©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Laufener Seminarbeitr. 4/91, 105-114 • Akad. Natursch. Landschaftspfl. (ANL) - Laufen/Salzach 1991

Zu einer ökologischen Bewirtschaftung der Flußauen der französischen Ober-Rhône: Beiträge der Forschung

G. Pautou,
A.L. Roux,
J. P. Bravard,
M. Richardot-Coulet

1. Einleitung

Die Ausarbeitung von Bewirtschaftungsplänen stößt auf zwei Hauptschwierigkeiten:

1. Die Auen der großen Wasserläufe sind Zonen, in denen bevorzugt Konflikte zwischen den Zielen der Produktion (elektrische Energie, Hochertragskulturen wie Mais und Ölpflanzen), dem Schutz (biologisches Interesse, Produktivität von Böden, die periodischen Überschwemmungen unterliegen), der Städteplanung (zahlreiche Großstädte liegen am Hauptlauf), des Verkehrs (Häufung der Verkehrswege) auftreten und in denen lokale, regionale und nationale Interessen einander gegenüberstehen.

2. Die physikalischen und chemischen Komponenten unterliegen einerseits langsamen Veränderungen, die vom Menschen nur schwer wahrgenommen werden (Absinken des Wasserstandes, Änderung des Längsprofils), andererseits Veränderungen von hoher Intensität (z.B. Bau von Stauseen). Die gesammelten Auswirkungen dieser Störungen finden ihren Niederschlag in der Dynamik der Untersysteme (tierische und pflanzliche Populationen), ihrer Zusammensetzung und ihrer räumlichen Verteilung (BRAVARD et al. 1986a, PAUTOU et al. 1987) und führen schließlich zu einem Verlust an Vielfalt und zu einer Verminderung des Auenpotentials. Im allgemeinen treffen die Bewirtschafter Entscheidungen, die stark vom Zwang zu Vermutungen beeinflußt sind, unter dem heftigen Druck von Interessengruppen stehen, und in Unkenntnis der zeitlichen und räumlichen Auswirkungen der Anlagen getroffen werden.

Die im Rahmen des PIREN-Programms (Programme de Recherches Interdisciplinaires sur l'Environnement des CNRS und des Umweltministeriums) durchgeführten Forschungen haben zu neuen Erkenntnissen über die wissenschaftlichen Vorbedingungen einer Bewirtschaftungspolitik geführt, die die Auswirkungen der menschlichen Eingriffe berücksichtigt. Das geschah im Falle des Programms mit dem Titel „Methodologische Untersuchungen, in Anwendung auf die Bewirtschaftung der großen Flußsysteme am Beispiel des Oberlaufs der französischen Rhône"

Die Bewirtschaftungsvorschläge beruhen auf drei grundlegenden Begriffen: dem Begriff Hydrosystem, d.h. der Gesamtheit der aquatischen, semiaquatischen, terrestrischen und unterirdischen Untersysteme, die vom Fluß abhängen, der Kenntnis der gegenseitigen Zusammenhänge und der Entwicklung dieser Untersysteme (AMOROS et al. 1987).

Drei Grundprinzipien können aufgestellt werden:

1. Jeder Bewirtschaftungsplan muß auf einer globalen Sicht des Systems beruhen; seiner Organisation, seiner Funktion und seiner Entwicklung.

2. Der Zustand des Systems vor dem Eingriff (z.B. Bau von Stauseen) muß über eine lange Entwicklungszeit gesehen werden, um die Auswirkung der geplanten Störung von der laufenden Entwicklung trennen zu können. Die gegenwärtige Landschaft der Rhône kann man nur verstehen, wenn man die natürliche Flußdynamik in Beziehung zu Veränderungen, die durch den Deichbau im 19. Jahrhundert hervorgerufen wurden, setzt (BRAVARD et al. 1986a).

3. Die Bewirtschaftung funtkioneller Einheiten (Moore, Inseln, Altwässer, etc.) setzt voraus, daß die Verbindungen mit den anderen Elementen des Systems bekannt sind, da vernetzte Systeme existieren. Man muß auch das Verhalten dieser ökologischen Einheiten im Verlauf von außergewöhnlichen Vorfällen kennen, wenn die hydrologischen Variablen Extremwerte erreichen.

Die Beiträge der Forschung zur ökologischen Nutzung der Flußniederungen werden an Beispielen aufgezeigt, die die Wälder, die Moore und verschiedene Gewässerformen des Flußhydrosystems betreffen.

2. Die Nutzung der Auwälder

Seit dem Bau privatwirtschaftlicher Anlagen vom 19. Jahrhundert an unterliegen die bewaldeten Gebiete schnellen Veränderungen: Das ist die Folge verschiedener Erscheinungen:

- Zusammenwachsen kleiner Inseln zu großen Komplexen durch die Auffüllung von Seitenarmen

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

- Erhöhung des Schwemmlandbodens durch Ablagerung von Sand auf den Erhebungen, von Schlamm auf den Terrassen, Feinschlamm und Ton in den Vertiefungen
- Aufgabe der traditionellen Nutzungen (Weide, regelmäßige Nutzung der Wälder)
- Inkrafttreten einer Waldverordnung zu Beginn des 20. Jahrhunderts, die die langlebigen Arten bevorzugt (BRAVARD 1983).

Die Zunahme der Heterogenität durch Multiplikation der möglichen Kombinationen von hypsometrischen, hydrologischen und pedologischen

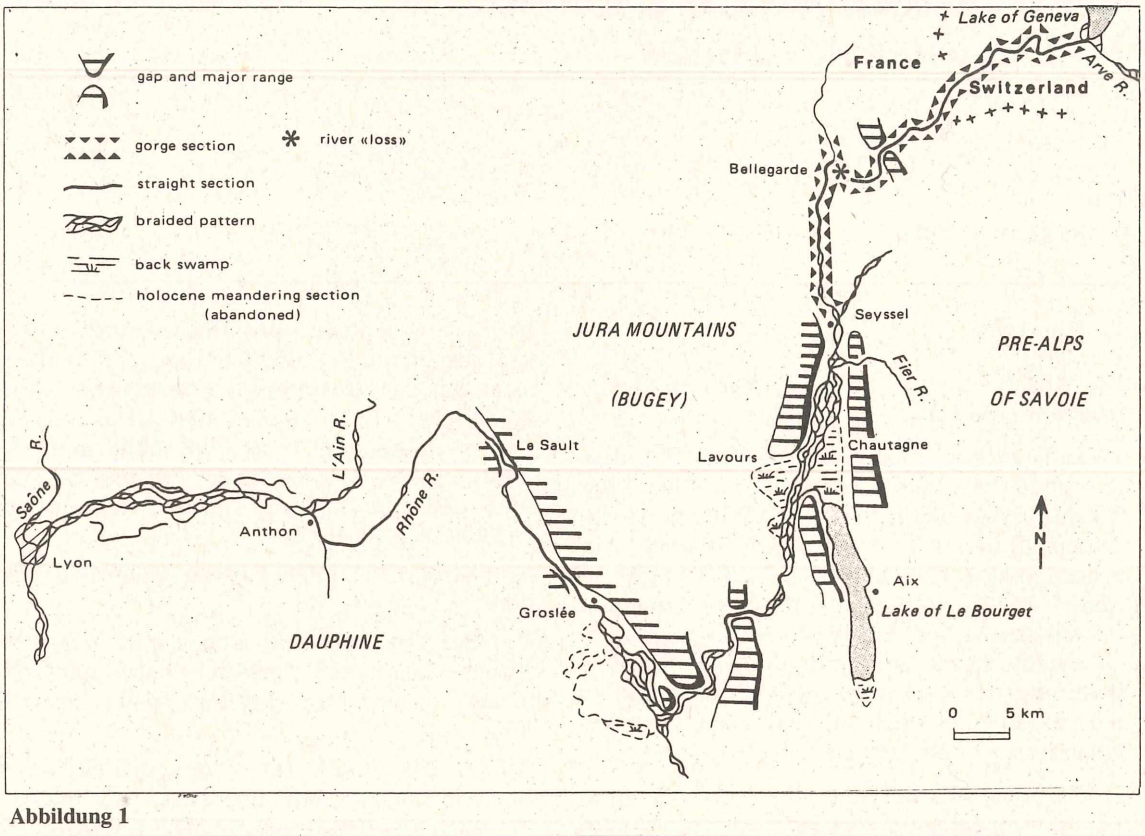

Abbildung 1

Die geomorphologischen Abschnitte der französischen Ober-Rhône

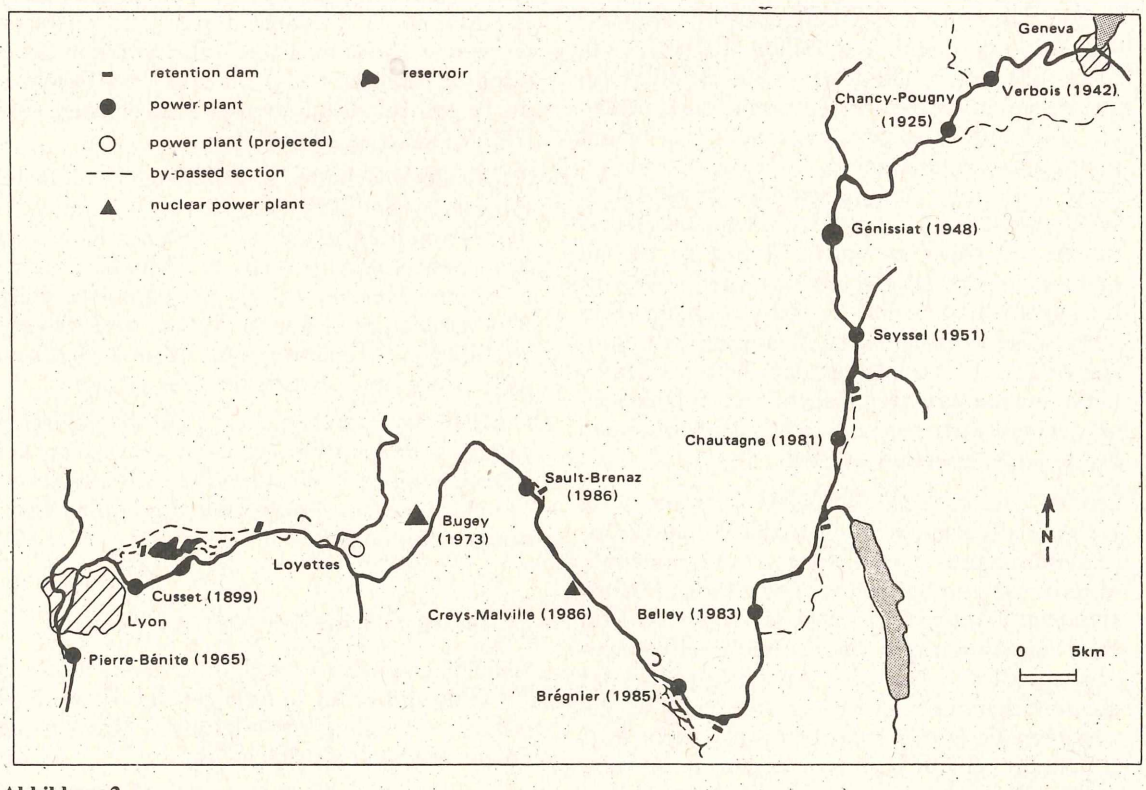

Abbildung 2

Kraftwerke an der französischen Ober-Rhône

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Parametern hat zu einer Diversifikation der Arten geführt.

Die seit 1966 auf den Inseln von les Avenières und von Brégnier-Cordon durchgeführten regelmäßigen Beobachtungen (Abb. 1 und 2) lassen die Entwicklungstendenzen deutlich werden.

- Rückgang der Populationen von *Salix* und *Populus nigra*,
- Bestandsverminderung an *Ulmus minor* durch Graphiose,
- Fortbestand der Populationen von *Alnus incana*,
- Ausweitung der Populationen von *Fraxinus excelsior, Quercus robur, Salix cinerea, Alnus glutinosa*,
- Sichfestsetzen eingeführter Arten *(Robinia pseudacacia, Acer negundo, Polygonum sacchalinense)*.

Diese Inseln befinden sich in einem durch den Bau des Umgehungskanals der hydroelektrischen Anlage von Brégnier-Cordon begradigten Abschnitt. Die Veränderungen der ökologischen Bedingungen sind folgende: Verringerung der durch die Inseln fließenden Wassermengen (Abb. 4), Absinken des Grundwasserstandes um 1 m, außer in den Teilen, die durch eine künstliche Schwelle in der abgeschnittenen Rhône beeinflußt werden, Abnahme der Amplitude der Pegelschwankungen, Verkürzung bzw. Ausfall der Überschwemmungsphasen in den höhergelegenen Teilen, Festlegung der Ablagerungen. Diese Veränderungen werden die schon erwähnten Tendenzen verstärken:

- Seltenerwerden der Populationen von *Salix*,
- Ausbreitung der Hartholzarten des Auwaldes,
- Aufkommen von Arten, die auf den Braunerden der mesophilen Erhebungen optimale Bedingungen vorfinden *(Tilia, Corylus, Carpinus, Juglans, Acer)*,
- Unsicherheit besteht hinsichtlich der Populationen von *Alnus incana*, deren Verbreitung durch die Konkurrenz der Hartholzarten beeinflußt werden dürfte.

Ein Plan über 400 Hektar wurde als erstes Bewirtschaftungsexperiment (PAUTOU et al. 1987) aufgestellt. Das vorherrschende Ziel ist es, eine maximale Artenvielfalt zu erhalten und gleichzeitig die Produktion zu erhöhen. Die Abnahme der Wasserschäden führt dabei in der ersten Zeit möglicherweise zu einer Zunahme der Arten, aber langfristig zu einer Vereinheitlichung (allgemeine Verbreitung der Eschenwälder). Eine Niederwaldnutzung ist für die Bestände von *Alnus incana* und *Populus nigra* vorgesehen, eine Hochwaldnutzung für die Eschenwälder und die Eichen-Eschen-Wälder. Fällungen zur Regeneration und zur Verbesserung sind auf kleinen Flächeneinheiten vorgesehen (unter 1 ha), um die vertikale Artenvielfalt zu verbessern. Die Eingriffe sollen die massive Festsetzung von Hartholzarten in den Beständen von *Alnus incana* verhindern, den vom phytosoziologischen Standpunkt aus gesehen interessantesten Beständen.

3. Bewirtschaftung der großen Moore

Die großen Moore bedecken ungefähr eine Fläche von 2700 Hektar. Sie sind Gegenstand der Auseinandersetzungen zwischen den Naturschutzverbänden, die sich für die Bewahrung eines sehr vielfältigen biologischen Kapitals einsetzen und den Bauernverbänden, die die Möglichkeit sehen, nach Drainagearbeiten, große Produktionsflächen zu schaffen. Die Bewahrung dieser Moore führt in dem Maße zu Schwierigkeiten, als sie nicht mehr für das Wirtschaftsleben der Anliegergemeinden in Frage kommen. Das ist ein grundlegender Punkt, den auch der Biologe nicht übersehen kann (BRAVARD 1981, PAUTOU und BRAVARD 1982). Bis ins 19. Jahrhundert war das Moor ein Element des Auensystems, das die Energieversorgung der mehr oder weniger streng autarken ländlichen Gemeinden beeinflußte; es diente als Jagd- und Fischereigebiet, aber auch als Viehweide vor der Heuernte auf den höhergelegenen Wiesen; es lieferte Futter für die Pferde, Einstreu für das Vieh, Gründünger für den Wein, Torf für die Heizung, Ton für die Herstellung von Dachziegeln. Das Moor stellte eine riesige Weidefläche von primärer Produktivität dar, die noch gesteigert wurde durch den Hochwasserschlamm, die Existenz einer ausgedehnten Skala von hydrologischen und pedologischen Bedingungen und die Verschiedenartigkeit der pflanzlichen Populationen. Der Mensch beeinflußte es durch regelmäßig stattfindende Nutzung, Offenhaltung der Gräben, Eingriffe im Gelände durch bestimmte Aktivitäten. Diese Bewirtschaftungsweise wurde durch die hydrologischen Gegebenheiten (Überschwemmung und Anoxie/Sauerstoffabschluß) erzwungen.

Vom 19. Jahrhundert an sind der Bau von Dämmen (bestimmte Teile des Moores werden nicht mehr überschwemmt), der Rückgang der landwirtschaftlichen Nutzung, die Mechanisierung der Landwirtschaft und die Verwendung von Dünger einige der Gründe, die zu einer fortschreitenden Aufgabe der traditionellen Nutzung führen sollten (BRAVARD 1981, PAUTOU und BRAVARD 1982).

Die Folgen sind vielfältig:

- Ausweitung einheitlicher Populationen *(Cladium mariscus, Phragmites australis, Filipendula ulmaria, Solidago gigantea)* und damit in Beziehung stehend die Verarmung der Flora;
- Festsetzung nitratophiler Populationen *Urtica dioica, Convolvulus sepium, Epilobium hirsutum*, etc.);
- schnelle Ausbreitung der Gehölze: *Alnus glutinosa, Salix cinarea, Frangula alnus, Viburnum opulus*.

Gegenwärtig verlieren die unter Schutz gestellten Moore immer mehr ihre Vielfalt an Kräutern. Die seit dem Anfang des 20. Jhs. beobachtete Verschiebung wird verstärkt durch die Störung der hydrologischen Bedingungen, die wiederum hervorgerufen werden durch verschiedene Eingriffe wie die Erstellung von Gräben im Hinblick auf die Kultivierung von Ländereien, die die Natur-

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

schutzgebiete umgeben, oder durch das Absinken des Grundwasserspiegels als Folge der Inbetriebnahme von Wasserkraftwerken.

So berücksichtigt der Bewirtschaftungsplan für das Moor von Lavours (nördlich des Sees von Bourget) diese Verschiebung innerhalb des Systems.

Er sieht folgende Maßnahmen vor:

- strenge Überwachung der hydrologischen Gegebenheiten durch die Installation eines Netzes von Piezometern und Vorschläge, wie man den Grundwasserspiegel an der Oberfläche halten kann;
- Versuch, die Fläche unter krautigen und holzigen Populationen einerseits, aquatischen und semiaquatischen andererseits angemessen aufzuteilen; Vermehrung der unterrepräsentierten Biozönosen (Aushebung eines Teichs);
- Aufteilung des Moores in Zonen, die bewirtschaftet werden (Mähen, Beweiden, Holzeinschlag) und in Zonen mit kontrollierter Entwicklung (Ablauf der Sukzessionen) im Hinblick auf die Entstehung einer Vielfalt physiognomischer Typen (Suche nach dem für Vogelpopulationen attraktivsten Landschaftstyp);
- ein Experiment, das den Wuchs der Helophyten (Sumpfpflanzen) und der Phanerophyten (Bäume und Sträucher) kontrollieren soll, wurde unternommen mit der Einführung von Kühen der Rasse „Highland cattle" Die Bestandsaufnahme vor der Einführung der Rinder (MAJCHRZAK und MANNEVILLE 1987) wird eine genaue Verfolgung der Vegetationsveränderungen unter dem Druck der Beweidung ermöglichen.
  Der Versuch enthält zahlreiche Unsicherheitsfaktoren. Die Belastung pro Hektar, die aufgrund des Experiments im Moor von Vernier errechnet wurde (LECOMTE et al. 1981, LECOMTE 1987), kann den Nahrungsmöglichkeiten des Moors nicht angepaßt sein.
- Werden die Tiere ein kontinentales Klima mit sehr heißen Sommern ertragen?
- Wird die Ausbreitung der Population von *Cladium mariscus* durch die Beweidung gebremst werden, oder muß man, durch wiederholtes Mähen, eine attraktivere Population von *Molinia cerulea* an seine Stelle setzen?
- Werden die Änderungen der hydrologischen Bedingungen, die das Aufkommen der Gehölze begünstigen, sich nicht auf die Natur der erwünschten Arten auswirken?

4. Die Bewirtschaftung der Wasserflächen

Drei große Typen von Gewässern, natürliche, halbnatürliche und verbaute werden in der Folge betrachtet:

- Altwässer
- durch hydroelektrische Anlagen im 20. Jh. verkürzte Abschnitte
- kanalisierte Wasserläufe

4.1 Altwässer

Trotz des Umfanges der Dammbauarbeiten seit dem Ende des 19. Jhs. haben die Überschwemmungsebenen des Oberlaufs der Rhône eine bedeutende Anzahl von Kanälen und Wasserarmen bewahrt, die nicht mit dem fließenden Wasser in Verbindung stehen; z.B. stellen zwischen den Kilometern 25 und 35 die Altwässer 26 % (92 ha) der Wasserfläche dar (BRAVARD 1987). Die Schwemmlandfläche kann je nach Funktion in Abschnitte zerlegt werden, von denen jeder charakterisiert ist durch zusammenhängende Altwässer, die aus drei geomorphologischen Haupttypen hervorgegangen sind: den alten Umlagerungsläufen, Durchbrüchen, Mäandern (BRAVARD et al. 1986a, AMOROS et al. 1987). Manche Arme haben noch eine ständige Verbindung mit dem Hauptstrom an ihrem unteren Ende. Da sie direkt den Schwankungen der Wasserführung des Stromes unterliegen und flußaufwärts durch unterirdische Wasserläufe gespeist werden, wechseln sie die Strömungsrichtung je nach den Änderungen des Wasserstandes im Hauptbett. Sie sind gekennzeichnet durch Bestände an Plötzen, Rotfedern und Schleien sowie Salmoniden und Fließwasser-Cypriniden *(Chondrostoma nasus, Leuciscus leuciscus, Barbus barbus)*, die dorthin wandern oder sich zurückziehen können. Andere Arme sind nur bei Hochwasser verbunden; der Pegel dieser stagnierenden Gewässer hängt vom Stand des Grundwassers und von den Niederschlägen ab. Dagegen sind Flußarme, die außerhalb der Überschwemmungszone liegen, ohne wechselnde Strömung. Diese letzteren beherbergen Ruhigwasser-Cypriniden. Obwohl sie eigentlich keine Altwässer sind, muß man auch noch die Sekundärarme des Stroms anfügen, die von Salmoniden und Fließwasser-Cypriniden besiedelt sind.

Da sie den Prozessen der Überschwemmung und der Sedimentation ausgesetzt sind, entwickeln sich diese aquatischen Milieus in Richtung semiaquatisch-terrestrisch. Ihre mehr oder weniger schnelle Aufschüttung und die Art der ökologischen Sukzessionen, sie sich dabei abspielen, hängen von ihrem geomorphologischen Ursprung und von ihrer Lage in der Ebene in Beziehung zum Hauptwasserlauf ab. Die alten Umlagerungsläufe nahe der Flußachse gelegen und von geringer Tiefe, mit grobkörnigem Substrat, sind erheblichen Mineralablagerungen ausgesetzt. Sie stellen Ökosysteme mit schneller Entwicklung dar. Der Ablauf ökologischer Sukzessionen ist in den alten Verästelungen langsamer, da sie breiter und tiefer sind, aber auch mehr am Rande der Aue liegen, wo folglich die Verlandungserscheinungen hauptsächlich von der Anhäufung organischen Materials durch die fortschreitende Zunahme der Populationen abhängen. Diese biologischen Vorgänge sind der einzige Grund für die Verfüllung der alten Mäander, also breiter und sehr tiefer Wasserläufe mit feinkörnigem Substrat, deren Entwicklung zum Moor mehrere Jahrhunderte dauern kann.

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Die Entwicklung dieser Ökosysteme kann mehr oder weniger vom Menschen beeinflußt werden. Die Ende des 19. Jhs. durchgeführten Baumaßnahmen zur Konzentration der Wassermengen, erleichterten die Schiffahrt bei Niedrigwasser, haben aber die ökologischen Sukzessions-Systeme in den Altwasserarmen beschleunigt. Die flußaufwärts in den Nebenarmen errichteten Schwellen verringerten tatsächlich die Fließgeschwindigkeit. Die Ablagerung von feinen Sedimenten flußabwärts von den Steinpackungen und die fortschreitende Besiedelung dieser Ablagerungen wurde durch die Vegetation begünstigt (BRAVARD et al. 1986a, AMOROS et al. 1987).

Obwohl diese Ökosysteme seit dem 18. und 19. Jh., einer Zeit, in der die Dynamik des Flusses ihre Regeneration erlaubte, flächenmäßig kleiner geworden sind, spielen sie dennoch eine wichtige Rolle für die Funktion des Hydrosystems. Durch ihre ständige oder zeitweilige Verbindung mit dem aktiven Flußlauf, wirken sich diese Biotope auf die Regulierung der Flußpopulationen aus. Sie stellen insbesondere Laich- und Aufzuchtplätze für die Fische dar (COPP 1987), Rückzugszonen bei Hochwasser oder bei gelegentlichen Verschmutzungen.

Der Vergleich der Resultate bei anderen großen Flußsystemen zeigt ganz klar, daß die Fischproduktivität des Hauptlaufes von seiner Verbindung mit den Altwässern abhängt (AMOROS und ROUX 1987).

Interdisziplinäre Studien, durchgeführt an repräsentativen Wasserläufen verschiedener geomorphologischer Art zeigten, daß die Milieus, die aus alten Mäandern und anasternisierenden Flußarmen hervorgegangen sind, einen höheren Stabilitätsgrad aufweisen und sich gegenüber bestimmten Störungen, die durch menschliche Eingriffe hervorgerufen werden (z.B. Verschmutzung, Höhe und Fluktation des Grundwasserspiegels), widerstandsfähiger erweisen als die Altwässer, die aus Flußverlagerungen hervorgegangen sind (BRAVARD et al. 1986 a und b, ROSTAN et al. 1987).

Die erhaltenen Resultate erlauben es, Nutzungsweisen vorzuschlagen, die auf folgenden allgemeinen Prinzipien beruhen:

4.1.1 Bewahrung der Rest-Ökosysteme

Heute können manche Biotoparten nicht mehr geschaffen werden, wie z.B. im Falle der Mäander von Brangues und von Jons. Die Wiederherstellung dieser Flußformen in diesen Abschnitten ist durch die natürlichen Veränderungen der Flußdynamik zum Scheitern verurteilt; die heute vorhandenen aufgegebenen Mäander stammen von einer früheren Flußdynamik und können folglich als Relikt-Ökosysteme betrachtet werden (BRAVARD 1986). Dies gilt auch für die alten Flußverlagerungen in den Abschnitten, in denen Deiche neue Flußveränderungen verhindern. Trotzdem muß vom praktischen Standpunkt aus eine Unterscheidung getroffen werden.

4.1.1.1 Die Ökosysteme mit großer Stabilität erweisen sich als vergleichsweise resistenter gegenüber äußeren Einflüssen und insbesondere gegenüber Störungen durch den Menschen. Hierzu gehören Eingriffe mit direkter Auswirkung wie die künstliche Isolierung von Flußläufen, die Art und Stärke der Strömung verändert. Das gilt auch für indirekte Einflüsse wie Baumaßnahmen, die eine Eintiefung oder Anhebung des Flußbettes hervorrufen und damit die Höhe und die Schwankungen des Grundwasserspiegels beeinflussen können, was wiederum die Entwicklung der Altwasserarme beschleunigt oder verlangsamt.

Die alten Mäander und Verästelungen gehören in die Kategorie mit höherer Stabilität. Diese Ökosysteme entwickeln sich ziemlich langsam (über Jahrhunderte), was eine langfristige Planung hinsichtlich ihrer Erhaltung erlaubt. Dies trifft auf den alten Mäander von le Sauget (Abschnitt von Brangues, flußabwärts von Brégnier) zu, der auf Betreiben der Naturschutzverbände Gegenstand eines Unterschutzstellungsverfahrens ist.

4.1.1.2 Die Ökosysteme mit geringer Stabilität, wie die alten Flußarme entwickeln sich relativ schnell (über Jahrzehnte) und reagieren viel sensibler auf äußere Faktoren. Diese Ökosysteme sind daher kurzfristig bedroht.

In dem Maße wie ihre Entwicklung zum großen Teil von reversiblen allogenen Vorgängen beherrscht wird, können Eingriffe einen Stillstand ihrer Entwicklung bzw. ihrer „Verjüngung" bewirken (AMOROS u.a. 1987). An den alten Flußarmen des Rhône-Oberlaufes hält das Amt zur Bekämpfung der Stechmücken die Verbindung der Altwässer mit dem Hauptwasserlauf offen, indem es Gräben durch die Schwemmkegel, die sie flußabwärts abriegelten, anlegt. Dadurch wird ihre Entwicklung zum semiaquatischen Stadium gebremst, welches die Vermehrung der Stechmücken fördert. Die Anhebung des Wasserspiegels oberhalb der Staudämme hat ähnliche Wirkungen, indem die Schwemmkegel überflutet werden und die Niedrigwasserbaflüsse erhöht werden.

4.1.2 Aufrechterhaltung der Regenerationsvorgänge

Eine Bewirtschaftungspolitik kann auch die Aufrechterhaltung oder die Wiederherstellung geomorphologischer Abläufe begünstigen.

In erster Linie ist es wichtig, die Wasserläufe zu erhalten, deren Dynamik von Erosion und Ablagerung die freie Verlagerung des Flußbettes und die Entstehung von Altwässern erlaubt. Dies trifft auf den Ain zu, einen rechtsseitigen Nebenfluß der Rhône. Im 19. und am Anfang des 20. Jhs. war dieser Fluß geomorphologisch durch Umlagerungsvorgänge in Zusammenhang mit einem reichlichen Geschiebe gekennzeichnet.

Aus dieser Zeit existiert noch eine Generation von wenig gewundenen und seichten Flußbetten, die durch die beschleunigte Eintiefung des Hauptlaufes des Ain ausgetrocknet sind. Diese Eintie-

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

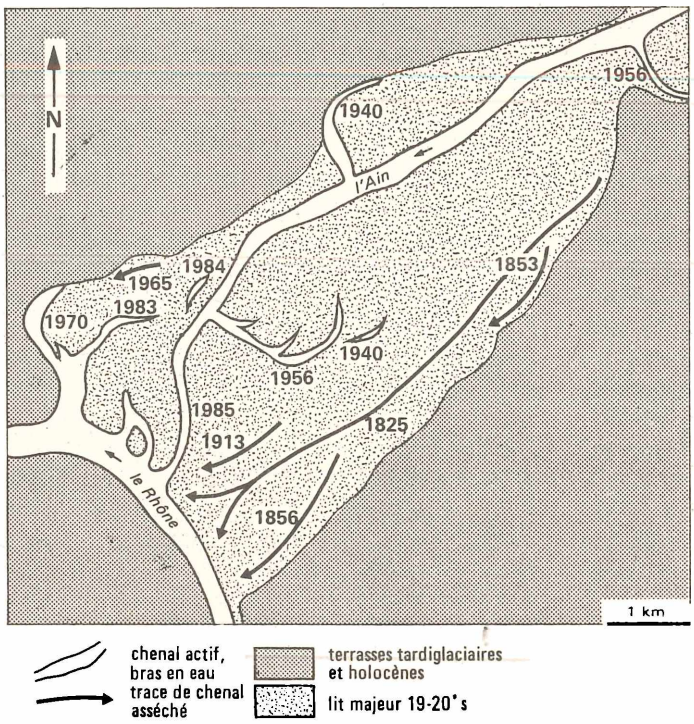

Abbildung 3

Die Ebene des Unterlaufes des Ain ist von einer sehr aktiven fluvialen Dynamik gekennzeichnet.
Die Jahreszahlen der alten und neuen Flußläufe stehen sich gegenüber.

fung des Bettes ist zurückzuführen auf einen Rückgang des transportierten Materials (Staudämme) und auf die geringe Erosion, hervorgerufen durch die Absenkung des Rhônebettes an der Mündung des Nebenflusses Ain, ein Vorgang, der durch die Verbauung des Stromes verstärkt wird. Dagegen gehört der Ain neuerdings geomorphologisch zum Mäandertyp (BRAVARD 1986). Die besonders starke Flußdynamik hat eine Aufeinanderfolge von Mäandern geschaffen, die vom Fluß in immer schnellerem Rhythmus wieder verlassen werden, oft innerhalb eines Jahrzehnts (Abb. 3). Als Folge eines Hochwassers kehrte der Fluß 1984 in ein früheres Bett zurück und verlegte so den Zusammenfluß um über 700 m. Diese Dynamik besitzt den Vorzug, daß sie, dank der zeitlichen Verschiebung, die räumliche Entfaltung aller für die Aufeinanderfolge alluvialer ökologischer Formen typischen Stadien begünstigt, besonders der Pionerstadien, die sehr unbeständig sind (ROUX 1986). Sie ist also eine Quelle der Vielfalt. Das Beispiel des Ain zeigt die Notwendigkeit, die Vorgänge geomorphologischer Erneuerung zu schützen (die Entstehung von Mäandern und ihre Verlagerung) und vielleicht durch geeignete Maßnahmen die beschleunigte Eintiefung des Flußbettes zu kompensieren. In diesem Zusammenhang befürwortet die Nationale Rhônegesellschaft die Verhinderung der regressiven Erosion des Nebenflusses durch den Bau einer Schwelle in Höhe des Zusammenflusses Ain-Rhône.

Zweitens kann man die Wiederherstellung der Flußdynamik auf Teilstücken vorsehen, in denen die früheren Verbauungen ihre Funktion verloren haben. So ist ein Stück der Rhône (Abb. 2), das 1984 durch wasserwirtschaftliche Maßnahmen der Nationalen Rhônegesellschaft in Brégnier-Cordon begradigt wurde, Gegenstand einer zweifachen Bemühung: die künstliche Anhebung des Wasserspiegels durch eine Schwelle speist wieder einige im Jahre 1980 abgesperrte Flußbetten und die teilweise Zerstörung von Dämmen dürfte erneut eine Dynamik von Erosion und Aufschüttung ins Leben rufen, die der Auffüllung der Flußbetten entgegenwirkt.

4.2 Verkürzte Flußabschnitte der Rhône

Mit Ausnahme des äußersten Oberlaufes der Rhône, in dem die Topographie des tief eingeschnittenen Tales den Bau einer Reihe von Stauseen großer Tiefe bedingte, sind alle wasserwirtschaftlichen Anlagen flußabwärts vom Typ Ausleitung (der Strom wird mit einem künstlichen Kanal verbunden, der das Wasser zu einem an ihm gelegenen Wasserkraftwerk leitet). Das älteste, das von Jonage-Cusset, geht auf das Ende des 19. Jhs. zurück. Aber erst seit Ende der (19)70-er Jahre wurde die wasserwirtschaftliche Nutzung der Oberrhône mit den Anlagen von Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon und Sault-Brénaz vervollständigt (Abb. 2).

Am Oberlauf der Rhône ist die Gesamtlänge der verkürzten Teile 65 km lang, d.h. fast ein Drittel der Länge des ursprünglichen Laufs. Ursprünglich als „Erhaltungs"-Durchfluß definiert, wurde die Wassermenge, die der „alten Rhône" blieb, zunächst nach rein technischen Gesichtspunkten festgelegt. Dies wird besonders deutlich beim Rhônelauf unterhalb von Lyon, in dem die Anlagen, die zwischen 1950 und 1970 gebaut wurden, nur weniger als 1 % der semi-permanenten Wassermengen für den verkürzten Flußabschnitt übriglassen (Abb. 4). Darüberhinaus ist der Durchfluß das ganze Jahr über konstant, mit Ausnahme von Hochwasserzeiten, in denen die Rhône die überschüssigen Wassermengen aufnehmen muß, die nicht in den Umleitungskanal gebracht werden können, da sie die Turbinenka-

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

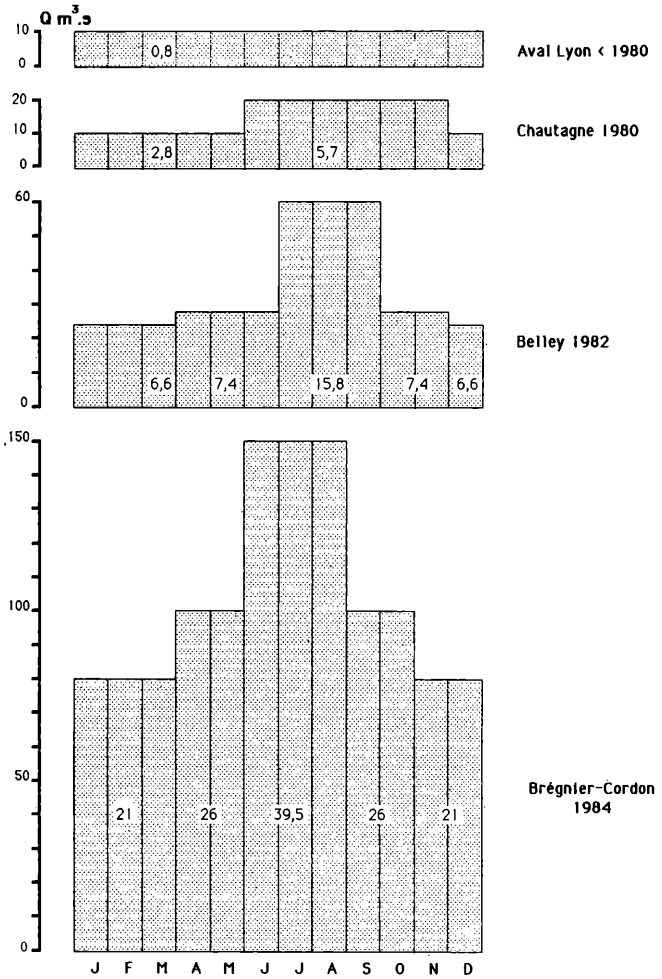

Abbildung 4

Restwassermengen in den durch verschiedene Wasserkraftwerke verkürzten Teilen der Rhône.
Die Zahlen in den Säulen der Graphik entsprechen dem semipermanenten Wasserdurchlaß in Prozent.

pazität des Werkes übersteigen würden, d.h. die Gesamtheit der Hochwassermenge von dem Augenblick an, wo die Anlage voll ausgelastet ist.

Die jüngsten ökologischen Studien, das Bewußtwerden der Erscheinungsformen der Umwelt und das Einschreiten von Naturschutzverbänden haben dazu beigetragen, die Situation in folgender Weise zu entwickeln:

- eine spürbare Anhebung der Restwassermengen (21 % des semipermanenten Durchlasses in Brégnier-Cordon (80 m^3/sec), während er nur 10 m^3/s in Chautagne beträgt, ebenso wie für die Rhône unterhalb von Lyon);
- eine jahreszeitliche Modulation dieser Reservemengen, um den natürlichen Rhythmus der Wasserbewegung zu imitieren und die biologischen Schäden der Reduktion der Mengen zu begrenzen (Abb. 4).

Kurz zusammengefaßt sind die beobachteten direkten Auswirkungen auf die verkürzten Rhôneabschnitte folgende:

- eine beachtliche Entwicklung des Periphytons in der Sommerzeit (die geringe Wassertiefe und die Transparenz des Wassers erleichtern den Lichtdurchgang),
- eine Veränderung der Populationen der benthischen Wirbellosen, entsprechend einer Elimination der potamischen Gruppe *(Hydropsychidae* und *Heptagenia sulphurea* insbesondere) und Entwicklung von Populationen, die denen des rhitronischen Milieus näherstehen,
- eine Veränderung der Fischbestände, die sich in der Entwicklung von Nase *(Chondrostoma nasus)*, von Hasel *(Leuciscus leuciscus)*, der Barbe *(Barbus barbus)* usw. zeigt, d.h. eine Verschiebung der Fischpopulationen zu solchen mehr rhitrophilen oder epipotamischen Charakters. Darüberhinaus wurden viele sekundäre oder Totarme durch ein beträchtliches Absinken des Wasserspiegels (manchmal 1-2 m) völlig oder über lange Zeiträume hinweg abgeschnitten, sodaß zahlreiche Fischarten ihre Fortpflanzungs- oder Aufzuchtszonen verloren haben (COPP 1987).

Um diese Auswirkungen zu begrenzen, hat außer der oben erwähnten Erhöhung der Wassermenge und jahreszeitlichen Mengenunterschiede (z.B. variieren die Wassermengen in Brégnier-Cordon zwischen 80 m^3/s im Winter und 150 m^3/s im Sommer) der Bau von Unterwasserschwellen zur Hebung des Wasserspiegels ebenfalls die hydrologische Nutzung des verkürzten Rhônestückes verändert. Ursprünglich auf Betreiben der Anlieger und Landschaftspfleger aus ästhetischen Gründen geplant, haben diese Bauten den Zweck, Wasserbiotope zu entwickeln und den Grundwasserspiegel flußaufwärts zu heben, also die Wassersituation des Auwaldes zu verbessern und alte Seitenarme wieder mit Wasser zu versorgen. Diese

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Schwellen haben jedoch auch zur Folge, daß sie flußaufwärts die Umweltbedingungen verändern, und daß sie ein Hindernis für die Wanderung der Fische darstellen. Zur Begrenzung dieses Hinderniseffektes wurden Fischleitern oder -Durchlässe verschiedener Bauart an einigen Schwellen erstellt. Noch laufende Studien werden erlauben, die wirkungsvollste Art von Leitern zu bestimmen, und allgemein die positiven und negativen Auswirkungen dieser Schwellen festzustellen und verbesserte Bewirtschaftungsregeln für diese Flußlandschaft vorzuschlagen.

4.3 Kanäle und Entleerung der Staubecken

Die zwischen 1925 und 1948 gebauten Staubecken der oberen Rhône (Verbois, Chancy-Pougny, Génissiat), halten den Großteil der schwebenden Feinsedimente, die aus dem höhergelegenen alpinen Becken stammen, zurück. Kanalentleerungen, verbunden mit Auswaschungen, werden seit 1945 durchgeführt. Wachsendes Interesse richtet sich auf die bakteriologischen und biologischen Auswirkungen dieser Maßnahmen, die sich alle drei Jahre wiederholen (ROUX 1984).

Die Erfahrung hat gezeigt, daß vom Standpunkt der Entfernung und des Abtransports der Sedimente gelungene Auswaschungen sich in ökologischen Katastrophen niederschlagen (1978) oder zu einem Risiko für die längs der Rhône gelegenen Atomkraftwerke (Gefahr der Verstopfung der Kühlfilter) werden. Ein schwieriger Kompromiss zwischen den Forderungen der Ingenieure und der Umwelt wurde allmählich gefunden, bis hin zur Inbetriebnahme von Umleitungsanlagen der CNR. Tatsächlich verbietet es seit Beginn der (19)80-er Jahre die Politik der ökologischen Bewirtschaftung der begradigten Abschnitte der CNR, den Entleerungsstrom dort hindurchzuleiten. Die Spülung muß also mit einer maximalen Durchflußmenge von 700 m^3/s durch die Werksrückhaltebecken und -kanäle durchgeführt werden. Ein ökologischer Gutachter kontrolliert dabei den richtigen Ablauf dieser Maßnahme auf physikalisch-chemischer und faunistischer Ebene. Während die Situation in den privaten Einrichtungen, die aus dem Fluß gespeist werden, kritisch sein kann, erweist sich die technische Beherrschung der Spülung für die CNR als äußerst schwierig, da sie mit sehr komplexen Zwängen zu tun hat.

5. Schlußbemerkungen

Die vor kurzem an einigen Auen der französischen Oberrhône durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, daß eine ökologische Bewirtschaftung der Flußsysteme, selbst wenn sie sehr wirkungsvoll sein sollte, sich nicht auf eine Erhaltung der Umweltbedingungen und ihrer Populationen beschränken darf. Das Studium der Funktionsweise der Auenökosysteme, im Rahmen einer holistischen und fächerübergreifenden Maßnahme, zeigt, daß es notwendig ist, bei der Bewirtschaftung die Erhaltung des Potentials des gesamten Hydrosystems des Flusses zu berücksichtigen.

Tatsächlich zeigte eine systematische Untersuchung des Flusses in seiner Aue, daß diese einen Raum darstellt, in dem Ökosysteme nebeneinander vorkommen, die sich durch ihr Alter, ihre Struktur und ihre Zusammensetzung unterscheiden und die sich mehr oder weniger schnell entwickeln. Daraus resultiert das gleichzeitige Vorkommen von lokalen Sukzessionen, die zeitlich verschoben sind. Die Aue ist durch räumliche Heterogenität der Milieus und der Populationen gekennzeichnet.

Als Folge der Flußdynamik haben alle diese Ökosysteme eine gemeinsame Geschichte, was das Netz von Verbindungen erklärt, das sie zusammenhält. Die Au setzt sich aus einem Mosaik von Ökosystemen zusammen, die sich gegenseitig beeinflussen, was ihr eine relative Stabilität gibt. Darüberhinaus heben sich die Auswirkungen der lokalen Raum-Zeit-Variabilität auf die Gesamtheit der Ebene bezogen in dem Maße auf, als Populationen, die in der Folge der Entwicklung der Ökosysteme verschwinden durch analoge Populationen ersetzt werden können, die in den neugeschaffenen Biotopen erscheinen. Diese Mosaikstruktur der Au wird oder wurde durch den Fluß aufrechterhalten, dessen natürliche Dynamik neue Biotope schafft, und folglich neue ökologische Sukzessionen entstehen läßt. Die Heterogenität schlägt sich in einer Fülle von verfügbaren Lebensräumen nieder und damit in einer erhöhten biologischen Vielfalt, die noch verstärkt wird durch das Netz von Verbindungen, die zwischen den verschiedenen Milieus existieren. Die hohe Produktivität, die sich daraus ergibt, läßt sich sowohl am Auwald, als auch an den Vogel- oder Fischpopulationen ablesen.

Diese Dynamik kann sich selbst wiederum im Laufe der Zeit weiterentwickeln, und die (dann) geschaffenen fluvialen Formen ändern ihre geomorphologische Art (Übergang vom Mäandrieren zu Umlagerungen). Sie kann auch durch natürliche Eintiefung des Flußbettes unterbrochen werden (Änderung des Gleichgewichtsprofils). Diese Veränderungen oder Stillstände der Dynamik gehen manchmal auf den Menschen zurück (Deiche, Staudämme). Alle Ökosysteme der Ebene mit Ausnahme des Hauptlaufes neigen zu einer Entwicklung hin zu terrestrischen Ökosystemen, die immer unabhängiger vom Strom werden. Die Blockierung der Regenerationsmechanismen der Ökosysteme zieht dann unaufhaltsam sowohl eine Verringerung der Heterogenität im Raum als auch einen Verlust an Spezifität des Systems nach sich (Verschwinden von aquatischen und semi-aquatischen Biotopen). Das Mosaik der Milieus vereinfacht sich zunehmend; die Populationen der intermediären Phasen von Sukzessionen verschwinden unaufhaltsam aus dem Flußraum. Die Gesamtheit der Forschungsergebnisse erlaubt es, einige Bewirtschaftungsprinzipien aufzustellen.

Im Falle einer natürlichen oder künstlichen Unterbrechung der Flußdynamik sind nur die Versuche erfolgversprechend, die auf eine Bewahrung von Relikt-Ökosystemen mit hoher

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Stabilität abzielen, d.h. derjenigen Ökosysteme, deren Übergangsstadien sehr langsam aufeinanderfolgen und deren Eigenschaften sie befähigen, gewisse Störungen zu überstehen. Das trifft z.B. auf den alten Mäander von le Sauget im Abschnitt von Brangues unterhalb von Brégnier zu.

Im Falle der Ökosysteme mit schneller Entwicklung und einem geringen Grad an Stabilität ist es immerhin noch möglich, einzugreifen, sei es, um die Entwicklungsvorgänge zu verlangsamen, sei es um die Lebensräume und ihre Populationen zu „verjüngen" Unter diesem Gesichtspunkt stellen die Nutzungspläne, die für die Auwälder oder die durch jüngste Maßnahmen von den Flußeinträgen abgeschnittenen großen Moore der Oberrhône empfohlen werden, Versuche dar, die Entwicklung dieser Ökosysteme zu verlangsamen. Das Amt zur Stechmückenbekämpfung wirkt der Entwicklung dieser Lebensräume zu semi-aquatischen und terrestrischen Systemen dadurch entgegen, daß es regelmäßig Gräben zieht, um die Verbindung zwischen den alten isolierten Flußarmen und dem Strom wiederherzustellen. Der Bau von Sohlschwellen in den begradigten Stromabschnitten bewirkt durch die Anhebung des Wasserspiegels, daß die alten Flußarme wieder Wasser führen. Der Abbau von Deichen, die diese Arme flußaufwärts absperrten, müßte diese Biotope „verjüngen" und Lebensräume schaffen, die spezifische rheophile Arten, die durch die Verbauungen am meisten bedroht sind, aufnehmen könnten.

Man muß jedoch zugeben, daß die wirkungsvollste Maßnahme, die Artenvielfalt und Produktivität der Aue zu erhalten, darin besteht, zumindest teilweise die ökologischen Sukzessionen aufrechtzuerhalten. Der Bau einer Sohlschwelle könnte bewirken, daß die Flußdynamik eines Wasserlaufes erhalten bleibt, dessen Bett eine Tendenz zeigt, sich einzutiefen (wie im Falle des Ain, Nebenfluß der Rhône). Ebenso müßten Verwaltungsvorschriften, wenigstens auf begrenztem Raum, dazu beitragen bei hydroelektrischen Anlagen mit Ausleitungen, eine genügende Wassermenge für das Flußbett zu reservieren, und die für die Entstehung spezifischer Elemente der Aue verantwortlichen Vorgänge wie Kiesbänke mit schneller Entwicklung und den Pioniergesellschaften, die sie kennzeichnen, zu bewahren.

So zeichnet sich eine neue Strategie der Bewirtschaftung von Flußsystemen ab. Der statischen Auffassung von der Bewahrung der Biotope müßte man eine dynamische Auffassung gegenübersetzen, die der „Alterung" der Ökosysteme, aber auch den Regenerationsmechanismen der ökologischen Sukzession und der reversiblen Entwicklungsprozesse Rechnung trägt.

Literatur

AMOROS, C., ROUX, A.L. (1987):
Interaction between water bodies within the floodplain of large rivers: function and development of connectivity. Communic., 2nd Internat. Seminar of the Internat Assoc. of Landscape Ecology (Münster, R.F.A.).

AMOROS, C., ROUX, A.L., REYGROBELLET, J.L., BRAVARD, J.P., PAUTOU, G. (1987):
A method for applied ecological studies of fluvial hydrosystems. Regulated Rivers: 7-36.

BRAVARD, J.P. (1981):
La Chautagne. Dynamique de l'environnement d'un pays savoyard. Inst. Et. Rhod., n° 18, 182 p.

------- (1983):
Les sédiments fins des plaines d'inondation dans la vallée du Haut-Rhône (approche qualitative et spatiale). Rev. Géogr. Alp., 71 : 363-379.

------- (1986):
La basse vallée de l'Ain: dynamique fluviale appliquée à l'écologie. Chap. 2 in: „Recherches interdisciplinaires sur les écosystèmes de la basse-plaine de l'Ain (France): potentialités évolutives et gestion" Doc. Cartogr. Ecologique, 29 17-43.

------- (1987):
Le Rhône. Du Léman à Lyon. La Manufacture, Lyon, 452 p.

BRAVARD, J.P., AMOROS, C., PAUTOU, G. (1986a):
Impact of civil engineering works on the succession of communities in a fluvial system. Oikos, 47 : 92-111.

BRAVARD, J.P., ROUX, A.L., AMOROS, C., RICHARDOT-COULET, M., REYGROBELLET, J.L., BOURNAUD, M., PAUTOU, G. (1986b):
Evolution spatio-temporelle des systèmes fluviaux aménagés: recherches méthodologique sur le Haut-Rhône français. Société Hydrotechnique de France, XIXè Journées de l'Hydraulique, 9-11 sept. 1986, question nº IV, Rapport nº 18: 1-8.

COPP, G.H. (1987):
Le rôle et le fonctionnement des milieux aquatiques du Haut-Rhône français comme sites de reproduction et de nurserie pour les poissons du fleuve. Thèse Doctorat, Lyon I, 97 pp.

LECOMTE, T. (1987):
Le grand herbivore, outil de gestion des écosystèmes terrestres. Communic. IV Colloque de l'AFIE „La gestion des systèmes écologiques", Bordeaux, 14-15-16 mai.

LECOMTE, T., LE NEVEU, Ch., JAUNEAU, A. (1981):
Restauration de biocénoses palustres par l'utilisation d'une race bovine ancienne (Highland Cattle): cas de la réserve naturelle des Mannevilles (Marais Vernier, Eure). Bull. Ecol., 12 (2/3) : 225-247.

MAJCHRZAK, Y., MANNEVILLE, O. (1987):
Gestion des zones naturelles humides: méthodologie de suivi du pâturage par des bovins Highland Cattle dans la Réserve Naturelle du Marais de Lavours (Béon, Ain, France). Commuc. 112è Congrès National des Sociétés Savantes, Lyon 21-25 avril.

PAUTOU, G., BESNARD, G., AMOROS, C., BRAVARD, J.P, WUILLOT, J. (1987):
Dynamique des systèmes fluviaux et gestion des forêts alluviales. Communic. IV Colloque de l'AFIE „La gestion des systèmes ècologiques", Bordeaux, 14-15-16 mai.

PAUTOU, G., BRAVARD, J.P. (1982):
L'incidence des activités humaines dans la dynamique de l'eau et l'évolution de la végétation dans la vallée du Haut-Rhône français. Rev. Géogr. Alp., 1 : 63-79.

PAUTOU, G., GIREL, J., BOREL, J.L. (1987):
Les changements de végétation dans les systèmes fluviaux: l'exemple de la vallée du Rhône entre Genève et Lyon. Communic. 112è Congrès National des Sociétés Savantes, Lyon, 21-25 avril.

ROSTAN, J.C., AMOROS, C., JUGET, J. (1987):
The organic content of the surficial sediment: a method for the study of ecosystem development in abandoned river channels. Hydrobiologia, 148 : 45-62.

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

ROUX, A.L. (1984):
Impacts of emptying and cleaning reservoirs on the downstream Rhône physico-chemical and biological water quality. 2nd Intern. Symp. on Regulated Streams, Oslo, août 1982. Regulated Rivers (A. Lillehammer, S.J. Saltven éd.), Oslo 1984 : 61-70.

– – – – (1986):
La gestion de l'eau et des milieux associés dans les plaines alluviales. Le cas de la Rivière Ain, affluent du Rhône à l'amont de Lyon. Chap. l in: „Recherches interdisciplinaires sur les écosystèmes de la basse-plaine de l'Ain, (France) potentialités évolutives et gestion". Doc. Cartogr. Ecologique, 29 : 45-74.

Anschrift der Verfasser:

G. Pautou
Institut für Pflanzenbiologie
UA CNRS 243
Université Scientifique et Médicale de Grenoble I,
38402 Saint-Martin-d'Hères Cedex

A.L. Roux und M. Richardot-Coulet
Institut für Süßwasserökologie
UA CNRS 367
Université C1- Bernard Lyon I,
69622 Villeurbanne Cedex

J.P. Bravard
Rhône - Geographisches Institut
UA CNRS 260
Université Lyon III,
69239 Lyon Cedex

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge (LSB)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: 4_1991

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: Zu einer ökologischen Bewirtschaftung der Flußauen der französischen Ober-Rhone: Beiträge der Forschung 105-114