

2 > Biodiversität in Fließgewässern

Silke Werth, Maria Alp, Theresa Karpati, Walter Gostner, Christoph Scheidegger, Armin Peter

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

Zentren der Biodiversität

Biodiversität ist die Vielfalt des Lebens und besteht aus der Artenvielfalt, der genetischen Vielfalt, der Vielfalt der Lebensräume sowie der Vielfalt der ökologischen Funktionen einschliesslich der Ökosystemleistungen (Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2005). Das Vorkommen charakteristischer und seltener Arten ist ein wichtiger Bestandteil der Biodiversität.

Fließgewässer und Auenbereiche sind Zentren der Biodiversität und weisen eine hohe Vielfalt an Pflanzen- und Tierarten auf (Hausammann 2008, Lachat *et al.* 2010). Auen beherbergen Schätzungen zufolge 1500 Pflanzenarten (BAFU 2005). Dies entspricht etwa einem Drittel der Schweizer Flora,

obwohl Auen nur 0,55 % der Landesfläche bedecken. Tier- und Pflanzenarten, die in und an Fließgewässern leben (Abb. 1), sind an die Umweltbedingungen natürlicher, dynamischer Fließgewässer angepasst. Der Mensch hat durch flussbauliche Massnahmen und Wasserverschmutzung die Ökologie vieler Fließgewässer beeinträchtigt und dadurch zahlreiche Arten gefährdet (Tab. 1). Viele dieser Arten haben einen Grossteil ihres Verbreitungsgebiets in der Schweiz, deshalb trägt diese eine besondere Verantwortung für ihren Schutz. Die Artenvielfalt insgesamt und die typischen Arten von Fließgewässern können durch die Verbesserung der Vernetzung sowie durch die Wiederherstellung einer naturnahen Dynamik geför-



Natürlicher Senseverlauf (BE/FR).

Foto: Walter Gostner

dert werden (MB 1, Förderung der Dynamik bei Revitalisierungen; MB 4, Vernetzung von Fließgewässern).

Genetische Vielfalt

Eine hohe genetische Vielfalt ist die Voraussetzung für die Erhaltung stabiler und anpassungsfähiger Populationen. Die genetische Vielfalt ist abhängig von der Grösse der Populationen und ihrer Vernetzung mit anderen Populationen. Arten, die natürlicherweise oder wegen menschlicher Eingriffe selten vorkommen, bilden meist kleine, isolierte Populationen mit einer geringen genetischen Vielfalt. Dadurch können Inzuchtprobleme entstehen, welche die Vitalität und den Fortpflanzungserfolg der Populationen beeinträchtigen, weil ihre Individuen weniger widerstandsfähig gegenüber Umweltveränderungen sind. Populationen mit hoher genetischer Vielfalt können sich besser an veränderte Umweltbedingungen anpassen und sind daher für den Naturschutz besonders wertvoll (Werth *et al.* 2011).

Die Tamariske ist eine charakteristische Pflanzenart von Auen, die in der Schweiz oft in kleinen Populationen vorkommt und auf Kiesbänken naturnaher Flüsse wächst. Das Projekt «Integrales Flussgebietsmanagement» untersuchte in der Schweiz einen Grossteil der Populationen und zeigte, dass sich deren genetische Vielfalt stark unterscheidet (Abb. 2). An der Sense (BE/FR) gibt es heute ein einziges Vorkommen der Tamariske, und dieses ist genetisch stark verarmt, obwohl die Lebensraumqualität hoch ist. Ursachen für die genetische Verarmung sind die kleine Populationsgrösse, aber auch die fehlende Vernetzung mit flussabwärts gelegenen Vorkommen, welche durch Gewässermeliorationen vor Jahrzehnten zerstört wurden (MB 4, Vernetzung von Fließgewässern). Bis vor 100 Jahren war die Tamariske auf einer Strecke von etwa 30 Flusskilometern verbreitet. Die Populationen am Alpenrhein (GR/SG) zeigen erfreulicherweise das Gegenteil: Im Einzugsgebiet des Alpenrheins haben mehrere grosse Populationen überlebt, und diese weisen eine hohe genetische Vielfalt auf. Dieser Befund ist erstaunlich, weil der Alpenrhein durch zahlreiche Verbauungen geprägt ist, und zeigt die Bedeutung der Vernetzung: Die Populationen in den kanalisiertem Bereichen erhalten aus flussaufwärts gelegenen Quellpopulationen genügend Individuen und Gene.

Vielfältige Lebensräume

Ein natürliches Fließgewässer bietet aquatischen, amphibischen und terrestrischen Organismen unterschiedliche Lebensräume wie Haupt- und Nebenarme sowie Kiesbänke (Abb. 3). Diese werden durch zahlreiche Umweltfaktoren beeinflusst, insbesondere durch Temperatur (Abb. 3), Lichteinstrahlung, Nährstoffgehalt, Gerinnemorphologie und Abflussregime. Gewässerabschnitte mit verschiedenen Umweltbedingungen zeichnen sich durch eine hohe Artenvielfalt aus, weil dort zahl-



Abb. 1 Beispiele charakteristischer Fließgewässerarten. Oben: Tamariske (*Myricaria germanica*; Foto: Silke Werth), unten: Kiesbankgrashüpfer (*Chorthippus pullus*; Foto: Theresa Karpati).

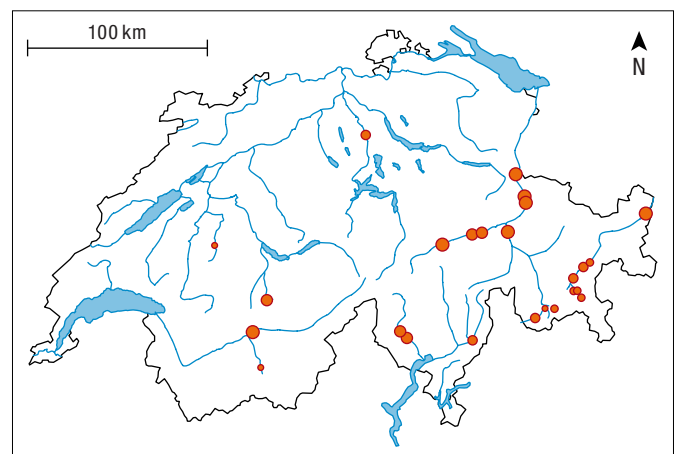


Abb. 2 Genetische Vielfalt der Schweizer Tamarisken-Populationen. Die Grösse der Kreise ist proportional zur genetischen Vielfalt einer Population. Illustration nach Silke Werth

reiche Arten ideale Lebensbedingungen finden. Aquatische Arten werden besonders durch das Abflussregime beeinflusst, das von der Abflusstiefe und der Abflussgeschwindigkeit geprägt wird. Für terrestrische Arten sind Faktoren wie die Uferbeschaffenheit, die Höhe des Ufers über dem Normalwasserstand sowie das Vorhandensein von Kiesbänken und die Substrateigenschaften wichtig. Natürliche und naturnahe Gewässerabschnitte zeichnen sich oft durch eine grosse Variabilität wichtiger Umweltfaktoren (z. B. Temperatur, Abflussgeschwindigkeit) aus (Abb. 3, 4), während kanalisierte Gewässerabschnitte monoton sind (Abb. 4).

Für viele aquatische und terrestrische Arten ist das Vorkommen von Totholz wichtig. Angrenzend an grosse Totholzstämme bilden sich oft Tiefwasserbereiche, die Fischen gute Versteckmöglichkeiten bieten und tiefere Temperaturen aufweisen. Und wenn Totholzstämme bei Hochwasser auf Kiesbänke angeschwemmt werden, lagern sich dort Substrate wie Sand ab, auf denen sich Pflanzen etablieren können. Die Strukturen und Bedingungen bei Totholzstämmen bilden auch für den gefährdeten Kiesbankgrashüpfer (Abb. 1) einen optimalen Lebensraum: Er ernährt sich von den Pflanzen, findet

im Totholz Unterschlupf und kann in der Nähe auf kleinen vegetationsfreien Sandflächen seine Eier ablegen.

Vernetzte Lebensräume

Das Vorkommen von Lebensraumspezialisten wird durch die funktionelle Vernetzung ihrer Lebensräume bestimmt (MB 1, Förderung der Dynamik bei Revitalisierungen). Die longitudinale Vernetzung fördert die Ausbreitung und somit das Vorkommen von Arten und beeinflusst die Nährstoffkreisläufe sowie Nahrungsnetze von Fließgewässern. Beispielsweise sind flussabwärts gelegene Standorte auf den Eintrag von Biomasse (z. B. Laubstreu, Totholz) von flussaufwärts gelegenen Standorten angewiesen. Barrieren wie Stauseen unterbrechen diese Vernetzung und beeinträchtigen die Biodiversität. Auch die laterale Vernetzung zwischen aquatischen und terrestrischen Lebensräumen beeinflusst die Biodiversität. Beispielsweise wirkt sich die Beschattung durch die Ufervegetation auf die Temperaturbedingungen in kleinen Fließgewässern aus. Bäche, an denen die natürliche Ufervegetation abgeholzt wurde, weisen eine höhere Wassertemperatur auf. Einerseits beeinflusst dies die Organismen direkt, weil mit zunehmender

> Tabelle 1

Charakteristische Arten von naturnahen Flusslandschaften (BAFU 2011). Schutzpriorität: 1 sehr hoch; 2 hoch; 3 mittel; 4 mässig. Die Spalte «Verantwortung» beschreibt die europäische bzw. globale Bedeutung des schweizerischen Bestandes einer Art und gibt die internationale Verantwortung der Schweiz für die Erhaltung der betreffenden Art an. Skala: 4 sehr hoch; 3 hoch; 2 mittel; 1 gering; 0 keine Verantwortung.

Deutscher Name	Lateinischer Name	Organismenklasse	Gefährdung (Schweiz)	Schutzpriorität	Verantwortung
Laufkäfer	<i>Bembidion eques</i>	Insekten	Vom Aussterben bedroht	1	2
Laufkäfer	<i>Bembidion foraminosum</i>	Insekten	Vom Aussterben bedroht	2	1
Gefleckte Schnarrschrecke	<i>Bryodemella tuberculata</i>	Insekten	Ausgestorben	1	2
Kiesbankgrashüpfer	<i>Chorthippus pullus</i>	Insekten	Vom Aussterben bedroht	1	2
Fluss-Strandschrecke	<i>Epacromius tergestinus</i>	Insekten	Vom Aussterben bedroht	1	2
Türks Dornschrecke	<i>Tetrix tuerki</i>	Insekten	Vom Aussterben bedroht	1	2
Zierliche Moosjungfer	<i>Leucorrhinia caudalis</i>	Insekten	Vom Aussterben bedroht	1	2
Kreuzkröte	<i>Bufo calamita</i>	Amphibien	Stark gefährdet	3	1
Laubfrosch	<i>Hyla arborea</i>	Amphibien	Stark gefährdet	3	1
Flussuferläufer	<i>Actitis hypoleucos</i>	Vögel	Stark gefährdet	1	1
Flussregenpfeifer	<i>Charadrius dubius</i>	Vögel	Verletzlich	1	1
Buntes Birnmoos	<i>Bryum versicolor</i>	Moose	Vom Aussterben bedroht	1	2
Alpen-Knorpelsalat	<i>Chondrilla chondrilloides</i>	Blütenpflanzen	Stark gefährdet	3	0
Deutsche Tamariske	<i>Myricaria germanica</i>	Blütenpflanzen	Potenziell gefährdet	-	-
Sanddorn	<i>Hippophaë rhamnoides</i>	Blütenpflanzen	Nicht gefährdet	-	-
Reifweide	<i>Salix daphnoides</i>	Blütenpflanzen	Nicht gefährdet	-	-
Einfacher Igelkolben	<i>Sparganium emersum</i>	Blütenpflanzen	Verletzlich	4	0
Kleiner Rohrkolben	<i>Typha minima</i>	Blütenpflanzen	Stark gefährdet	3	0

Wassertemperatur die Verfügbarkeit von Sauerstoff sinkt. Andererseits führt eine erhöhte Wassertemperatur zu einer Zunahme von Krankheitserregern (z. B. die proliferative Nierenerkrankung PKD [Proliferative Kidney Disease] bei Forellen), welche die Organismen indirekt beeinträchtigen.

An der Sense (BE/FR) wird die Artenvielfalt des Makrozoobenthos von der Lage des Standorts im Einzugsgebiet beeinflusst (Alp *et al.* 2011). Die Artenvielfalt des Makrozoobenthos in kanalisierten Abschnitten ist vergleichbar mit der Artenvielfalt naturnaher Abschnitte am Oberlauf der Sense (BE/FR). Das Makrozoobenthos wird durch die gute Vernetzung der Standorte und die Lage im Einzugsgebiet gefördert: Organismen aus den naturnahen Abschnitten im Oberlauf breiten sich passiv in die kanalisierten Abschnitte flussabwärts aus. Zudem sind gewisse wichtige Lebensraumfaktoren am Unterlauf vergleichbar mit denjenigen der naturnahen Standorte. Das natürliche Abflussregime, die gute Wasserqualität und eine naturnahe Beschaffenheit der Gewässersohle haben wahrscheinlich zur hohen Artenvielfalt des Makrozoobenthos der verbauten Abschnitte beigetragen. Die terrestrischen Arten Tamariske und Kiesbankgrashüpfer kommen an den kanalisierten Abschnitten der Sense jedoch nicht vor, weil dort keine geeigneten Kiesbänke vorhanden sind und somit die Lebensräume für beide Arten fehlen.

Anspruchsvolle Organismen

Im Verlaufe ihres Lebenszyklus sind viele Organismen auf unterschiedliche Lebensräume angewiesen. So benötigen gewisse Fische und aquatische Insekten unterschiedliche Lebensraumtypen für die Reproduktion und die Entwicklung ihrer Juvenilstadien (Jungwirth *et al.* 2003). Viele aquatische Insektenarten brauchen für ihre Eiablage grosse, aus dem Wasser ragende Steine. Der Erfolg der Reproduktion hängt stark von der Verfügbarkeit solcher Substrate ab (Alp *et al.* 2011). Und lachsartige Fische wandern zum Laichen zu den Seitengewässern oder zu den Oberläufen der Fließgewässer, weil sie dort ideale Standorte für die Eiablage finden. Gewisse Arten benötigen sogar im Verlauf eines Tages verschiedene Lebensräume. Bekannte Beispiele sind Fischarten, die am Tag und in der Nacht unterschiedliche Lebensräume aufsuchen. Wenn an einem Fließgewässer die Standorte für bestimmte Lebensphasen fehlen, fallen charakteristische und spezialisierte Arten aus. Dies kann ebenso der Fall sein, wenn die Vernetzung zwischen Standorten im Einzugsgebiet nicht gewährleistet ist.

Gefährdete Biodiversität

Die Zerschneidung der Fließgewässer durch Barrieren wie Stauseen und andere Verbauungen stellt eine Bedrohung für die Biodiversität dar. Verbauungen haben die Lebensraumvielfalt dramatisch reduziert. Kanalisierte Fließgewässer mit monotonen Profilen bieten nur wenigen Generalisten einen

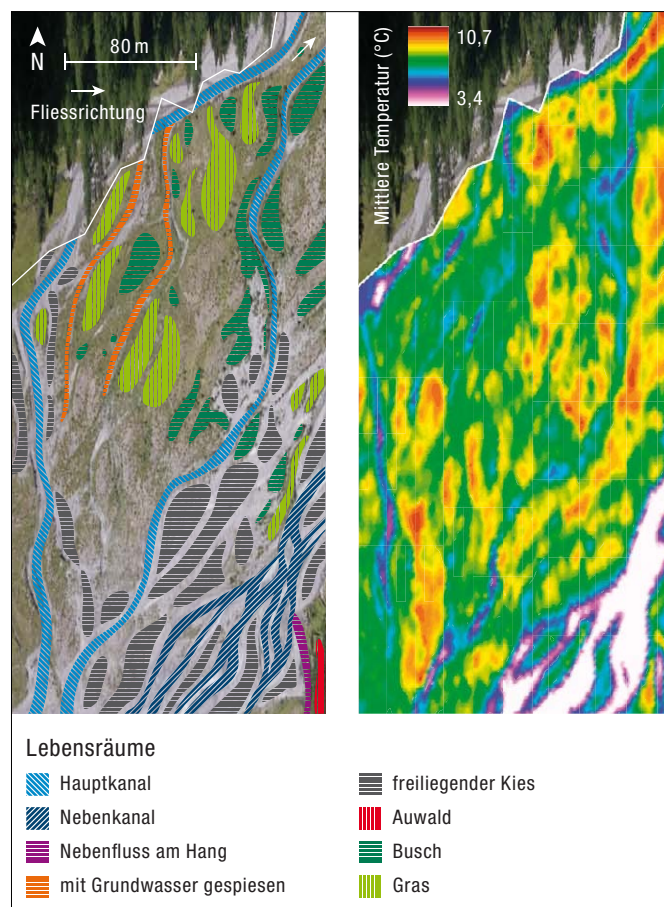


Abb. 3 Vielfalt der Lebensräume (links) und der Temperaturbedingungen (rechts) in einer natürlichen Aue (Val Roseg, GR). Die Temperatur ist ein wichtiger Umweltfaktor, der die Tiere und Pflanzen von Fließgewässern beeinflusst. Illustration nach Tonolla *et al.* 2010

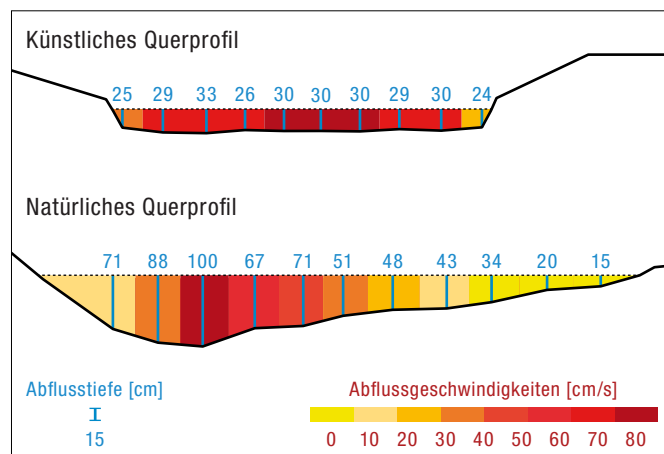


Abb. 4 Querprofile eines kanalisiertes (oben) und eines natürlichen (unten) Gewässerabschnitts im Mittelland (Bünz, AG). Angegeben sind Abflusstiefen und Abflussgeschwindigkeiten (tiefigemittelt). Illustration nach Walter Gostner

geeigneten Lebensraum. Veränderungen des Geschiebehalt (z. B. durch Kiesabbau), des Abflussregimes und der Temperatur (z. B. durch Wasserkraftnutzung) beeinträchtigen die Lebensbedingungen der spezialisierten Arten von Fließgewässern. Viele dieser Arten sind heute deshalb gefährdet (Delarze und Gonseth 2008). Hinzu kommen chemische Stoffeinträge aus Landwirtschaft, Industrie und Siedlungen, welche die Wasserqualität vermindern und Arten gefährden, die auf eine hohe Wasserqualität angewiesen sind. In der Schweiz hat die chemische Belastung der Fließgewässer seit den 1980er-Jahren abgenommen. Trotzdem sind noch nicht alle Arten, die wegen der Wasserverschmutzung verschwunden sind, wieder zurückgekehrt. Ein wichtiger Grund dafür ist die mangelnde Vernetzung der Gewässer, die durch zahlreiche künstliche Barrieren zerschnitten sind. Die Barrieren verhindern die Wiederbesiedelung von Gewässerabschnitten, was besonders Arten mit geringer Ausbreitungsfähigkeit beeinträchtigt. In Zukunft wird der Klimawandel eine weitere Herausforderung für die Erhaltung der Biodiversität von Fließgewässern darstellen. Die saisonalen Änderungen der Niederschlagsmengen – wie sie von Klimamodellen vorausgesagt werden – sind besonders gravierend, weil sie das Abflussregime vieler Fließgewässer ändern können.

Es gibt zahlreiche weitere Faktoren, welche die Biodiversität von Fließgewässern beeinflussen. Revitalisierungen, die zum Ziel haben, die Biodiversität zu fördern, benötigen deshalb einen umfassenden Ansatz und müssen Fließgewässer in ihrer Gesamtheit betrachten. In vielen Fällen reicht die Verbesserung einzelner Aspekte (z. B. Erhöhung der Gerinnemorphologie) nicht aus, um die Artenvielfalt wiederherzustellen. In der Vergangenheit wurden viele Revitalisierungen unter der Annahme durchgeführt, dass eine lokale Wiederherstellung der morphologischen Vielfalt die Biodiversität erhöht. Nach der Umsetzung zeigte sich, dass andere Umweltfaktoren (z. B. chemische Belastung, Schwall/Sunk-Betrieb) die positiven Effekte der morphologischen Verbesserungen überlagerten (Alp *et al.* 2011) und den Revitalisierungserfolg begrenzten oder gar verhinderten.

Empfehlungen für die Praxis

- > Die Wiederherstellung der Biodiversität ist wesentlich schwieriger als ihre Erhaltung. Der Erhaltung von Populationen und qualitativ guten Lebensräumen muss deshalb höchste Priorität gegeben werden.
- > Es müssen ausreichend vernetzte Lebensräume für alle Lebensphasen aquatischer, amphibischer und terrestrischer Arten vorhanden sein. Eine abwechslungsreiche Gerinnemorphologie sowie vielfältige Uferzonen und Auenbereiche sind eine Voraussetzung für die Wiederherstellung der Biodiversität.

- > Um den ökologischen Erfolg von Revitalisierungen zu gewährleisten, müssen die wichtigsten Lebensraumfaktoren miteinbezogen werden. Bei der Priorisierung der zu revitalisierenden Abschnitte müssen einerseits morphologische und strukturelle Faktoren, andererseits das Abflussregime, die Wasserqualität und die Vernetzung der Lebensräume im Einzugsgebiet berücksichtigt werden (Werth *et al.* 2011). Defizite in einem dieser Faktoren können die Besiedlung revitalisierter Abschnitte verzögern oder gar verhindern. Zu beachten ist, dass auch vielfältige morphologische Strukturen nicht gewährleisten, dass sich bei Revitalisierungen eine hohe Biodiversität einstellt.
- > Die Lage im Einzugsgebiet beeinflusst den Erfolg der Massnahmen: Revitalisierungen von Abschnitten in der Nähe von artenreichen Lebensräumen fördern die Biodiversität mehr als solche an stark isolierten Standorten ohne Verbindungen zu Quellpopulationen.
- > Als Begleitmassnahmen von Revitalisierungen können spezifische Artenförderungsmassnahmen sinnvoll sein. Beispielsweise können bei Revitalisierungen Steilufer als Brutwände für den Eisvogel (*Alcedo atthis*) berücksichtigt und Laichmöglichkeiten für Amphibien angelegt werden. Die Analyse, wie dringlich diese Massnahmen sind, sollte sich auf die Liste der National Prioritären Arten (BAFU 2011) abstützen. Diese beziehen neben der Gefährdung der Arten auch die Verantwortung der Schweiz für einzelne Arten mit ein.

Literatur

Alp, M., Karpati, T., Werth, S., Gostner, W., Junker, J., Peter, A., Scheidegger, C., 2011: Erhaltung und Förderung der Biodiversität von Fließgewässern. Wasser Energie Luft: 3/2011, 216–223.

BAFU, 2005: Die Auen der Schweiz. BAFU, Bern, online: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00888/index.html

BAFU, 2011: Liste der National Prioritären Arten. BAFU, Bern.

Delarze, R., Gonseth, Y., 2008: Lebensräume der Schweiz. Hep Verlag, Bern.

Hausammann, A., 2008: Fauna und Flora in Auen. Faktenblatt Nr. 13, Auendossier. BAFU, Bern.

Jungwirth, M., Haidvogel, G., Moog, O., Muhar, S., Schmutz, S., 2003: Angewandte Fischökologie an Fließgewässern. Facultas Universitätsverlag, Wien.

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

Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2005: Handbook of the convention on biological diversity including its Cartagena protocol on biosafety. Friesen, Montreal, online: www.cbd.int/handbook

Tonolla, D., Acuña, V., Uehlinger, U., Frank, T., Tockner, K., 2010: Thermal heterogeneity in river floodplains. Ecosystems 13: 72–740.

Werth, S., Weibel, D., Alp, M., Junker, J., Karpati, T., Peter, A., Scheidegger, C., 2011: Lebensraumverbund Fließgewässer: Die Bedeutung der Vernetzung. Wasser Energie Luft: 3/2011, 224–234.

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

Werth, S., Alp, M., Karpati, T., Gostner, W., Scheidegger, C., Peter, A. 2012: Biodiversität in Fließgewässern. In: Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. BAFU, Bern. Merkblatt 2.

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