

# Flussrevitalisierungen: Synergien zwischen Hochwasserschutz und Ökologie

Informationstagung des Projekts «Integrales Flussgebietsmanagement»  
25. November 2010, Kulturhalle 12, Bern

# Revitalisation des cours d'eau: synergies entre protection contre les crues et écologie

Congrès d'information du projet «Gestion intégrale de l'espace fluvial»  
25 novembre 2010, Kulturhalle 12, Berne

Eine Veranstaltung von *Une conférence de*


**eawag**  
aquatic research

**LCH**  
LABORATOIRE DE CONSTRUCTIONS HYDRAULIQUES

**EPFL**  
ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE



**ETH**  
Versuchsanstalt für Wasserbau,  
Hydrologie und Glaziologie  
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

 Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra  
**Bundesamt für Umwelt BAFU**

# Inhaltsverzeichnis der Zusammenfassungen

## *Sommaire des résumés*

Die Gesetzesergänzungen «Revitalisierung» und «Sanierung Wasserkraft» von 2011 führen zu neuen «Ufern» und «Gewässern» <i>Stephan Müller</i>	1
Politique de gestion et d'aménagement des cours d'eau: défis pour la recherche <i>Olivier Overney</i>	2
Wechselwirkungen zwischen Hochwasserschutz, Wassernutzung und ökologischen Ansprüchen. Fallbeispiel Alpenrhein <i>Roland Fähr</i>	3
Morphologie der Einmündungen von Seitengewässern als Schlüssel der Vernetzung <i>Anton Schleiss</i>	4
Biodiversität in Flüssen und Bächen – die Herausforderung, sie zu erhalten und wiederherzustellen <i>Armin Peter</i>	5
Erhaltung und Förderung seltener Arten und ihrer Lebensräume in Fluss- und Auengebieten <i>Christoph Scheidegger</i>	6
Experiences from ecological restoration of channelised streams in Northern Sweden <i>Roland Jansson</i>	7
La restauration des cours d'eau français : premiers retours d'expérience et enjeux scientifiques <i>Hervé Piégay</i>	8
Flussrevitalisierungen in Österreich – vom Einzelprojekt hin zu flussgebietsbezogener Planung <i>Mathias Jungwirth</i>	9
Revitalisierung von Fliessgewässern: Erfahrungen aus Bayern <i>Benno Kügel</i>	10

# Die Gesetzesergänzungen «Revitalisierung» und «Sanierung Wasserkraft» von 2011 führen zu neuen «Ufern» und «Gewässern»

Stephan Müller

Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern

Am 1. Januar 2011 wird die Revision des Gewässerschutzgesetzes in Kraft treten, welche Revitalisierungen von Gewässern und die Sanierung negativer Auswirkungen der Wasserkraftnutzung vorschreibt. Für beide Bereiche ist die Finanzierung gewährleistet. Neben der Umsetzung von Massnahmen steht in beiden Bereichen vorgängig die strategische Planung im Zentrum. Insgesamt stellt die Revision eine der wichtigsten Etappen im Gewässerschutz der Schweiz dar.

Der Handlungsbedarf für die Umsetzung ist gross. Gegenwärtig sind im Mittelland rund 40 Prozent der Fliessgewässer verbaut, im Siedlungsgebiet über 80 Prozent. Den Gewässern fehlt ausreichender Raum, um ihre natürlichen Funktionen ausüben zu können. In mehr als 90 Prozent aller nutzbaren Gewässer wird Energie gewonnen. Unterhalb von ungefähr 100 Speicherkraftwerkzentralen sind die Flüsse durch Schwall/Sunk beeinträchtigt. Mit der Gesetzesänderung wird die Voraussetzung geschaffen, dass die Gewässer wieder naturnaher werden und als artenreiche Lebensräume ihren Beitrag zum Erhalt der Biodiversität leisten können. Zudem wird ihr Nutzen für die Bevölkerung als Naherholungsgebiet und für den Tourismus gesteigert. Die wesentlichen Elemente sind:

- **Gewässerraum:** Die Kantone werden verpflichtet, den Raum festzulegen und zu sichern, welcher notwendig ist, um die natürlichen Funktionen der Gewässer und den Hochwasserschutz zu gewährleisten. Der Gewässerraum darf höchstens extensiv bewirtschaftet werden. Die genutzten Flächen im Gewässerraum gelten für Landwirte als ökologische Ausgleichsflächen. Für die Bewirtschafter dieser Flächen stehen 20 Millionen Franken pro Jahr als Abgeltung für ihre Leistungen bereit.
- **Revitalisierungen:** Die Kantone sind neu zur strategischen Planung und zur Umsetzung von Revitalisierungen verpflichtet. Dadurch werden naturnahe Fliessgewässer und Seeufer langfristig erhalten und wiederhergestellt. Die Revitalisierungen und ihre Planung werden vom Bund mit 40 Millionen Franken pro Jahr mitfinanziert.
- **Reduktion der negativen Auswirkungen der Wasserkraftnutzung:** Die Kantone werden verpflichtet, die Beeinträchtigungen durch Schwall/Sunk zu beseitigen und notwendige Sanierungsmassnahmen zu planen. Es sind nur bauliche Massnahmen (z. Bsp. Ausgleichsbecken) zur Umsetzung vorgesehen, welche die Stromproduktion im Vergleich zu betrieblichen Massnahmen, nicht beeinträchtigen. Zudem müssen Beeinträchtigungen des Geschiebehaltungs behoben werden. Die Kosten dieser Massnahmen, ebenso wie zur Wiederherstellung der Fischgängigkeit nach Fischereigesetz, werden durch einen Zuschlag von max. 0,1 Rappen pro Kilowattstunde auf die Übertragungskosten der Hochspannungsnetze finanziert.

Die Änderungen wurden als indirekter Gegenvorschlag zur Volksinitiative «Lebendiges Wasser» vom Parlament Ende 2009 beschlossen. Daraufhin wurde die Volksinitiative zurückgezogen. Das UVEK arbeitet zurzeit die erforderlichen Änderungen in der Gewässerschutzverordnung und damit die für die Umsetzung nötige Präzisierung aus.

# Politique de gestion et d'aménagement des cours d'eau: défis pour la recherche

Olivier Overney

Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne

Le BAFU a soutenu dès le début des années la recherche scientifique dans la perspective de développer des outils modernes pour la gestion intégrale des cours d'eau. La première phase du projet Rhône-Thur a permis de proposer aux praticiens des méthodes pour l'évaluation et le suivi écologique des projets et pour la mise en œuvre de processus participatifs dans leur élaboration, ainsi que des outils numériques intégrés et des propositions d'aménagements multifonctionnels.

La deuxième phase du projet «Gestion de l'espace fluvial» (Flussgebietsmanagement) a également bénéficié du soutien du BAFU. Elle a permis d'approfondir certains axes de recherche de la première phase et d'en développer de nouveaux.

Les perspectives de recherche dans la gestion des cours d'eau comprennent la poursuite des développements du monitoring et de l'évaluation des mesures aux plans écologiques et sociaux, ainsi que l'affinement des méthodes et outils d'analyse des cours d'eau et de conception des ouvrages multifonctionnels.

La planification et la conception des aménagements de cours d'eau continueront d'évoluer vers une gestion intégrale, aux plans social et écologique, ainsi que vers une utilisation optimale des ressources financières et naturelles. A ce titre l'enjeu majeur des prochaines décennies et la mise à disposition et l'utilisation des territoires nécessaires aux cours d'eau. Il faut que la recherche développe des outils et des instruments pour accompagner les processus sociaux de mise à disposition et d'acquisition des terrains, pour définir les espaces qui permettent d'assurer de manière optimale les fonctions écologiques, sociales et sécuritaire des cours d'eau, pour établir des indicateurs d'efficacité des mesures écologiques afin d'identifier les priorités, équilibrer leurs inconvénients et leurs coûts avec leurs utilités sociales et écologiques, et finalement prouver leur succès (Erfolgskontrolle).

Tous ces développements couvrent plusieurs disciplines et ne peuvent être menés à bien par une seule institution et par une seule catégorie de spécialistes. Dans le domaine de la prévention des dangers, la pratique a réussi à faire collaborer dans cycle de la gestion intégrée des risques tous les acteurs professionnels, alors que le grand défi reste la participation de la population. Dans la gestion des cours d'eau, les différents milieux scientifiques collaborent certes, mais le défi d'intégrer ces différentes contributions dans un cycle de gestion n'a pas encore été relevé. Si les développements scientifiques correspondent bien aux éléments du cycle, ils ne forment pas encore une chaîne continue et cohérente.

# Wechselwirkungen zwischen Hochwasserschutz, Wassernutzung und ökologischen Ansprüchen – Fallbeispiel Alpenrhein

Roland Fäh

Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie VAW, ETH Zürich

Im 19. und 20. Jahrhundert wurden alle grösseren Flüsse der Schweiz reguliert, indem sie begradigt und durch Längsverbauungen eingeengt wurden. Ziel dieser Vorhaben war es, die Bevölkerung vor Hochwassern und deren negativen gesundheitlichen Folgen zu schützen sowie Land für die agrarwirtschaftliche Nutzung zu gewinnen.

Durch die Hochwasserschutzdämme wurden die seitlichen Zuflüsse vom Hauptfluss abgeschnitten und damit die Quervernetzung der Lebensräume beeinträchtigt. Zusätzlich wurde als Folge der Verengung der Fliessquerschnitte die Transportkapazität der Flüsse erhöht, was zu Eintiefungen der Sohle führte. Dies wiederum gefährdete die Standsicherheit der Längsverbauungen und liess den Grundwasserspiegel absinken mit entsprechenden negativen Auswirkungen auf die Trinkwasserversorgung. Um die Flusssohle zu stabilisieren wurden Schwellen eingebaut, wodurch zusätzlich die Längsvernetzung insbesondere jene der Fische behindert wurde. Zur Verbesserung der Situation ist man in den letzten zwei Jahrzehnten dazu übergegangen, die Schwellen durch fischgängige Blockkrampen zu ersetzen oder die Flusssohle mit Hilfe von lokalen Aufweitungen zu stabilisieren.

Generell wird heute versucht, die vielfältigen Ansprüche von Schutz- und Nutzungsinteressen, die mit Fliessgewässern verbunden sind, besser aufeinander abzustimmen. Die VAW unterstützt diese Bestrebungen im Rahmen des Projektes Flussgebietsmanagement in zwei Teilprojekten. Zum einen, indem die grundlegenden Prozesse, welche die eigen-dynamische Entwicklung von Aufweitungen bestimmen, im Labor untersucht werden. Zum anderen, indem das Dimensionierungstool BASEMENT weiterentwickelt wird um damit die Erkenntnisse der Grundlagenforschung möglichst direkt in die Praxis einfließen zu lassen.

Im Vortrag wird auf das zweite Teilprojekt fokussiert. Dabei soll anhand des Hochwasserschutzprojektes, das in den nächsten 20 Jahren an der internationalen Strecke des Alpenrheins ausgeführt werden soll, der Nutzen des Einsatzes von numerischen Simulationsmodellen exemplarisch aufgezeigt werden. Die Modelle erlauben es, die zukünftigen Veränderungen der Sohle zu prognostizieren und – gekoppelt mit Grundwassermodellen – deren Auswirkung auf die Grundwassernutzung abzuschätzen. Verschiedene Massnahmen, wie die Aufweitungen des Gerinnes, die Erhöhung der Dämme oder eine Geschiebewirtschaftung lassen sich so miteinander vergleichen und optimieren. Da der Fluss als Ganzes und nicht nur einzelne lokale Massnahmen betrachtet werden, können die Wirkungszusammenhänge aus ganzheitlicher Sicht aufgezeigt und die Entscheidungsfindung versachlicht werden.

# Morphologie der Einmündungen von Seitengewässern als Schlüssel der Vernetzung

Anton Schleiss

Laboratoire de constructions hydrauliques LCH, EPF Lausanne

Neben den Hauptgewässern sind auch die Einmündungen der Seitengewässer im Zuge der Flusskorrekturen höchst technisch gestaltet und kanalisiert worden. An der Rhone beispielsweise entstanden mehrheitlich sehr glatte, schräg einmündende gemauerte Kanäle, welche teilweise noch einen künstlichen Absatz bei der Einmündung haben. Ziel dieser damaligen technischen Gestaltung war ein möglichst optimaler Eintrag des Geschiebes der Seitenbäche in die Rhone. Die Untersuchung von 21 Einmündungen an der Rhone hat aufgezeigt, dass alle grosse Defizite bezüglich Ökomorphologie und Durchgängigkeit aufweisen. Es besteht deshalb ein grosses Potential für Revitalisierungsprojekte. Dabei können diese Einmündungen mit relativ geringem Aufwand wieder durchgängig gemacht und morphologisch naturnah gestaltet werden.

Die morphologischen und hydrodynamischen Prozesse an Einmündungen sind in geschiebeführenden, alpinen Flüssen noch wenig bekannt. Deshalb wurden im Rahmen eines Forschungsprojektes systematische Modellversuche durchgeführt. Insbesondere wurde die Interaktion zwischen der Ausbildung einer Einmündung und dem Geschiebetrieb sowie der sich im Mündungsbereich einstellenden Morphologie im Detail untersucht. Für verschiedene Aufweitungen der Einmündungen konnte so die Entwicklung der Morphologie für verschiedene Abflussverhältnisse von Seitengewässer und Hauptfluss gefunden werden. Das Seitengewässer wurde bei der Einmündung in Fließrichtung 3-4 mal und seitlich 2-3 mal aufgeweitet. Dabei stellte sich bereits bei kleineren Aufweitungen eine reichhaltige Morphologie ein. Eine wichtige Erkenntnis ist, dass die kiesbankartige Ablagerung im Hauptgewässer unmittelbar nach der Einmündung durch deren Aufweitung nicht vergrößert wird. Eine Aufweitung der Einmündung von Seitengewässer wirkt sich deshalb für die Hochwassersicherheit des Hauptgewässers nicht nachteilig aus. Durch eine Aufweitung der Einmündung kann sich auch ein natürlicher Einmündungswinkel einstellen, welcher für alpine Seitengewässer etwa zwischen 60 und 80 Grad liegt. Die systematischen Modellversuche zeigten auch, dass in einer kanalisierten Einmündung ein ausgeprägter Sohlenversatz zwischen Hauptgerinne und Seitengewässer entstand, wie es auch in der Natur beobachtet werden kann. Dieser Sohlenversatz ist ein starkes Hindernis für die Durchgängigkeit und entsteht selbst bei einer aufgeweiteten Einmündung für die bettbildenden Abflüsse (HQ2 bis HQ5). Bei kleineren Abflüssen bildet sich in der aufgeweiteten Einmündung hingegen ein verzweigtes Gerinne aus, so dass die Durchgängigkeit stark verbessert und nahezu optimal wird. Für die bettbildenden Abflüsse entstehen in aufgeweiteten Einmündungen neben dem Hauptabflusskorridor nicht überflutete Sand- und Kiesbänke sowie Stillwasserbereiche. Dabei ergibt sich eine grosse Vielfalt von Abflusstiefen und Abflussgeschwindigkeiten, was die Lebensraumvielfalt erheblich vergrößert. Zudem werden bei Hochwasser im Hauptgewässer die Sand- und Kiesbänke im Einmündungsbereich regelmässig überflutet.

Insgesamt weisen aufgeweitete Einmündungen ein ausgezeichnetes Potential bei Flussrevitalisierungen auf, da neben reichhaltigen morphologischen Strukturen auch die Durchgängigkeit wieder hergestellt werden kann.

## **Biodiversität in Flüssen und Bächen – die Herausforderung, sie zu erhalten und wieder herzustellen.**

Armin Peter, Maria Alp, Julian Junker & Denise Weibel

Eawag, Kastanienbaum

Die biologische Diversität beinhaltet neben Arten- und Habitatvielfalt auch genetische Vielfalt sowie die Vielfalt der Funktionen eines Ökosystems. In der Schweiz gibt die Biodiversität aquatischer Ökosysteme Anlass zur Besorgnis. Besonders zu erwähnen ist der hohe Grad der Fragmentierung unserer Fliessgewässer. Aus vielen Flusssystemen sind aquatische Arten bereits verschwunden, der Artenverlust wiegt besonders bei Fischen schwer.

Die Wiederherstellung der Flüsse und Bäche stellt eine Mehrgenerationenaufgabe dar. Erfolgreiche Revitalisierungsprojekte zeichnen sich durch das Wiederherstellen wichtiger Funktionen und Strukturen aus. Analysen der weltweiten Revitalisierungsaktivitäten zeigen, dass die praktische Umsetzung der Wissenschaft voraus ist. Dies erklärt auch die zeitlichen Verzögerungen zwischen Durchführung von Revitalisierungen und dem noch jungen wissenschaftlichen Monitoring. Daher sollen komplexe Revitalisierungsprojekte künftig in intensiver Zusammenarbeit zwischen Praxis und Wissenschaft durchgeführt werden.

Die Erfahrungen der letzten Jahre belegen, dass ein zu starker Fokus auf die Habitatsdiversität gelegt wurde. Mit der Wiederherstellung der Habitatsdiversität allein erholt sich die Biodiversität nicht zwingend. Beispielsweise zeigten unsere Untersuchungen an der Sense, dass die Diversität des Makrozoobenthos in den morphologisch sehr unterschiedlichen Strecken recht ähnlich war. Die Habitatsdiversität alleine scheint somit nicht die entscheidende Rolle zu spielen. Dagegen zeigten unsere genetischen Untersuchungen, dass aquatische Organismen in einem unterschiedlichen Ausmass von der Habitatvernetzung abhängen.

Untersuchungen der genetischen Vielfalt bei Bachflohkrebsen (*Gammarus fossarum*), Eintagsfliegen (*Baetis rhodani*) und Groppen (*Cottus gobio*) an der Sense ergaben unterschiedliche Resultate. Die *Gammarus* Populationen zeigen eine starke genetische Differenzierung, was auf wenig Austausch zwischen den Populationen hinweist, obwohl die Habitate gut verbunden sind. *Baetis* Populationen jedoch weisen eine geringe genetische Differenzierung auf, was die gute Vernetzung innerhalb der Sense bestätigt. Untersuchungen bei Groppen machten sichtbar, dass es zwischen den einzelnen Populationen nur wenig Austausch gibt. Die künstlichen Barrieren im Oberlauf bewirken zudem eine Isolierung und Gefährdung der Groppenpopulation.

Weitere Gewässer wurden für Untersuchungen der Längsvernetzung und Wiederbesiedlungsdynamik der Fische nach Revitalisierungen herangezogen. Mit Hilfe von Markierungsexperimenten wurde die Durchgängigkeit von acht Blockrampen dokumentiert und es zeigte sich, dass Bachforellen in der Lage sind, auch steile Blockrampen zu überwinden. Problematisch erweisen sich diese steilen Bauwerke aber für Kleinfische wie Groppen und einige Cyprinidenarten. Blockrampen mit einem Gefälle von > 5 % sind in reinen Forellenregionen funktionsfähig, in Fischregionen mit zusätzlichen Fischarten jedoch nicht. Das Monitoring von 10 revitalisierten, kleineren Bächen liess erkennen, dass es in allen Fällen gelang, die Habitatsvielfalt zu vergrössern. In 9 Bächen konnte dank zusätzlich funktionierender Längsvernetzung eine erhöhte Artenzahl der Fische nachgewiesen werden. Diese Untersuchung verdeutlicht das grosse Potenzial kleiner Bäche.

Der künftige Erfolg von Gewässerrevitalisierungen wird von intakten Gewässerfunktionen abhängen. Dabei spielen sowohl die Vernetzung der Habitate als auch die Präsenz eines grossen Artenpools eine entscheidende Rolle. Die Biodiversität lässt sich nur dann erhöhen, wenn sich der Artenpool in der Nähe befindet und aquatische Organismen ohne Probleme in den revitalisierten Abschnitt einwandern können.

# Erhaltung und Förderung seltener Arten und ihrer Lebensräume in Fluss- und Auenlandschaften

Christoph Scheidegger, Theresa Karpati & Silke Werth

Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf

Zahlreiche flussbegleitende Pflanzen- und Tierarten sind heute in der Schweiz selten geworden. In vielen Fällen sind Flächengrösse, Beschaffenheit und Dynamik der Habitate in der Vergangenheit durch flussbauliche Massnahmen beeinträchtigt worden. Weil zum Beispiel verschiedene Strauch- und Baumarten lokal verschwunden sind und weil Flusshabitate mit mittlerer und hoher Dynamik selten sind, werden wichtige Ökosystemleistungen der Biodiversität in Fluss- und Auengebieten nur noch teilweise erbracht. In der Vergangenheit musste ebenfalls konstatiert werden, dass nur wenige seltene Arten durch Revitalisierungsmassnahmen direkt gefördert wurden. Deshalb ist die Erarbeitung von naturschutzbiologischen Grundlagen entscheidend, damit sich Flussrevitalisierungen in Zukunft auf zu fördernde Arten positiv auswirken können.

Im Rahmen des Projektes «Integrales Flussgebietsmanagement» untersucht die WSL die Ansprüche der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) und des Kiesbankgrashüpfers (*Chorthippus pullus*) bezüglich Habitatsqualität und räumlicher Vernetzung der Lebensräume. Für beide Arten wurden umfangreiche Untersuchungen zu Habitatsansprüchen, Populationsdynamik und -genetik durchgeführt. Obschon beide Arten sehr unterschiedliche Lebenszyklen und ausbreitungsbiologische Eigenschaften aufweisen, kommen sie oft gemeinsam vor und leben ausschliesslich auf Kiesbänken in Flusslandschaften.

Die Deutsche Tamariske ist zwar strömungs- und überschüttungsresistent, benötigt zur Keimung aber während einiger Wochen feuchte, nicht überflutete Sandflächen sowie über 10 Jahre Wachstum, um sich zu verjüngen. Unsere genetischen Daten zeigen, dass sich dieser Strauch nur sehr selten erfolgreich über grössere Distanzen ausbreitet, obschon er winzige, flugfähige Samen besitzt. Die Lebensdauer des Kiesbankgrashüpfers beträgt ca. 3 Monate. Die Heuschrecke übersteht starke Überschwemmungen nicht, ihre Eier überleben jedoch im Boden geschützt auch Überschwemmungen, so dass im Folgejahr wieder Heuschrecken nymphen schlüpfen. Kiesbänke umlagernde Hochwasserereignissen führen aber zum lokalen Aussterben.

Unsere Untersuchungen weisen weiter darauf hin, dass die untersuchten Arten auf Kiesbänke in Flussgebieten angewiesen sind, die nicht häufiger als mit 7- bis 20-jähriger Wiederkehrzeit durch Hochwasserereignisse umgelagert werden. Bei den zahlreichen Flussrevitalisierungen, die in den vergangenen Jahren in der Schweiz durchgeführt wurden, fehlen leider Habitate mit solchen Wiederkehrzeiten weitgehend oder sie sind untereinander räumlich ungenügend vernetzt. Aber selbst in naturnahen Flussgebieten sind solche Wiederkehrzeiten bei Kiesbänken heute selten, weil Veränderungen im Geschiebehauhalt die Flächenanteile dieser naturschutzrelevanten Habitate in Flusslandschaften stark beeinträchtigt haben. Bei der Planung künftiger Revitalisierungen ist deshalb darauf zu achten, dass Störungsereignisse ermöglicht werden, welche auch relativ stabile Habitate prägen. Damit die Habitate auch durch zu fördernde Arten besiedelt werden, muss zudem das Zeitfenster des Störungsereignisses mit der Zeit der Samenausbreitung bei der Deutschen Tamariske übereinstimmen.

# Experiences from ecological restoration of channelised streams in Northern Sweden

Roland Jansson

Umeå University, Sweden

Most rivers and streams in northern Sweden are affected by hydropower or modified to facilitate timber floating. In the 19<sup>th</sup> and first half of the 20<sup>th</sup> centuries, commercial logging in this region depended on stream floatways to make timber available to markets. Timber floating required clearing stream channels of boulders and wood; riparian zones were lined with stones and boulders, and secondary channels and backwaters were cut off by stone walls to avoid log jams. After log driving ceased in the 1970-ies, efforts to restore streams have been common, with the primary goal of enhancing populations of salmonid fish. Restoration typically entails placing boulders back into stream channels and removal of blocking stone walls, to provide more habitat, more heterogeneous flow conditions, and improving aquatic-terrestrial exchange. In some cases, whole trees have been put back into streams to restore densities of large wood.

We have evaluated the ecological responses to restoration in a series of projects. The retention capacity of streams has been enhanced, with higher retention of leaf and seed mimics in restored streams, implying more food for detritivores and faster colonization of water-dispersed plants. Rates of leaf litter decomposition were slower in restored streams, probably as a result of reduced hydraulic stress, potentially providing more food for shredders. However, macroinvertebrate communities were similar in richness, abundance, biomass and evenness between restored and channelised streams. Total biomass and species richness of fish was higher at restored than channelised sites as a result of more individuals being present since more habitat has been made available, rather than increases in density. Species richness and evenness of riparian plants were significantly increased by restoration as a result of more habitat available in riparian zones and increases in floodplain inundation frequencies.

These findings demonstrate how river restoration and associated changes in flow regimes can enhance biodiversity and ecosystem function, but also suggest that there are scale-related constraints on recovery. For example, salmonid fish utilizes habitat in different parts of catchments and even marine environments, whereas the restoration projects evaluated typically encompass reaches or subcatchments.

# La restauration des cours d'eau français : premiers retours d'expérience et enjeux scientifiques

Hervé Piégay

Université de Lyon, France

L'année 2010 constitue une étape dans la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau en Europe avec l'application du programme de mesures permettant d'atteindre le bon état écologique des milieux d'ici 2015. Dans ce contexte, la restauration des masses d'eau est devenue un champ d'interventions en plein essor. Celui-ci n'est pas nouveau mais s'inscrit dans une longue évolution des pratiques résultant d'une prise de conscience progressive et collective des enjeux environnementaux. La restauration est ainsi une discipline en évolution. Alors que celle-ci visait à retrouver un état passé où le cours d'eau était entretenu par les riverains, ce qui permettait le libre écoulement de l'eau et préservait les populations de l'inondation et de l'érosion des berges, celle-ci est aujourd'hui définie comme un ensemble d'interventions conduisant à une amélioration du fonctionnement écologique du cours d'eau, les mesures d'hier étant ainsi parfois contradictoires avec celles préconisées aujourd'hui.

La présente intervention s'inscrit dans ce cadre de réflexion et revient sur les différents types d'intervention préconisés en France au titre de la restauration, centrant les réflexions sur la partie physique, «hydromorphologique». Elle souligne l'évolution des objectifs et des actions, d'abord très locales et bien souvent centrées sur la manipulation des formes fluviales puis de plus en plus ambitieuses spatialement, et intégrant les processus eux-mêmes (érosion, inondation, transport solide). Les réponses fluviales à ces nouvelles interventions sont plus difficiles à prévoir et sécurité publique et amélioration écologique sont ainsi pensées conjointement afin que les améliorations envisagées n'aient pas de conséquences en termes d'usages ou ne soient pas à l'origine de situations à risques. Les questions qui se posent aujourd'hui concernent avant tout la mise en œuvre et l'évaluation des politiques publiques dans le domaine. Où intervenir et comment? De nouveaux enjeux de planification émergent ainsi, et des outils permettant de guider l'action à l'échelle de grands ensembles géographiques sont maintenant attendus par les praticiens. Les actions préconisées ont-elles vraiment conduit à une amélioration écologique des masses d'eau? Quel enseignement tire t'on des premières opérations? Par ailleurs, «pourquoi intervient-on?», «Quels sont les bénéfices, les services rendus par ces nouveaux écosystèmes?». L'amélioration écologique n'est plus aujourd'hui un objectif en soi; elle doit ainsi concourir à un développement durable des sociétés.

# Flussrevitalisierungen in Österreich – vom Einzelprojekt hin zu flussgebietsbezogener Planung

Mathias Jungwirth

Universität für Bodenkultur Wien, Österreich

Die einschlägige wissenschaftliche Literatur beschreibt Fließgewässer und das von ihnen geprägte Umland als ökologische Einheiten multidimensionaler Natur, mit hoch komplexen Funktionen und dynamischen Konnektivitätsverhältnissen. Daraus resultieren die vielfältige Habitatausstattung und hohe Biodiversität intakter Fluss-Auenlandschaften.

Dieser Sichtweise und der stark gewandelten Werthaltung der Gesellschaft gegenüber Flusslandschaften trägt die im Jahre 2000 beschlossene und für alle EU-Mitgliedsstaaten verbindliche Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) Rechnung, indem sie dem Schutz sowie der nachhaltigen Restauration und Entwicklung dieser Systeme hohen Stellenwert einräumt. Das sogenannte «Integrative Flussgebietsmanagement» sieht daher seine zentrale Aufgabe nicht nur im Schutz des Menschen vor Naturgefahren, sondern auch in der nachhaltigen Sicherung, Nutzung und Bewirtschaftung von Wasser und Gewässern. Erhaltung des sehr guten bzw. guten Zustandes (Verschlechterungsgebot) und/oder Wiederherstellung eines «guten ökologischen Zustandes» (Verbesserungsgebot) als wesentliche Vorgaben der WRRL zielen dabei darauf ab, die vielfältigen natürlichen Funktionen und Ressourcen dieser Systeme, in Form der sogenannten «Ecosystem Services», für den Menschen langfristig zu sichern und nutzbar zu erhalten.

Zur Bewältigung dieser Aufgaben ist breite interdisziplinäre Kooperation notwendig, die neben verschiedensten technischen und naturwissenschaftlichen Fachgebieten auch sozio-ökonomische Aspekte mit einschließt. Dabei sind nicht nur potentielle Gefahren und Risiken zu erfassen, zu modellieren und prognostizieren, sondern auch die verschiedensten und einander zum Teil diametral entgegenstehenden Nutzungen (z.B. Energieproduktion, Schifffahrt, Bewässerung, Kiesgewinnung, Erholung) und Schutzbedürfnisse (z.B. Hochwasserschutz, Schutz von Trinkwasser, Natur und Biodiversität) aufeinander abzustimmen. Optimalerweise erfolgt moderne Planung daher auch auf der Massstabsebene ganzer Einzugsgebiete unter Einbeziehung zahlreicher Schlüsseldisziplinen (Hydrologie, Geomorphologie, Wasserbau, Raum- und Landschaftsplanung, terrestrische und aquatische Ökologie) sowie aller Nutzer und Interessierten im Rahmen der Bürgerbeteiligung (Partizipation).

Vorliegender Beitrag beleuchtet die Entwicklung der Restauration von Fließgewässersystemen in Österreich. Der Bogen spannt sich dabei von ersten lokalen Restrukturierungsversuchen in den 70er Jahren, über Verbesserungen des Lebensraumes im Rahmen von Gewässerbetreuungskonzepten in den 80er und 90er Jahren, bis hin zu jüngsten Ansätzen unter ganzheitlicher Betrachtung im Rahmen flussgebietsbezogener Planung.

# Revitalisierung von Fließgewässern: Erfahrungen aus Bayern

Benno Kügel

Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, Deutschland

Es werden im Wesentlichen zwei grosse Revitalisierungsprojekte aus Bayern präsentiert: Die Revitalisierung der Donauauen (DAD) zwischen Neuburg und Ingolstadt mit den Zielen der Auwalddynamisierung und der Herstellung der biologischen Durchgängigkeit (Kosten 15 Mio €) sowie der Isar-Plan in München – ein Meisterwerk urbaner Gewässerrenaturierung in synergistischer Kombination aus Hochwasserschutz, naturnaher Gewässerentwicklung und Freizeitnutzung (Kosten 35 Mio €).

DAD (Fertigstellung 2010): Flussökosysteme bestehen aus den drei Kompartimenten Gewässerbett, Ufer und Aue. Das natürliche Überschwemmungsgebiet des Flusses bestimmt dabei seine Aue. Die Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt zählen aufgrund des grossflächigen Auwaldbestandes von 2'100 ha und des Artenreichtums zu den bedeutendsten Flusslandschaften in Mitteleuropa. Durch die Donaukorrekturen im 19. Jahrhundert und die anschließenden Stauregulierungen im letzten Jahrhundert ging die natürliche Flussdynamik weitgehend verloren. Regelmässige Hochwasser mit weiträumigen Überschwemmungen, wechselnde Grundwasserstände, Abfluss- und Gewässerbettynamik sind jedoch natürliche Vorgänge und elementarer Bestandteil fluvialer Ökosysteme. Das natürliche Fließgewässerkontinuum ist durch die beiden Staustufen Bergheim und Ingolstadt unterbrochen: Der Fließcharakter der Donau ging in den Stauräumen verloren und die Durchwanderbarkeit, die sogenannte biologische Durchgängigkeit, ist für danubische Lebewesen unterbunden. Hinzu kommt eine mangelnde Quervernetzung der Donau mit ihren Nebengewässern und Altarmen. Diesen ökologischen Defiziten der Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt wird im Revitalisierungsprojekt einerseits durch die Herstellung eines 8 km langen Umgehungsgewässers, andererseits durch gesteuerte ökologische Flutungen Rechnung getragen. Mit der DAD wird der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie als auch der EG- Wasserrahmenrichtlinie Rechnung getragen.

Isar-Plan (Abschluss voraussichtlich 2011): Der Isar-Plan ist ein Gemeinschaftsprojekt der Landeshauptstadt München und des Freistaates Bayern, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt München. Auf einer Strecke von 8 Kilometern wurde bzw. wird die Isar zwischen der Wehranlage Grosshesselohle und dem Deutschen Museum naturnah umgestaltet, nebenbei erhalten die Münchner auf diese Weise einen modernen Hochwasserschutz. Aufweitungen des Flussbettes vergrössern das Fassungsvermögen des Flussquerschnitts für den Hochwasserabfluss und schaffen Platz für Entwicklungs- und Gestaltungsmaßnahmen im Fluss. Naturnahe Bauweisen werden mit technischen Ausbaukonzepten zur Verbesserung der Hochwassersicherheit und des Uferschutzes kombiniert. Alte Deichkörper werden verbreitert, erhöht, stellenweise von Gehölz freigestellt und unter Verwendung moderner Bautechniken stabilisiert. Die Zugänglichkeit des Gewässers durch abgeflachte Ufer wird in vielen Bereichen verbessert. Erholungssuchende erwartet ein abwechslungsreiches Mosaik aus Wasserflächen, Kiesinseln, Kiesstränden und Wiesen. Entwicklungsufer und raue Rampen aus Blocksteinriegeln verleihen dem gezähmten Wildfluss nach Hochwasserabflüssen ein neues Gesicht.