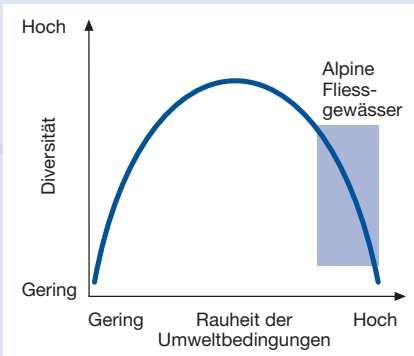


Abb. 2: Alpine Fließgewässer befinden sich auf dem absteigenden Ast der Rauheit/Diversität-Kurve.

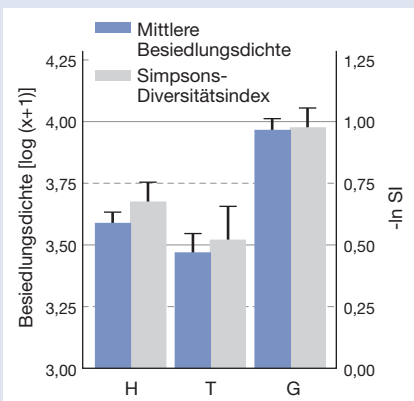


Abb. 3: Mittlere Besiedlungsdichte und Simpsons-Index für die Diversität des Hauptgerinnes (H), der temporär vernetzten Gerinne (T), und der Grundwassergerinne (G). Die Fehlerbalken entsprechen +1 Standardabweichung.

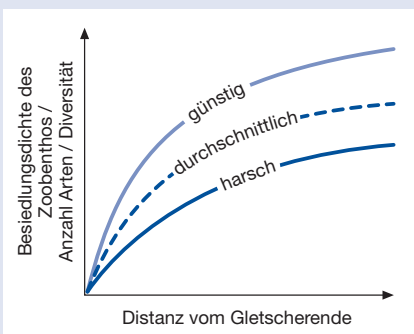


Abb. 4: Konzeptionelle Darstellung der Abhängigkeit der Dichte und der Diversität des Zoobenthos von der Distanz zum Gletscherende. Durchgehende Linien stellen die Endpunkte mit den rauesten und günstigsten Lebensbedingungen dar. Die gestrichelte Linie repräsentiert den theoretischen Mittelwert über den gesamten Jahreszyklus hinweg.