

> Flussrevitalisierungen: eine Übersicht

Sonia Angelone, Roland Fäh, Armin Peter, Christoph Scheidegger, Anton Schleiss

Das Forschungsprojekt «Integrales Flussgebietsmanagement» erarbeitete ökologische und wasserbauliche Grundlagen zur Revitalisierung von Fliessgewässern und unterstützt so deren Planung und Umsetzung. Die vorliegende Merkblatt-Sammlung präsentiert Ergebnisse dieses transdisziplinären Projekts von Eawag, WSL, LCH-EPFL und VAW-ETHZ und richtet sich an Fachleute in Bundesämtern, kantonalen Ämtern sowie Ingenieur- und Ökobilros.

Viele Fliessgewässer der Schweiz sind in den letzten 150 Jahren durch wasserbauliche Eingriffe in morphologisch monotone und ökologisch verarmte Gerinne verwandelt worden und bieten nur noch wenig Raum für natürliche, dynamische Veränderungen. Die negativen Auswirkungen auf die Ökologie sind so schwerwiegend, dass Fliessgewässer heute zu den gefährdeten Ökosystemen zählen. Dieses einleitende Merkblatt erläutert die Hauptdefizite der Schweizer Fliessgewässer und schildert die Umbruchstimmung in der Gesetzgebung. Es stellt das transdisziplinäre Forschungsprojekt «Integrales Flussgebietsmanagement» vor, dessen Ergebnisse in diese Merkblatt-Sammlung eingeflossen sind, und es weist auf die wichtigsten Vollzugshilfen hin. Anschliessend werden die

einzelnen Merkblätter (MB) der Sammlung präsentiert. Zuletzt erläutert ein Glossar die wichtigsten Begriffe.

Abflussregime und Geschiebehaushalt

In der Schweiz werden etwa 55 % der Stromversorgung mit Energie gedeckt, die in den rund 1600 Wasserkraftzentralen generiert wird (BFE 2010). Speicherkraftwerke verändern den Wasserhaushalt von Fliessgewässern wesentlich, da sie diesen über längere Strecken Wasser entnehmen. Es entstehen Restwasserstrecken, deren Abflüsse oft weit unter dem natürlichen Pegelstand liegen. Restwasserstrecken beeinträchtigen den landschaftlichen Wert und die ökologische Funktionsfähigkeit des gesamten Einzugsgebiets. Speicherkraftwerke turbinieren



Luftaufnahme des Alpenrheintals (Haag SG, Bendern FL).

Foto: D. Walser (aus Entwicklungskonzept Alpenrhein, www.alpenrhein.net)

das zurückgehaltene Wasser zu Zeiten des höchsten Strombedarfes. Beim Rückfluss des Wassers in die Fliessgewässer führt dies zu künstlichen Abflussspitzen. Daraus ergeben sich unnatürliche, alternierende Schwall/Sunk-Ereignisse, die sich negativ auf die Fliessgewässer auswirken, und zwar bis in weit unterhalb der Speicherkraftwerke liegende Abschnitte. Wasserkraftwerke beeinflussen nicht nur den Abfluss, sondern auch den Geschiebehaushalt von Fliessgewässern. Zusammen mit Uferverbauungen, Geschiebesammlern und Kiesentnahmen bilden sie künstliche Sperren und tragen zum Geschiebedefizit der Fliessgewässer bei. Ein Geschiebedefizit kann zur Eintiefung der Gewässersohle führen und dadurch die Grundwasserstände in den Auen senken. Eine intakte Flusslandschaft ist sowohl auf einen natürlichen Abfluss als auch auf einen dynamischen Geschiebehaushalt angewiesen (MB1, Förderung der Dynamik bei Revitalisierungen; MB 2, Biodiversität in Fliessgewässern).

Naturferne Gewässermorphologie

Zum Schutz von Siedlungen und Infrastruktur vor Hochwasser wurden die Fliessgewässer in der Schweiz umfassend verbaut; gleichzeitig konnten mit Meliorationen grosse Flächen für die Landwirtschaft nutzbar gemacht werden. Dadurch gingen rund 90 % der Auenflächen verloren, und die vielfältigen Uferstrukturen wurden zerstört (Lachat *et al.* 2010). Zu den Massnahmen gehörten hauptsächlich die Kanalisierung und Verbauung von Fliessgewässern und die Trockenlegung und Eindolung von Bächen (Abb. 1). Zur Verbesserung der umliegenden Landwirtschaftsflächen und des Hochwasserschutzes wurden viele Fliessgewässer tiefer gelegt. Bei den Einmündungen wurden Abstürze gebaut, um die Seitengewässer einfacher anschliessen zu können. Zusätzlich wurden in den begradigten Strecken Abstürze oder Schwellen unterschiedlicher Höhe errichtet, um Eintiefungen der Gewässersohle zu vermeiden. Heute gibt es landesweit rund 101 000 künstliche Querbauten mit einer Höhe von über 50 cm (Zeh Weissmann *et al.* 2009). Querbauten stellen Wanderhindernisse für die aquatische Fauna dar und unterbinden dadurch die Vernetzung der Fliessgewässer, eine wichtige ökologische Funktion (MB 4, Vernetzung von Fliessgewässern; MB 6, Durchgängigkeit von Blockrampen).

Neuorientierung im Hochwasserschutz

In eingeeengten, kanalisierten Gerinnen erhöht sich der Abfluss schneller, wodurch sich die Hochwasserspitzen im Unterlauf der Gewässer verschärfen. Wenn der Abflussquerschnitt zu klein ist, bahnt sich das heranströmende Wasser seinen eigenen Weg. In dicht besiedelten Gebieten hat dies fatale Folgen für den Menschen und seine Infrastruktur (Abb. 2). Seit 1987 häufen sich in der Schweiz die Hochwasserereignisse. Das Ausmass der Schäden zeigt, dass die kanalisierten Gerinne



Abb. 1 Verbaute Wigger bei Zofingen (AG).
Foto: Armin Peter



Abb. 2 Hochwasser bei Klosters (GR) im August 2005.
Foto: Schweizer Luftwaffe



Abb. 3 Aufweitung im Valle Mesolcina bei Grono (GR).
Foto: Amt für Jagd und Fischerei Graubünden

und damit der Mangel an Fliessgewässerraum mit zunehmender Besiedelung eine Bedrohung für die Sicherheit der Bevölkerung darstellen. Die Häufung von Extremereignissen zwang die zuständigen Behörden, die Nutzung der Fliessgewässer zu überdenken und neue Strategien im Hochwasserschutz zu entwickeln. Sie erkannten, dass ein grösserer Gewässerraum die Voraussetzung für einen effektiven Hochwasserschutz ist und gleichzeitig eine ökologische Aufwertung der Fliessgewässer ermöglicht. Seit 2000 gingen deshalb neue Hochwasserschutzprojekte vermehrt mit Revitalisierungen einher; so entstanden bereits zahlreiche Aufweitungen (Abb. 3).

Gewässerschutz und Recht

Das Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer von 1991 (SR 814.20 GSchG) bezweckt neben der Reinhaltung der Gewässer die Sicherung angemessener Restwassermengen und die Verhinderung und Behebung anderer nachteiliger Einwirkungen auf Gewässer. Wie das Gewässerschutzgesetz fordert auch das Wasserbaugesetz von 1991 (SR 721.100 WBG), dass wasserbauliche Eingriffe naturnah ausgeführt werden müssen (Art. 37 GSchG, Art. 4 WBG). Für den Vollzug dieser Bestimmungen sind die Kantone verantwortlich. Trotz dieser rechtlichen Grundlagen blieb der Gewässerschutz ungenügend. Dies veranlasste den Schweizerischen Fischerei-Verband SFV im Sommer 2006, die Volksinitiative «Lebendiges Wasser» zu lancieren. Auf Initiative der ständerätlichen Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie (UREK) erarbeitete der Ständerat den indirekten Gegenvorschlag «Schutz und Nutzung der Gewässer», welcher Ende 2009 vom Parlament angenommen wurde. Daraufhin zog der SFV die Initiative zurück. Das revidierte Gewässerschutzgesetz (Box 1) ist seit 1. Januar 2011 und die revidierte Gewässerschutzverordnung (SR814.201 GSchV) seit 1. Juni 2011 in Kraft.

Praxisorientierte Forschung

Auch die Forschung hat den Handlungsbedarf im Gewässerschutz erkannt. Zwei transdisziplinäre Projekte, die von Institutionen des ETH-Bereichs und vom BAFU getragen werden, sind von besonderer Praxisrelevanz und werden hier kurz vorgestellt. Forschende verschiedener Fachrichtungen (Wasserbau, Natur- und Umweltwissenschaften, Soziologie) haben zusammengearbeitet, um Grundlagen für die Verbesserung des Gewässerschutzes zu erstellen. Das «Rhone-Thur Projekt» untersuchte Fragen zu Schwall/Sunk, Aufweitungen, Erfolgskontrollen und Entscheidungsfindungen bei Revitalisierungen. Die wichtigsten Ergebnisse wurden in wissenschaftlichen Publikationen sowie Syntheseberichten für die Praxis veröffentlicht (Box 2) und sind auf der Website www.rivermanagement.ch zu finden. Das Folgeprojekt «Integrales Flussgebietsmanagement» erforschte dynamische und vernetzte Fliessgewässer mit hoher Lebensraum- und Artenvielfalt und entwickelte

> Box 1: Das revidierte Gewässerschutzgesetz verpflichtet die Kantone

> Die Kantone werden verpflichtet, den Gewässerraum auszuscheiden, der benötigt wird, um die natürlichen Funktionen der Gewässer, den Hochwasserschutz und die Gewässernutzung zu gewährleisten. Der Gewässerraum muss an allen Gewässern ausgeschieden werden. Unter gewissen in der Gewässerschutzverordnung (GSchV) geregelten Bedingungen können die Kantone auf die Festlegung des Gewässerraums verzichten. Die im Gewässerraum zulässige Nutzung und Bewirtschaftung ist in der GSchV geregelt. Die Landwirte werden für die Nutzungseinschränkungen entschädigt – dafür wurde das Landwirtschaftsbudget um 20 Millionen Franken pro Jahr aufgestockt.

> Die Kantone sollen Revitalisierungsprogramme erstellen und umsetzen. Über die nächsten 80 Jahre wird die Wiederherstellung von 4000 km der 15000 km verbauten Wasserläufe angestrebt, wobei der Landbedarf auf 2000 ha geschätzt wird. Der Bund übernimmt durchschnittlich 65 % der Kosten – dies entspricht rund 40 Millionen Franken pro Jahr. In Programmvereinbarungen soll festgelegt werden, welche Leistungen die Kantone erbringen und welche der Bund finanziert.

> Die Kantone sollen bei bestehenden und neuen Wasserkraftanlagen innert 20 Jahren eine Reihe von Sanierungsmassnahmen planen und umsetzen. Dazu gehören die Beseitigung der Beeinträchtigungen durch Schwall/Sunk, die Verbesserung des Geschiebehaushalts sowie die Wiederherstellung der Durchgängigkeit. Die Kosten werden auf rund 50 Millionen Franken pro Jahr geschätzt und durch einen Zuschlag von max. 0,1 Rp./kWh auf die Übertragungskosten der Hochspannungsnetze finanziert. Die Stromproduktion wird durch diese Massnahmen nicht eingeschränkt.

Dimensionierungswerkzeuge für flussbauliche Fragestellungen weiter (Schleiss *et al.* 2008). Die wichtigsten Erkenntnisse werden in der vorliegenden Merkblatt-Sammlung präsentiert.

Die Merkblatt-Sammlung

Viele Fliessgewässer müssen ökologisch aufgewertet werden und gleichzeitig den Ansprüchen des Hochwasserschutzes genügen. Im Wasserbau sind deshalb innovative Konzepte und Massnahmen gefragt. Ihre Umsetzung bedingt einen Austausch zwischen Experten und Expertinnen aus Forschung und Praxis sowie aus der Politik. Die vorliegende Merkblatt-Sammlung soll einen Beitrag dazu leisten, indem sie neue Erkenntnisse aus der Forschung präsentiert. Die Themenauswahl orientiert sich am aktuellen Handlungsbedarf im Gewässerschutz und wurde in einem interaktiven Prozess getroffen, an dem sowohl Vertreterinnen und Vertreter der Forschung als auch von Behörden verschiedener Fachbereiche von Bund und Kantonen beteiligt waren (siehe Impressum). Gewisse Merk-

> Box 2: Praxisrelevante Publikationen

Rhone-Thur Projekt

- > Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fliessgewässerrevitalisierungen (Woolsey *et al.* 2005)
- > Integrales Gewässermanagement – Erkenntnisse aus dem Rhone-Thur Projekt (Rhode 2005)
- > Synthesebericht Schwall/Sunk (Meile *et al.* 2005)
- > Wasserbauprojekte Gemeinsam Planen. Handbuch für die Partizipation und Entscheidungsfindung bei Wasserbauprojekten (Hostmann *et al.* 2005)
- > Publikationen unter www.rivermanagement.ch

BAFU und andere Bundesämter

- > Hochwasserschutz an Fliessgewässern (BWG 2001)
- > Leitbild Fliessgewässer Schweiz (BUWAL 2003)
- > Auendossier: Faktenblätter Auen (BAFU 2001–2008)
- > Strukturen der Fliessgewässer in der Schweiz (Zeh Weissmann *et al.* 2009)
- > Ingenieurbio-logische Bauweisen im naturnahen Wasserbau (BAFU 2010)
- > Empfehlung zur Erarbeitung kantonaler Schutz- und Nutzungsstrategien im Bereich Kleinwasserkraftwerke (BAFU, BFE, ARE 2011)
- > Einzugsgebietsmanagement EGM (BAFU, BFE, BLW, ARE 2011)
- > Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: www.modul-stufen-konzept.ch
- > Module der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer: www.bafu.admin.ch/umsetzungshilfe-renaturierung

blätter präsentieren Forschungsergebnisse, die direkt im Projekt «Integrales Flussgebietsmanagement» untersucht wurden. Andere Merkblätter behandeln Themen, die zwar nicht direkt in diesem Projekt erforscht wurden, aber relevant sind für die Fliessgewässerrevitalisierung. Das Merkblatt 8, Erfolgskontrolle bei Revitalisierungen, fasst Resultate aus dem «Rhone-Thur Projekt» zusammen.

Die Sammlung umfasst folgende Merkblätter

1



Merkblatt 1: Förderung der Dynamik bei Revitalisierungen

Naturnahe Fliessgewässer sind dynamische Systeme: Gewässersohle und Ufer werden regelmässig durch Hochwasser umgestaltet, wodurch neue Lebensräume entstehen. In den letzten Jahrzehnten wurde diese Dynamik vielerorts eingeschränkt, weil zahlreiche Fliessgewässer verbaut wurden. Ein wichtiges Ziel von Revitalisierungen ist, sie wiederherzustellen. Dieses Merkblatt präsentiert Grundlagen für die Förderung der Dynamik.

2



Merkblatt 2: Biodiversität in Fliessgewässern

Vielfältige, naturnahe und dynamische Lebensräume sind eine wichtige Voraussetzung dafür, die Biodiversität in Fliessgewässern zu erhalten und zu fördern. Dieses Merkblatt stellt die wichtigsten Faktoren für die Lebensraum- und Artenvielfalt vor und präsentiert Empfehlungen, mit welchen Massnahmen die Biodiversität erhöht werden kann.

3



Merkblatt 3: Index für hydro-morphologische Diversität

Strukturvielfalt ist eine Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit von Gewässerökosystemen. Dieses Merkblatt stellt einen neuen Index vor – den sogenannten Hydro-Morphologischen Index der Diversität (HMID), mit dem sich die hydro-morphologische Diversität messen lässt. Als Hilfsmittel für den Wasserbau ermöglicht er es, flussbauliche Projekte in Bezug auf die Verbesserung der Strukturvielfalt quantitativ zu beurteilen.

4



Merkblatt 4: Vernetzung von Fliessgewässern

Die verschiedenen Abschnitte eines Fliessgewässers sind Teile eines Ganzen und beeinflussen sich gegenseitig. Kenntnisse über die Vernetzung sind Voraussetzung dafür, lokale und regionale Prozesse in Fliessgewässern zu verstehen. Wie diese bei einer Revitalisierung am besten berücksichtigt werden können, zeigt dieses Merkblatt.

5

**Merkblatt 5: Lokale Aufweitung von Seiteneinmündungen**

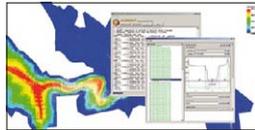
Eine naturnahe Morphologie der Einmündungen von Seitengewässern erhöht die Vernetzung von Fliessgewässern. In diesem Merkblatt wird aufgezeigt, wie sich durch eine lokale Aufweitung im Mündungsbereich eines Seitengewässers die Lebensraumvielfalt erhöhen sowie die Durchgängigkeit der Fliessgewässer verbessern lässt. Diese Massnahmen sind meist kostengünstig, weil sie nur lokal durchgeführt werden.

6

**Merkblatt 6: Durchgängigkeit von Blockrampen**

Blockrampen sind Fliessgewässerabschnitte mit erhöhtem Gefälle, die mit Steinblöcken befestigt werden. Sie dienen als Ersatz für künstliche Abstürze und Wehre zur Stabilisierung der Gewässersohle und verbessern die longitudinale Vernetzung für aquatische Organismen. Dieses Merkblatt stellt die verschiedenen Blockrampentypen vor und diskutiert, welche Typen sich für welche Arten und Situationen eignen.

7

**Merkblatt 7: Numerische Fliessgewässer-Modellierung**

Bei Gewässern treffen unterschiedliche Nutzungs- und Schutzinteressen aufeinander; umso wichtiger ist eine gesamtheitliche Sicht im Wasserbau. Numerische Simulationen helfen, Varianten flussbaulicher Massnahmen und ihre Folgen für Fliessgewässer zu bewerten. Dieses Merkblatt beschreibt das Vorgehen beim Aufsetzen von numerischen Modellen, stellt die Simulationssoftware *BASEMENT* vor und zeigt mögliche Anwendungen anhand praktischer Beispiele.

8

**Merkblatt 8: Erfolgskontrolle bei Revitalisierungen**

Erfolgskontrollen überprüfen, ob die Ziele einer Revitalisierung erreicht wurden, und tragen ausserdem dazu bei, die Reaktion von Fliessgewässern besser zu verstehen. Wichtig ist, sie bereits bei der Planung einer Revitalisierung einzubeziehen. Dieses Merkblatt stellt die wichtigsten Typen von Erfolgskontrollen vor und beschreibt das Vorgehen bei deren Planung und Durchführung.

Glossar

Das Glossar beschreibt die wichtigsten Begriffe, die in der vorliegenden Merkblatt-Sammlung verwendet werden. Quellen: Loat und Meier 2003, Woolsey *et al.* 2005, www.bafu.admin.ch

Aufweitung

Aufweitung bezeichnet eine lokale Verbreiterung der Gewässersohle eines kanalisierten Fliessgewässers. Sie kommt im Flussbau als Schwellenersatz zur Sohlenstabilisierung zur Anwendung und hat viele ökologische Vorteile. So lässt sie die Entwicklung dynamischer, verzweigter Gerinne zu, gewährleistet die Wanderung von Fischen und Kleinlebewesen und bietet neue Lebensräume für flussbegleitende Tier- und Pflanzenarten.

Biodiversität

Biodiversität bedeutet biologische Vielfalt und beschreibt die Anzahl, Verschiedenheit und Variabilität der lebenden Organismen. Sie umfasst drei Ebenen: die Vielfalt zwischen den Arten (Artenvielfalt), die Vielfalt innerhalb der Arten (genetische Vielfalt) sowie die Vielfalt zwischen Ökosystemen (Ökosystem- oder Lebensraumvielfalt). Als funktionale Biodiversität wird die Vielfalt der Wechselbeziehungen innerhalb und zwischen den drei Ebenen der Biodiversität beschrieben.

Blockrampe

Eine Blockrampe ist eine mit Steinblöcken befestigte Fliessgewässerstrecke mit erhöhtem Gefälle und dient der Sohlenstabilisierung. Sie wird als Alternative zu Absturzbauwerken wie Schwellen gebaut und hat zum Ziel, die Durchgängigkeit für Fische und aquatische Kleinlebewesen wiederherzustellen.

Dynamik, dynamisch

Unter Dynamik werden die stetigen Schwankungen des Wasser- und Geschiebeflusses verstanden, welche die Lebensräume von Flusslandschaften verändern. Dynamische Vorgänge sind beispielsweise das Entstehen und Verschwinden neuer Gerinne oder Kiesbänke. Die zeitliche und räumliche Dynamik ist für viele flussbegleitende Arten lebensnotwendig, weil ihr Lebenszyklus von den Eigenschaften und vom Störungsregime abhängig ist.

Erfolgskontrolle

Eine Erfolgskontrolle überprüft, ob die Ziele eines Projekts erreicht wurden. Sie dient der Überprüfung von Wirkung, Umsetzung und Verfahren eines Vorhabens oder einer Massnahme. Im Vordergrund steht ein Vorher-Nachher-Vergleich oder eine In-situ-Beobachtung (z. B. Verhalten). Wenn die Ziele nicht erreicht wurden, müssen die Gründe dafür ausfindig gemacht werden. Als Grundlage für ökologische Erfolgskontrollen dienen abiotische und biotische Indikatoren.

Genetische Differenzierung

Genetische Differenzierung bezeichnet die Gliederung der genetischen Vielfalt in mehrere Ebenen: innerhalb und zwischen Populationen derselben Art sowie zwischen Populationen mehrerer Arten. Als Faustregel gilt: Je geringer die Differenzierung ist, umso ähnlicher sind sich die Individuen, Populationen oder Arten.

Genetische Struktur

Genetische Struktur bezeichnet die Muster in der genetischen Zusammensetzung von Populationen. Bei hohem Genfluss zwischen den Populationen ist die genetische Struktur gering, weil die Populationen

aufgrund des hohen Austauschs eine ähnliche genetische Zusammensetzung aufweisen. Bei geringem Genfluss ist die genetische Struktur ausgeprägt, weil sich die genetische Zusammensetzung der Populationen unterscheidet.

Genetische Verarmung

Genetische Verarmung bezeichnet Populationen, deren genetische Vielfalt reduziert ist. Besonders betroffen sind kleine und isolierte Populationen. Ist die genetische Verarmung stark, kann dies zu Inzuchtproblemen führen.

Genetische Vielfalt

Genetische Vielfalt beschreibt die auf dem Erbgut beruhenden Unterschiede zwischen Individuen und Populationen. Die genetische Vielfalt einer Population kann berechnet werden, indem mittels Labormethoden die relative Häufigkeit der Ausprägungsformen des Erbguts jedes Individuums einer Population bestimmt wird.

Genfluss

Genfluss bezeichnet den genetischen Austausch zwischen zwei Populationen einer Art. Wandernde Individuen und deren Fortpflanzungserfolg bestimmen den Genfluss zwischen Populationen.

Gerinne-Erosion

Gerinne-Erosion beschreibt die Abtragung von Gewässersohlen- und Ufermaterial aufgrund der Strömungskraft von Fließgewässern. Das abgetragene Material wird vom Fließgewässer mitgenommen und in unterliegende Abschnitte transportiert.

Gerinnemorphologie, gerinnemorphologisch

Morphologie ist die Lehre von der Beschaffenheit und Form von Organismen und Lebensräumen. Gerinnemorphologie beschreibt die strukturellen Eigenschaften der Fließgewässer. Gerinnemorphologische Eigenschaften werden beschrieben durch das Quer- und das Längsprofil des Gewässerbettes, die Form und das Gefälle der Gewässersohle, den Schwebstoff- und Geschiebehalt oder durch die geomorphologischen Prozesse, welche die Linienführung des Gewässers bestimmen.

Geschiebe

Geschiebe bezeichnet mineralische Feststoffe (Sand und Kies bis Blöcke), die von einem Einzugsgebiet abgetragen und vom Fließgewässer abwärts transportiert werden. Durch die gegenseitige Reibung werden die Gesteinskörner abgerundet und mit zunehmender Transportdistanz kleiner. Ins Wasser getragene feine Partikel sowie abgeriebene Feinanteile werden Schwebstoffe genannt. Sie werden über die ganze Abflusstiefe verteilt und in suspendierter Form transportiert.

Geschiebetransport

Der von der Strömung angetriebene Geschiebetransport findet gleitend, rollend oder springend auf der Gewässersohle statt. Im Wasserbau wird der Geschiebetransport durch die Masse des Geschiebes definiert, das pro Zeiteinheit durch den gesamten Gewässerquerschnitt transportiert wird.

Gewässersohle

Die Gewässersohle ist der Grund des Gewässers. Sie wird durch die Bodenfläche zwischen den Uferbereichen definiert, die normalerweise vom Wasser benetzt ist und auf der das Geschiebe transportiert wird. Während Trockenperioden und in Restwasserstrecken kann die Gewässersohle vorübergehend sichtbar werden.

Hydraulik, hydraulisch

Hydraulik ist die Lehre vom Strömungsverhalten der Flüssigkeiten. Im Wasserbau sind die Wechselwirkungen zwischen Abfluss, Geschiebetransport und Gerinnemorphologie zentral. Flussbauliche Massnahmen in Fließgewässern beeinflussen diese Wechselwirkungen.

Hyporheisches Interstitial

Hyporheisches Interstitial bezeichnet den Lebensraum des Hohlraumsystems, das durch die vom Fließgewässer abgelagerten Sedimente gebildet wird und dicht unterhalb des Oberflächenwassers eines Fließgewässers liegt.

Indikator

Ein Indikator bezeichnet allgemein einen Hinweis auf einen bestimmten Sachverhalt oder ein bestimmtes Ereignis. Da biologische Sachverhalte schwer zu fassen sind, werden in der Ökologie Indikatoren als messbare Ersatzgrößen verwendet, um den Zustand oder die Prozesse eines Ökosystems zu beschreiben. Im Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen sind 50 Indikatoren beschrieben.

Lebensraumvielfalt

Lebensraumvielfalt bezeichnet die Anzahl, Vielgestaltigkeit und Variabilität der Lebensräume einer Fläche oder eines Ökosystems. Sie ist nach der Artenvielfalt und der genetischen Vielfalt die dritte Ebene der Biodiversität. Im Gegensatz zu den ersten beiden Ebenen werden nur geografische und nichtbiologische Eigenarten des Lebensraumes beigezogen.

Leitbild

Ein Leitbild ist ein fallspezifisches Ziel für einen zu revitalisierenden Gewässerabschnitt. Es beschreibt den naturnahen Zustand des betreffenden Fließgewässers unter unbeeinträchtigten Verhältnissen, jedoch unter Berücksichtigung der irreversiblen Rahmenbedingungen.

Makrozoobenthos

Makrozoobenthos sind wirbellose Tiere, die auf oder in der Gewässersohle leben und mit bloßem Auge sichtbar sind. Wichtige Vertreter in Fließgewässern sind beispielsweise Insektenlarven, Krebse, Würmer, Egel, Schnecken und Muscheln.

Metapopulation

Metapopulation beschreibt eine Gruppe von Teilpopulationen, zwischen denen ein Genfluss stattfindet. Der Genfluss erfolgt nicht gleichmäßig zwischen allen Teilpopulationen, weil er von der Wanderung und vom Fortpflanzungserfolg einzelner Individuen abhängig ist. Individuen wandern ein oder ab, abhängig von der Qualität und vom Zustand der Lebensräume und von deren Vernetzung. Dies führt zu sogenannten Source-Sink- bzw. lokalen Aussterbens-Wiederbesiedlungsdynamiken.

Monitoring

Die Begriffe Monitoring, Langzeitbeobachtung und Umweltbeobachtung werden synonym verwendet und stehen für eine systematische Erfassung von Zuständen oder Prozessen. Zentral ist die wiederholte Durchführung eines Monitorings, mit dessen Hilfe Veränderungen in Natur und Landschaft verfolgt werden. Ein Monitoring ermöglicht die Früherkennung von Veränderungen, welche dann näher untersucht werden können.

Numerische Simulation

Eine numerische Simulation ist die Anwendung eines numerischen Modells und bezeichnet den Vorgang der Berechnung eines numerischen Modells auf einem Computer.

Numerisches Modell

Strömungs- und Transportvorgänge in Gewässern werden mittels mathematischer Gleichungen beschrieben, die für praktische Anwendungen analytisch nicht gelöst werden können. Die Erhaltungsgleichungen für Masse und Impuls können numerisch nur angenähert auf der Basis von diskreten Raumelementen und Zeitschritten gelöst werden. Ein numerisches Modell beinhaltet das Programm, das die Gleichungen löst, ein Rechengitter, welches den Raum diskretisiert, sowie sämtliche Parameter, welche die Randbedingungen spezifizieren.

Ökosystemleistung

Ökosystemleistungen sind direkte und indirekte Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlergehen. Sie sind die Grundlage der Ernährung und Produktherstellung, der Sicherheit vor Naturgefahren wie Hochwasser sowie der Erholung in der Natur.

Ökoton

Ökoton (Synonyme: Saumbiotop, Randbiotop) beschreibt in der Ökologie einen Übergangsbereich zwischen zwei Ökosystemen. Oft weisen Ökotope eine höhere Artenvielfalt auf als die Summe der Arten, die in den angrenzenden Gebieten vorkommen.

Population

Population ist eine Gruppe von Lebewesen der gleichen Art, die sich untereinander paaren und die sich gleichzeitig in einem einheitlichen Areal aufhalten.

Quellpopulation

Quellpopulation ist die Teilpopulation einer Metapopulation, die den umliegenden Teilpopulationen als Quelle dient. Aus der Quellpopulation wandern häufig Individuen ab.

Revitalisierung

Das Ziel einer Revitalisierung ist die Wiederherstellung von Schlüsselprozessen und -elementen von Fließgewässern. Neben Strukturen und Funktionen werden auch physikalische, morphologische und hydrologische Bedingungen sowie eine gute Gewässerqualität wiederhergestellt. Angestrebt wird ein sich selbst erhaltendes System mit eigen-dynamischen Prozessen und die Vernetzung der Lebensräume sowie die Wiederherstellung der biologischen Vielfalt und standortgerechter Lebensgemeinschaften. Mit der Revision des Gewässerschutzgesetzes (GSchG, SR 814.20) vom 11. Dezember 2009 wurde der Begriff dort aufgenommen. Er wird definiert im GSchG als «Wiederherstellung der natürlichen Funktionen eines verbauten, korrigierten, überdeckten oder eingedolten oberirdischen Gewässers mit baulichen Massnahmen». In der Schweiz wird häufig der Begriff Renaturierung verwendet, der sämtliche Aufwertungsmassnahmen beinhaltet.

Schwall/Sunk

Schwall bezeichnet den kurzfristigen, künstlich erhöhten Abfluss in einem Fließgewässer, der meistens während des bedarfsorientierten Turbinierbetriebes eines Speicherkraftwerks entsteht. Sunk bezeichnet den verringerten Basisabfluss zwischen den Schwällen. Der Minimalabfluss wird häufig Sockelabfluss und das Maximum Peak genannt. Die gesamte Abfolge, d. h. der mehr oder weniger regelmässige Wechsel

zwischen den unterschiedlichen Abflusszuständen, wird Schwall/Sunk-Betrieb oder kurz Schwallbetrieb genannt.

Schwebstoff

Schwebstoffe sind Materialien, die so feinkörnig sind, dass sie schwebend transportiert werden. Bei kleiner Strömungsbelastung lagern sich die gröberen Körner ab und werden als Geschiebe auf der Gewässersohle transportiert.

Sedimenttransport

Sedimenttransport beschreibt die verschiedenen Verteilungsmöglichkeiten von Materialien an Land, im Wasser und in der Luft. Der Sedimenttransport in Fließgewässern wird in Schwebstoff- und Geschiebetransport aufgeteilt.

Strahlwirkung

Strahlwirkung beschreibt die positive Wirkung eines Strahlursprungs auf angrenzende Gewässerbereiche. Als Strahlursprünge werden Gewässerabschnitte mit Lebensgemeinschaften und/oder Populationen bezeichnet, die als Quellpopulationen für die Besiedlung geeigneter angrenzender Lebensräume dienen. Der Ausbreitungsweg der Organismen wird auch Strahlweg genannt, welcher durch die Schaffung von Verbindungs- oder Trittsteinelementen verlängert oder intensiviert werden kann.

Sukzession

In der Biologie wird Sukzession als Prozess bezeichnet, der an einem Standort stattfindet und bei dem sich im Verlaufe der Zeit verschiedene Lebensgemeinschaften ablösen. Sukzession findet in Ökosystemen statt, die aufgrund von Störungen aus dem ökologischen Gleichgewicht geraten sind, und strebt die Wiederherstellung des Gleichgewichts an. Je nach Umweltbedingungen können Sukzessionen schneller (über Wochen, Monate) oder langsamer (über Jahre, Jahrzehnte) ablaufen.

Vernetzung (longitudinale, laterale, vertikale), vernetzt

Vernetzung beschreibt die Austauschprozesse und Interaktionen innerhalb aquatischer Lebensräume sowie zwischen aquatischen und terrestrischen Lebensräumen. Drei Ebenen werden unterschieden: 1) Longitudinale Vernetzung beschreibt die Durchgängigkeit innerhalb des Gerinnes für Organismen in Fließrichtung und -gegenrichtung, inklusive Austausch mit Seitenbächen. 2) Laterale Vernetzung beschreibt den Austausch zwischen Gerinne, Uferbereich, Auen und der weiteren Umgebung. 3) Vertikale Vernetzung beschreibt den Austausch zwischen Fließgewässern und Grundwasser durch die Gewässersohle.

Literatur

BAFU, 2001–2008: Auendossier: Faktenblätter Auen. BAFU, Bern.

BAFU, 2009: Strukturen der Fliessgewässer in der Schweiz. BAFU, Bern.

BAFU, 2010: Ingenieurbiologische Bauweisen im naturnahen Wasserbau. BAFU, Bern.

BAFU, BFE, ARE, 2011: Empfehlung zur Erarbeitung kantonaler Schutz- und Nutzungsstrategien im Bereich Kleinwasserkraftwerke. BAFU, BFE, ARE, Bern.

BAFU, BFE, BLW, ARE, 2011: Einzugsgebietsmanagement. Leitbild für die integrale Bewirtschaftung des Wassers in der Schweiz. BAFU, BFE, BLW, ARE, Bern.

BFE, 2010: Schweizerische Elektrizitätsstatistik. Bern, online: www.bfe.admin.ch

BUWAL, 2003: Leitbild Fliessgewässer Schweiz. BUWAL, BWG, BLW, ARE, Bern.

BWG, 2001: Hochwasserschutz an Fliessgewässern, Wegleitung. BWG, Biel.

Hostmann, M., Buchecker, M., Ejderyan, O., Geiser, U., Junker, B., Schweizer, S., Truffer, B., Zaugg Stern, M., 2005: Wasserbauprojekte Gemeinsam Planen. Handbuch für die Partizipation und Entscheidungsfindung bei Wasserbauprojekten. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ.

Lachat, T., Pauli, D., Gonseth, Y., Klaus, G., Scheidegger, C., Vittoz, P., Walter, T. (Red.) 2010: Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Haupt, Bern.

Loat, R., Meier, E., 2003: Wörterbuch Hochwasserschutz / Dictionnaire de la protection contre les crues / Dizionario della protezione contro le piene / Dictionary of Flood Protection. Haupt, Bern.

Meile, T., Fette, M., Baumann, P., 2005: Synthesebericht Schwall/Sunk. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETH.

Rohde, S., 2005: Integrales Gewässermanagement. Erkenntnisse aus dem Rhone-Thur Projekt. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETH.

Schleiss, A., Peter, A., Fäh, R., Scheidegger, C., 2008: Dynamische Lebensräume und Hochwasserschutz – Forschungsprojekt «Integrales Flussgebietsmanagement». Wasser Energie Luft: 3/2008, 187–194.

Woolsey, S., Weber, C., Gonser, T., Hoehn, E., Hostmann, M., Junker, B., Roulier, C., Schweizer, S., Tieggs, S., Tockner, K., Peter, A., 2005: Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fliessgewässerrevitalisierungen. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ.

Zeh Weissmann, H., Könitzer, C., Bertiller, A., 2009: Strukturen der Fliessgewässer in der Schweiz. BAFU, Bern.

Impressum

Konzept

In diesem Projekt arbeiteten Wasserbauerinnen und -bauer, Ökologinnen und Ökologen sowie Vertreterinnen und Vertreter von Behörden von Bund und Kantonen gemeinsam an Lösungen für die Behebung der vorhandenen Defizite in und an Fliessgewässern. Im Rahmen des Projekts erforschten sie dynamische, vernetzte Lebensräume und entwickelten innovative Konzepte in der Umsetzung flussbaulicher Massnahmen. Ausführliche Informationen finden sich unter www.rivermanagement.ch

Projekt

Das Projekt wurde vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) finanziell unterstützt und von vier Projektleitern an folgenden Institutionen durchgeführt:

Armin Peter, Eawag, Fischökologie und Evolution, Seestrasse 79, 6047 Kastanienbaum, www.eawag.ch

Christoph Scheidegger, Eidg. Forschungsanstalt WSL, Biodiversität und Naturschutzbiologie, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, www.wsl.ch
Anton Schleiss, EPF-Lausanne, Laboratoire de Constructions Hydrauliques LCH-EPFL, Station 18, 1015 Lausanne, www.lch.epfl.ch

Roland Fäh, ETH Zürich, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie VAW-ETHZ, Gloriastrasse 37/39, 8092 Zürich, www.vaw.ethz.ch

Koordination

Sonia Angelone, Manuela Di Giulio

Fachliche Begleitung

BAFU: Paul Dändliker, Manuel Epprecht, Werner Göggel, Susanne Haertel-Borer, Daniel Hefti, Jean-Pierre Jordan, Stephan Lussi, Olivier Overney, Markus Thommen
Kantone: Lorenz Jaun (UR), Vinzenz Maurer (BE), Sandro Peduzzi (TI), Markus Zumsteg (AG)

Projekt: Sonia Angelone, Tobias Buser, Manuela Di Giulio, Roland Fäh, Armin Peter, Christopher Robinson, Christoph Scheidegger, Anton Schleiss

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Redaktion

Manuela Di Giulio, Sonia Angelone

Sprachliche Bearbeitung

Jacqueline Dougoud

Zitierung

Angelone, S., Fäh, R., Peter, A., Scheidegger, C., Schleiss, A. 2012: Flussrevitalisierungen: eine Übersicht. In: Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. BAFU, Bern. Flussrevitalisierungen: eine Übersicht.

Gestaltung und Illustrationen

anamorph.ch: Marcel Schneeberger (AD), Patrik Ferrarelli

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/uw-1211-d

Diese Publikation ist auch in französischer und italienischer Sprache verfügbar. Die Originalsprache ist Deutsch.

© BAFU 2012



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU