
Einleitung

Sabine Fink, Anna Belser, Giovanni De Cesare,
Christoph Scheidegger, Christine Weber und David Vetsch

Hydrologische und hydraulische Prozesse wie beispielsweise der Sedimenttransport wirken sich auf aquatische, amphibische und terrestrische Organismen und ihre Lebensräume weit über das Hauptgerinne eines Fließgewässers hinaus aus. Dieser Bereich, der sogenannte «Lebensraum Gewässer», umfasst eine grosse Vielfalt von Auen-Lebensräumen, die abhängig von Abfluss und Sedimentdynamik räumlich und zeitlich variieren können. Die an das Leben in Flusslandschaften angepassten Tiere und Pflanzen profitieren von der sich verändernden Umwelt. Insbesondere die Sedimentdynamik kann Nährstoffe liefern, die Fortpflanzung fördern und Lebensräume sowohl neu schaffen als auch vorübergehend verändern.

In naturnahen Flusslandschaften bietet die grosse Fläche, die Land und Gewässer vernetzt, genügend Raum zur Entschärfung von Hochwassergefahren. Dagegen sind in veränderten Landschaften bei Ereignissen, die den vorgesehenen Abfluss überschreiten, menschliche Infrastrukturen und landwirtschaftliche Flächen betroffen, wodurch Schutzmassnahmen und ein Restrisikomanagement notwendig sind. Um Hochwasserschutz und ökologische Funktionen in Flusslandschaften miteinander zu verknüpfen, ist ein Verständnis des Vernetzungsgrades von grösster Bedeutung. Naturnahe Fließgewässer sind in mehreren Dimensionen mit ihrer Umgebung verbunden: in Längsrichtung von der Quelle bis zur Mündung, in Querrichtung vom Wasser bis (und einschliesslich) zu den Ufern und in der vertikalen Richtung vom Oberflächen- bis zum Grundwasser. Die Sedimentdynamik wirkt sich auf die Vernetzung in all diesen Dimensionen aus und die beteiligten Prozesse reichen vom Einzugsgebiet bis auf die Skala der einzelnen Projektfläche.

In ökologisch vernetzten Flusslandschaften können Arten in Gebieten Zuflucht finden, in denen die Auswirkungen von Extremereignissen (z. B. Hochwasser oder Trockenheit) geringer sind. Die funktionale Vernetzung fördert zudem die biologische Vielfalt, und dies selbst in kleinen Gebieten, da sie Lebensräume miteinander verbindet und Organismen die Möglichkeit bietet, sich auszubreiten oder neue Gebiete zu besiedeln. Die Wiederbesiedlung von Lebensräumen in

Flusslandschaften ist ein Schlüsselprozess, da sich auenbewohnende Arten entlang funktionaler Wasserwege über grosse Entfernungen ausbreiten können. Die strategische Planung der Revitalisierung und des Schutzes auf Einzugsgebietsebene profitiert von einer ganzheitlichen Perspektive. Modelle können helfen vorherzusagen, inwieweit gewisse Arten Lebensräume innerhalb von Flusslandschaften nach Jahren oder Jahrzehnten und auch unter sich ändernden klimatischen und morphologischen Bedingungen erreichen können (s. Kap. 1; Fink und Scheidegger 2023). Zudem sind aquatische und terrestrische Arten in Flusslandschaften auf spezifische Lebensräume angewiesen, um sich etablieren, wachsen und fortpflanzen zu können. Die Schaffung dieser Lebensräume an bestimmten Standorten wird auf Einzugsgebietsebene durch klimatische und hydrologische sowie auf lokaler Ebene durch hydrodynamische Faktoren geprägt (s. Kap. 2; van Rooijen *et al.* 2023).

In naturnahen Flusslandschaften sind Wasser und Land miteinander verbunden, auch durch Nahrungsnetze, in denen aus dem Wasser schlüpfende Insekten als hochwertige Nahrung für terrestrische Räuber dienen (z. B. Spinnen und Vögel; s. Kap. 3; Kowarik und Robinson 2023). Eine funktionale laterale Vernetzung zwischen aquatischen und terrestrischen Lebensräumen kann auch zur Prävention vor Naturgefahren wichtig sein, z. B. durch Hochwasserableitung. Flusslandschaften mit einem genügend grossen Raum für Wasserrückhalt können Hochwasserspitzen abschwächen und so die Auswirkungen von Hochwassern flussabwärts mildern. Bei einem grossen Hochwasserereignis leiten seitliche Entlastungsbauwerke das Wasser ab, beeinflussen aber auch den Geschiebetransport im Hauptgerinne (s. Kap. 4; Frei *et al.* 2023). Da eine regelmässige Flutung für die Auenvegetation wichtig ist, können solche Bauten auch eine wirksame ökologische Massnahme sein.

Bei kleinen und grossen Hochwasserereignissen suchen in Flusslandschaften lebende Arten Schutz in Refugien, d. h. in aquatischen oder terrestrischen Lebensräumen, in denen die Auswirkungen hoher Abflüsse und der Geschiebemobilisierung verringert sind (s. Kap. 5; Rachelly *et al.* 2023). Das Habitatmosaik in naturnahen Flusslandschaften schafft eine Fülle von Refugien, wobei die Geschiebezufuhr eine Voraussetzung für die Verfügbarkeit und Funktion dieser Rückzugsorte ist.

Zudem ist die Ablagerung von Feinsedimenten in Auen bei Hochwasser wichtig für die Bildung terrestrischer Auen-Lebensräume wie etwa artenreicher Auenwälder. Dieser Prozess ist stark von der Struktur innerhalb des Lebensraums abhängig; so fördern beispielsweise Sträucher und grasartige Vegetation die Sedimentablagerung. Kenntnisse zu Ablagerungseigenschaften von Feinsedimenten in Doppeltreppengerinnen sind für den Hochwasserschutz in regulierten Flüssen ebenfalls entscheidend (s. Kap. 6; Conde *et al.* 2023).

Schwebstoffe können sich auch im Gewässersubstrat ablagern. Dabei werden feine Partikel im Porenraum der Gewässersohle zurückgehalten, was zu einer Kolmation und damit zu einer Verringerung der Porosität und des Wasseraustauschs führt (s. Kap. 7; Dubuis *et al.* 2023). Bei verstärktem Abfluss nimmt die Geschiebemobilisierung zu, was wiederum zu einer Dekolmation und einer Resuspension von Feinsedimenten führt. Es ist wichtig, die für die Kolmation verantwortlichen Faktoren zu verstehen, da dieser Prozess die Nährstoffflüsse einschränkt und die freie Zirkulation von sauerstoffreichem Wasser verhindert. Letzteres ist entscheidend für die Entwicklung der Eier von kieslaichenden Fischarten wie der Bachforelle. Zudem wirken sich Art und Grösse des Sediments im Gewässersubstrat auf die räumliche Verteilung der Bachforellen aus, abhängig vom Alter und Geschlecht der einzelnen Fische (s. Kap. 8; Takatsu *et al.* 2023).

Die Schaffung einer naturnahen Sedimentdynamik ist der Schlüssel zur Verbesserung der ökologischen Funktion des Gewässersubstrats. Eine beeinträchtigte Geschiebekontinuität kann durch eine Sedimentzugabe gemildert werden. Der optimale Ansatz für Massnahmen zur Sanierung des Geschiebehaltungs unterscheidet sich je nach angestrebtem Ziel, z. B. Verbesserung des Fischlaichhabitats, Förderung der Sohlenstrukturen oder Verbesserung der Gerinnewegdynamik (s. Kap. 9; Mörtl *et al.* 2023). Bei allen Massnahmen hängen der ideale Zeitpunkt, die Qualität und die Quantität der Sedimentzugabe stark von den Hochwasserschutzzielen und den ökologischen Merkmalen der von der Zugabe betroffenen aquatischen und terrestrischen Arten oder Lebensräume ab (z. B. Fische und Vegetation im Fliessgewässerabschnitt).

Die vorliegende Publikation ist das Ergebnis eines interaktiven Prozesses, an dem die am Projekt beteiligten Forschenden und die Begleitgruppe aus Praktikerinnen und Praktikern von privaten Büros, NGOs sowie kantonalen und eidgenössischen

Verwaltungen mitgewirkt haben. Sie fasst die wichtigsten Resultate der Projektphase 2017–2021 zusammen (s. Box 1) und enthält Beiträge von Forschenden und Fachleuten aus der Praxis, die nicht direkt am Projekt beteiligt waren (s. «Box: In der Praxis» in jedem Kapitel). Weitere Informationen zum Programm «Wasserbau und Ökologie» und zu den Projekten finden sich auf der Website www.rivermanagement.ch, die auch Links zu früheren Berichten und wissenschaftlichen Publikationen enthält.

Box 1: Forschungsprogramm «Wasserbau und Ökologie»

Das Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG; SR 814.20) und die Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV; SR 814.201) fordern funktionsfähige Flüsse in naturnahen Gewässerräumen, wobei der Hochwasserschutz gewährleistet sein muss. Um diesen Auftrag zu erfüllen, wird seit 2011 eine nationale Strategie zur Revitalisierung der Gewässer umgesetzt. In einer vorausschauenden Perspektive hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU) bereits vor 20 Jahren zusammen mit den Forschungsinstitutionen VAW (ETH Zürich), PL-LCH (EPFL), Eawag und WSL das interdisziplinäre Forschungsprogramm «Wasserbau und Ökologie» initiiert. Ziel dieses Programms ist es, wissenschaftliche Grundlagen und praxisorientierte Lösungen für den Umgang mit Fliessgewässern zu erarbeiten und umsetzungsgerecht aufzuarbeiten. Am Programm sind Forschende aus verschiedenen Fachdisziplinen und Fachleute aus der Praxis beteiligt. Die Ergebnisse sollen den Vollzug des Gewässerschutzgesetzes und des Bundesgesetzes vom 21. Juni 1991 über den Wasserbau (SR 721.100) unterstützen und stehen der Praxis in Form von wissenschaftlichen und technischen Artikeln, Handbüchern, Berichten und der BAFU-Publikationsreihe Umwelt-Wissen zur Verfügung.

«Lebensraum Gewässer – Sedimentdynamik und Vernetzung» war das vierte mehrjährige Forschungsprojekt des Programms «Wasserbau und Ökologie» nach «Rhone-Thur», «Integrales Flussgebietsmanagement»

und «Geschiebe- und Habitatsdynamik». Es umfasste zwei Forschungsschwerpunkte, die sich beide mit Hochwasserschutz und Ökologie von mittelgrossen Flüssen befassen: (i) Sedimentdynamik und (ii) longitudinale, laterale und vertikale Vernetzung. Eine detaillierte Beschreibung des Forschungsprojekts mit seinen spezifischen Schwerpunkten, Teilprojekten und Forschungsfragen findet sich in Vetsch *et al.* (2018) und Fink *et al.* (2018).

Zu den wichtigen praxisbezogenen Produkten des Forschungsprogramms, die bisher publiziert wurden, zählen:

- Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fliessgewässerrevitalisierungen (Woolsey *et al.* 2005) [in Deutsch und Englisch]
- Integrales Gewässermanagement – Erkenntnisse aus dem Rhone-Thur-Projekt (Rohde 2005) [in Deutsch]
- Synthesebericht Schwall/Sunk (Meile *et al.* 2005) [in Deutsch]
- Wasserbauprojekte gemeinsam planen. Handbuch für die Partizipation und Entscheidungsfindung bei Wasserbauprojekten (Hostmann *et al.* 2005) [in Deutsch und Französisch]
- Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. Erkenntnisse aus dem Projekt Integrales Flussgebietsmanagement (BAFU 2012) [in Deutsch, Französisch und Italienisch]
- Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. Geschiebe- und Habitatsdynamik (BAFU 2017a) [in Deutsch, Französisch und Italienisch]