Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 100 (2008)

Heft: 3

Artikel: Dynamische Lebensräume und Hochwasserschutz : Forschungsprojekt "Integrales Flussgebietsmanagement"

Autor: Schleiss, Anton / Peter, Armin / Fäh, Roland

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-939704

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 06.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Dynamische Lebensräume und Hochwasserschutz – Forschungsprojekt «Integrales Flussgebietsmanagement»

Anton Schleiss, Armin Peter, Roland Fäh, Christoph Scheidegger

Zusammenfassung

Das Forschungsprojekt «Integrales Flussgebietsmanagement» ist unter dem Leitmotiv «Dynamische Lebensräume und Hochwasserschutz» auf zwei Themen fokussiert. Einerseits wird die Wechselwirkung zwischen konstruktiven Hochwasserschutzmassnahmen und der Lebensraumvielfalt in Fliessgewässern untersucht. Anderseits werden die Auswirkungen der Längs- und Quervernetzung der Fliessgewässer auf deren Durchgängigkeit und den Genfluss betrachtet. Zusätzlich werden die Dimensionierungswerkzeuge zur Lösung der entsprechenden flussbaulichen Fragestellungen erarbeitet.

Résumé

Habitats dynamiques et protection contre les crues – projet de recherche «Gestion intégrale des réseaux fluviaux». Le projet «Gestion intégrale des réseaux fluviaux» avec la ligne générale «Habitats dynamiques et protection contre les crues» est focalisée sur deux thèmes. D'une part, l'interaction entre des mesures constructives de protection et la richesse des habitats est étudiée. De l'autre côté, l'effet de la connectivité longitudinale et latérale sur la migration des espèces et le flux de gènes est traité. En plus des outils de dimensionnement pour répondre aux questions des projets d'aménagement de cours d'eau sont élaborés.

1. Dynamische Lebensräume und Hochwasserschutz als Schwerpunkt des Forschungsprojekts «Integrales Flussgebietsmanagement»

Gemäss der neuen Wegleitung 2001 «Hochwasserschutz an Fliessgewässern» wird empfohlen, dass neben den Hochwasserschutzdefiziten auch die ökologischen Defizite eines Gewässers zu berücksichtigen sind. Dieser systematische Ansatz soll die Gleichbehandlung aller Ansprüche des Gewässers garantieren und so eine einseitige Sichtweise verhindern.

Naturnahe Gewässer bieten dynamische, d.h. sich ständig verändernde Lebensräume. Gewässerdynamik und Flusskorrektionen stehen grundsätzlich in einem Widerspruch.

Bei nach der geltenden Hochwasserschutzphilosophie realisierten baulichen Massnahmen muss aber trotzdem versucht werden, den Anspruch von dynamischen Lebensräumen zu erfüllen. Dies ist nur mit innovativen Konzepten und der Nutzung möglicher Synergien möglich.

Flussbauliche Massnahmen müssen grundsätzlich so gestaltet werden, dass eine möglichst grosse Strömungsvielfalt entsteht. Der Wasserbauer sollte sich nicht davor scheuen, die Strömung mit den Schutzmassnahmen zu stören, obwohl dadurch seine hydraulischen Berechnungen gestört beziehungsweise komplizierter werden. Selbst ein unvermeidbarer Blockwurf in einem nahezu geraden Gewässerabschnitt sollte geschlängelt ausgebildet werden, da dadurch die Strömungsvielfalt erheblich erhöht wird. Mit einer entsprechenden Gestaltung der konstruktiven Hochwasserschutzmassnahmen ist insbesondere ein möglichst grosser Strukturreichtum im Fliessgewässer anzustreben, da dieser sich unbestritten positiv auf die Artenvielfalt in und an einem Gewässer auswirkt. Strukturreichtum ist immer das Resultat von einer minimalen Gewässerdynamik, indem beispielsweise regelmässig Geschiebe im Gerinne umgelagert wird und lokale Ufererosionen entstehen.

Eine natürliche grossräumige Gewässerdynamik benötigt viel Raum, welcher in stark besiedelten Gebieten nur noch teilweise vorhanden oder verfügbar ist. Man muss sich deshalb zwangsläufig mit einer eingeschränkten Gewässerdynamik begnügen. Diese sollte aber wenn immer möglich in den verfügbaren Grenzen ausgenutzt werden. Auch eine kleinräumige Gewässerdynamik ist ökologisch schon ein grosser Gewinn, da der Strukturreichtum im Fliessgewässer und somit die verfügbaren Lebensräume sehr stark erhöht werden. Damit die Gewässerdynamik bei Hochwasser in besiedelten Gebieten nicht unkontrollierbar wird, sind konstruktive Hochwasserschutzmassnahmen unabdingbar. Diese sollten aber die Dynamik nur so weit als nötig einschränken und die Strukturvielfalt so gross wie möglich halten.

Das Forschungsprojekt «Integrales Flussgebietsmanagement» möchte dieses Bestreben mit wissenschaftlichen Grundlagen unterstützen und mit praktischen Empfehlungen in der Form einer umfassenden Synthese erleichtern.

Unter dem Leitmotiv «Dynamische Lebensräume und Hochwasserschutz» haben die Projektpartner in enger Zusammenarbeit verschiedene Teilprojekte definiert, welche auf zwei Themen fokussiert sind *(Bild 1)*:

- Wechselwirkung zwischen konstruktiven Hochwasserschutzmassnahmen und der Lebensraumvielfalt in Fliessgewässern (4 Teilprojekte)
- Längs- und Quervernetzung der Fliessgewässer (4 Teilprojekte)

Diese Themen erlauben eine enge Verknüpfung zwischen ingenieurmässiger und naturwissenschaftlicher Forschung. Dadurch können die bestmöglichen Synergien zwischen konstruktivem Hochwasserschutz und Gewässerökologie erzielt werden. Die Verknüpfung der einzelnen Teilprojekte ist aus *Bild 1* ersichtlich.

Der Fokus «Wechselwirkung zwischen konstruktiven Hochwasserschutzmassnahmen und der Lebensraumvielfalt» beinhaltet die Interaktion zwischen konstruktiven, aber naturnahen Hochwasserschutzmassnahmen mit der Bio- und Habi-

tatsdiversität. Untersucht wird auch, wie die Habitatsbedingungen bei Schwall und Sunk verbessert werden können. Diese Teilprojekte sind miteinander über die Fragestellung der Wiederbesiedlungsdynamik von revitalisierten Fliessgewässern verknüpft. Dadurch ergibt sich eine Verknüpfung mit dem zweiten Fokus «Längs- und Quervernetzung», welcher die Durchgängigkeit von Fliessgewässern beinhaltet. Spezielles Augenmerk wird dabei auch auf die Blockrampen sowie die Einmündungen von Seitengewässern gerichtet. Das Teilprojekt «Flussgebietsmodellierung» liefert die Dimensionierungswerkzeuge zur Lösung der entsprechenden flussbaulichen Fragestellungen.

Alle diese Teilprojekte können auch dazu beitragen, Synergien im Rahmen der 3. Rhonekorrektion und anderen Hochwasserschutzvorhaben nachhaltig auszunutzen, indem die wissenschaftlichen Erkenntnisse mit konkreten Anwendungsbeispielen und Pilotstudien der wasserbaulichen Praxis zugänglich gemacht werden.

Die Laufzeit der Projekte beträgt drei Jahre (November 2007–Oktober 2010) plus ein Jahr für die Erstellung der Synthesearbeiten für die Praxis (Fertigstellung bis Ende 2011).

Die verschiedenen Forschungsprojekte werden im Folgenden für jeden Projektpartner kurz beschrieben.

2. Forschungsprojekte der Eawag

2.1 Habitatsdiversität und Biodiversität

Die Habitatsdiversität eines Flusses bestimmt neben dem Abflussregime und der Gewässerchemie weitgehend die Zusammensetzung der aquatischen Lebensgemeinschaft. Zusätzlich sind regionale und lokale Muster der Besiedlung zu berücksichtigen. Unter Habitatsdiversität werden im Folgenden hauptsächlich die flussmorphologischen Eigenschaften und flussdynamischen Prozesse verstanden. Wichtige Faktoren sind: Linienführung, Gewässerbreite, Tiefe, Fliessgeschwindigkeit, Geschiebe, Substratzusammensetzung, Strukturen im Gewässer, Uferbereich.

In monotonen Gewässern ist die Habitatsvielfalt gering (monotone Querprofile). Bisher wurde die Habitatsvielfalt meist mit einem Habitatsqualitätsindex (HQI) beschrieben. Dabei können unterschiedliche Faktoren berücksichtigt werden, meist sind es jedoch Faktoren wie Tiefe, Breite, Substrat sowie Strukturen (z.B. Fischunterstände). In Bezug auf die Fische werden oft Fischbiomassen in Funktion der Habitatsstrukturen (Unterstände) beschrieben (Bjornn und Reiser 1991). Die bisher verwendeten Ansätze berücksichtigen jedoch das Problem der Feinsedimente und Flusskolmation sowie die hydraulischen Bedingungen nicht. Meist werden sehr oft einfache Beziehungen zwischen Fischdiversität (oder Diversität der Wirbellosen) und Habitatsdiversität postuliert, die in unseren Gewässern bisher nur teilweise bestätigt werden konnten (z.B. Fischdiversität in Funktion der Flussbreitenvaribilität oder Maximaltiefe).

Gefragt sind neue Ansätze zur Charakterisierung der Habitatsdiversität, die für die Beschreibung des Habitatsqualitätsindex eine umfassende Anzahl von Metrics berücksichtigen. Diese Ansätze sollen für einige Schlüsselarten des Makrozoobenthos sowie Lebewesen der Uferlinie, aber auch für verschiedene Gilden von Fischen entwickelt werden. Basierend auf der Variabilität von Lebensgemeinschaften in Referenzsituationen und den dazugehörenden morphologischen und hydraulischen Parametern sollen diejenigen Metrics identifiziert werden, welche die Lebensgemeinschaften hinreichend bestimmen (Tejerina-Garro et al., 2006). In anthropogen veränderten Fliessgewässern sollen die Abweichungen dieser Metrics zusammen mit den veränderten Lebensgemeinschaften identifiziert werden. Neben Meereshöhe und Temperatur bestimmen vor allem morphologische und hydraulische Parameter die Biomasse in Gewässeroberläufen. Diese wichtigsten Parameter sind: Unterstände für Fische, mittlere Fliessgeschwindigkeiten am Flussbett, mittlere Tiefe und Tiefen-Breite-Verhältnis (Baran et al., 1993).

Für die Entwicklung eines neuen Habitatsdiversitätsansatzes (z.B. hydraulisch-morphologischer Vielfältigkeitsindex, Schleiss 2005) braucht es eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Wasserbauern und Flussökologen.

Hohe Abflüsse und Geschiebetrieb verändern die Parameter eines Flussbettes stetig, die Werte bleiben jedoch innerhalb bestimmter Grenzen ähnlich. Diese Dynamik ist zu berücksichtigen. Aus diesem Ansatz soll ein hydraulisch-morphologischer Index (HMI) entwickelt werden.

Für die durchgeführten Arbeiten werden folgende Resultate erwartet:

- Identifikation der wichtigsten abiotischen Parameter zur Beschreibung der morphologischen und hydraulischen Variabilität
- Gewichtung der einzelnen Parameter bezüglich unterschiedlicher Gilden (Makrozoobenthos und Fische)
- Charakterisierung der Fliessgewässertypen anhand morphologischer und hydraulischer Eigenschaften, verbunden mit der Formulierung eines Index (HMI)
- Beziehungen zwischen HMI und biologischen Eigenschaften (Diversität der Fische, Diversität des Makrozoobenthos, Biomassen)
- Massnahmenbezogene Auswertung des Index. Mit welchen flussbaulichen Massnahmen und Revitalisierungsvorgehen lassen sich vielfältige Habitate wiederherstellen.
- Einbezug der flussdynamischen Prozesse

2.2 Durchgängigkeit von Fliessgewässern

Die schweizerischen Fliessgewässer sind weitgehend verbaut und durch künstliche Querbauwerke stark fragmentiert. Ökomorphologische Erhebungen aus verschiedenen Kantonen belegen die deutliche Fragmentierung der Gewässer. Im Kanton Zürich (www.gewaesserschutz.zh.ch) existieren pro Fliesskilometer rund 11 künstliche Querbauwerke, im Kanton Aargau sind es deren fünf und im Kanton Bern zwei (www.gsa.bve.be.ch). Notter et al. (2006) berechneten für das gesamte Gewässersystem Schweiz die Existenz von rund 88 000 künstlichen, über 50 cm hohen Durchgangshindernissen. Diese stellen eine starke Beeinträchtigung für die Ausbreitung und Fischwanderung dar. Am meisten betroffen sind kleinere Fliessgewässer zwischen 600 und 1200 m ü. M. In der 59.7 km langen Töss sind 568 künstliche Querbauwerke vorhanden, wobei nur gerade 35 natürliche Barrieren vorkommen (Peter & Gonser 1998).

Hohe Querbauwerke (>70 cm) in Salmonidengewässern sowie niedrige Querbauwerke (>25 cm) in Cyprinidengewässern verunmöglichen die Aufwärtswanderung der Fische und stellen eines der massivsten ökologischen Defizite in den Fliessgewässern dar.

In den letzten Jahren wurden deutliche Anstrengungen unternommen, die Fliessgewässer wieder durchgängig zu gestalten und Querbauwerke wurden weggeräumt. Pionierhafte Projekte fanden beispielsweise am Alpenrhein (Nachrüstung des Kraftwerks Reichenau mit einer Fischtreppe), in der Reppisch, Ron LU, Önz (Kt. BE), im Liechtensteiner Binnenkanal sowie in der Kander statt. In der heutigen Wasserbaupraxis werden grosse Anstrengungen unternommen, Querbauwerke wegzuräumen und falls nötig, diese mit Blockrampen zu ersetzen. Die interkantonale Blockrampengruppe (Kt. AG, Kt. ZH, Kt. SO) ist ein Beispiel dieser

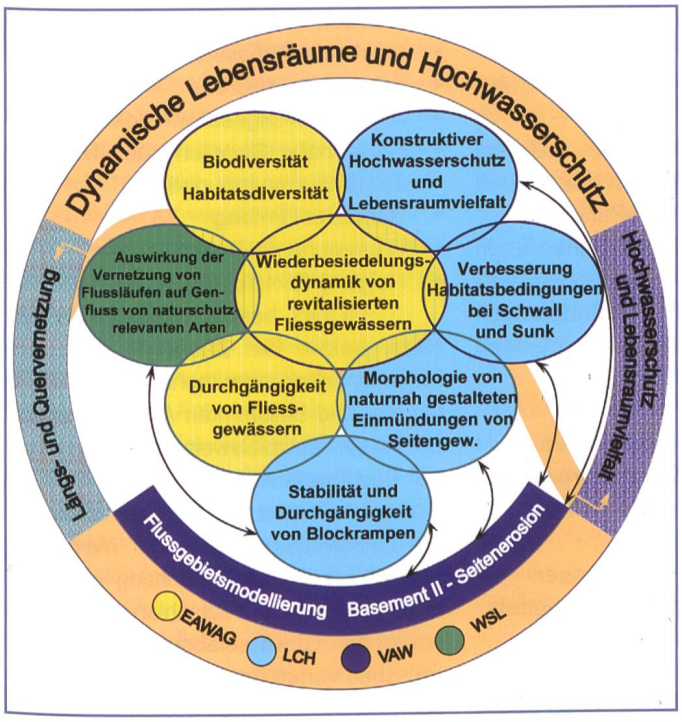

Bild 1. Vernetzung der Themen und Teilprojekte des Forschungsprojektes «Integrales Flussgebietsmanagement».

Aktivitäten. Die wasserbauliche Forschung an der VAW beschäftigt sich intensiv mit Blockrampen. Sowohl klassische Blockrampen wie aufgelöste Blockrampen stehen dabei im Zentrum der Betrachtungen.

Nach unseren Einschätzungen wurde in den letzten Jahren eine beträchtliche Anzahl von Blockrampen mit starkem Gefälle gebaut. Die ökologische Wirksamkeit ist für diese Konstruktionen in Frage zu stellen. Bei der Passage einer Rampe spielen für den Fisch folgende Parameter eine wichtige Rolle:

- Gefälle
- Länge der Rampe
- Baumaterial
- Tiefenverhältnisse
- Existenz von Ruhebecken
- Temperatur des Wassers

In vielen EU-Ländern ist der Bau von Blockrampen stark in den Vordergrund gerückt, und einige Dokumente widerspiegeln diese Wichtigkeit. Das Handbuch «Querbauwerke» (2005) beschäftigt sich intensiv mit der Problematik der Fischdurchgängigkeit an Rampen. Es bleibt allerdings meistens bei Empfehlungen, und die Grundlagen aus Feldexperimenten fehlen weitgehend.

Der intensive Bau von Blockrampen rechtfertigt eine Funktionskontrolle dieser Rampen. Dies beinhaltet ein Überprüfen der Funktionsfähigkeit. Alle aktuell im Gewässer vorkommenden Fischarten in unterschiedlichen Altersstadien und entsprechend ihrer Dominanz müssen dabei die Anlage überwinden können. Zusätzlich ist die Berücksichtigung der potenziell natürlichen Fischfauna nötig.

Für die Durchgängigkeit bei Rampen und Fischpässen stehen die Schwimmleistungen der einzelnen Fischarten im Vordergrund. Neuere Untersuchungen aus den USA (Haro 2002) dokumentieren die maximal von einer Fischart leistbaren Schwimmgeschwindigkeit und die zeitliche Dauer. Bei hohen Fliessgeschwindigkeiten ist die von einer Fischart überwindbare Entfernung geringer. Das Leistungsvermögen von Fischen gleicher Art und Grösse streut beträchtlich.

Die für die Fische relevanten Schwimmleistungen sind nur als grobe Werte bekannt und bedürfen Ergänzungen. Vor allem ist es wünschenswert, die in unseren Gewässern wichtigen und gefährdeten Fischarten (z.B. Groppen, Äschen, Nasen usw.) besser zu charakterisieren.

Die vorgesehenen Arbeiten sollen Antwort auf folgende Fragen geben:

- was sind die Schwimmleistungen wichtiger einheimischer Fischarten, wie sind die kritischen Schwimmleistungen einzuschätzen
- welche Rampentypen sind erfolgreich und ermöglichen die Aufwärtswanderung der Fische. Gibt es einen Rampentypus, der sich für Fische besonders eignet
- wie gut funktionieren die steilen Blockrampen (gesetzte Rampen, geschüttete Rampen). Erfüllen sie die ökologischen Ansprüche der sensitiven Fischarten
- Empfehlung für Blockrampentypen abhängig von der Fischzonierung (Krenal, Rhithral, Potamal)
- wie verhalten sich Fische an Rampen. Kommt es zu zeitlichen Verzögerungen der Fischwanderungen
- wie sind mit Rampen durchwanderbare Strecken im Vergleich mit natürlichen Strecken ohne Hindernisse zu beurteilen

2.3 Wiederbesiedlungsdynamik von revitalisierten Fliessgewässern

Flussrevitalisierungen haben in den letzten Jahren an Bedeutung zugenommen. Der Prozess der Wiederbesiedlung kann grundsätzlich mit einem Erholungsprozess nach einer Störung verglichen werden. Sobald die Störung nicht mehr länger aktiv ist (passive oder aktive Revitalisierungsmassnahme), beginnt der Fluss sich zu erholen. Die Geschwindigkeit, mit welcher sich ein Fliessgewässersystem erholt, hängt von der Art der Störung sowie den spezifischen Prozessen im Einzugsgebiet ab. Aber auch die Länge der Störung sowie der Grad der Habitatszerstörung spielen eine wichtige Rolle (Detenbeck 1992). Die Kapazität für eine natürliche Erholung des Systems nach einer schweren Störung kann unter Umständen verloren gegangen sein (Kauffman et al. 1997). In solchen Fällen muss der Erholungsprozess in Form einer aktiven Revitalisierungsmassnahme gestartet werden (Gore 1985). Es bestehen somit zwei Fälle, die für die Theorie der Revitalisierungsökologie sowie für die Praxis der Revitalisierung von Bedeutung sind:

- die Erholung des Systems, nachdem der Fluss sich selber revitalisiert hat
- die Erholung des Systems nach Revitalisierungsmassnahmen, die der Mensch initiiert hat

Von entscheidender Bedeutung ist es, womit die Erholungsprozesse verglichen und letztlich bewertet werden. Auch die Art der Revitalisierungsmassnahmen ist zu berücksichtigen. Grundsätzlich kann ein System mit folgenden Massnahmen wiederhergestellt werden (Woolsey et al. 2005, Weber & Peter 2006):

- Wiederherstellung von strukturellen Massnahmen. Ziel: Erhöhung der Habitatsstruktur inkl. Wiederherstellung von Auen und Bachausdolung, Flussaufweitungen, Ausdolungen usw.
- Wiederherstellung des Abflussregimes: der Natur nachgeahmtes Abflussregime
- Wiederherstellung der longitudinalen Vernetzung (z.B. Einbau von Sohlrampen)
- Wiederherstellung des natürlichen Geschiebehaushaltes

Die Geschwindigkeit der Erholung hängt von zeitlichen-örtlichen Mustern ab und kann sehr unterschiedlich ausfallen. Würmli & Boller (2004) beobachteten eine extrem rasche Erholung eines neu gebauten

Seitengewässers innert wenigen Monaten. Zika & Peter (2002) fanden in einem kleinen Seitengewässer bereits nach 29 Tagen eine deutliche Zunahme der Fischdichte und -Biomasse nach einer Gewässerstrukturierung mit Totholz. Auch in der strukturierten Melk beobachteten Jungwirth et al. (1995) eine sehr rasche Zunahme der Fischartenzahl von 10 auf 16, innerhalb eines Jahres. Im Liechtensteiner Binnenkanal ist die Besiedlungsdynamik jedoch rund sechs Jahre nach der Revitalisierung immer noch nicht abgeschlossen. Die Geschwindigkeit der Besiedlung verläuft also sehr unterschiedlich und hängt von verschiedenen Faktoren ab, unter anderem von der Nähe von «hot spots». Dies sind intakte Lebensgemeinschaften mit einem hohen Arten- und Dichtepotenzial.

Die Wiederbesiedlung kann mit verschiedenen Indikatoren, die hierarchisch unterschiedlich einzustufen sind, studiert werden. Es lassen sich den Aufbau betreffende (compositional indicators), funktionelle oder strukturelle Indikatoren unterscheiden.

Beispiele von Indikatorengruppen:

- den Aufbau betreffend: Artenzahl und -diversität, Biomasse, Evenness, usw.
- funktionelle Indikatoren: Wachstum, Produktion, Wanderrate, Überlebensrate
- strukturelle Indikatoren: Altersklassen, Präsenz/Absenz verschiedener Gruppen

Je nach Gewässerregion sind angepasste Indikatoren auszuwählen.

Viele weltweit durchgeführte Revitalisierungen brachten nicht den entscheidenden Erfolg (Roni et al. 2005). Oft sind zwar die nötigen Habitate hergestellt und somit wieder vorhanden, ihre Besiedlung bleibt jedoch aus (www.rivermanagement.ch).

Dieses Subprojekt soll aufzeigen, wie die Besiedlungsdynamik nach durchgeführter Revitalisierungsmassnahme abläuft. Ein Hauptfokus liegt bei der Wiederherstellung der strukturellen Massnahmen (Aufweitungen, Gerinnestrukturierungen, Ausdolungen).

Folgende Resultate werden erwartet:

- gewisse Typen von Revitalisierungen werden nur ungenügend besiedelt
- die Wiederbesiedlung verläuft extrem unterschiedlich, sehr schnell bis sehr langsam
- die Nähe zum nächsten Artenpool (hot spots) spielt eine entscheidende Rolle
- Erklärungen, weshalb gewisse Flussstrecken nach der Revitalisierung nicht besiedelt werden
- unterschiedliche Besiedlungsmuster verschiedener Fischgilden
- der Grad der Strukturierungsmassnahmen entscheidet über den Revitalisierungserfolg
- die Wiederherstellung der lateralen Vernetzung ist für die Fischdichte und Biomasse ein wichtiger Parameter
- Schwall-Sunk-Strecken können durch morphologische Aufwertungen verbessert werden. Ohne Veränderungen des Abflussregimes stellen sich jedoch nur begrenzte Erfolge ein.

3. Forschungsprojkete des Laboratoire de constructions hydrauliques LCH-EPFL

3.1 Konstruktiver Hochwasserschutz und Lebensraumvielfalt (Teilprojekt A)

Jede flussbauliche Massnahme sollte grundsätzlich so ausgebildet werden, dass die Gewässerökologie im Rahmen der Möglichkeiten verbessert wird. Mit einer entsprechenden Gestaltung ist insbesondere ein möglichst grosser Strukturreichtum anzustreben, da dieser sich unbestritten positiv auf die Artenvielfalt in und an einem Gewässer auswirkt. Es geht darum, mit Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekten eine standorttypische Habitats- und Biodiversität im Fliessgewässer wieder herzustellen. Das Teilprojekt A hat zum Ziel, einen hydraulisch-morphologischen Vielfältigkeitsindex zu erarbeiten, welcher es erlauben soll, flussbauliche Massnahmen quantitativ bezüglich Strukturreichtums beurteilen zu können. Somit lassen sich verschiedene Projekt- und Revitalisierungsvarianten in einem bestimmten Gewässerabschnitt im Hinblick auf die Gewässerökologie miteinander vergleichen. Dieser Vielfältigkeitsindex wird gleichzeitig mit einem naturwissenschaftlichen Forschungsprojekt (EAWAG) mit der Diversität bzw. mit der Anzahl der Arten einer für einen Gewässertyp charakteristischen Lebensgemeinschaft in Beziehung gebracht. Dadurch lässt sich auch feststellen, wie eine ökologisch gestaltete flussbauliche Massnahme sich auf die Artenvielfalt auswirkt und welches Minimalziel erreicht werden sollte.

Für den Wasserbauer wäre es wie erwähnt sehr hilfreich, wenn der Strukturreichtum mit Hilfe eines einzigen hydraulischen und morphologischen Parameters quantifiziert werden könnte. Strukturreichtum beeinflusst unter anderem direkt die Strömungsvielfalt, welche im Wesentlichen das Resultat der räumlichen (und zeitlichen) Variabilität folgender Parameter ist:

- Abflusstiefe bzw. mittlere Abflusstiefe im Querschnitt
- Maximale Abflusstiefen
- Wasserspiegelbreite
- Mittlere Fliessgeschwindigkeit
- Sohlennahe Strömungsgeschwindigkeit (Schubspannungen)
- Benetzter Umfang
- Krümmung der Gerinneachse
- Neigung der Ufer

Es gibt bereits verschiedene Ansätze, welche den Zusammenhang zwischen einzelnen oder mehreren dieser Parameter und bestimmten Arten aufzeigen. So wurden beispielsweise in der Schweiz die Bachforellensömmerlinge in rund 80 Gewässern beprobt und mit der Variabilität der Wasserspiegelbreite oder maximalen Abflusstiefe in Zusammenhang gebracht. In Frankreich und Deutschland wurden in natürlichen Gewässerabschnitten die statistischen Verteilungen von maximalen Geschwindigkeiten und Sohlenschubspannungen untersucht. Dabei konnte aufgezeigt werden, dass sich diese Parameter in allen untersuchten Gewässern mit dem Abfluss nahezu gleich verändern. Ein Modell zur statistischen Vorhersage der Abflusstiefenverteilung in natürlichen Gewässern wurde ebenfalls entwickelt, mit dem Ziele, die Insitu-Messungen auf einige Stichproben zu beschränken (für zwei Abflüsse). Diese Untersuchungen deuten darauf hin, dass Geschwindigkeiten, Sohlenschubspannungen und Abflusstiefen in natürlichen Gewässern eine typische Verteilung aufweisen.

Zur Beurteilung von Fischgewässern werden seit längerem sogenannte Habitatsqualitätsindexe (HQI) verwendet, welche aus einer Vielzahl von chemischen, biologischen sowie physikalischen Parameter errechnet werden können. Die einzelnen Parameter, welche den Lebensraum der Fische beeinflussen, können beispielsweise in Zustandsklassen eingeteilt und mit einem Punktesystem bewertet werden. Der durchschnittliche Wert aller berücksichtigten Parameter ergibt schliesslich den Habitatsqualitätsindex. Dieser kann dann mit der Fischbiomasse in Verbindung gebracht werden. Verschiedene andere Modelle zur Bestimmung eines Habitatsqualitätsindexes existieren, welche lokal (für einen bestimmten Fluss) oder regional (mehrere Flüsse) sein können. Bei diesen Modellen werden die verschiedenen Lebensraumeigenschaften (z.B. Fliessgeschwindigkeit, Abflusstiefe, Sohlengranulometrie) einzeln betrachtet und die zugehörigen Präferenzen für bestimmte Fische ermittelt.

Ziel des Teilprojektes A ist es also, einen hydraulisch morphologischen Vielfältigkeitsindexes zu erarbeiten, welcher den

Strukturreichtum des Gewässers charakterisiert und die wesentlichen Parameter wie Abflussgeschwindigkeit, Sohlenschubspannungen, Abflusstiefe, Sohlenquerneigung, Uferneigung usw. berücksichtigt. Dies geschieht mit Feld- und Labormessungen und Analysen für verschiedene Gewässertypen. In Zusammenarbeit mit der EAWAG wird der Vielfältigkeitsindex mit der Biodiversität verknüpft.

Die erwarteten Resultate des Teilprojektes A sollen unter anderem auf nachfolgende Fragen Antwort geben:

- Kann der hydraulische und morphologische Strukturreichtum in einem Gewässer mit einem globalem Vielfältigkeitsindex quantifiziert werden, welcher sich mit der Biodiversität verknüpfen lässt?
- Wie hängt dieser Vielfältigkeitsindex von den verschiedenen Gewässertypen und der Abflussmenge ab?
- Wie müssen konstruktive Hochwasserschutzmassnahmen ausgebildet werden, damit ein möglichst grosser Strukturreichtum erreicht wird?
- Mit welchen Massnahmen kann der grösste Strukturreichtum resp. Vielfältigkeitsindex erreicht werden?
- Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Revitalisierungsgrad resp. Natürlichkeitsgrad eines Gewässers oder seinem ökologischen Zustand und dem hydraulisch-morphologischen Vielfältigkeitsindex?

3.2 Verbesserung der Habitatsbedingungen bei Schwall und Sunk – Restauration des habitats dans les lits de rivières soumises aux éclusées

En contrebas des restitutions d'aménagements hydroélectriques à accumulation, les rivières subissent des variations de débits imposées par les impératifs de production d'électricité. Ainsi, en période de forte demande, les débits sont très importants alors qu'entre temps ils sont réduits au minimum. Il n'est pas rare que le rapport de l'un à l'autre dépasse 1/10. Cette alternance se déroule plusieurs fois par jour, avec des variations très rapides.

Ce régime hydrologique artificiel, induit des conditions hydrauliques incompatibles avec l'équilibre de l'écosystème aquatique. En effet, les débits lâchés par les turbines s'écoulent avec des vitesses et des hauteurs d'eau comparables à celles imposées par des crues occasionnelles. Sous cette action impulsive, la morphologie et les structures du lit sont détruites: les bancs de granulats sont entraînés avec les végétaux et les macro invertébrés qui les occupent. Les poissons dont le mouvement ascensionnel n'est plus possible, se réfugient dans les zones où les vitesses sont réduites, soit au voisinage du fond et des parois et sur les secteurs temporairement inondés. Dans ce dernier cas, il sont piégés par la réduction trop brutale du débit. A cela s'ajoutent des effets de température de l'eau et de colmatage du lit.

Dans une perspective de revitalisation, deux catégories de mesures sont envisageables, de manière complémentaire. L'action sur les causes vise à reconsidérer les conditions d'exploitation, pour des variations moins intenses et plus graduelles. L'action sur le milieu consiste à créer des configurations favorables à la reconstitution d'habitats aquatiques et de refuges. Les idées et tentatives vont dans le sens de la mise en place de structures dans le lit, et d'aménagement de baies dans les berges.

Le travail de recherche prévu dans le volet B a pour objectif d'imaginer et de tester de pareils aménagements. Une fois son étendue clairement ciblée par synthèse de l'étude bibliographique, une analyse théorique sera effectuée afin de générer des situations potentielles. Sur ces bases la recherche sera effectuée par des essais en laboratoire. Les solutions pertinentes seront testé en conditions réelles, sur une rivière soumise aux éclusées.

Les résultats attendus du volet B devraient répondre entre outre aux questions suivantes:

- Quelles sont les conditions d'exploitation dommageables?
- Où se réfugient les poissons de manière prioritaire ?
- Comment les attirer dans des refuges?
- Comment configurer le refuge pour qu'il soit sécurisant et persistant?

3.3 Morphologie von naturnah gestalteten Einmündungen von Seitengewässern (Teilprojekt C)

Neben den morphologischen Defiziten in den Hauptgewässern durch die Korrektionen sehr technisch gestaltet resp. kanalisiert worden. An der Rhone beispielsweise anzutreffen sind oftmals sehr glatte, schräg einmündende gemauerte Kanäle, welche teilweise noch einen Absatz bei der Einmündung haben. Ziel dieser sehr technischen Gestaltung war damals ein möglichst optimaler Eintrag des Geschiebes.

Im Rahmen von Revitalisierungen sollen diese Mündungen wieder durchgängig gemacht und morphologisch wieder naturnah gestaltet werden. Die insbesondere in geschiebeführenden Flüssen noch wenig bekannte Interaktion zwischen der Ausgestaltung einer Einmündung und des Geschiebetransportes soll mit dem Teilprojekt C mit systematischen Modellversuchen und theoretischen Analysen studiert werden.

Ziel ist es, eine bessere Kenntnis der Entwicklung der Morphologie von Einmündungen unter der Berücksichtigung vom Abflussverhältnis Zufluss/Hauptfluss und des Geschiebetransport für verschiedene Konfigurationen von kanalisierten Einmündungen bis hin zu aufgeweiteten Einmündungsbereichen zu haben. Dabei spielt die Hochwassersicherheit im Mündungsbereich eine grosse Rolle. Mit den wissenschaftlichen Untersuchungen sollen Mündungen mit möglichst natürlicher Morphologie gefunden werden, welche für bestimmte Verhältnisse zwischen Hauptfluss und Seitengewässer den Hochwasserabfluss und den Geschiebetransport gewährleisten.

Die erwarteten Resultate des Teilprojektes C sollen auf folgende Fragen Antwort geben:

- Wie beeinflusst eine naturnah gestaltete, aufgeweitete Einmündung eines Seitengewässers die Abflussverhältnisse und den Geschiebetransport im Hauptfluss und wie erfolgt der Geschiebeeintrag durch das Seitengewässer?
- Welches sind die optimalen Kombinationen von Aufweitungen im Hauptfluss und im Seitengewässer sowie dessen Einmündungswinkel bezüglich Geschiebetransport und Hochwassersicherheit?
- Welche Sohlenmorphologie entwickelt sich im Einmündungsbereich und welches sind die bettbildenden Abflüsse?
- Welche Elemente wie Lenkbuhnen sind nötig, um unzulässige Ufererosionen im Einmündungsbereich zu verhindern?
- Wie müssen die Einmündungsbereiche gestaltet werden, um den grössten ökologischen und flussbaulichen Gewinn zu erhalten?

3.4 Stabilität und Durchgängigkeit von Blockrampen (Teilprojekt D)

Blockrampen werden seit längerer Zeit in schweizerischen Fliessgewässern gebaut, um Abschnitte mit grösserem Gefälle zu überwinden und unzulässige Sohlenerosionen zu verhindern. Zudem wurden verschiedentlich Schwellenabstürze durch Blockrampen ersetzt.

Obwohl für die Bemessung von

Blockrampen verschiedene Methoden seit längerem bekannt sind, mussten verschiedentlich bei grösseren Hochwassern das Versagen von Blockrampen beobachtet werden. Ein Grund sind sicher die komplexen dreidimensionalen Strömungsverhältnisse, welche zu einer ungleichmässigen Beanspruchung der Blockrampen führen. Zudem sind viele der ausgeführten Blockrampen schwer für Fische durchgängig.

Ziel des Teilprojektes D ist es deshalb, bestehende und neue Blockrampen so auszubilden, dass die Fischdurchgängigkeit sowie der Widerstand gegen Versagen im Überlastfall verbessert werden.

Die erwarteten Resultate des Teilprojektes D sollen auf folgende Fragen Antwort geben:

- Wie muss die Morphologie von bestehenden und neuen Blockrampen gestaltet werden, so dass die Fischdurchgängigkeit verbessert wird?
- Wie kann durch diese ökologisch optimale Morphologie auch der Widerstand im Überlastfall erhöht werden?
- Wie sind die bestehenden Bemessungsverfahren anzupassen, damit der ungleichmässigen Belastungsverteilung auf solch gestalteten Blockrampen Rechnung getragen wird?

4. Forschungsprojekte der WSL: Auswirkungen lateraler und longitudinaler Vernetzung von Flussläufen auf den Genfluss naturschutzrelevanter, flussbegleitender Arten

4.1 Einleitung

Im Rahmen des Forschungsprojektes «Integrales Flussgebietsmanagement» soll in zwei Studien untersucht werden, inwieweit Revitalisierungsmassnahmen die funktionelle Vernetzung für zwei naturschutzrelevante Organismen verbessern können. Im Zentrum der Untersuchung steht dabei die Überprüfung der in der Praxis angewandten Annahmen, dass (1) neu geschaffene Lebensräume, welche nahe bei bereits existierenden, natürlichen Lebensräumen des selben Typs liegen, schneller durch habitatstypische Arten besiedelt werden können als weit weg liegende und (2) gut vernetzte Habitate bzw. neu geschaffene Flussausweitungen in lateral gut vernetzten Abschnitten eine höhere Biodiversität aufweisen werden.

In diesen Projekten wird eine Wirkungskontrolle für laterale und longitudinale Vernetzung auf populationsgenetischer Basis vorgeschlagen. Diese hat den Vorteil, dass sie nicht einseitig auf (biologisch möglicherweise wenig aussagekräftige) Landschaftsstrukturmasse (landscape metrics) abstützt, sondern «Isolation», «Flaschenhals» und «Genfluss» zwischen Populationen – also kurz die Vernetzung – direkt misst (Pither and Taylor, 1998; Stevens et al., 2004; Amat et al., 2005). Dadurch kann die biologische Relevanz von (1) realisierten Vernetzungsprojekten und (2) von einfachen Indikatoren der Landschaftsstruktur überprüft werden. Zudem soll untersucht werden, inwieweit bisher in der Planung von Vernetzungsprojekten verwendete Modelle, welche sich ausschliesslich auf Landschaftsstrukturmasse abstützen, durch den Einbezug von populationsbiologischen Daten der zu fördernden Arten verbessert werden können (Chovanec and Waringer, 2001; Chovanec et al., 2004; Radford and Bennett, 2004).

Im Zentrum der Untersuchung steht die Überprüfung folgender für die Praxis relevanter Hypothesen:

- nahe bei naturnahen Gebieten liegende Aufweitungen weisen eine höhere Biodiversität auf und werden schneller durch neue Arten besiedelt als weit weg liegende und
- lateral gut vernetzte Flussabschnitte (gut gestaltete Einmündungen bzw. Aufweitungen) weisen eine höhere Biodiversität auf als schlecht vernetzte Flussabschnitte.

4.2 Problemstellung

Revitalisierungsmassnahmen von Fliessgewässern spielen eine bedeutende Rolle für die Förderung flussbegleitender, naturschutzrelevanter Arten. Betreffend biologischer Aufwertung durch Revitalisierungsmassnahmen wird in der Regel von der Annahme ausgegangen, dass (1) nahe bei naturnahen Gebieten liegende Aufweitungen eine höhere Biodiversität aufweisen und zusätzlich schneller durch neue Arten besiedelt werden können als weit weg liegende und (2) lateral gut vernetzte Flussabschnitte bzw. Ausweitungen in lateral gut vernetzten Abschnitten eine höhere Biodiversität aufweisen werden (siehe (Tockner et al., 1999; Uezu, Metzger, and Vielliard, 2005).

Für die Überprüfung, inwieweit die bei Flussrevitalisierungen realisierten baulichen Eingriffe neue Habitate für spezielle Organismen geschaffen oder zur Vernetzung von Lebensräumen geführt haben, sind spezifische Wirkungskontrollen entwickelt worden. Als Indikatoren wurden einerseits Landschaftsstrukturmasse (landscape metrics) und andererseits Vorkommen und Habitatsbindung der in den revitalisierten Abschnitten angetroffenen Lebewesen verwendet (Rohde, 2004). Dadurch konnten neue Vorkommen und Veränderungen der Populationsgrössen erfasst und in Beziehung zu den durchgeführten Massnahmen gesetzt werden.

Solche Wirkungskontrollen basieren meist auf der Untersuchung struktureller Vernetzung, machen aber kaum Aussagen über die funktionelle Vernetzung. Die funktionelle Vernetzung (functional connectivity) bezeichnet den effektiven genetischen Austausch zwischen Populationen. Diese integriert das Migrationsverhalten der Arten (Pollenflug, Samenflug, Wanderung von Adulttieren und Larven usw.) und die «Durchlässigkeit» einer heterogenen Landschaft für die Migration in ökologisch relevanten Raum- und Zeitdimensionen.

4.3 Forschungsfragen

H1: Bauliche Massnahmen zur Revitalisierung schaffen grosse, für die Keimung der untersuchten Pflanzenart notwendige Pionierstandorte. Diese Standorte erfüllen die ökologischen Bedingungen für die Keimung der naturschutzrelevanten Art, so dass sich diese gegenüber eingeführten Pappelarten und/oder invasiven Arten, wie z.B. Impatiens glandulifera, durchsetzen kann.

H2: Laterale Vernetzung fördert die Besiedlung durch die naturschutzrelevanten Arten und erhöht somit den Genfluss zwischen Populationen.

H3: Laterale Vernetzung führt gegenüber unvernetzten Habitaten zu einem erhöhten Anteil von besiedelten Habitaten.

H4: Die Mortalitätsrate während der Larvalentwicklung der untersuchten Tierart ist höher bei isolierten als bei vernetzten Populationen.

5. Forschungsprojekte der VAW-ETHZ: Flussgebietsmodellierung

5.1 Ausgangslage

Im Rahmen des transdisziplinären Projektes «Nachhaltiger Umgang mit Fliessgewässern – Beispiel Rhone und Thur» unterstützte das BWG für die Periode 2002–2005 das Projekt «Flussgebietsmodellierung – Grundlagen für grosse Flussbauprojekte» der VAW. Das Ziel dieses Projektes war, die Dimensionierungswerkzeuge, die zur Lösung von flussbaulichen Fragestellungen eingesetzt werden, zu verbessern. Die VAW wurde zur Ausführung von zwei Modulen beauftragt. Das war zum einen das umfangreiche zen-

trale Rechenmodul BASEMENT, das die softwaremässige Infrastruktur für die themenbezogenen Submodelle zur Verfügung stellt. Zum anderen wurden die Grundlagen für das Submodul «Dreidimensionale numerische Simulation von Kolkvorgängen und der Bildung von verzweigten Gerinne» erarbeitet, damit dreidimensionale Strömungen mit freier Oberfläche und beweglicher Sohle numerisch simuliert werden können.

Das aktuelle Softwaresystem BASEMENT umfasst zwei Modelle: BASEchain für eindimensionale Betrachtungen und BASEplane für horizontalzweidimensionale Ansätze. Ziel ist es, die beiden Modelle so zu vernetzen, dass sie miteinander beliebig kombiniert werden können. Des Weiteren ist die Integration eines dreidimensionalen Modells BASEplane vorgesehen.

Im Oktober 2006 war die erste Phase der Entwicklung von BASEchain und BASEplane abgeschlossen. Das Produkt heisst BASEMENT (aktuelle Version 1.3) und steht zur freien Verfügung. Die Software kann inklusive der zugehörigen Dokumentation von der Webpage www.basement.ethz.ch. heruntergeladen werden.

Die nachfolgend beschriebenen Forschungsvorhaben basieren auf dieser Ausgangslage, weil sie mit Blick auf BASEMENT konzipiert wurden. So kann gewährleistet werden, dass deren Erkenntnisse softwaremässig direkt umgesetzt werden. Dies betrifft vor allem Wissenslücken bei der Beschreibung der zugrunde liegenden physikalischen Prozesse.

5.2 Weiterentwicklung der Software BASEMENT

Sekundärströmungen

Im zweidimensionalen tiefengemittelten Modell wird die vertikale Geschwindigkeitskomponente nicht berücksichtigt. In Fliessgewässern gibt es neben der primären Strömung in Fliessrichtung aber auch so genannte Sekundärströmungen, wie z.B. die Rotation der Strömung von der Oberfläche in Richtung der Gerinnesohle im Bereich von Kurven. Verschiedene Ansätze zur Beschreibung der Sekundärströmung in Abhängigkeit der Primärströmung sind vorhanden. Bezüglich des Sedimenttransports, welcher grösstenteils durch die Geschwindigkeitstrajektorien dominiert wird, ist durch die Berücksichtigung von Sekundärströmungen eine bessere Wiedergabe von Gerinneveränderungen zu erwarten.

Parallelisierung/Effizienzsteigerung

Durch eine Optimierung der implementierten Berechnungsalgorithmen und durch Verteilung der Berechnungsaufgaben auf verschiedene Prozessoren (Parallelisierung) kann die Berechnungsdauer erheblich gesenkt werden. Dies ist vor allem bei grosser räumlicher Ausdehnung des Berechnungsgebiets oder einer langen Berechnungsperiode wünschenswert.

Suspensionstransport

Zusätzlich zum bestehenden Geschiebetransportmodul soll soll auch ein Modul implementiert werden, mit dem der Transport von suspendierten Feststoffen auf der Basis eines Mehrkornmodells modelliert werden kann..

Werkzeuge zur Datenaufbereitung/Auswertung

Einerseits liegen die Ausgangsdaten häufig nicht in der gewünschten Qualität oder in der gewünschten Form vor und müssen vor der Verwendung überarbeitet werden. Andererseits sind in den Resultatdateien meistens mehr Informationen enthalten als eigentlich benötigt werden. Entsprechend bedarf es zur Aufbereitung und Auswertung der Daten einfacher, aber effektiver Werkzeuge.

Integration 3d

In Fliessgewässern gibt es Bereiche mit lokal ausgeprägten dreidimensionalen Strömungen, wie z.B. bei einem Brückenpfeiler, wofür zur korrekten Berechnung das dreidimensionale Modell verwendet werden muss. Die Strömung in der näheren Umgebung kann aber häufig mit einem zweidimensionalen Modell genügend genau und effizient wiedergegeben werden, wodurch Randbedingungen für das lokale dreidimensionale Modell bereitgestellt werden können. Bei einer derartigen Integration von zwei verschiedenen Modellen ist vor allem die Formulierung des Austausches über die jeweiligen Gebietsränder anspruchsvoll.

5.3 Wissenschaftliche Teilprojekte

Mit dem gestiegenen Umweltbewusstsein und aufgrund der Erfahrungen und Lehren aus den grossen Hochwasserereignissen von 1987, 1999, 2000 und 2002 wurde erkannt, dass den Flüssen mehr Raum zugestanden werden muss, damit ihre Transportfunktion (Ableitung von Hochwasser und Sedimenten) sowie ihre ökologische Funktion (Bildung und Vernetzung von Lebensräumen) gewährleistet ist. Kanalisierte Flüsse werden deshalb heute in der Schweiz nach Möglichkeit aufgeweitet. Dabei besteht vermehrt der Wunsch, den Aufweitungsprozess dem Fluss zu überlassen, also eine Gerinneverbreiterung durch seitliche Erosion zuzulassen.

Es ist jedoch nicht möglich, dem Fluss einen unbegrenzten Freiraum zu lassen, da sich Siedlungen, Strassen und andere Infrastrukturanlagen in Flussnähe befinden. Infolgedessen sind die Aufweitungsmöglichkeiten begrenzt und die Ufer müssen entsprechend gesichert werden, damit der Fluss die ihm zugewiesenen Grenzen nicht überschreitet.

Breite Flüsse können sich – entsprechend ihrer natürlichen Tendenz – verzweigen oder zu mäandrieren beginnen. Die Entwicklung des Gerinnes wird dadurch dynamisch. Dies ist aus ökologischer Sicht sehr erwünscht, stellt jedoch erhöhte Anforderungen an den Schutz der Ufer. Da ein einzelner Gerinnearm einen seitlichen Schutzdamm schon bei einem kleineren Hochwasser lokal sehr hoch beanspruchen kann, muss die Uferlinie vorsorglich auf der ganzen Länge gesichert werden. Eine andere Alternative besteht darin, eine Pufferzone einzuplanen, welche durch eine Beurteilungslinie begrenzt wird. Sobald der Fluss diese Linie erreicht, werden Sicherungsmassnahmen in die Wege geleitet und gegebenenfalls ein Hochwasserschutz auf der Interventionslinie errichtet. Zur Bestimmung der Grösse dieser Pufferzone sollte abgeschätzt werden können, in welchem Zeitraum das breitere Gerinne den Hochwasserschutzdamm erreichen kann. Dabei spielt die seitliche Entwicklung bzw. die Seitenerosion eine wichtige Rolle. Während bezüglich Seitenerosion in sandführenden Flüssen zahlreiche Untersuchungen weltweit durchgeführt worden sind, sind die Kenntnisse bezüglich Seitenerosion in kiesführenden Flüssen jedoch begrenzt.

Im Rahmen dieses Projektes Flussgebietsmodellierung sollen die zeitliche und räumliche Entwicklung der Seitenerosion untersucht sowie Massnahmen für einen wirkungsvollen Schutz von Infrastrukturanlagen entlang aufgeweiteter kiesführender Flussläufe vorgeschlagen werden. Damit werden Grundlagen zur quantitativen Beschreibung des Seitenerosionsprozesses erarbeitet, welche der Gefahrenbeurteilung dienen. Daneben werden potenzielle Schutzmassnahmen im Hinblick auf deren Wirksamkeit analysiert, um die Seitenerosion zu kontrollieren und Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen zu verhindern.

In einem ersten Teilprojekt werden die grundlegenden Prozesse anhand von hydraulischen Versuchen untersucht. Im zweiten Teilprojekt sollen die gewonnenen Erkenntnisse so aufgearbeitet werden, dass sie in das numerische Modell BASEMENT eingebaut werden können. Die Resultate sollen mit dokumentierten Naturdaten verglichen werden, welche aus verschiedenen

Flüssen (Töss, Thur, Aare, Moesa, Bünz, Tresa) zur Verfügung stehen.

Bibliographie

Amat, J.A., Rendon, M.A., Rendon-Mertos, M., Garrido, A., and Ramirez, J.M. 2005. Ranging behaviour of greater flamingos during the breeding and post-breeding periods: Linking connectivity to biological processes. Biological Conservation 125: 183–192.

Baran, P., Delacoste, M., Lascaux, J.M., and *Belaud, A.* 1991. Relationships between habitat features and brown trouts populations (Salmo trutta L.) in Neste-Daure Valley. Bulletin français de la pêche et de la pisciculture, 331: 321–340.

Bjornn, T.C. and *Reiser, D.W.* 1991. Habitat requirements of salmonids in streams. Influences of forest and rangeland management on salmonid fishes and their habitats. American Fisheries Society Special Publication 19: 83–138.

Boller, L., and Würmli, D. 2004. Sukzession der Fischfauna in einem neu geschaffenen Seitengerinne der Aare am Beispiel des Wildibachs. 94 pp. Diplomarbeit ETHZ/EAWAG.

Chovanec, A., and *Waringer, J.* 2001. Ecological integrity of river-floodplain systems-assessment by dragonfly surveys (Insecta: Odonata). Regulated Rivers-Research & Management 17: 493–507.

Chovanec, A., Waringer, J., Raab, R. and Laister, *G.* 2004. Lateral connectivity of a fragmented large river system: assessment on a macroscale by dragonfly surveys (Insecta: Odonata). Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems 14: 163–178.

Detenbeck, N.E. 1992. Recovery of temperate-stream fish communities from disturbance: A review of case studies and synthesis of theory. Environmental Management 16: 33–53.

Gore, JA. 1985. Introduction. The restoration of rivers and streams – Theories and experience, Gore JA (eds). Butterworth Publishers: Boston.

Jungwirth, M., Muhar, S., Schmutz, S. 1995. The effects of recreated instream and ecotone structures on the fish fauna of an epipotamal river. Hydrobiologia 303: 195–206.

Haro, A. 2000. Downstream movement and passage of silver eel in the Conneticut mainstream. Turners Falls MA, USA. S.O. Conte Anadromous Fish Research Center.

Handbuch Querbauwerke. 2005. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Nordrhein-Westfalen: 212 pp.

Notter, B., et al. 2006. Ökomorphologischer Zustand der Schweizer Fliessgewässer: Zwischenauswertung aufgrund der Erhebungen aus 18 Kantonen.

Peter, A, and Gonser, T. 1998. The Toess as habitat. Eawag news, 44E: 18–20.

http://www.umwelt-schweiz.ch/imperia/md/content/gsch/bericht_oekomorphologie_06d.pdf

Pither, J., and *Taylor, P. D.* 1998. An experimental assessment of landscape connectivity. Oikos 83: 166–174.

Pither, J., and *Taylor, P. D.* 1998. An experimental assessment of landscape connectivity. Oikos 83: 166–174.

Radford, J.Q., and *Bennett, A.F.* 2004. Thresholds in landscape parameters: occurrence of the white-browed treecreeper Climacteris affinis in Victoria, Australia. Biological Conservation 117: 375–391.

Rodhe, S. 2004. River Restoration: Potenzial and limitations to re-establish riparian landscapes. Assessment & Planning. Diss. ETH No. 15496, Swiss Federal Institute of Technology Zurich, ETHZ Zurich.

Roni, P., Hanson, K., Beechie, T.J., Pess, GR., Pollock, MM., Bartley, DM. 2005. Habitat rehabilitation for inland fisheries. Global review of effectiveness and guidance for rehabilitation of freshwater ecosystems. FAO: Rome.

Schleiss, A. 2005. Flussbauliche Hochwasserschutzmassnahmen und Verbesserung der Gewässerökologie – Vorschlag eines hydraulisch-morphologischen Vielfältigkeitsindexes. Wasser Energie Luft, 7/8: 195–200.

Stevens, V.M., Polus, E., Wesselingh, R. A., Schtickzelle, N. and *Baguette, M.* 2004. Quantifying functional connectivity: experimental evidence for patch-specific resistance in the Natterjack toad (Bufo calamita). Landscape Ecology 19: 829–842.

Tejerina-Garro, F.L., de Merona, B., Oberdorff, T., and *Hugenny, B.* 2006. A fish-based index of large river quality for French Guaiana (South America): method and preliminary results. Aquatic living resources 19(1): 31–46.

Tockner, K., Schiemer, F., Baumgartner, C., Kum, G., Weigand, E., Zweimuller, I,. and Ward, J. V. 1999. The Danube restoration project: Species diversity patterns across connectivity gradients in the floodplain system. Regulated Rivers-Research & Management 15: 245–258.

Uezu, A., Metzger, J.P. and Vielliard, J.M.E. 2005. Effects of structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species. Biological Conservation 123: 507–519.

Weber, C. and *Peter, A.* In Vorbereitung. Recovery rates in riverine fish assemblages following physical habitat rehabilitation: A literature review.

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

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

Zika, U.. and Peter, A. 2002. The introduction of woody debris into a channelized stream: effect on trout populations and habitat. River Research and Applications 18: 355–366

Anschrift der Verfasser

Prof. Dr. *Anton Schleiss*
Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH)
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)
Station 18, CH-1015 Lausanne
Tél. +41 21 693 23 85
http://lchwww.epfl.ch, anton.schleiss@epfl.ch

Dr. *Armin Peter*
Eawag: Das Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs
Zentrum für Oekologie, Evolution und Biogeochemie. CH-6047 Kastanienbaum
Tel. +41 41 349 21 36, armin.peter@eawag.ch

Dr. *Roland Fäh*
Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW)
ETH Zürich, CH-8092 Zürich
Tel. +41 44 632 41 16, faeh@vaw.baug.ethz.ch

Prof. Dr. *Christoph Scheidegger*
Eidg. Forschungsanstalt WSL
CH-8903 Birmensdorf
Tel. +41 44 739 24 39
christoph.scheidegger@wsl.ch