



Instream Revitalisierung – eine geeignete Massnahme zur Aufwertung von Fliessgewässern?

Der Einsatz von Totholz in Fliessgewässern ist eine der häufigsten und am besten untersuchten Revitalisierungsmassnahmen und gilt als kostengünstig und einfach umsetzbar. Eine derartige Instream Revitalisierung, die keinen zusätzlichen Platzbedarf erfordert und wenig aufwändig ist, ermöglicht eine Verbesserung des Lebensraums für unsere Fische.

von Lisa Wilmsmeier und Patrica Holm

Foto: L. Wilmsmeier

▲ Mungnaukanal in Zollbrück.

In der Schweiz weisen 14 000 Kilometer, also 22 Prozent der Gesamtlänge aller kartierten Fliessgewässer eine schlechte Gewässerstruktur (Ökomorphologie) auf. Betroffen sind vor allem Gewässer in Siedlungen und im Landwirtschaftsgebiet (Zeh Weissmann et al. 2009). Dies trägt – zusammen mit einer schlechten Wasserqualität – massgeblich zu einer Beeinträchtigung dieser Ökosysteme bei. Die natürliche Dynamik der Gewässer wird unterbunden und zahlreichen Arten fehlen die spezifischen Lebensräume. In der Konsequenz sind auch die vielfältigen Funktionen und Serviceleistungen von Fliessgewässern, die der Mensch nutzt und von denen die Gesellschaft profitiert, betroffen.

Revitalisierungen sollen die natürlichen Funktionen eines Gewässers wiederherstellen und ermöglichen, dass sich die Morphologie und das Artenspektrum wieder zu einem naturnahen Zustand hin entwickeln (Baumgartner et al. 2013). Es wird also keine Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands angestrebt – was in der Schweiz aufgrund der vielfältigen konfligierenden Nutzungen auch kaum möglich wäre. Zudem ist der Ausgangszustand selten hinreichend genau bekannt. Die häufigsten Ziele von Revitalisierungen umfassen die Verbesserung der Wasserqualität, die Wiederherstellung von Flussauen, die Verbesserung der Lebensräume

im Fluss, die Fischgängigkeit und die Uferstabilisierung.

Der Gesetzgeber hat die Notwendigkeit von Fliessgewässerrevitalisierungen erkannt und die Revitalisierung mit der Änderung des Gewässerschutzgesetzes 2011 vorgeschrieben (GSchG 1991, Rev. 2011, Art. 38a, Abs. 1). Dabei sollen Fliessgewässer – oder einzelne Abschnitte – mit hohem ökologischem Potential priorisiert werden. Daneben sind für die Auswahl der zu revitalisierenden Fliessgewässer auch weitere Aspekte, wie die Machbarkeit, die Kosten und der gesellschaftliche Nutzen der Revitalisierung massgebend (Baumgartner et al. 2013). Von den 14 000 Kilometern in

schlechtem ökomorphologischen Zustand sollen rund 4000 Kilometer mit aufwändigen Massnahmen revitalisiert werden. Dabei wird von einer Umsetzungsdauer von 80 Jahren ausgegangen (Göggel 2012).

Offen bleibt, wie mit den restlichen 10000 Kilometern, die von der Planung aufgrund begrenzter Ressourcen und einem als tief eingeschätzten Revitalisierungspotential ausgeschlossen wurden, umgegangen wird. Ob es Möglichkeiten gibt, diese Strecken dennoch nachhaltig, also ökologisch sinnvoll, gesellschaftlich und ökonomisch vertretbar, aufzuwerten? Auch eine Zwischenlösung zur Überbrückung der langen Umsetzungsdauer könnte hier in Betracht gezogen werden.

Der Entscheid für oder gegen bestimmte Massnahmen wird jedoch nicht nur durch die Zielsetzung, sondern auch durch räum-

liche, soziale, logistische und finanzielle Gegebenheiten vor Ort bestimmt. So steht vor allem in unserem dicht besiedelten Schweizer Mittelland der Wunsch nach Revitalisierung meist in Konkurrenz mit Ansprüchen des Hochwasserschutzes, der finanziellen Möglichkeiten oder der landwirtschaftlichen Nutzung. Revitalisierungen werden daher oft nur entlang relativ kurzer Abschnitte von Fliessgewässern durchgeführt. Dadurch entstehen kleinräumige, voneinander getrennte revitalisierte Abschnitte, die den gewünschten ökologischen Erfolg nur teilweise erzielen.

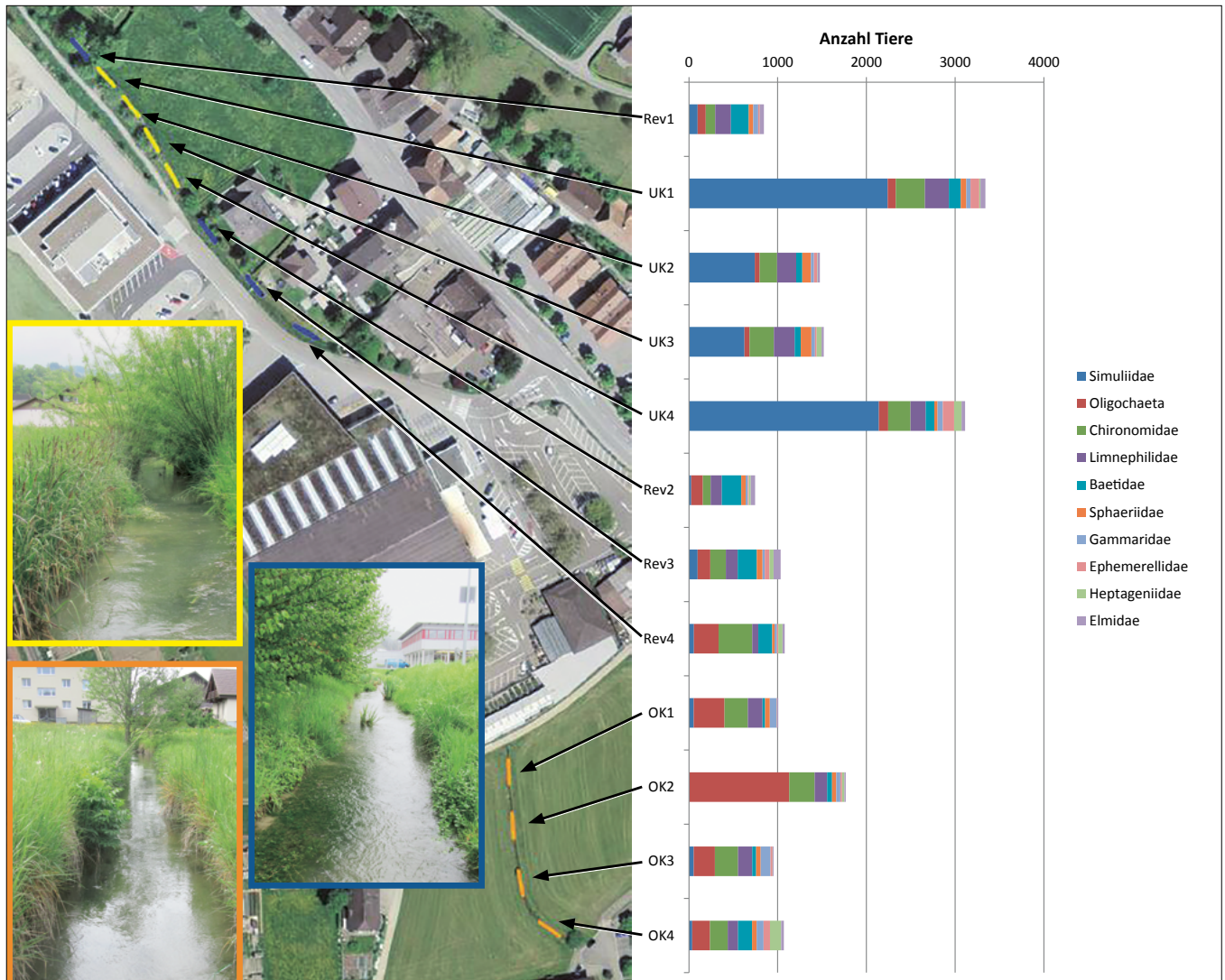
Massnahmen, die einen Kompromiss zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Forderungen darstellen, sind deshalb von besonderem Interesse (Schanze et al. 2004). Die sogenannte Instream Revitalisierung ist eine solche einfache und kostengünstige Massnahme, die ohne zu-

sätzlichen Landbedarf umgesetzt werden kann. Dabei werden verschiedene natürliche oder künstliche Strukturen, zum Beispiel Totholz oder Kies, im Flussbett platziert oder verbaut, um in erster Linie die Bedingungen für die Fische zu verbessern (Roni et al. 2008; Mende 2013). Zudem können so voneinander isolierte revitalisierte Strecken, zumindest ansatzweise, miteinander verbunden werden. Der folgende Artikel widmet sich der Instream Revitalisierung mittels Totholz.

Instream Revitalisierung mit Totholz

Totholz bildet in Flüssen und Bächen Strömungshindernisse und führt so zu veränderten Strömungsverhältnissen, wodurch sich die Diversität erhöht, Sedimente ablagern und Kolke entstehen. Totholzstrukturen bieten zahlreichen Wirbellosen und

▼ Abbildung 1: Verteilung und typische Ansichten der Probestrecken (blau/«Rev»: revitalisierte Strecke, gelb/«UK»: untere Kontrolle, orange/«OK»: obere Kontrolle). Rechts die Zusammensetzung des Makrozoobenthos (10 häufigste Taxa) in den einzelnen Probestrecken.



Fischen Lebensraum, da sie strömungsberuhigte Zonen, Deckung gegenüber Feinden, Hartsubstrat und Nahrung bieten. Die erhöhte Strömungsvielfalt in Bereichen mit Totholz führt zudem zu einer besseren Versorgung der Zwischenräume des Sohlensubstrats mit Sauerstoff und dadurch zu einer höheren Abbaurate organischer Stoffe. Das Einbringen von Totholz in kleinen Bächen gilt durch die geringen Materialpreise und Ausführungskosten als günstige und damit sehr effektive Massnahme (Boschi et al. 2003; Rau & Peter 2011).

Limitierung von Instream Revitalisierung

Obwohl Instream Revitalisierungen schon lange und vielerorts durchgeführt werden, wurden erst wenige einer Erfolgskontrolle unterzogen (Larson et al. 2001; Roni et al. 2008; Miller et al. 2010; Haase et al. 2012). Da im Vergleich zu aufwändigeren Revitalisierungen nur kleine Veränderungen am Abflussprofil durchgeführt und die Ufergebiete beziehungsweise die Quervernetzung nicht verbessert werden, ist zu erwarten, dass dadurch nicht alle Beeinträchtigungen korrigiert werden können (Larson et al. 2001; Roni et al. 2008). Erfolgskontrollen, die sowohl die Populationsdynamik

der Fischfauna als auch ihrer Nährtiere untersuchen, sind deshalb von grossem Wert für eine Beurteilung der Nützlichkeit solcher Revitalisierungsmassnahmen.

Instream Revitalisierung des Mungnaukanals

Beim Mungnaukanal handelt es sich um einen kanalisiertem Bach, der unterhalb von Langnau im Emmental von der Ilfis abzweigt und über eine Strecke von etwa drei Kilometern teils oberirdisch, teils eingedolt durch Landwirtschaftsland und Siedlungsgebiet fliesst (vgl. S. 10). Mit ein bis zwei Metern Breite und einem Gefälle von 7,7‰ gehört der Mungnaukanal zur Bachforellenregion (Huet 1949).

2012 wurden auf einer Länge von etwa 100 Metern 15 Wurzelstöcke verschiedener Baumarten, Stammdurchmesser 10–20 Zentimeter, im Uferbereich und in der Bachmitte eingesetzt. Zusätzlich wurden etwa 20 Sumpfschwertlilien (*Iris pseudacorus*) zu den Wurzelstöcken gesetzt. Durch diese kleine Instream Revitalisierung sollten die Habitatvielfalt im Bach erhöht und Unterstände für die Bachforelle geschaffen

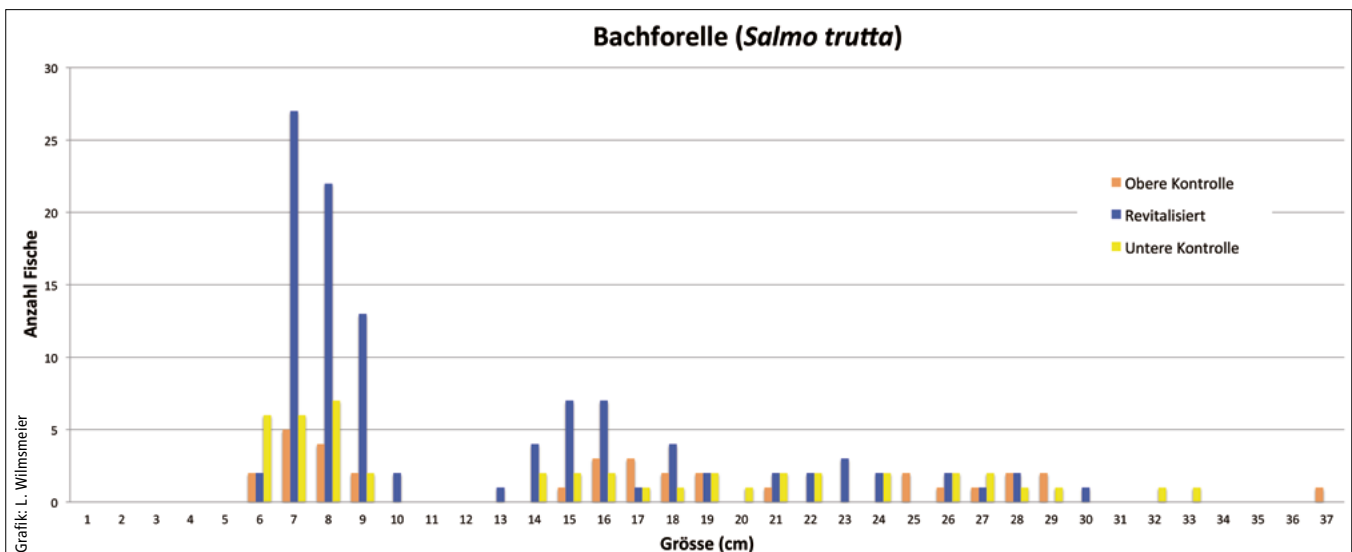
werden. Die ökologische Wirksamkeit der Massnahme wurde durch den Vergleich mit zwei Kontrollstrecken unter- und oberhalb der revitalisierten Strecke anhand der Fische und des Makrozoobenthos untersucht. Die «untere Kontrolle» befindet sich in Fließrichtung direkt anschliessend an die revitalisierte Strecke, die «obere Kontrolle» etwa 100 Meter flussaufwärts. Zwischen der «oberen Kontrolle» und der «revitalisierten Strecke» ist der Bach eingedolt (vgl. Abb. 1).

Erfolgskontrolle

Am 15.8.2014, bei durch Regen leicht erschwerten Bedingungen, wurden je 50 Meter des revitalisierten Abschnitts und der beiden Kontrollstrecken in zwei Durchgängen elektrisch abgefischt. Die gefangenen Fische wurden bestimmt, gezählt und ihre Länge auf den Zentimeter genau gemessen.

Für die Untersuchung des Makrozoobenthos wurden im Frühling 2014 in den drei Bachabschnitten je vier Probestrecken mit einer Länge von 10 Metern untersucht. Die Probestrecken wurden gleichmässig über die gesamte Länge der Bachabschnitte verteilt. In der Wurzelstockstrecke wurden die Probestrecken so gelegt, dass sich

▼ Abbildung 2: Anzahl Forellen bestimmter Grössen in den verschiedenen Abschnitten des Mungnaukanals. Die Abgrenzung der 0+-Fische ist durch die deutliche Lücke (keine Fische mit 11 oder 12 cm Länge) eindeutig möglich.

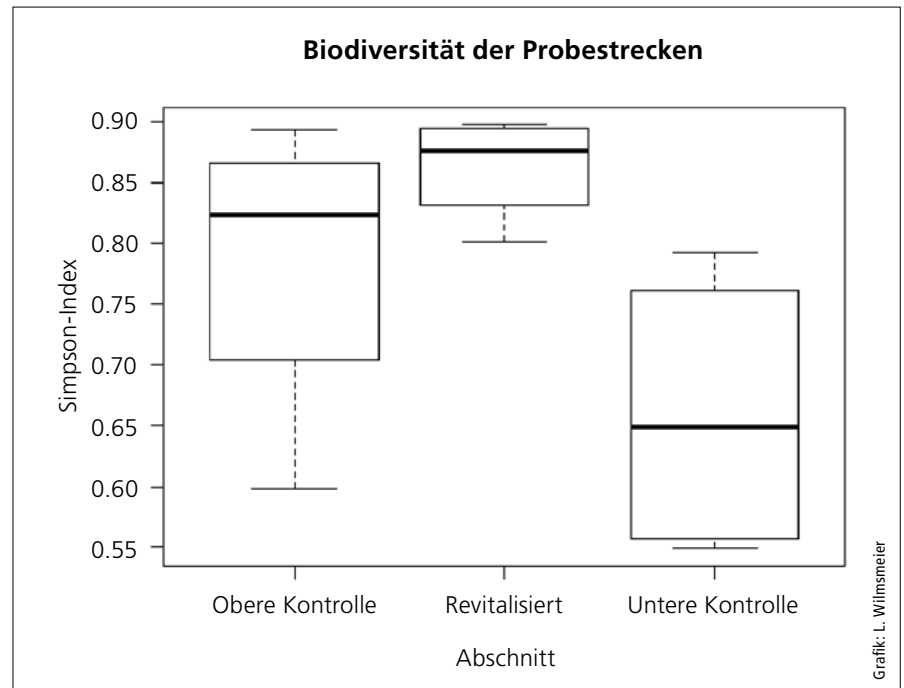


jeweils ein Wurzelstock in der Mitte befand. Um eine Überlappung der Probestrecken zu vermeiden, musste eine Probestrecke der Kategorie «revitalisiert» flussabwärts der «unteren Kontrolle» platziert werden, wo ebenfalls einige Wurzelstöcke eingesetzt worden waren (vgl. Abb. 1). In jeder Probestrecke wurden acht Kicksampling-Proben von unterschiedlichen Substraten nach den Vorgaben des Modul-Stufen-Konzepts (MSK, Stucki 2010) entnommen. Alle darin vorkommenden Makroinvertebraten wurden bis auf das vom Modul-Stufen-Konzept vorgegebene Level – mit Ausnahme einiger faunistischer Gruppen bis auf die Stufe der Familie – bestimmt und gezählt (Schlüssel: Lubini et al. 2012, Stremmann et al. 2005, Tachet et al. 2000).

Wurzelstöcke bieten Lebensraum für Fische

Im Mungnaukanal leben Bachforellen (*Salmo trutta*) und Groppen (*Cottus gobio*). Bei der elektrischen Abfischung wurden im «revitalisierten Abschnitt» mit 107 Bachforellen und 49 Groppen deutlich mehr Fische gefangen als in den Kontrollstrecken; da waren es 46 Bachforellen und 28 Groppen in der «unteren» sowie 34 Bachforellen und 8 Groppen in der «oberen Kontrollstrecke». Auffällig war die hohe Zahl an Jungfischen und dadurch die gute Populationsstruktur (Schager & Peter 2004) im «revitalisierten Abschnitt» (vgl. Abb. 2). Da im Mungnaukanal kein Besatz mit Bachforellen durchgeführt wird, deutet dies auf eine funktionierende Naturverlaichung hin.

Da vor der Revitalisierung keine Abfischung stattgefunden hat, kann der gute Fischbestand des «revitalisierten Abschnitts» nicht mit absoluter Sicherheit auf den Einsatz der Wurzelstöcke zurückgeführt werden. Der vorgefundene Fischbestand kann sowohl durch verbesserte Fortpflanzungs- und Überlebensbedingungen im Bereich der Wurzelstöcke als auch durch eine vermehrte Einwanderung aus den angrenzenden Bachabschnitten erklärt werden. Eine Unterscheidung dieser beiden Faktoren ist ge-



▲ Abbildung 3: Boxplot der Biodiversität (Simpson-Index) in der revitalisierten und den beiden Kontrollstrecken. Der einzig signifikante Unterschied besteht zwischen dem revitalisierten Abschnitt und der unteren Kontrolle (T-Test, $p=0.038$, $N=4$).

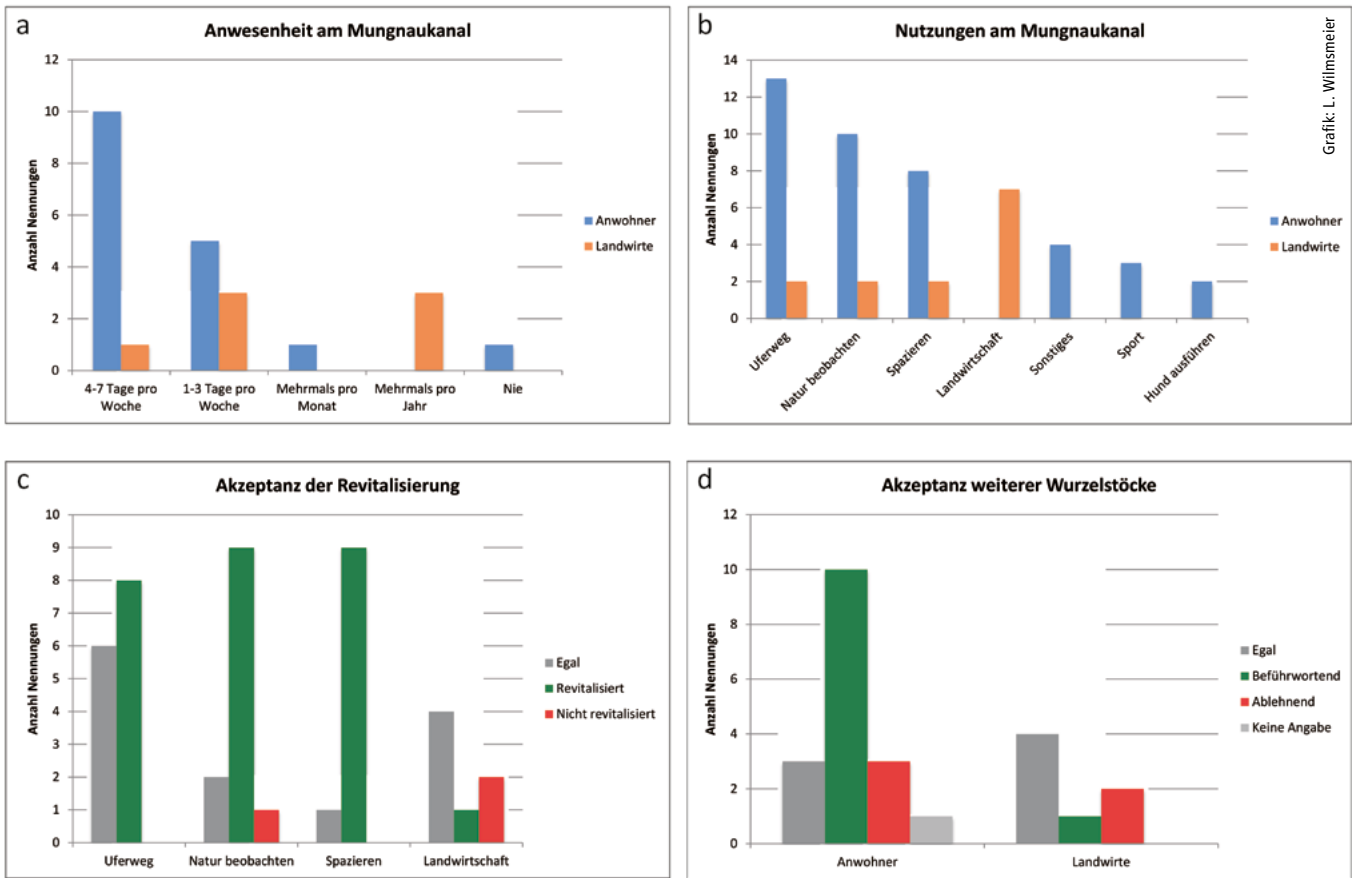
nerell schwierig (Roni & Quinn 2001). Grundsätzlich weist die hohe Anzahl der Fische im «revitalisierten Abschnitt» aber darauf hin, dass die Wurzelstöcke wichtige Habitate für die Fische darstellen, die im Rest des Mungnaukanals fehlen. Totholz und andere Strukturen, die im Rahmen von Instream Revitalisierungen in Fließgewässern eingesetzt werden, bieten für Fische wichtige Unterstände als Verstecke vor Fressfeinden und Ruheplätze mit verminderten Fließgeschwindigkeiten im Strömungsschatten.

Instream Revitalisierung und Makrozoobenthos

Bei den Makroinvertebraten wurden insgesamt 19261 Tiere aus 39 verschiedenen Taxa bestimmt. Abbildung 1 zeigt die Zusammensetzung der zehn häufigsten Taxa im Mungnaukanal. Die Anzahl gefundener Tiere variiert zwischen den Probestrecken mit rund 800 bis 3500 Tieren sehr stark, wobei alleine die Simuliiden (Kriebelmücken) einen Anteil von bis zu 66 Prozent

ausmachen können. Insbesondere die Probestrecken der «unteren Kontrolle» weisen eine sehr hohe Kriebelmücken-Dichte auf. Grund dafür könnten sowohl geeignete Lebensbedingungen in diesem Gebiet – wie etwa ins Gewässer ragende Gräser und Äste zur Eiablage – als auch der Zeitpunkt der Probenahme sein. Die Saisonalität der Lebenszyklen der Makroinvertebraten kann zu Schwankungen der Abundanz von mehreren hundert Prozent innerhalb einiger Tage führen (Fischnetz 2004), was bei Untersuchungen des Makrozoobenthos berücksichtigt werden muss. Da die Probestrecken der «unteren Kontrolle» alle am Ende der Feldperiode untersucht wurden, könnte die hohe Anzahl Kriebelmücken in der «unteren Kontrollstrecke» also durch den zeitlichen Ablauf der Feldarbeit bedingt sein.

Hinsichtlich der Anzahl vorkommender Taxa, dem IBCH oder der Anzahl und Abundanz sensibler Taxa (Ephemeroptera – Eintagsfliegen, Plecoptera – Steinfliegen und Trichoptera – Köcherfliegen) konnten keine



Grafik: L. Wilmsmeier

▲ Abbildung 4: Nutzungshäufigkeit des Mungnaukanals und seiner direkten Umgebung (a), Nutzungen des Mungnaukanals und seiner Umgebung (b), Akzeptanz der Wurzelstöcke und Lilien für verschiedene Nutzungen (c), Akzeptanz weiterer Instream Revitalisierungen am Mungnaukanal (d). Befragt wurden jeweils 17 Anwohner und 7 Landwirte.

signifikanten Unterschiede zwischen den Bachabschnitten festgestellt werden. Die Diversität (Simpson-Index, Simpson 1949) der Makroinvertebraten ist in der «revitalisierten Strecke» zwar am höchsten, unter-

scheidet sich aber nur von der «unteren Kontrollstrecke» signifikant (vgl. Abb. 3). Diese Resultate werden ausserdem von der hohen Anzahl Kriebelmücken beeinflusst, welche den Diversitäts-Index der «oberen Kontrollstrecke» verringert. Bei einem Ausschluss der Kriebelmücken aus der Analyse bestehen keine signifikanten Unterschiede mehr. Dies gilt auch für die Abundanz der Makroinvertebraten, welche in der «unteren Kontrollstrecke» bedingt durch die hohe Anzahl Kriebelmücken am grössten ist (signifikanter Unterschied zur «revitalisierten Strecke»).

Durch die Instream Revitalisierung konnten die Bedingungen für die Makroinvertebraten somit nicht merklich verbessert werden.

Dies wird auch durch Resultate anderer Studien bestätigt (Roni et al. 2008). Die Gründe dafür können vielfältiger Natur sein und einerseits bei der Art der Revitalisierung, andererseits an Beeinträchtigungen der Umgebung liegen. Da durch Instream Revitalisierung nur innerhalb des Bachbettes Massnahmen getroffen werden, bleiben Defizite ausserhalb des aquatischen oder revitalisierten Bereiches bestehen. So wird zum Beispiel weder die Wasserqualität noch die Verfügbarkeit von Habitaten für adulte Insekten in der Umgebung (Ufervegetation) durch eine Instream Revitalisierung verbessert. Beides kann die Anzahl und Artenvielfalt der Makroinvertebraten limitieren.

Lisa Wilmsmeier
 Rodtmattstrasse 90
 3014 Bern
 lisawilmsmeier@gmx.ch
 079 738 35 47

Prof. Dr. Patricia Holm
 Universität Basel
 Vesalgasse 1
 4051 Basel
 patricia.holm@unibas.ch
 061 267 04 02

Limitierung der Erfolgskontrolle

Da weder der Fischbestand noch die Zusammensetzung des Makrozoobenthos vor der Revitalisierung bekannt sind, kann der Erfolg der Revitalisierung hier nur durch den Vergleich verschiedener Strecken beurteilt werden. Zusätzliche Umwelteinflüsse wie die unterschiedliche Landnutzung entlang der Strecken können die Resultate verfälschen. Auch wird durch die einmalige Untersuchung nur eine Momentaufnahme des Zustands des Mungnaukanals gemacht. Beides sind häufige Probleme bei Erfolgskontrollen von Gewässerrevitalisierungen. Aus Kostengründen werden bei der Mehrheit der Revitalisierungen überhaupt keine Erfolgskontrollen durchgeführt (Bernhardt et al. 2005).

Bedeutung für die Bevölkerung

Mit 17 Anwohnern und sieben Landwirten, deren Grundstücke direkt am untersuchten Teil des Mungnaukanals liegen, wurden quantitative, mündliche Interviews mit einem standardisierten Fragebogen nach den Richtlinien von Mayer (2013) durchgeführt. Ziel war die Überprüfung der gesellschaftlichen Akzeptanz der Revitalisierungsmaßnahme. Das Ergebnis der Interviews ist in *Abbildung 4* zusammengefasst. Der Mungnaukanal ist kein ausgewiesenes Naherholungsgebiet, wird aber aufgrund seiner Lage an einer Strasse und in der Nähe eines Einkaufszentrums von vielen Anwohnern beinahe täglich besucht.

Die grosse Mehrheit bevorzugt einen Bach mit Wurzelstöcken und Lilien. Für die landwirtschaftliche Nutzung sind Wurzelstöcke im Bach irrelevant, solange die Bewirtschaftung der angrenzenden Felder dadurch nicht gestört wird.

Fazit

Eine Instream Revitalisierung wie der Einsatz von Totholz kann die ökologische Qualität eines Fließgewässers verbessern, wenn sie die Ursachen der Degradation positiv beeinflusst. Dies ist etwa bei kanalisierten und «ausgeräumten» Bächen wie dem Mungnaukanal der Fall, die wenig Strukturvielfalt bieten. Sie kann jedoch nicht die vielen anthropogen verursachten Beeinträchtigungen, die auf die Fließgewässerökosysteme wirken, ausgleichen oder das Ökosystem zurück in einen natürlichen Zustand bringen (Larson et al. 2001). Auch die Gesellschaft profitiert nur begrenzt von Instream Revitalisierungen kleiner Bäche, da durch sie keine zusätzlichen Naherholungsräume geschaffen werden.

Aufwändige Revitalisierungen sind jedoch aus finanziellen und logistischen Gründen meist nur in kurzen Gewässerabschnitten möglich. Die fehlende Vernetzung zwischen natürlichen und/oder revitalisierten Abschnitten mit hoher ökologischer Qualität verhindert oft deren Besiedelung durch die erwünschten Arten. Instream Revitalisierungen können hier dank der geringen Kosten, keinem zusätzlichen Landbedarf, der guten Akzeptanz in der Bevölkerung, und dem vergleichsweise kleinen Planungs- und Implementierungsaufwand als sogenannte stepping stones (Trittsteine) zwischen natürlichen oder revitalisierten Fließgewässerabschnitten eingesetzt werden.

Instream Revitalisierung ist zwar kein Ersatz für einen ausreichenden Gewässer- und dessen eigendynamische Entwicklung, sie bietet aber insbesondere bei eingeschränkter Landverfügbarkeit die Möglichkeit, die Gewässer trotzdem ökologisch und optisch aufzuwerten (Mende 2012). Diese Massnahmen sind somit dort besonders wertvoll, wo räumliche und finanzielle Einschränkungen die Wiederherstellung eines natürlicheren Flusslaufes nicht erlauben.

Danksagung

Ohne die Unterstützung folgender Personen und Institutionen wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen: Universität Basel und Programm Mensch-Gesellschaft-Umwelt; O. Hartmann und T. Maurer, Fischereinspektorat des Kantons Bern; M. Kramer; C. Imesch, Atelier für Naturschutz und Umweltfragen; Anwohner und Landwirte des Mungnaukanals sowie freiwillige Helfer für die Abfischung. Ihnen allen gebührt unser grosser Dank. ♣

Literatur

↗ www.aquaviva.ch/wissen/zeitschrift



Lisa Wilmsmeier

MSc Sustainable Development, BSc Biologie, hat mit der vorliegenden Arbeit ihr Masterstudium in Nachhaltiger Entwicklung abgeschlossen. Danach arbeitete sie beim Fischereinspektorat des Kantons Bern und freut sich nun auf neue Herausforderungen im Natur- und Gewässerschutz.



Patricia Holm

Prof. Dr. rer. nat., Biologin, Professorin an der Universität Basel und University of Alberta (Kanada). Zuvor Leiterin des Schweizer Projekts zum Fischfangrückgang «Fischnetz» und Autorin des Buches «Faszinierende Fische». Sie forscht über die Folgen natürlicher und menschgemachter Einflüsse auf Fische, über Mikroplastik, Mikroverunreinigungen und invasive Arten.

Literatur

- Åberg, E.U. und Tapsell, S. (2013): Revisiting the River Skerne: The long-term social benefits of river rehabilitation. *Landscape and Urban Planning* 113, 94–103.
- Baumgartner, S., Peter, A., Reichert, P., Robinson, C., Siegenthaler-Le Drian C. und Thomas, G. (2013): Priorisierung von Flussrevitalisierungsprojekten - Ökologische Aspekte der Priorisierung und Revitalisierungspotential. Dübendorf, EAWAG, 62 S.
- Bernhardt, E.S., Palmer, M.A., Allan, J.D., Alexander, G., Barnas, K., Brooks, S., Carr, J., Clayton, S., Dahm, C., Galat, D., Gloss, S., Goodwin, P., Hart, D., Hassett, B., Jenkinson, R., Katz, S., Kondolf, G.M., Lake, P.S., Lave, R., Meyer, J.L., Donnell, T.K.O., Pagano, L., Powell, B. und Sudduth, E. (2005): Synthesizing U.S. river restoration efforts. *Science* 308, 636–637.
- Boschi, C., Bertiller, R. und Coch, T. (2003): Die kleinen Fließgewässer. Bedeutung – Gefährdung – Aufwertung. Zürich, Hochschulverlag AG, ETH Zürich, 37–42.
- Bundesverwaltung (1991): Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer. URL: <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19910022/index.html> [Stand: 05.06.2014].
- Dönni, W. (2014): Die Antwort der Fische. Erfolgskontrollen bei der Revitalisierung von Fließgewässern. *Aqua viva, die Zeitung für Gewässerschutz* 56 (4), 4–7.
- Fischnetz (2004): Dem Fischrückgang auf der Spur. Schlussbericht des Projekts Netzwerk Fischrückgang Schweiz. Dübendorf, Bern, EAWAG, BUWAL, 178 S.
- Göggel, W. (2012): Revitalisierung Fließgewässer. Strategische Planung. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. *Umwelt-Vollzug* 1208, 44 S.
- Haase, P., Hering, D., Jähmig, S.C., Lorenz, A.W. und Sundermann, A. (2012): The impact of hydromorphological restoration on river ecological status: a comparison of fish, benthic invertebrates, and macrophytes. *Hydrobiologia* 704 (1), 475–488.
- Huet, M. (1949): Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courants. *Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie* 11, 333–351.
- Kurth, A.M. und Schirmer, M. (2014): Thirty years of river restoration in Switzerland: implemented measures and lessons learned. *Environmental Earth Sciences* 72(6), 2065–2079.
- Larson, M.G., Booth, D.B. und Morley, S.A. (2001): Effectiveness of large woody debris in stream rehabilitation projects in urban basins. *Ecological Engineering* 18, 211–226.
- Lubini, V., Knispel, S. und Vinçon, G. (2012): Die Steinfliegen der Schweiz: Bestimmung und Verbreitung / Les plécoptères de Suisse: identification et distribution. *Fauna Helvetica, Neuchâtel, CSCF & SEG*, 272 S.
- Mayer, H.O. (2013): Interview und schriftliche Befragung. Grundlagen und Methoden der empirischen Sozialforschung, 6. Edition. München, Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 223 S.
- Mende, M. (2012): Instream River Training – Naturnaher Flussbau mit minimalem Materialeinsatz. *Korrespondenz Wasserwirtschaft* 5(10), 537–543.
- Mende, M. (2013): Kostengünstige Bausteine zur ökologischen Aufwertung von Fließgewässern. *Ingenieurbiologie* 1, 62–66.
- Miller, S.W., Budy, P. und Schmidt, J.C. (2010): Quantifying Macroinvertebrate Responses to In-Stream Habitat Restoration: Applications of Meta-Analysis to River Restoration. *Restoration Ecology* 18(1), 8–19.
- Rau, C. und Peter, A. (2011): Fließgewässerrevitalisierungen – Das grosse Potenzial kleiner Bäche. *Wasser Energie Luft* 103(1), 43–48.
- Roni, P., Hanson, K. und Beechie, T. (2008): Global Review of the Physical and Biological Effectiveness of Stream Habitat Rehabilitation Techniques. *North American Journal of Fisheries Management* 28(3), 856–890.
- Roni, P. und Quinn, T.P. (2001): Effects of wood placement on movements of Trout and juvenile Coho salmon in natural and artificial stream channels. *Transactions of the American Fisheries Society* 130, 675–685.
- Schager, E. und Peter, A. (2004): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. *Fische Stufe F. Mitteilung zum Gewässerschutz* 44, 63 S.
- Schanze, J., Olfert, A., Tourbier, J.T., Gersdorf, I. und Schwager, T. (2004): Existing Urban River Rehabilitation Schemes, Final Report. European Commission, Urban River Basin Enhancement Methods, 188 S.
- Simpson, E.H. (1949): Measurement of diversity. *Nature* 163, 688
- Stresemann, E. Klausnitzer, B., Hannemann, H.–J. und Senglaub, K. (2005): Exkursionsfauna von Deutschland. Wirbellose: Insekten, 10. Edition. München, Elsevier GmbH, 959 S.
- Stucki, P. (2010): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. *Makrozoobenthos Stufe F. Umwelt-Vollzug* 1026, 61 S.
- Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M. und Usseglio-Polatera, P. (2000): *Invertébrés d'eau douce: Systématique, biologie, écologie*. Paris, C. Editions, 588 S.
- Zeh Weissmann, H., Könitzer, C. und Bertiller, A., (2009): Strukturen der Fließgewässer in der Schweiz. Zustand von Sohle, Ufer und Umland (Ökomorphologie); Ergebnisse der ökomorphologischen Kartierung. *Umwelt-Zustand* 0926, 100 S.