

# Literaturrecherche und limnologische Bewertung von Gewässervernetzungsprojekten mit Relevanz für den Nationalpark Donau-Auen

Im Hinblick auf künftige Gewässervernetzungsvorhaben an der Donau östlich von Wien wurden Veröffentlichungen zu bereits umgesetzten Maßnahmen an vergleichbaren Standorten analysiert. Im Besonderen wurden sie in ihrer Auswirkung auf die fischökologische Funktionsfähigkeit betrachtet und Problempunkte aufgezeigt.

Gerald Zauner  
Eva Schager





# Gewässervernetzungsmaßnahmen

## Literaturrecherche und limnologische Bewertung von Projekten mit Relevanz für den Nationalpark Donau- Auen

durchgeführt und erstellt von:

GERALD ZAUNER & EVA SCHAGER



**Universität für Bodenkultur**  
Institut für Wasserversorgung, Gewässerökologie  
& Abfallwirtschaft  
Abteilung für Hydrobiologie,  
Fischereiwirtschaft und Aquakultur



IM AUFTRAG VON

Nationalpark Donauauen GmbH

WIEN 2000



**Gewässervernetzungsmaßnahmen**  
**Literaturrecherche und limnologische Bewertung von**  
**Projekten mit Relevanz für den Nationalpark Donau-**  
**Auen**

durchgeführt und erstellt von:

GERALD ZAUNER & EVA SCHAGER

IM AUFTRAG VON

Nationalpark Donauauen GmbH

WIEN 2000

## Inhaltsverzeichnis

<b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>1</b>
<b>AUFGABENSTELLUNG UND ZIELSETZUNG .....</b>	<b>2</b>
<b>ALLGEMEINE PROBLEMATIK UND HANDLUNGSBEDARF .....</b>	<b>3</b>
<b>ZIELFORMULIERUNG FÜR GEWÄSSERVERNETZUNGEN.....</b>	<b>5</b>
ALLGEMEINES .....	5
ÖSTERREICHISCHE DONAU ÖSTLICH VON WIEN .....	6
<i>Ursprünglicher Zustand – Leitbild</i> .....	6
<i>Istzustand</i> .....	6
<i>Entwicklungsziel (operationales Leitbild)</i> .....	7
NEBENGEWÄSSERTYPEN UND IHRE FISCHÖKOLOGISCHE BEDEUTUNG.....	8
<b>LITERATURRECHERCHE.....</b>	<b>14</b>
METHODIK DER LITERATURRECHERCHE .....	14
ERHOBENE DATENGRUNDLAGE.....	17
ALLGEMEINE AUSSAGEN ZUR GEWÄSSERVERNETZUNG.....	18
ENTWICKLUNGSZIEL/LEITBILD VON VERNETZUNGSMAßNAHMEN .....	20
DETAILASPEKTE .....	23
<i>Bautypen</i> .....	23
<i>Problempunkte</i> .....	26
ANFORDERUNGEN AN LEITBILDKONFORME VARIANTEN .....	27
<i>Hydrologische Verhältnisse</i> .....	28
<i>Bauwerke</i> .....	30
<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>31</b>
<b>LISTE DER ERFASSTEN DOKUMENTE .....</b>	<b>32</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>55</b>
 <b><u>BEILAGE: ENDNOTE-DATENBANK AUF CD</u></b>	

## **Aufgabenstellung und Zielsetzung**

In Hinblick auf künftige Gewässervernetzungsvorhaben an der Donau östlich von Wien wurde die Abteilung für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur von Seiten des Nationalpark Donau-Auen mit einer Literaturrecherche zum Thema Gewässervernetzung beauftragt.

Vorrangiges Ziel dieser Studie ist es, Veröffentlichungen zu bereits umgesetzten Maßnahmen an vergleichbaren Standorten zu analysieren. Im Besonderen sollen diese Maßnahmen in Hinblick auf ihre Auswirkungen auf die fischökologische Funktionsfähigkeit betrachtet und gegebenenfalls Problempunkte aufgezeigt werden.

In weiterer Folge werden aus den abgeleiteten Erfahrungen bzw. Erkenntnissen Empfehlungen für die Gestaltung von Gewässervernetzungsmaßnahmen an der Donau östlich von Wien ausgearbeitet.

Planung für konkrete Standorte ist nicht Aufgabe dieser Arbeit.

## **Allgemeine Problematik und Handlungsbedarf**

Ein großer Teil der alluvialen Fluss/Auenlandschaften an größeren Fließgewässern wie der Donau sind stark durch anthropogene Überformungen geprägt. Systematische Regulierungen im Zuge des Hochwasserschutzes bzw. der Schiffbarmachung zeigen sich anhand lateraler Barrieren, die zu einer Entkoppelung des funktionalen Beziehungsgefüges zwischen Fluss und seinem Umland führen. Ebenso drastische Auswirkungen bringt die Errichtung von Laufkraftwerken mit sich, die das Fließkontinuum durch eine Abfolge von einzelnen Stauhaltungen unterbricht.

Die Abtrennung des Nebengewässersystems und damit auch der Überschwemmungsgebiete vom Hauptfluss führt zur Reduzierung der als ökologisch besonders wertvoll einzustufenden Übergangszone (Ökoton) Wasser/Land. Fehlende bzw. reduzierte Überflutungen des Hinterlandes führen zu einer Degradierung der Auenstandorte und längerfristig zur Verlandung der abgetrennten Auengewässer. Der Fluss selbst ist durch die Abdämmung von seinen ursprünglichen Strukturen abgetrennt und präsentiert sich als mehr oder weniger monotoner Kanal.

Für die aquatische Fauna bedeuten diese Eingriffe zwangsläufig Lebensraumverluste sowohl in räumlicher als auch in zeitlicher Dimension. Das im Vergleich zu anderen europäischen Flüssen hohe Fischartenspektrum der Donau (JUNGWIRTH, 1984) inkludiert jedoch Arten mit unterschiedlichsten Habitatansprüchen, was einen hohen Vernetzungsgrad von unterschiedlichen Gewässertypen erfordert.

Eingehende fischökologische Untersuchungen der letzten Jahre zeigen, dass der Fischfauna in ihrer Gesamtheit ein hoher Zeigerwert für den ökologischen Zustand von Gewässersystemen zukommt. Die Zusammensetzung der Fischfauna (Arteninventar), die Dominanzverhältnisse (Artenverteilung), die Fischmasse (Abundanz und Biomasse) sowie der Populationsaufbau der einzelnen Arten spiegeln den Strukturreichtum der Gewässer und den lateralen und longitudinalen Vernetzungsgrad von Fluss, Nebengewässer und Inundationsflächen wider. Durch die vielfältigen und im Verlauf

des Lebenszyklus stark wechselnden Erfordernisse (z.B. in Hinblick auf Laichsubstrat, Brutfischeinstand, Nahrungszone, Hochwasser- und Wintereinstand) bietet die Fischfauna einen klaren Hinweis auf den Grad ökologischer Intaktheit des Gesamtsystems (SCHIEMER, 1985).

Das im Vergleich zu anderen Donauabschnitten hohe Vernetzungspotential der Flusslandschaft im Bereich des Nationalparks Donau-Auen ist dafür prädestiniert großflächig wieder mehr Dynamik in das Gewässer/Auensystem zu bringen und damit einen wertvollen Beitrag im Sinne der Erhaltung bzw. Wiederherstellung der ökologischen Funktionsfähigkeit dieses Gewässersystems zu leisten.

Es gilt, Strukturen und Vernetzungen zu schaffen und Funktionen zu ermöglichen, die der Nachhaltigkeitsforderung im Umgang mit Gewässersystemen – nach dem aktuell vorhandenen Stand unseres Wissens – voll Rechnung tragen (ULMANN & PETER, 1994).

# Zielformulierung für Gewässervernetzungen

## Allgemeines

Planungsvorhaben auf dem Gebiet der Fluss/Auenrevitalisierung bedürfen der Einbeziehung wissenschaftlich fundierter Konzepte der betroffenen Fachdisziplinen (Grundlagen-, Ökosystemforschung), sowie der Bereitschaft der Entscheidungsträger „großräumige“ Denkansätze zuzulassen, welche die Dynamik dieser Ökosysteme in ihrer vieldimensionalen Wirkungsweise einfließen lassen. Es ist daher anzustreben, die Entwicklung von einer rein maßnahmenorientierten hin zu einer funktionalen Planungskultur zu forcieren.

Revitalisierungen sind nicht als Wiederherstellung historischer Zustände zu verstehen - was in der heutigen Kulturlandschaft ohnehin nur sehr eingeschränkt möglich wäre - vielmehr sollen Rahmenbedingungen geschaffen werden, welche die Entwicklung von sich selbst erhaltenden Ökosystemen ermöglichen.

Die Analyse historischer Grundlagen spielt dabei insofern eine wichtige Rolle, da sie die ursprünglichen Gegebenheiten, unter denen die Ausbildung eines dynamischen ökosystemaren Gleichgewichtszustandes möglich war, aufzeigt. Dies kann wesentlich zur Definition der konkreten Zielvorstellungen beitragen. In diesem Sinne können an Hand des ursprünglichen Gewässertyps (z.B. furkierend oder mäandrierend) die unterschiedlichen Anforderungen an Wiedervernetzungsmaßnahmen ausgearbeitet werden.

Je nachdem in welchem Ausmaß einschränkende Rahmenbedingungen vorliegen, können verschiedene Abstufungen der Rückführung in Richtung selbsterhaltende Systeme definiert werden.



## Österreichische Donau östlich von Wien

### Ursprünglicher Zustand – Leitbild

Die ursprüngliche Stromlandschaft ist dem Furkationstyp zuzuordnen und ist gekennzeichnet durch eine großräumige Aufspaltung in Haupt-, Neben- und Altläufe. Es bildet sich auf Grund der positiven Geschiebebilanz (Ablagerung überwiegt Abtrag) und des relativ hohen Gefälles (ca. 0,4 ‰) ein System von miteinander vernetzten Flussarmen unterschiedlicher Breiten- und Tiefenvarianz aus. Schotterbänke, Buchten und Inseln tragen zu einer reichen Strukturierung des Gewässersystems bei. Regelmäßige, großflächige Überschwemmungen sowie saisonale Abflussschwankungen führen zur Ausprägung eines vielgestaltigen Nebengewässersystems, welches durch seine Strukturvielfalt, vor allem hinsichtlich der Strömungs- und Substratverhältnisse, eine breite Palette unterschiedlichster Habitattypen bereitstellt. Abgesehen vom Hauptarm weisen Nebenarme, welche auch bei Niederwasser ständig durchströmt sind, den flächenmäßig größten Anteil auf. Einseitig angebundene Altarme (Parapotamon), isolierte Altwässer (Plesio- und Palaeopotamon) sowie Zubringer haben in diesem System flächenmäßig nur untergeordnete Bedeutung. Aber auch die meisten Altarme sind oberstromig nur durch eine erhöhte Furt oder Schotterbank abgetrennt. Bei Wasserständen um Mittelwasser (MW), spätestens aber beim sommerlichen MW (= MW + 0,40 m) wurden auch diese überströmt (HOHENSINNER ET AL., in präp.).

### Istzustand

Beginnend mit der ersten Donauregulierung im 19. Jahrhundert setzten mit dem darauffolgenden Bau der Hochwasserschutzdämme und Niederwasserregulierung in der Flusslandschaft östlich von Wien die ersten gravierenden Veränderungen ein. Später folgende Kraftwerksbauten erweitern das Spektrum der verschiedenen Einflussfaktoren.

Die Stromlandschaft der Donau stellt sich heute auf Grund der Vielzahl von Maßnahmen wie folgt dar: Der Abfluss konzentriert sich in einem fixierten Hauptstrombett, welches mittels Leitwerken und Buhnen vom Großteil seiner

Nebengewässer abgetrennt ist. Die vorhandenen Vernetzungen existieren vor allem als unterstromig angebundene Altarme, die rückgestaut mit der Donau verbunden sind.

Geschiebedefizit auf Grund von Rückhalt in den Donauzubringern und den –stauräumen führte zu fortschreitender Eintiefung der Sohle und damit zu zunehmenden Flurabständen zur Geländekante. Daraus resultierend kommt es zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels, was sich auf die vertikale Vernetzung der Gewässer sowie die Wasserversorgung des Auwaldes negativ auswirkt.

Die Auengewässer sind heute zunehmend durch Sedimentationsvorgänge geprägt. Die fehlende Dynamik bewirkt ein Überwiegen von Anlandungsprozessen, was zu einer fortschreitenden Verlandungstendenz führt. Der fischökologisch besonders wertvolle Gewässertyp des „offenen Nebenarmes“ machte ursprünglich den größten Teil an Augewässern aus. Dies bedeutet einen großräumigen Habitatsverlust der aquatischen Biozönosen, der aus ökologischer Sicht ausschließlich durch eine stärkere Vernetzung von Fluss und Nebenarmen und die Erhöhung der hydrologischen Dynamik zu stoppen ist.

### **Entwicklungsziel (operationales Leitbild)**

Das Entwicklungsziel ist es, das maximale ökologische Potential auszuschöpfen, welches unter den herrschenden Rahmenbedingungen zur Verfügung steht.

Die Gegenüberstellung von ursprünglicher Situation und Istzustand zeigt vor allem gravierende Veränderung der gesamten Nebengewässer, die sich von einem System mit hoher Dynamik hin zu einem eher stagnierenden entwickelt. In Abb. 1 sind verschiedene Gewässertypen in Abhängigkeit ihrer Anbindungsintensität dargestellt. Geringe Anbindungsdauer bedeutet in diesem Sinne zunehmende Verlandungstendenz und Isolierung und führt langfristig gesehen zum Verschwinden bzw. zur Degradierung einzelner Gewässertypen. Jedoch gerade das Zusammenspiel der verschiedenen Sukzessionsstadien ist für das Vorhandensein einer artenreichen Fischfauna von immenser Bedeutung.

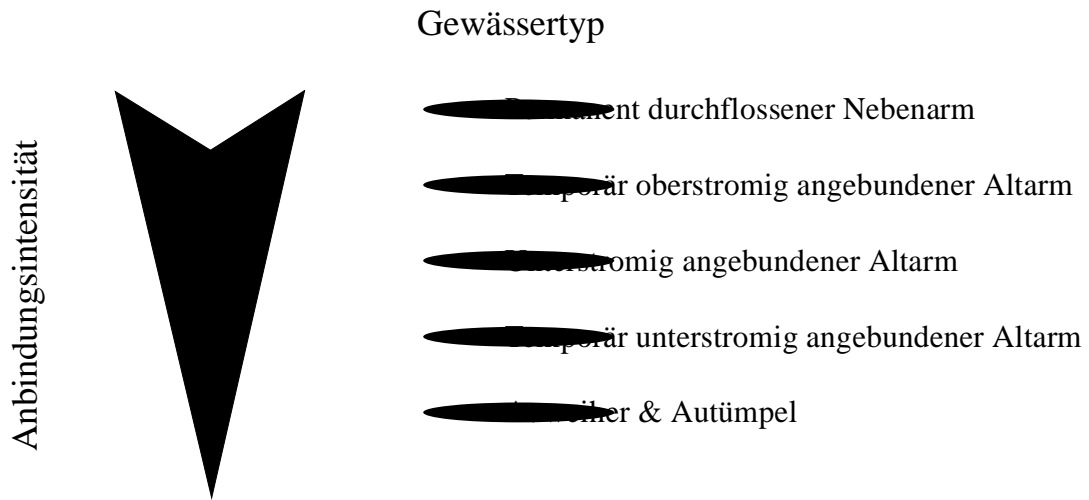


Abb.1: Schematische Darstellung unterschiedlicher Nebengewässertypen in Bezug auf ihre Anbindungsintensität.

### Nebengewässertypen und ihre fischökologische Bedeutung

Hinsichtlich ihrer fischökologischen Bedeutung lassen sich analog zu der Einteilung der Nebengewässertypen (Abb.1) vereinfacht folgende vier Habitattypen unterscheiden:

GEWÄSSERTYP	AN DEN HAUPTARM ANGEBUNDEN BEI
Fluss, permanent durchflossene Nebenarme und Zubringer bzw. deren Uferzonen	immer
Altarme mit mehr oder minder ganzjähriger Verbindung zum Fluss	>MQ
Abgeschlossene Altarme mit nur seltener Anbindung	HQ
Auweiher und -tümpel, Graben und Muldensysteme, Inundationsflächen	gr. HQ

Abb. 2: Habitattypen und ihre Anbindung an den Hauptarm

Die fischökologische Bedeutung der oben aufgelisteten Habitattypen spiegelt sich in den heterogenen Lebensraumansprüchen einer Vielzahl der autochthonen Fischarten wider. Nach SCHIEMER & WAIDBACHER (1992) lassen sich bezüglich der bevorzugten

Aufenthaltsbereiche der Adultfische bzw. deren jeweiligen Reproduktions- und Brutzonen fünf ökologische Gruppen unterscheiden (siehe Abb.3):

1. Flussfische, die eine durchgehende Verbindung zwischen der Donau und deren Zuflüssen benötigen, da vor allem für die Reproduktion und die Juvenilentwicklung rhithrale Bedingungen erforderlich sind (z.B. Huchen *Hucho hucho*, Aalrutte *Lota lota*).
2. Klassische „Massenfische“ des Flusses, die im Uferbereich laichen und hier auch ihre Jugendentwicklung durchmachen (z.B. Nase *Chondrostoma nasus*, Barbe *Barbus barbus*, Gründlinge *Gobio sp.*, etc.). Ihr gesamter Lebenszyklus spielt sich in durchflossenen Armen ab.
3. Arten, die phasenweise in stagnierenden Nebengewässern vorkommen, aber zur Fortpflanzung und im Brutfischstadium an die Uferzonen des Flusses gebunden sind (z.B. als Nahrungszone oder Wintereinstand: Zope *Abramis ballerus*, Schied *Aspius aspius*) und somit wichtige Zeiger für die Vernetzung von Fluss/Nebengewässern darstellen.
4. Eurytope Arten bzw. Lebensraumgeneralisten, die sowohl im Fluss als auch in verschiedenen Typen stehender Gewässer leben. Neben Massenformen, wie Laube (*Alburnus alburnus*), Rotaue (*Rutilus rutilus*), Güster (*Abramis bjoerkna*) und Brachse (*Abramis brama*), zählen zu dieser Gruppe viele Arten, die in der Laichphase auf Überschwemmungswiesen angewiesen sind (z.B. die Wildform des Karpfens *Cyprinus carpio* oder der Hecht *Esox lucius*).
5. Stillwasserformen (Limnophile), die bevorzugt in verschiedenen Typen verlandeter Altarme leben. Zu dieser Gruppe zählen häufige Arten, wie Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*), Schleie (*Tinca tinca*) und Karausche (*Carassius carassius*), aber auch Fische mit sehr speziellen Lebensraumansprüchen, wie der Schlammpeitzger (*Missgurnus fossilis*).

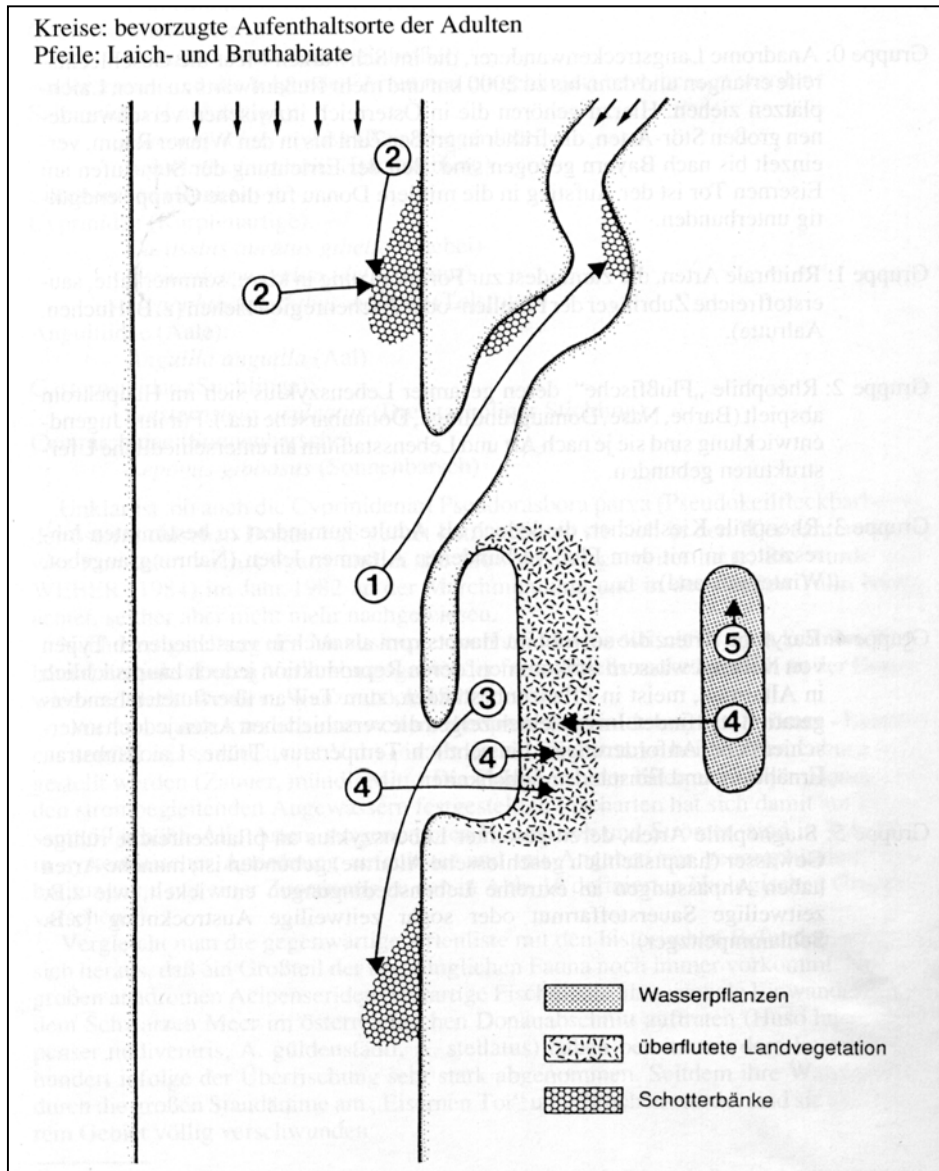
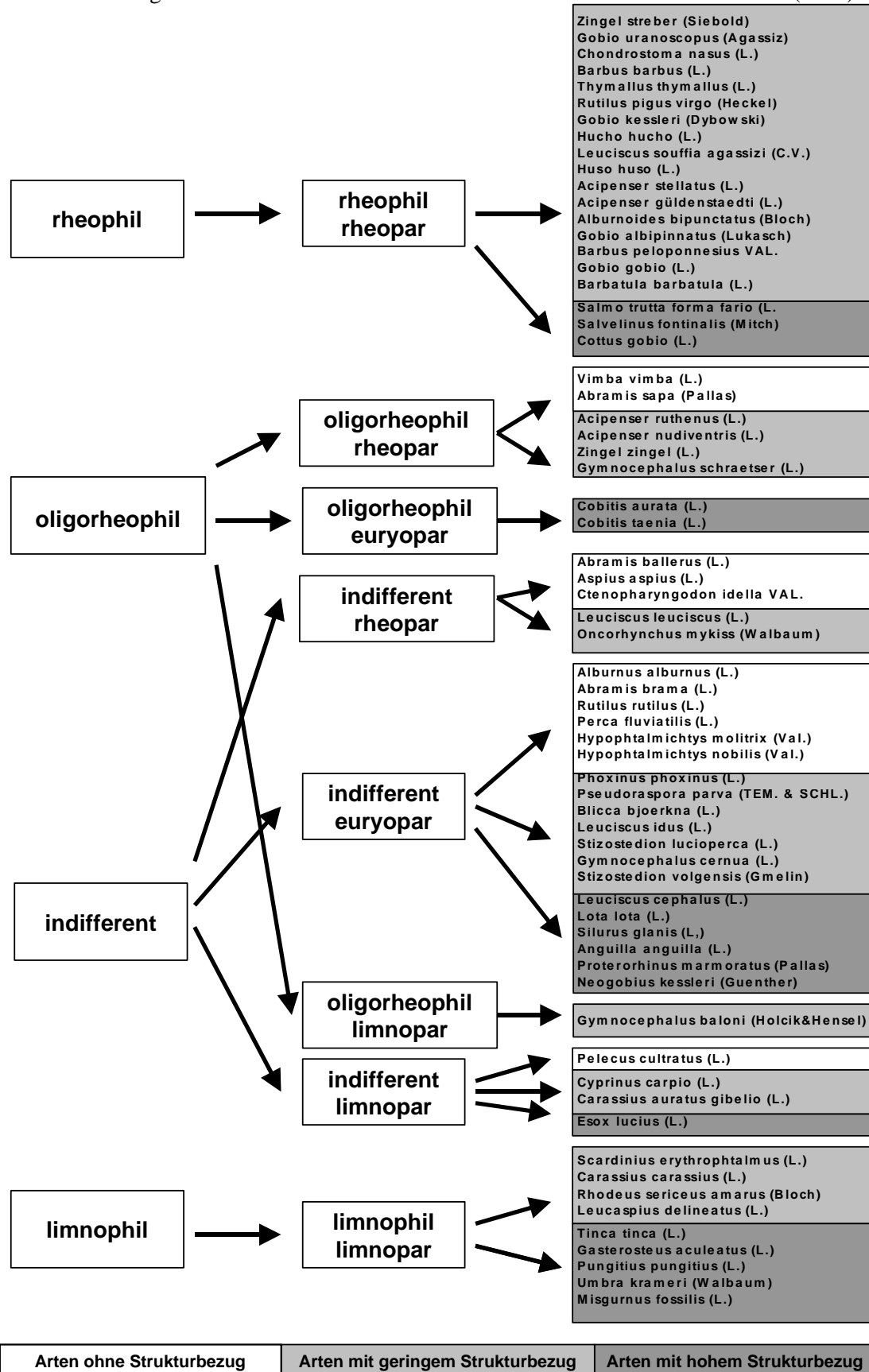


Abb. 3: Schematische Darstellung der Habitatverknüpfungen durch die Lebensraumsprüche von 5 ökologischen Hauptgruppen. NACH SCHIEMER & WAIDBACHER, 1992

Tab.1: Einteilung der österreichischen Flussfische nach ZAUNER UND EBERSTALLER (1999)



Die in Tab.1 aufgelisteten Fischarten des Klassifizierungsschemas der österreichischen Flussfischfauna (beinahe deckungsgleich mit dem Donauartenspektrum) setzen sich zu mehr als 50 % aus Arten zusammen, welche zumindest während eines gewissen Lebensstadiums an fließende Gewässerabschnitte gebunden sind (ZAUNER & EBERSTALLER,1999). Dementsprechend findet sich ein Großteil der donautypischen Fischarten in der ökologischen Gruppe rheophiler Arten wider. Der Lebenszyklus vieler dieser Arten spielt sich ausschließlich im Hauptstrom ab (Nase, Barbe, Frauenerfling, Perciden, Gobios etc.). Für ihre Jugendentwicklung sind sie je nach Art und Lebensstadium an unterschiedliche Uferzonen gebunden. Vor allem Flachwasserzonen, welche bei wechselnden Wasserständen einen Gradienten von Strömungsgeschwindigkeit und Nahrungsangebot darbieten, stellen wertvolle Reproduktions- und Brutareale dar.

Innerhalb der Gruppe rheophiler Fische, deren gesamter Lebenszyklus sich im Hauptfluss abspielt, bevorzugen einige Arten (Schrätzer, Zobel, Blaunase) mäßig strömende Abschnitte. Sie sind vorwiegend in Nebenarmen anzutreffen, in denen bei geringerer Fließgeschwindigkeit feinere Sedimentfraktionen vorliegen. Diese durchflossenen Arme unterliegen starken saisonalen Schwankungen hinsichtlich Abfluss und Fließgeschwindigkeit.

Historische Analysen (HOHENSINNER ET AL., in präp.) zeigen, dass gerade permanent durchflossene Nebenarmsysteme für die ursprüngliche Situation der Donau in den Beckenlagen als dominante Nebengewässertypen anzusprechen sind. Im derzeitigen Zustand gelten sie allerdings als „Mangelhabitate“.

Die Ausführungen hinsichtlich der ökologischen Bedeutung dieser Systeme im Zusammenhang mit dem Donaufischartenspektrum zeigen, dass vor allem dieser Nebengewässertyp durch geeignete Maßnahmen zu forcieren ist.

Da nach wie vor bestehende Wissensdefizite, Nutzungs- bzw. Interessenskonflikte sowie einschränkende Rahmenbedingungen einer positiven Realisierung von relativ großflächigen Vernetzungsmaßnahmen entgegenwirken, soll diese Studie dazu

beitragen, durch eine umfassende Zusammenstellung der bisherigen Erfahrungen ökologisch optimale Lösungsansätze zu definieren.



# Literaturrecherche

## Methodik der Literaturrecherche

Zur Literatursuche wurden wie in Abb. 4 ersichtlich ist, verschiedene Möglichkeiten der Datengewinnung in Betracht gezogen.

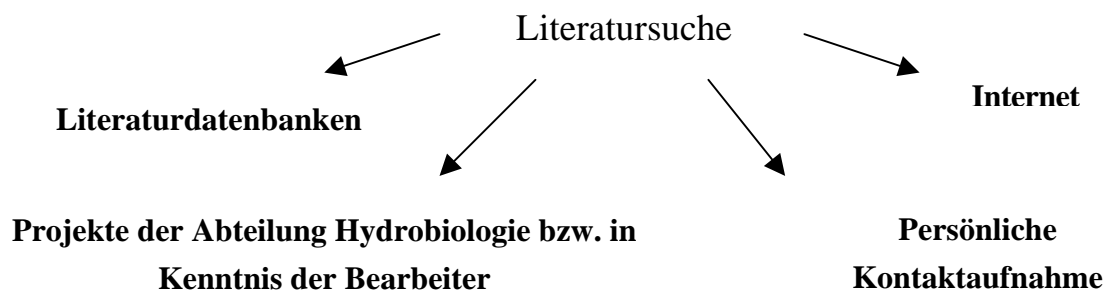


Abb. 4: Grafische Darstellung der zur Datengewinnung verwendeten Möglichkeiten.

Die Auswahl der verwendeten Schlagwörter, ist in erster Linie durch das Thema vorgegeben und wurde mit Hilfe eines brainstorming-Verfahrens durch Mitarbeiter der Abteilung Hydrobiologie erweitert bzw. eingegrenzt.

Liste der verwendeten Schlagwörter

- River+connectivity+fish
- River+revitalisation
- River+renaturation
- Restoration+river+fish
- Floodplain+connectivity
- Floodplain+water+allocation
- Floodplain+river+restoration

- Restoration+backwater+fish
- Restoration+oxbow+fish
- Eigennamen größerer Flüsse wie: Donau, Elbe, Loire, Main, Meuse, Mosel, Oder, Rhein, Rhône, Saar, Waal, Weichsel

Folgende Literaturdatenbanken wurden durchsucht:

- Kulturtechnik und Abfallwirtschaft: Water resources abstracts (1967-99)
- Biologie, Medizin, Mikrobiologie: Biological abstracts (1989-99)
- Forstwirtschaft: AGRIS (1975-99)
- Österreichischer Verbundkatalog
- Endnote-Datenbank Abteilung Hydrobiologie
- WSD-Datenbank

Via Internet wurden mit den definierten Schlagworten in den nachfolgend aufgelisteten Zeitschriften bzw. auch über verschiedene Suchmaschinen nach themenspezifischer Literatur gesucht:

- Transactions of the American Fisheries Society (1996-98)
- North American Journal of Fisheries Management (1996-98)
- Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences (1996-99)

Dritter Weg der Datenfindung war die persönliche Kontaktaufnahme mit verschiedenen Institutionen bzw. Personen, die folgende Auflistung zeigt:

Österreich

- Wasserwirtschaftsämter der Bundesländer

- Wasserstrassendirektion
- Büro Spindler
- Büro Zinke
- Marchfeldkanal Betriebsgesellschaft und Distelverein

#### Deutschland

- Wasserwirtschaftsämter Passau und Bamberg
- WWF-Aueninstitut Rastatt
- Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin
- Institut für Umweltstudien
- Universität Köln
- Ingenieurbüro Floecksmühle

#### Frankreich

- Universität Lyon (Dr. Amoros)
- Niederlande DLO Winard Staring Centre for Integrated Land, Soil and Water Research
- RIZA Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment

#### Polen

- Dr. Wisniewolski

#### Ungarn

- Dr. Antal Vida, Dr. Gabor Guti

#### Slowenien

- Dr. Meta Povz

### Slowakei

- Dr. Juraj Holcik

### Schweiz

- Dr. Klement Tockner

Schließlich fanden auch jene Projekte Eingang in die Datensammlung, welche an hiesiger Abteilung bearbeitet wurden bzw. die in Kenntnis der Bearbeiter sind.

Nach umfassender Recherche werden die aufgefundenen Datensätze bezüglich ihrer Themenrelevanz geprüft und in einer Endnote-Datei gespeichert (Datenanhang).

## **Erhobene Datengrundlage**

Im Zuge der Datenrecherche wurden insgesamt 187 relevante Literaturzitate bzw. Projekte unter den zuvor genannten Suchkriterien gefunden. 53 davon haben theoretische bzw. konzeptionelle Ansätze zum gegenständlichen Thema, 70 dokumentieren Grundlagenforschungen bzw. Istbestandsaufnahmen zum Themenkomplex Fluss/Nebengewässer/Vernetzung/Überschwemmungszone (verschiedene Fachbereiche wie z.B. Fischökologie, Sedimentation, Vegetation, etc.). 54 Literaturdatensätze führen mehr oder weniger allgemeine Informationen bzw. Ergebnisse zu Restrukturierungsprojekten an, jedoch meist ohne Relevanz für künftige Planungen an der Donau östlich von Wien. Lediglich 10 Publikationen konnten gefunden werden, wo konkrete Maßnahmen mit Donaubezug beschrieben sind und wo auf Problembereiche eingegangen wird.

Bei genauerer Durchsicht erwies sich die Einteilung der 187 Literaturangaben nach folgend angeführten Gesichtspunkten als brauchbar:

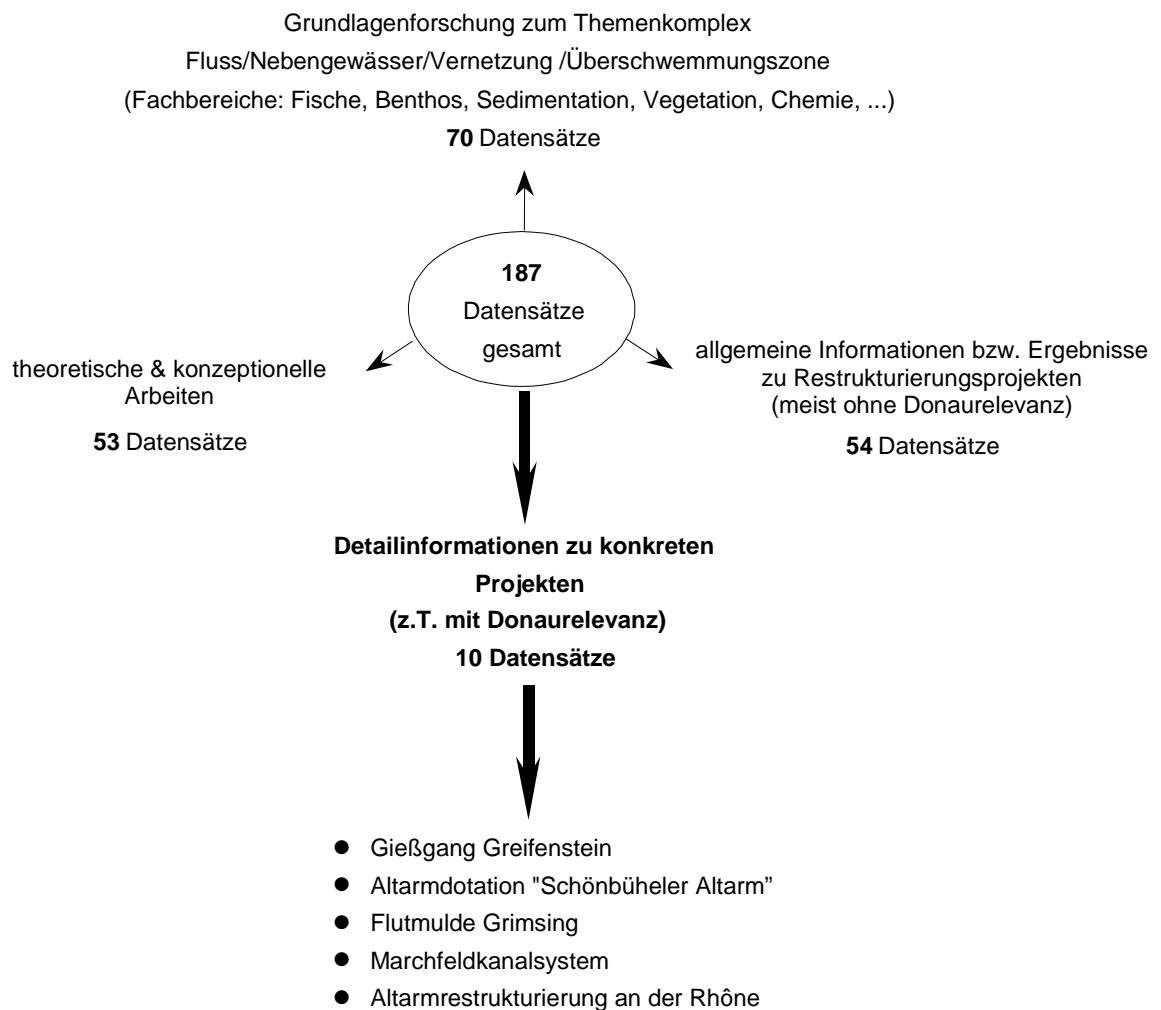


Abb. 4: Aufteilung der Datensätze nach Relevanz für Donau östlich von Wien.

### **Allgemeine Aussagen zur Gewässervernetzung**

Ausgehend vom River Continuum Concept (VANNOTE et al. 1980) wurden verschiedene Konzepte entwickelt, die Fließgewässer als Ökosysteme zu charakterisieren vermögen und deren Betrachtungsschwerpunkt hauptsächlich auf der Gewässervernetzung liegt (Ulmann & Peter 1994). Die vier-dimensionale Betrachtungsweise (AMOROS, 1987 WARD 1989) ergänzt explizit die Anzahl der zu

fokussierenden Ebenen in der Beurteilung eines Fließgewässers in Abhängigkeit von umgebendem Raum und dem Einfluss der Zeit.

Die laterale Vernetzung der Gewässer besteht primär in der Übergangszone zwischen Wasser und Land (aquatic terrestrial transition zone). In bestimmten Flussabschnitten vermögen die lateralen Interaktionen das im longitudinalen Kontinuum lagertypische Erscheinungsbild des Gewässers nachhaltig zu modifizieren (CONNERS & NAIMAN 1984, DECAMPS 1982). Dies gilt im Besonderen für die ursprüngliche Donau in den Beckenlagen, wo eine ausgeprägte Zonierung innerhalb des mehrere Kilometer breiten Abflussraumes gegeben war. Die Gesamtfläche der Wasser-Land-Ökotope ist durch den hohen Regulierungsgrad drastisch vermindert. Donau, Rhein und Rhone gehören zwar, nach der transportierten Wassermenge zu den 50 größten Flüssen der Erde, sind aber bloß noch durch marginale Restflächen ursprünglicher Überschwemmungszonen mit ihrem Umland vernetzt (WELCOME 1985). Mit der Veränderung der natürlichen Linienführung und der intensiven Nutzung des Umlandes wird das Maß der lateralen Vernetzung herabgesetzt und wichtige Funktionsprozesse werden vermindert bzw. fallen aus (ALABASTER 1985, AMOROS et al. 1987, BHOWMIK 1993, DECAMPS et al. 1988, KIWEK 1994).

Die Land-Wasser-Grenze zeichnet sich durch eine große zeitliche und räumliche Instabilität aus. Mit Veränderung der Wassermenge verändert sich auch das den aquatischen Organismen zur Verfügung stehende Habitat. Neben der permanent benetzten Wasserfläche des Hauptarmes bestehen natürlicherweise oft unterschiedliche temporäre aquatische Habitate (Seitenarme, Hinterwasser, überflutete Auen- und Wiesenlandschaften usw.), die mit Anstieg des Wasserspiegels als Lebensräume erschlossen werden können. Wasserspiegelschwankungen haben, je nach Standort und Wesensart eines betrachteten Flussabschnittes, eine jahreszeitliche Abflussperiodik. Die betreffende Biozönose ist über ihre Lebensprozesse (Reproduktion, Nahrungsaufnahme, Habitatsnutzung usw.) auf diese Rhythmik evolviert (ULMANN & PETER 1994). Überflutungsrhythmik und -intensität schaffen ganz unterschiedliche Reproduktions-

und Habitatsbedingungen, die sich in der jeweiligen Lokalität nur für ganz bestimmte Arten oder Reproduktionsgilden eignen.

Die anthropogene Beeinträchtigung der Gewässer, insbesondere die Schaffung lateraler Barrieren, hat in unseren Breiten eine lange Tradition (FRIEDRICH & MÜLLER 1984). Dementsprechend tiefgreifend sind die Auswirkungen. Die Entkopplung der Nebengewässer vom Hauptstrom in Bezug auf Anbindungsart, Überflutungsintensität und Sohllage zerstörte das räumliche und funktionale Beziehungsnetz weitgehend. Dies führte u.a. dazu, dass eine Vielzahl der typischen Habitate verloren ging.

### **Entwicklungsziel/Leitbild von Vernetzungsmaßnahmen**

Die Literaturrecherche hat gezeigt, dass das Thema laterale Gewässervernetzung vor allem im letzten Jahrzehnt verstärkt an Bedeutung gewonnen hat.

Neben dem generellen Wissenszuwachs in Bezug auf die Bedeutung des Wirkungsgefüges lateraler Systeme, wurden auch diverse Maßnahmen geplant und realisiert, welche die Vernetzung lateraler Systeme mit dem Hauptfluss zum Inhalt haben. Es existieren jedoch nur sehr wenige Projekte „größerer“ Umfangs, die zumindest ansatzweise umgesetzt wurden. Dies gilt auch für die Evaluierung der gesetzten Maßnahmen im Zuge eines Monitoringprogrammes sowie für die Publikation der Ergebnisse.

Darüber hinaus wird auch die Projektierung von Vernetzungsmaßnahmen zusehends von der Diskussion um die Leitbildentwicklung geprägt. Das „Leitbild“ nimmt mittlerweile im Rahmen von ökologisch orientierten wasserwirtschaftlichen Konzepten eine zentrale Position ein und ist bereits fixer Bestandteil von umfassenden Planungsprojekten. Es stellt eine anhand von abiotischen und biotischen Charakteristika definierte Zielvorstellung für die künftige Entwicklung des Fließgewässers und des von ihm geprägten Umlandes dar und ist damit wesentliche Voraussetzung für eine einheitliche, zielgerichtete Maßnahmenplanung. Zudem ermöglicht es, die Abweichung

des derzeitigen Zustandes eines Fließgewässersystems von dieser „Zielvorstellung“ zu beurteilen. Letztendlich kann mit Hilfe des Leitbildes auch eine Erfolgskontrolle der durchgeführten Maßnahmen vorgenommen werden. Gegenwärtig existieren verschiedene Leitbildtheorien, die von unterschiedlichen Grundsätzen ausgehen. Gemeinsam ist allen Leitbildkonzepten das Ziel, eine Richtlinie für zukünftige Entwicklungen, planungsorientiertes Handeln, Bewertung und Analyse von Defiziten zu entwickeln. Wesentliche Unterschiede zeigen sich jedoch beispielsweise hinsichtlich des zeitlichen Bezugshorizontes und des Aufbaues. Langfristig erfolgreich scheinen Konzepte mit zwei Arbeitsphasen, wobei in einem ersten Schritt ein von aktuellen Rahmenbedingungen unabhängiges Leitbild erstellt wird (EBERSTALLER & HAIDVOGL, 1997).

In Gewässerbetreuungskonzepten wird derzeit grundsätzlich ein Leitbild mit historischem Bezug und der Aufteilung in zwei Arbeitsphasen gewählt: Visionäres und operationales Leitbild. Nach MUHAR (1994) ist das visionäre Leitbild vorerst als gesamtheitlich - ökologisches Leitbild zu verstehen. Als Idealvorstellung stellt es das maximal erreichbare Ziel dar. Es beschreibt den Idealzustand eines funktionell intakten Gewässersystems ohne Berücksichtigung gegebener Nutzungsansprüche und bestehender Einschränkungen. Dabei werden im generellen Rahmen Qualitäten und Funktionen der unterschiedlichen, gewässertypischen Lebensräume sowie deren Biozönosen anhand ausgewählter abiotischer und biologischer Kriterien beschrieben. Ergebnis dieses Arbeitsschrittes ist die Charakteristik der Lebensraumausstattungen und -funktionen sowie der typischen Biozönosen für repräsentative Flussabschnitte.

In der modernen, dicht besiedelten Kultur-/Industriellandschaft ist meist nur in sehr geringem Ausmaß Raum für eine Realisierung des visionären Leitbildes gegeben. Deshalb wird in einer zweiten Stufe dieses „Idealbild“ des Gewässersystems auf Basis der bestehenden Nutzungsansprüche und unumgänglicher Rahmenbedingungen auf einen „Sollzustand“ reduziert, der in weiterer Folge als Basis für die Maßnahmenkonzeption dient.



Um der ökologischen Forderung, Funktionen und Wirkungen des ursprünglichen Systems herzustellen gerecht zu werden, ist es notwendig, auch auf der operationalen Ebene (Entwicklungsziel) leitbildkonform zu agieren. Bei Umsetzung von Vernetzungsmaßnahmen ist vor allem diese Leitbildkonformität hinsichtlich der abiotischen Komponenten, welche auf Grund der Maßnahmen sich einstellen unumgänglich.

Im Kapitel 3.2 wurde bereits kurz auf den ursprünglichen Zustand bzw. das Entwicklungsziel der Donau östlich von Wien eingegangen. Neueste Analysen (HOHENSINNER ET AL., in präp.) hinsichtlich der flussmorphologischen Ausprägung der Österreichischen Donau in Beckenlagen zeigen, dass der mit Abstand größte Anteil der den Hauptarm begleitenden Nebengewässer dem Typus permanent (auch bei Niederwasser) durchflossener Nebenarme entsprachen. In Hinblick auf leitbildkonforme Vernetzungsmaßnahmen bedeutet dies, dass diese primär in Form von großflächigen, tiefliegenden, oberstromigen Anbindungen an den Hauptstrom auszuführen sind.

Bilanziert man die Flächenanteile der Bereiche im Nationalparkgebiet, welche auf der operationalen Ebene potentiell für Vernetzungsmaßnahmen im Sinne eines durchflossenen Nebenarmes verfügbar sind, so zeigt sich, dass der Anteil für diesen Vernetzungstyp im Vergleich zu dem im visionären Leitbild vorgegebenen relativ gering ist. So ist auch der ökologische Zielkonflikt unterschiedlicher Tier- und Pflanzengruppen in Bezug auf ausreichende Habitatsverfügbarkeit nicht gegeben, was in weiterer Folge für das gesamte Gebiet hohe Biodiversität gewährleistet. Vor allem für die Fischfauna ergibt sich enorme ökologische Aufwertung und hohe Diversität (TOCKNER et al. 1998).

Aus den vorangegangenen Ausführungen lässt sich sehr deutlich die Zielrichtung für zukünftige Vernetzungsprojekte ableiten.

Die Realisierung von permanent durchflossenen Nebenarmen, welche im Nationalpark als Mangelhabitate anzusprechen sind, sollte forciert werden.

Verknüpft man die Situation im Nationalpark mit den Ergebnissen der Literaturrecherche ergibt sich gerade für diesen Vernetzungstypus ein großes Manko.

## **Detailaspekte**

### **Bautypen**

Nachfolgend werden unterschiedliche Bautypen und die in angebundenen Gewässern daraus resultierenden limnologische Effekten kurz dargestellt und diskutiert. Weiters wird auf allfällige Probleme im Zusammenhang mit dem Bautyp kurz eingegangen:

### **Oberstromige Anbindung**

#### Rohrdurchlass

In Abhängigkeit von der Höhenlage der Rohrunterkante wird das Nebengewässersystem mit einer durch die Dimensionierung des Rohrdurchlasses vorgegebenen Wassermenge bei Erreichen eines gewissen Wasserstandes dotiert. Die wasserstandsabhängige Erhöhung der Dotationswassermenge im Nebengewässer erfolgt nur bis zur maximalen Schluckkapazität des Rohres. Ab Erreichen dieses Wertes kommt es bei weiteren Wasserstandserhöhungen zur Reduktion der Fließgeschwindigkeit im Nebengewässer. Dies kann u.a. erhöhte Sedimentation bewirken, zumal bei derartigen Abflüssen meist hohe Schwebstofffrachten vorliegen. Erodierende Prozesse sind nicht möglich. Weicht die Querschnittsfläche des Rohrdurchlasses stark von den Profilquerschnitten im angebundenen Gewässersystem ab, kommt es bis zum Erreichen eines Mindestquerschnittes im Nebengewässer zu Verlandungsprozessen. Inwiefern im Hochwasserfall Erosion und Remobilisierung der Anlandung möglich ist, ist von der individuellen Situation abhängig.

Aus limnologischer Sicht ist dieser Bautyp einer Vernetzungsmaßnahme als ungünstig einzustufen. Die geschilderten Rahmenbedingungen entsprechen nicht den Verhältnissen wie sie dem Leitbild eines durchflossenen Nebenarmes entsprechen. Neben den ungünstigen Verhältnissen im Nebengewässer selbst, stellt der

Rohrdurchlass oftmals bei Maximaldotation vor allem für die stagnophile Fauna ein Migrationshindernis dar.

### Kastendurchlass

Ähnlich wie beim Rohrdurchlass definiert auch beim Kastendurchlass die Höhenlage der Durchlassunterkante den Beginn der Dotation. Befindet sich die die Kote der Durchlassunterkante unter RNW, liegt faktisch permanente Dotation vor. Im Gegensatz zum Rohrdurchlass reicht der Kastendurchlass im Regelfall bis zur Geländeoberkante, was auch eine kontinuierliche Erhöhung der Dotationswassermenge bis zum Erreichen der Geländeoberkante ermöglicht. Ob sich auch eine gleichzeitige Erhöhung der Fließgeschwindigkeit im Nebengewässer ergibt, ist neben der Breite des Durchlasses primär von den Querschnitten im Nebengewässer abhängig. Verglichen mit dem Rohrdurchlass ergibt sich höhere Variabilität hinsichtlich der Durchflusskapazität und den daraus resultierenden abiotischen Effekten im Nebenarmsystem. Aus limnologischer Sicht ist der Kastendurchlass dem Rohrdurchlass vorzuziehen. Kastendurchlässe sind insofern als problematisch einzustufen, als sie nur sehr eingeschränkt dynamische Prozesse erlauben.

Ähnlich wie beim Rohrdurchlass ergeben sich auch beim Kastendurchlass Probleme im Zusammenhang mit den Migrationsansprüchen der aquatischen Fauna.

### Flutmulde

Die Mängel, welche Rohr- und Kastendurchlass bezüglich ihrer Wirkung auf die abiotischen Rahmenbedingungen im Nebengewässersystem aufweisen, sind bei der Flutmulde nicht in dem Ausmaß gegeben. Die Flutmulde entspricht am ehesten dem leitbildkonformen Vernetzungstypus der überströmten Furt. Bei einer asymmetrischen Profilgestaltung sind die abflussbedingten Schwankungen hinsichtlich der charakteristischen abiotischen Komponenten durchaus denen im ursprünglichem Zustand vergleichbar. Entspricht die Länge der Flutmulde in etwa der Breite des

Nebengewässers und wird sie bereits bei Niederwasser dotiert, gewährleistet sie im Nebengewässersystem Bedingungen, welche für ein durchflossenes Nebenarmsystem typisch sind. Analog dem Donauwasserstand steigt auch die Durchflussmenge im Nebenarm kontinuierlich an. Die daraus resultierenden hohen Fließgeschwindigkeiten können Erosionsprozesse und Mobilisierung von Feinsedimentauflagen bewirken. Die Flutmulde ist bei allen Abflüssen für die aquatische Fauna passierbar, da auf Grund der asymmetrischen Ausformung unabhängig vom Durchfluss in den Randzonen immer mäßig durchflossene Seichtbereiche vorliegen. Probleme können sich allerdings im Fall von zu hoch liegenden Flutmulden ergeben. Wird eine Flutmulde erst ab erhöhtem (sommerlichem) Mittelwasser dotiert, fließt meist sehr schwebstoffreiches Wasser in das Nebengewässer. In den bei diesem Wasserstand meist großen Abflussquerschnitten des Nebengewässers kann es zu massiven Sedimentationen kommen.

Nicht nur aus diesem Grund ist der sohlgleiche Anschluss von Hauptarm und Nebenarm aus limnologischer Sicht als besonders günstig einzustufen. So liegen neben günstigen hydraulischen Verhältnissen auch in Hinblick auf die abflussabhängigen Sedimentationsprozesse ideale Bedingungen vor.

Neben den drei vorgestellten Vernetzungsbauwerkstypen sind auch Kombinationen zwischen den jeweiligen Einzeltypen möglich. So kann eine Flutmulde, der besseren (häufigeren) Befahrbarkeit wegen, an der tiefsten Stelle einen Kastendurchlass aufweisen.

### **Unterstromige Anbindung**

Sehr ähnlich wie die unterschiedlichen Dotationsbauwerke sind auch die Ausrinnbauwerke zu bewerten. Allen Ausrinnbauwerken gemeinsam, ist die Erfordernis einer mindest gleich großen Dimensionierung wie das Dotationsbauwerk. In diesem Fall werden allerdings allfällige Probleme im Zusammenhang mit der Migrationstauglichkeit auch in den unterstromigen Bereich verlagert. Aus diesem Grund ist grundsätzlich eine größerer Dimensionierung vorzusehen. Eine besondere

Bedeutung ist der Sohllage des Ausrinnbauwerkes zuzumessen. Im Fall von oberstromiger Abtrennung des Nebenarmes sollte der Nebenarm flussab mit dem Hauptfluss immer noch verbunden sein. Nur so kann der abgetrennte Nebenarm die wichtige Funktion als Refugialhabitat erfüllen. Tiefe Altarmmündungen können als Leitbild für den Ausrinnbereich dienen. Der große Querschnitt ermöglicht leichte Auffindbarkeit für Fische und ist zudem ein attraktives Mesohabitat.

### **Problempunkte**

Im Zuge der Literaturrecherche wurden konkreten Projekte in Hinblick auf Aussagen zu ökologisch relevanten Problemen evaluiert. Dabei wurden folgende Problempunkte bzw. Defizite genannt:

- Geringe, punktuelle Vernetzung
- Zu geringe Dotation
- Höhenlage der Rohrunterkante
- Verklausungsgefahr
- Zu hohe Fließgeschwindigkeit/Migrationshindernis
- Permanente Sedimentation bei geringen Abflüssen und geringe Dynamik während Hochwässer
- Stark eingeschränkte „sprungartige“ hydrologische Dynamik
- Staueffekte
- Falleneffekt
- Ausbaggerung von Feinsedimenten kann nicht zufriedenstellend durchgeführt werden

## **Anforderungen an leitbildkonforme Varianten von Vernetzungsbauwerken**

Weder für die Donau, noch für andere vergleichbare Fließgewässer sind Vernetzungsmaßnahmen belegbar, welche permanent durchflossene Nebenarme zum Inhalt haben. Der Konsens ist für diese großzügigen Maßnahmen in einer mit mannigfaltigen Nutzungsansprüchen belegten Kulturlandschaft offensichtlich kaum erreichbar. Umso mehr gilt es für jedes Vernetzungsprojekt die Leitbildkonformität im ökosystemaren Gesamtkontext zu überprüfen. So wäre es aus ökologischer Sicht kontraproduktiv, ein breites, großflächiges unterstromig angebundenes Altarmsystem oberstromig mittels eines tief liegendem, schwach dimensioniertem Rohrdurchlasses anzubinden. Im gesamten Altarm würden sich abiotische Rahmenbedingungen einstellen, welche im ursprünglichen System faktisch nicht gegeben waren. Dieses „Hybridgewässer“ entspräche weder einem Altarm noch einem Nebenarm. Der permanente Eintrag von schwebstoffreichem, kühlem Donauwasser würde das Aufkommen von altarmtypischen Assoziationen verhindern. Demgegenüber würde die Etablierung rheophiler Flussgesellschaften auf Grund stark eingeschränkter Fließgeschwindigkeiten ebenso nicht gelingen. Dieser beschriebene Gewässertyp findet sein Leitbild in den Donaustauräumen, wo durchaus vergleichbare Verhältnisse vorliegen. Auf Grund der Schlepptensungsverhältnisse würde zudem sukzessive Sedimentation die Querschnitte im Nebenarm einengen. In Abhängigkeit von der Intensität der Erosionsprozesse im Hochwasserfall wird langfristig die Verlandung bis zu dem Punkt fortschreiten, an dem sich auf Grund der Abflussmenge ein relativ stabiles Querprofil einstellt. Dieses Beispiel zeigt sehr deutlich, dass Vernetzungsmaßnahmen aus ökologischer Sicht auch kontraproduktiv wirken können.

Aus den vorangegangenen Ausführungen lässt sich ferner die enorme Bedeutung des Zusammenhanges zwischen der Dimension (Breite) des zu vernetzenden Gewässers und der Dotationskapazität des Vernetzungsbauwerkes ableiten. Das Bauwerk beeinflusst mit seiner Dotationskapazität und in seiner Höhenlage ganz wesentlich die abiotischen Rahmenbedingungen im vernetzten Nebengewässer.

## Hydrologische Verhältnisse

In Abhängigkeit vom Abfluß liegen in den Nebengewässern charakteristischerweise zum Teil stark variierende Lebensraumbedingungen vor. Bei Projektierung von Vernetzungsmaßnahmen ist dies zu berücksichtigen.

Nachfolgend werden unterschiedliche Abflusssituationen (Niederwasser, Mittelwasser, Hochwasser) in Bezug auf deren Auswirkungen auf die Lebensraumverhältnisse eines permanent durchflossenen Nebenarm kurz beschrieben.

### Niederwasser

Die ober- und unterstromige Anbindung im Niederwasserfall gewährleistet permanenten Wasseraustausch und die Möglichkeit für Fische die Habitate auch bei Niederwasser aufzusuchen (Wintereinstand). Die geringe Dotationswassermenge wirkt sich in vergleichsweise geringen Fließgeschwindigkeiten aus, was vor allem an Tiefstellen wertvollen strömungsberuhigte Einstände bedingt. Trotz reduzierter Fließgeschwindigkeiten liegt kaum Sedimentation vor, da im Niederwasserfall lediglich geringe Schwebstofffracht vorliegt.

### Mittelwasser

Durch beidseitige Anbindung bei Mittelwasser erfüllt das Nebengewässersystem eine Vielzahl an fischökologischen Funktionen: Migrationen im Zuge von Laichwanderungen, zum Nahrungserwerb, etc. in das System sowie im System selbst sind grundsätzlich möglich. Durch Umlagerungen und Ausschwemmung eines Großteils der Feinsedimente im Hochwasserfall sind geeignete Laichsubstrate für rheophile Kieslaicher vorhanden. Habitatheterogenität und Struktureichtum wirken sich positiv auf die Zusammensetzung des Fischartenspektrums aus. So ist das Vorkommen sowohl rheophiler, als auch stagnophiler Fischpopulationen nebeneinander möglich. Vor allem in Hinblick auf Jungfischhabitate ergeben sich günstige

Rahmenbedingungen. So sind beispielsweise in diesen Gewässerabschnitten faktisch keine negativen Auswirkungen des schifffahrtsbedingten Wellenschlages gegeben.

### Hochwasser

Analog dem Donauwasserstand steigt auch die Durchflussmenge kontinuierlich im Nebenarm an. Hoher Abfluss und hohe Fließgeschwindigkeiten bewirken Erosionsprozesse und Mobilisierung von Feinsedimentauflagen. Uferanbrüche, Totholzeintrag, Auskolkungen, Bildung neuer Gewässerarme und Abtrennung vorhandener Nebengewässer können nebeneinander passieren und schaffen somit eine große Fülle verschiedener Habitat- und Strukturtypen. Strömungsberuhigte Bereiche und Überschwemmungsflächen, die neben dem stark durchflossenen Nebenarm entstehen, fungieren als Hochwasserrefugien, Jungfischhabitate und Laichhabitate für Krautlaicher. Die überschwemmten Uferzonen zeichnen sich weiters durch hohe Nahrungsproduktivität aus, die im Gewässer selbst, als auch durch Austrag, im Hauptstrom wirksam wird.

In weiterer Folge wird auf Basis der ökologischen Anforderungen für den Donauabschnitt im Nationalpark eine leitbildkonforme Variante für die Wiedervernetzung der Altarmsysteme im Bereich des Nationalparks Donau-Auen östlich von Wien erstellt. Es werden Maßnahmen erläutert, welche die Entwicklung des zur Zeit vorherrschenden stagnierenden Altarmsystems in ein dynamisches Nebenarmsystem fördern.



## **Bauwerke**

Wie bereits mehrfach aufgezeigt, ist besonderes Augenmerk auf die Schlüsselpunkte Altarm-/Nebenarmein- und –ausrinn zu legen.

### Nebenarmeinrinn

Hier ist vor allem auf Form und Größe des Querschnittes und die Höhenlage der Sohle des Dotationsbauwerkes zu achten. Die Dimensionierung des Einlaufquerschnittes hat in Verhältnismäßigkeit zum anzubindenden Nebenarmsystem zu erfolgen. D.h. im Fall von breiten Altarmsystemen ist eine großzügige Öffnung anzustreben. Die Form des Querschnittes soll so gewählt werden, dass bei zunehmendem Donauabfluss die Dotationsmenge kontinuierlich ansteigen kann. Im Konkreten erfordert dies ein nach oben offenes, sich seitlich ausweitendes, also annähernd trapezförmiges Bauwerk. Die Höhenlage der Sohle ist derart zu situieren, sodass die Dotation des Gewässers auch während Niederwassersituationen gewährleistet ist. Form und Größe des Querschnitts sowie die Sohlage bestimmen in Verbindung zum Donauwasserstand schlussendlich gemeinsam die Durchflussmenge im Nebenarm. Daraus ergeben sich auch abhängig vom Abfluss Auswirkungen auf Fließgeschwindigkeiten, Substratverhältnisse und Wassertiefen im Nebenarm.

### Nebenarmausrinn

Sofern kein natürliches, permanent offenes Altarmsystem vorliegt, sind auch hier Form und Größe des Querschnittes sowie die Höhenlage des Vernetzungsbauwerkes entscheidende Kriterien für eine leitbildkonforme Vernetzung. Die Höhenlage ist so zu wählen, dass kein Rückstauereffekt für das oberstromig einfließende Wasser auftritt. Weiters ist auf ausreichende Tiefe zu achten, um eine permanente Anbindung und somit Passierbarkeit für die aquatische Fauna zu gewährleisten.

## Zusammenfassung

Zusammenfassend lassen sich auf Basis der Erkenntnisse der Literaturrecherche folgende Schlüsse ziehen:

In den letzten Jahren rückte die Bedeutung der lateralen Gewässersysteme für die aquatische Fauna vermehrt in den Vordergrund der limnologischen Arbeiten. Parallel dazu wurden Vernetzungsprojekte geplant und umgesetzt, welche das Ziel der Einbindung von Nebengewässersystemen verfolgten. Nur wenige Projekte wurden aus limnologischer Sicht evaluiert. Aus den Erfahrungen dieser Projekte zeigt sich, dass in Abhängigkeit von Art und Dimensionierung der Vernetzungsmaßnahme unterschiedliche abiotische Effekte erreicht werden. Die unterschiedlichen abiotischen Effekte spiegeln sich auch in den limnologischen Ergebnissen wider.

Im ursprünglichen Furkationsabschnitt der Donau des heutigen Nationalparkgebietes dominierte der Nebengewässertypus des permanent durchflossenen Nebenarmes. Gerade dieser Gewässertyp stellt im Nationalpark heute ein massives Manko dar. Ziel von zukünftigen Vernetzungsmaßnahmen sollte demnach das Erreichen der ökologischen Funktionen dieses Gewässertyps sein. Die Einbindung vor allem donauhafter Nebengewässer mittels großzügiger, tiefliegender Flutmuldensysteme könnte zumindest teilweise die Funktionen eines Nebenarmsystems im Nationalpark gewährleisten.

Die Konsensfindung im Zuge von Vernetzungsprojekten schränkt oftmals die hohen ökologischen Ansprüche an derartige Vorhaben stark ein. Somit besteht die Gefahr, dass im Rahmen dieses Prozesses die Erfüllung der erstrebten ökologischen Ziele nicht möglich ist. Aus ökologischer Sicht sind daher Mindestanforderungen für jedes einzelne Projekt zu definieren. Im Fall der Nichterfüllung wäre konsequenterweise die Vernetzungsmaßnahme abzulehnen.

## Liste der erfassten Dokumente

### Theoretische & konzeptionelle Arbeiten

1. (1995). The Ecology of Larger Rivers. Krems, Organised by The Austrian Committee of the International Association on Danube Research and The Freshwater Biological Association and Danube University Krems.
2. Amoros, C. (1991). "Changes in Side-arm Connectivity and Implications for River System Management." *Rivers* 2(2): 105-112.
3. Amoros, C. and A. L. Roux (1988). Interaction between water bodies within the flood plains of large rivers: function and development of connectivity. *Connectivity in landscape ecology*. K. F. Schreiber, *Münstersche Geographische Arbeiten*. 29: 125-130.
4. Balon, E. K. and J. Holcik (1998). "An essay on the ecological calamity in the Middle Danube." *International Review of Hydrobiology: Int.*
5. Balon, E. K., J. Holcik, et al. (1999). "Gabcikovo river barrage system: the ecological disaster and economic calamity for the inland delta of the middle Danube." *Environmental Biology of Fishes: Environ.*
6. Bayley, P. B. (1991). "The Flood Pulse Advantage and the Restoration of River-Floodplain Systems." *Regulated Rivers: Research & Management* 6: 75-86.
7. Bayley, P. B. (1995). "Understanding large river-floodplain ecosystems: Significant economic advantages and increased biodiversity and stability would result from restoration of impaired systems." *Bioscience* 45(3): 153-158.

8. Boon, P. J. (1997). "Trends and dimensions in river restoration: A conference summary." Hansen, H.O. 1997: 113-125.
9. Bowingloh, F., K. Dorfer, et al. (1995). "Conservation biological analysis and assessment of flowing waters and their floodplains: Contribution to improve the dynamics of a typical river landscape." Archiv fuer Hydrobiologie Supplementband 101(3-4): 525-544.
10. Brunner, R. e. a. (1994). Gewässer als Lebensräume: Konzept für den Nationalpark Donau-Auen; Bericht über die Planungsarbeiten 1991-1993. Wien, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie. Blaue Reihe.
11. Dieplinger, K., S. Leberl, et al. (1996). "Biotope management on the Austrian Danube." Archiv für Hydrobiologie Suppl. 113, Large Rivers 10(1-4): 219-228.
12. Duel, H., W. D. Denneman, et al. (1994). "Ecological models for river floodplain rehabilitation." Water Science and Technology: 383-386.
13. Gore, J. A. and F. L. Bryant (1988). "River and Stream Restoration." Rehabilitating Damaged Ecosystems 1988: 23-38.
14. Gottle, A. (1992). "Natural Design and Maintenance of Rivers and Streams: Targets, Features and Conclusions." Water Science and Technology WSTED4 26: 9-11.
15. Harper, D. and M. Everard (1998). "Why should the habitat-level approach underpin holistic river survey and management?" Aquatic Conservation. July Aug 8(4): 395-413.
16. Harper David, M., M. Ebrahimnezhad, et al. (1999). "A catchment-scale approach to the physical restoration of lowland UK rivers." Aquatic Conservation. Jan. Feb. 9(1): 141-157.
17. Harris, R. and C. Olson (1997). "Two-Stage System for Prioritizing Riparian Restoration at the Stream Reach and Community Scales." Restoration Ecology 5(48): 34-42.

18. Heiler, G., T. Hein, et al. (1995). "Hydrological connectivity and flood pulses as the central aspects for the integrity of a river-floodplain system." *Regul. Rivers Res. Manage.* 11: 3-4.
19. Jungwirth, M. Die Vernetzung Fluß/Aue aus Fischökologischer Sicht.
20. Jungwirth, M. and H. Waidbacher (1989). "Fischökologische Zielsetzungen bei Fließgewässerrevitalisierungen." *Wiener Mitteilungen - Wasser, Abwasser, Gewässer* 88: 105-119.
21. Junk, W. J., P. B. Bayley, et al. (1989). "The Flood Pulse Concept Concept in River-Floodplain Systems." *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* 106: 110-127.
22. Kondolf, G. M. (1995). "Five elements for effective evaluation of stream restoration." *Restor. Ecol.* 3(2): 133-136.
23. Kondolf, G. M. and M. Larson (1995). "Historical channel analysis and its application to riparian and aquatic habitat restoration." *Aquat. Conserv. Mar. Freshwat. Ecosyst.* 5(2): 109-126.
24. Kondolf, G. M. and E. R. Micheli (1995). "Evaluating stream restoration projects." *Environ. Manage.* 19(1): 1-15.
25. Landschaftspflege, B. A. f. N. u. (1991). *Erhaltung und Entwicklung von Flußauen in Europa*, Bayrische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege.
26. Large and Petts "Restoration of floodplains: A U.K. Perspective." : 173-180.
27. Lorenz, C. M., D. G. M. Van, et al. (1997). "Concepts in river ecology: Implications for indicator development." *Regulated Rivers-Research & Management: Regul.*

28. Mohilla, P. and F. Michlmayr (1996). Donauatlas Wien = Atlas of the Danube River Vienna/ Geschichte der Donauregulierung auf Karten und Plänen aus vier Jahrhunderten. Wien, Österr. Kunst- u. Kulturverl.
29. Muhar, S. (1996). "Habitat improvement of Austrian rivers with regard to different scales." *Regulated Rivers Research & Management* 12(4-5): 471-482.
30. Peter, A., K. Tockner, et al. "Die Revitalisierung von Fließgewässern - ein neuer Fokus der EAWAG." : 11-17.
31. Petts, G., Caliw, Peter (1996). River Flows and Channel Forms, Selected extracts from the Rivers handbook -->Channel Morphology and Sediment transport, Floodplain Construction and Erosion, River Channel Change, Hydrology and Climate Change, Blackwell Science.
32. Petts, G. E., A. R. G. Large, et al. (1992). Floodplain Assessment for Restoration and Conservation: Linking Hydrogeomorphology and Ecology. *Lowland Floodplain Rivers: Geomorphological Perspectives*. P. A. Carling and G. E. Petts, Wiley: 217-233.
33. Puckridge, J. T., F. Sheldon, et al. (1998). "Flow variability and the ecology of large rivers." *Marine and Freshwater Research* 49(1): 55-72.
34. Rast, G. (1992). Wasserbau und Naturschutz an großen Flüssen - Konflikte, Möglichkeiten zur Zusammenarbeit, Landesamt für Umweltschutz Sachsen -Anhalt. Halle: 12-21.
35. Schiemer, Jungwirth, et al. (1994). Die Fische der Donau-Gefährdung und Schutz, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie.
36. Schiemer, F. (1993). Monitoring of Floodplains: Limnological Indicators. Linz, Stapfia - Publikation der Botanischen Arbeitsgemeinschaft am OÖ Landesmuseum.

37. Schiemer, F., C. Baumgartner, et al. (1999). "Restoration of floodplain rivers: The 'Danube Restoration Project'." *Regulated-Rivers-Research-and-Management*. Jan.-June, 1999; 15(1-3): 231-244.
38. Schiemer, F. and G. A. Janauer (1993). *Monitoring Rivers and Floodplains*. Linz, Staphia - Publikation der Botanischen Arbeitsgemeinschaft am OÖ Landesmuseum.
39. Schmutz, S. and M. Jungwirth (1999). "Fish as indicators of large river connectivity: the Danube and its tributaries." *Archiv für Hydrobiologie: Arch.*
40. Sparks, R. E., P. B. Bayley, et al. (1990). "Disturbance and Recovery of Large Floodplain Rivers." *Environmental Management* 14(5): 699-709.
41. Stanford, J. A. and J. V. Ward (1992). *Management of Aquatic Resources in Large Catchments: Recognizing Interactions Between Ecosystem Connectivity and Environmental Disturbance*. Watershed Management. R. J. Naiman, Springer Verlag: 91-123.
42. Stanford, J. A. and J. V. Ward (1993). "An Ecosystem Perspective of Alluvial Rivers: Connectivity and the Hyporheic Corridor." *Journal of the North American Benthological Society JNASEC* 12(1): 48-60.
43. Stanford, J. A., J. V. Ward, et al. (1996). "A general protocol for restoration of regulated rivers." *Regulated Rivers Research & Management* 12(4-5): 391-413.
44. Stroffek, S., C. Amoros, et al. (1996). "A methodology for physical restoration applied to a major river: the Rhone." *Revue de Geographie de Lyon*: 287-296.
45. Tockner, K. and F. Schiemer (1997). "Ecological aspects of the restoration strategy for a river-floodplain system on the Danube River in Austria." *Global Ecology and Biogeography Letters* 6(3-4): 321-329.

46. Townsend, C. R. (1996). "Concepts in river ecology: pattern and process in the catchment hierarchy." *Arch.Hydrobiol.Suppl.* 113: 3-21.
47. Ulmann, P. and A. Peter (1994). *Ökoton und Biodiversität: Vernetzung von Fließgewässerlebensräumen. Eine fischbiologische Perspektive*, EAWAG.
48. Ward (1995). "International Conference: Sustaining the ecological integrity of large floodplain rivers." *Regulated Rivers: Research & Management* 11: 1-2.
49. Ward, J. V. and J. A. Stanford (1995). "Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation." *Regulated Rivers: Research & Management* 11: 105-119.
50. Ward, J. V. (1998). "Riverine landscapes: Biodiversity patterns, disturbance regimes, and aquatic conservation." *Biol. Conserv.* 83(3): 269-278.
51. Ward, J. V. and J. A. Stanford (1995). "The serial discontinuity concept: Extending the model to floodplain rivers." *Regulated Rivers: Research & Management* 10: 159-168.
52. Ward, J. V., K. Tockner, et al. (1999). "Biodiversity of floodplain river ecosystems: Ecotones and connectivity." *Regulated-Rivers-Research-and-Management*. Jan.-June, 1999; 15(1-3): 125-139.
53. Wissmar, R. C. and R. L. Beschta (1998). "Restoration and management of riparian ecosystems: a catchment perspective." *Freshwater Biology [Freshwat. Biol.]* 40(3): 571-585.



## **Grundlagenforschung zum Themenkomplex**

### **Fluss/Nebengewässer/Vernetzung/Überschwemmungszone**

**(Fachbereiche: Fische, Benthos, Sediment, Vegetation, Chemie ...)**

54. Agostinho, A. A. and M. Zalewski (1992). "The dependence of fish community structure and dynamics on floodplain and riparian ecotone zone in Parana River, Brazil." *Proceedings Of The Mid Term Meeting Of Fliwe* 31(2): 141-148.
55. Agostinho, A. A. and M. Zalewski (1995). "The dependance of fish community structure and dynamics on floodplain and reparation ecotone zone in Parana River, Brazil." *Hydrobiologia* 303: 141 - 148.
56. Ahnelt, H., P. Banarescu, et al. (in print). "Occurence and distribution of three gobiid species (Pisces: Gobiidae) in the middle and upper Danube region - examples of different dispersal patterns." *Biologica* 53(5).
57. Asselman, N. E. M. and H. Middelkoop (1995). "Floodplain sedimentation: Quantities, patterns and processes." *Earth Surf. Process. Landforms* 20(6): 481-499.
58. Belanger, T. V., H. Heck, et al. (1994). "Critical dissolved oxygen field studies in the Kissimmee River/floodplain system." *Lake Reservoir Manage* 9(2): 55-56.
59. Bianchi, T. S., M. E. Freer, et al. (1996). "Temporal and spatial variability, and the role of dissolved organic carbon (DOC) in methane fluxes from the Sabine River floodplain (Southeast Texas, U.S.A.)." *Archiv fuer Hydrobiologie* 136(2): 261-287.
60. Bornette, G., C. Amoros, et al. (1998). "Aquatic plant diversity in riverine wetlands: the role of connectivity." *Freshwat. Biol.* 39(2): 267-283.

61. Bothar, A. and B. Rath (1997). "Diversity, connectivity and variability of littoral, surface water ecotones in three side arms of the Szigetkoz Region (Danube, Hungary)." *Groundwater/surface: water ecotones biological and hydrological interactions and management options*. Gibert, J.: 57-67.
62. Brunke, M. and T. Gonser (1997). "The ecological significance of exchange processes between rivers and groundwater." *Freshwater Biology* 37(1): 1-33.
63. Carrel, G., D. Pont, et al. (1995). "Temporal variability of fish communities in the median part of the Lower Rhone River." *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture* 337/338/339: 101-111.
64. Claret, C., P. Marmonier, et al. (1999). "Effects of management works on the interstitial fauna of floodplain aquatic systems (River Rhone, France)." *Biodiversity-and-Conservation*. Sept., 1999; 8(9): 1179-1204.
65. Copp, G. (1993). "Microhabitat use of fish larvae and juveniles in a small abandoned channel of the upper River Rhone, France." *Folia Zoologica* 42(2): 153-164.
66. Copp, G. H. (1991). *Typology of Aquatic Habitats in the Great Ouse, a Small Regulated Lowland River*. *Regulated Rivers: Research & Management*: Vol. 6: 125-134.
67. Copp, G. H. and R. H. K. Mann (1993). "Comparative growth and diet of tench *Tinca tinca* (L.) larvae and juveniles from river floodplain biotopes in France and England." *Ecology of Freshwater Fish* 2: 58-66.
68. Copp, H. G., G. Guti, et al. (1994). "Hierarchical analysis of habitat use by 0+ juvenile fish in Hungarian/Slovak flood plain of the Danube River." *Environmental Biology of Fishes* 40: 329-348.
69. Dister, Gomer, et al. (1990). "Water Management and Ecological Perspectives of the Upper Rhine's Floodplains." *Regulated Rivers: Research & Management* 5: 1-15.

70. Foeckler, F., C. Orendt, et al. (1995). "Ecological assessment of alluvial floodplain waters of the East Bavarian Danube by macroinvertebrate communities." *Archiv fuer Hydrobiologie Supplementband* 101(3-4): 229-308.
71. Fruget, J. F., M. Centofanti, et al. (1998). "The fish fauna of the Doubs River prior to completion of the Rhine-Rhone connection." *Environmental Management: Environ.*
72. Gortz, P. (1998). "Effects of stream restoration on the macroinvertebrate community in the River Esrom, Denmark." *Aquatic Conservation*. Jan. Feb. 8(1): 115-130.
73. Gozlan, R. E., S. Mastrorillo, et al. (1999). "Predicting the structure and diversity of young-of-the-year fish assemblages in large rivers." *Freshwater Biology: Freshw.*
74. Gozlan, R. E., S. Mastrorillo, et al. (1998). "Multi-scale analysis of habitat use during late summer for 0+ fishes in the River Garonne (France)." *Aquatic Sciences: Aquat.*
75. Günther-Diringer (1999). *Bewertung der Flußauen im Donau-Einzugsgebiet.*
76. Guti, G. (1996). "Species composition of juvenile (0+) fish assemblages in the Szigetkoz floodplain of the Danube." *Tiscia* 30: 49-54.
77. Guti, G. (1998). "Changes in juvenile fish assemblages in two backwaters of the Szigetkoz floodplain after river diversion by the Gabčíkovo Dam." *Italian Journal of Zoology: Ital.*
78. Guti and Keresztessy (1997). *Effects of long-term hydrologiecal changes on fish communities in the Middle-Danube. Konferenz der IAD,, Wien-Österreich 1997.*
79. Halacka, K., S. Lusk, et al. (1998). "Fish communities in artificial pools in the floodplain along the lower reaches of the River Dyje." *Folia Zoologica* 47(2): 125-134.

80. Hein, T., C. Baranyi, et al. (1999). "Hydrology as a major factor determining plankton development in two floodplain segments and the River Danube, Austria." *Archiv für Hydrobiologie: Arch.*
81. Hein, T., G. Heiler, et al. (1999). "The Danube Restoration Project: Functional aspects and planktonic productivity in the floodplain system." *Regulated-Rivers-Research-and-Management*. Jan.-June, 1999; 15(1-3): 259-270.
82. Hohausova, E. and P. Jurajda (1997). "Ichthyofauna on the upper Morava river drainage and its role in a restoration project." *Folia Zoologica*: 73-85.
83. Holcik, J. (1996). "Ecological fish production in the inland delta of the Middle Danube, a floodplain river." *Environmental Biology of Fishes* 46(2): 151-165.
84. Holcik, J., I. Bastl, et al. (1981). "Hydrobiology and ichthyology of the Czechoslovak Danube in relation to predicted changes after the construction of the Gabčíkovo-Nagymaros river barrage system." *Works of the Laboratory of Fishery Research and Hydrobiology* 3: 19-158.
85. Humpesch, U. H. (1992). "Ecosystem Study Altenwörth: Impacts of a Hydroelectric Power-Station on the River Danube in Austria." *Freshwater Biological Association* Vol. 2, No.1: 33-58.
86. Humphries, P., A. J. King, et al. (1999). "Fish, flows and flood plains: links between freshwater fishes and their environment in the Murray-Darling River system, Australia [Review]." *Environmental Biology of Fishes: Environ.*
87. Jankovic (1971). "Die Erforschung der Altwasser und Überschwemmungsgebiete der Donau." *Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie* 33: 354-362.

88. Kajak, Z. (1992). The River Vistula and its Floodplain Valley (Poland): Its Ecology and Importance for Conservation. *River Conservation and Management*. P. J. a. P. Boon, G. E.: 35-49.
89. Kappus, B., W. Jansen, et al. (1995). "Threatened lamprey (*Lampetra planeri*) populations of the Danube Basin within Baden- Württemberg, Germany." *Miscellanea Zoologica Hungarica* 10: 85-98.
90. Keckeis, H., P. Frankiewicz, et al. (1996). "The Importance of inshore areas for spawning nase *Chondostroma nasus* (Cyprinidae) in a free-flowing section of a large river (Danube, Austria)." *Archiv für Hydrobiologie Suppl.* 113(Large Rivers 10): 51 - 64.
91. Keckeis, H., G. Winkler, et al. "Spatial and seasonal characteristics of 0+ fish nursery habitats with special reference to *Chondrostoma nasus* in the Danube, Austria." *Folia Zoologica* in press.
92. Klein, J.-P. and A. Vanderpoorten (1997). "Bryophytic vegetation in riparian forests: Their use in the ecological assessment of the connectivity between the Rhine and its floodplain (Alsace, France)." *Global Ecology and Biogeography Letters* 6(3-4): 257-265.
93. Kovacek, H., M. Mann, et al. (1991). Flächendeckende Biotopkartierung des aquatischen Lebensraumes im Aubereich des zukünftigen Nationalparks Donau-Auen; Endbericht.
94. Kreuziger, J. (1998). "Effects of large-scale restoration processes on the bird community of a river floodplain." *Vogelwelt* 119(2): 65-90.
95. Kurmayer, R., H. Keckeis, et al. (1996). "Macro- and microhabitats used by 0+ fish in a side-arm of the River Danube." *Archiv fuer Hydrobiologie Supplement* 113(1-4): 425-432.
96. Lajczak, A. (1995). The Impact of River Regulation, 1850-1990, on the Channel and Floodplain of the Upper Vistula River, Southern Poland. *River Geomorphology*. E. Hickin. Chichester.

97. Müller, N. (1995). "River dynamics and floodplain vegetation and their alterations due to human impact." *Archiv für Hydrobiologie Supplement* 101(3/4): 477-512.
98. Neleman, H. (1991). "Zoogeography and composition of leech fauna of Danubian lowland rivers in the Kisalföld compared with some molluscs (Hirudinea, Gastropoda)." *Miscellanea Zoologica Hungarica* 6(1991): 35-51.
99. Nicolas, Y. and D. Pont (1995). "Importance of artificial backwaters for juvenile fish recruitment in a heavily regulated large river, the Lower Rhone." *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture* 337/338/339: 249-257.
100. Nicolas, Y. and D. Pont (1997). "Hydrosedimentary classification of natural and engineered backwaters of a large river, the lower Rhone: Possible applications for the maintenance of high fish biodiversity." *Regulated Rivers Research and Management*. Sept. Oct. 13(5): 417-431.
101. Osborne, L. L., S. L. Kohler, et al. (1990). "Disturbance and Recovery of Large Floodplain Rivers." *Environmental Management EMNGDC* 14(5): 699-709.
102. Otahel'ova, H., V. Banasova, et al. (1995). "Vegetation units of the Morava river floodplain ecotones area." *Biologia* 50(4): 367-375.
103. Penaz, M., A. Roux, et al. (1992). "Drift of Larval and juvenile fishes in a by-passed floodplain of the Upper River Rhone, France." *Folia Zoologica* 41(3): 281-288.
104. Persat, H., J.-M. Olivier, et al. (1994). "Theoretical habitat templates, species traits, and species richness: fish in the Upper Rhone River and its floodplain." *Freshwater Biology* 31: 439-454.
105. Persat, Olivier, et al. (1995). *Stream and Riparian Management of Large Braided Mid-European Rivers, and Consequences for Fish*. World Fisheries Congress, Theme 1.

106. Pezold, F. (1998). "Fish diversity in an isolated artificial wetland." *Journal of Freshwater Ecology*: J.
107. Piegay, H. (1997). "Interactions between floodplain forests and overbank flows: Data from three piedmont rivers of southeastern France." *Global Ecology and Biogeography Letters* 6(3-4): 187-196.
108. Prach, K., J. Jenik, et al. (1996). *Floodplain ecology and management The Luznice River in the Trebon Biosphere Reserve, Central Europe*. Amsterdam, SPB Academic Publishing bv.
109. Prach, K., S. Kucera, et al. (1990). *Vegetation and Land use in the Luznice River Floodplain and Valley in Austria and Czechoslovakia*. Czechoslovakia, Institute of Botany, Czech. Academy of Sci.
110. Robach, F., I. Eglin, et al. (1997). "Species richness of aquatic macrophytes in former channels connected to a river: A comparison between two fluvial hydrosystems differing in their regime and regulation." *Global Ecology and Biogeography Letters* 6: 3-4.
111. Schiemer, F. (1997). *Gewässervernetzung Regelsbrunn. Limnologische Status-Quo Erhebung Untersuchungsjahre 1995-1996*.
112. Schropp, M. H. I. (1995). "Principles of designing secondary channels along the river Rhine for the benefit of ecological restoration." *Wat.Sci.Tech.* 31(8): 379-382.
113. Sporka, F. "The typology of floodplain water bodies of the Middle Danube (Slovakia) on the basis of the superficial polychaete and oligochaete fauna." *Hydrobiologia*. 386(55-62, 1998): 386:55-62, 1998.
114. Svobodova, A. (1994). "Evolution of arm systems and their functional typology (example of the Slovak-Hungarian Danube River reach)." *Ekologia Bratisl. Ecology Bratisl* 13(4): 369-383.

115. Tales, E., P. Boet, et al. (1996). "Young-of-the-year fish assemblage in several backwaters of the Seine river floodplain." *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*(343): 189-202.
116. Thienemann, A. (1939). "Das Altwasser." *Archiv für Hydrobiologie* XXXIV: 142-153.
117. Tockner, K. and G. Bretschko (1996). "Spatial distribution of particulate organic matter (POM) and benthic invertebrates in a river-floodplain transect (Danube, Austria): Importance of hydrological connectivity." *Archiv fuer Hydrobiologie Supplement* 115(1): 11-27.
118. Tockner, K., D. Pennetzdorfer, et al. (1999). "Hydrological connectivity, and the exchange of organic matter and nutrients in a dynamic river-floodplain system (Danube, Austria)." *Freshwater-Biology*. May, 1999; 41(3): 521-535.
119. Tockner, K., F. Schiemer, et al. (1999). "The Danube Restoration Project: Species diversity patterns across connectivity gradients in the floodplain system." *Regulated-Rivers-Research-and-Management*. Jan.-June, 1999; 15(1-3): 245-258.
120. Van den Brick, F. W. B., G. Van der Velde, et al. (1996). "Biodiversity in the lower Rhine and Meuse River-floodplains: Its significance for ecological river management." *Neth. J. Aquat. Ecol.* 30: 2-3.
121. Ward, J. V., G. Bretschko, et al. (1998). "The boundaries of river systems: The metazoan perspective." *Freshwater Biology*. Nov. 40(3): 531-569.
122. Ward, J. V., J. A. Stanford, et al. (1994). "Spatial distribution patterns of Crustacea in the floodplain aquifer of an alluvial river." *Hydrobiologia* 287: 11-17.
123. Zweimüller, I. Maximum numbers of fish within a backwater system of the Danube: simple models based on hydrologically induced effects. Vienna, Univ. Vienna, Inst. of Zoology, Dept. of Limnology, Austria: 7.



## **Allgemeine Informationen bzw. Ergebnisse zu Restrukturierungsmaßnahmen (meist ohne Donaurelevanz)**

124. Biggs, J., A. Corfield, et al. (1998). "Restoration of the rivers Brede, Cole and Skerne: A joint Danish and British EU-LIFE demonstration project, V-Short-term impacts on the conservation value of aquatic macroinvertebrate and macrophyte assemblages." *Aquatic Conservation*. Jan. Feb. 8(1): 241-255.
  
125. Brack, G. (1996). "Program for the Nahe River." *Zeitschrift fuer Kulturtechnik und Landentwicklung*: 169-171.
  
126. Brookes, A. (1990). "Restoration and Enhancement of Engineered River Channels: Some European Experiences." *Regulated Rivers Research & Management RRRMEP* 5(1): 45-56.
  
127. Cals, M. J. R., R. Postma, et al. (1998). "Habitat restoration along the River Rhine in The Netherlands: Putting ideas into practice." *Aquatic Conservation*. Jan. Feb. 8(1): 61-70.
  
128. Claus, B., P. Neumann, et al. (1995). "Leitbild, Entwicklungsziele und Entwicklungskonzept zur Renaturierung der Unterweser und ihrer Marsch." *Arch. Hydrobiol.Suppl.* 101(3/4): 615-627.
  
129. Cummins, K. W. and C. N. Dahm (1995). "Introduction restoring the Kissimmee." *Restor. Ecol.* 3(3): 147-148.
  
130. Darschnik, S., K. Engelberg, et al. (1992). *Das Ems-Auen-Schutzkonzept - Von der Erarbeitung einer Bewertungsgrundlage bis zur Umsetzung in Maßnahmenkonzepte zur ökologischen Verbesserung eines Tieflandflusses und seiner Auen. Limnologie aktuell; Ökologische Bewertung von Fließgewässern.* G. Friedrich and J. Lacombe, Gustav Fischer Verlag: 175-204.

131. DELFT HYDRAULICS, R., VITUKI (1993). Floodplain rehabilitation GEMENC. Restoration of the fresh water supply of side branches, DELFT HYDRAULICS, RIZA, VITUKI.
132. Denneman, W. D., A. De Pree, et al. (1995). "Environmental aspects of the restoration of river ecosystems in The Netherlands." INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT. HOSPER, S.H.: 147-150.
133. Dister, E., H. G. Fritz, et al. (1980). "Pflegepläne für hessische Naturschutzgebiete im Lichte ökologischer Forschung - Beispiele aus der Rheinaue." Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 8: 119-127.
134. Dister, E. (1986). "Hochwasserschutzmaßnahmen am Oberrhein." Geowissenschaften in unserer Zeit 6: 194-203.
135. Downs Peter, W. and R. Thorne Colin (1998). "Design principles and suitability testing or rehabilitation in a flood defence channel: The River Idle, Nottinghamshire, UK." Aquatic Conservation. Jan. Feb. 8(1): 17-38.
136. Ernegger, Grunbinger, et al. (1998). "A natural stream created by human engineering: Investigations on the succession of the Marchfeld canal in Austria." Regulated Rivers: Research & Management 14: 119-139.
137. Galat, D. L., L. H. Fredrickson, et al. (1998). "Flooding to Restore Connectivity of Regulated, Large-River Wetlands." Bioscience 48(9): 721-733.
138. Harper, D., M. Ebrahimnezhad, et al. (1998). "Artificial riffles in river rehabilitation: Setting the goals and measuring the successes." Aquat. Conserv. Mar. Freshwat. Ecosyst. 8(1): 5-16.

139. Hey, Cardamone, et al. Restoration of riverine wetlands: The Des Planes River Wetlands Demonstration Project. *Ecological Engineering*. W. J. M. S. E. Jorgensen: 159-183.
140. Hoffmann Carl, C., L. Pedersen Morten, et al. (1998). "Restoration of the rivers Brede, Cole and Skerne: A joint Danish and British EU-LIFE demonstration project, IV- Implications for nitrate and iron transformation." *Aquatic Conservation*. Jan. Feb. 8(1): 223-240.
141. Holmes, N. T. H. (1997). "UK experiences on river restoration: Background to river management, degradation and restoration in the UK." Hansen, H.O. 1997: 57-84.
142. Holmes, N. T. H. and M. B. Nielsen (1998). "Restoration of the Rivers Brede, Cole and Skerne: A joint Danish and British EU-LIFE demonstration project, I - Setting up and delivery of the project." *Aquat. Conserv. Mar. Freshwat. Ecosyst.* 8(1): 185-196.
143. Hürlimann, Niederberger, et al. (1995). "Landschaftsentwicklungs-Konzept und Revitalisierung der Inn-Aue San Niclà-Strada, Unterengadin, Kanton Graubünden, Schweiz." *Arch. Hydrobiol.Suppl.* 101(3/4): 637-649.
144. Iversen, T. M. and S. P. Andersen (1997). "Danish experiences on river restoration, 1: Trends and statistics [Environmental Protection Act]." Hansen, H.O. 1997: 31-36.
145. Iverson, Kronvang, et al. (1993). "Re-establishment of Danish streams: restoration and maintenance measures." *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 3: 73-92.
146. Jungwirth, M., S. Muhar, et al. (1992). "The effects of recreated instream and ecotone structures on the fish fauna of an epipotamal river." *Proceedings Of The Mid Term Meeting Of Fliwe* 31(2): 195-206.

147. Klein, J.-P., G. Maire, et al. (1994). "The restoration of former channels in the Rhine alluvial forest: The example of the Offendorf Nature Reserve (Alsace, France)." *Wat.Sci.Tech.* 29(3): 301-305.
148. Koebel, J. W., Jr. (1995). "An historical perspective on the Kissimmee River restoration project." *Restor. Ecol.* 3(3): 149-159.
149. Kondolf, G. M. (1996). "A cross section of stream channel restoration." *J. Soil Water Conserv* 51(2): 119-125.
150. Kondolf, G. M. (1998). "Lessons learned from river restoration projects in California." *Aquatic Conservation.* Jan. Feb. 8(1): 39-52.
151. Kronvang, B., L. M. Svendsen, et al. (1998). "Restoration of the rivers Brede, Cole and Skerne: A joint Danish and British EU-LIFE demonstration project, III-Channel morphology, hydrodynamics and transport of sediment and nutrient." *Aquatic Conservation.* Jan. Feb. 8(1): 209-222.
152. Large, A. R. G. and G. E. Petts (1996). "Historical channel-floodplain dynamics along the River Trent. Implications for river rehabilitation." *Appl. Geogr.* 16(3): 191-209.
153. Madsen, B. L. (1997). "Danish experiences on river restoration, 2: The effort beyond restoration [weed clearance, sinuosity]." Hansen, H.O. 1997: 37-45.
154. Marchand (1993). Floodplain rehabilitation GEMENC, Delft Hydraulics; RIZA, VITUKI.
155. Marchand, M., E. C. L. Marteiijn, et al. (1995). "Policy analysis as a tool for habitat restoration: A case study of a Danube River floodplain, Hungary." *INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT.* Hosper, S.H.: 179-186.

156. Merritt, R. W., J. R. Wallace, et al. (1996). "Procedures for the functional analysis of invertebrate communities of the Kissimmee River-floodplain ecosystem." *Florida Scientist* 59(4): 216-274.
157. Muhar, S., S. Schmutz, et al. (1992). "River restoration concepts goals and perspectives." *Proceedings Of The Mid Term Meeting Of Flive* 31(2): 183-194.
158. Nielsen, M. B. (1996). "River restoration: Report of a major EU Life demonstration project." *Aquat. Conserv. Mar. Freshwat. Ecosyst.* 6(3): 187-190.
159. Nielsen, M. B. (1997). "Danish experience on river restoration, 3: From idea to completion." *Hansen, H.O.* 1997: 47-56.
160. Schropp, M. H. I. and C. Bakker (1998). "Secondary channels as a basic for the ecological rehabilitation of Dutch river." *Aquatic Conservation*. Jan. Feb. 8(1): 53-59.
161. Sear, D. A., A. Briggs, et al. (1998). "A preliminary analysis of the morphological adjustment within and downstream of a lowland river subject to river restoration." *Aquatic Conservation*. Jan. Feb. 8(1): 167-183.
162. Shen, H. W., G. Tabios, III, et al. (1994). "Kissimmee River restoration study." *J. Water Resour. Plann. Manage.* 120(3): 330-349.
163. Spindler and Wintersberger (1999). *Wiederanbindung von Mäandern an March und Thaya.*
164. Tockner, K., F. Schiemer, et al. (1998). "Conservation by restoration: The management concept for a river-floodplain system on the Danube River in Austria." *Aquatic Conservation*. Jan. Feb. 8(1): 71-86.
165. Toth, L. A. (1993). "The Ecological Basis of the Kissimmee River Restoration Plan." *Florida Scientist FLSCAQ* 56(1): 25-51.

166. Toth, L. A., D. A. Arrington, et al. (1995). "Conceptual evaluation of factors potentially affecting restoration of habitat structure within the channelized Kissimmee River ecosystem." *Restor. Ecol.* 3(3): 160-180.
167. Toth, L. A., J. T. B. Obeyseker, et al. (1993). "Flow Regulation and Restoration of Florida's Kissimmee River." *Regulated Rivers Research & Management RRRMEP* 8(1&2): 155-166.
168. Toth Louis, A., L. Melvin Stefani, et al. (1998). "Hydrologic manipulations of the channelized Kissimmee River." *Bioscience* . Sept. 48(9): 757-764.
169. Van Dijk, G. M., E. C. L. Martejn, et al. (1995). "Ecological rehabilitation of the River Rhine Plans, progress and perspectives." *Regul. Rivers Res. Manage.* 11: 3-4.
170. Velzen, E. v. and J. v. Zetten (1993). Floodplain rehabilitation GEMENC. Hydraulic and morphological modelling, RIZA.
171. Vivash, R., O. Ottosen, et al. (1998). "Restoration of the Rivers Brede, Cole and Skerne: A joint Danish and British EU-LIFE demonstration project, II - The river restoration works and other related practical aspects." *Aquat. Conserv. Mar. Freshwat. Ecosyst.* 8(1): 197-208.
172. Wassermann (1999). 10 Jahre Gießgang Greifenstein, Schriftenreihe der Forschung im Verbund.
173. Wassermann and Pertl (1999). Gießgang Greifenstein. Chronologie. Entstehung, Grundlagen, Entwicklungsziel, Schriftenreihe der Forschung im Verbund.
174. Wasserwirtschaftsamt, P. (1999). Gewässerpflegeplan Donaualtwasser: Altwasser Kernmühle und Mannheimer Altwasser.

175. Weller, M. W. (1995). "Use of two waterbird guilds as evaluation tools for the Kissimmee River restoration." *Restoration Ecology* 3(3): 211-224.
176. Wimmer, Chovanec, et al. (1999). Gießgang Greifenstein. Untersuchung von abiotischen und biotischen Grundlagen, Schriftenreihe der Forschung im Verbund.
177. WWF-Aueninstitut Machbarkeitsstudie "Auenkonzept Ingolstadt".

## Detailinformationen zu konkreten Projekten

178. Guti (1997). "Dynamics of juvenile fish assemblages in the Szigetköz section of the Danube since the operation of an artificial water replenishment system in the floodplain." *Opusc.Zool. Budapest*, XXIX-XXX: 83-93.
179. Habersack, H. and H. P. Nachtnebel (1995). "Short-term effects of local river restoration on morphology, flow field, substrate and biota." *Regul. Rivers Res. Manage.* 10: 3-4.
180. Henry, C. P. and C. Amoros (1996). "Restoration ecology of riverine wetlands. 3. Vegetation survey and monitoring optimization." *Ecol. Eng.* 7(1): 35-58.
181. Henry, C. P., C. Amoros, et al. (1995). "Restoration ecology of riverine wetlands. II. An example in a former channel of the Rhone River." *Environmental management*: 903-913.
182. Kummer, Spolwind, et al. (1999). *Gießgang Greifenstein. Fischfauna, Schriftenreihe der Forschung im Verbund.*
183. Pinka, P. (1998). *Möglichkeiten zur Optimierung der fischökologischen Rahmenbedingungen im Altarm Schönbüchel. Abteilung für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur. Vienna, Bodenkultur: 46.*
184. Schiemer, F. & W. Reckendorfer (in präp.). *Gewässervernetzung und Lebensraummanagement Donau-Auen. Ökologische Grundlagen zukünftiger Restaurierungsmassnahmen im Nationalpark Donau-Auen.*
185. Schiemer, F. & W. Reckendorfer (2000). *Das Donaurestaurierungsprojekt/Gewässervernetzung Regelsbrunn. Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich Band 31. Verlag der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich*



186. Tockner, Schiemer, et al. (1998). The Restoration Concept for a River-Floodplain System on the Danube River in Austria. River Restoration '96, Denmark.
  
187. Zauner, G. and P. Pinka (1998). "Fischökologische Beweissicherung der Altarmdotations "Schönbüheler Altarm" (Donau, Niederösterreich, Wachau)." Stapfia 52(zugleich Kataloge des OÖ. Landesmuseums N.F.126): 23 - 144.

## Literaturverzeichnis

ALABASTER, J.S. 1985. Habitat modification and freshwater fisheries. Butterworths; London: 278pp.

AMOROS, C., L. ROUX, J.L. REYGROBELLET, J.P. BRAVARD & G. PAUTOU 1987. A method for applied ecological studies of fluvial hydrosystems. Regulated Rivers: Research & Management 1: 17-36

BHOWMIK, N.G. 1993. Effects of natural and man-made events on the land-water interfaces of large rivers basins. In B. Gopal, A. Hillbricht-Ilkowska and R.G. Wetzel (eds.), Wetland and ecotones: studies on land-water interactions, National Institute of Ecology, New Dehli:

CONNERS , P.E. & R.J. NAIMAN 1984. Particulate allochthonous inputs: relationships with stream size in an undisturbed watershed. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 41: 1473-1484.

DECAMPS, H. 1982. Biology of regulated rivers in France. In A. Lillehammer et al. (eds.), Regulated rivers: proceedings of the second international symposium on regulated streams, Oslo: 495-514.

DECAMPS, H., M. FORTUNE, F. GAZELLE & G. PAUTOU 1988. Historical influence of man on the riparian dynamics of a fluvial landscape. Landscape Ecology 1: 163-173.

EBERSTALLER, J. & G. HAIDVOGL 1997: Fischökologisches Konzept als Grundlage für eine umfassende Revitalisierung des Alpenrheins. Teil 3, Leitbild und Rahmenbedingungen. Studie im Auftrag von: Amt für Umweltschutz, Liechtenstein;

Jagd- und Fischereiinspektorat, Graubünden; Jagd- und Fischereiverwaltung, St. Gallen;  
Amt der Vorarlberger Landesregierung.

FRIEDRICH, G. & D. MÜLLER 1984. Rhine. In B.A. Whitton (ed.), Ecology of European rivers, Blackwell Scientific Publications, London: 265-315.

HOHENSINNER, S., G. ZAUNER, H. HABERSACK & M. JUNGWIRTH (in präp:)  
Comparison of morphological structures of an alluvial Danube floodplain and their  
fishecological relevance between 1812 and 1991

JUNGWIRTH, M., 1984,: Die fischereilichen Verhältnisse in Laufstauen alpiner Flüsse,  
aufgezeigt an Beispiel der österreichischen Donau. Österr. Wasserwirtschaft 36 (5/6),  
103-111.

KIWEK, F. 1994. Uferwildnis – ein schützenswerter Lebensraum! Österreichs Fischerei  
47: 109-111.

MUHAR, S. 1994: Stellung und Funktion des Leitbildes im Rahmen von  
Gewässerbetreuungskonzepten. Wiener Mitteilungen. Bd 120: 135-158.

SCHIEMER, F., 1985: Fischökologische Untersuchungen im Gebiet der Unteren  
Lobau. Im Auftrag der Gemeinde Wien, MA 22, 57 pp.

SCHIEMER, F. & H. WAIDBACHER, 1992: Strategies of conservation of a Danubian  
fish fauna. In; „River conservation and management“, ed. P.J.Boon, p.Calow and  
G.E.Petts, Wiley (p.363-282)

TOCKNER, K., & F. SCHIEMER (1998). “Conservation by restoration: The  
management concept for a river-floodplain system on the Danube River in Austria.”  
Aquatic Conservation. Jan. Feb. 8(1): 71-86.

ULMANN, P. & A. PETER 1994: Ökoton und Biodiversität: Vernetzung von Fließgewässerlebensräumen: EAWAG Forschungsschwerpunkt 1993-1997

VANNOTE, R.L., G. W. MINSHALL, K. W. CUMMINS, J. R. SEDELL & C.E. CUSHING 1980, the river continuums concept. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 37: 130-137

WARD, J.V. 1989. The four-dimensional nature of lotic ecosystems. Journal of the North American Benthological Society 8: 2-8.

WELCH, R.L. 1985. River fisheries. FAO Fishery Resources and Environment Division, Rome.

ZAUNER G. & EBERSTALLER, J. 1999: Klassifizierungsschema der österreichischen Flußfischfauna in Bezug auf deren Lebensraumansprüche, Österreichs Fischerei, Jg. 52, Heft 8/9.

- Herausgeber: Nationalpark Donau-Auen GmbH
- Titelbild: Kovacs
- Für den Inhalt sind die Autoren verantwortlich
- Für den privaten Gebrauch beliebig zu vervielfältigen
- Nutzungsrechte der wissenschaftlichen Daten verbleiben beim Rechtsinhaber
- Als pdf-Datei direkt zu beziehen unter [www.donauauen-projekte.at](http://www.donauauen-projekte.at)
- Bei Vervielfältigung sind Titel und Herausgeber zu nennen / any reproduction in full or part of this publication must mention the title and credit the publisher as the copyright owner:
- © Nationalpark Donau-Auen GmbH
- Zitiervorschlag: ZAUNER, G., SCHAGER, E. (2006) Literaturrecherche und limnologische Bewertung von Gewässervernetzungsprojekten mit Relevanz für den Nationalpark Donau-Auen. Wissenschaftliche Reihe Nationalpark Donau-Auen, Heft 8

