



Erhaltung und Entwicklung von Flußauen in Europa

Laufener Seminarbeiträge 4/91

Exemplar aus dem Archiv

WWF-Auen-Institut



Wir bitten um Rückgabe!



BAYERISCHE AKADEMIE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE



**Erhaltung und Entwicklung von
Flußauen in Europa**

**Conservation and Development of
European Floodplains**

**Conservation et Développement des
plaines alluviales en Europe**

Internationales Symposium

17. bis 20. September 1987 in Rastatt

Dieses Symposium wurde von der deutschen Sparkassenorganisation gefördert

COUNCIL
OF EUROPE



CONSEIL
DE L'EUROPE

Herausgeber:

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege
D-8229 Laufen/Salzach, Postfach 1261, Tel. (08682) 7097, Telefax (08682) 9497

Titelbild: Foto ANL

Laufener Seminarbeiträge 4/91

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege – November 1991

ISSN 0175-0852

ISBN 3-924374-69-4

Schriftleitung und Redaktion: Dr. Notker Mallach (ANL)

Für die Einzelbeiträge zeichnen die jeweiligen Referenten verantwortlich.

Die Herstellung von Vervielfältigungen – auch auszugsweise – aus den Veröffentlichungen der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege sowie deren Benutzung zur Herstellung anderer Veröffentlichungen bedürfen der schriftlichen Genehmigung.

Satz: PROFIL Satz & Grafik (Tittmoning)

Druck: ANL; Druck auf Recyclingpapier (aus 100 % Altpapier)

Vorwort

Das WWF-Auen-Institut und die Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege in Laufen als Veranstalter des Internationalen Symposiums „Erhaltung und Entwicklung von Flußauen in Europa“ widmen diesen Band den Auenforschern und Auenschützern

Dr. Gerhard Hügin †, Denzlingen
und
Prof. Dr. István Kárpáti †, Keszthely,

in Respekt vor den Personen und ihrem Werk.

Dr. Gerhard Hügin wurde am 24.4.1921 in Lörrach geboren. An der naturwissenschaftlich-mathematischen Fakultät in Freiburg wurde er 1956 mit einem standortkundlichen Thema über das Markgräflerland promoviert. Dieser seiner alemannischen Heimat blieb er zeitlebens in besonderer Weise verbunden. Ab 1957 war Dr. Hügin mit der pflanzensoziologischen Beurteilung wasserbaulicher Maßnahmen beschäftigt, zunächst als freier Sachverständiger, ab 1963 als Landesbediensteter beim Regierungspräsidium Freiburg. So konnte er wie kein zweiter den sog. modernen Oberrheinausbau mit seinen ökologischen Folgen über drei Jahrzehnte wissenschaftlich verfolgen. Dadurch schon früh zum Kritiker des rein technisch ausgerichteten Wasserbaus geworden, blieb er jahrelang von seiner Umgebung unverstanden, worunter er litt, was ihn aber niemals zu beugen vermochte. Wie wenige setzte er sich, oft unter Hinnahme persönlicher Nachteile, mutig und konsequent für die Erhaltung der oberrheinischen Landschaft und ihrer Auen ein. In späteren Jahren war er umso gefragter als Lehrer und Ratgeber für eine wachsende Schar junger Ökologen und Naturschützer, denen er als vielleicht wichtigstes Vermächtnis die Verpflichtung zur gründlichen, selbstkritischen, auf der Freilanderfahrung aufgebauten naturwissenschaftlichen Arbeit weitergab. Seine Publikationen über die Oberrhein-Auen und ihre Veränderung durch den Wasserbau waren die ersten ihrer Art; sie gehören auch heute noch zur Pflichtlektüre eines jeden, der sich fachlich mit Auen auseinandersetzt. Gerhard Hügin schied 1986 aus dem aktiven Berufsleben aus. Es war ihm nicht mehr vergönnt, seine umfangreichen Erfahrungen und Daten aus drei Jahrzehnten pflanzensoziologisch-ökologischen Schaffens am Oberrhein im Ruhestand auszuwerten und zu veröffentlichen, worauf er ebenso wie seine Fachkollegen und Freunde immer gehofft hatte. Ein schmerzhaftes Leiden, dem er jahrzehntelang widerstand, riß ihn am 8.1.1987 aus dem Kreis seiner Familie und Freunde.

E.D.

Prof. Dr. István Kárpáti wurde am 9.4.1924 in Baja (Südungarn) geboren. Nach einem abgeschlossenen Lehramtsstudium an der naturwissenschaftlichen Fakultät in Szeged wurde er 1949 mit dem Thema „Die Auenvegetation des Donau-Tieflandes“ promoviert. 1950 begann er sein wissenschaftliches Berufsleben als Stipendiat des Biologischen Forschungsinstituts der Ungarischen Akademie der Wissenschaften in Vácrtót, von dem aus er ab 1952 als wissenschaftlicher Mitarbeiter neben der Vegetation der Auwälder auch die Kalksandsteppen untersuchte. Eine Dissertation über „Die zoenologischen Verhältnisse der Donau-Auenwälder“ mit der Promotion zum C. Sc. (Candidatus scienciarum) schloß sich 1957 an. 1964 übernahm er an der Agrarwissenschaftlichen Universität Keszthely den Lehrstuhl für Botanik. Als weiteres Arbeitsgebiet kam hier die Ökologie der Helo- und Hydrophyten des kleinen und großen Plattensees hinzu. Zum Dr. sc. wurde er 1974 mit einer ökologisch-geobotanischen Untersuchung der ungarischen Überschwemmungsgebiete promoviert.

Prof. Kárpáti war Mitglied zahlreicher Wissenschaftsorganisationen wie dem Botanischen Komitee und dem Wissenschaftlichen Qualifizierungsgremium der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, außerdem Mitbegründer des Veszprémer Komitees der Akademie, Vorsitzender zweier ihrer Fachkomitees, Beirat im Präsidium der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde und Vizepräsident der Clusius-Gesellschaft.

Schon in seiner Schulzeit wie auch in seinem ganzen späteren Wirken lag der Schwerpunkt seiner Arbeit bei der Vegetation von Flußauen und Stillgewässern, die er in ganz Europa studierte, speziell unter den Gesichtspunkten Dynamik und Produktivität. Er forschte nicht nur, er war auch stets bereit, sein Wissen weiterzugeben: In seinen rund 200 Publikationen und auf zahlreichen Symposien und Exkursionen machte er die Fachwelt mit der Auenvegetation Ungarns vertraut. Damit gab er auch einer jüngeren Generation von Auenökologen eine Diskussionsgrundlage. Mit seiner ausführlichen Darstellung der Auenwälder Albaniens (1961) vollbrachte er eine Pionierleistung, die noch heute für die südliche Balkanhalbinsel einzigartig ist.

Gegen das Kraftwerkssystem Gabčíkovo-Nagyymaros an der ungarisch-tschechoslowakischen Donau machte er seinen Einfluß geltend und überzeugte Befürworter des Projektes von dessen Schädlichkeit.

Zuletzt kämpfte er mit Einsatz seiner ganzen Person und unter großem Zeitdruck für die Rettung des wasserbaulich unberührten Drau-Unterlaufs, der kurzfristig durch eine Staukette mit Schwellkraftwerken zerstört werden soll.

Prof. Kárpáti wird den Teilnehmern des Symposiums wie überhaupt allen Kollegen aus der Auenforschung in lebhafter Erinnerung bleiben. Leider war es ihm nicht vergönnt, die neuen Freiheiten auch für die Wissenschaft im Osten voll zu nutzen. István Kárpáti starb überraschend am 10.6.1989 während einer Exkursion des I.P.E.-Kongresses in Polen.

J.L.

Inhalt	Seite
Vorwort	3
Programm des Symposiums	5-6
Seminarergebnis	Johann SCHREINER 7
Situation der Flußauen in der Bundesrepublik Deutschland	Emil DISTER 8-16
Die Situation der Flußauen in Bayern	Johann SCHREINER 17-32
Zur Situation der Flußauen in Österreich	W. LAZOWSKI H. LÖFFLER 33-39
Die Auen im Einzugsgebiet der unteren Donau	Erika SCHNEIDER 40-57
Situation der Flußauen in Jugoslawien	Branimir PRPIC Duro RAUŠ 58-65
Gegenwärtiger Zustand und Schutz der ungarischen Auenwälder	István KÁRPÁTI Vera KÁRPÁTI 66-80
Ecological Conditions and Optimum Use of the Flood Area of the East Slovak Lowland in Czechoslovakia	Josef TEREK 81-85
Situation der Flußauen in Griechenland	Hans JERRENTROP Joachim LÖSING 86-92
Cycling of Elements and Some Ecological Effects of Water Management Measures in the Region of Floodplain Forests of Southern Moravia	Emil KLIMO Ferdinand VASÍCEK 93-100
Floodplain Forest Ecosystem in South Moravia	Miroslav VYSKOT 101-104
Zu einer ökologischen Bewirtschaftung der Flußauen der französischen Ober-Rhône: Beiträge der Forschung	G. PAUTOU A. L. ROUX J. P. BRAVARD M. RICHARDOT-COULET 105-114
Folgen des Oberrheinausbaus und Möglichkeiten der Auen-Renaturierung	Emil DISTER 115-123
Regeneration geschädigter Flußauen an der österreichischen Donau	Hans WÖSENDORFER 124-130
Regeneration der „Sanderflur Ova da Bernina“ Gemeinde Pontresina im Oberengadin KT. Graubünden CH	Ottomar LANG 131-142
Konzepte der Raumplanung zur Erhaltung und Entwicklung von Flußauen	Rainer MÜHLINGHAUS 143-149
Raumplanungskonzepte zur Erhaltung und Entwicklung von Flußauen Der Planungsentwurf „Ooievaar“	Willem OVERMARS Frans VERA Deck de BRUIN Dick HAMHUIS Lodewijk van NIEUWENHUIJZE Dirk SIJMONS 150-156

Programm des Symposiums

Referenten

Referate und Diskussionen

Donnerstag, 17.09.1987

Anreise, kleiner Empfang,
Begrüßung durch die Veranstalter

Freitag, 18.09.1987

Dr. Walter Suermann
(Vorstand WWF-Deutschland)

Eröffnung und Grußworte

Prof. Dr. Werner Buchner
(Umweltministerium Bayern)

Eröffnung und Grußworte

Dr. Erwin Vetter
(Umweltminister Baden-Württemberg)

Eröffnung und Grußworte

Eugen Mockert
(Bürgermeister Rastatt)

Eröffnung und Grußworte

Dr. Jean-Pierre Ribaut
(Umweltabteilung Europarat, Straßburg)

Eröffnung und Grußworte

Dr. Emil Dister
WWF-Auen-Institut, Rastatt

Situation der Flußauen
in der Bundesrepublik Deutschland

Johann Schreiner
Akademie für Naturschutz
und Landschaftspflege,
Laufen/Salzach

Situation der Flußauen in Bayern

Prof. Dr. Heinz Löffler
Universität Wien

Situation der Flußauen in Österreich

Dr. Daniel Yon
Abteilung Naturschutz am Nationalmuseum
für Naturgeschichte, Paris

Situation der Flußauen in Frankreich

Prof. Dr. Branimir Prpić und
Prof. Dr. Duro Rauš
Forstfakultät der Universität Zagreb, YU

Situation der Flußauen in Jugoslawien

Prof. Dr. István und
Prof. Dr. Vera Kárpáti
Agrarwissenschaftliche Universität,
Keszthely, Ungarn

Situation der Flußauen in Ungarn

Dr. Josef Terek
Institut für Ökologie der Landwirtschaft,
Forschungsstation Kosice, CSSR

Situation der Flußauen in der Ost-Slowakei
(CSSR)

Dipl. Biol. Hans Jerrentrup
Chrysoupolis, GR

Situation der Flußauen in Griechenland

Empfang durch die Stadt Rastatt im Rathaus

Samstag, 19.09.1987

Prof. Dr. Emil Klimo
Forstfakultät der Agraruniversität Brno, CSSR

Recycling of nutrients in the floodplains of the
Southern Moravia

Prof. Dr. A. L. Roux
Bereich Zoologie und Ökologie
der Universität Lyon, Frankreich

Dr. Emil Dister
WWF-Auen-Institut, Rastatt

Prof. Dr. Janko Urbanek
Naturschutzbehörde Maribor, YU

Dipl.-Ing. Hans Wösendorfer
Wien, Österreich

Dipl.-Ing. Ottomar Lang
Arbeitsgruppe Landschaftsökologie,
Uster, Schweiz

Dipl.-Ing. Rainer Mühlinghaus
Büro für Landschaftsplanung,
Bensheim, Bundesrepublik Deutschland

Dr. Willem Overmars und
Dr. Frans Vera
Laag Keppeln, Niederlande

Prise en compte des changements naturels ou
anthropique dans la gestion des plaines alluviales.
Ex.: le Rhône français

Der Ausbau des Oberrheins
und seine ökologischen Folgen

Veränderungen an der slowenischen Mur durch
technische Eingriffe

Regeneration geschädigter Flußauen an der öster-
reichischen Donau

Über die Regeneration der Sanderflur
in Pontresina, Oberengadin

Sicherung der Auen-Potentiale als Grundsatz für
die Lenkung von Nutzungen in Flußauen

Plan „Ooievaar“, eine neue Strukturperspektive
für das holländische Flußgebiet

Pressekonferenz

Abschlußveranstaltung:

öffentliche **Podiumsdiskussion** in der Aula
des Ludwig-Wilhelm-Gymnasiums, Rastatt

Moderation:
Christian Schneider
(Süddeutsche Zeitung)

Teilnehmer:

Dr. Emil Dister
(WWF-Auen-Institut)

Prof. Dr. Heinz Löffler
(Limnolog. Institut, Universität Wien)

Johann Schreiner
(ANL)

Louis Simler
(Experte Europarat)

Dr. Hubert Weiger
(Bund Naturschutz Bayern)

Dr. Wolfgang Zielonkowski
(Direktor der ANL)

Undine-Uta Bloch von Blottnitz
(Mitglied des Europa-Parlaments)

Sonntag, 20.09.1987

Exkursionen:

„NSG Rastatter Rheinaue und elsässische Rheinauen“

„Hochwasserschutz am südlichen Oberrhein“

„NSG Kühkopf-Knoblauchsau bei Darmstadt“

Seminarergebnis

Dringender Schutz für Flußauen in Europa!

Flußbegradigung, Einengung des Hochwasserabflusses und der Bau von Staustufen sind heute immer noch an der Tagesordnung. Wachsende Hochwassergefahr und zunehmender Schwund von Pflanzen- und Tierarten sind die Konsequenzen.

Fachleute aus neun europäischen Ländern konstatierten bei einem gemeinsamen Symposium der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege und des WWF-Auen-Institutes in Rastatt zum Thema „Erhaltung und Entwicklung von Flußauen in Europa“ noch weit mehr negative Auswirkungen. So gehe es nicht an, mit staatlichen Fördermitteln, vor allem von seiten der EG, in allen europäischen Ländern die landwirtschaftliche Produktion in Flußauen noch mehr anzuheizen. Dabei werden natürliche Systeme, die nicht mehr regenerierbar sind, zerstört und die agrarische Überproduktion weiter gesteigert.

Eintiefung der Flüsse, Absinken des Grundwasserspiegels und Absterben von Auwäldern sind weitere Folgen. Angesichts dieser Probleme verfaßten die Teilnehmer folgende Resolution, die an Politiker in allen europäischen Ländern verschickt wird:

Resolution:

Fluß und Aue bilden eine untrennbare Einheit.

In der Erkenntnis, daß Flußauen

- höchst urtümliche, dynamische und daher besonders mannigfaltige Naturlandschaften sind,
- sehr bedeutende Vorkommen von Grundwasser aufweisen,
- für die Selbstreinigung der Flüsse unerlässlich sind,
- als Lebensräume bedrohter Pflanzen- und Tierarten und ihrer Lebensgemeinschaften unersetzlich sind,
- in den letzten beiden Jahrhunderten wie kein anderer Lebensraumtyp in ganz Europa beeinträchtigt wurden,

appellieren die Teilnehmer des internationalen Symposiums

„Erhaltung und Entwicklung von Flußauen in Europa“

vom 17.-20. September 1987 in Rastatt/
Bundesrepublik Deutschland

an die Öffentlichkeit und fordern von den Entscheidungsträgern,

- die verbliebenen Flußauen in Europa in ihrer naturhaften Ausprägung zu erhalten.
- alle Möglichkeiten auszuschöpfen, geschädigte Flußauen zu sanieren,
- einzelne, charakteristische Flüsse verschiedener Typen in ihrer Gesamtheit zu renaturieren.

Dabei sollen insbesondere

- Flußauen von Belastungen und Baumaßnahmen frei gehalten werden,
- die natürliche Flußdynamik mit wechselnden Wasserständen, Erosion und Sedimentation erhalten bzw. wiederhergestellt werden,
- ausreichend große natürliche Überschwemmungsgebiete zur Verringerung der Hochwassergefahr erhalten bzw. wiederhergestellt werden.

Die Teilnehmer registrieren mit besonderer Besorgnis

- den geplanten Ausbau der Loire mit Staustufen,
- die umweltschädlichen Hochwasserrückhaltemaßnahmen am Oberrhein sowie die Eindeichungsmaßnahmen am Niederrhein,
- die Ausbauvorhaben an der bayer. Donau einschließlich der Unteren Isar,
- den beabsichtigten Kraftwerksbau an der Donau zwischen Wien und Bratislava,
- die großflächige Zerstörung der Donau und ihrer Auen durch die Staustufen Nagymaros und Gabčíkovo,
- die Naturzerstörungen in der einzigartigen Deltalandschaft der Donau,
- den beabsichtigten Bau von weiteren Kraftwerken an der Drau,
- die Meliorierungsmaßnahmen in den Saveauen,
- die geplante Umlenkung des Acheloos in Griechenland.

Das notwendige Ausscheiden landwirtschaftlicher Nutzflächen in Ländern mit agrarischer Überproduktion bietet die einmalige Chance, Gebiete zur Belebung und Wiederherstellung der Flußauen zu gewinnen. Die bisherige Praxis der Subventionierung der Landwirtschaft ist dort abzustellen, wo Eingriffe und Zerstörungen von Auen die Folge sind.

Die internationalen Organisationen und Institutionen werden aufgefordert, verstärkt Mittel zur Erhaltung und Erforschung der Flußauen zur Verfügung zu stellen.

Johann Schreiner, ANL

Situation der Flußauen in der Bundesrepublik Deutschland

Emil Dister

1. Einleitung

Es ist derzeit leider noch nicht möglich, einen zuverlässigen Überblick über die Situation der Auen in der Bundesrepublik Deutschland zu geben. Ein vollständiges, nach gleichen Maßstäben erarbeitetes Inventar der Flußauen, wie es etwa für die Schweiz von KUHN & AMIET (in Druck) erarbeitet wurde, liegt nur für den Freistaat Bayern vor (vgl. SCHREINER in diesem Band); aus den übrigen Bundesländern kennen wir lediglich mehr oder weniger detaillierte Beschreibungen einzelner Gebiete. Zwar wurden die Auen des gesamten Rheins von SOLMSDORF et al. (1975) einer umfangreichen Erfassung und Bewertung unterzogen, doch ist diese Arbeit aufgrund permanent stattfindender Eingriffe in wesentlichen Teilen veraltet und bedarf dringend der Aktualisierung.

So kann vorerst nur lückenhaft dargestellt werden, in welchem Umfang Auen naturnaher Prägung noch überdauert haben, welche ökologische Charakteristika sie aufweisen und wie stark sie

bedroht oder bereits beeinträchtigt sind. Es soll deswegen versucht werden, einerseits eine sehr allgemeine Übersicht zu geben, andererseits aber auch an konkreten Fällen die Situation der Flußauen exemplarisch zu beleuchten.

2. Allgemeine Charakteristik der Flußauen

Wenn hier von Flußauen die Rede ist, so sind die flußparallel verlaufenden Niederungen gemeint, die vom Wechsel zwischen Überflutung und Trockenfallen geprägt werden. Ökologisch gesehen ist dies der wichtigste Faktor, alle übrigen Faktoren hängen von diesen Wasserstandsschwankungen ab (vgl. Abb. 1); das gilt für die Dynamik der Grundwasserstände ebenso wie für die flußmorphologischen Prozesse der Erosion, des Materialtransports und der Sedimentation. Weiterhin schaffen die Überflutungen die ökologische Verbindung der einzelnen Auen-Abschnitte untereinander und mit dem Fluß. Nährstoffe werden bei Hochwasser in die Auen eingetragen,

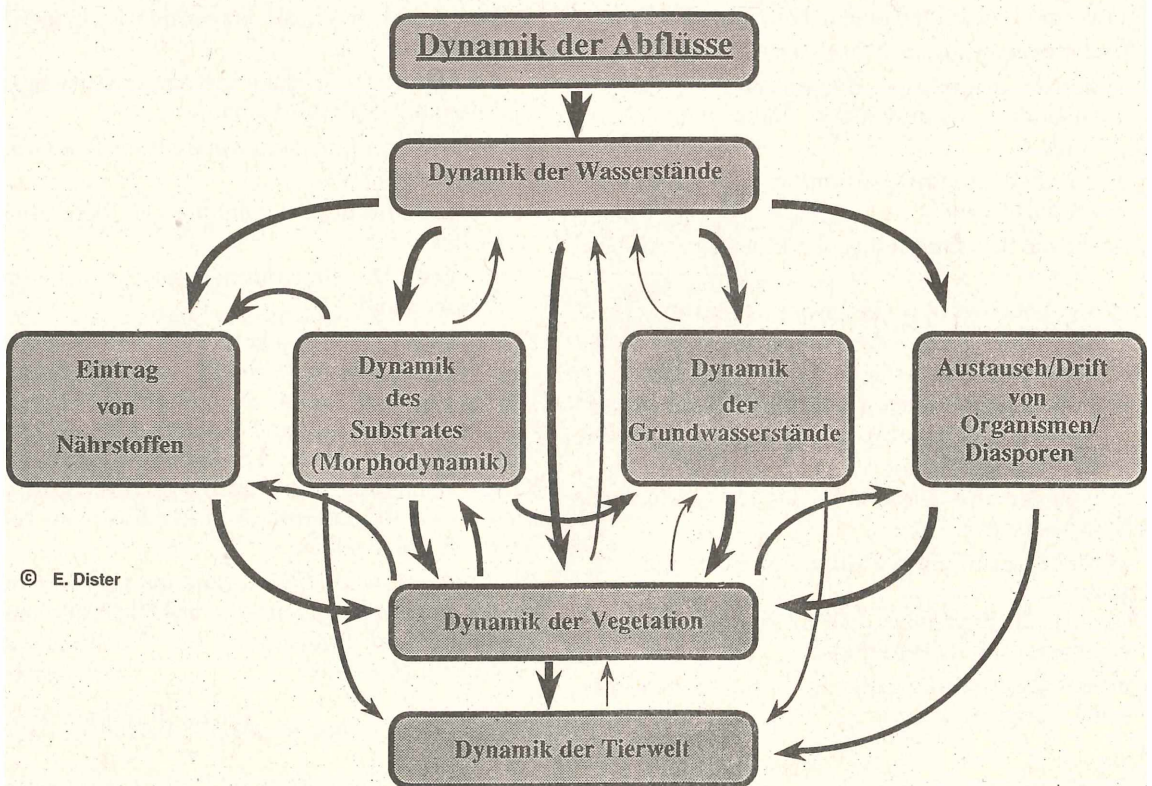
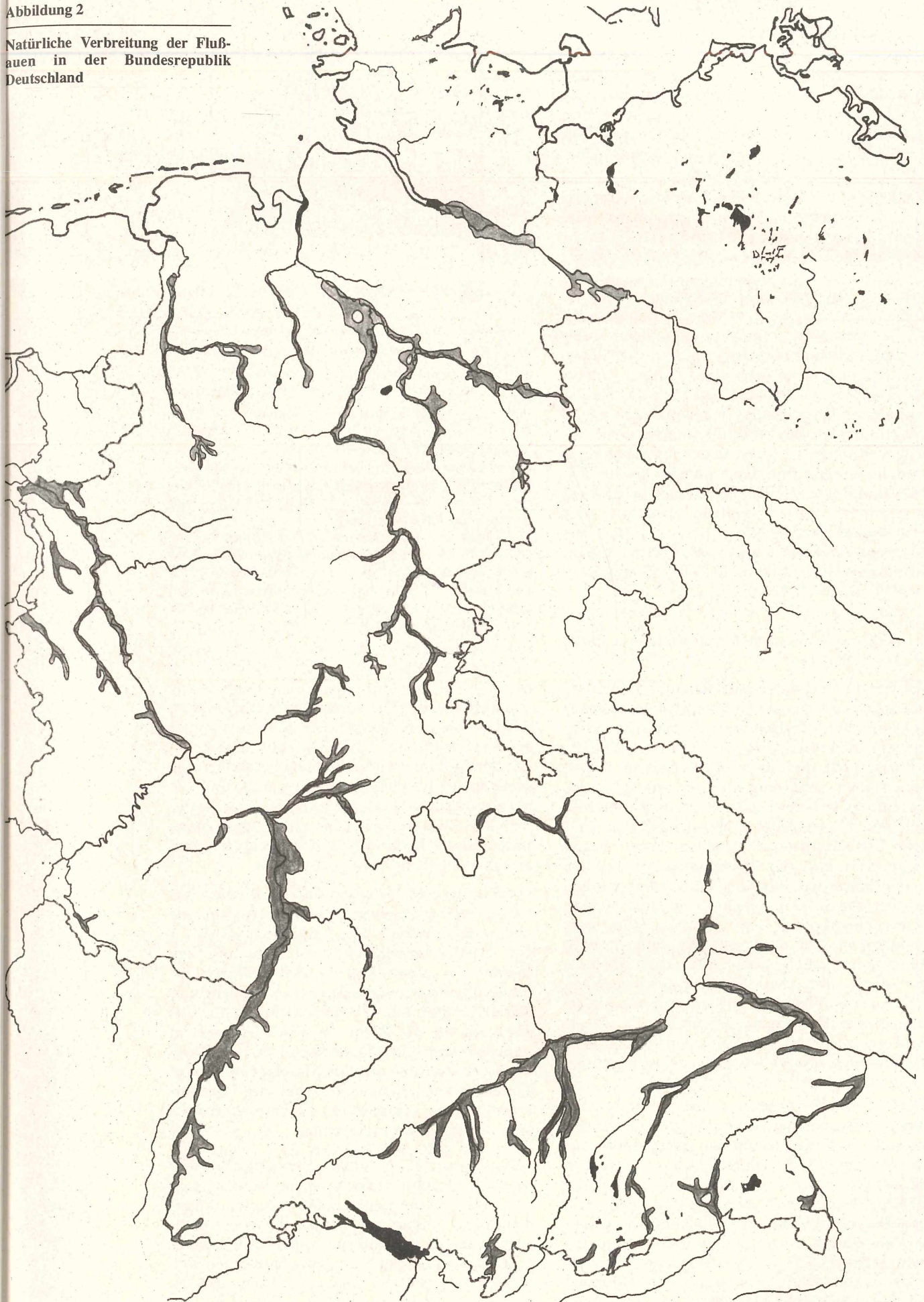


Abbildung 1

Wirkungsgefüge in der Aue

Abbildung 2

Natürliche Verbreitung der Fluß-
auen in der Bundesrepublik
Deutschland



pflanzliche Diasporen und Landtiere werden (auf Treibholz schwimmend, als Dauerstadien) in flußabwärts gelegene Auen verfrachtet, Fische nutzen die höheren Wasserstände, um zwischen Fluß und Aue sowie zwischen den unterschiedlichen Auengewässern zu wandern. Auen sind demnach offene Systeme und bilden mit dem Fluß, ja sogar mit dem gesamten Einzugsgebiet eine untrennbare Einheit.

Da die Standorte in den Flußauen von Natur aus einer weit stärkeren Dynamik als in jedem anderen Ökosystem unterliegen, sind auch die Organismengesellschaften als Antwort auf die Veränderungen ihrer Lebensbedingungen in ständigem Wechsel begriffen; die Sukzessionen werden dabei immer wieder durch die Wirkungen der Wasserstandsschwankungen aufgehalten oder zurückgeworfen und beginnen von neuem. Es ist klar, daß nur solche Arten dauerhaft am Aufbau der Biozönosen beteiligt sein können, die mit den besonderen Lebensbedingungen in der Aue (z.B. Überflutungsdauer) zurecht kommen; nicht wenige von ihnen verfügen über bemerkenswerte morphologische und/oder physiologische Anpassungen (vgl. SCHREINER 1985, DISTER 1985 a, GERKEN 1988). Optimale Nährstoff- und Feuchtigkeitsverhältnisse ermöglichen den Auen-Organismen ein üppiges Wachstum, was zu sehr hoher Bioproduktion des Ökosystems führt (vgl. PENKA et al. 1985).

3. Allgemeine Übersicht für die Bundesrepublik Deutschland

Auen in diesem Sinne finden wir nur dort, wo das Flußbett in (meist vom Fluß selbst abgelagertem) Lockermaterial verläuft und die angrenzenden, tiefliegenden Flächen überflutet werden können; wo die Flüsse im Einschnitt der Gebirge liegen, fehlen Auen vollständig oder sind nur sehr kleinflächig im Uferbereich oder auf Felsinseln entwickelt und zeigen deutlich abweichende ökologische Charakteristika. Dementsprechend liegen die großen, zusammenhängenden Auengebiete in der Bundesrepublik von Natur aus zum einen am Oberrhein und an der Donau mit ihren rechten Nebenflüssen Iller, Lech, Isar und Inn, zum anderen an den norddeutschen Flüssen bzw. Flußabschnitten wie dem Niederrhein, der Ems, der Weser, der Aller und schließlich an dem Abschnitt der Elbe oberhalb des stark salzwasserbeeinflussten Tidebereichs. Die übrigen Flüsse wie der Neckar oder der Main verlaufen überwiegend im Einschnitt und weisen deswegen eine geringe Ausdehnung ihrer Auen auf (vgl. Abb. 2).

Auch in hydrologischer Hinsicht ergibt sich dieselbe Zweiteilung. Die rechten Donau-Zuflüsse und der Oberrhein haben einen mehr oder weniger großen Teil ihres Einzugsgebietes im alpinen Raum, wo die winterlichen Niederschläge überwiegend als Schnee zurückgehalten werden und erst allmählich im Frühjahr und Sommer in den Abfluß eingehen; zusammen mit den Sommerregen, die das Niederschlagsmaximum bilden, kommt daher ein alpines **Abflußregime mit Sommerhochwässern** zustande (vgl. Abb. 3).

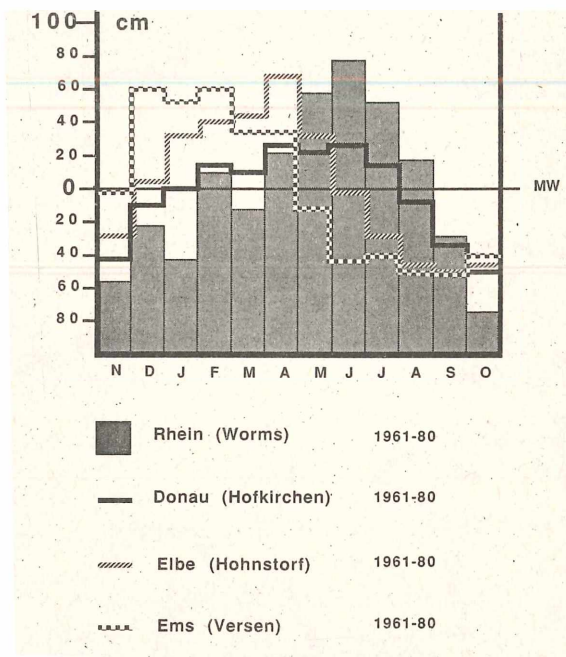


Abbildung 3

Monatsmittel der Wasserstände an den Pegeln Hofkirchen (Donau), Worms (Rhein), Hohnstorf (Elbe) und Versen-Wehrdurchstich (Ems).

Die Donau entwickelt ein ausgeprägt alpines Regime erst unterhalb der Inn-Mündung auf österreichischem Gebiet. Der Rhein zeigt dagegen noch am Pegel Worms deutlich alpinen Charakter. Völlig abweichend von diesen beiden Flüssen weisen Elbe und Ems Frühjahrs- bzw. Winterhochwässer auf.

Auenwälder sind dort noch in größerem Umfang erhalten, da die hohen Wasserstände im Sommer einer landwirtschaftlichen Nutzung einschließlich der Grünlandwirtschaft entgegenstehen. Die größere flußmorphologische Dynamik und die Sommerhochwässer waren auch die Ursache dafür, daß diese Flußauen bis zum vergangenen Jahrhundert von nachhaltigen menschlichen Eingriffen weitgehend verschont blieben.

Das Einzugsgebiet der genannten norddeutschen Flüsse liegt dagegen im Mittelgebirgsraum; sie weisen daher **Winter- bzw. Frühjahrshochwässer** auf, die der Grünlandnutzung nicht im Wege stehen; die Auenwälder wurden deswegen an diesen Flüssen großenteils bereits vor Jahrhunderten gerodet und in Grünland überführt. Das gilt auch für die Auen des Rheins in seinem untersten Abschnitt (Niederrhein), der sein Regime durch Zuflüsse aus den Mittelgebirgen (v. a. Mosel) soweit verändert hat, daß die Sommerhochwässer gegenüber den Frühjahrshochwässern in den Hintergrund treten.

Alle größeren Flüsse auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland wurden im vergangenen und/oder diesem Jahrhundert technisch ausgebaut; Flüsse mit zumindest streckenweise nicht festgelegten Ufern, vollem Geschiebetrieb, Inselbildung und Verlagerung von Flußarmen wie heute noch etwa die Loire, der Allier und die Garonne in Frankreich existieren nicht mehr.

4. Das Beispiel Oberrhein

4.1 Direkte Flächenverluste

Als geradezu lehrbuchhaftes Fallbeispiel der sukzessiven Verbauung einer Flußlandschaft kann der Oberrhein gelten. Der badische Ingenieur Tulla und seine Nachfolger führten zwischen 1817 und 1878 die sog. Oberrheinkorrektur durch; daran schloß sich von 1906 bis etwa 1936 die Niedrigwasser-Regulierung an, der im wesentlichen nach dem 2. Weltkrieg der sog. Moderne Oberrhein-Ausbau (beendet 1977) in drei Phasen folgte (Näheres dazu bei SCHÄFER 1974, FRÖHLICH 1975, KUNZ 1975, DISTER 1986). Im Zuge dieser Maßnahmen wurde das Überschwemmungsgebiet des Oberrheins drastisch reduziert. Die ursprüngliche morphologische Aue war zwar auch vor Tulla schon durch natürliche Eintiefung und Dammbauten nicht mehr in ihrer Gänze überflutbar, doch waren die einzelnen Dämme damals noch recht niedrig und nicht zu einem geschlossenen Dammsystem miteinander verbunden. Große Hochwässer konnten also durchaus noch erhebliche Teile der morphologischen Aue unter Wasser setzen.

Durch die Tulla'sche Oberrhein-Korrektur wurde dieser Zustand beendet; ein einheitliches Dammsystem, das in den Grundzügen bis heute besteht, schnitt den landseitigen, teilweise besiedelten und flächenmäßig größten Teil der Aue vom Wasserregime des Flusses ab. In der Zeit der Niedrigwasserregulierung wurden nur lokal Dammvorverlegungen durchgeführt. Wesentliche Verluste gab es erst durch den modernen Oberrheinausbau zwischen 1955 und 1977 (vgl. Tab. 1). In diesem Zeitabschnitt wurden rund

Tabelle 1

Verlust an Auenfläche am südlichen Oberrhein
(Basel-Iffezheim/Rastatt)

Basel-Staustufe Iffezheim

Morphologische Aue:	830,00 km ²
Rezente Aue vor 1955:	220,00 km ²
Rezente Aue nach 1977:	90,00 km ²
Auenverlust nach 1955:	130,00 km ²

130 km², d.s. 60% der vormals vorhandenen Auen durch den Staustufenbau und die damit verbundene Vorverlegung der Hochwasserdämme vom Fluß abgeschnitten. Die verbliebenen 90 km² befinden sich – sieht man von der Wasserfläche des Rheins und der Stauhaltungen ab – fast ausschließlich im Bereich der sog. Schlingenlösung (vgl. DISTER 1986) und unterliegen dort allerdings auf dem größten Teil der Fläche einem stark veränderten Wasserregime. Nach HÜGIN (1984) sind nur noch 6% der ehemaligen Auenfläche in diesem Oberrhein-Abschnitt als naturnahe Standorte zu bezeichnen, wobei aber nur 1-2% naturnahe Lebensgemeinschaften tragen.

Von der Fläche der gesamten morphologischen Oberrheinaue (ca. 1822 km² in Deutschland und Frankreich) dürften heute nach den ziemlich großzügigen Naturschutzmaßstäben beurteilt, die SOLMSDORF et al. (1975) bei ihrer Rhein-Kartierung anlegten, nur wenig mehr als 10% als naturnahe bis natürliche Flächen in der gesamten Aue übrig geblieben sein. Von der weniger als halb so großen morphologischen Aue des Niederrheins (760 km²) werden heute nur noch etwa 180 km², also knapp 1/4 der Fläche, überflutet.

Als Folge, teilweise aber bis heute noch als Ursache der Eindeichungen schlägt die Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Industrie stark zu Buche, insbesondere in den Verdichtungsräumen des Oberrheins. So sind etwa nach den Angaben von DILGER & SPÄTH (1985) im Gebiet des Stadtkreises Mannheim 4430 ha (=66%) der morphologischen Aue technisch überformt, im Stadtkreis Karlsruhe sind es 1350 ha (=44%, vgl. Tab. 2). Spektakuläre Einzelfälle

Tabelle 2

Flächeninanspruchnahme in der Rheinaue: Nutzungen

Flächennutzung in der morphologischen Aue (in ha)

	Stadtkreis Mannheim		Stadtkreis Karlsruhe	
Morphol. Rheinaue	6730	(100%)	3050	(100%)
Siedlungsfläche	1900	(29%)	60	(2%)
Industriefläche	2300	(34%)	920	(30%)
Sonderfläche	150	(2%)	330	(11%)
Wasserfläche	200	(3%)	320	(11%)
Landw. Fläche	1800	(27%)	720	(23%)
Forstw. Fläche	300	(4%)	660	(22%)
Verkehrsfläche	80	(1%)	40	(1%)

solcher Auenverluste sind die derzeitige Aufschüttung/Hochwasserfreilegung der Insel Grün in der rezenten Rheinaue von Rheinland-Pfalz zum Bau von Lagerhallen des Automobilherstellers Daimler-Benz sowie die geplante Überbauung von ca. 180 ha Altaue durch eine Pkw-Produktionsstätte derselben Firma bei Rastatt in Baden-Württemberg. In beiden Fällen wurden den schwerwiegenden ökologischen und landsplanerischen Bedenken gegen diese Vorhaben von den entscheidungsbefugten Politikern nicht Rechnung getragen.

Gravierend sind weiterhin die Flächenverluste durch Naßabbau von Kies und Sand – Material, was teilweise nach Holland und in die Schweiz exportiert wird. Die gesamte Abbaufäche auf der deutschen Oberrheinstrecke wird von der Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie mit 4700 ha (Stand 1980) angegeben, inzwischen dürften trotz restriktiverer Handhabung der Abbaugenehmigungen, vor allem in Baden-Württemberg, 5000 ha überschritten sein (vgl. auch Tab. 3).

Tabelle 3

**Flächeninanspruchnahme in der Rheinaue:
Naßabbaggerung**
**Naßbaggerungsfläche in der morphologischen Aue
(nur rechtsrheinisch, in ha)**

Rhein-Neckar-Kreis	130
Landkreis Karlsruhe	810
Stadtkreis Karlsruhe	100
Landkreis Rastatt	660

**4.2 Flächenverluste durch Änderung
der Bewirtschaftung**

Neben diesen direkten Flächenverlusten gibt es erhebliche Verluste an naturnahen Lebensgemeinschaften, deren Hauptursache in den Änderungen der Flächenbewirtschaftung durch die Forst- und Landwirtschaft zu suchen ist.

Wir müssen heute davon ausgehen, daß im Rahmen der forstlichen Ernte- und Verjüngungsmaßnahmen alljährlich rund $\frac{2}{3}$ der jeweils betroffenen Bestände in einen naturferneren Zustand transformiert werden, wobei die Ausgangssituation seit langem nicht mehr als befriedigend aus der Sicht des Naturschutzes gewertet werden kann. Als Bewirtschaftungsform wird fast ausnahmslos der Kahlhieb praktiziert, der völlig ungeeignet ist, den von Natur aus vielschichtigen und artenreichen Aufbau der Hartholzauenwälder (*Quercus-Ulm*) bzw. den Aufbau der ihnen nahekommenden, durchgewachsenen Mittelwälder auf Standorten der Hartholzau zu erhalten (vgl. CARBIENER 1970, DISTER 1985 b, WALTER 1979). An die Stelle dieser naturnahen Waldtypen treten dann häufig Kulturpappel-, Roteichen- oder Ahorn-Forste, die selbst im hiebsreifen Zustand ökologisch weit unter der Wertigkeit naturnaher Hartholzauenwälder zurückbleiben. DILGER & SPÄTH (1985) beziffern den Verlust an naturnaher Waldfläche (ohne Berücksichtigung des Alters!) in der morphologischen Rheinaue der Forstbezirke Rastatt und Bühl mit 17,7% ! für die kurze Zeitspanne zwischen 1977 und 1984, was allein auf die oben beschriebene Bewirtschaftung zurückzuführen ist. Davon sind auch Naturschutzgebiete nicht ausgenommen, woraus verständlich wird, daß selbst in so hochrangigen Naturschutzgebieten wie in der „Rastatter Rheinaue“ Kulturpappeltypen rund $\frac{2}{3}$ der Waldbestände darstellen.

Noch dramatischer vollzog sich in den letzten Jahrzehnten der Wandel in der Landwirtschaft, der sich zwar etwas verlangsamt, aber keineswegs zum Stillstand gekommen ist. Die Wiesen, einst beherrschendes Element der offenen Rheinniederung, sind heute weitgehend aus der Landschaft verschwunden und in Äcker überführt. In der nordbadischen Rheinaue betrug der Rückgang an Wiesen zwischen 1940 und 1984 über 70% (DILGER & SPÄTH 1985). Dabei sind nicht alle Wiesengesellschaften gleichmäßig betroffen; der Verlust von Pfeifengraswiesen (*Molinion*, hier

meist das *Cirsio tuberosi-Molinietum*, vgl. KORNECK 1962/63, PHILIPPI 1960) ist in der nordbadischen Rheinaue nahezu total. Auf pfälzischer und elsässischer Seite sieht es noch etwas besser aus, doch ist die Bedrohung der dortigen Pfeifengraswiesen extrem hoch, eine ausreichende naturschutzrechtliche Sicherung ist meist noch nicht erfolgt. Die übriggebliebenen Wiesengesellschaften werden vor allem durch Düngung in ihrer Artenzusammensetzung verändert.

4.3 Verluste durch Änderung der Standorte

Veränderungen der Standorte, in erster Linie der flußmorphologischen und hydrologischen Gegebenheiten, haben mehr oder weniger ausgeprägt an allen größeren Flüssen in der BRD zur Verringerung oder gar zum völligen Verlust bestimmter, autotypischer Vegetationseinheiten und damit auch ihres Arteninventars – floristisch wie faunistisch – geführt. Besonders betroffen davon sind die Geschiebereichen, aus dem Alpenraum kommenden Flüsse. Staustufen und Uferfestlegung haben den Geschiebetrieb eingeschränkt oder völlig unterbunden; die Flüsse müssen ihr Geschiebedefizit durch Aufnahme von Material aus der Sohle ausgleichen und graben sich auf diese Weise immer tiefer ein. Die Eintiefung der Flußsohle verrückte große Flächen in der Aue soweit über die Mittelwasserlinie, daß sie heute nur noch höchst selten überflutet werden und damit ihren Auencharakter verloren haben. Das Geschiebedefizit im Zusammenwirken mit der Uferbefestigung ließ die vormals ausgedehnten Flußinseln, Kies- und Sandbänke mit ihren charakteristischen Pioniergesellschaften stark zurückgehen oder vollständig verschwinden. Beispiele dafür sind u.a. die Iller, der Lech, die Isar, die Salzach (vgl. u.a. WEISS 1981, 1988; Bayer. LA f. WASSERWIRTSCHAFT 1984), aber auch der Oberrhein.

Gerade der südliche Oberrhein-Abschnitt zwischen Basel und Rastatt, die sogenannte Furkationszone, verfügte vor der Tulla'schen Oberrhein-Korrektion über ausgedehnte Kiesinseln und Sände, über die wir u.a. durch die Beschreibungen des Naturforschers v. ITTNER (1819), aber auch durch historische Karten (z.B. die „Rheingränz-Carte“) und Gemälde recht gut unterrichtet sind. Damals waren Pioniergesellschaften weit verbreitet. Weiden-Tamariskengebüsche (*Salix-Myricarietum*) prägten geradezu die Inseln im Raum Breisach. *Myricaria germanica* kam nach Norden sogar bis über Karlsruhe hinaus vor. *Salix eleagnos* und *S. daphnoides* waren an diesen dynamischen Standorten ebenfalls kommun (vgl. PHILIPPI 1982).

Heute ist die Tamariske aus dem Oberrheingebiet völlig verschwunden, die Vorkommen anderer Pionierpflanzen der offenen Kies- und Sandfluren wie der Reifweide (*Salix daphnoides*), aber auch Arten der Flachwasser-Verlandungsgesellschaften wie Dreikant-Binse (*Schoenoplectus triquetrus*) und Zwergrohrkolben (*Typha minima*) stehen kurz vor dem Erlöschen; die Filzweide (*Salix eleagnos*), einst häufiger Erstbesiedler der Kiesinseln, konn-

te nur an Sekundärbiotopen in geringer Zahl überleben. Selbst die Grauerle (*Alnus incana*), die früher ausgedehnte Weichholzaunwälder am Oberrhein bildete, kommt zwar lokal und bestandbildend nach Norden bis in den Raum Rastatt/Seltz vor, sie stockt aber praktisch überall auf veränderten Standorten; echte Grauerlen-Standorte lassen sich heute nach Quadratmetern zählen, die natürliche Verjüngung der Art, die normalerweise flächig erfolgt (vgl. HELLER 1963, 1969), ist kaum mehr möglich.

Ursache für das Verschwinden nahezu aller Biozönosen der „dynamischen Weichholzaue“ (vgl. DISTER 1980), deren faunistische Komponenten nur fragmentarisch bekannt sind, ist – wie oben bereits erwähnt – der fehlende Geschiebetrieb infolge des Staustufenbaus sowie in geringerem Umfang die Befestigung der Ufer. Die andere

Konsequenz der Ausbaumaßnahmen, die Sohleneintiefung, ließ die Mittel- und Niedrigwasserstände immer tiefer absinken, südlich Breisach stellenweise sogar über 7m! (vgl. Abb. 4). Die angrenzenden Auen kamen daher so hoch über den Mittelwasserspiegel zu liegen, daß sie nur noch höchst selten oder gar nicht mehr überflutet wurden; der Auencharakter ihrer Standorte, ihrer Vegetation und ihrer Tierwelt wandelte sich daher grundlegend. In dem besonders hart betroffenen Raum zwischen Basel und Breisach entwickelten sich aus den ehemaligen, äußerst üppigen Auenwäldern ziemlich offene, schwachwüchsige Trockenwälder, stellenweise sogar Trockengebüsche im Wechsel mit offenen Rasen (vgl. HUGIN 1962).

Auch im nördlichen Oberrheingebiet war die Sohleneintiefung wirksam, allerdings nicht in der

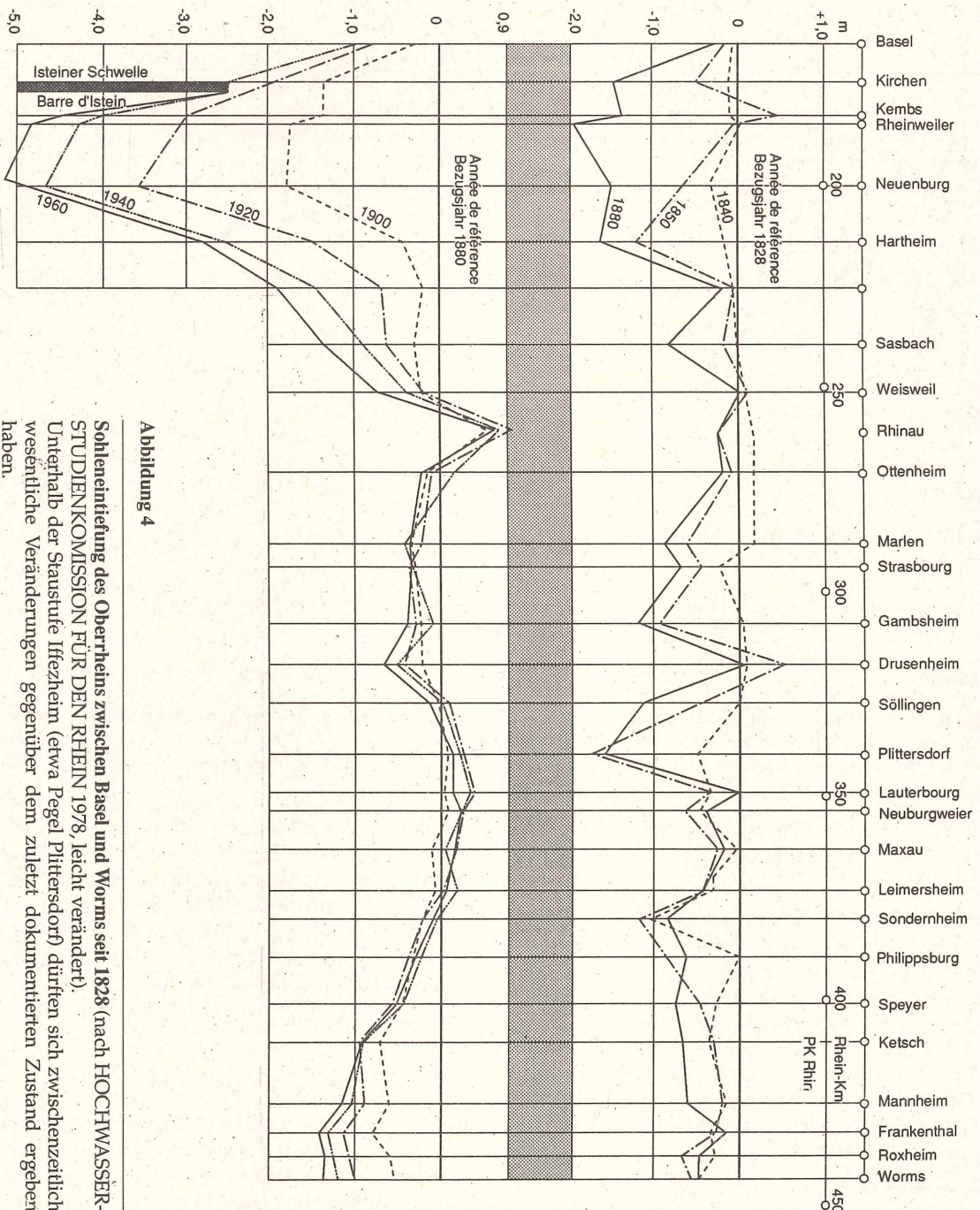


Abbildung 4

Sohleneintiefung des Oberrheins zwischen Basel und Worms seit 1828 (nach HOCHWASSER-STUDIENKOMMISSION FÜR DEN RHEIN 1978, leicht verändert).
Unterhalb der Staustufe Iffezheim (etwa Pegel Piltersdorf) dürften sich zwischenzeitlich wesentliche Veränderungen gegenüber dem zuletzt dokumentierten Zustand ergeben haben.

Intensität wie südlich Breisach. Hier vergrößerte sie immerhin den Anteil der sehr hochliegenden, nur kurzzeitig überschwemmten und daher dem Carpinion zuzurechnenden Standorte in der Aue auf Kosten vor allem der echten Hartholzauenstandorte – eine Tatsache, der bisher kaum Beachtung geschenkt wurde. Im Vergleich von Dauerlinien der Wasserstände des Pegels Erfelden vor der Tulla'schen Korrektur und aus den letzten Jahren (vgl. Abb. 5) wird deutlich, in welchem Maß die früher häufig und lange

Im Gegensatz zu den Flächenverlusten gibt es in der Bundesrepublik bisher nur ein einziges Beispiel, daß echte Auen flächenmäßig wieder – wenn auch zunächst unbeabsichtigt – erweitert wurden. Es handelt sich dabei um das Naturschutzgebiet Kühkopf-Knoblauchsäue, wo auf der Insel „Kühkopf“ die bei dem großen Hochwasser im April 1983 gebrochenen Dämme zum Schutz von Ackerflächen nicht mehr aufgebaut wurden; dadurch werden seitdem ca. 400 ha Ackerland, das der Sukzession überlassen blieb,

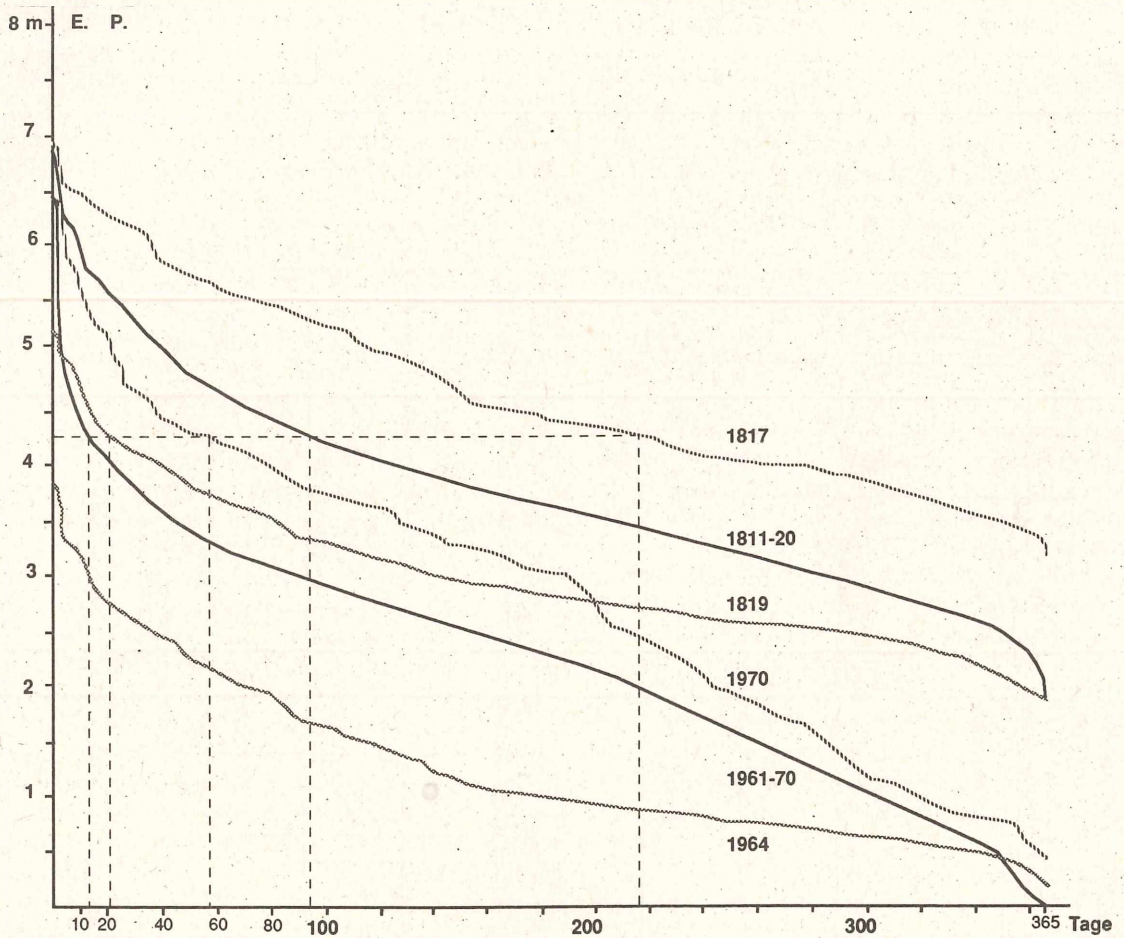


Abbildung 5

Dauerlinien der Wasserstände des Rheins am Pegel Erfelden für die Dekaden 1811-20 und 1961-70 im Mittel sowie für ausgesuchte nasse (1817, 1970) und trockene (1819, 1964) Jahre dieser Dekaden. Das Niveau von 4,25 m Erfelder Pegel markiert die ehemals tiefsten Standorte der Hartholzäue, die heute im Mittel nur noch an ca. 14 Tagen überflutet werden; zu Beginn des 19. Jahrhunderts waren es 95 Tage.

überschwemmten Flächen innerhalb der (rezenten) Aue in ihrem hydrologischen Charakter verändert wurden.

Es soll an dieser Stelle auch nicht verschwiegen werden, daß aufgrund eines fehlgeleiteten Naturschutz-Engagements Eingriffe in Altwasser-Bereiche (Dammbauten, Wehre etc.) getätigt wurden, die die Wasserstände stabilisieren und damit einigen wenigen, nicht unbedingt auetypischen, aber für Naturliebhaber interessanten Arten „bessere“ Lebensmöglichkeiten schaffen sollen. Solche Maßnahmen gehen ebenfalls zu Lasten der gesamten Auen-Biozönose, sie konnten bisher aber keine allzu großen Schäden anrichten (vgl. DISTER et al. 1980).

und 300 ha Wald wieder regelmäßig überflutet. Die Ergebnisse dieses großartigen und in seiner Art einmaligen Naturversuches sollen an anderer Stelle dargestellt werden. Möglichkeiten der Auenerweiterung werden aber derzeit ernsthaft im Zusammenhang mit den Hochwasserschutzmaßnahmen am Oberrhein diskutiert (vgl. DISTER 1985 a+c, 1986, und in diesem Band).

5. Die wichtigsten Auengebiete in der BRD

Heute wie auch vormalig im Naturzustand liegen die großen, einigermaßen naturnahen und hydrologisch nicht allzu stark veränderten Auengebiete am Oberrhein. Aber auch hier sind zusammen-

hängende Räume mit mehr als 500 ha spärlich geworden. Zu den wichtigsten zählen die in Baden gelegenen Rheinauen zwischen Rastatt und Karlsruhe mit einer Fläche von etwa 1800 ha, wozu ökologisch auch das letzte naturnahe Rheinauengebiet auf elsässischer Seite bei Seltz/Münchhausen (vgl. DILLMANN 1985) zu rechnen ist; sie vermitteln einen Eindruck vom Übergang zwischen der Furkationszone im Süden und der Mäanderzone im Norden. Die Flächen stehen teilweise unter Naturschutz (NSG „Rastatter Rheinaue“), sollen aber in den nächsten Jahren vollständig geschützt werden. Über ihr Arteninventar informieren u.a. DILGER & SPÄTH (1985).

Noch bedeutender ist das bereits erwähnte, größte Auen-Naturschutzgebiet „Kühkopf-Knoblauchsaue“ in der hessischen Rheinaue mit rund 2400 ha. Es dokumentiert die Mäanderzone des Oberrheins und ist besonders durch seine ausgedehnten Hartholzauenwälder sowie durch seine Verlandungsgesellschaften bekannt (vgl. DISTER & ZETTL 1978). Ebenfalls der Mäanderzone zugehörig und in Hessen gelegen ist das Naturschutzgebiet „Lampertheimer Altrhein“ mit über 500 ha Größe. Seine Bedeutung erhält es vor allem durch seine Wasserpflanzengesellschaften, Auenwiesen und durch seine Avifauna (vgl. DISTER & SIEGEL 1978).

Rheinland-Pfalz hat keine größeren Rheinauengebiete aufzuweisen, die noch regelmäßig überflutet werden und deswegen als echte Auen anzusprechen wären; das Naturschutzgebiet „Hördter Rheinaue“ umfaßt überwiegend ehemalige Auenwälder und ist nur zu einem sehr kleinen Teil an das hydrologische Regime des Rheins angeschlossen. Ökologisch wichtig sind allerdings einige Rheininseln zwischen Mainz und Bingen, die teils zu Hessen, teils zu Rheinland-Pfalz gehören. Einige von ihnen sind seit mehreren Jahrzehnten von größeren menschlichen Eingriffen verschont geblieben („Rüdesheimer Au“) und stellen daher ideale Studienobjekte dar.

Am **Niederrhein** ist vor allem das Naturschutzgebiet „Xantener Altrhein und Bislicher Insel“ mit über 600 ha Fläche zu nennen. Große Teile des Gebietes werden noch regelmäßig überflutet. Auenwälder fehlen zwar, doch bilden die ausgedehnten Röhrlichtbestände und Auenwiesen Dokumente der extensiv genutzten Kulturlandschaft des Niederrheins, die nicht nur vegetationskundlich interessant sind, sondern auch Lebens- und Nahrungsraum für brütende und durchziehende Vogelarten (Gänse!) bieten.

Die **Elbe** hat als einziger Fluß bzw. Flußabschnitt in Norddeutschland noch Auengebiete aufzuweisen, die nennenswerte Reste von (Hartholz-) Auenwäldern beinhalten. Als ausgesprochene Besonderheit unter ihnen muß das nur 76 ha große NSG „Heuckenlock“ hervorgehoben werden, das im Süßwasser-Tidebereich innerhalb des Stadtgebietes von Hamburg liegt. Es wird im 6-Stunden-Rhythmus der Gezeiten überflutet bzw. fällt trocken und dokumentiert damit den an

der gesamten Nordseeküste ansonsten verschwundenen Typ der Tide-Auen (vgl. MANG 1984). Da das „Heuckenlock“ wesentlich häufiger als „normale“ Flußauen überflutet wird, ist der Nährstoffeintrag enorm, der wiederum den beeindruckenden Riesenwuchs sämtlicher krautiger Pflanzen hervorruft. Als weiteres, wichtiges Gebiet an der Elbe sind die im Landschaftsschutzgebiet „Elbholz von Gartow und Pevestorfer Elbwiesen“ zusammengefaßten, knapp 800 ha großen Auenflächen zu erwähnen, die leider größtenteils von den Überflutungen der Elbe durch Dämme abgeschnitten sind. Das insgesamt gesehen noch recht naturnahe Schutzgebiet weist etliche (sub-) kontinentale Arten auf (z.B. *Bombina bombina*), die hier gerade noch in die BRD reichen. Über die Situation der bayerischen Flußauen berichtet SCHREINER (in diesem Band) gesondert.

6. Literatur

- BAYER. LANDESAMT f. WASSERWIRTSCHAFT (1984)(Hrsg.):
100 Jahre Wasserbau am Lech zwischen Landsberg und Augsburg.-Schr.Reihe Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft, 19, 122 pp. + Anhang
- CARBIENER, R. (1970):
Un exemple de type forestier exceptionnel pour l'Europe occidentale: la forêt du lit majeur du Rhin au niveau du fossé rhénan (Fraxino-Ulmetum OBERD. 53). Intérêt écologique et biogéographique. Comparaison à d'autres forêts thermophiles.- Vegetatio, 20: 97-148
- DILGER & SPÄTH (1985):
Kartierung und Bilanzierung schutzwürdiger Bereiche der Rheinniederung, im Regierungsbezirk Karlsruhe.- Natur und Landschaft, 60, 11: 435-440
- DILLMANN, E. (1985):
Le „Delta“ de la Sauer, ses particularités hydrologiques et écologiques. Aspects particuliers de la végétation du Delta de la Sauer: composition, répartition, adaptation.- Encyclopédie d'Alsace, 11: 6603-6668
- DISTER, E. (1980):
Geobotanische Untersuchungen in der hessischen Rheinaue als Grundlage für die Naturschutzarbeit.- Diss. Math.-Nat. Fak., Göttingen
- (1985 a):
Auenlebensräume und Retentionsfunktion.- ANL-Tagungsber. (Die Zukunft der ostbayerischen Donaulandschaft) 3: 74-90
- (1985 b):
Zur Struktur und Dynamik alter Hartholzauenwälder (Quercu-Ulmetum ISSL. 24) am nördlichen Oberrhein.- Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich, 123: 13-31
- (1985 c):
Taschenpolder als Hochwasserschutzmaßnahme am Oberrhein.- GR, 37, 5: 241-247
- (1986):
Hochwasserschutzmaßnahmen am Oberrhein. Ökologische Probleme und Lösungsmöglichkeiten. - Geowissenschaften in unserer Zeit, 4, 6: 194-203
- DISTER E. & H. ZETTL (1978):
Kühkopf-Knoblauchsaue. - in: HILLESHEIM-KIMMEL et al.: Naturschutzgebiete in Hessen: 86-97., Darmstadt
- DISTER E. & H. SIEGEL (1978):
Lampertheimer Altrhein. - in: HILLESHEIM-KIMMEL et al.: Naturschutzgebiete in Hessen: 27-38, Darmstadt

- DISTER E., H.-G. FRITZ & W. HEIMER (1980):
Pflegepläne für hessische Naturschutzgebiete im Lichte ökologischer Forschung – Beispiele aus der Rheinaue. – Verh. Ges. Ökol. (Freising-Weißenstephan) 8: 119-127
- FRÖHLICH, H. (1975):
Die Geschichte des Oberrheinausbau. – Wasserwirtschaft, 65, 9: 219-222
- GERKEN, B. (1988):
Auen. Verborgene Lebensadern der Natur. – Rombach, Freiburg
- HELLER, H. (1963):
Struktur und Dynamik der Auenwälder. – Beitr. z. geobot. Landesaufnahme d. Schweiz, 44: 1-75
- (1969):
Lebensbedingungen und Abfolge der Flußauenvegetation in der Schweiz. – Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, 45, 1: 1-124
- HOCHWASSERSTUDIENKOMMISSION f.d. RHEIN (1978):
Schlußbericht. – 59 pp. + Anhangsband
- HÜGIN, G. (1962):
Wesen und Wandlung der Landschaft am Oberrhein, – Sonderdr. aus „Beiträge zur Landespflege“, 1 (Festschr. Wiepking): 186-250
- (1984):
Die Auenwälder des südlichen Oberrheintales und ihre Veränderung durch den Rheinausbau. – Colloques phytosociologiques, 9 (Les forêts alluviales, Strasbourg): 677-706
- v. ITTNER, F. (1819):
Über die Bildung der Rheininseln im Breisgau. – Eleutheria, 1, 2: 193-226
- KORNECK, D. (1962/63):
Die Pfeifengraswiesen und ihre wichtigsten Kontaktgesellschaften in der nördlichen Oberrheinebene und im Schweinfurter Trockengebiet. I. Das Molinietum medioeuropaeum, II. Die Molinieten feuchter Standorte, III. Kontaktgesellschaften. – Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschl., 21, 1: 55-77; 2: 165-190; 1: 19-44
- KUNZ, E. (1975):
Von der Tulla'schen Rheinkorrektion bis zum Oberrheinausbau – 150 Jahre Wasserbauten am Oberrhein. – Jb. Natursch. Landschaftspf., 24: 59-78
- KUHN, N. & R. AMIET (in Druck):
Auengebiete der Schweiz von nationaler Bedeutung / Zones alluviales de Suisse d'importance nationale. – Ber. Eidg. Forschungsanst. f. Wald, Schnee und Landschaft
- MANG, F. (1984):
Der Tide-Auenwald „NSG Heuckenlock“ an der Elbe bei Hamburg Gemarkung Elbinsel Hamburg-Moorwerder (2526) Stromkilometer 610,5 bis 613,5. – Colloques phytosociologiques, 9 (Les forêts alluviales, Strasbourg 1980): 641-676
- PENKA, M. et al. (1985):
Floodplain Forest Ecosystem. I. Before water management measures. – Elsevier, Amsterdam
- PHILIPPI, G. (1960):
Zur Gliederung der Pfeifengraswiesen im südlichen und mittleren Oberrheingebiet. – Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschl., 19: 138-187
- (1982):
Änderungen der Flora und Vegetation am Oberrhein. – Veröff. Pfälz. Ges. z. Förderung d. Wissenschaften in Speyer, 70: 87-105
- SCHÄFER, W. (1974):
Der Oberrhein, sterbende Landschaft ?. – Natur und Museum, 104, 8: 248-252; 10: 297-305; 11: 331-343; 12: 358-363
- SCHREINER, J. (1985):
Die Donauniederung zwischen Regensburg und Vilshofen – Landschaft, Pflanzen, Tiere. – Laufener Seminarbeiträge 3/85 (Die Zukunft der ostbayerischen Donaulandschaft): 9-15
- SOLMSDORF, H. et al. (1975):
Ermittlung und Untersuchung der schutzwürdigen und naturnahen Bereiche entlang des Rheins (Schutzwürdige Bereiche im Rheintal). – Schr. R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz, 11, 186 pp.
- WALTER, J.M.N. (1979):
Étude des structures spatiales en forêt alluviale rhénane. V. L'architecture forestière observée. – Oecol. Plant., 14, 3: 401-410
- (1979):
Étude des structures spatiales en forêt alluviale rhénane. I. Problèmes structuraux et donnée expérimentales. – Oecol. Plant., 14, 3: 345-359
- WEISS, F.-H. (1981):
Die flußmorphologische Entwicklung und Geschichte der Salzach. – ANL-Tagungsbericht, 11: 24-33
- (1988):
Flußbetteintiefungen unterhalb von Stauanlagen – Untersuchungsmethoden und Möglichkeiten der Sanierung. – Wasser + Boden, 40, 3: 136-142

Anschrift des Verfassers:

Dr. Emil Dister
WWF-Auen-Institut
Josefstr. 1
D- 7550 Rastatt

Die Situation der Flußauen in Bayern

Johann Schreiner

1. Einführung

Mit etwas über 70.000 Quadratkilometern Fläche ist der Freistaat Bayern das größte der 11 Länder der Bundesrepublik Deutschland. Es ist zugleich auch das gewässerreichste. Etwa 70.000 km beträgt die Gesamtlänge aller Fließgewässer (SCHREINER 1987). Jeder Quadratkilometer Gebietsfläche enthält damit durchschnittlich 1 km Fließgewässer. Das bayerische Staatsgebiet liegt mit rund 68 % im Stromgebiet der Donau, mit rund 29 % im Stromgebiet des Rheins. 3 % der Fläche Bayerns berühren im Norden und Osten die Stromgebiete von Elbe und Weser (RUHS 1978).

Das Bayerische Wassergesetz (BayWG) unterscheidet Gewässer 1. bis 3. Ordnung. Fließgewässer 1. Ordnung sind alle größeren Flüsse Bayerns (Tabelle 1). Für ihren Unterhalt ist der Freistaat Bayern zuständig. Die Gesamtlänge beträgt etwa 3900 km. Fließgewässer 2. Ordnung sind Gewässer, die wasserwirtschaftlich von größerer Bedeutung sind. Sie umfassen im wesentlichen alle kleineren Flüsse und größeren Bäche. Für ihren Unterhalt sind die Regierungsbezirke zuständig. Ihre Lauflänge beträgt rund 2200 km. Für die übrigen Gewässer (3. Ordnung) liegt die Zuständigkeit bei den Gemeinden.

Tabelle 1

Fließgewässer 1. Ordnung in Bayern (nach BayWG vom 18.9.1981)

Gewässer	Anfangspunkt	Endpunkt	Länge in km
Aisch	Einmündung der kleinen Weisach	Mündung in die Regnitz	29,0
Altmühl	Einmündung des Großen Aurachbachs	Mündung in die Donau	191,7
Alz	Ausfluß aus dem Chiemsee	Mündung in den Inn	63,0
Ammer	Einmündung der Halbammer	Mündung in den Ammersee	54,1
Amper	Ausfluß aus dem Ammersee	Mündung in die Isar	100,0
Donau	Landesgrenze gegen Baden-Württemb.	Landesgrenze gegen Österreich	386,7
Fränk. Saale	Einmündung der Brend	Mündung in den Main	96,9
Iller	Zusammenfluß Breitach und Trettach	Mündung in die Donau	147,0
Ilz	Einmündung der Wolfsteiner Ohe	Mündung in die Donau	22,3
Inn	Landesgrenze bei Kiefersfelden	Mündung in die Donau	217,6
Isar	Landesgrenze gegen Österreich	Mündung in die Donau	263,3
Itz	Einmündung der Rodach	Mündung in den Main	21,3
Lech	Landesgrenze gegen Österreich	Mündung in die Donau	167,5
Loisach	Landesgrenze gegen Österreich	Mündung in die Isar	100,3
Main	Zusammenfluß Roter und Weißer Main	Landesgrenze gegen Hessen	406,6
Mangfall	Ausfluß aus dem Tegernsee	Mündung in den Inn	58,0
Naab	Zusammenfluß Wald- und Heidenaab	Mündung in die Donau	98,3
Pegnitz	Einmündung des Högenbachs	Zusammenfluß Pegnitz-Rednitz	57,0
Rednitz	Zusammenfluß Fränk./Schwäb. Rezat	Zusammenfluß Rednitz-Pegnitz	45,6
Regen	Zusammenfluß Schwarzer/Weißer Regen	Mündung in die Donau	107,4
Regnitz	Zusammenfluß Pegnitz und Rednitz	Mündung in den Main	63,7
Rodach	Einmündung der Wilden Rodach	Mündung in den Main	31,3
Rott	Wasserspeicher bei Postmünster	Mündung in den Inn	63,1
Saalach	Landesgrenze bei Melleck	Mündung in die Salzach	32,8
Salzach	Landesgrenze bei Saalachmündung	Mündung in den Inn	59,3
Schwarzach	Wasserspeicher bei Eixendorf	Mündung in die Naab	55,0
Schw. Regen	Zusammenfluß Großer/Kleiner Regen	Zusammenfluß mit Weißem Regen	60,0
Tiroler Achen	Landesgrenze gegen Österreich	Mündung in den Chiemsee	24,1
Traun	Zusammenfluß Weiße und Rote Traun	Mündung in die Alz	28,8
Vils	Wasserspeicher bei Marklkofen	Mündung in die Donau	58,4
Waldnaab	Einmündung der Floß	Zusammenfluß Wald-/Heidenaab	23,4
Wertach	Einmündung der Wertacher Starzlach	Mündung in den Lech	129,3
Wörnitz	Einmündung der Eger	Mündung in die Donau	26,5
		Summe	3290,0



Abbildung 1

Die größten Flüsse Bayerns

2. Flußlänge und Flächengröße

In den Definitionen von BREHM & MEIJERING (1982) und WILHELM (1966) wird die Grenze zwischen Bächen und Flüssen bei einer mittleren Wasserführung von einem bzw. 10-20 m³/sec gezogen. Dieser großen Bandbreite entsprechend kann die Gesamtlänge der bayerischen Flüsse auf etwa 5000 km geschätzt werden (Abbildung 1).

Die flußbegleitenden Auen werden je nach Höhenlage unterschiedlich häufig überflutet. Sie liegen eingebettet in diluviale Schotterterrassen. In der Geologischen Karte von Bayern 1:500.000 des Bayerischen Geologischen Landesamtes finden die Auen (einschließlich alluvialer Flußterrassen) in den alluvialen Talsedimenten ihre Entsprechung. Niedermoore, die sich infolge dominierenden Grundwassereinflusses oft in Randlagen ehemaliger Flußauen nach Ausbleiben der Überflutungen gebildet haben, werden ausgespart.

Die größeren Flußauen entsprechend den obigen Kriterien mit einer Breite von über einem Kilometer über eine größere Strecke sind in Tabelle 2 zusammengestellt (Abbildung 2). Der Zustand der Auen ist dabei nicht berücksichtigt.

Die 25 größten bayerischen Flußauen umfassen damit eine Fläche von etwa 2250 km². Insgesamt dürfte damit die Fläche der Flußauen in Bayern nicht über 3000 km² liegen. Das sind etwas über 4 % des Staatsgebietes.

3. Allgemeine Charakterisierung

Bei den in Abb. 2 dargestellten Auenflächen handelt es sich um ursprünglich vorhandene. Sie bilden mit den Flüssen zusammenhängende Ökosystemkomplexe. Je nach Typ sind folgende Elemente vorhanden:

Tabelle 2

Übersicht über die größten bayerischen Flußauen, einschließlich alluvialer Flußterrassen, nur bayerischer Anteil

Lfd. Nr	Fluß	Abschnitt (von - bis)	Fläche (km ²)
01	Main	Staffelstein - Wipfeld	104
02	Itz	Rossach - Mündung in den Main	14
03	Regnitz	Erlangen - Mündung in den Main	38
04	Wiesent	Streitberg - Mündung in die Regnitz	11
05	Waldnaab	Neustadt - Luhe	15
06	Altmühl	Leutershausen - Markt Berolzheim	39
07	Wörnitz	Wassertrüdingen - Heroldingen	29
08a	Iller	Vöhringen - Mündung in die Donau	15
08b	Iller	Memmingen - Pleß	22
09	Roth	Boos - Weissenhorn	50
10	Mindel	Pfaffenhausen - Mündung in die Donau	84
11	Wertach	Ettringen - Mündung in den Lech	42
12	Gennach	Buchloe - Mündung in die Wertach	23
13	Lech	Landsberg - Mündung in die Donau	248
14a	Donau	Ulm - Einung	581
14b	Donau	Regensburg - Pleinting	205
15	Chamb/Regen	Arnschwang - Roding	26
16	Ammer	Peißenberg - Mündung in den Ammersee	25
17	Amper	Olching - Allershausen	45
18a	Isar	Bad Tölz - Schäftlarn	36
18b	Isar	München - Mündung in die Donau	147
19	Vils	Frontenhausen - Aunkirchen	46
20	Mangfall	Bruckmühl - Mündung in den Inn	55
21	Inn	Landesgrenze bei Kiefersfelden - Neuhaus	243
22	Rott	Pfarrkirchen - Mündung in den Inn	44
23	Achen	Schleching - Mündung in den Chiemsee	36
24a	Salzach	Fridolfing - Tittmoning	11
24b	Salzach	Freilassing - Laufen	8
25	Saalach	Bad Reichenhall - Mündung in die Salzach	14
		Summe	2256

- **Fluß** (mit Kolken, Flachwasserzonen, Sand- bzw. Schotterbänken, Bereichen unterschiedlicher Strömungsgeschwindigkeit und Strömungsrichtung)
- **Ufer** (Steilufer, Uferabbrüche, Flachufer, Schlickufer, Hartsubstratufer, Pioniervegetation)
- **periodischer Überflutungsbereich** (moosbewachsene Felsen, Schotterflächen, Auwiesen, Altwässer mit Verlandungszonen, Weichholzauwälder)
- **aperiodischer Überflutungsbereich** (Hartholzauwälder, Brennen, alluviale Flußterrassen)

Heute sind nahezu alle Flußauen in Bayern in irgendeiner Weise beeinträchtigt:

Stauseen

- führen durch verstärkte Sedimentation zum Verlust von Kiesböden in Flüssen
- unterbrechen den Geschiebetrieb
- unterbrechen Wanderbeziehungen von Fischen und Wirbellosen
- tragen zur übermäßigen Erwärmung vor allem sommerkalter Gewässer bei
- vergleichmäßigen z.T. den Wasserabfluß

Wasserausleitungen

- veröden die Ausleitungsstrecke
- unterbrechen Wanderbeziehungen von Fischen und Wirbellosen

Abwassereinleitungen

- verändern den Gewässerchemismus
- belasten vor allem oligo- und mesotrophe Gewässer
- führen zum Verlust vegetationsfreier Kies- und Sandufer sowie zur Überdeckung des Kiesuntergrundes von Flüssen

Abwärmeeinleitungen

- führen zum Verlust sommerkalter, sauerstoffreicher Gewässer

Eindeichungen

- trennen den Fluß von der begleitenden Aue

Uferbefestigungen

- verhindern die Ausbildung von Standortgradienten

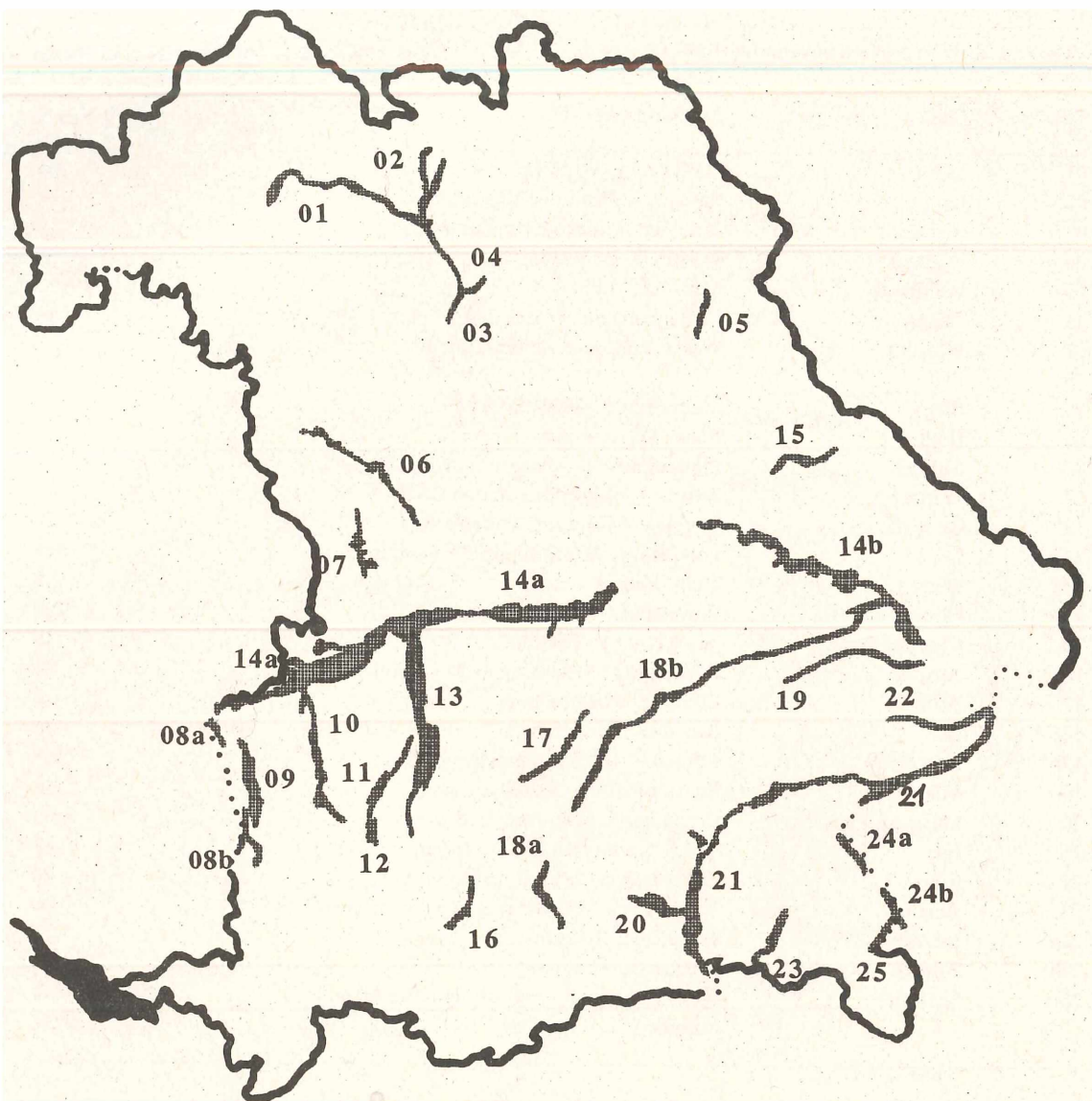


Abbildung 2

Die größten bayerischen Flußauen (einschließlich alluvialer Flußterrassen)

- verhindern die Fortentwicklung einzelner Auentypen (wandernde Mäander!)
- verhindern die Entstehung von Uferabbrüchen

Schwebstoffeintrag (bes. durch Bodenerosion)

- führt zur Umwandlung von Flüssen mit neuentstehenden Inseln oder wandernden Mäandern in fixierte Flußtypen (VOLLRATH 1976)

Begradigung, Kanalisierung

- führen zur Erhöhung des Fließgefälles
- führen (damit) zur Erhöhung der Fließgeschwindigkeit
- führen (damit) zur Erhöhung der Schleppkraft und Eintiefung des Flusses
- führen zur Erhöhung der Hochwasserspitzen und Auflandung des flußabwärts anschließenden Abschnittes.

4. Zustand der Fließgewässerstrecken

In Bayern hat das Landesamt für Umweltschutz (schriftl. Mitteilung) 1987 eine grobe Übersicht über den Umfang verbliebener Fließstrecken im Bereich von Fließgewässern 1. Ordnung erarbeitet (Abbildung 3). Die qualitative Ausprägung, wie insbesondere der biologische Gütezustand, blieb dabei unberücksichtigt. Als Erfassungs-Mindestlänge für eine Fließstrecke mit überwiegend Fließgewässereigenschaften wurde bei Donau und Inn eine durchgehende Fließstrecke von 10 km, bei den sonstigen Flüssen eine solche von 5 km Länge festgelegt. Die Festlegung ist im wesentlichen arealökologisch, d.h. im Sinne von Mindesthabitatgrößen, begründet. Niedrige Anstau, z.B. durch Schwellen, niedrige Wehre oder Mühlstau, wurden im Rahmen dieser Erfassung nicht berücksichtigt. Bei den Flußstrecken ohne typische Fließgewässereigenschaften wurden neben Stauanlagen, die die Fließgewässereigenschaften beseitigen bzw. erheblich beein-

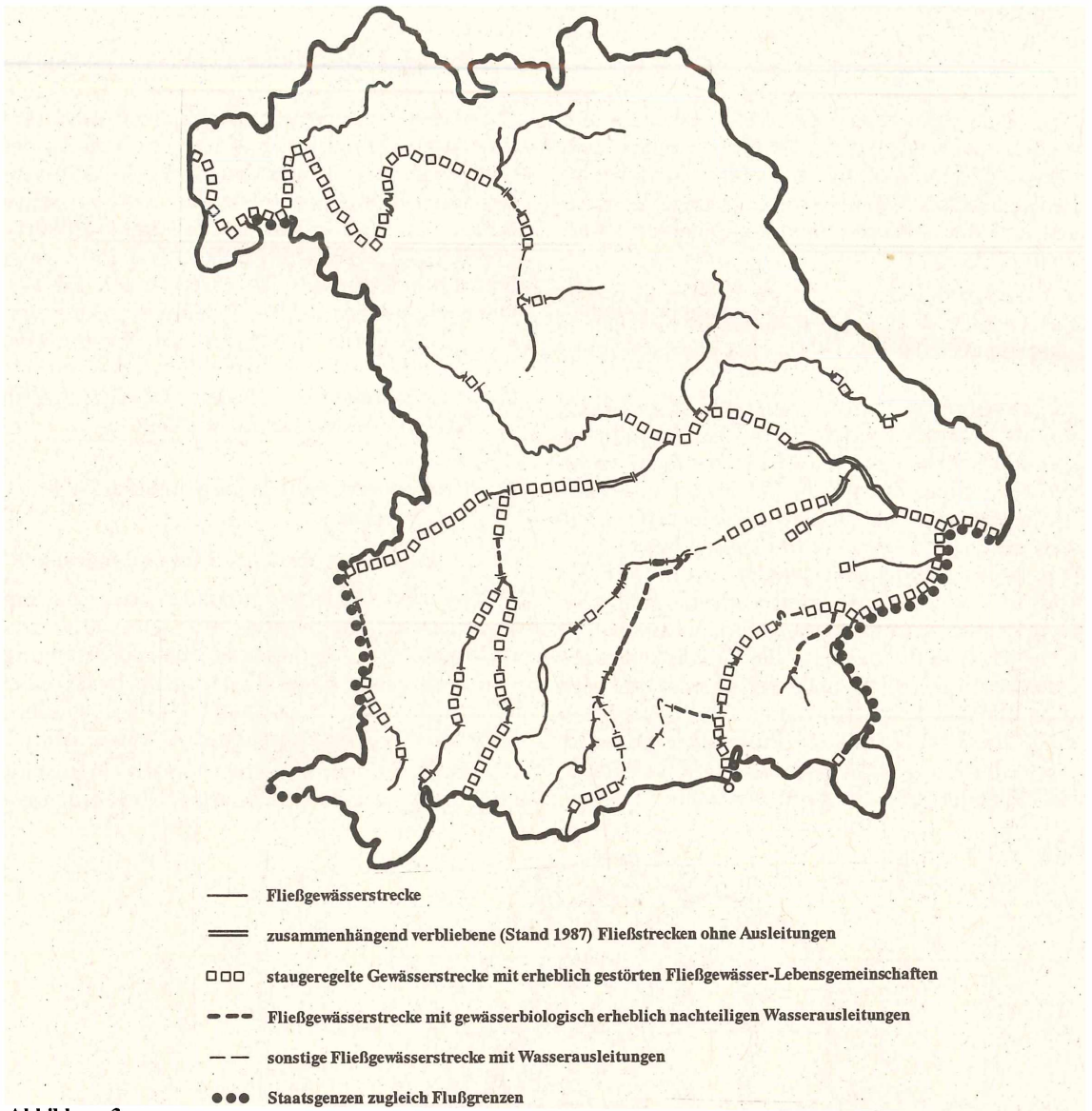


Abbildung 3

Fließ- und Abflußverhältnisse bei Gewässern 1. Ordnung
(nach Bayer. Landesamt für Umweltschutz 1987)

Tabelle 3

Beeinträchtigungen von Fließgewässern 1. Ordnung in Bayern durch Staustufen und Wasserausleitungen (LfU 1987, schriftl.)

Fluß	Gesamtlänge km = 100 %	verblieb. Fließstrecken ohne Ausleitungen		verblieb. Fließstrecken mit Ausleitungen*			Zahl der Staustufen/ Wehr auf Ges.-Strecke
		km	%	km	%	Qmind.	
Main	ca. 300	11	4	-	-	-	28
Donau	ca. 385	143 (61)**	37 (16)**				24 (27)**
Iller	ca. 130	58	45	44	34	0-5	13
Lech	ca. 150	15	10	21	14	0-5	31
Isar	ca. 250	32	13	96	38	-	17
Inn	ca. 210	22	11	38	18	5	14
Salzach	ca. 60	60	100	-	-	-	-

* berücksichtigt wurden nur erheblich nachteilige Ausleitungen

** nach beabsichtigtem Ausbau der Donau zwischen Straubing und Vilshofen verbleibend

trächtigen, auch ökologisch wirksame Gewässer- ausleitungen in die Erfassungsarbeiten miteinbezogen.

Die entsprechende Auswertung der wichtigsten Fluß- bzw. Stausysteme gibt das in Tabelle 3 und Abb. 3 dargestellte Bild. Die großen Flüsse und Ströme sind mit wenigen Ausnahmen stark verändert. Hinsichtlich des Gewässers Donau kann als Ergebnis der Arbeiten folgendes festgehalten werden:

Von dem ca. 385 km langen Lauf der Donau durch Bayern gibt es nach dem derzeitigen Ausbaustand noch ca. 143 km (37 %) Fließgewässerstrecken. Die größte zusammenhängend verbliebene Flußstrecke bildet der Donauabschnitt zwischen Straubing und Vilshofen. Die im Bau befindliche Staustufe Straubing wurde bereits nicht mehr berücksichtigt. Entsprechend dem Landesentwicklungsprogramm Bayern soll dieser Abschnitt aber noch durch mehrere in Planung befindliche Staustufen staugeregelt werden, so daß er als Fließstrecke dann insgesamt verloren geht. Der zweitgrößte zusammenhängend verbleibende Fließgewässerabschnitt ist die Gewässerstrecke zwischen Ingolstadt und der Stauwurzel der Staustufe Bad Abbach mit einer Gesamtlänge von ca. 47 km (12 %) Lauflänge. Wesentlich kürzer ist ein weiterer noch zusammenhängend verbliebener Fließgewässerabschnitt zwischen Donau-

wörth und Lechmündung mit einer Lauflänge von ca. 14 km.

Die in dieser Aufstellung nicht berücksichtigten Kleinwasserkraftwerke haben ebenfalls erhebliche Auswirkungen auf die Fließgewässer und ihre Auen, da mit ihnen immer ein Aufstau des Gewässers und meistens auch eine Ausleitungsstrecke verbunden ist. Für den ostbayerischen Raum liegt eine Erfassung der Kleinkraftwerke vor (OBAG 1987). In Abbildung 4 stellt jeder Punkt mindestens ein Wasserkraftwerk dar. Wegen der großen Anzahl von Kleinwasserkraftwerken und ihrer Häufung an bestimmten Wasserläufen war es nicht möglich, jedes einzelne Werk darzustellen. Insgesamt gibt es in diesem Teil Bayerns 1253 Kleinkraftwerke.

5. Nutzungsverteilung in ausgewählten Fluß- auen Bayerns

5.1 Donauauen zwischen Ulm und Ingolstadt

Wesentlich detailliertere Aussagen liefert die vom Bayerischen Landesamt für Umweltschutz durchgeführte „Ökologische Zustandserfassung von Flußauen in Bayern“ Bezugsfläche ist dabei allerdings nicht die gesamte Flußaue sondern lediglich die jüngste Flußaue, die „Auwaldstufe“ Für die Donauauen zwischen Ulm und Ingolstadt ergibt sich die in Tabelle 4 dargestellte Nutzungs-

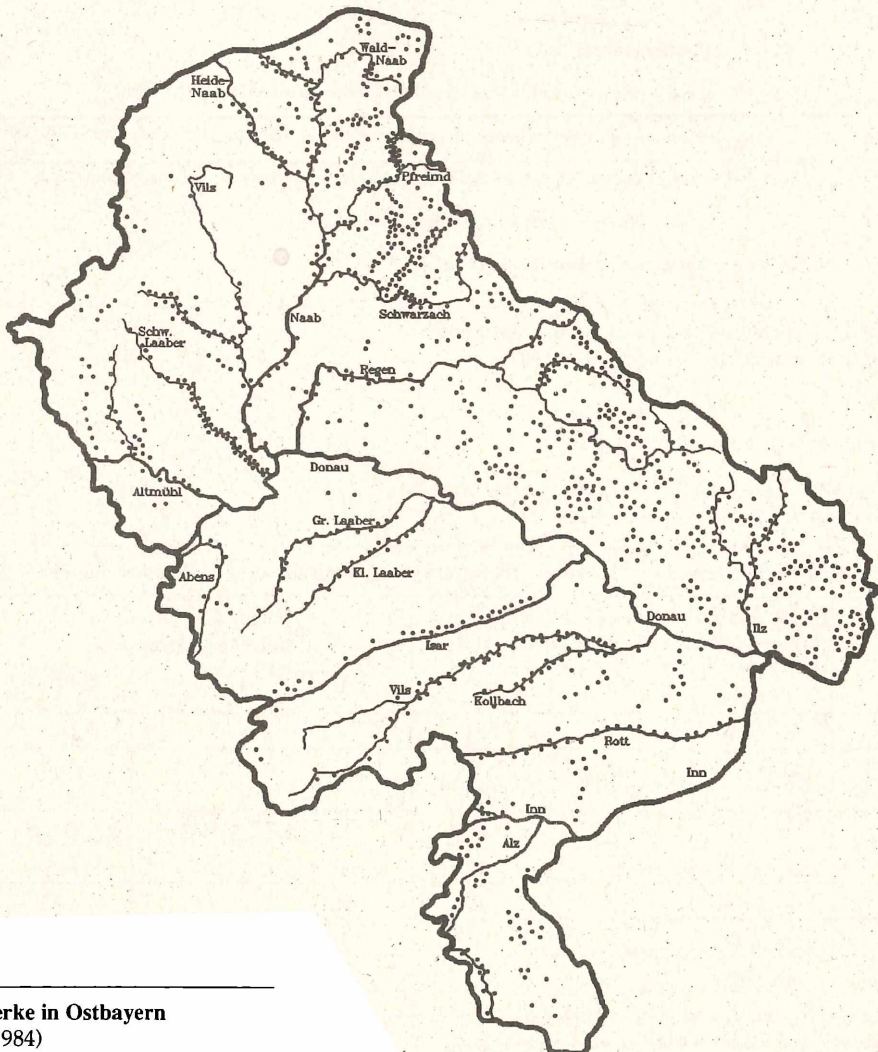


Abbildung 4

Wasserkraftwerke in Ostbayern
(nach OBAG 1984)

Tabelle 4

Nutzungsverteilung in bayerischen Flußauen

	Donau Ulm-Ingolstadt		Donau Ingolstadt-Weitenbg.		Donau Regensbg.-Straubing		Iller Aitrach-Mündung		Lech Landsberg-Mündung		Isar Gottfrieding-Mündg.		Salzach * Freilassing-Mündg.	
	Fläche	%	Fläche	%	Fläche	%	Fläche	%	Fläche	%	Fläche	%	Fläche	%
Auwald, naturnah	1634	9,8	114	2,4					32	0,4			56	2,7
Auwald, bed. naturnah	1257	7,5	223	4,8					1233	16,6	1545	33,4	372	17,9
Auwald, entf. naturnah	3334	19,9	669	14,2	449	3,7	2353	45	1637	22,0			437	21,0
Auwald, naturfern	1216	7,3	66	1,4					709	9,5	620	13,4	193	9,3
sonst. Gehölzflächen	451	2,7	164	3,5			106	2	283	3,8			40	1,9
Brennen	257	1,5	27	0,6	0	0,0	10	0	582	7,8	60	1,3	29	1,4
Gewässer	3283	19,6	924	19,6	1221	9,9	686	13	1179	15,9	480	10,4	761	36,5
Landwirtschaft	3742	22,4	2006	42,6	9087	73,8	1489	28	1147	15,4	1645	35,5	174	8,3
Abbauflächen	191	1,2	18	0,4			34	1	21	0,3	47	1,0	0	0,0
Siedlung, Verkehr	1352	8,1	494	10,5	1549	12,6	558	11	618	8,3	233	5,0	20	1,0
Summe	16717	100	4705	100	12306	100	5236	100	7441	100	4630	100	2082	100

Flächenangabe in ha
 * nur deutscher Auenanteil
 **wegen geringer Größe nicht erfaßt

verteilung (EDER & MAYER 1983). Die flächenmäßig bedeutendsten Veränderungen sind hier in drei Nutzungskategorien erfolgt:

- Rodung von Auwäldern für landwirtschaftliche Zwecke auf etwa einem Fünftel der Auenfläche,
- Vergrößerung der Gewässerfläche durch Kiesabbau und Stauseen auf ein Fünftel der Auenfläche,
- Beanspruchung von nahezu einem Zehntel der Auenfläche durch Siedlung, Verkehr, Industrie und Materialabbau.

Bedenkt man, daß nach EDER & MAYER (1983) nur 38 % der Auwälder und Brennen als naturnah oder bedingt naturnah angesprochen werden können und auch die Fläche aller naturnah verbliebenen Altwässer und Röhrichtbestände nur mehr etwa 1 % der Auenfläche umfassen, so ist von der ursprünglichen Flußau heute nur noch annähernd ein Fünftel erhalten.

5.2 Lechauen zwischen Landsberg und der Mündung

Vom Lech liegen detaillierte Vegetationskarten von SCHAUER (1984) über die Entwicklung der Lechaue südlich von Augsburg vor. Sie zeigen, wie rasant dieser Fluß (wie auch alle anderen Alpenflüsse) in den letzten Jahrzehnten verändert wurde (Abbildungen 5 - 7). Die Zustandserfassung der Lechauen (EDER & MAYER 1984) zwischen Landsberg und der Mündung in die Donau ergibt, daß die flächenmäßig bedeutendsten Veränderungen hier ebenso wie bei den untersuchten Donauauen durch Landwirtschaft, Wasserwirtschaft und Siedlungswesen erfolgt sind. Von den Wäldern und Brennen können 41 % als naturnah bzw. bedingt naturnah angesprochen werden. Auffallend ist der hohe Brennenanteil, der durch die ursprünglich vorhandenen, ausgedehnten Kiesflächen bedingt ist.

5.3 Illerauen zwischen Aitrach und der Mündung

Kaum mehr Brennen finden sich an der Iller. Dafür ist der Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche gegenüber den anderen Flußauen entsprechend hoch. Das genaue Ergebnis der Zustandserfassung der Illerauen (EDER & MAYER 1985) ist in Tabelle 4 dargestellt. Bemerkenswert ist dabei, daß von den 2.353 ha Waldfläche die naturnahen und bedingt naturnahen Auwälder nur einen Anteil von 37 % einnehmen.

5.4 Salzachauen zwischen Freilassing und der Mündung

Von den bisher vorgestellten Auenabschnitten gänzlich verschieden zeigen sich die Salzachauen von Freilassing bis zur Mündung in den Inn (LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ, schriftl.). Die Zustandserfassung zeigt das in Tabelle 4 dargestellte Bild. Bedingt durch die langen Durchbruchstrecken ist der Gewässeranteil mit über einem Drittel der Gesamtfläche sehr hoch. Entsprechend gering ist der Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche, letzteres vor allem auch durch das Fehlen von Staustufen bedingt. Der Anteil, der von Siedlung, Verkehr und Industrie beansprucht wird, ist mit einem Prozent der Auenfläche entsprechend gering.

5.5 Donauauen zwischen Ingolstadt und Weltenburg

Weiterhin untersucht ist mittlerweile die Donauaue zwischen Ingolstadt und Weltenburg (LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ, schriftl.). Mehr als die Hälfte der ehemals von auentypischen Lebensräumen eingenommenen Flächen

wird heute landwirtschaftlich genutzt bzw. wurde mit Siedlungen, Verkehrswegen und Industrieanlagen überbaut. Nur mehr 11 % der Auenfläche sind mit naturnahen und bedingt naturnahen Auwäldern bzw. Brennen bestanden.

5.6 Donauauen zwischen Regensburg und Pleinting

5.6.1 Allgemeine Situation

Eines der bestuntersuchteten Auengebiete in Bayern ist der Abschnitt der Donau zwischen Regensburg und Pleinting. Schon frühzeitig wurden in diesem Gebiet die Auwälder gerodet. An ihrer Stelle erfuhren die periodisch überfluteten Auwiesen eine wesentliche Erweiterung des Flächenanteils. Auwaldreste blieben in unmittelbarer Flußnähe erhalten. Der Fluß behielt bis in die 80er Jahre alle ursprünglichen Elemente (SCHREINER 1985, OAG OSTBAYERN 1977). Inzwischen ist der Ausbau zwischen Regensburg und Straubing beschlossen und teilweise durchgeführt. Die Staustufe Geisling ist errichtet; die Stufe Straubing im Bau. Für den weiteren Ausbau der Donau soll 1990 ein Raumordnungsverfahren mit einer Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt werden. ERTL (1985) begründet den Ausbau der Donau mit

- flußmorphologischen Problemen (Eintiefung) als Ergebnis wasserbaulicher Maßnahmen zwischen 1837 und 1960,
- schiffahrtstechnischen Problemen (nautische und verkehrstechnische Schwierigkeiten),
- landeskulturellen Problemen (Hochwasser).

Die Problemlösung wird in der Stauregelung gesehen. Dabei sollen nicht nur die flußmorphologischen und schiffahrtstechnischen Situationen geändert, sondern auch den Belangen des Hochwasserschutzes und der Binnenentwässerung Rechnung getragen werden.

5.6.2 Lebensgemeinschaften der Donauauen zwischen Regensburg und Pleinting

Die periodischen Überflutungen, verbunden mit herbstlichen Niedrigwasserperioden, sind es, die in diesem Gebiet bisher die Erhaltung auentypischer Lebensräume und Lebensgemeinschaften ermöglicht haben (SCHREINER 1980).

- Der **Fluß** mit seinen vielfältigen Strukturen (Sand- und Kiesbänke, Gleitufer, Kolke, Kiesgrund) beherbergt in Bayern hochbedrohte Fischarten wie Frauennerfling, Schrätzer, Zingel und Streber. Bis zu 30.000 Schwimmvögel überwintern auf dem im Winter eisfreien Donauabschnitt.








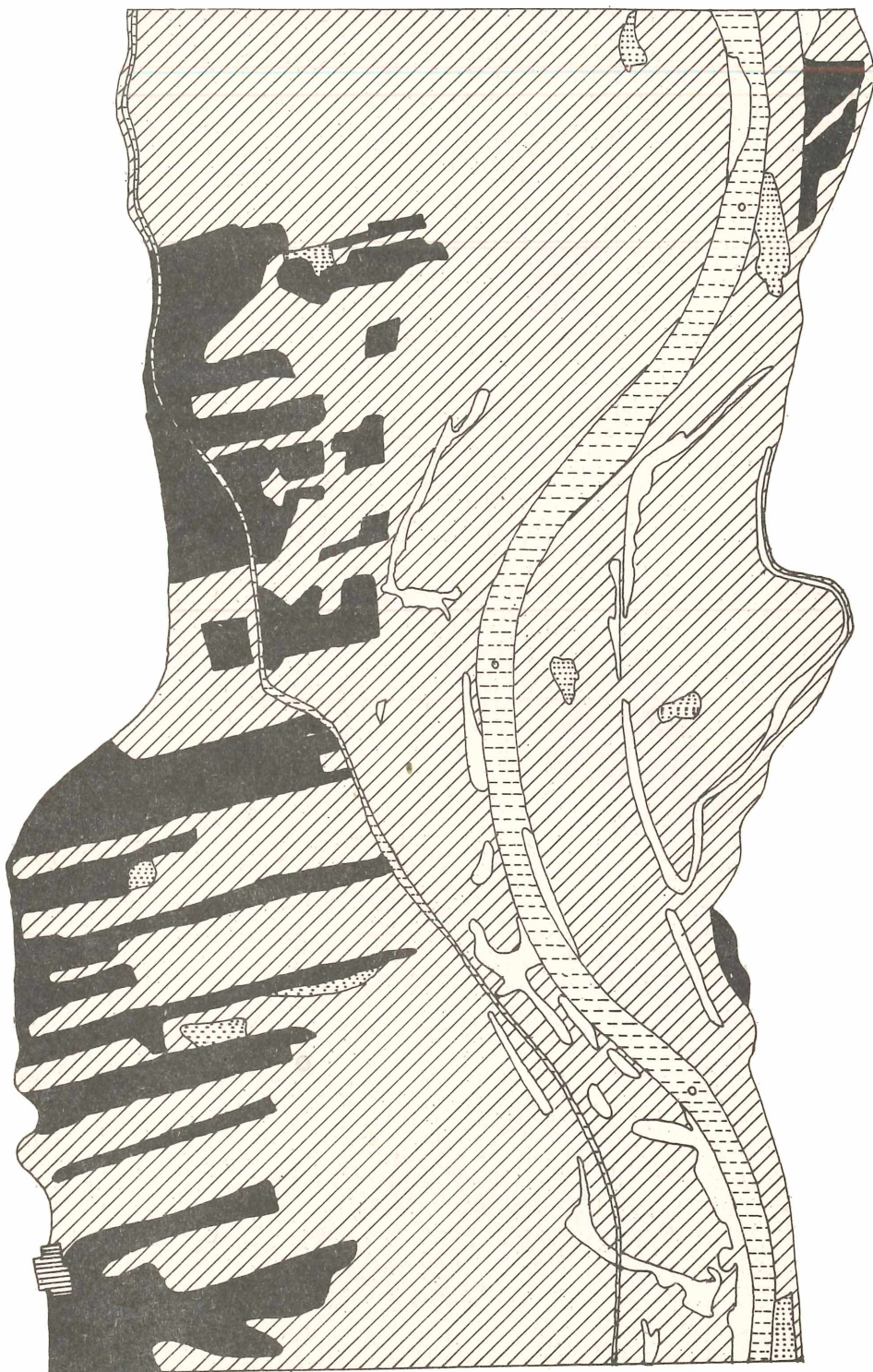
- | | | |
|---|---|--|
|  Gehölze |  Wasser |  Kies |
|  Magerrasen |  Acker, Wiese | |

Abbildung 5

Lechauen bei Merching/Mering 1924 (nach SCHAUER 1984)



 **Gehölze**

 **Wasser**

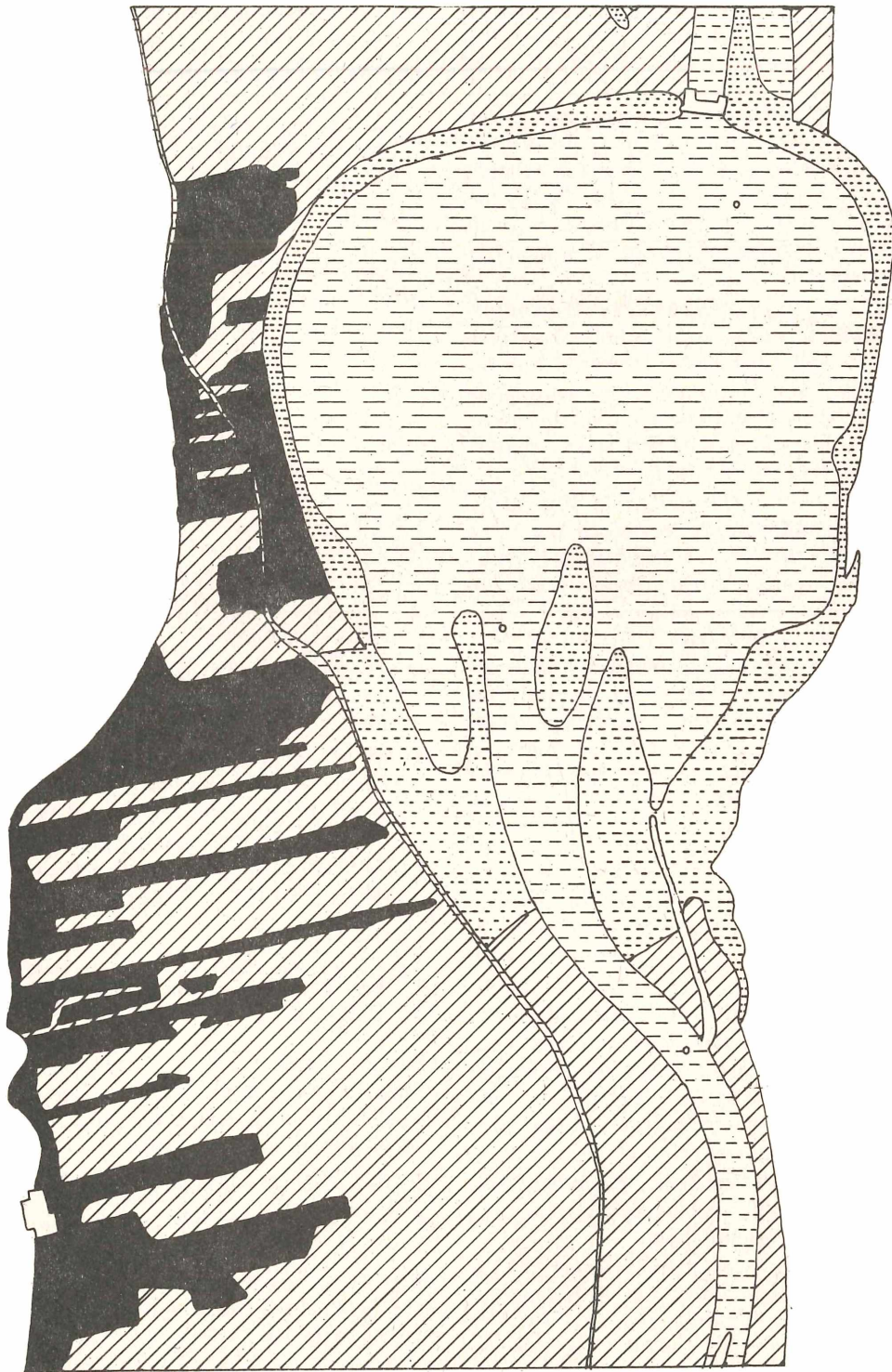
 **Kies**

 **Magerrasen**

 **Acker, Wiese**

Abbildung 6

Lechauen bei Merching/Mering 1940 (nach SCHAUER 1984)



▨ Gehölze

▧ Wasser

□ Kies

▤ Magerrasen

■ Acker, Wiese

Abbildung 7

Lechauen bei Merching/Mering 1982 (nach SCHAUER 1984)

- Die **Altwässer** sind ein einmaliges Brutgebiet verschiedener Vogelarten, z.B. Löffelente, Spießente, Schnatterente, Knäkente und Krickente. Ihre durch starke Wasserspiegel-schwankungen im Jahresgang geprägten Verlandungszonen enthalten viele in Bayern bedrohte Pflanzengesellschaften, z.B. Banaterseggenried (*Caricetum bueckii*), Schlammkrautfluren (*Cypero-Limoselletum*), Wasserkressen-Wasserfenchel-Sumpf (*Oenanthro-Roripetum*).
- Große Flächen des verbliebenen **Weichholzaenwaldes** werden vom Mandel-Korbweiden-Gebüsch (*Salicetum triandro-viminalis*) eingenommen. Zusammen mit dem Mündungsgebiet der Isar findet sich hier die größte mitteleuropäische Population des Blaukehlchens mit etwa 300 Brutpaaren.
- Einzigartig im bundesdeutschen Binnenland sind die großflächigen **Auwiesen** mit ihren Flutmulden und Seigen (ehemalige Fließgerinne der Donau). Sie beherbergen die größten bundesdeutschen Populationen der Wiesenvögel Großer Brachvogel, Uferschnepfe und Rotschenkel. Sie sind Lebensraum hochangepaßter Molluskengemeinschaften mit der Glänzenden Achatschnecke (*Cochlicopa nitens*) als Charakterart. Außerdem hat hier die Knoblauchkröte in den Flutmulden einen Verbreitungsschwerpunkt.

5.6.3 Entwicklung der Flächennutzung

Unabhängig vom Donau-Ausbau vollzieht sich seit den 60er Jahren ein Prozeß der Umstrukturierung, der zu gravierenden Lebensraumverlusten führt.

Daten aus der Bodennutzungs-Vorerhebung der Jahre 1967-1977 des Bayerischen Landesamtes für Statistik, München, belegen dieses. Tabelle 5 zeigt, daß in dem untersuchten Ausschnitt der Donauaue, der durchaus repräsentativ zu sehen ist, von 1967-1977

- der Anteil der Ackerflächen um etwa 12 % zugenommen hat, wobei die Zuwachsrate laufend größer geworden ist,
- der Anteil der Grünlandflächen um etwa 30 % abgenommen hat, wobei die Abnahmerate sich laufend beschleunigt hat,

- die Grünlandabnahme und Ackerlandzunahme in absoluten Werten sich die Waage halten,
- alle flächenbeanspruchenden Vorhaben (Kiesabbau, Errichtung von Straßen und Siedlungsgebieten) letztlich zu Lasten von nicht landwirtschaftlich genutzten naturnahen Rückzugsräumen gegangen sind.

Eine alle Lebensraumtypen umfassende Untersuchung der Entwicklung der Flächennutzung führten HANSEN & WINKELBRANDT (1984) auf der Basis einer Interpretation von Luftbildern der Jahre 1971 und 1982 der Donauaue zwischen Regensburg und Straubing durch. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Aus Tabelle 6 ist folgendes zu entnehmen: In den 11 Jahren von 1971 bis 1982

- nimmt die Grünlandfläche um nahezu 30 % ab,
- die Ackerfläche um 17 % zu. Der absolute Wert erreicht 83 % der Grünlandflächenabnahme,
- die Röhrich- und Seggenflächen vermindern sich um über 60 %,
- die Gehölzfläche nimmt um 13 % zu. Dies erfolgt vor allem durch Verbuschung von Röhrich- und Seggenflächen,
- erhöht sich durch die Anlage von Kiesabbauflächen die Fläche der sonstigen stehenden Gewässer um über 30 %, die sonstigen Flächen um etwa die Hälfte. Letzteres wird auch durch die Ausweitung der Siedlungs- und Straßenflächen bedingt.

6. Bestehende Ansätze zum Schutz bayerischer Flußauen

Bayerns Flußauen sind in einer rapiden Entwicklung hin zu immer naturferneren Zuständen begriffen. Zur Sicherung der Restflächen werden verschiedene Wege beschritten:

- Ausweisung von Naturschutzgebieten
- generelle Unterschutzstellung der Feuchtgebiete
- verstärkte Berücksichtigung des Naturschutzes bei wasserwirtschaftlichen Planungen

Tabelle 5

Flächenbilanz der Gemeinden Atting, Gmünd, Griesau, Kirchroth, Kößnach, Niederachdorf, Oberzeitldorn und Pondorf von 1967-1977 (alle Zahlenangaben in ha)

	1967	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Ackerland	3.045	3.185	3.242	3.311	3.315	3.333	3.411
Veränderung gegenüber 1972	-140	0	+57	+126	+130	+148	+226
Grünland	1.239	1.057	1.035	959	971	951	858
Veränderung gegenüber 1972	+182	0	-22	-98	-86	-106	-199
Ackerland und Grünland	4.284	4.242	4.277	4.270	4.286	4.284	4.269

Tabelle 6

Vergleich der Luftbildinterpretation 1971 und 1982 (nach HANSEN & WINKELBRANDT 1984)

Flächenbezeichnung	Fläche 1971 (ha)	% der Gesamtfläche 1971	Fläche 1982 (ha)	% der Gesamtfläche 1982	Änderung (ha)	Änderung (%)
Grünland/Wiese	3805,77	30,9	2694,56	21,9	- 1111,21	- 29,2
Brache/Wildkrautflur	3,52		2,65		- 0,87	
Röhricht/Seggen	205,36	1,7	77,38	0,6	- 127,98	- 62,3
Gehölze/Auwald	376,47	3,1	425,44	3,5	+ 48,97	+ 13,0
Off. Überschwemmungsböden	0,97		1,40		+ 0,43	
Altwasser	199,34	1,6	155,59	1,3	- 43,75	- 21,9
sonst. stehende Gewässer	84,71	0,7	138,27	1,1	+ 53,56	+ 63,2
Fließgewässer (außer Donau)	70,39	0,6	88,64	0,7	+ 18,25	+ 25,9
Deich	168,81	1,4	223,01	1,8	+ 53,2	+ 31,5
Acker	5388,16	43,8	6312,20	51,3	+ 924,04	+ 17,1
Wald/Forst	23,78	0,2	24,48	0,2	+ 0,70	+ 2,9
sonst. Flächen	875,85	7,1	1326,31	10,8	+ 449,46	+ 51,3
Donau	818,63	6,7	837,10	6,8	+ 18,47	+ 2,2
Summe	12306,03*		12306,03			

* davon 283,27 ha nicht interpretierbar

6.1 Ausweisung von Naturschutzgebieten in Flußauen

Neben den Nationalparks sind in Bayern die Naturschutzgebiete die strengste Schutzkategorie. Die für jedes Gebiet erlassene Verordnung bietet die Möglichkeit, jedwede Nutzung in den Schutzgebieten einzuschränken oder zu untersagen. Insgesamt waren am 31.12.1987 in Bayern 45 Naturschutzgebiete in Flußauen ausgewiesen (Tabelle 7). Das sind 13 % der Gesamtzahl der Naturschutzgebiete. Zusammen umfassen die Auenschutzgebiete etwa 9.500 ha, das sind 9,2 % der Gesamtnaturschutzgebietsfläche und etwa 3 % der Gesamtauenfläche (Tabelle 2) in Bayern. Dabei ist allerdings zu bedenken, daß von den 9.550 ha Auenschutzgebieten etwa 2.000 ha Stauseen umfassen und bei einigen auch die Talhänge miteinbezogen sind.

In keinem Naturschutzgebiet wurde die land- und forstwirtschaftliche Nutzung gegenüber der zum Zeitpunkt der Unterschutzstellung bestehenden eingeschränkt. Allerdings ist in fast allen Auenschutzgebieten die landwirtschaftliche Bodennutzung mit Auflagen versehen, die eine weitere Intensivierung verhindern sollen. Dies gilt auch für die Forstwirtschaft in etwa der Hälfte der Gebiete. In weit mehr als der Hälfte der Gebiete unterliegt die rechtmäßige Ausübung von Jagd und Fischerei keinen Beschränkungen.

6.2 Generelle Unterschutzstellung der Feuchtgebiete

Am 1. September 1982 hat der Freistaat Bayern im Rahmen einer Novellierung des Bayerischen Naturschutzgesetzes (BayNatSchG) den generellen Schutz von Feuchtgebieten ausgesprochen. Auf Flußauen bezogen betrifft dies folgende Lebensräume:

- Verlandungsbereiche von Gewässern,
- seggen- und binsenreiche Naß- und Feuchtwiesen,
- Mädesüß-Hochstaudenfluren,
- von den Auwäldern im wesentlichen die, die regelmäßig einmal jährlich überschwemmt werden.

Im Rahmen des Schutzes bedürfen damit alle Maßnahmen einer behördlichen Erlaubnis, die zu einer Zerstörung, Beschädigung, nachhaltigen Störung oder Veränderung des charakteristischen Zustandes der genannten Lebensräume führen können.

Im gleichen Gesetz ist eine Willenserklärung enthalten, die Brut-, Nahrungs- und Aufzuchtbiotop des Großen Brachvogels, der Uferschnepfe, des Rotschenkels, der Bekassine, des Weißstorchs und des Wachtelkönigs in feuchten (und wechselfeuchten) Wirtschaftswiesen und -weiden durch privatrechtliche Vereinbarungen zu sichern.

Tabelle 7

Naturschutzgebiete in bayerischen Flußauen

Bezeichnung	Größe (ha)	Lebensraumtyp	Betreten, Befahren des Gewässers	Straßen- u. Wegeunterhaltung	Gewässerunterhaltung	Landwirtschaft	Forstwirtschaft	Jagd	Fischerei
Isarauen zwischen Schäftlarn und Bad Tölz	1663	Aue gesamt	0	0	0	0	0	0	0
Ammerschlucht im Bereich der Scheibum	40	Aue ges., Talhänge	+	+	+	0	0	-	+
Mündung der Tiroler Achen	1250	Aue ges., Seeufer	0	0	0	0	0	0	0
Ammerschlucht an der Eschelsbacher Brücke	40	Aue ges., Talhänge	+	+	0	0	+	+	+
Ammertal im Bereich der Ammerleite und Talhänge	269	Aue ges., Talhänge	+	0	+	0		+	+
Lechabschnitt Hirschauer Steilhalde-Litzauer Schleife	189	Aue gesamt	0	0	0	0	0	+	0
Vogelfreistätte Ammersee, Südufer	499	Aue gesamt, Streuwiesen, Seeufer	0	0	0	0		+	0
Durchbruchstal der Tiroler Achen	68	Aue ges., Talhänge	+	0	0	0	0	+	+
Graureiherkolonie Au am Inn	21	Aue ges., Talhänge	0	0	0	0	0	0	0
Riedboden	140	Aue gesamt	+	0	+	0	0	+	+
Vogelfreistätte Innstausee bei Attel und Freiham	562	Stausee, Auwald, Talhänge	0	0	0	0	0	0	0
Isarauen zwischen Hangenham und Moosburg	630	Aue gesamt	+	+	+	0	+	+	+
Königsau Großmehring	28	Altwasser, Baggersee	0	0	0	0	0	+	0
Innleite bei Markt I	206	Auwald, Altwasser, Talhänge	+	0	0	0	0	+	+
Amperauen bei Palzing	66	Aue gesamt	0	+	0	0	0	+	0
Weltenburger Enge	560	Aue gesamt	+	+	0	0	+	+	+
Saußbachleite	19	Aue ges., Talhänge	0	-	0	0	-	+	+
Unterer Inn	729	Stausee, Auwald	0	0	+	+	+	0	+
Ilz am Dießenstein	4	Aue gesamt	+	-	-	0	0	+	+
Vogelfreistätte Mittlere Isarstauseen	570	Stausee, Auwald	0	0	0	0	0	0	0
Goldau	25	Altwasser	0	+	0	-	+	+	0
Donaualtwasser Staatshaufen	60	Altwasser, Auwald	0	-	0	0	0	0	0
Isaraltwasser bei Neutiefenweg	37	Altwasser, Auwald	0	-	-	0	+	0	0
Vilstal bei Marklkofen	173	Aue ges., Stausee	0	+	0	-	+	0	0
Öberauer Donauschleife	310	Aue gesamt	0	-	0	-	+	+	0
Donauauen bei Stadldorf	92	Aue gesamt	0	-	0	0	+	0	+
Altlaufenke Kühmos	1	Altwasser, Auwiese, Auwald	0	-	0	0	+	+	0
Waldnaabtal	183	Aue gesamt	0	+	+	0	+	+	+
Deusmauer Moor	73	Aue ges., Niedermoor	+	-	0	0	+	+	+
Weißer Laaber bei Waltersberg	36	Aue gesamt, Niedermoor	0	-	0	0	+	+	+
Rötelseeweihergebiet	194	Teiche, Auwiesen, Niedermoor	0	+	0	0	+	+	0
Stöcklwörth	69	Aue gesamt	+	+	0	0	+	+	+
Mainaltwasser Mainlaus	4	Altwasser, Auwald	0	-	0	-	-	+	0
Mainaltwasser Theisau	2	Altwasser	0	-	0	-	-	+	0
Steinachtal	12	Aue gesamt	0	+	0	0	-	+	+
Schwarzach-Durchbruch	41	Aue gesamt	0	+	-	0	0	+	0
Vogelfreistätte Altmühlsee	202	Stausee	0	0	-	0	+	0	0
Schachblumenwiese bei Zeitlofs	16	Aue gesamt	+	0	0	-	0	+	+
Elmuß	45	Altwasser, Auwald	0	+	-	0	+	+	+
Garstadter Holz	52	Auwald	0	0	0	0	0	+	+
Weinaue bei Ettleben	8	Auwiesen	0	+	0	-	0	0	-
Lechauen bei Thierhäupten	30	Altwasser, Auwald	0	0	-	0	0	0	+
Jungholz bei Leipheim	34	Aue gesamt	+	0	-	0	+	+	+
Vogelfreistätte Feldheimer Stausee	91	Stausee	0	+	-	-	+	0	0
Nauwald	172	Altwasser, Auwald	+	+	-	0	+	+	+

Zeichenerklärung: + rechtmäßige, ordnungsgemäße Tätigkeit ohne Einschränkung erlaubt
0 rechtmäßige, ordnungsgemäße Tätigkeit, mit Einschränkung erlaubt
- Tätigkeit verboten oder nicht zutreffend

Hieraus ist das bayerische Wiesenbrüterprogramm entstanden. Es ist für die Flußauen insoweit von Bedeutung, als die Hauptvorkommen von Großem Brachvogel, Uferschnepfe und Rotschenkel in Flußauen liegen.

Dabei erhalten Landwirte im Rahmen privatrechtlicher Vereinbarungen von staatlicher Seite Geld, wenn sie sich verpflichten, die Flächen entweder

- vom 15. März bis 15. Juni nicht zu bewirtschaften oder
- ganzjährig keinerlei Dünger und Pflanzenbehandlungsmittel anzuwenden und die Flächen nur einmal im Jahr im Herbst zu mähen und das Mähgut abzufahren.

Diese Vereinbarungen kommen damit nicht nur den genannten Vogelarten, sondern der gesamten Lebensgemeinschaft zugute.

Die Höhe der Ausgleichszahlung ist unterschiedlich je nach Ertrag der Fläche und Intensität der Einschränkung der Nutzung. Insgesamt wurden 1986 für 5 135 ha Nutzungsverträge abgeschlossen und dafür 2 291 000,- DM bezahlt (BStMLU schriftl.). Vertragsfläche und aufgewendete Mittel sind in stetem Wachstum begriffen.

6.3 Verstärkte Berücksichtigung der Naturschutzbelange bei wasserwirtschaftlichen Planungen

Bei der Novellierung des Bayer. Naturschutzgesetzes am 1. September 1982 wurde neben dem generellen Schutz der Feuchtgebiete auch die sog. Eingriffsregelung aufgenommen. Sie besagt, daß der Verursacher von Eingriffen in Natur und Landschaft verpflichtet ist, vermeidbare Beeinträchtigungen zu unterlassen sowie unvermeidbare Beeinträchtigungen innerhalb einer zu bestimmenden Frist durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landespflanze auszugleichen.

Diese Regelung betrifft natürlich auch die Flußauen. Sie beginnt mittlerweile zu greifen. Eine Folge ist die bereits oben erwähnte ökologische Grundlagenermittlung für die Stauhaltung Straubing, die noch 1984 vergeben wurde, obwohl die Staustufe bereits im Bau war. In einer bisher beispiellosen Zusammenarbeit zwischen Wasserbautechnikern und Ökologen gelang es, eine Umplanung vorzunehmen, bei der statt der ursprünglich vorgesehenen 326 ha Flächen mit vorrangiger Schutzfunktion nunmehr 466 ha erhalten werden können und damit rein rechnerisch ein Flächenausgleich erzielt werden kann. Neben Veränderungen der Linienführung der Staudämme wurden Einzellösungen entworfen, die es gestatten, besonders wertvolle Lebensgemeinschaften trotz Aufstau der Donau in annähernd ursprünglicher Flußdynamik zu erhalten.

So wurde für das derzeitige Vorland bei Oberzeitldorn eine Verlagerung des Deiches an den künftigen Fluß vorgesehen, die zum Verlust von nahezu 70 ha Auwald, Altwasser und Auwiesenflächen geführt hätte. Eine Trassierung des Dammes auf der Linie des vorhandenen Deiches mit einer Auffüllung des Vorlandes auf das neue

Stauziel mit einer Neugestaltung schied als zweitbeste Lösung aus, da damit die Wasserspiegelschwankungen stark reduziert und der Bestand der Lebensgemeinschaften nicht gewährleistet werden konnte.

Die neue Lösung sieht nun vor, am Fluß lediglich eine Uferaufhöhung vorzunehmen und das anfallende Sickerwasser über die Binnenentwässerung ins Unterwasser der Staustufe abzuführen. Die Uferaufhöhung ist so dimensioniert, daß sie beim einjährigen Hochwasser überströmt wird. Das Siel im vorhandenen Deich wird dann geschlossen. Bei zurückgehendem Wasserspiegel der Donau kann das zwischen Uferaufhöhung und Deich befindliche Wasser nach Öffnung des Siels wieder über die Binnenentwässerung ins Unterwasser der Staustufe abfließen.

Für die weiteren Planungen über das Schicksal der Donau zwischen Straubing und Vilshofen ist vorgesehen ein Raumordnungsverfahren mit Umweltverträglichkeitsprüfung den Planfeststellungsverfahren vorzuschalten, um so die generell naturverträglichste Lösung zu finden.

7. Ausblick

Ausweisung von Naturschutzgebieten, generelle Unterschutzstellung der Feuchtgebiete und die verstärkte Berücksichtigung des Naturschutzes bei wasserwirtschaftlichen Planungen reichen allerdings nicht, um auch nur einem bayerischen Fluß seinen natürlichen Charakter wiederzugeben. Es gilt, die verschiedenen Typen von Flußauen repräsentativ zu sichern bzw. in ihrem gesamten Wirkungsgefüge wiederherzustellen. Künftige Generationen sollen die Dynamik von Flußauen an Beispielen wieder erleben können. Dazu wird es notwendig sein, mehr und bessere Naturschutzgebiete in Flußauen auszuweisen, Flußsanierungen mit naturnahen Methoden durchzuführen und im Einzelfall gravierend schädliche Bauwerke wieder rückzubauen.

8. Literatur

BREHM, J. & M.P.D. MEIJERING (1982): Fließgewässerkunde. – Heidelberg, 311 S.

EDER, R. & A. MAYER (1983): Ökologische Zustandserfassung von Flußauen an der Donau zwischen Ulm und Ingolstadt. – Bayer. Landesamt für Umweltschutz, München.

--- (1984): Ökologische Zustandserfassung der Flußauen am Lech von Landsberg bis zur Mündung. – Bayer. Landesamt für Umweltschutz, München.

--- (1985): Ökologische Zustandserfassung der Flußauen an der Iller von Aitrach bis zur Mündung. – Bayer. Landesamt für Umweltschutz, München. 43 S.

ERTL, W. (1985): Der Planungsstand zum Ausbau der Bundeswasserstraße Donau im ostbayerischen Raum. In: Die Zukunft der ostbayerischen Donaulandschaft. – Laufener Seminarbeiträge 3/85: 16-28.

HANSEN, O. & A. WINKELBRANDT (1984):
Forschungsvorhaben Donauausbau. Streckenabschnitt Regensburg – Straubing. Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie; Bonn. Vervielf. Manuskript.

OAG (=Ornithologische Arbeitsgemeinschaft) Ostbayern (1977):
Lebensraum Donautal. Ergebnisse einer ornitho-ökologischen Untersuchung zwischen Straubing und Vilshofen. – SchrReihe Naturschutz und Landschaftspflege H. 11. 125 S.

OBAG (=Energieversorgung Ostbayern AG) (1987):
Echter Umweltschutz: Strom aus Wasser. – Strom aktuell 30: 5.

RUHS, P. (1978):
Verzeichnis der Bach- und Flußgebiete in Bayern. Teil 1: Text. – Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, München. 374 S.

SCHAUER, T. (1984):
Die Vegetationsentwicklung auf Umlagerungsstrecken alpiner Flüsse und deren Veränderungen durch wasserbauliche Maßnahmen. Interpraevent 1984, Intern. Symposium, Villach.

SCHREINER, J. (1980):
Vogelbiotop Wiese. Bestandsaufnahmen indikatorisch bedeutsamer Arten in Ostbayern. – Schriftenreihe Naturschutz und Landschaftspflege, H. 12: 171-185.

----- (1985):
Die Donauniederung zwischen Regensburg und Vilshofen – Landschaft, Pflanzen und Tiere. In: Die Zukunft der ostbayerischen Donaulandschaft. – Laufener Seminarbeiträge 3/85: 9-15.

----- (1987):
Der Flächenanspruch im Naturschutz. – Ber. ANL 11: 209-224.

VOLLRATH, H. (1976):
Grundzüge der Typisierung und Systematisierung der Flussauen nach Beispielen aus Bayern. – Die Erde 107: 273-299.

WILHELM, F. (1966):
Hydrologie, Glaziologie. – Westermann-Verlag, Braunschweig.

Anschrift des Verfassers:

Johann Schreiner
ANL
Seethalerstr. 6
D(W)-8229 Laufen/Salzach

ab 1. August 1991:
Norddeutsche Naturschutzakademie
Hof Möhr
D(W)-3043 Schneverdingen

Zur Situation der Flußauen in Österreich

W. Lazowski und H. Löffler

Ökologische Fragen und Probleme der Flußauen stehen ursächlich mit jenen von Fließgewässern im Zusammenhang.

Im Rahmen eines Seminars über „Schutzwürdige Fließgewässer in Österreich“ im November 1986 wurde der Themenbereich Wasserkraftausbau, Schutzwasserbau sowie der Schutz von Fließgewässern und ihrer Begleitlandschaften im Zusammenhang aufbereitet und aktualisiert. Die Ergebnisse dieser Tagung liegen nun auch in publizierter Form vor (ÖGNUM, Öko-Text 2, 1987).

Eine bundesweite Darstellung natürlicher und naturnaher Fließstrecken und Flußlandschaften ist derzeit jedoch nicht möglich. Die bisher durchgeführten landschaftsökologischen Untersuchungen gehen vorwiegend auf regionale Verhältnisse ein oder geben monographisch den Bearbeitungsstand einzelner Fließgewässer wieder.

Aufgrund der landschaftlichen Vielfalt Österreichs sind die entsprechenden Standortstypen der Auen, von den inneralpinen Talböden und Becken über die Vorländer bis zu den Beckenlandschaften an der Donau, vertreten.

Eine Übersicht über das Vorkommen von Auen und Begleitgewässern gibt der Band „Auengewässer als Ökozellen“ (Grüne Reihe, 4).

Wünschenswert wäre eine ökologische Typisierung und eine räumlich zuordenbare Darstellung der Standorte in Österreich. Eine Aufnahme und Bewertung der Fließgewässer und eine parallele Kartierung der Auen wären ein geeignetes Projekt, um die notwendigen Datengrundlagen zu erheben.

Die Situation der Flußauen wird zur Zeit durch den verstärkten Ausbau der Wasserkraft geprägt. Seit den Ereignissen um das geplante Donaukraftwerk Hainburg ist die Diskussion um die Erhaltung naturnaher Au- und Flußlandschaften ein zentrales Thema der Naturschutzpolitik in Österreich. Neben der Problematik des weiteren Donauausbaues, im Bereich der Fließstrecke zwischen Wien und der Staatsgrenze, sind nun vor allem die mittelgroßen Flüsse wie Salzach, Drau, Mur, der Inn u. a. von weiteren Planungen betroffen.

Vom sogenannten „ausbauwürdigen Wasserkraftpotential“ werden derzeit mehr als 60 % genutzt. Für den restlichen Teil bestehen Projekte.

Die schutzwasserbaulichen Umgestaltungen sind bei den mittleren und großen Fließgewässern weitgehend abgeschlossen und beschränken sich auf Ergänzungs- und Erhaltungsmaßnahmen.

Von laufenden und projektierten Regulierungen sind vor allem Teilabschnitte und kleinere Fließgewässer betroffen. Auf die Problematik der Grenzgewässer, vor allem im Bereich der gemeinsamen Grenzstrecken mit der CSSR und Ungarn sei hingewiesen. Geplante bzw. in Ausführung befindliche wasserbauliche Maßnahmen, mit hohen negativen ökologischen Veränderungen, sind derzeit von der Malsch (Leopoldschlag), der unteren Thaya (Bernhardsthal-Hohenau), der Thayagrenzstrecke bei Hardegg (Thayatal) und von der unteren Pinka (Gaas-Burg) bekannt.

Die Umsetzung von Schutzbestimmungen (conservation) fällt in Österreich in den Aufgabenbereich der Bundesländer.

Rechtliche Voraussetzungen für einen speziellen Fließgewässerschutz sind derzeit in den Landesnaturschutzgesetzen von Vorarlberg, Tirol, Salzburg, der Steiermark, Kärnten und Oberösterreich verankert.

Die Schutzzonen (Flußufer, geschützter Landstreifen) und Eingriffsverbote sind allerdings unterschiedlich definiert. In Kärnten sind beispielsweise sämtliche Eingriffe an Fließgewässern der Bewilligungspflicht unterworfen. Außerdem spricht das Kärntner Naturschutzgesetz einen generellen Schutz der Feuchtgebiete und der Auwälder aus. In Oberösterreich beträgt die Breite der geschützten Uferzonen an größeren Flüssen (Inn, Salzach, Donau) 200 Meter, an den übrigen Fließgewässern 50 Meter. Dadurch wäre auch ein gewisser Umlandschutz, zumindest in der Wertigkeit eines Landschaftsschutzgebietes, gewährleistet. In Tirol und der Steiermark betrifft der Uferschutz die Böschung und einen 5 Meter bzw. 10 Meter breiten Geländestreifen. In Wien, Niederösterreich und dem Burgenland ist ein spezifischer Schutz der Fließgewässer nur im Rahmen spezieller Schutzbestimmungen, insbesondere in Landschaftsschutzgebieten, möglich.

Durch den Beitritt zur Ramsar-Konvention im Jahr 1983 verpflichtete sich Österreich, folgende Gebiete unter besonderen Schutz zu stellen:

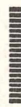
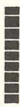
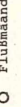
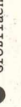
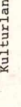
1. Neusiedler See und Lacken des Seewinkels *)
2. Donau-March-Thaya-Auen
3. Untere Lobau **)
4. Stauseen am Unteren Inn ***)
5. Rheindelta – Bodensee

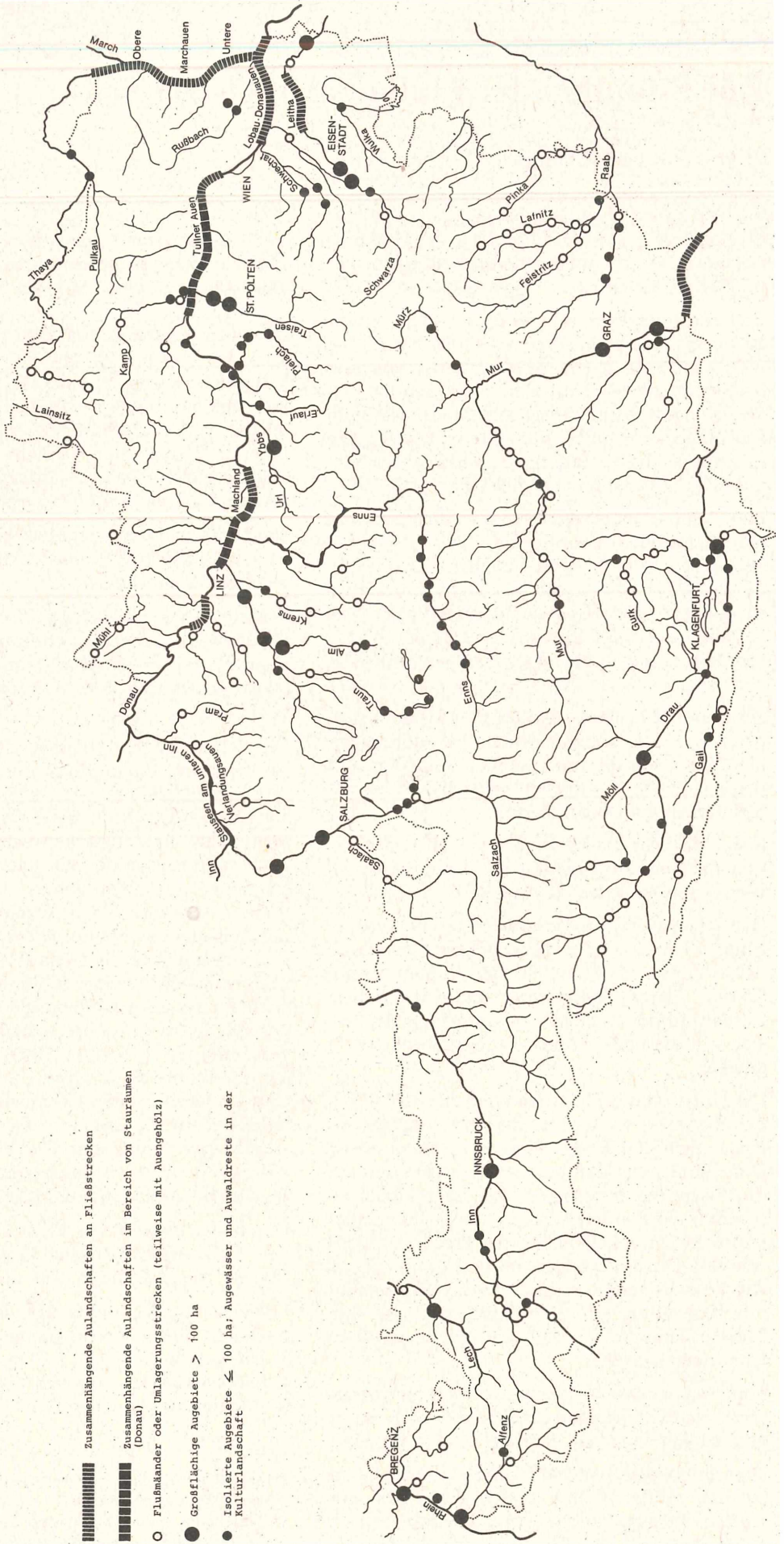
*) seit 1977 „Biosphere reserve“ der UNESCO (25.000 ha)

***) seit 1978 „Biosphere reserve“ der UNESCO (1.000 ha)

*) bestehende Naturschutzgebiete des Bundeslandes Oberösterreich am Unteren Inn (870 ha)

Aulandschaften in Österreich

- 
 Zusammenhängende Aulandschaften an Fließstrecken
- 
 Zusammenhängende Aulandschaften im Bereich von Stauräumen (Donau)
- 
 Flußmäander oder Umlagerungsstrecken (teilweise mit Auengebüsch)
- 
 Großflächige Aulandschaften > 100 ha
- 
 Isolierte Aulandschaften ≤ 100 ha; Aulandschaften und Auwaldreste in der Kulturlandschaft



Pannonischer Raum (ohne Donau, March und Thaya)

In den Hügellandschaften und Ebenen Ostösterreichs existieren kaum mehr Fließgewässer, die nicht schon umgestaltet wurden. So sind 93 % der Bäche des Weinviertels und Marchfeldes begradigt und flußbegleitende Gehölzsäume kaum mehr vorhanden.

Im Zuge der Errichtung des **Marchfeldkanales** sollen grundsätzlich nur naturnahe Gerinne hergestellt und Gräben sowie ehemalige Bachbetten reaktiviert werden.

Das Einfließen ökologischer Inhalte in die Konzeption dieses großräumigen, wasserwirtschaftlichen Projektes bietet auch Chancen zur Entwicklung von Ausgleichsflächen in der sonst „ausgeräumten“ Agrarlandschaft. Längerfristig könnten dadurch die naturnahen Aulandschaften an Donau und March mit den Vorlandbereichen „vernetzt“ werden.

Im südlichen Wiener Becken sind vor allem die **Fischa** sowie die **Leitha** und ihre Auen zu erwähnen. Hervorzuheben ist etwa die Mäanderstrecke der Fischa zwischen Schwadorf und Wienerherberg als eines der wenigen natürlichen Gerinne dieses Raumes. Entlang der Leitha bestehen größere Auwaldbestände, die lokal in Bruchwälder übergehen. Der Laufabschnitt zwischen Hollern und Gattendorf ist teilweise noch natürlich angelegt. Erosionsufer, Anlandungen und Flußmäander prägen den, zwischen der Parndorfer Platte und Prellenkirchner Flur eingesenkten, Flußlauf der Leitha.

An der **Schwechat** bei Traiskirchen bestehen kleinflächig flußbegleitende Auen an dem sonst durchgehend regulierten Gerinne. Auch das Flußbett weist dort noch bemerkenswert naturnahe Ufer auf.

Der Mündungslauf der Schwechat im Wiener Bereich wurde vor wenigen Jahren im Zuge der Ausweitung eines Industriegeländes verlegt und begradigt.

Insgesamt präsentieren sich die Fließgewässer dieser Räume als weitgehend stabilisiert, ebenso die Retentionsgebiete. Die größten Überschwemmungsgebiete befinden sich in den Auen von March und Thaya sowie in den Donauauen östlich von Wien. Mit etwa 300 km² zählen diese Aulandschaften zu den bedeutendsten Mitteleuropas.

Illyrisches Flach- und Hügelland

Raab-Einzugsgebiet

Im südburgenländisch-steirischen Grenzabschnitt stellt die Mäanderstrecke der **Lafnitz** ein einzigartiges Naturdenkmal an Potamalgewässern dar. In letzter Zeit wurden vermehrt Anstrengungen zum Schutz des Lafnitz-Ökosystems unternommen.

Bemerkenswerte Bruchwaldgesellschaften finden sich bei Königsdorf sowie in einigen Bach-

auen des südburgenländischen Hügellandes (Strem).

In den breiten Talböden stellt sich vor allem das Problem der Nutzungsintensivierung, in der Regel Maisanbau, auf ehemaligen Wiesenböden. Solche Umwandlungen von Au- und Retentionsgebieten in landwirtschaftliche Produktionsflächen fanden und finden noch immer an March und Thaya, Leitha, im Südburgenland und in der Oststeiermark statt. Auf die damit verbundenen Probleme des Bodenabtrages (Erosion), der Dünger- und Pestizideinwirkungen im flußnahen Umland sei hier nur hingewiesen.

An der **Raab** sind an den regulierten Abschnitten nur noch einige isolierte Altwässer und Auwaldreste (div. Naturschutzgebiete) vorhanden. Nahe der Staatsgrenze, bei Jennersdorf, befindet sich eine wasserbaulich kaum beeinträchtigte Mäanderstrecke, die sich in der weiten Aulandschaft der Raab in Ungarn fortsetzt.

Mur-Einzugsgebiet

In den Murebenen südlich von Graz und an der österreichisch-jugoslawischen Grenzstrecke befinden sich noch größere Auwaldgebiete. Die Murauen zwischen Spielfeld und Radkersburg zählen zu den bedeutendsten Flußauen Österreichs (WENDELBERGER E. 1960). Sie sind Teil eines Landschaftsschutzgebietes (11.280 Hektar).

Als Folge der Murregulierung wurde jedoch der Wasserhaushalt eines erheblichen Teils dieser Standorte verändert. Weitere Veränderungen fanden durch Schotterabbau statt.

Als dritter Eingriff ist die Errichtung von Wasserkraftanlagen zu nennen. Im Leibnitzer Feld besteht bereits eine Kette von Staustufen. Der Ausbau soll fortgesetzt werden.

Weiteren Planungen sollte jedoch ein ökologischer „Bestandesplan“ gegenübergestellt werden, auch eine Prioritätensetzung im Sinne des Naturschutzes wäre notwendig. Im Rahmen der „Naturraumpotentialkarte Radkersburg“ (AMT der STEIRISCHEN LANDESREGIERUNG) wurden, unabhängig von weiteren Kraftwerksbauten, ökologisch orientierte Pflege- und Sanierungsvorschläge entwickelt.

Auffragmente und Altwässer sind punktuell an der **Kainach** und im **Sulm-Einzugsgebiet** lokalisiert.

Detaillierte Angaben zum Biotopbestand finden sich bei OTTO (1981).

Inneralpine Talböden

Hier ist ein ähnlicher Nutzungsdruck wie im Flachland gegeben. Das **Inntal** zählt beispielsweise zu den am dichtest besiedelten Gebieten Mitteleuropas. Der Rückgang naturnaher Elemente, auch außerhalb der Siedlungen, läßt sich deutlich am flußnahen Umland dokumentieren. Im Jahr 1855 existieren im Inntal noch 1.627 Hektar Auwaldflächen. Über hundert Jahre später, im Jahr 1964, war dieser Bestand bereits auf

409 Hektar geschmolzen (RICCABONA, mündl. Mitteilung).

Eine aktuelle Inventur ergab einen weiteren Verlust von knapp 50 % auf 211 Hektar.

Der Biotopbestand umfaßt Ufergehölze und Schotterbänke am Fluß selbst, im Umland punktuell auch Auen. Bestehende Naturschutzgebiete sind die „Kranebitter Innau“ (26 ha), die Kufsteiner und Langkampfener Innauen (7,5 ha) sowie die Innauen bei Mieming und Riez (15,7 ha). Bei Stams befinden sich linksufrig urwaldartige Grauerlenauen sowie dynamische, durch Hochwässer geprägte Standorte mit Grauweiden-Sanddornengesellschaften. Für die, gegenüber der Kranebitter Innau am rechten Innufer gelegene Völser Au wurde die Unterschutzstellung beantragt. Die Auenreste und naturnahen Flußbiotope sind jedoch durch den geplanten Stauflächenbau am Inn gefährdet.

Als Beispiel eines naturnahen Talflusses soll der **Lech** erwähnt werden, dessen landschaftsprägende Dynamik noch weitgehend erhalten ist. Der Abfluß bewegt sich, trotz Buhnenregulierung, großflächig in den eigenen Alluvionen und vermittelt ein Bild ursprünglicher, ständig umgelagerter Talauen. Probleme ergeben sich vor allem durch seitliche Geschiebesperren, die durch Materialrückhalt eine allmähliche Eintiefung des Lech hervorrufen. Auch der ökologisch wesentliche Zusammenhang des Fließgewässersystems wird durch die Errichtung von Sperr- und Absturzbauwerken unterbrochen. Die neuerdings diskutierte Ableitung der Lechzubringer, zum Zwecke der Energiegewinnung, würde das Problem allerdings wesentlich verschärfen.

Künftige Maßnahmen sollten auf eine ökologisch orientierte Geschiebemanagement abzielen, um diese eindrucksvolle Flußlandschaft auch für die Zukunft zu erhalten.

Ähnliche Verhältnisse, allerdings kleinräumiger und nur in Abschnitten, sind im Kärntner **Lesachtal** gegeben. Am Naturlauf der Gail prägen Pioniergesellschaften und Grauerlen das Bild der Auen. Als Indikator dieser Standortbedingungen sei das Vorkommen von *Myricaria germanica* (Tamariske) erwähnt (SCHACHT, mündl. Mitt.).

Umlagerungsstrecken weist u. a. auch die untere Isel (Osttirol) und die Alfenz bei Innerbraz (Vorarlberg) auf. Charakteristische Brutvögel solcher Standorte sind der Flußuferläufer und der Flußregenpfeifer.

Naturnahe Laufabschnitte befinden sich auch am Oberlauf der **Mur**. Der Fluß wird in den breiteren Talabschnitten von montanen Grauerlen- und Weichholzlauen, stellenweise auch von Altwässern, gesäumt. Hervorzuheben ist etwa der „Egidwald“ bei Murau und die Schotterinsel bei Triebendorf mit einem größeren Vorkommen der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*). Im weiteren Abschnitt bis zum Aichfeld sind mehrere Auenkomplexe erhalten geblieben. OTTO (1981) wies fünf schutzwürdige Bestände aus.

Im Aichfeld, zwischen Zeltweg und Knittelfeld, begleiten Uferwälder den relativ naturnahen Laufabschnitt der Mur.

Im **Drautal** zwischen Spittal und Sachsenburg sind noch größere Bestände des *Alnetum incanae* (AICHINGER und SIEGRIST, 1930) anzuführen (Lendorfer Auen). Die Flußdynamik ist intakt wirksam und prägt noch immer die Form des Geländes. Übersandete Standorte, Flutrinnen am Ufer und ein System von Gießbächen, die bei Hochwasserständen aktiviert werden, weisen auf den engen Zusammenhang zwischen Fluß und Au hin. Die genannten Vorkommen sind die letzten Standorte im oberen Drautal mit intakter Auedynamik. Sie sind allerdings durch den Bau zweier Staufstufen oberhalb von Spittal akut bedroht.

Als Beispiel einer in einigen Bereichen noch bewahrten Kulturlandschaft der inneralpinen Talböden, sei das **Ennstal** erwähnt. Im Talgrund befinden sich rund 80 Altwässer der Enns und einige noch ausgedehnte Latschen-Hochmoore. Von der Steiermärkischen Naturschutzbehörde wurde eine detaillierte Aufnahme der naturnahen Landschaftselemente in Auftrag gegeben.

Inneralpine Beckenlandschaften

Im Zuge des laufenden Drauausbaues wurden im **Klagenfurter Becken** großflächige Stauräume angelegt. Entsprechend dem Umfang der Landschaftsveränderungen sei auf das Kärntner Naturschutzgesetz hingewiesen, das einen generellen Schutz der Feuchtgebiete, insbesondere der Auwälder, ausspricht. Dies betrifft vor allem die inzwischen rar gewordenen Waldgesellschaften der montanen Auen. Die entsprechenden Vorkommen im Inntal sind, wie bereits erwähnt, bis auf wenige Reste, im Bereich von Naturschutzgebieten, vernichtet. Auch an der Drau sind die wenigen Bestände gefährdet, da diese durch die Anlage der Rückstaudämme und Stauräume in der Regel abgedämmt oder ausgekiest werden. Größere Auwaldbestände befinden sich an der Fließstrecke zwischen dem KW Annabrücke und der Stauwurzel des Völkermarkter Stausees (Drau). Diese stehen mit den Auen an der Mündungsstrecke der Gurk (Mäandertyp) und an der Vellach (Umlagerungsstrecke) im Zusammenhang.

Im Vorarlberger **Rheintal** ist der Mäanderabschnitt der Dornbirner Ache bis zur Einmündung der Schwarzach anzuführen. Mit den Uferwäldern und vorgelagerten Flachmooren weist dieser Landschaftsausschnitt bedeutende Fluß- und Feuchtbiotope auf.

Zu erwähnen sind noch die Grundwasserkörper an der unteren III und die unter dem Einfluß hoher Wasserstände stehenden Lebensgemeinschaften der Flachmoore und Eschenauwälder im Rhein-III-Winkel. Die Auswirkungen des weiteren Illausbaues auf diese Umweltmuster wurden grundsätzlich diskutiert.

Für den Hohenemser Altrhein wurde ein Zonierungskonzept ausgearbeitet, das Erholungsgebiete und Naturschutzzonen voneinander abgrenzt.

Das **Rheindelta** zwischen der Mündung des Alpenrheins in den Bodensee und dem Altrhein bei Gaissau ist ein Feuchtgebiet von internationaler Bedeutung. Das Naturschutzgebiet umfaßt 1270 Hektar. Streuwiesen, Röhrichte und Seggenrieder, Mündungszonen und Auenwald sind die prägenden Biotope dieser Landschaft (BROGGI, 1981). Probleme ergeben sich vor allem aus Nutzungskonflikten und dem Zurückweichen der traditionellen Bewirtschaftung als angepaßter Biotopfleßmaßnahme.

Alpiner Raum

In den alpinen Gebirgslandschaften verfolgt die Wildfluß- und Wildbachverbauung vorwiegend Maßnahmen zur Regelung des Wasserabflusses, zum Uferschutz und vor allem zur Geschiebebewirtschaftung. Auf die damit verbundene Unterbrechung des Flußkontinuums und die Festlegung des Wirkungsbereiches der Gebirgs-gewässer (Dynamik) wurde bereits hingewiesen.

Naturnahe und naturbelassene Fließstrecken befinden sich vor allem in den höheren Lagen der Gebirgskerne. Zu erwähnen sind etwa Gebiete der nördlichen **Kalkalpen** Tirols und der Steiermark (z. B. Karwendel, Hochschwab). Bereits im Zentralalpenraum befinden sich die Fließgewässer der projektierten bzw. teilweise entwickelten Nationalparke **Hohe Tauern** und **Niedere Tauern** (Schladminger und Rottenmanner Tauern).

Allerdings führt die Errichtung von Hochdruckspeichern im Zentralalpenraum zur regionalen Beeinflussung von Einzugsgebieten mit entsprechenden Ableitungen, Restwasserstrecken und unregelmäßigen Wasserführungen. Die Auswirkungen durch die Veränderung des Abflußverhaltens auf die Lebensgemeinschaften, vor allem in den Ableitungs- und Niederwasserstrecken, sind weitgehend. Dazu kommen landschaftsökologische und landschaftsästhetische Momente. Der Nutz- und Rückhalteraum der Großspeicher beträgt derzeit 1,3 Milliarden Kubikmeter.

Der zunehmende Ausbau der Wasserkraft, vor allem durch Kleinkraftwerke, war mit ein Grund für die Bestandsaufnahme der Fließgewässer Salzburgs nach ökologischen Gesichtspunkten.

Erste quantifizierbare Ergebnisse und eine Einordnung des Bestandes nach ökologischen Qualitäten sind nun möglich. Hier kann nur wiederholt werden, daß solche Aussagen noch keine Bewertung sein können. Nutzungsansprüche und wasserbauliche Maßnahmen sollten nicht mit bestimmten Kategorien solcher Erhebungen abgestimmt, sondern deren ökologische Folgewirkungen für sich überprüft werden. Eine Erhaltung des Flußkontinuums erfordert die Einbeziehung sämtlicher Abschnitte, unabhängig vom Grad der anthropogenen Veränderungen oder unterschiedlicher, naturräumlicher Gegebenheiten.

Bei der Beurteilung alpiner Fließgewässer ist besonders die Situation der Einzugsgebiete, insbesondere der Forste und Schutzwälder (Waldsterben!) oder der Nutzungsdruck durch Fremdenverkehr anzuführen. Bei letzterem vor allem durch die Zunahme von Abwassereinleitungen und der Folgewirkungen des Skitourismus, etwa durch Standortsdegradationen und Vegetationszerstörungen im Bereich der Pisten.

Granit- und Gneisplateau (Wald- und Mühlviertel)

In diesem geologisch ältesten Raum Österreichs ist der Anteil naturnaher Flußlandschaften noch bedeutend. Traditionelle Wasserkraftnutzungen (Mühlwehre) und lokale Regulierungen im Siedlungsbereich sind als anthropogene Veränderungen zu nennen. Neben den relativ tief eingeschnittenen Flußabschnitten befinden sich in den Weitungen und in breiteren Tälern beachtenswerte Mäanderstrecken (z. B. Thaya im LSG Dobersberg – Waldviertel).

Einige dieser naturbelassenen Abschnitte, wie die **Lainsitz** bei Gmünd oder die **Maltschgrenzstrecke** im Mühlviertel (beide Moldau-Einzugsgebiet), sind durch Regulierungsprojekte akut bedroht.

Alpenvorland

Das Alpenvorland ist durch relativ intensive landwirtschaftliche Nutzungen sowie durch industrielle und urbane Ballungsräume geprägt. Die Fließstrecken sind weitgehend stabil ausgebaut, wobei naturnahe Strukturen auch im Bereich großzügig ausgelegter Regulierungsstrecken auftreten (**Traun, Traisen**). Naturnahe Fließwasserabschnitte befinden sich in geomorphologisch abgesetzten Teillandschaften, wie im Hausruck und im Kobernauser Wald. Hervorzuheben sind besonders die bedeutenden Grundwasserinfiltrationsbereiche entlang der größeren Fließstrecken.

Ein wesentlicher Grundwasserspender ist auch die **Schwarza**, die direkt aus den Kalkalpen in die Schotterflächen des Steinfeldes (Wiener Becken – Alpenostrand) übertritt. Die Torrenten der Schwarza sind bei Neunkirchen in einigen Teilen erhalten geblieben. Dieser Flußabschnitt sollte auch aus den erwähnten wasserwirtschaftlichen Gründen geschützt werden.

Aus den nördlichen Kalkalpen entwässert weiters die **Ybbs** (Ois), die zwischen Amstetten und Neumarkt von Auen begleitet wird. Der Fluß wurde in diesen Abschnitten jedoch weitgehend umgeformt. Versteinte Ufer und eine eingetieftete Bettsohle prägen die Form des Gerinnes. Nahe der Einmündung in die Donau ist die Errichtung eines Hochwasserschutzdammes im Augebiet vorgesehen.

An der **Erlauf** sind Flußmäander und Auen unterhalb der Stadt Wieselburg lokalisiert. Die ohnehin schmalen Bestände werden durch Naßbaggerungen beeinträchtigt. Das relativ naturnahe Mündungsgebiet der Erlauf wurde durch die

Errichtung der Rückstaudämme des Donaukraftwerkes Melk eingefaßt und kanalisiert.

Der Lauf der **Traisen** wird durch breite Regulierungsstrecken gekennzeichnet. In den Vorlandabschnitten ist der Hauptlauf auf großen Strecken ausgeleitet, das Restwasser wird durch Sohl-schwellen stellenweise zurückgehalten. Lokal kommt es im Hauptbett zu Grundwasseraustritten (Brunnadern). Zwischen St. Pölten und Traismauer wird die Traisen an beiden Ufern von schmalen, allerdings abgedämmten, Auwäldern begleitet. Zur Vegetation der Traisen-Alluvionen siehe HAGEL (1968/69).

Große Auegebiete, in einer Ausdehnung von 35 km², befinden sich an der **Salzach** nördlich von Salzburg, an der bayrisch-österreichischen Grenzstrecke. Die beiden Auenkomplexe zwischen dem Weilhartsforst und St. Georgen sowie zwischen Laufen und Salzburg erstrecken sich an beiden Ufern der Salzach, die größeren Bestände befinden sich auf österreichischer Seite. In den Flußarmen der Salzachauen wurden vor einigen Jahren europäische Biber angesiedelt.

Langfristig ist der Ausbau der Wasserkräfte auch an der unteren Salzach vorgesehen. Derzeit wird ein Vierstufenkonzept angestrebt. Revitalisierungsmaßnahmen für die Auen ohne Kraftwerke wurden von den Naturschutzverbänden vorgeschlagen.

Die Auegebiete der Salzach zeichnen sich durch eine außerordentlich hohe Biotop- und Artenvielfalt aus. Allein in den Waldgesellschaften der Salzachauen wurden 276 Pflanzenarten erhoben (WEINMEISTER, ANL, 1981).

An der oberösterreichischen **Traun** ist das naturnahe, flußbegleitende Umland zwischen den Orten Stadl-Paura und Wels sowie in der Welser Heide in Form relativ trockener „Schotterauen“ ausgebildet. An der Mündungsstrecke der Alm und in den Traunauen oberhalb der Stadt Wels sind Naturschutzgebiete lokalisiert („Fischlhamerau“, 75 Hektar und „Almauen“, 100 Hektar). Die alte Regulierungsstrecke der Traun weist naturnahe Biotopelemente auf.

Kraftwerksbauten (z. B. KW Pucking), Autobahntrassen, Kiesabbau und Siedlungsausweitungen haben den Bestand dieser Flußlandschaft jedoch wesentlich beeinträchtigt.

Der Oberlauf der Vorlandflüsse befindet sich vorwiegend im Flysch- und Kalkvorlpenraum. Die Flüsse bilden dort teilweise eindrucksvolle Schluchtstrecken (**Tormäuer**, **Alm**). Der Anteil an naturnahen Fließgewässern ist bedeutend. Im Gegensatz zu den tief eingeschnittenen Flüssen des Granit- und Gneishochlandes sind diese deutlich „alpiner“ geprägt.

Mit der zunehmenden Wasserkraftnutzung werden auch diese Rückzugszonen immer mehr betroffen (z. B. Reichraming Bach-Hintergebirge).

Aulandschaften an Donau, March und Thaya

Im Zuge des Donauausbaues wurde der Strom während der letzten beiden Jahrzehnte weitgehend umgestaltet.

Bis auf die Fließstrecken im Wiener Becken und im Durchbruchstal der Wachau wird der österreichische Donauabschnitt durch geschlossene Stauketten geprägt. Auf das Umland freier Fließstrecken entfallen ca. 38 % der Auwälder an der österreichischen Donau, wobei 9.683 Hektar im Wiener Becken und 1.030 Hektar Auen und Augewässer an der Stauwurzel des KW Ybbs-Persebeug, im oberösterreichischen Machland, liegen. Eine ähnliche Situation besteht für die Korneuburger und Klosterneuburger Auen, im Unterwasser des KW Greifenstein. Die Aulandschaft wird in diesen Gebieten noch weitgehend vom Strom beeinflusst.

Hervorzuheben ist dabei die Restdynamik im Flußbett und die entsprechenden Sukzessionsstadien der Vegetation sowie die offene Verbindung zwischen Strom, den Auwäldern und Armen der Donau.

Das Flußsystem der Donau weist deutliche Charakteristika eines Gebirgsflusses (Rhithral) auf. Dieser Umstand beeinflusst wesentlich die Ökologie der Standorte und diese wiederum die pflanzensoziologischen Verhältnisse der Auenvegetation.

Die Erhaltung solcher Bedingungen wurde durch die Ökologiekommission der Österreichischen Bundesregierung, als Voraussetzung für die Errichtung eines Nationalparks angesehen.

Die weltweit verbindlichen Kriterien für Nationalparke (IUCN) schließen die Anlage von Großkraftwerken in Reservaten dieser Kategorie aus.

Vorhaben, den Donauausbau östlich von Wien fortzusetzen, stehen im Widerspruch zu einer Schutzkonzeption „Nationalpark“, die in Umfang und Qualität den Aussagen der Ökologiekommission entspricht. Dies betrifft besonders Planungen zu einer energietechnisch optimierten Variante Wildungsmauer-Petronell.

Die Bandbreite der Möglichkeiten zur Gestaltung der Donau zwischen Greifenstein und Wolfsthal-Bratislava steht in ökologischer Hinsicht noch immer offen. Interdisziplinarität und Innovationspotential eines weiteren Planungsprozesses sollten jedoch nicht durch ökonomisch einseitige Zielsetzungen bestimmt werden.

Etwa 5.000 Hektar des Auwaldbestandes der Donauauen ist Staatswald, der von den österreichischen Bundesforsten verwaltet wird. Dieser Umstand bestimmt wesentlich die Nationalparkwürdigkeit des Gebietes.

Etwas anders geartet sind die Auen entlang der von den Flüssen March und Thaya gebildeten Grenzstrecke. Als Tieflandauen im Unterlauf dieser Fließgewässer (Potamal) sind diese in ökologischer Hinsicht deutlich von den Auen-Ökosystemen an der Donau unterschieden.

Das räumliche Zusammentreffen zweier so unterschiedlicher Fluß- und Auensysteme, die landschaftliche Geschlossenheit und die Diversität der Standorte und Lebensgemeinschaften stellen eine für Mitteleuropa einmalige Situation dar. Allein die Biotope der Augewässer nehmen im Gebiet der Donau-March-Thaya-Auen 47 % des

insgesamt in Österreich erhobenen Flächenbestandes ein (GEPP, Grüne Reihe, 4).

Die Retentionsgebiete an March und Thaya sind großräumig angelegt und werden während der Frühjahrsmonate mehrere Wochen lang überschwemmt. Im Zuge der in diesem Jahrzehnt durchgeführten bilateralen wasserwirtschaftlichen Maßnahmen an der unteren Thaya wurden die natürlichen Mäanderstrecken begradigt und der ursprünglich 19,4 Kilometer lange Lauf um mehr als drei Kilometer verkürzt.

Die Errichtung eines Begleitdamms reduzierte das Überschwemmungsgebiet stellenweise um 70 %. Die weitere Dammführung im Naturschutzgebiet „Rabensburger Thaya-Auen“ wird derzeit diskutiert. Eine naturschutzbehördliche Bewilligung steht noch aus.

Falls es zu keiner Modifikation im Sinne der Zielsetzungen des Naturschutzgebietes käme, könnte ein Schutzkonzept „Donau-March-Thaya-Auen“, in diesem Zusammenhang, nicht weiter verfolgt werden.

Ein vergleichbares Gebiet existierte an der Leitha bei Zurndorf und Nickelsdorf (Burgenland), das aber durch flußbauliche Maßnahmen vollständig abgedämmt wurde.

Das Auegebiet bei Rabensburg stellt damit das letzte Beispiel einer Feld-Wiesen-Landschaft dar, die regelmäßig der Hochwasserdynamik ausgesetzt ist.

Im Gebiet der March-Thaya-Auen bestehen folgende Naturschutzgebiete:

- NSG „Rabensburger Thaya-Auen“ (385 ha, ausgedehnte Feucht- und Sumpfwiesen im Überflutungsbereich)
- NSG „Angerner und Dürnkruiter Marchschlingen“ (81 ha, Altwässer und Aueninseln)
- NSG „Untere Marchauen“ (1.166 ha, einschließlich „Nanni-Au“)
- NSG „Salzsteppe Baumgarten/March“ (11 ha, Halophytenreservat)
- NSG „Kleiner Breitensee“ (44,5 ha, Altwasser mit umliegenden Überschwemmungswiesen)

Für das Reservat „Marchauen-Marchegg“ (NSG „Untere Marchauen“) verfolgt die WWF einen forstökologisch orientierten Managementplan, der u. a. auch die Ausweisung und Entwicklung von Naturwaldreservaten vorsieht. Weitere Schutzkonzepte beziehen sich auf die Gebiete der „Oberen Marchauen“ zwischen Hohenau und Dürnkruat sowie auf die „Langen Lüsse“ mit dem Lußparz südlich von Marchegg.

Der räumliche Zusammenhang der Auegebiete auf österreichischem, slowakischem (March) und südmährischem Gebiet (Thaya) bietet sich besonders für übergreifende Schutzlösungen an. Die vorgeschlagene Einrichtung eines „Biosphere reserves“, das den auf tschechoslowakischem Ge-

biet gelegenen March-Thaya-Winkel (etwa 5.000 ha großes Auwaldgebiet im Mündungsdreieck zwischen March und Thaya), das NSG „Rabensburger Thaya-Auen“ und die breiten Auegebiete an der oberen March umfassen soll, wäre ein Beitrag zur bilateralen Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Naturschutzes.

Literatur

AICHINGER, E. und SIEGRIST, R. (1930):
Das „*Alnetum incanae*“ der Auenwälder an der Drau in Kärnten. Forstwissenschaftliches Zentralblatt 52,20

ANL (1981):
Die Zukunft der Salzach. Tagungsbericht 11

BROGGI, M. F. (1981):
Pflege- und Gestaltungsplan. Naturschutzgebiet Rheindelta (Vbg.). Im Auftrag der Vorarlberger Landesregierung

GEPP, J. (Red.) (1986):
Auengewässer als Ökozellen. Grüne Reihe (BMGU).
Band 4, 2. Auflage. Wien

HAGEL, H. (1968/69):
Vegetationsentwicklung auf Schwemmland der Traisen in Niederösterreich. Verh. Zool.- Bot. Ges. Wien. Band 108/109

IUCN (1985):
United Nations List of National Parks and Protected Areas

NACHTNEBEL, H. P. (1984):
Fluß-Studie Pielach. Amt der Niederösterreichischen Landesregierung

OTTO, H. (1981):
Auwälder im Steirischen Mur- und Raabgebiet. Amt der Steiermärkischen Landesregierung

ÖGNU, (1987):
Schutzwürdige Fließgewässer in Österreich. Ökotext 2

ÖK. KOM. D. ÖSTERR. BUNDESREGIERUNG (1985):
AK „Donaugestaltung“ (Leiter: J. KANIAK). Arbeitspapier 11: Grundlage zur und Ergebnisse der Bewertung von Varianten zur Gestaltung des Donauraumes. Wien

ÖK. KOM. D. ÖSTERR. BUNDESREGIERUNG
AK „Nationalpark“ (Leiter: B. LÖTSCH). Schlußbericht

SPIEGLER, A. (1981):
Die Donauauen gestern – heute – morgen. Raumordnung aktuell 1

WENDELBERGER, E. (1960):
Die Auwaldtypen an der steirischen Mur. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark. Band 90. Graz

WERTH, W. (1986):
Die Malsch und ihre Zubringer. Ökomorphologische Gewässerzustandskartierungen. Folge 5. Amt der Oberösterreichischen Landesregierung

Anschrift der Verfasser:

W. Lazowski
Umweltbundesamt
Radetzkystraße 2
A-1030 Wien

H. Löffler
Limnologische Abteilung
der Universität Wien
Biozentrum
Althanstraße 14
A-1090 Wien

Die Auen im Einzugsgebiet der unteren Donau

Erika Schneider

1. Einleitung

Die untere Donau mit einer Länge von 1075 km zwischen Baziasch oberhalb des Donaudurchbruchs und der Mündung ins Schwarze Meer war bis vor wenigen Jahrzehnten von größeren wasserbaulichen Eingriffen verschont geblieben. Zwar wurden abschnittsweise bereits im 19. Jahrhundert zugunsten der besseren Schiffbarkeit sowie zur landwirtschaftlichen Nutzung des Überschwemmungsgebietes einige Veränderungen durchgeführt, ihre Auswirkungen waren jedoch von geringer Bedeutung, so daß die Einheit zwischen Strom und Aue mit ihrer natürlichen Dynamik erhalten blieb.

In den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts wurden vorwiegend zur Hinzugewinnung landwirtschaftlicher Flächen Anstrengungen für eine Umgestaltung im Überschwemmungsgebiet der unteren Donau gemacht. Die vorerst geringen Eingriffe sollten in der Folge beträchtliche Ausmaße annehmen und so zum großflächigen Verlust wertvoller, naturnaher Auenlandschaft führen.

Durch den Bau von Dämmen wurde die Aue vom Strom getrennt und über weite Flächen in Ackerland umgewandelt, wobei ihre zahlreichen Gewässer größtenteils trockengelegt wurden. Von der dynamischen, durch den Wechsel von Überflutung und Trockenfallen geprägten Aue mit ihrem Artenreichtum und einer überaus großen Vielfalt autotypischer Lebensräume blieben somit nur noch verschwindende Reste übrig. Mit dem Verlust der Auenlebensräume entlang der unteren Donau gingen auch ihre traditionellen, jahrhundertealten Nutzungen größtenteils verloren. Durch Staustufenbau, intensive Landwirtschaft, stromnahe Industrieansiedlungen und damit verbundene Gewässerbelastung sind auch die letzten entlang der Donau noch verbliebenen Auenlebensräume in ihrer Existenz bedroht.

Großflächige Umgestaltungsvorhaben, so Eindeichung und Trockenlegung zur intensiveren landwirtschaftlichen Nutzung, Umwandlung von Auwäldern in Pappelplantagen, intensive Fischzucht durch Einführung gebietsfremder Arten, Schilfabbau zu industriellen Zwecken sowie Sandentnahme im Dünengebiet verringern auf drastische Weise den natürlichen Lebensraum vieler Pflanzen- und Tierarten und gefährden auch das Donaudelta als eine der letzten Urlandschaften Europas.

2. Allgemeines

Vom Durchbruch zwischen Karpaten und Balkangebirge, dem sogenannten Eisernen Tor bis hin

zur breitgefächerten Deltamündung ins Schwarze Meer läßt sich die untere Donau in fünf vom Grundrißbild her unterschiedliche Stromabschnitte gliedern (vgl. BANU & RUDESCU 1965, PISOTA 1983, BOTZAN 1984), die einer Abfolge von Ober-, Mittel- und Unterlaufbedingungen entsprechen (Abb. 1).

Innerhalb der 144 km langen Durchbruchstrecke von Baziasch bis Drobeta-Turnu Severin mit einem Gefälle von 0,2-0,4 Promille (n. PISOTA l.c.) floß die Donau teils durch ein cañonartiges Tal, das heute innerhalb des 150 km langen Rückstaus der Staustufe „Djerdap-Eisernes Tor I“ liegt.

In seinem „pontischen Abschnitt“ (PISOTA l.c.) von Drobeta-Turnu-Severin bis Calarasi-Silistra zeichnet sich im Donautal mit dem rechtsseitigen, fast durchgehend stromnahen Steilufer der Rand der vorbalkanischen Kreidetafel ab, während linksseitig eine weite, zwischen 4-13 Kilometer breite, heute durch Deiche getrennte Überschwemmungsaue mit einer Vielfalt von Auengewässern den Strom begleitete. Sein ab Vidin zusehends abflachendes Gefälle erreicht 0,045-0,06 Promille, wobei der dem verzweigten Typus zuzurechnende Strom sich ständig verändert und durch Auflandung von Sedimenten vorwiegend feiner Fraktionen zahlreiche Inseln („Ostrov“) entstehen läßt.

Die rechtsseitigen Zuflüsse dieser Donaustrecke, so der jugoslawisch-bulgarische Grenzfluß Timok, wie auch Ogosta, Vit, Osam, Jantra und Lom haben ihren Ursprung in der Stara Planina. Lediglich der Iskar als wasserreichster unter ihnen hat sein Quellgebiet im Rila-Gebirge und ist somit der am weitesten nach Süden vordringende Zufluß des Donaeinzugsgebietes. Von den größeren linksseitigen Nebenflüssen auf rumänischer Seite sind außer dem Olt, der in den Ostkarpaten entspringt und die Südkarpaten in einem epigenetischen Tal durchbricht, der Jiu und der Arges als südkarpatische Zuflüsse der Donau zu erwähnen.

Im Stromabschnitt zwischen Silistra-Calarasi und Braila vollzieht die Donau eine Richtungsänderung nach Norden. Diese geht geologisch auf den Sockel der Dobrudscha und eine rezente Senkungszone südlich Braila zurück. Das Gefälle verringert sich weiter auf 0,02 Promille, wobei feine Fraktionen zur Ablagerung kommen. Bei vorherrschender Seitenerosion und der begünstigten Mäanderbildung teilt sich das Gerinne der Donau hier in einen mäandrierenden Hauptarm und einen Nebenarm mit Verästelungen, die im Süden die „Balta Ialomitzei“ mit einer Fläche von 80.125 ha einschließen. Nach Zusammenfluß und

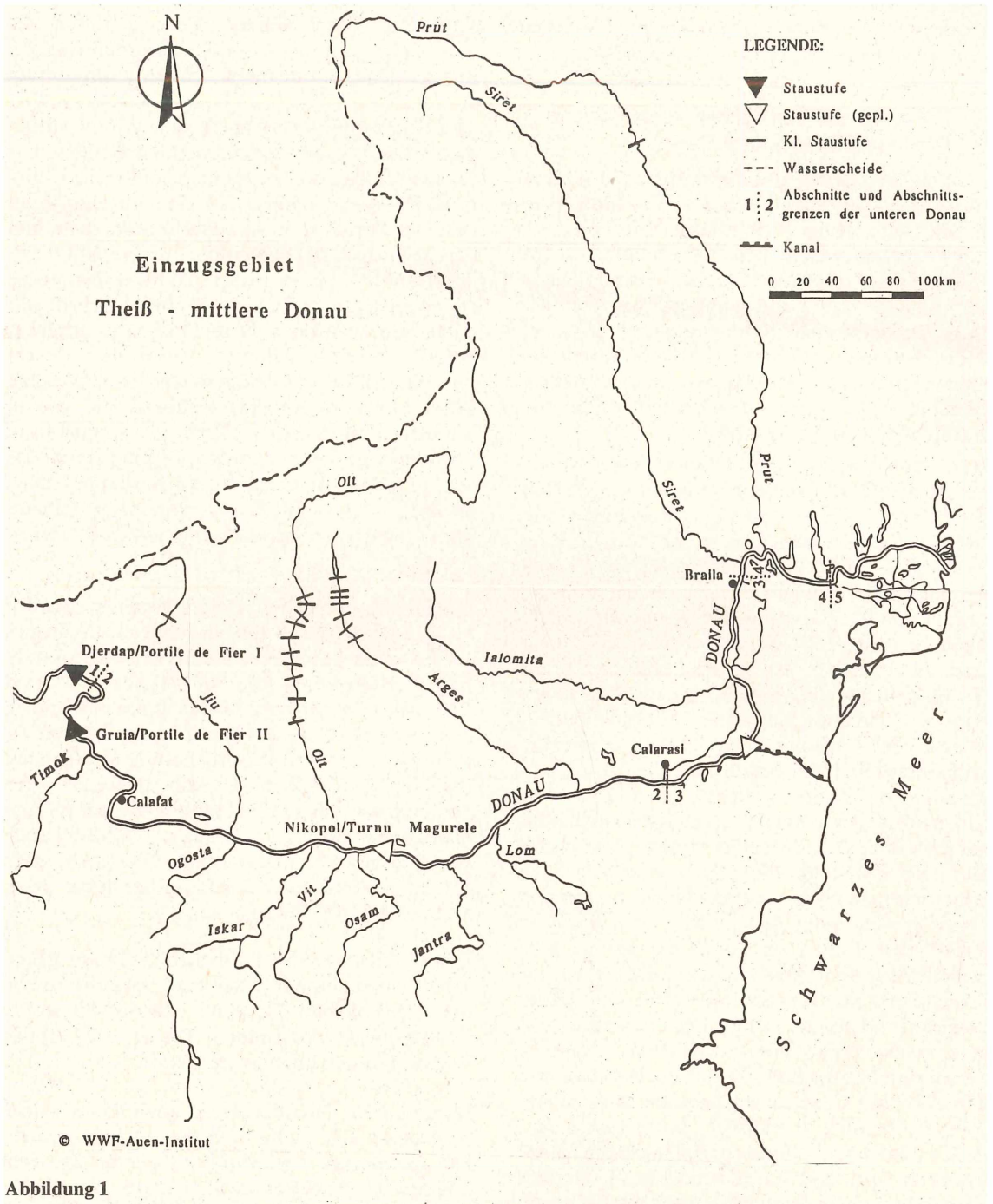


Abbildung 1

Das Einzugsgebiet der unteren Donau

erneuter Aufgabelung umfassen die entstandenen Arme wiederum einen 87.642 ha großen Überflutungsraum, die „Balta von Braila“, die sich mit der Großen und der Kleinen Braila-Insel in zwei unterschiedlich große Teilräume gliedert. Die von Donauarmen eingeschlossenen Überschwemmungsgebiete werden als „innere Auen“ der unteren Donau bezeichnet (SERBANESCU & POPESCU 1967, BOTZAN 1984). Als linksseitiger Nebenfluß sei in diesem Abschnitt die Ialomitza erwähnt, die aus den Südkarpaten kommend die Waldsteppen- und Steppenzone der Rumänischen Tiefebene durchquert.

Zwischen Braila und Ceatal Izmail fließt die Donau mit kaum noch vorhandenem Gefälle in einem einheitlichen 0,4 bis 1,7 km breiten, für die Seeschifffahrt künstlich eingetieften Gerinne. Mit

dem Siret nimmt sie den größten Nebenfluß auf, dem als letzter linksseitiger Zufluß vor dem Delta der Prut folgt. Der mäandrierende Lauf der Donau wird in diesem Abschnitt beidseitig von einer bis zu 12 km breiten Aue begleitet, die sich durch eine große Vielfalt von Auenlebensräumen auszeichnet.

Mit dieser Aufgabelung der Donau bei Ceatal Izmail in den Chilia-Kilija (111 km) und den Tulcea-Arm (19 km) ist schließlich der unterste Abschnitt des Stromes anzusetzen. Unterhalb der Stadt Tulcea spaltet sich der gleichnamige Donauarm in den als Schifffahrtskanal begradigten Sulina- (63 km) und den Sf. Gheorghe-Arm (116 km) auf. Die drei Hauptarme, von denen sich der nördliche noch weiter verästelt, schieben das Delta bei einer durchschnittlichen Schwebstoff-

fracht von 100 Mill. t/Jahr ins Schwarze Meer (vgl. KELLETAT 1984).

3. Hydrologische Verhältnisse an der unteren Donau und ihren Nebenflüssen

Obwohl ein Drittel des Gesamteinzugsgebietes der Donau in ihrem unteren Abschnitt liegt, haben die meisten Nebenflüsse ihrer geringen Abflußmenge wegen keinen bedeutenden Einfluß auf das Abflußgeschehen des Stroms. Dieses ist vielmehr durch die wasserreichen Zuflüsse ihres mittleren Abschnittes geprägt. Etwa ab Mitte Februar sind hohe Abflüsse durch die Schneeschmelze in den Alpen und den Karpaten bedingt, wobei in entscheidendem Maße auch Frühjahrsregenfälle mitwirken.

Nach der Mündung der abflußreichsten Nebenflüsse, der Theiß mit einem langjährigen Abflußmittel von $813 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Szeged und der Save mit einem langjährigen Abflußmittel von $1613 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Sr. Mitrovica (s. Hydrolog. Monographie, 1986) im mittleren Stromabschnitt, erfährt das Abflußregime der Donau eine grundlegende Änderung. Dieses wird deutlich, wenn man die Abflußwerte ober- und unterhalb dieser Zuflüsse betrachtet, denn liegen am Pegel Bogojevo $3060 \text{ m}^3/\text{s}$ als langjährige Mittelwasserführung vor (Periode 1931-70, s. Hydrolog. Monographie, 1986), beläuft sich die Abflußmenge am Pegel Pancevo in der gleichen Periode auf einen Wert von $5490 \text{ m}^3/\text{s}$. Treten bis zur Pannonischen Pforte die höchsten Abflüsse im Juni auf (s. Hydrol. Monogr., 1986), so verschiebt sich das Maximum durch die Abflußspitzen der Nebenflüsse im mittleren Abschnitt in den April. Im Frühherbst kommt es durch die spätsommerlichen Abflußminima dieser Zuflüsse an der Donau zu Niedrigwasserverhältnissen. Dieses Regime wird bis zum Schluß des Laufes beibehalten, was im Vergleich der monatlichen Abflußmittel an den Pegeln Lom, Zimnicea, Ruse, Silistra, Hirsova und Ceatal Izmail entlang der unteren Donau deutlich wird (vgl. Hydrol. Monogr., 1986). Dabei sind allgemein die höchsten Mittelwerte im April und Mai zu verzeichnen, während die niedrigsten im September und Oktober liegen. Die im folgenden hinzutretenden Nebenflüsse zeigen ein ähnliches Abflußverhalten wie die Donau selbst. Dafür sind auch die Monatsmittel der Abflüsse am unteren Olt (Pegel Stoenesti) und am unteren Siret (Pegel Lungoci) aufschlußreich. Entsprechend ihrem karpatisch geprägten Regime stehen sie unter starkem Einfluß der Schneeschmelze sowie der Frühjahrsregenfälle und führen im April und Mai die größten Wassermengen ab. Differenzierend ist dabei für die Zuflüsse aus den Südkarpaten im Vergleich zu jenen der Ostkarpaten der stärkere Einfluß der Schneeschmelze, der mit ihren höher liegenden, alpin geprägten Einzugsgebieten zusammenhängt und im Abflußverhalten deutlich erkennbar ist (vgl. GASTESCU et al. 1983).

Das Verhältnis zwischen Maximum und Minimum des jährlichen mittleren Abflusses erreicht an der unteren Donau Werte bis über 2,2:1 (Pegel

Ruse und Pegel Silistra). Bedingt durch die ausgeprägt kontinentalen Klimaverhältnisse im unteren Donaauraum wird das Abflußminimum an den Nebenflüssen, so beispielsweise an Siret und Prut vom Herbst bis in den Winter ausgedehnt. Die von Süden kommenden Zuflüsse der unteren Donau stehen unter mediterranem Einfluß. Ihr Abflußregime hat deshalb eine mehr pluviale Form. Das Abflußminimum tritt hier bereits im August/September auf. Im Spätherbst oder Winter können größere Abflüsse bis hin zu einem Nebenmaximum gegenüber dem Frühjahr beobachtet werden (s. Pegel Orahovica am Iskar 1955-70, Hydrol. Monogr., 1986). Die durchschnittlich höchsten Abflüsse werden hier in den Wintermonaten erreicht, während die durchschnittlich niedrigsten Werte im August und September gemessen werden. Bedingt durch das starke Gefälle und den geringen Waldanteil treten im bulgarischen Teil des Donaueinzugsgebietes unausgeglichene und stark schwankende Abflüsse auf.

Das Einzugsgebiet des Stromes vom Eisernen Tor bis zur Mündung ist als ein relativ abflußarmes Gebiet zu bewerten. So werden bei einer zusätzlichen Entwässerung von 300.000 km^2 nur rund 1000 m^3 an mittlerem Abfluß hinzugewonnen, denn beträgt dieser am Eisernen Tor $5490 \text{ m}^3/\text{s}$, so liegt er vor der Deltaaufgabelung für die Jahre 1921-1980 bei $6473 \text{ m}^3/\text{s}$ (Abb. 2). Dieses wird deutlich, wenn man die Abflußwerte der Nebenflüsse betrachtet, die im langjährigen Mittel doch relativ gering sind und nur beim Olt mit $180 \text{ m}^3/\text{s}$ sowie beim Siret mit $222 \text{ m}^3/\text{s}$ höher liegen (Abb. 3, 4, vgl. a. GASTESCU et al. l.c.).

Die Mittelwerte der jährlichen Abflüsse geben jedoch noch keine hinreichende Vorstellung von der tatsächlichen Dynamik der Abflüsse im Einzugsgebiet der unteren Donau, die großen Schwankungen unterworfen sind.

Im gesamten Donaueinzugsgebiet können sommerliche Starkregen sehr hohe Hochwasser hervorrufen. Die mediterran beeinflussten Zuläufe aus dem Balkengebirge bekommen auch im Spätherbst noch eine Starkregenperiode mit, durch die sich große Hochwasser entwickeln können.

Der Hochwassertypus, bei dem das Ereignis der Schneeschmelze mit Frühjahrsniederschlägen zusammentreifft, tritt auch im unteren Donauabschnitt relativ häufig mit großen Abflüssen in Erscheinung. Als Beispiel hierfür läßt sich das Mai- und Juni-Hochwasser 1970 anführen, das bemerkenswerterweise erst unterhalb von Drau, Theiß und Save eine besondere Stärke erreichte. Durch die Wassermassen aus den linksseitigen karpatisch geprägten Zuflüssen der unteren Donau, die zu diesem Zeitpunkt ebenfalls Hochwasser hatten, so der Olt mit einem Abfluß von $2220 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Stoenesti und der Siret mit $3186 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Lungoci (s. GASTESCU et al. l.c.), ergab sich am Pegel Ceatal Izmail vor dem Delta mit $15.540 \text{ m}^3/\text{s}$ der höchste in der Periode 1931/70 registrierte Abfluß.

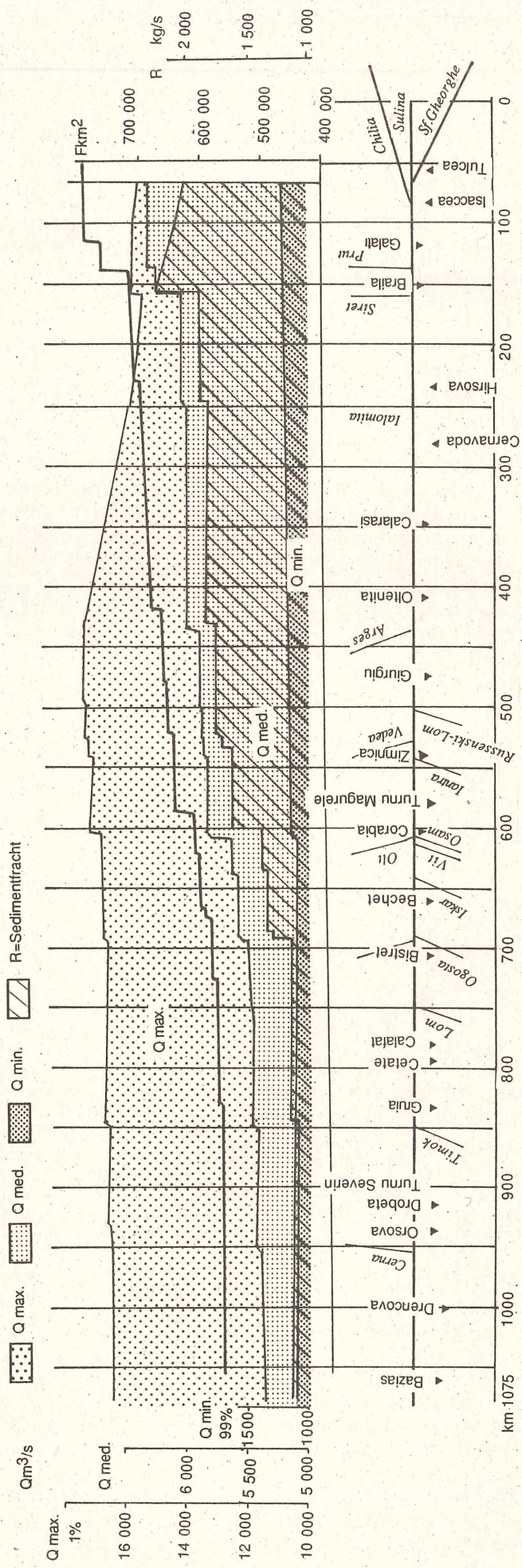


Abbildung 2

Wichtige hydrologische Elemente (Einzugsgebiet, Abfluß, Schwebstofffracht) im Einzugsgebiet der unteren Donau (nach ZAVOIANU 1974)

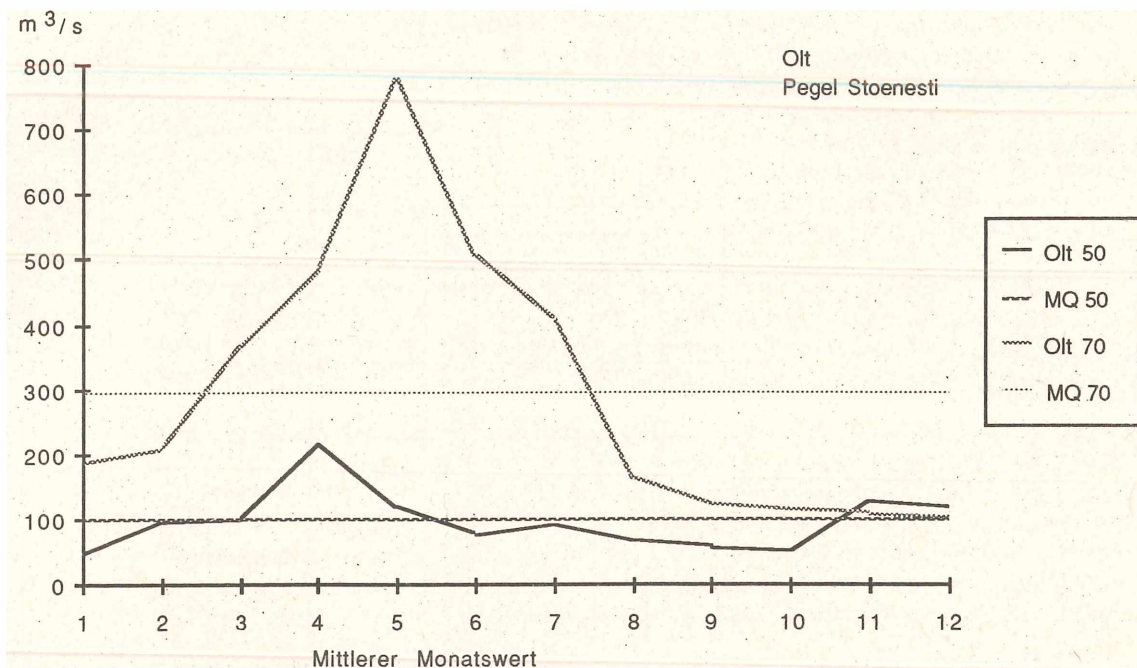


Abbildung 3

Vergleich der Monatsmittel der Abflüsse des Olt für die Jahre 1950 und 1970 (am Pegel Stoenesti) (nach Angaben in: Die Donau und ihr Einzugsgebiet. Eine hydrologische Monographie, 1986).

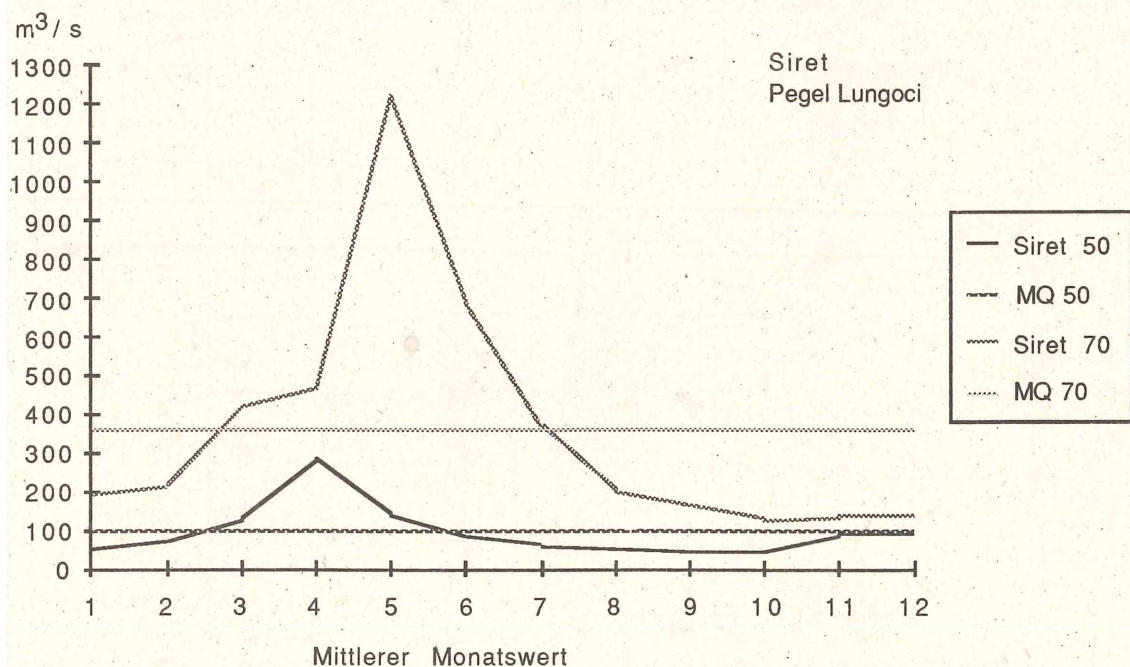


Abbildung 4

Vergleich der Monatsmittel der Abflüsse des Siret für die Jahre 1950 und 1970 (am Pegel Lungoci) (nach Angaben in: Die Donau und ihr Einzugsgebiet. Eine hydrologische Monographie, 1986).

Außergewöhnlichen Hochwasserabflüssen stehen extreme Niedrigwasserabflüsse gegenüber, die im Herbst und bis in die Wintermonate hinein häufig auftreten. Am Pegel Ceatal Izmail betrug der langjährige Niedrigwasserabfluß $2934 \text{ m}^3/\text{s}$, wobei jedoch mit $1350 \text{ m}^3/\text{s}$ im Jahr 1921 der geringste Wert verzeichnet wurde (GASTESCU et al. l.c.).

Extreme Niedrigwasserstände sowie Austrocknen der Flußbetten bei Flüssen mit geringerer Wasserführung sind unter dem Einfluß des stark kontinental geprägten Klimas nach geringen

Regenfällen und starker Verdunstung besonders im Spätsommer und Herbst häufig (vgl. DRIGA 1972, GASTESCU et al. l.c.). Wird der hundertjährige Abfluß des Siret am Pegel Lungoci mit $3970 \text{ m}^3/\text{s}$ beziffert und das langjährige Abflußmittel mit $222 \text{ m}^3/\text{s}$ angegeben, so stehen dem extreme Niedrigwasserabflüsse gegenüber, bei denen der Siret nur $16 \text{ m}^3/\text{s}$ abführt (GASTESCU et al. l.c.). Viele seiner Nebenflüsse führen dann ebenfalls extremes Niedrigwasser, oder liegen sogar trocken. Ähnlich ist die Situation an den anderen Nebenflüssen der unteren Donau.

Die niedrigen Abflußwerte während der Wintermonate hängen mit der Vereisung zusammen, die besonders an Siret und Prut sowie vor allem im östlichen Abschnitt der unteren Donau stärkere Auswirkungen hat (vgl. LUPU 1971). Die durchschnittliche Dauer der Eisbedeckung beläuft sich auf 60-80 Tage, kann im Extremfall aber auch 140 Tage erreichen (GASTESCU et al. l.c.). Der Eisgang beeinflusst das Abflußregime der Flüsse und die Wasserstände vor allem durch den Stau von Treibeis, der sogenannten „Zapoare“, die mitunter die Flüsse vollkommen verriegeln und so zu starken Überschwemmungen führen können.

Bei dem geringen Gefälle der unteren Donau verringert sich auch die Fließgeschwindigkeit des Wassers und damit die Schleppkraft, mit der der Strom die Sedimente transportiert. Ihre Korngrößenzusammensetzung weist vorwiegend feine Fraktionen auf, die als Schwebstoff verfrachtet werden und unter natürlichen Bedingungen in der Aue zur Ablagerung kommen. Als charakteristische Ablagerungsformen für mäandrierende Tieflandflüsse sind die Uferwälle („grinduri de mal“) an der unteren Donau gut ausgeprägt und kennzeichnen sich durch einen größeren Anteil von Sand und Schluff. In den übrigen, stromferneren Teilen der Aue bilden die feinkörnigeren Tonablagerungen eine Auenlehmedecke, die je nach Sedimentationsbedingungen unterschiedliche Mächtigkeit erreichen kann.

Die mittlere Sedimentfracht beträgt nach Messungen am Pegel Orsova 1224 kg/s, steigt dann bei Oltenitza auf 1720 kg/s, bei Braila auf 1870 kg/s und beläuft sich schließlich bei Ceatal Izmail vor dem Delta auf 2140 kg/s (Abb. 2). Im langjährigen Mittel, errechnet für die Jahre 1921-1960, wird die Schwebstofffracht am Pegel Ceatal Izmail mit 67,5 Mill./t angegeben (GASTESCU & DRIGA 1983). Nach Berechnungen für die Jahre 1921-1980 ergibt sich eine Verringerung der Schwebstofffracht auf 1873 kg/s, was einem Wert von 58,75 Mill./t pro Jahr entspricht. Nach KELLETAT (1984) wird der Eintrag mit 100 Mill. t/Jahr relativ hoch angesetzt. Von der Gesamtschwebstofffracht werden etwa zwei Drittel durch den nördlichen Chilia-Arm transportiert, der ein eigenes Delta aufbaut, während auf die anderen Arme etwas geringere Mengen entfallen.

Der Geschiebetrieb in den strahlenförmig um den Karpatenbogen angeordneten Nebenflüssen der unteren Donau hängt mit der Größe und der Höhe des Einzugsgebietes zusammen, wobei die größten Werte in den Vorkarpaten liegen. Hier kommt es bei Gefälleverringerung und der hohen Geschiebefracht zu starken Auflandungen und Entstehung kiesiger Buckel, die mit der Auffächerung des Gerinnes und Bildung von Furkationen, Bettverlagerungen und Inselbildung einhergehen (vgl. POPESCU & JELENICZ 1983). Diese Dynamik ist im Einzugsgebiet der unteren Donau noch an vielen Flüssen vorhanden, jedoch am Siret besonders gut ausgeprägt.

4. Die Auen im unteren Donaoraum

Das Überschwemmungsgebiet der unteren Donau erstreckt sich in unterschiedlicher Breite

entlang des Stroms und erreicht auf der Höhe der Großen Braila-Insel im Querschnitt 25 km (Abb. 5). Sein weitaus größter Flächenanteil liegt auf rumänischem Staatsgebiet und beläuft sich nach BOTZAN (1984) auf eine Fläche von 1.028.000 ha, von der 573.000 ha auf die heute größtenteils vom Strom abgeschnittene Aue, die sogenannte „Lunca“ am linken Donauufer entfallen. Dazu kommen die flächenmäßig weniger ausgedehnten Auengebiete am rechten Donauufer, auf bulgarischer Seite. Diese beschränken sich im wesentlichen auf die Abschnitte zwischen der Mündung von Iskar und Vit, auf das Gebiet um Belene von der Osam Mündung bis Svischtov sowie einige weniger ausgedehnte stromnahe Flächen, die insgesamt etwa 80.000 ha ausmachen.

Von der mit 524.000 ha bezifferten Gesamtfläche des Donaodeltas, einschließlich der Lagunenkomplexe von Razelm-Sinoe (vgl. BOTZAN l.c.), gehören 455.000 ha zu Rumänien, während etwa 69.000 ha auf die Moldauische Sowjetrepublik entfallen. Permanente Wasser- sowie Überschwemmungsflächen belaufen sich insgesamt auf 88,5 %, während 11,5 % der Flächen im Donaodelta als Trockengebiete einzustufen sind.

Im Querprofil zeigt die Donauaue eine Abfolge unterschiedlich strukturierter Bereiche, die vom Hauptgerinne über die sandigen Uferwälle („Grinduri“) und das ausgedehnte Überschwemmungsgebiet mit einer überaus großen Vielfalt von Auengewässern bis zu den Randsenken an der Niederterrasse reicht (vgl. ANTIPA 1911, 1912).


Parallel zum Strom erstrecken sich bis in den fluvialen Teil des Donaodeltas unterschiedlich ausgeprägte 1-5 m hohe Uferwälle. Die senkrecht auf die Fließrichtung der Deltaarme ausgerichteten, ebenfalls mit „Grind“ bezeichneten Wälle im fluvio-marinen Teil des Deltas haben einen anderen Charakter als jene entlang der Donau. Sie sind von Meeresablagerungen geprägt und widerspiegeln die Entwicklungstendenzen der Küstenlinie.


Die Vielfalt der Auengewässer reicht von kleineren, seichten Nebengerinnen der Donau (Dunaritze), über Rinnen, Tümpel und kleinere Teiche (Japsche) bis hin zu Altarmen (Zatoane) in verschiedenen Verlandungsphasen, aus denen schließlich durch Abtrennung der Zu- und Abfluß-„Girle“ Auenseen entstanden (vgl. ANTIPA l.c.). Die Auenseen an der unteren Donau haben ihren Ursprung teils auch in Flußlimanen und zwar durch Abdämmung von Nebenflüssen mit geringer Transportfähigkeit. Infolge von Trockenlegungsarbeiten sind die zahlreichen Auengewässer in den letzten drei Jahrzehnten größtenteils verschwunden.

In den parallel zum Hochufer verlaufenden Randsenken mit oberflächennahem Grundwasser treten häufig Verbrackungserscheinungen auf, da das an löslichen Salzen reiche Grundwasser während der ariden Sommermonate kapillar bis zur Oberfläche steigt, wobei das Wasser verdunstet und die Salze sich anreichern.

Die Differenzierung der Auen an den Nebenflüssen der unteren Donau entspricht generell den

Überschwemmungsgebiet der unteren Donau

 **Abgrenzung der Aue**
nach Donita & Roman 1976 (Atlas RSR, Blatt VI - 2, Vegetation)

 **Eindeichung - Trockenlegung**
nach: Gastescu et al. 1976 (Atlas RSR Blatt V - 6, Hydrogeographische Karte),
Jordan et al. 1977 (Atlas RSR Blatt XI - 7, Nr.1),
Gastescu 1978 (Atlas RSR, VI - 5, Nr.4, Delta du Danube)
Botzan 1984

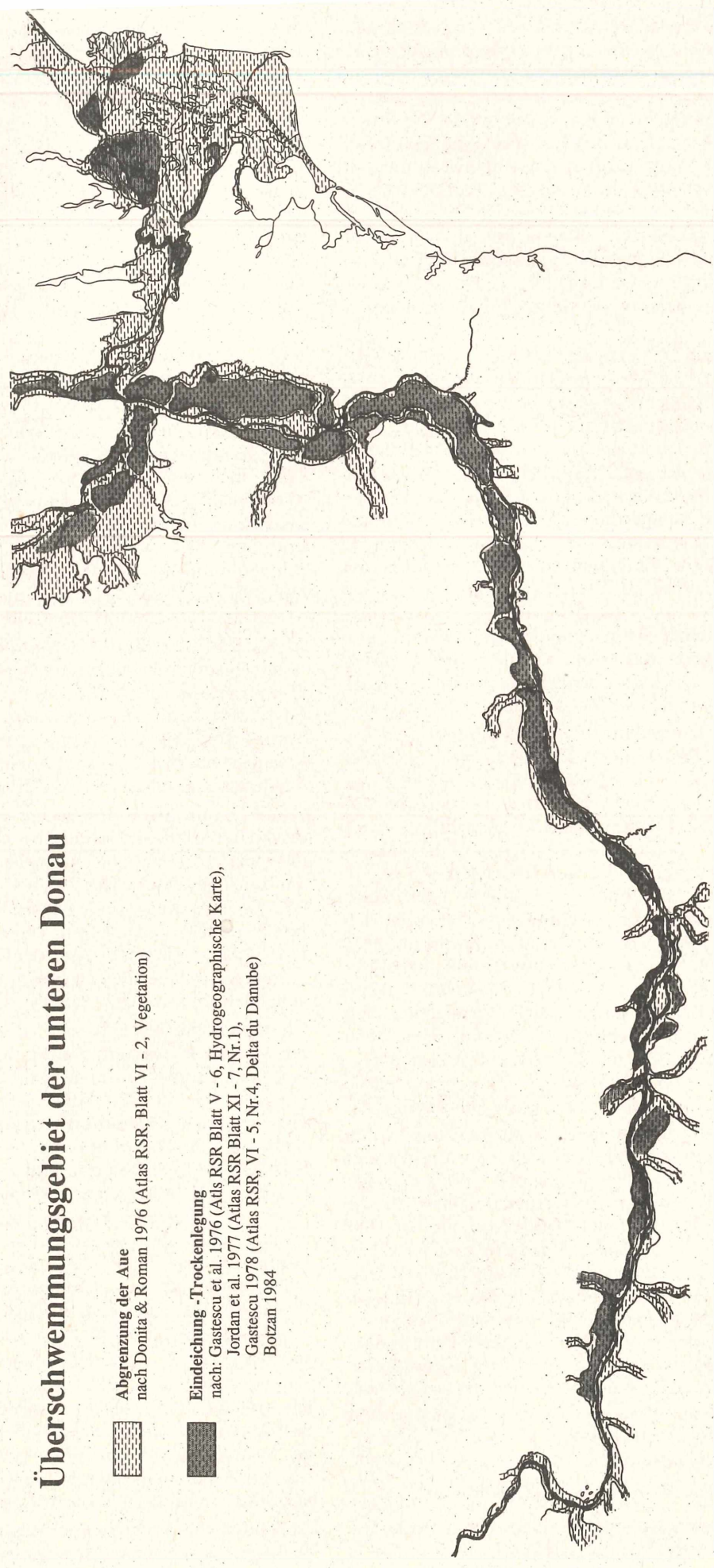


Abbildung 5

Reliefstufen, die sie von ihren Quellgebieten in den Karpaten über deren Vorländer bis in die Tiefebene durchqueren. Dabei gehen mit der Verringerung des Gefälles Veränderungen der Oberflächengestalt der Aue einher, die ihre Vielfalt an Lebensraumstrukturen bestimmen. Während sich die Auen auf den Fließstrecken mit großem Gefälle meist nur auf ein schmales Band beschränken, verbreitern sie sich im Karpatenvorland zusehends, wobei sich durch die mitgeführten Mengen groben Geschiebes ihr Grundrißbild vollkommen verändert. Die Flüsse zerteilen sich in viele netzartig miteinander verflochtene Gerinne und lassen ausgedehnte Kiesbänke und Inseln entstehen, die bei jedem Hochwasser umgestaltet oder völlig abgetragen werden. Durch die Entwicklung kontinuierlicher Uferwälle infolge hoher Geschiebeablagerung, die von den kleineren Zuflüssen nur schwer durchbrochen werden können, fließen diese oft über längere Strecken parallel zum Hauptgerinne durch dieselbe Aue, bis sie schließlich einmünden können. Dieses ist für viele Nebenflüsse von Siret und Prut charakteristisch. Bei abflachendem Gefälle erreichen die Auen am unteren Jiu, Olt, Arges, an der Ialomitza sowie am Prut eine Breite von 4-8 km. Mit einer Ausdehnung von 10-11 km hat der untere Siret als der wasserreichste Zufluß der unteren Donau das größte Überschwemmungsgebiet.

Dynamische Bettverlagerungen sowie breitflächige Auffächerung des Gerinnes sind für viele der Donauzuflüsse im Süden und Osten der Rumänischen Tiefebene charakteristisch. Während Gerinneauffächerung und Inselbildung die Siretaue vor allen anderen auszeichnet (Abb. 6), spielen sich in der Prutaue durch vorherrschende Seitenerosion Mäanderbildungs- und Abschnürungsvorgänge ab (POPESCU & JELENICZ 1983). In der Mäanderzone am unteren Olt wurde die ursprüngliche Flußdynamik durch den Bau von Staustufen grundlegend verändert und ging größtenteils verloren.

5. Bemerkungen zur Flora und Vegetation

Der als „danubische Zone der Wasservegetation“ umgrenzte Raum der unteren Donau (BORZA 1965) umfaßt die Aue vom Donauknie an der Timok-Mündung bis zum Donaudelta. Die ökologischen Gradienten entlang dieses Stromab-

schnittes und seiner Nebenflüsse spiegeln sich auch in der Verbreitung der Arten wider. Entlang der Donauzuflüsse ist eine Abnahme der Elemente aus den Karpaten, so der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) und der Grau-Erle (*Alnus incana*) festzustellen, je weiter man über den Vorkarpatenraum bis in die Donauniederung kommt.

Im Donautal selbst überlagern sich Arten submediterran und balkanischer Herkunft wie *Periploca graeca*, Echte Wildrebe (*Vitis sylvestris*), die im unteren Donauraum als Flaum-Esche bekannte Unterart der Feldesche (*Fraxinus angustifolia ssp. pallisae*), Balkan-Eiche (*Quercus pedunculiflora*) mit pontisch-mediterranen Elementen wie Russisches Süßholz (*Glycyrrhiza echinata*) und eurasisch-kontinentalen Elementen wie Tamariske (*Tamarix ramosissima*), die vorwiegend im Osten des unteren Donauraumes vorkommen.

Vor dem Beginn massiver Eingriffe nahmen Auwälder, Wasser- und Sumpfpflanzen-Gesellschaften unübersehbare Flächen im Überschwemmungsgebiet der unteren Donau und ihrer Nebenflüsse ein. Ihre mosaikartige Vielfalt ist bedingt durch die vom Fluß geschaffenen Reliefunterschiede und die davon abhängige Dauer der Überflutung. So stehen an den tiefsten und stromnahen Standorten Silberweidenwälder, denen auf höher gelegenen Stellen Silberweiden-Pappelwälder und schließlich auf den höchsten Stellen Hartholzauenwälder folgen. Die Altarme, Auenseen und kleinere Auengewässer beherbergen verschiedene Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften, deren Zusammensetzung von den Strömungsverhältnissen und dem Nährstoffgehalt des Wassers abhängig ist. Die mit dem kaum vorhandenen Gefälle an der unteren Donau zusammenhängende geringe Strömungsgeschwindigkeit sowie die hohe Schwebstofffracht begünstigen die Entwicklung großer Röhrichtbestände vor allem im Balta-Gebiet und dem Donaudelta. Ungewöhnlich sind die für das Donaudelta charakteristischen schwimmenden Schilfinselfen, genannt „Plaur“, deren ökologische Bedeutung bereits ANTIPA (1911, 1912) hervorgehoben hatte.

Die Auwälder im Einzugsgebiet der unteren Donau zeichnen sich dank der Vielfalt der Standorte sowohl im Querschnitt der Aue als

Abbildung 6

Siret bei Ionasesti-Nicolesti (1986)
Hybridpappelplantagen sowie Kiesentnahme und die damit verbundenen Beeinträchtigungen durch Transportmittel haben das Bild der Auenlandschaft verändert.



auch in der Abfolge von den Karpaten bis in die Tiefebene durch unterschiedliche Waldgesellschaften aus. So werden Grauerlenbestände der Gebirgsauen an den Nebenflüssen der Donau von Schwarzerlen-Auen des Karpatenvorlandes abgelöst, denen in der Niederung Silberweidenwälder, Pappelwälder und Eschen-Eichen-Ulmenwälder folgen. In den Donauauen herrschen Pappel- und Weidenwälder vor, während im fluvialen Teil des Donaudeltas der Schwerpunkt der Silberweidenwälder liegt (DONITA, CHIRITA & ROSU 1981).

In Abhängigkeit von der Überflutungsdauer und der Überflutungshöhe (gemessen in den sehr relativen Werten der Hydrograde, wobei mit 1 HG in der einschlägigen rumänischen Fachliteratur der zehnte Teil der Differenz zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Wasserstand angegeben wird), kann zwischen zwei Ausbildungen des Silberweidenwaldes unterschieden werden (DONITA, DIHORU & BINDIU 1966). An den tiefsten Stellen mit einer sechs Monate und länger währenden Überflutung stockt ein struktur- und artenarmer Silberweiden-Auenwald (*Salicetum albo-fragilis*) mit einer ausschließlich von Silberweiden aufgebauten Baumschicht sowie einer nicht oder nur andeutungsweise vorhandenen Strauchschicht, die oft von Falschem Indigo (*Amorpha fruticosa*) geprägt ist (vgl. DONITA, DIHORU & BINDIU l.c., LEANDRU 1971). Die lückige Krautschicht besteht vorwiegend aus Nässe- und Wechselwasserzeigern wie Wasserpfeffer (*Polygonum hydropiper*), Wassermiere (*Myosoton aquaticum*), Blut-Weiderich (*Lythrum salicaria*), Sumpf-Ziest (*Stachys palustris*), Sumpf-Helmkraut (*Scutellaria galericulata*), Sumpf-Schwertlilie (*Iris pseudacorus*), Wasserkresse (*Rorippa amphibia*), Wasserfenchel (*Oenanthe aquatica*) und anderen. In seiner Artenzusammensetzung und Struktur entspricht dieser auch als Wasserpfeffer-Silberweidenwald (Ges. von *Salix alba-Polygonum hydropiper*) der unteren Donau beschriebene Auwald (DONITA, DIHORU & BINDIU l.c.) der „nassen Weichholzaue“ anderer Autoren (vgl. WENDELBERGER-ZELINKA 1952, MARGL 1971, vgl. ELLENBERG 1986).

An wenig höher gelegenen Standorten, wo die Überflutungsdauer vier Monate im Jahr nicht überschreitet, ändert sich die Struktur des Silberweidenwaldes. Neben Silberweide anteilig meist mit etwa 75 %, kommt die ebenfalls an längere Überflutungsdauer angepaßte Schwarzpappel (*Populus nigra*) in größeren Mengenanteilen sowie Silberpappel (*Populus alba*) hinzu. Vertreten sind ferner Weißer Maulbeerbaum (*Morus alba*), amerikanische Esche (*Fraxinus pennsylvanica*) und Eschen-Ahorn (*Acer negundo*), die sich im gesamten unteren Donauraum eingebürgert und verbreitet haben. Vereinzelt findet sich bereits auf dieser Stufe die Feld-Esche (*Fraxinus angustifolia*) (DONITA, DIHORU & BINDIU l.c.). Die Strauchschicht besteht neben Hartriegel (*Cornus sanguinea*) vorwiegend aus Falschem Indigo (*Amorpha fruticosa*), der stellenweise hohe Mengenanteile erreicht und die einheimischen Arten verdrängt

(DONITA & DIHORU 1961, DONITA, DIHORU & BINDIU l.c.). Die Krautschicht dieses Silberweidenwaldes wird von Kratzbeere (*Rubus caesius*) beherrscht. Hohe Stetigkeit erreichen auch Nässezeiger wie Sumpf-Labkraut (*Galium palustre*), Sumpf-Ziest (*Stachys palustris*), Blut-Weiderich (*Lythrum salicaria*), Sumpf-Wolfsmilch (*Euphorbia palustris*), Dreiteiliger Zweizahn (*Bidens tripartita*) und Milder Knöterich (*Polygonum mite*) (vgl. DONITA, DIHORU & BINDIU l.c.). Mit der geringeren Überflutungsdauer (1-2 Monate) und Höhe ist eine Strukturveränderung des flußbegleitenden Silberweidenwaldes verbunden. Diese zeichnet sich deutlich an den Nebenflüssen der unteren Donau ab. Neben Silber- und Bruchweide ist hier die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) am Aufbau der Baumschicht beteiligt, während die Strauchschicht vorwiegend aus Hartriegel (*Cornus sanguinea*) besteht. In der Krautschicht erreichen Nässezeiger wie Wolfstrapp (*Lycopus europaeus*), Großer Merk (*Sium latifolium*) und Wechselfeuchtezeiger wie Silgblättriger Wasserfenchel (*Oenanthe silaifolia*) hohe Stetigkeitswerte (vgl. DONITA, DIHORU & BINDIU l.c.).

Dem Silberweidenwald sind stellenweise zum Strom hin Mandelweiden-Korbweidengebüsche (*Salicetum triandrae*) vorgelagert, die wie oft auch die Silberweiden von Schleiergesellschaften der *Calystegietalia* überwuchert sind. Unter diesen fallen besonders die Bestände der Stachelgurke (*Echinocystis lobata*) auf, die sich in den Auen im Einzugsgebiet der unteren Donau eingebürgert und stark ausgebreitet hat (SCHNEIDER 1974, ELLENBERG 1986).

Der Kratzbeeren-Ausbildung des Silberweidenwaldes folgen auf etwas höher gelegenen Auflandungen und Uferwällen, den sogenannten „grinduri“, mit etwas kürzerer Überflutungsdauer Pappel-Weiden- und Pappelauenwälder (*Populeto-Salicetum*) mit Schwarzpappel (*Populus nigra*) und Silberpappel (*Populus alba*) sowie Grau-Pappel (*Populus canescens*) in unterschiedlichen Mengenanteilen. Hinzu kommt stellenweise Weißer Maulbeerbaum (*Morus alba*) und Amerikanische Esche (*Fraxinus pennsylvanica*) (vgl. SERBANESCU & POPESCU 1967). Die Baumschicht ist geprägt durch die schnellwüchsigen Pappelarten, die die Weiden bald überragen. Die gut entwickelte Strauchschicht kennzeichnet sich durch Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Weißdorn (*Crataegus monogyna*), Holunder (*Sambucus nigra*), Pfaffenhütchen (*Evonymus europaeus* und *E. verrucosus*), Liguster (*Ligustrum vulgare*), Kreuzdorn (*Rhamnus catharticus*) und Falscher Indigo (*Amorpha fruticosa*). Auffallend ist in diesen Auwäldern die Häufigkeit von Spreizklimmern wie Hühnerbiß (*Cucubalus baccifer*) und Lianen, vor allem Waldrebe (*Clematis vitalba*) und Echte Wildrebe (*Vitis sylvestris*). Letztere zeigt Häufungen in Auwäldern vom Donaudurchbruch bis zur Mündung des Olt sowie in der Balta Ialomitzei und dem Donaudelta (vgl. MEUSEL, NIEDERMAIER 1985). Stellenweise kommt auch die submediterrane Lianenart *Periploca graeca* hinzu (vgl. SERBANESCU & POPESCU 1967), die

diesen Wäldern zusammen mit den anderen Lianenarten einen subtropisch anmutenden Charakter verleiht.

Die Krautschicht ist je nach Nährstoffreichtum des Standortes unterschiedlich ausgeprägt. Im Übergangsbereich von der Kratzbeeren-Ausbildung des Silberweidenwaldes zu den Pappel-Weidenwäldern besteht die Krautschicht aus einem geschlossenen Teppich von Kratzbeere (*Rubus caesius*). Dazu kommen Arten nährstoffreicher, feuchter und frischer Standorte wie Kletten-Labkraut (*Galium aparine*), Bittersüßer Nachtschatten (*Solanum dulcamara*), Gemeiner Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*), Echte Nelkenwurz (*Geum urbanum*), ferner Russisches Süßholz (*Glycyrrhiza echinata*), Großer Wolfstrapp (*Lycopus exaltatus*), Geißraute (*Galega officinalis*) und andere. Auf den wechselfrischen Standorten gesellt sich die Gewöhnliche Osterluzei (*Aristolochia clematitis*) hinzu.

Auf sandigen Auflandungen und Uferwällen war an der unteren Donau besonders im großen Baltagebiet sowie an Siret und Prut eine vorwiegend aus Silberpappeln aufgebaute Ausbildung der Pappelauenwälder häufig (SERBANESCU & POPESCU l.c., LUPU 1971, MITITELU 1970). Infolge ihrer aktiven Regeneration durch Stockausschlag vermögen Schwarz- und Silberpappeln sich an Standorten der Hartholzauenwälder stärker als ursprünglich auszubreiten, so daß die Grenze zwischen Pappelreichen Weichholzauenwäldern und den Eschenreichen Hartholzauenwäldern oft schwer zu ziehen sind (vgl. HORVAT, GLAVAC & ELLENBERG 1974).

Im östlichen Raum der unteren Donau stehen Silberweidenwald sowie Silberweiden-Pappel- und Pappelwälder häufig in Kontakt zum Tamariskengebüsch (vgl. a. DONITA, CHIRITA, ROSU 1981). Dieses breitet sich dort aus, wo die Weidenwälder vernichtet werden. Ihre natürlichen Standorte hat die Tamariske (*Tamarix ramosissima*) im unteren Donaauraum als Pionier auf den sandigen Auflandungen der Flüsse, wo unter den Bedingungen des Steppenklimas Verbrackungserscheinungen auftreten (SIMON & DIHORU 1963, HORVAT, GLAVAC, ELLENBERG 1974). Im gleichen Biotop finden sich ineinander übergreifend Weidenbestände, an deren Aufbau die Purpurweide (*Salix purpurea*) maßgeblich beteiligt ist. Ausgedehnte Tamariskengebüsche, beschrieben als Reitgras-Tamarisken-Gesellschaft (*Calamagrosti-Tamaricetum ramosissimae*) (SIMON & DIHORU l.c.), finden sich häufig, aber unbeständig, auf überströmten Sand- und Kiesbänken im Bereich der Steppe und Waldsteppe an den Nebenflüssen der unteren Donau, so an Siret (LUPU 1971), Prut (MITITELU & BARABAS 1975), Buzau (SIMON & DIHORU l.c.), Prahova (DIHORU 1976) und Trotus (MITITELU & BARABAS 1971). In ihrer Ausbildung mit Sanddorn (*Hippophae rhamnoides*) leiten die Tamariskenfluren im unteren Donaauraum zu den Sanddorn-Berberitzen-Fluren (*Hippophae-Berberidetum*) trockenerer Standorte über (vgl. SIMON & DIHORU 1963, MITITELU & BARABAS 1970, 1971).

Die Tamariske (*Tamarix ramosissima*) besiedelt auch die schmalen Uferwälle im Donaudelta. Ähnliche Tamariskenbestände sind als Ges. von *Tamarix smyrnensis* von den bulgarischen Donauinseln beschrieben worden (STOJANOV 1948).

In engem Kontakt zu den Silberweiden-Pappel- und Pappelwäldern steht auf der tiefen Stufe der Hartholzaue ein eschenreicher Auenwald (*Fraxino-Ulmetum*), der sich durch besonderen Artenreichtum auszeichnet. Neben der vorherrschenden Feld-Esche (*Fraxinus angustifolia* einschließlich *ssp. pallisae*), Gewöhnlicher Esche (*Fraxinus excelsior*), Flatter-Ulme (*Ulmus laevis*) und Feld-Ulme (*Ulmus minor*) sind mit geringem Anteil Stiel-Eiche (*Quercus robur*), Silberpappel (*Populus alba*) und Erle (*Alnus glutinosa*) am Aufbau der Baumschicht beteiligt (MITITELU & BARABAS 1971). Zu ihnen gesellen sich oft auch Wild-Apfel (*Malus sylvestris*) und Wild-Birne (*Pyrus pyrastrer*). In der Strauchschicht sind Weißdorn (*Crataegus monogyna*) und Pfaffenhütchen (*Evonymus europaeus* und *E. verrucosa*), Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Wasser-Schneeball (*Viburnum opulus*) und Holunder (*Sambucus nigra*), Liguster (*Ligustrum vulgare*) gut repräsentiert. Neben Echter Wildrebe (*Vitis sylvestris*) und Waldrebe (*Clematis vitalba*), die häufig vorkommen, findet sich stellenweise auch die submediterrane Liane *Periploca graeca*. Die Krautschicht besteht vorwiegend aus Feuchte- und Frischezeigern, von denen unter anderen Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria*), Riesen-Schwengel (*Festuca gigantea*), Wald-Ziest (*Stachys sylvatica*), Knoblauchsraute (*Alliaria officinalis*), Haselwurz (*Asarum europaeum*) hohe Stetigkeitswerte erreichen (vgl. MITITELU & BARABAS 1975). In ihrer Ausbildung mit Sommerknotenblume (*Leucosium aestivum*) sind die Eschen-Auenwälder der unteren Donau dem Leucojo-Fraxinetum parvifoliae von Save und Drau vergleichbar (HORVAT, GLAVAC & ELLENBERG 1974).

Aus dem Dünengebiet im fluvio-marinen Teil des Donaudeltas (Letea) wurden Eichen-Eschen-Auenwälder beschrieben (PASCOVSCHI & LEANDRU 1958, SIMON 1960, KRAUSCH 1965), die sich jedoch ökologisch von den oben erwähnten Wäldern unterscheiden. In mosaikartiger Anordnung umfassen sie eine Spannbreite, die von grundwasserbeeinflussten und gelegentlich überfluteten Feldeschenbeständen in den Mulden („hasmacuri“) zwischen den Dünen bis hin zu trockenen Eichenbeständen auf den Sanddünen reicht (vgl. LEANDRU 1971, HORVAT, GLAVAC & ELLENBERG 1974).

Auf der höheren Stufe der Hartholzaue treten Feld- und Flatter-Ulme teils auch die Feld-Esche zurück. Da die Überflutungen nur noch sehr kurze Zeit anhalten, können auch solche Baum- und Straucharten aufkommen, die auf den tieferen Niveaus keine Existenzmöglichkeiten hatten. Dazu zählen Feldahorn (*Acer campestre*), Winterlinde (*Tilia cordata*), Hainbuche (*Carpinus betulus*) sowie stellenweise Tataren-Ahorn (*Acer tataricum*). Im Osten des Donaoraumes ist auch die Balkan-Eiche (*Quercus pedunculiflora*) eingestreut

(IVAN 1979, DONITA 1983). Für die Krautschicht ist das häufige Auftreten von Frühlingsgeophyten, wie Blaustern (*Scilla bifolia*), Maiglöckchen (*Convallaria majalis*), Lerchensporn (*Corydalis solida*) und Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*) charakteristisch. Mit Arten wie beispielsweise Rauhaariges Veilchen (*Viola hirta*), Pimpernuß (*Staphylea pinnata*) und Berberitze (*Berberis vulgaris*) vermitteln diese Auwälder der höchsten Stufe zu den wärmeliebenden Eichenwäldern im unteren Donauroaum.

Aufgrund ihrer ökologischen Differenzierung werden die Waldbestände der tieferen und der höheren Stufe der Hartholzau zwei Waldgesellschaften, einem Eschen-Ulmen- und einem Eichen-Ulmenwald zugeordnet (IVAN 1979, DONITA 1983), die jedoch auch zusammengefaßt als Fraxino-Ulmo-Quercetum dargestellt werden. Diese Eschen-Ulmen-Eichenwälder sind durch den Verlust an Standorten größtenteils verlorengegangen.

Stellenweise schieben sich zwischen Silberweiden-Pappelwälder und Eschen-Ulmenwald Grauerlen (*Alnus incana*)-Bestände, die aus den Gebirgstälern bis in die Niederung, so beispielsweise am Siret (bei Adjud) vorstoßen (MITITELU & BARABAS 1970). In solchen Übergangsbereichen ist auch die Krautschicht des Eschen-Ulmenwaldes von Arten des Karpaten-Grauerlen- und -Buchenwaldes wie Straußfarn (*Matteuccia struthiopteris*), Lerchensporn (*Corydalis marschalliana*), Platterbsen (*Lathyrus aureus* und *venetus*), Siebenbürgisches Leberblümchen (*Hepatica transsilvanica*), Rotes Lungenkraut (*Pulmonaria rubra*) und Herzblättriger Beinwell (*Symphytum cordatum*) durchdrungen. Ähnlich wie die Grauerle stoßen auch Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) sowie Lavendelweiden-Sanddorn-Fluren (Ges. von *Hippophae rhamnoides*-*Salix elaeagnos*) stellenweise in die Niederung vor (PARASCAN & DANCUI 1975, DIHORU 1976).

An Standorten der ehemaligen Hartholzauenwälder haben sich Grünlandgesellschaften ausgebreitet, die nach Art und Weise der Bewirtschaftung unterschiedlich ausgeprägt sind. Ihre ökologische Spannbreite reicht vom naßen bis zum trockenen Bereich. Im Überschwemmungsgebiet der unteren Donau treten vorwiegend Kriech-Straußgras (*Agrostis stolonifera*), Kriechquecke (*Agropyron repens*) und Gemeine Rispe (*Poa trivialis*) bestandbildend auf (PUSCARU-SOROCEANU 1963, IVAN 1983). Kennzeichnend sind ferner für diese Auenwiesen Kriechendes Fingerkraut (*Potentilla reptans*), Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*), Gnadekraut (*Gratiola officinalis*), Geißbraute (*Galega officinalis*) und Polei-Minze (*Mentha pulegium*). Die Häufigkeit von Schmalblättrigem Hornklee (*Lotus tenuis*) deutet auf eine zunehmende Verbrackung hin, wobei es sich vorwiegend um Karbonat- und Sulfat-Verbrackung handelt. Die intensive Weidenutzung im unteren Donauroaum hat zu einer weitflächigen Ausbreitung von Gesellschaften des Cynosurion-Verbandes ge-

führt, von denen die Weidelgras-Weide (*Lolium-Cynosuretum*) am häufigsten ist.

Nach IVAN l.c. schließt die überaus lange Überflutungsdauer an der unteren Donau flächige Vorkommen von Fuchsschwanzwiesen aus. Diese sind jedoch in den Auen der Nebenflüsse im gesamten Einzugsgebiet der unteren Donau häufig. In ihrer floristischen Zusammensetzung mit Kantenlauch (*Allium angulosum*), Krapp-Labkraut (*Galium rubioides*), Gnadekraut (*Gratiola officinalis*), Langblättrigem Ehrenpreis (*Veronica longifolia*), Riesen-Wegerich (*Plantago maxima*) wie sie beispielsweise am Zibin, im Einzugsgebiet des Olt beschrieben wurden (SCHNEIDER 1978, 1980), stehen sie ähnlichen Auwiesen des östlichen Europa nahe, die im Überschwemmungsgebiet der unteren Wolga weit verbreitet waren (SCHENNIKOV 1930). Nahe liegt auch die Verwandtschaft mit den Kantenlauch-Fuchsschwanzwiesen vom Oberrhein, deren kontinentale Prägung DISTER (1980) hervorgehoben hat.

Auf mäßig feuchten bis frischen Auelehmböden gedeihen Wiesen, die dem Arrhenatherion-Verband angehören und den Glatthaferwiesen des mittleren Europa nahestehen. In ihrem Aufbau spielt der Wiesenschwingel (*Festuca pratensis*) eine größere Rolle. Der Glatthafer selbst nimmt mit steigender Kontinentalität ab und wird zusehends aus den tieferen Lagen verdrängt (CSÜRÖS 1970). Gesellschaften des Deschampsion caespitosae- und des Cnidion-Verbandes treten im Überschwemmungsgebiet der unteren Donau und ihrer Nebenflüsse anstelle der Molinion-Feuchtwiesentypen Westeuropas (CSÜRÖS l.c., HORVAT, GLAVAC & ELLENBERG 1974).

In den zahlreichen Nebengewässern und Altwässern der unteren Donau nahmen Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften große Flächen ein, die im Zuge der Trockenlegungsarbeiten der „Lunca“ sehr stark zurückgedrängt wurden. Die Gewässervegetation an dieser Stelle eingehend zu besprechen würde den Rahmen sprengen. Es sei jedoch auf die zahlreichen wärmeliebenden Arten hingewiesen, die bestandbildend auftreten und in den flachen eutrophen, sich leicht erwärmenden Gewässern günstige Entwicklungsbedingungen finden. Zu ihnen gehören Wasserschrauben-Hornkraut-Unterwasserwiesen (As. *Vallisneria spiralis*-*Ceratophyllum platycanthum*), ausgedehnte Bestände der Wassernuß (*Trapa natans*), Schwimmfarn-Decken (*Salvinia natans*), Krebscheren- und Froschbiß-Bestände (*Stratiotes aloides*, *Hydrocharis morsus ranae*) sowie Kleefarn (*Marsilea quadrifolia*) (KRAUSCH l.c., MITITELU 1971, MITITELU & BARABAS 1975, SANDA, SERBANESCU & ZAVOIANU 1970, RUDESCU, SANDA & PEICEA 1977). Dazu kommen in flacheren Gewässern ausgedehnte Bestände der Seekanne (*Nymphoides peltata*) (KRAUSCH 1965, HORVAT, GLAVAC & ELLENBERG l.c.). Die Teichrosengesellschaft (*Myriophyllo-Nupharetum*) bildet eine unterschiedlich breite Zone vor dem Röhrichtsaum, der sich an Seen, Altwässern und Kanälen entwickelt. Rohrkolbenröhrichte (*Typha latifolia* und *T. angustifolia*)

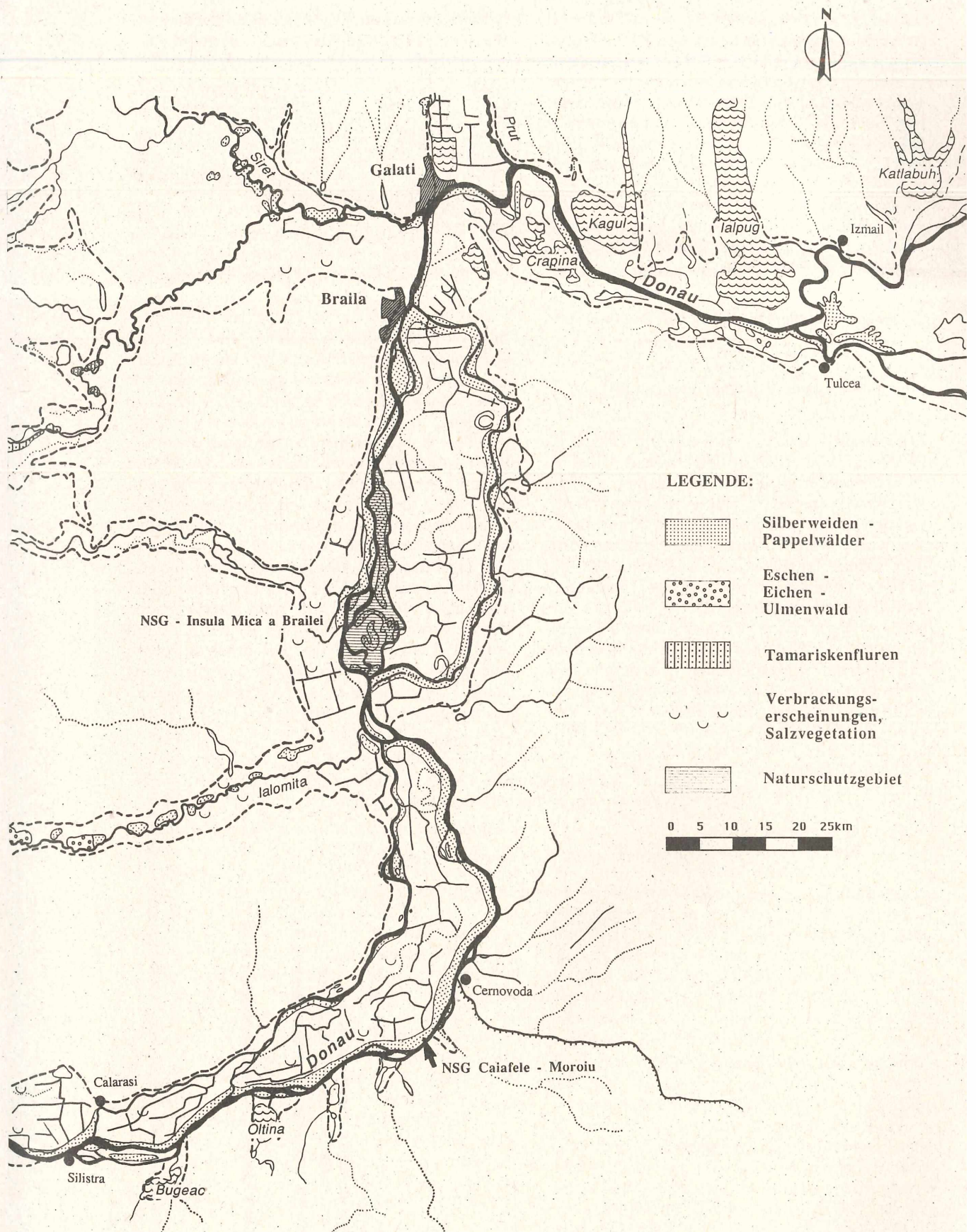


Abbildung 7

Die Auenwälder im Delta-Gebiet der unteren Donau (nach DONITA, N., N. ROMAN (1976): Vegetatia (in Atlas R.S.R., VI-2) (verändert).

lia), Seebinsen- (*Schoenoplectus lacustris*) und Schilfröhricht (*Phragmites australis*) sowie Uferseggen-Sumpfschilfröhrieder (*Carex riparia*, *C. acutiformis*) gehören zu den landschaftsprägenden Elementen. Das Donaudelta bildet mit seinen ausgedehnten Schilfflächen und den schwimmenden Schilfinselfen, genannt „Plaur“, einen in Europa einzigartigen Lebensraum. Zu den kennzeichnenden Arten dieser Schilfröhrichte gehören Sumpflappenfarn (*Thelypteris palustris*), Zungen-Hahnenfuß (*Ranunculus lingua*), Wasser-Schierling (*Cicuta virosa*) und Scheideried (*Cladium mariscus*) (vgl. KRAUSCH I.c.).

6. Eingriffe in die Auenlandschaft an der unteren Donau

6.1 Wasserbauliche Maßnahmen im Überblick

Zur besseren Nutzung der unteren Donau als Wasserstraße wurden in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Stromschnellen auf der Durchbruchstrecke im Eisernen Tor gesprengt. Um den Verkehr mit Großfrachtern zu gewährleisten wurde auf der Stromstrecke zwischen Braila und Ceatal Izmail vor dem Donaudelta das Gerinne eingetieft. Im Bereich des Donaudeltas wurde mit einem Durchstich des Sulina-Armes eine Laufverkürzung und gleichzeitig auch eine Eintiefung des Gerinnes vorgenommen. Betteintiefungsarbeiten wurden auch in anderen Bereichen der rumänischen Donaustrecke durchgeführt (GASTESCU, ZAVOIANU, RUSU 1983),

hatten jedoch kaum Beeinträchtigungen im Überschwemmungsgebiet der Donau zur Folge.

Weitaus folgenschwerer waren die wasserbaulichen Maßnahmen, die im Hinblick auf die Erschließung neuer Flächen für die Landwirtschaft durchgeführt wurden. Dabei wurden ausgedehnte Überflutungsräume an der unteren Donau durch Dämme vom Strom getrennt und trockengelegt. (Abb. 5, 7, 8).

Erste Eindeichungsarbeiten stammen aus der Zeit des ausgehenden 19. Jahrhunderts und wurden von holländischen Wasserbauern ausgeführt (BOTZAN I.c.). Ein Erlaß von 1910, der sich an den Auffassungen von Ing. SALIGNY orientierte, sah die landwirtschaftliche Nutzung der gesamten Aue entlang der unteren Donau durch Eindeichung mit nicht überströmbaren Dämmen vor. Dieses Konzept stand jedoch im Widerspruch zu der jahrhundertealten fischereilichen Nutzung der Donau und ihrer Nebengewässer, die durch ihren großen Fischreichtum bekannt waren und als dynamische Einheit betrachtet wurden (ANTIPA 1911). Unter Berücksichtigung der ökologischen Austauschfunktion von Organismen zwischen Strom und Aue und der wirtschaftlichen Bedeutung des Überschwemmungsgebietes der Donau schlug ANTIPA die Errichtung überströmbarer Deiche vor, die mit entsprechenden Bauwerken versehen den natürlichen Ein- und Auslauf des Hochwassers gewährleisten sollten und für ein zehnjährliches Hochwasser berechnet waren. Dennoch setzte sich vorerst SALIGNYS Auffassung durch, so daß der Bau von Hochwas-

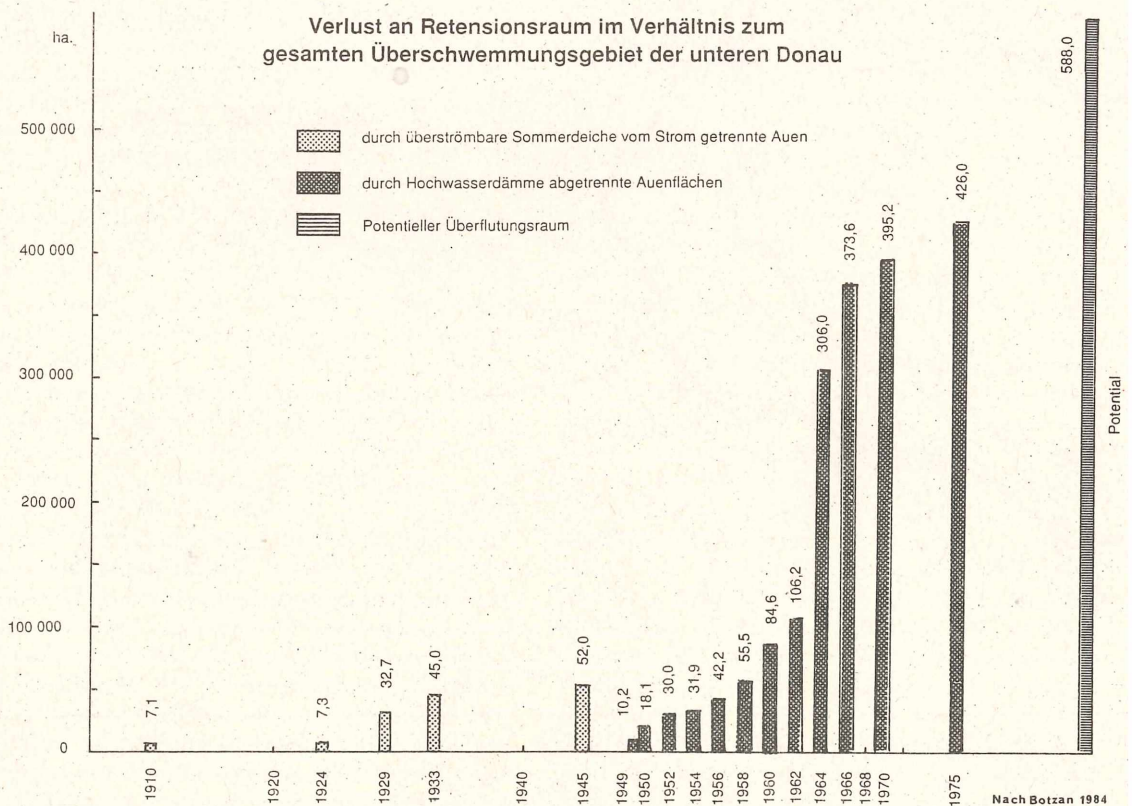


Abbildung 8

serdämmen entlang der Donau zwischen Giurgiu und Gropeni einschließlich der Borcea-Insel (Balta Ialomitzei) ins Auge gefaßt wurde.

Darauf unterstützte VIDRASCU (1921) ANTIPAS Auffassung mit neuen hydrologischen Argumenten und wies insbesondere auf die Gefahr der Veränderungen im hydraulischen Gleichgewicht durch den Verlust an Retentionsraum hin. In Verbindung damit sah man schwerwiegende Folgen, vor allem die Verschärfung der Hochwassergefahr, verstärkte Verlandung der abgeschnittenen Donauarme, Versumpfung der eingepolderten Teile durch kaum kontrollierbare Infiltrationen, den Verlust der Fruchtbarkeit durch Ausfall der düngenden Überschwemmungen und den Rückgang der Fischbestände, voraus.

Bis 1939 wurden zum Schutz von 20.000 ha Überschwemmungsfläche überströmbare Deiche mit geringem Profil errichtet. Da diese Bauwerke bei Hochwasserereignissen jedoch wiederholt überschritten und durchbrochen wurden, beschloß man den Bau neudimensionierter, nicht überströmbarer Dämme, die auf ein 20-jährliches Hochwasser ausgerichtet waren. Damit wurde eine Reihe wasserbaulicher Maßnahmen eingeleitet, die später größere Ausmaße annehmen sollten (Abb. 8). Vorerst betrafen die Planungen eine 203.500 ha große Überschwemmungsfläche, die durch Dämme vom Strom getrennt und in ein Be- und Entwässerungssystem einbezogen werden sollte.

Gleichzeitig wurde auch auf bulgarischer Seite, am rechten Donauufer die Frage über die Errichtung von Dämmen erörtert und zwischen 1930-1950 wurden über eine Länge von 300 km entlang der Donau Hochwasserdämme zum Schutz einer Fläche von über 72.000 ha errichtet (s. Hydrol. Monogr., 1986).

Als einschneidend für die Zukunft der unteren Donau erwies sich ein 1962 in Kraft gesetzter Nutzungsplan für die Donauaue und das Delta. Dabei wurden von der Gesamtfläche des Überschwemmungsgebietes außerhalb des Deltas 435.000 ha Oberstrom der Prutmündung zur Eindeichung und Drainage vorgesehen und bis 1983 verwirklicht. Mit 426.000 ha eingedeichter Fläche war die Planung bereits 1975 größtenteils in die Tat umgesetzt (BOTZAN l.c., Abb. 8). Von den verbliebenen 100.000 ha Überflutungsaue an der unteren Donau, wurden 8.300 ha für den Bau intensiver Fischzuchtanlagen sowie 11.000 ha für forstwirtschaftliche Zwecke vorgesehen. Im Zuge dieser Planungen wurden zum Schutz der Dämme gegen Hochwasserwellen und Eistrieb Pflanzungen mit schnellwüchsigen Hybridpappeln vorgenommen, die gleichzeitig auch forstwirtschaftlichen Zwecken dienen sollen. (LUPE et al. 1981).

Neuere Planungen (1984), die sich zwischenzeitlich in der Ausführungsphase befinden, sehen am Unterlauf aller größeren Nebenflüsse und in der Donauaue selbst weitere Eindeichungen zur Hinzugewinnung landwirtschaftlicher Nutzungsflächen, Begradigung und Ausbau der Flüsse vor (vgl. BOTZAN 1984). Für eine Stromstrecke von

über 500 km wurden Dammerhöhungen ins Auge gefaßt.

Mit einem komplexen, 1983 verabschiedeten Deltaprogramm plant man bis 1990 die Ausweitung landwirtschaftlicher Nutzungsflächen im Deltabereich, was zwangsläufig mit der Errichtung von Dämmen und großflächiger Trockenlegung verbunden ist. Dabei werden 144.000 ha im Vergleich zu bisher 66.000 ha zur ackerbaulichen und etwa 50.000 ha für intensive Weidewirtschaft vorgeschlagen. Hinzu kommen erweiterte Vorhaben zum Schilffabbau für industrielle Zwecke, die schwerwiegende Eingriffe in die Deltalandschaft darstellen.

6.2 Moderner Ausbau

Auf der Gefällestrecke im cañonartigen Durchbruchtal am Eisernen Tor wurde auf der Höhe von Stromkilometer 943 zwischen 1964-1972 in Gemeinschaft zwischen Rumänien und Jugoslawien die Staustufe Djerdap/Portile de Fier I gebaut, deren Rückstau bei Niedrigwasser bis an die Mündung der Theiß reicht. Neben der Stromversorgung beider Länder diente das Bauwerk durch seine Schleusen der Verbesserung des Wassertransportes auf dieser recht schwierigen Stromstrecke. Eine weitere Staustufe samt Kraftwerk mit Schwellbetrieb wurde bei Stromkilometer 863 auf der Höhe von Gruia errichtet und 1984 in Betrieb genommen. Laut Angaben bei BOTZAN l.c. wurde 1978 zwischen dem rumänischen Turnu Magurele und dem bulgarischen Nikopol mit dem Bau einer Staustufe als Gemeinschaftsprojekt begonnen. Tatsächlich ist dieses jedoch in der Planungsphase geblieben. Eine weitere geplante Staustufe soll der Regelung der Schifffahrt durch den Donau-Schwarzmeer-Kanal bei Cernavoda dienen (vgl. ROSCA 1976, BOTZAN l.c.). Dieser Kanal, der den Wasserweg zum Meer um etwa 240 km verkürzt, wurde 1984 in Betrieb genommen (FOCSA 1986). Außer seiner Nutzung als Verkehrsverbindung dient das Bauwerk zu Bewässerungszwecken für die ausgedehnten Ackerflächen der ariden Gebiete zwischen Donau und Schwarzmeerküste. Wirtschaftliche Erwägungen lagen auch den Planungen für eine Kanalverbindung zwischen Bukarest und der Donau bei Calarasi zugrunde, mit deren Bau 1986 begonnen wurde (FOCSA l.c.).

Eine von ROSCA l.c. erarbeitete Karte stellt das gesamte Nutzungspotential der Flüsse Rumäniens dar und liefert gleichzeitig einen Überblick über geplante wasserbauliche Maßnahmen im gesamten Einzugsgebiet der unteren Donau. Diese Planungen sind im rumänischen Wasserwirtschaftsgesetz von 1972 und einem Programm wasserbaulicher Maßnahmen (1976) verankert (vgl. BOTZAN l.c.), wobei man bis 1990 die Kontrolle der Gewässer durch den Bau von Staustufen mit komplexer Nutzung in den Griff bekommen will (vgl. ROSCA l.c.). Die Planungen sehen neben einem Vollausbau der Donau auch den Ausbau der größeren Nebenflüsse Jiu, Olt, Arges und Siret vor. Umfangreiche wasserbauliche Maßnahmen haben bereits am Jiu, vor allem

aber am mittleren und unteren Olt erhebliche Veränderungen hervorgerufen.

7. Derzeitige Situation

Durch den Bau von Hochwasserdämmen nahezu über die gesamte Stromstrecke der unteren Donau wurden mehr als 435.000 ha, das sind 4/5 der Aue, vom Strom getrennt (Abb. 5, 8). Damit ergab sich ein „Einschnürungseffekt“, der eine grundlegende Veränderung des Abflußgeschehens (vgl. BOTZAN 1984) sowie den Verlust eines Hochwasserretentionsvolumens von $4,3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ zur Folge hatte (vgl. PISOTA 1983). Die drastische Verringerung des Retentionsraumes an der unteren Donau, auf dessen schwerwiegende Folgen bereits ANTIPA 1911 hingewiesen hatte, führte zur Verschärfung der Hochwassergefahr. Dieses wurde während des außergewöhnlichen Hochwassers von 1970 deutlich, das vorangegangene Ereignisse durch die Höhe der Hochwasserscheitel mit einem Abfluß von über $15.000 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Ceatal Izmail bei weitem übertraf. Die höheren Hochwasserwellen wurden durch eine Aufhöhung der Dämme um 50 cm ausgeglichen (BOTZAN l.c.). Ihre Sicherheit wurde auf ein hundertjährliches Hochwasser mit $17100 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Vadu Oii-Hirsova und $16800 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Ceatal Izmail ausgerichtet. Dazu kam das häufigere Auftreten außergewöhnlicher Hochwasserereignisse, die sich an der Donau und ihren Nebenflüssen im Abstand von fünf Jahren wiederholten (1970, 1975, 1980). Als eine der Ursachen für diese Katastrophenhochwasser wurde auch die herabgesetzte Retentionsfunktion der Wälder im Einzugsgebiet der Karpatenzuflüsse angesehen, die mit großflächigen Waldrodungen zusammenhing (BOTZAN l.c.).

Durch die erfolgten Eingriffe gingen die naturnahen Auenlebensräume größtenteils verloren. Dieses betrifft gleichermaßen die Auwälder im Überschwemmungsgebiet der unteren Donau, als auch die ausgedehnten Flächen von Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften. Die fehlende Dynamik sowie der großflächige Verlust an entsprechenden Lebensräumen hatte einen deutlichen Rückgang der Artenvielfalt und Individuenzahl auentypischer Pflanzen und Tiere zur Folge.

Durch die Trennung der Aue vom Strom wurden große Auwaldflächen vernichtet. Viele der verbliebenen Auwälder an der unteren Donau und ihren Nebenflüssen (Olt, Siret, Prut) wurden in monotone, schnellwüchsige Hybridpappelkulturen (*Populus euamericana*) verwandelt (Abb. 6), deren Produktivität sich im Vergleich zu den einheimischen Weiden- und Pappelgehölzen teilweise jedoch als geringer erwies (LUPU 1971). Von den naturnahen, der Flußdynamik unterworfenen Wäldern sind im Überschwemmungsgebiet der unteren Donau nur verschwindende Reste übriggeblieben (Abb. 7). Von diesen finden sich die größten zusammenhängenden Auwaldbestände im Gebiet der Kleinen Braila Insel, die mit einer Fläche von 5336 ha als Naturschutzgebiet ausgewiesen wurde. Eine kleinere geschützte Auwaldfläche von 479 ha liegt im Süden

der Balta Ialomitei bei Caiafele-Moroiu (Abb. 7, CHIRITA et al. 1981).

Die Trennung der Aue vom Strom und die Trockenlegung der unzähligen Altarme und Auenseen wirkte sich auf den natürlichen Fischreichtum der Donau aus, der stark zurückging. Damit verschwand größtenteils auch das traditionelle Fischereigewerbe im Donauraum außerhalb des Deltas. Mit gelenkter Fischzucht (vor allem Karpfen und chinesische phytophage Fische) in entsprechend eingerichteten Becken der Donau soll dieser Verlust aus wirtschaftlicher Sicht ausgeglichen werden (BOTZAN l.c., BANU 1987).

Die vom Strom getrennten Auen wurden größtenteils drainiert und in ackerbaulich intensiv genutzte Flächen umgewandelt. Bei ungenügender Drainage tritt in den ausgedeichten Gebieten mit Bewässerungskulturen eine Hebung des Grundwasserspiegels ein. Diese führt bei zunehmender Aridität im kontinental geprägten unteren Donauraum häufig zu Verbrackungen, auf deren Gefahren HARET (1958) hingewiesen hatte (vgl. BOTZAN l.c.). Die Verbrackung verursacht eine Verschlechterung der Bodenqualität, deren Verbesserung wiederum aufwendige Meliorationsmaßnahmen erfordert.

Die durch Trockenlegung gewonnenen, intensiv ackerbaulich genutzten Flächen erfordern unter den Bedingungen des kontinentalen Steppenklimas im unteren Donauraum den Bau von Bewässerungsanlagen. Bei einem mittleren Abfluß der Donau von $6000 \text{ m}^3/\text{s}$ können jedoch nach vorhandenen Berechnungen nicht mehr als $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ für Bewässerung verwendet werden, womit die Versorgung einer Fläche von 1.400.000 Hektar gewährleistet ist. Die gesamte zur Bewässerung benötigte Menge beträgt jedoch in trockenen Sommermonaten $1860 \text{ m}^3/\text{s}$ (BOTZAN l.c.). Damit wird sowohl das Grundwassernetz als auch der Niedrigwasserabfluß der Donau und ihrer Nebenflüsse beeinflusst und belastet.

Gefahren für Böden und Grundwasser erwachsen aus dem Einsatz chemischer Dünge- und Schädlingsbekämpfungsmittel auf den intensiv genutzten Ackerflächen entlang der Donau. Die gestörten oder unterbrochenen Austauschvorgänge zwischen Grund- und Oberflächenwasser haben zu einer Verschlechterung der gesamten Gewässersituation geführt. Diese wird noch verschärft durch die Belastungen fluß- und stromnaher Industrieansiedlungen. Einleitungen von Kalisalzen der chemischen Industrie an Olt, Siret, Prut und deren Nebenflüssen gefährden wiederum die Nutzung in Bewässerungssystemen (GATESTESCU 1983, BOTZAN 1984). Zunehmend wirkt sich die Gewässerverunreinigung auf die Gewässerflora und -fauna aus. Durch die wasserwirtschaftliche Zusammenarbeit der Donaustaaten soll der Vorbeugung, Bekämpfung und Kontrolle der Verschmutzung des Donauwassers erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet werden (Umwelt, 1986).

Beeinträchtigungen entstehen besonders an den Nebenflüssen der unteren Donau durch Kiesab-

bau aus dem Flußbett. Die Entnahme ist doppelt so groß wie die mittlere Geschiefbefracht der Flüsse (Siret, Arges, Prahova), so daß sich zum Teil bereits Veränderungen vollzogen haben (GASTESCU, ZAVOLANU, RUSU 1983). Im Donaudelta werden durch großflächigen Sandabbau die einzigartigen Lebensräume der Dünengebiete gefährdet.

Die im Gange befindlichen Trockenlegungsarbeiten zur Vergrößerung der landwirtschaftlichen Nutzungsflächen im Donaudelta sowie intensiver Schilfabbau für die Zelluloseindustrie in Tulcea gefährden zusehends die Lebensräume der Vogelpopulationen durch Vernichtung ihrer Brut-, Nahrungs- und Raststätten. RADU (1979) stuft bereits vor zehn Jahren die Eingriffe der beiden vorangegangenen Jahrzehnte als tiefgreifender ein als alle bis dahin seit jeher durch den Menschen verursachten Veränderungen. Die Auswirkungen von Schilfabbau, Gewässerregulierung und Trockenlegungen sind an den rückläufigen Zahlen vieler Vogelpopulationen festzustellen. Nach ROBERT & GÉROUDET (1988) sind in den letzten Jahrzehnten mehrere Brutvogelarten, so der Fischadler (*Pandion haliaetus*) und der Kuhreiher (*Bubulcus ibis*), verschwunden und zwanzig andere selten geworden. Eine derartige Entwicklung kann auch anhand der Pelikanpopulationen festgehalten werden. Von den etwa 5000 Brutpaaren des Rosa Pelikan (*Pelecanus onocrotalus*) vor dem Beginn flächiger Eingriffe in die Deltalandschaft existierten 1981 noch etwa die Hälfte. Ihre Zahl sank jedoch weiter, so daß es 1985 nur noch 800 Brutpaare waren. Bedrohlich sieht es auch für den selteneren Krauskopf-Pelikan (*Pelecanus crispus*) aus, der von einer derartigen Entwicklung nicht ausgenommen ist (vgl. ROBERT & GÉROUDET l.c.). Die rückläufigen Zahlen beider Pelikanarten hängen neben dem Verlust an Lebensraum mit Jagd und Wilderei zusammen, da der Pelikan als schädlicher Fischfresser in den ohnehin zurückgegangenen Fischgründen angesehen wird und trotz Unterschutzstellung der Verfolgung durch die Fischer ausgesetzt ist. Noch größere Verluste haben die Populationen des Braunen Sichlers (*Plegadis falcinellus*) zu verzeichnen, denn wurden 1981 noch etwa 4000 Brutpaare gezählt, sank ihr Bestand im Jahr 1985 auf 800 Paare. Selten geworden ist ferner der Löffler (*Platalea leucorodia*), der zu Beginn des Jahrhunderts im Delta in großen Brutbeständen vorkam (ANTIPA 1911) und heute nur noch wenige Paare zählt (Naturschutz heute, 1986).

Durch die Ausweisung von Schutzgebieten im Bereich des Deltas bei Letea und der Kleinen Braila-Insel (vgl. Atlas R.S.R., VI-4) wird versucht bedrohte Lebensräume und den Fortbestand gefährdeter Arten zu sichern. Das Schutzgebiet bei Rosca-Buhaiova-Letea mit einer Fläche von 5211 ha wurde 1979 mit dem Titel „Biosphäre-Reservat“ in die Liste der UNESCO aufgenommen. Auf bulgarischer Seite besteht mit dem Reservat von Srebarna bei Silistra ein letztes Rückzugsgebiet für den Krauskopf-Pelikan, den Löffler und

verschiedene Reiherarten an der unteren Donau außerhalb des Deltas. Es wurde 1977 als Biosphärenreservat in die Liste der UNESCO aufgenommen (ROBERT & GÉROUDET l.c.). Unter gegenseitiger Verständigung sollte es ein Anliegen aller Donauländer sein, weiteren Eingriffen entgegenzuwirken und den Fortbestand der verbliebenen Auenlebensräume an der unteren Donau zu sichern.

8. Literatur

- ANTIPA, GR. (1911):
Das Überschwemmungsgebiet der unteren Donau. – An. Inst. Geol. al Romaniei, IV, II: 225-496, Bukarest.
- (1912):
Die Biologie des Inundationsgebietes der unteren Donau und des Donaudeltas. – Verh. d. VIII. Internat. Zoologen-Kongresses zu Graz vom 15.-20. Aug. 1910: 163-208, Fischer Verlag Jena.
- BANU, C. (1987):
Les principes de valorisation d'aménagement et de conservation de l'équilibre écologique du Delta du Danube. – Les deltas méditerranéennes C.E. de Coord. de Recherche et Documentation en Sciences Sociales, Vienne: 313-326.
- BANU, A. C. & L. RUDESCU (1965):
Delta Dunării. – Edit. Stiintifica Bucuresti.
- BOTZAN, M. (1984):
Apele in viata poporului român. – Ceres, Bucuresti.
- BORZA, AL. (1965):
Über die „mediterrane“ Vegetation im Südosten Europas. – Rev. Roum. de Biol. Sér. Bot. 10, 1-2: 129-134, Bukarest.
- CHIRITA, C. (Hrsg.) (1981):
Padurile României (Les forêts de Roumanie), Edit. Acad., Bucuresti.
- CSÜRÖS, ST. (1970):
Despre vegetatia ierboasa a luncilor din Transilvania (Über die Grünlandschaften der Auen Transsylvaniens). – Contrib. Bot. Cluj: 123-143.
- DIHORU, A. (1976):
Flora si vegetatia zavoaielor din bazinul inferior al Prahovei. Diss. Biol. Fak., Bucuresti.
- DISTER, E. (1980):
Geobotanische Untersuchungen in der Hessischen Rheinaue als Grundlage für die Naturschutzarbeit. – Diss., Math.-Nat. Fak., Göttingen.
- DONITA, N. (1983):
Zavoaiete. – in: Geografia României, I. Geografia fizica (Riverside coppices. in: Geography of Romania, I. Physical Geography), Editura Academiei R.S.R., Bucuresti: 418-419.
- DONITA, N., C. CHIRITA & C. ROSU (1981):
Formatiile forestiere intrazonale. – in: Padurile României (Formations forestières intra-zonales. – in: Les forêts de Roumanie) Edit. Acad. R.S.R.: 196-199.
- DONITA, N. & GH. DIHORU (1961):
Srvnitelnie danie po dvum asoziaziam betli v poime Dunaia. – Rev. de Biol., Bucarest, 6, 4: 383-390.
- DONITA, N., GH. DIHORU & C. BINDIU (1966):
Asociatii de salcie (*Salix alba* L.) din luncile Cimpiei Române. – St. si Cerc. Biol. Seria Bot. (Bucuresti), 18, 4: 341-353.
- DONITA, N. & N. ROMAN (1976):
Vegetatia (La végétation). – in: Atlas R.S.R., VI-2.
- DRIGA, B. (1972):
Secarea riurilor si scurgerea minima (L'assèchement des rivières et l'écoulement minimum). – in: Atlas R.S.R., V-1, 3.

- ELLENBERG, H. (1986):
Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. – 4. Aufl., Ulmer, Stuttgart.
- FOCSA, V. (1986):
Der Donau-Schwarzmeer-Kanal. – Wasser, Energie, Luft – eau, énergie, air, Baden (Schweiz), 78, 1/2: 8-10.
- GASTESCU, P. (1978):
Delta Dunarii (Delta du Danube). – Atlas R.S.R., VI-5,4.
- GASTESCU, P. & B. DRIGA (1983):
Les caractéristiques du régime hydrique du Danube à son embouchure dans la mer Noire. – Rev. Roum. G.G.G., Ser. Géographie, 27
- GASTESCU, P., C. DIACONU, I. PISOTA, I. UJVARI & I. ZAVOIANU (1983):
Apele. – in: Geografia României, I. Geografie fizica (Waters. – in: Geography of Romania, I. Physical Geography), Edit. Acad. Bucuresti: 293-387.
- GASTESCU, P., I. ZAVOIANU, A. BREIER, B. DRIGA (1976):
Harta hidrogeografica (La carte hydrogéographique). – Atlas R.S.R., V-6.
- GASTESCU, P., I. ZAVOIANU & C. RUSU (1983):
Modificari ale retelei hidrografice ca urmare a interventiei omului. in: Geografia României, I. Geografie fizica (Anthropic modifications of the hydrographic network. – in: Geography of Romania, I. Physical Geography), Edit. Acad. Bucuresti: 309-310.
- HARET, C. (1958):
Cu privire la desecarea Luncii Dunarii. – Probl. Agr. (Bucuresti), 12, 67
- HORVAT, I., V. GLAVAC & H. ELLENBERG (1974):
Vegetation Südosteuropas. – Fischer, Jena.
- IORDAN, I., I. IANOS, C. TUDOR (1977):
Imbunatatiri funciare (Améliorations foncières). – Atlas R.S.R., XI-7, 1.
- IVAN, D. (1979):
Fitocenologie si vegetatia Republicii Socialiste România. – 331 S., Edit. did. si ped., Bucuresti.
- (1983):
Pajistile de lunca. – in: Geografia României, I. Geografie fizica (Floodplain grasslands. – in: Geography of Romania, I. Physical Geography), Edit. Acad. R.S.R.: 423-424.
- KELLETAT, D. (1984):
Deltaforschung. Verbreitung, Morphologie, Entstehung und Ökologie von Deltas. – Wiss. Buchgesellschaft Darmstadt.
- KRAUSCH, H.-D. (1965):
Vegetationskundliche Beobachtungen im Donaodelta. – Limnologica (Berlin), 3, 3: 271-313.
- LEANDRU, V. (1971):
Padurile din Delta Dunarii (Les types naturels de forêt dans la delta du Danube). – „Péuce“, Studii si Comunicari St. Nat. (Tulcea): 185-201.
- LUPE, I., S. RADU, A. MARIAN, I. MUSAT & I. CIORTUZ (1981):
Culturi forestiere cu functii speciale. – in: Padurile României (Cultures forestières à fonctions spéciales dans: Les forêts de Roumanie), Edit. Acad. Bucuresti: 391-422.
- LUPU, I. (1971):
Modificari in vegetatia zavoaielor Siretului dintre Lespezi si Mircesti in ultimii zece ani (Modifications apportées pendant les dix dernières années, à la végétation des boisements naturels du Sireth entre Lespezi et Mircesti). – Studii si Comunicari, (Bacau): 851-860.
- MARGL, H. (1971):
Die Ökologie der Donauauen und ihre naturnahen Waldgesellschaften. – in: Naturgeschichte Wiens, 2: 1-32, Jugend und Volk, Wien.
- MEUSEL, H. & K. NIEDERMAIER (1985):
Die Breitlaubwälder des Süd- und Ostkarpatenraumes in vergleichend chronologischer Sicht. – Naturwiss. Forschungen über Siebenbürgen, III. Beiträge zur Pflanzengeographie des Südost-Karpatenraumes, Böhlau, Köln-Wien: 1-42.
- MITITELU, D. (1970):
Contributii la studiul geobotanic al padurilor si zavoaielor din depresiunea si colinele Elanului (Jud. Vaslui) (Contribution à l'étude phytosociologique des bois et des bocages de la dépression et des collines d'Élan (District de Vaslui). – Anal. Stiint. Univ. „Al. I. Cuza“ din Iasi, Ser. Nova, Sect. II, a. Biol., 16, 2: 323-331.
- (1971):
Contributii la studiul vegetatiei acvatice si palustre din depresiunea Elanului si luncile limitrofe (Jud. Vaslui) (Contribution à l'étude de la végétation aquatique et palustre de la dépression d'Élan (Départ. Vaslui). – Studii si Comunicari (Bacau): 821-836.
- MITITELU, D., N. BARABAS (1970):
Flora si vegetatia imprejurimilor orasului Adjud (Flore et végétation des environs d'Adjud). – Studii si Comunicari (Bacau): 75-112.
- (1971):
Vegetatia vâii Trotusului (sectorul Urechesi-Tg. Trotus) (La végétation de la vallée de Trotus). – Studii si Comunicari (Bacau): 791-820.
- (1975)
Vegetatia din lunca Prutului (Die Vegetation der Prutae). – Studii si Comunicari (Bacau): 219-285.
- o. A. (1986):
Wasserwirtschaftliche Zusammenarbeit der Donaustaaten. – Umwelt 1: 22-23.
- (1986):
Zerstörung des Donaodeltas. – Naturschutz heute, 18, 6: 5.
- PARASCAN, D. & M. DANCIU (1975):
Cercetari fitocenologice din bazinul Prahovei. – Silvicultura si exploit. padurilor, 90, 3: 140-142.
- PASCOVSCHI, S. & V. LEANDRU (1958):
Tipuri de padure din Republica Populara Româna. – Edit. Agrosilvica Bucuresti, 458 S.
- PISOTA, I. (1983):
5.4.7. Dunarea, in: Geografia fizica a României, I. Geografia fizica, (The Danube, in: Geography of Romania, I. Physical Geography): 346-349. Edit. Acad. Bucuresti.
- POPESCU, N. & M. JELENICZ (1983):
Luncile, in: Geografia României I. Geografie fizica (Floodplains, – in: Geography of Romania, I. Physical Geography), Edit. Acad. Bucuresti: 158-165.
- PUSCARU-SOROCEANU, E. (Hrsg.) (1963):
Pasunile si finetele din Republica Populara Româna. Studii geobotanic si agroproductiv (Les pâturages et les prairies de la République Populaire Roumaine. Etude géobotanique et agroproductiv). – Edit. Acad. Bucuresti.
- RADU, D. (1979):
Pasarile din Delta Dunarii (The birds of the Danube Delta). – Edit. Acad. Bucuresti.
- RZdD, Regionale Zusammenarbeit der Donauländer (Hrsg.) (1986):
Die Donau und ihr Einzugsgebiet. Eine hydrologische Monographie. – Teil 1-3, München.
- ROBERT, D. & P. GÉROUDET (1988):
Danube. Les oiseaux au fil du fleuve. Lechevalier-R. Chabaud.
- ROSCA, A. (1976):
Potentialul de folosire al riurilor (Le potentiel d'utilisation des rivières). – in: Atlas R.S.R., B1. V-5, Nr. 1.

RUDESCU, L., V. SANDA, & I. PEICEA (1977):

Cercetari cenologice asupra vegetatiei acvatice si palustre din lunca Dunarii (Phytoceonologische Untersuchungen der Wasser- und Sumpflvegetation der Donauauen). Hidrobiologia (Bucuresti), 15: 151-166.

SANDA, V., GH. SERBANESCU & I. ZAVOIANU (1970): Cercetari asupra vegetatiei acvatice si palustre din lunca Dunarii (Recherches sur la végétation aquatique et palustre de la vallée du Danube). – Hidrobiologia (Bucuresti), 11: 217-226.

SCHENNIKOV, A. P. (1930):

„Wolschskie luga“ – Sredne Wolschskoi oblasti. Ulianovsk.

SCHNEIDER, E. (1974):

Flora si vegetatia Depresiunii Sibiului si a dealurilor marginale (Flora und Vegetation der Zibinschenke und ihrer Randhügel). – Diss., Biol.-Geogr. Fak., Univ. Cluj-Napoca (Klausenburg).

----- (1978):

Zur Verbreitung, Ökologie und Zönologie des Riesenwegerichs (*Plantago maxima* JUSS.). – Studii si Comunicari, St. Nat. (Sibiu) 22: 137-172.

----- (1980):

Importanta fitogeografica a populatiilor de *Plantago maxima* Juss. din lunca Rusciorului (Depresiunea Sibiu) (Die pflanzengeographische Bedeutung der Populationen von *Plantago maxima* JUSS. in der Ruscior-Aue der Zibins-Senke). – Ocrot. Naturii si a med. inconjurator (Acad. R.S.R.), 24, 1: 29-33.

SERBANESCU, GH. & A. POPESCU (1967):

Beiträge zur Flora und Vegetation der Donau-Aue im rumänischen Sektor. – Limnologica (Berlin), 5, 2: 213-222.

SIMON, T. (1960):

Contributions à la connaissance de la végétation du Delta du Danube. – Annales, Univ. Scient. Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Biologica, 3: 307-333.

SIMON, T. & GH. DIHORU (1963):

Die Tamarix-Auen am Flusse Buzau in Rumänien. – Annales Univ. Scient. Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sect. Biologica, 6: 159-173.

STOJANOV, N. (1948):

Rastitelnosta na Dunavskite ni ostrovi i stopanskoto i ispalsuwanie (Die Vegetation unserer Donauinseln und ihre Bewirtschaftung). – Sofia.

VIDRASCU, I. (1921):

Valorificarea regiunii inundabile a Dunării. – Tip. Urbana, Bucuresti.

WENDELBERGER-ZELINKA, E. (1952):

Die Vegetation der Donauauen bei Wallsee. – Schr. R. OÖ Landesbaudirektion 11.

ZAVOIANU, I. (1974):

Principalele elemente ale regimului Dunarii in profil longitudinal. – in: Atlas R.S.R. V-4, nr. 7 (Les principaux éléments du régime du Danube).

Anschrift des Verfassers:

Erika Schneider
WWF-Auen-Institut
Josefstr. 1
D-7550 Rastatt

Situation der Flußauen in Jugoslawien

Branimir Pripč und Duro Rauš

Einleitung

Die SFR Jugoslawien ist reich an Flüssen und Flußtälern, wie auch an einer natürlichen Vegetation, die durch spezifische Befeuchtungsbedingungen solcher Gebiete entstanden ist. Ende des 18. Jahrhunderts bewachsen Auwälder der Stieleiche, der spitzblättrigen Esche, der Feldulme und anderer Hygrophyten die Flußtäler unseres Landes. An den Ufern der Flüsse entwickelten sich Auenwälder verschiedener Zusammensetzung, die von der hydrologischen Dynamik des Flusses abhängen. Die meisten Auenwälder finden wir an den Flüssen des Einzugsgebietes des Schwarzen Meeres, welche mehrfach reicher an Wasser sind, als die des Einzugsgebietes der Adria. Geräumigkeit und Vegetationsreichtum sind Merkmale von Podunavlje, Posavina, Podravina und Pomoravlje.

Die Waldvegetation dieser Gebiete hat im vergangenen Jahrhundert ihren Urwaldcharakter verloren. Informationen über den Auenurwald bekommen wir nur noch aus Schriften von Schriftstellern und Fachmännern (RELKOVIĆ, KOZARAC) sowie auf Grund übergebliebener Teile Slowenischer Urwälder im Wald Prašnik (MATIĆ S. et al 1979).

Die Auenurwälder von Pokuplje, Posavina und Podravina wurden gefällt und in Wirtschaftswälder umgewandelt. Der Wirtschaftsauenwald hat aber nach dem Hieb seinen natürlichen Standort nicht verloren. Die damaligen hydrotechnischen Eingriffe waren nicht von Bedeutung, so entwickelten sich die jungen, heute hundert- bis hundertfünfzigjährigen Auenwälder unter natürlichen Wasserverhältnissen. In den Auenwäldern kommt es weiterhin zu Überschwemmungen. Zu bedeutenden Einflüssen durch die Industriegesellschaft kam es in Jugoslawien in den sechziger Jahren dieses Jahrhunderts. Damals wurden Programme erstellt, deren Realisierung sich bedeutend auf die Standorte der Auenwälder auswirken würde.

Eingriffe in die natürliche Struktur der Auenwälder erfolgen hauptsächlich durch Regulierung von Flüssen und dem Bau von Wasserkraftwerken. Davon sind die reichsten Auengebiete Jugoslawiens, nämlich Posavina, Podunavlje und Podravina betroffen. Im mittleren Fluß der Drava kam es zu entscheidenden Eingriffen (Wasserkraftwerk Varaždin, Čakovec und Dubrava), welche ein Verschwinden der Auenwälder zur Folge hatten. An der Drava sind Arbeiten an den Wasserkraftwerken Durdevac und Barč im Gange, und es wird an einer Projektierungsdokumentation gearbeitet. Nach den derzeitigen Plänen,

wird ein grösserer Teil der Auenwälder des Drava-Flusses, künftig zum Akkumulationsgebiet der Wasserkraftwerke Donji Miholjac und Osijek werden.

Bedeutende Veränderungen erfuhren die Auenwälder an der Donau wegen des Baus des Wasserkraftwerkes auf dem Derdap.

Am Sava-Fluß sind Regulierungsarbeiten noch im Gange, bis heute wurde hauptsächlich am Schutz der Wohngebiete vor Überschwemmungen gearbeitet (Zagreb, Karlovac, Sisak). Es besteht die Möglichkeit zu Besprechungen über die Erhaltung bisheriger Standortbedingungen in einigen Gebieten der Auenwälder der mittleren Posavina.

Auenwälder in Jugoslawien

Nach statistischen Angaben nehmen Wälder der Flußtäler Jugoslawiens ungefähr 350.000 ha ein. Ungefähr 250.000 ha entfallen auf Auenwälder, in denen hartholzige Laubbäume überwiegen, mit der Stieleiche und der spitzblättrigen Esche als Edifikator. Ca. 100.000 ha sind Auenwälder der Weichholzlaubbäume.

Der grössere Teil des Stieleichenareals befindet sich in Kroatien, in Posavina und Podravina. Ihre Oberfläche beträgt etwas mehr als 150.000 ha.

Die Verteilung der Auenwaldoberflächen der Weichholzlaubbäume entfällt folgendermassen auf Jugoslawien:

Kroatien	ca. 60.000 ha
Serbien mit Vojvodina und Kosovo	ca. 25.000 ha
Slowenien	ca. 5.000 ha
Bosnien und Herzegowina	
Montenegro und Makedonien	ca. 10.000 ha

In den Auenwäldern der Hartholzlaubbäume überwiegen in Kroatien, Serbien, Vojvodina, Bosnien und Herzegowina drei Waldgesellschaften. Die größte Gesellschaft ist die des slawonischen Stieleichenwaldes (*Genista elatae-Quercetum roboris* Horv. 38). Sie nimmt Mikrodepressionen des Talreliefs und verschiedene pedosystematische Einheiten sumpfiger Böden ein. Der grösste Teil des Gebietes, den diese Gesellschaft besiedelt, steht unter dem Einfluss von Überschwemmungen und relativ hohem Grundwasserspiegel. Der Slawonische Stieleichenwald kommt in Flußtälern der Sava, Drava, Donau, Velika, Morava und ihren Zuflüssen vor. In etwas trockeneren und auf etwas höheren Lagen dieser Täler finden wir die Waldgesellschaft *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum* Rauš 69. In der Gesellschaft der Hainbuche kommt es selten zu Überschwemmungen, aber ein ständig vorhandenes Grund-

wasser gibt diesem Wald einen Auenwaldökosystemcharakter. In den niedrigsten Lagen, auf welche Überschwemmungen wie auch Grundwasser starken Einfluss haben, gedeiht die Waldgesellschaft *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* Glav. 59. In diesem Waldökosystem befinden sich die spitzblättrige Esche und die Schwarzerle im ökologischen Optimum.

Neben an Kies- und Sandbänken, deren Anwesenheit vom jeweiligen Flußgebiet abhängt, kommen verschiedene Waldgesellschaften der Weide, Pappel und Erle vor.

In Kroatien, Serbien, Slowenien, Vojvodina, Bosnien und Herzegowina, Kosovo und Makedonien finden wir folgende Waldgesellschaften: *Salicetum triandre* Malc. 29, *Salicetum purpureae* Wendb. Zol. 52, *Salicetum albae*, *Populetum albae-nigrae* (Raj 50) Slav. 52, *Salicetum incanae*, *Salicetum albae-fragilis* Issler 26, *Alnetum glutinosae incane* Br. Bl. 15 u. a.

Die Vegetation der Auenwälder des Donaugebietes in Jugoslawien

Mit der Vegetation des Donaugebietes haben sich Forscher in unserem Land und im Ausland befaßt. Besonders gut wurde die Vegetation erforscht, welche die Donau durch die Tschechoslowakei, Österreich, Ungarn und Rumänien begleitet. Bei uns wurde die Vegetation der Auenwälder von ŠPANOVIĆ (1931, 1932, 1954), RAJEVSKI (1950), SLAVNIĆ (1952), HERPKA (1960, 1963), ŽUFA (1964), JOVANOVIĆ (1965, 1969), RAUŠ (1966 bis heute) u. a. untersucht. Ausser den Erwähnten, befaßte sich eine beträchtliche Anzahl der Forstfachmänner mit Waldbau- und Einrichtungsproblemen, worüber sie von Zeit zu Zeit im Fachschriftum berichteten.

Jedoch ist einem grossen Teil unserer Öffentlichkeit, und sogar bei Fachleuten, über die Auenwälder nicht viel bekannt. Es wird ihnen nicht die Aufmerksamkeit gewidmet, die sie verdienen.

Unter Auenwäldern versteht man solche Wälder, die sich längs eines Flusses erstrecken, periodisch überflutet werden und auf absolutem Waldboden liegen. Hauptholzarten sind Weide und Schwarzpappel, neben diesen kommen jedoch auch Weißpappel, Feldesche, Flatterulme und Stieleiche sporadisch vor.

Das rechte Ufer der Donau weist von Beginn der Einmündung der Drau in die Donau an, d. h. zwischen Aljmaš und Ilok, eine charakteristische steile Form auf, auf der sich an einigen Stellen eine Flußterrasse, die mit Auenwäldern bestockt ist, ausgebreitet hat, während die Donau größtenteils direkt das steile Ufer berührt, das bei Vukovar eine Höhe von 25 m erreicht (PETRSKELA).

Die mit Wald bestockten Donauinseln werden im Donaugebiet „Ada“ genannt („ada“ ist ein türkisches Wort und bedeutet Insel), während die Donauterrassen, die an das steile Ufer der Donau gebunden und waldbewachsen sind, als „Rit“ benannt werden („rit“ stammt vom deutschen Wort „Ried“ und bedeutet Sumpflandschaft (Röhricht)).

Dank der aufbewahrten Wirtschaftskarten im Städtischen Museum Vukovar gelang es uns, die Entstehung und Entwicklung der Donauinseln und -Auen von Anfang 1759 bis 1971 kontinuierlich zu verfolgen, d. h. über mehr als 200 Jahre. Für einen Zeitabschnitt von 200 Jahren wurde der Zustand von Donauinseln und -Auen im Gebiet Vukovar-Ilok dargestellt, da dieser Teil des Donaugebietes dem Großgrundbesitzer Graf Eltz gehörte, wobei die aufbewahrten Karten aus den Jahren 1759, 1800, 1808, 1818, 1826, 1847, 1879, 1905, 1948, 1960, 1970 und 1985 stammen.

Die Terrainkonfiguration des Überschwemmungsgebietes ist mehr oder weniger wellig. Das Terrain kann im Verhältnis zur Höhe des normalen Wasserstandes der Donau in mehrere Teile oder Zonen gegliedert werden, von denen jede ihre eigenen Kennmerkmale aufweist, da Unterschiede in der Höhe die größte Rolle spielen. Die Konfiguration ist sehr verschiedenartig, da nach einer durch Anschwemmung entstandenen Erhebung eine längliche Vertiefung von engerem oder breiterem Umfang oder irgendein Flußarm entsteht. In einigen Vertiefungen stagniert das Wasser, so daß diese keine Bedeutung für die Forstkulturen, sondern nur für den Fischfang während des Wasseranstieges und -Abnahme haben. Vertiefungen, die nur während der Wassersteigerung überflutet werden, kommen für die Kultivierung bestimmter Wälder in Betracht.

Niedrige Stellen und breite Niederungen entstehen bei der Bildung von Erhebungen. Ein wenig verschlammter Teil zwischen zwei Erhebungen stellt eine solche Niederung dar.

Wo das Wasser ruhig ist – meistens an der entgegengesetzten Seite vom einstürzenden Ufer – und wo es langsam fließt, bilden sich allmählich Ablagerungen (Sandbänke), die mehr oder weniger eine ovale und regelmäßige Form einnehmen und sich längs des Flusses erstrecken. Wenn eine Sandbank von einem tiefen Flußarm durchschnitten wird, bilden sich Vertiefungen bzw. Buchten von rundlicher Form, die gegen den Flußarm oder flußabwärts offen sind. Mit dem Fluß aufwärts haben sie keine Verbindung, da die Ablagerung parallel mit dem Fluß entsteht.

Das Wasser ist stets aktiv. Auf einer Seite abreisend, auf der anderen ablagernd, so daß die Waldflächen neben dem Wasser nie beständig sein können, sondern sich fortwährend verändern. Tote Flußarme, die sich vom Flußlauf weit entfernt haben, verschließen sich allmählich, weil die Strömung des Wassers während der Steigung nicht mehr in ihre Richtung geht. Das Rutschen des Ufers kann so stark sein, daß innerhalb eines Tages einige Hektar Boden abgerissen werden (Porić, Erdutska Ada, Savulja, Vukovarska Ada, Sotinska Ada, Mohovska Ada u. a.). Natürlicherweise hat auf einer anderen Stelle das Wasser ebensoviel Material abgelagert.

Auch bei den Flußarmen kommt es zum Rutsch, aber in geringerem Maße, da aus dem Hauptfluß ausreichend Ablagerungen hinzukommen.

Die bereits erwähnten Karten von 1759 bis zur Gegenwart illustrieren sehr gut diese Tätigkeit

des Flusses, da sich das Aussehen der einzelnen Läufe und Auen änderte. Einige Flußläufe verschwanden vollständig, während neue an anderer Stelle entstanden. Auf diese Weise entstand die Insel „Orlovnjak“ vor 60 Jahren, war zuerst sehr klein und nimmt heute ca. 20 ha Fläche ein. Die Waldvegetation auf dieser Insel entstand auf natürlichem Wege, so daß dies ein lehrreiches Beispiel für die syndynamische Entwicklung der Waldvegetation der Donau-Inseln darstellt. Die kleine Insel „Daka“ (gegenüber Vučedol) wurde 1930 zum erstenmal in die geographischen Karten als eine Sandbank eingezeichnet. Seit dieser Zeit wurde die Sandbank über das Wasserniveau stark erhöht, und heute findet sich in ihrer Mitte auf ca. 1 ha Fläche ein 2-3 m hoher Jungwuchs von Weiden und anderen Pionierpflanzen.

Wenn sich die Waldvegetation auf einer Sandbank oder auf einem unbestockten Inselchen begründet und aufrecht erhalten hat, erfolgt die Erhebung desselben noch schneller, da die Vegetation in hohem Maße die Sand- und Schlammablagung fördert.

Die syndynamische Entwicklung der Auenwälder auf den vorhandenen Donau-Sandbänken kann in den Jahren verfolgt werden, in denen der Wasserstand niedrig ist. Die Entwicklung der Wälder auf den Inseln und den Sandbänken der Donau wird in der Abb. 1 veranschaulicht.

Die schematische Darstellung der Entwicklung der natürlichen Waldgesellschaften weist auf die Möglichkeit der menschlichen Tätigkeit in diesen Wäldern hin. Diese Darstellung zeigt eine Entwicklungsphase, welcher sich der Mensch mit seinen Eingriffen anschließen kann (ohne Angst, daß er die natürlichen Abläufe stören, oder daß er dabei versagen könnte), d. h. mit Begründung von Forstkulturen wertvollerer Arten (euroamerika-

nische Pappeln u. a.). Es ist klar, daß dies in der Optimal- und Terminalphase erfolgen kann. Während des Jungwuchses oder in der Initialphase darf der Mensch der Natur beistehen, d. h. sie nachahmen, dagegen kann er in der Optimal- und Terminalphase stärkere Eingriffe im Bestand vornehmen, d. h. den Wald kahlschlagen und in eine andere Holzart umwandeln, ohne Angst vor einem Mißerfolg zu haben.

Um die schematische Darstellung der syndynamischen Entwicklung der Waldvegetation der Auenwälder besser verstehen zu können, legen wir die biologischen Komponenten der Fruchtbildung der einzelnen Arten sowie die biologischen Verhältnisse, die rezente Alluvialablagerungen anbieten, aus.

Auf neuentstehenden Sandbänken entwickelt sich der Jungwuchs in folgender Reihenfolge: Mitte Mai fällt und fliegt der Samen der Silberpappel, Ende Mai und Anfang Juni geschieht dies mit dem Samen der Schwarzpappel und der Silberweide. Die Mandelweide (*Salix triandra*) blüht und trägt den Samen von Mai an während der ganzen Vegetationsperiode. Beim Zurückziehen des Hochwassers beginnt der Samen, der vom Wind oder vom Wasser gebracht wurde, sofort auf den nassen Teilen der unbestockten Sandbänke zu keimen.

Ist der Wasserstand im Mai am höchsten, fällt auf die höheren Teile der Sandbank neben den alten Bestand der Samen der Silberpappel, der am frühesten abgefallen ist. Auf die niedrigeren Teile der Sandbank, die erst nach der Absenkung des Wasserstandes erscheinen, fällt der Samen der Schwarzpappel und der Silberweide. Ist der Wasserstand im Mai und im Juni hoch, bleibt der Anwuchs der Silberpappel, der Schwarzpappel und der Silberweide aus. Erst später erfolgt der

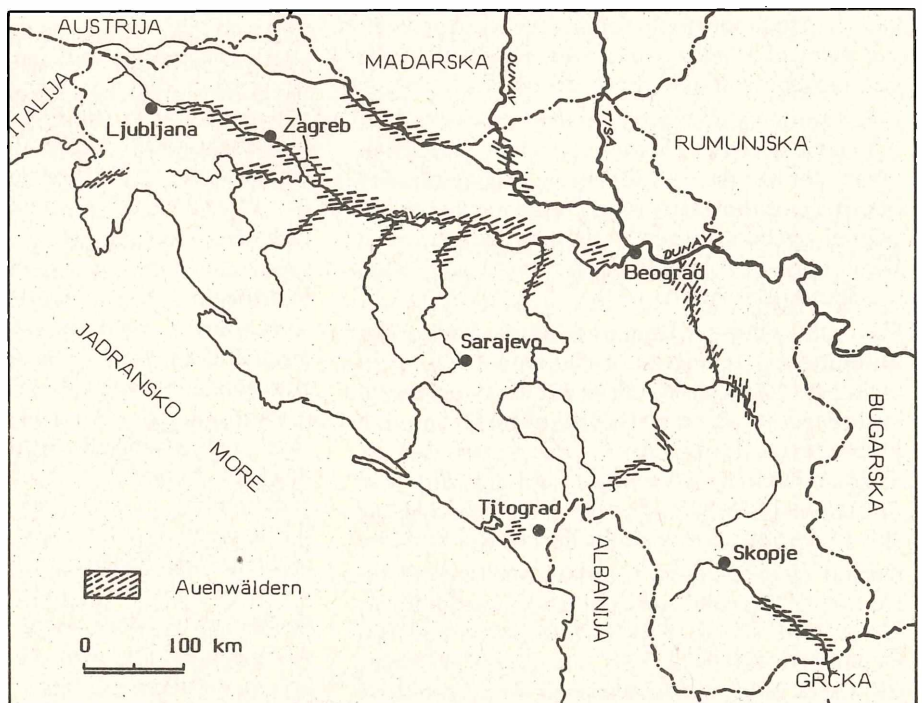


Abbildung 1

Auenwälder in Jugoslawien

Anwuchs (Anflug) der Mandelweide. Der gefallene Samen keimt bereits nach einigen Tagen und beginnt gleich mit einem üppigen Wuchs. Werden die Keimlinge nicht durch nachträgliche Überflutungen behindert, erreichen sie bereits im ersten Jahr eine Höhe von 1 m oder mehr. Die so entstandenen Jungwüchse sind dicht wie eine Bürste.

Dauert der Hochwasserstand nur kurze Zeit oder sind noch einige Blätter oberhalb des Wassers, sterben die Pflanzen nicht ab. Während der Vegetationsruhe können die Pflanzen einige Monate unter Wasser aushalten, ohne daß ihnen Schaden zugerichtet wird.

Auf den höheren Teilen der Sandbank verbleiben bei niedrigem Wasserstand die Pappeln mit wenigen Weiden, da sie schneller als die Weiden wachsen, sie überhängen und verdrängen. In den niedrigen Teilen der Sandbank bei höherem Wasserstand, gehen die Pappeln ein und die Weiden verbleiben.

Abschließend sei angefügt, daß es nur den biologischen Eigenschaften der autochthonen Holzgewächse und einer günstigen Kombination der ökologischen Bedingungen zu verdanken ist, daß eine so lebenskräftige syndynamische Entwicklung der Pflanzengesellschaften auf den Donauinseln und -Auen des untersuchten Teils des Donaugebietes entstanden ist.

Phytozoologische Forschungen haben ergeben, daß im erwähnten Gebiet Paraklimax-Phytozöosen entwickelt sind, und zwar:

- Fraxino-Ulmetum laevis Slav. 52
- Populetum nigro-albae Slav. 52
- Salici-Populetum nigrae (Tx. 31) Meijer-Drees 36
- Rubetosum caesii Rauš 73
- Galio-Salicetum albae Rauš 73
- Salicetum triandrae Malc. 29
- Salicetum purpureae Wend.-Zel. 52

Wasser (Flut- und Grundwasser) ist der Träger des Lebens auf dem untersuchten Gebiet, da von ihm die Bodenbildung, die syndynamische Entwicklung, die Bildung der einzelnen Pflanzengesellschaften und das Dasein der entwickelten Waldgesellschaft abhängen.

Die Donau führt große Mengen von Schluff und Sand mit sich, lagert diese ab und hebt den bestehenden Waldboden, wodurch die untere Grenze der Waldzone angehoben wird und sich die vorhergehende syndynamische Reihenfolge der Waldgesellschaften ändert.

Geschützte Gebiete Jugoslawiens

Von der gesamten Oberfläche der geschützten Gebiete entfallen ca. 20 % auf Auen- und Sumpfsysteme in Jugoslawien.

Folgende Gebiete wurden als Schutzgebiete von Wissenschaftlern in zuständigen Positionen in der SR Kroatien vorgeschlagen:

1. Lonjsko und Mokro polje in Posavina als Naturpark
2. Odransko polje in Pokuplje als geschützte Landschaft
3. Wirtschaftsgesellschaft „Dunavske ade“ in Polunavlje als geschützte Landschaft und andere.

Man hat sich als Ziel gesetzt, bis 1990 möglichst große Flächen unter Naturschutz zu stellen und auf ihnen nach dem Naturschutzgesetz Jugoslawiens zu wirtschaften.

Anthropogener Einfluß auf die Auenwälder Jugoslawiens

Wie schon erwähnt, waren die Flußtäler Jugoslawiens im 18. Jahrhundert mit Urwald-Auenwäldern bedeckt. Mit ihrer großen Oberfläche, welche mehr als 1.000.000 ha betrug, wirkten die Auenwälder auf das Klima und die hydrologischen Umstände ihrer benachbarten Gebiete ein. In ihnen herrschte ein biologisches Gleichgewicht. Die primäre und sekundäre Bioproduktion der Pflanzen war, aufgrund der großen Wassermengen und der günstigen Klimaverhältnisse, groß. Die wichtigsten Auenwaldarten finden in unseren Verhältnissen ihr Optimum (Stieleiche, spitzblättrige Esche, Schwarzerle).

Mit der Entwicklung des Ackerbaus und des Forstwesens im 19. Jahrhundert kommt es zu bedeutenden Einflüssen auf die Auenwaldökosy-

Tabelle 1

Angaben über den Zustand geschützter Gebiete Jugoslawiens im Jahre 1980.

Republik und Provinz	Gesamtzahl geschützter Gebiete und Naturdenkmäler	Fläche ha	% Territorium
Bosnien und Herzegowina	253	28.127	0,55
Montenegro	29	82.382	5,90
Kroatien	316	94.645	1,70
Makedonien	34	163.858	6,40
Slowenien	51	9.090	0,40
Serbien	200	102.956	1,80
AP Kosovo	19	566	0,05
AP Vojvodina	106	82.911	3,90
SFR Jugoslawien	1.008	564.535	2,20

steme. Der Wald wurde für die Landwirtschaft und die Vergrößerung der Wohngebiete gerodet. Im 18. Jahrhundert nahm der Auenwald der Posavina und Podravina 60 % der Oberfläche dieses Gebietes ein, während es heute nur noch 30 % sind. Ähnliche Veränderungen traten in Vojvodina und Serbien etwas früher auf.

Die Entwicklung der Forstwirtschaft beeinträchtigte den Wald durch intensive Hiebe und Veränderungen in der Struktur der Auenwälder. So wie die Ökosystemgruppen auf einem Gebiet aufeinander einwirken, kommt es in den Alpenwäldern durch Rodung zu hydrologischen Veränderungen der Flußtäler. Die durchforsteten Gebirgswälder haben ihre schützende Funktion vor dem Wasser verloren, daher kommt es in den Flußtälern der Sava, Drava, Donau u. a. nach langanhaltenden und starken Regenfällen zu großen Wassermengen, besonders nach Abtauen des Schnees.

Nach Behauptung des Forstwirts und Schriftstellers Josip KOZARAC (1897) hatten die Wälder vor 1700 ein anderes Mischverhältnis als 1870. Vor 300 Jahren gab es in den Niederwäldern Slawoniens ungefähr 70 % Buche, Weißbuche, Feldahorn und Linde, ungefähr 20 % Eiche und 10 % Esche, Pappel und Erle.

Aufgrund der Verringerung der Waldfläche im Flußbereich der Sava (oberer Lauf, Alpenwälder) kam es zu häufigen Überschwemmungen. In den Auenwäldern entstanden Sümpfe und in den Flußtälern wurde es feuchter. Diese Situation war günstig für das Verbreiten der Stieleiche. Zwischen 1700 bis 1870 kam es zur bedeutenden Veränderung des Mischverhältnisses der Baumarten im damaligen Urwald. Dies sieht folgendermaßen aus: 70 % Stieleiche, 15 % Buche, Feldahorn, Weißbuche, Linde und 15 % Esche, Pappel und Erle.

Beim Erneuern gefälltter Urwälder gab man der Eiche den Vorrang, es entstanden an manchen Stellen reine Eichenbestände.

Eine vom Menschen hervorgerufene Veränderung der Zusammensetzung der Waldarten hat zur Folge, daß die Verschiedenartigkeit des natürlichen Waldes verschwindet. Dadurch wird das biologische Gleichgewicht bedroht. Die Industrialisierung im 20. Jahrhundert wirkte mit ihren Nebenerscheinungen (Rodung der Wälder wegen einem vergrößertem Ackerbau, Ausbau von Straßen, Ausbau neuer Wohnsiedlungen, Emissionen) negativ auf die ökologischen Verhältnisse im Gebiet des Flußtales ein.

Die Industriegesellschaft hat sich beim Zerstören der natürlichen Ökosystemstrukturen nicht auf bestimmte Gebiete begrenzt, sondern wirkt weiterhin durch Luft-, Wasser- und Bodenverunreinigungen.

Ein intensives Auswirken der Industrie und des Urbanismus auf Auenwälder ist besonders im Savatal, unserem am meisten verschmutzten Gebiet, zu beobachten. Stark entwickelte Industrien Sloweniens, Zagrebs, Sisaks und Kutinas sind wegen der Luftverunreinigung besonders

gefährlich für die Auwälder. Das verunreinigte Wasser fließt mehrmals jährlich in die Wälder und wirkt sich negativ auf die empfindliche Rissosphäre der Waldbäume aus. Seit 1983 starben in diesem Gebiet mehr als 250.000 m³ der Stieleichenbäume (Odransko polje, Sunjsko polje).

Wir denken, daß neben der Änderung des Wasserregimes (Versumpfung, Senkung des Grundwasserspiegels) die Wasser- und Luftverunreinigung für das massenhafte Waldsterben in der mittleren Posavina verantwortlich sind.

Die Veränderungen, die sich in den Flußtälern abspielen, betreffen die Auenwälder ganz Jugoslawiens. Im Savatal werden mehrere Wasserkraftwerke gebaut und der Fluß wird reguliert, wobei die Sava der am stärksten verschmutzte Fluß Jugoslawiens ist.

In Podravina wurden vor kurzem zwei Wasserkraftwerke gebaut, eines steht vor der Fertigstellung und drei weitere sind geplant. Durch den Bau der Wasserkraftwerke an der Drava sind einige tausend Hektar Auenwald gefährdet.

Durch den Bau der Stauanlage für die Hydrozentrale Derdap wurde das Wasserregime des Standortes der Donauwälder bedeutend gestört, und wertvolle Waldflächen wurden vernichtet.

Fast alle Flüsse Jugoslawiens sind für eine Regulierung oder den Bau von Wasserkraftwerken vorgesehen. Wahrscheinlich werden bald bedeutende Veränderungen im Standort aufgrund von hydrotechnischen Eingriffen in Podravina, Posavina, Pottisje, Pomoravlje, Neretvljansko polje, Povardarje und den Dolinen der Flüsse Vrbas und Drina auftreten. In den meisten Fällen handelt es sich um den Verlust der Wälder oder um eine Feuchtigkeitsverminderung, was gewöhnlich zum Austrocknen der Hygrophyten führt.

Große Schäden entstanden im Tal des Flusses Mirna in Istrien, wo der wertvolle Stieleichen-Auenwald (*Quercus robori-Carpinetum betuli submediterraneum* Bert.) auf einer Fläche von 950 ha für den Ackerbau gerodet wurde. Von der ursprünglichen Fläche (1231 ha) blieben lediglich 281 ha als Spezialreservat für die Waldvegetation übrig.

Veränderungen, die durch hydrotechnische Eingriffe (Regulieren der Flüsse, Bau von Wasserkraftwerken, Entwässerung und Irrigation, Bau von Straßen, Verunreinigung u. a.) entstehen, betreffen das Wasserregime der Auenwälder. Das wirkt sich in verschiedenen Richtungen aus.

Durch solche Veränderungen kommt es häufig zur Senkung oder Erhöhung des Grundwasserspiegels. Die Senkung wirkt sich direkt auf die Verringerung des Zuwachses und die Vitalität der Bäume aus. Oft kommt es zu Vitalitätsminderung und Baumsterben. Wenn es zur Erhöhung des Grundwasserspiegels kommt, kann die Folge Versumpfung, Anaerobiosis und Baumsterben sein.

Abb. 2 zeigt den Radialzuwachs des Eichenbestandes in Odransko polje (*Carpinus betuli-Quercus roboris typicum*) für den Zeitraum von

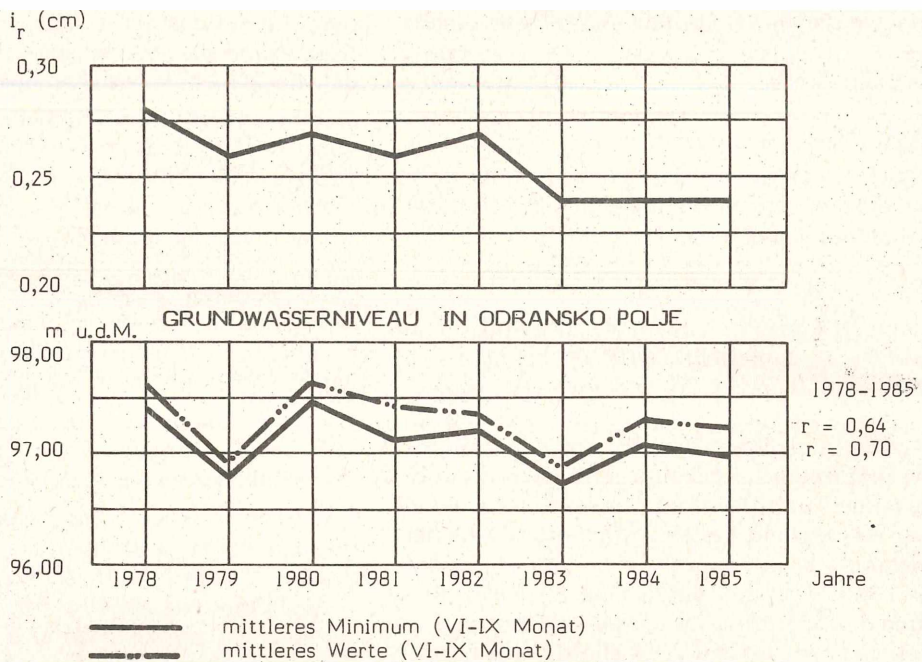


Abbildung 2

Jahringbreite der Stieleiche in Odransko polje
(*Carpino betuli-Quercetum roboris*)

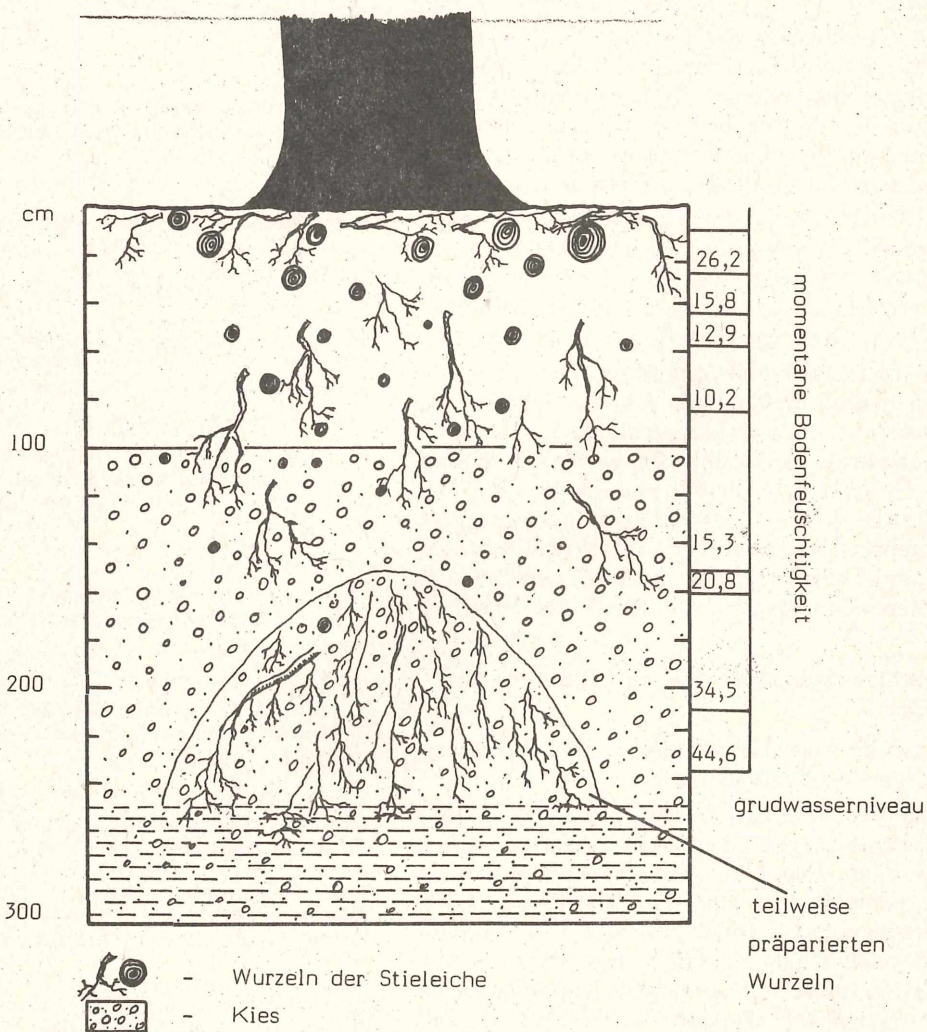


Abbildung 3

Wurzelprofil der Stieleiche auf Kiesboden im Repašwald in Podravina

1978-1985 sowie das Grundwasserniveau. Neben dem Graphikon deutet die Linearkorrelation zwischen dem Zuwachs und dem Grundwasserspiegel auf eine starke Beziehung zwischen den beiden gezeigten Größen hin.

Im Gebiet der Auenwälder von Odransko polje kam es zum Sterben von ungefähr 180.000 m³ der Stieleichenbäume, wobei die Senkung des Grundwasserspiegels bedeutend zum Waldsterben beigetragen hat.

In Abb. 3 ist das Profil der Stieleichenwurzeln im Wald Repaš dargestellt. Der Wald befindet sich am Dravafluß und ist durch den Bau der Hydrozentrale Durdevac bedroht, was eine Senkung des Grundwasserspiegels bis zu 5 m zur Folge hätte. Das ursprüngliche Substrat setzt sich aus Kies zusammen und das Grundwasserniveau hängt vom Wasserstand des Dravaflusses ab. Aus der Zeichnung kann man erkennen, daß der Boden nur 1 m tief ist, die Wurzeln der Stieleiche aber durch den Kies zum Grundwasser gelangen. Die Stieleiche benötigt, wie auch alle anderen hygrophilen Baumarten des Auenwaldes, wegen der geringen Wassermenge im ökologischen Bodenprofil, während der Sommermonate zusätzliches Wasser, welches sie aus dem Grundwasserbassin bekommt.

Außer der Grundwassersenkung kann der Auenwald auch durch übermäßige Feuchtigkeit des ökologischen Bodenprofils, hervorgerufen durch stagniertes Wasser, bedroht werden. Ruhendes Wasser zur Vegetationszeit führt zu einer Anhäufung von CO₂ in der Rizosphäre und zu einem nachteiligen Auswirken auf die Baumwurzeln.

Unserer Erfahrung nach ist der Gehalt bis zu 30 mg CO₂/l Wasser ungefährlich, bis zu 50 mg CO₂/l H₂O kritisch und bei mehr als 50 mg CO₂/l H₂O toxisch für die Wurzeln der Waldbäume.

Wir erwähnten bereits, daß außer den wassertechnischen Eingriffen, welche Veränderungen in den Wasserverhältnissen hervorrufen, auch Verunreinigungen auf die Vitalität der Auenwaldbaumarten einwirken. In diesem Sinne haben wir, mit Hilfe der Methode des Mikrostandorts, starke Säurebelastungen im Kupćinawald bei Karlovac erkannt. Diese Untersuchungen führen wir in der breiteren Umgebung der mittleren Posavina fort.

Vorschlag für Maßnahmen zum Schutz der Auenwälder

Zum Schutz der Auenwälder Jugoslawiens schlagen wir folgende Maßnahmen vor:

1. Bei der Flußregulierung, Bewässerung und Entwässerung, dem Bau von Wasserkraftwerken oder irgendeinem Eingriff, der den Standort des Auenwaldes stört und sein Bestehen bedroht, sollte im voraus betrachtet werden, welchen Wert und welchen Erfolg der Bau eines Objekts bringt. Ebenso muß man bedenken, welche Schäden im natürlichen Waldökosystem auftreten und welche Folgen der Verlust ihrer sozialen, ökologischen und wirtschaftlichen Funktion hat.

2. Wenn es zum Bau einer Hydrozentrale oder einem wassertechnischem Eingriff kommt, der

den Auenwald bedroht, sollte er so durchgeführt werden, daß die Lebensbedingungen der vorhandenen Auenwälder erhalten bleiben.

3. Im Gebiet der Auenretentionen (mittlere Posavina u. a.), in welches während der Vegetationsperiode Überschwemmungswasser eingeführt wird, sollte man für sein schnelles Auslaufen sorgen. Waldvegetationen, die sich in der Verjüngungsphase befinden, sollte man mit Dämmen (oder anderen Hilfsmaßnahmen) vor Überschwemmungswasser schützen, da auch ein kurzfristiges Anhalten des Wassers den Jungwuchs vernichtet.

4. Beim Gründen von Auenwäldern wählt man einheimische Pappeln, damit eine völlig natürliche Stabilität des künftigen Waldes erreicht wird.

5. Es ist notwendig alle Möglichkeiten für Schutzmaßnahmen zu betrachten, die das Erhalten der besonders natürlichen, wertvollen Auenwälder ermöglichen. Wir schlagen vor, daß Arbeiten am Schutz von Lonjsko polje und Mokro polje als Kategorie eines Naturparks, Odransko polje in Posavina und Wirtschaftsgesellschaft „Dunavske ade“ in Podunavlje als geschützte Landschaft, begonnen werden.

Literatur

KOZARAC, J. (1897):

Šumogojstveni i drvotržni aforizmi, crpljeni na temelju prodaja posavskih hrastovih šuma u zadnjem desetgodištu 1887-1896. Šumarski list 7.

PRPIĆ, B. (1984):

Uloga šumskih ekosistema u reguliranju vodnog režima srednjeg Posavlja. Glasnik za šumske pokuse, editio peculiaris I, pp. 95-152, Zagreb.

----- (1984):

Antropogeni utjecaj na šumske ekosisteme srednjeg Posavlja u svjetlu sinteze sinhronih ekoloških mjerenja. III Kongres ekologa Jugoslavije, knjiga I, 441-445 str.

PRPIĆ, B., SELETKOVIĆ, Z. (1984):

Kolebanje intercepcije u poplavnoj šumi hrasta lužnjaka (*Genisto-Quercetum roboris*, Horv. 38) u stacionaru Opeke kod Lipovljana. III Kongres ekologa Jugoslavije, knjiga II, 219-222 str.

PRPIĆ, B., (1986):

Die Stieleichenwälder in Jugoslawien – ihre ökologischen-waldbauliche Problematik, 18th IUFRO World Congress, Division 1, vol. 1.

PRPIĆ, B., RAUŠ, D. (1987):

Stieleichensterben in Kroatien im Licht ökologischer und vegetationskundlicher Untersuchungen. Österreichische Forstzeitung, März 3/1987.

RAUŠ, D. (1975):

Vegetacijski i sinekološki odnosi šuma u bazenu Spaćva. Glasnik za šumske pokuse br. 18, 225-346, Zagreb.

----- (1975):

Šumska vegetacija „Vorlanda“ na lijevoj obali Save između Orlijeve i Bosuta. Centar JAZU Vinkovci, Zagreb.

----- (1976):

Šumska vegetacija Dakovštine. „Zbornik Dakovštine“ JAZU Vinkovci, Zagreb, str. 115-146.

----- (1976):

Vegetacija ritskih šuma dijela Podunavlja od Aljmaša do Iloka. Glasnik za šumske pokuse, vol. XIX, p.p. 5-75, Zagreb.

----- (1978):

Šumska vegetacija dunavskih ada i ritova u okilici Vukovara. Ekologija, Vol. 13, No. 2, 133-147, Beograd.

RAUŠ, D., et all. (1978):

Prilog poznavanju močvarne i vodene vegetacije bara u nizinskim šumama Slavonije. Acta Botanica Croatica 37, str. 131-147.

----- (1979):

Ekološko uzgojne osobine specijalnih rezervata šumske vegetacije Prašnik i Muški bunar u Slavoniji. Drugi kongres ekologija Jugoslavije, Zadar, str. 767-823.

----- (1979):

Rezervati šumske vegetacije Prašnik i Muški bunar – studija ekološko-uzgojnih osobina. Š. G. Nova Gradiška, str. 1-133, tisak GRO „Mirko Gamborovski“ Nova Gradiška.

----- (1980):

Vegetacija bara i močvara u šumama jugozapadnog Srijema. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke, sv. 58, 17-51, Novi Sad.

SLAVNIĆ, Ž. (1953):

Prilog flori našeg Podunavlja. Glasnik Biološke sekcije, ser. II/B, Zagreb.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. Branimir Prpić und

Prof. Dr. Duro Rauš

Forstliche Fakultät

Zagreb

Gegenwärtiger Zustand und Schutz der Ungarischen Auenwälder

István Kárpáti & Vera Kárpáti

Zur Erforschung der Auenvegetation

Die vegetationskundliche Erforschung der ungarischen Auen, insbesondere der Auenwälder wird von uns seit 50 Jahren kontinuierlich betrieben. Die erste bedeutende Untersuchung der Vegetation der Flußauen stammt von ZÓLYOMI (1937) und umfaßt einen Überblick über das Szigetköz. Unter Berücksichtigung der Sukzession werden die charakteristischen Pflanzengesellschaften des Gebietes dargestellt, wobei den Weidengebüsch und Auenwäldern besondere Aufmerksamkeit gilt.

Erwähnenswert ist ferner die Arbeit von ZSOLT (1943) über die Pflanzengesellschaften der Insel Szentendre, wobei die Auenwälder und Weidengebüsch besondere Beachtung finden. In den Auenwäldern an der Körös führte MÁTHÉ (1936) pflanzensoziologische Untersuchungen durch. Besondere Aufmerksamkeit verdienen die Arbeiten von TIMAR (1947, 1950, 1954) sowie TIMÁR & BODROGKÖZI (1959) über die Vegetation der Tisza (Theiß)-Auen. Diese Arbeiten liefern einen umfassenden Überblick über die Auenvegetation der Theißniederung. An diese Untersuchungen schließt sich die monographische Bearbeitung der nördlichen Tiefebene von SIMON (1957) an. Sie enthält einen zöologischen und ökologischen Überblick über die Weiden-Pappel-Wälder und die Mischwälder dieses Gebietes. BODROGKÖZI (1962) setzt die Arbeiten von TIMÁR mit Vegetationsuntersuchungen der Theißauen und ihrer Kartierung fort. Einen umfassenden Überblick über die Vegetation der ungarischen Donau-Auen, insbesondere über die zöologischen, synökologischen, syndynamischen und produktionsbiologischen Verhältnisse der Auenwälder bringen die Untersuchungen von I. KÁRPÁTI (1957, 1958, 1973), I. KÁRPÁTI & V. KÁRPÁTI (1956 b, 1956 c, 1957 a, 1957 b, 1958 a, 1958 b, 1958 c, 1962, 1963, 1968, 1969, 1971, 1972, 1974, 1975), I. KÁRPÁTI & TÓTH (1959, 1961, 1962), I. KÁRPÁTI & PÉCSI (1959), V. KÁRPÁTI, I. KÁRPÁTI & JURKÓ (1963), I. KÁRPÁTI & VARGA (1964), I. KÁRPÁTI & SZAKÁLY (1964, 1966), I. KÁRPÁTI & MÁRCIS (1965), I. KÁRPÁTI, V. KÁRPÁTI, SZEKÉR & BORBÉLY (1971), KOVÁCS & I. KÁRPÁTI (1973, 1974).

Unter den Arbeiten finden sich mehrere, die in monographischer Form eine umfassende zöologische, ökologische Darstellung der ungarischen Donau-Auenwälder beinhalten (I. KÁRPÁTI 1957, 1958, 1982, I. KÁRPÁTI & TÓTH 1961, I. KÁRPÁTI & V. KÁRPÁTI 1969).

Als bedeutend erwies sich die Feststellung, daß es sich bei der charakteristischen Eschenart der Auen-Mischwälder nicht um die Gewöhnliche Esche (*Fraxinus excelsior*), sondern um die submediterrane Feld-Esche (*Fraxinus oxycarpa* syn. *F. angustifolia*) handelt (I. KÁRPÁTI & V. KÁRPÁTI 1956 a, b). Von theoretischer Bedeutung ist ferner die Feststellung, daß die regressive Sukzession, die bei der Ausbreitung der Pappeln in den submediterranen Hartholz-Auenwäldern zu beobachten ist, einen gesetzmäßigen Charakter hat (I. KÁRPÁTI & V. KÁRPÁTI 1962). Das bestätigt, daß die im pannonischen Raum vorkommenden Silberpappel-Auenwälder zur Gesellschaft *Fraxino-pannonicae-Ulmetum pannonicum populeto-sum* gehören. Somit sind sie nicht identisch mit dem von TSCHU beschriebenen mediterranen *Populeto albae*, wie das von mehreren Verfassern angenommen wurde.

Die nach den T-F-R-Zeigerwerten eingeordneten Wasser- und Auenpflanzen liefern wichtige Informationen über die Indikationsrolle der Vegetation in der Abfolge von den tieferen zu den höheren Stufen der Aue (I. KÁRPÁTI & V. KÁRPÁTI 1972, 1974). Dabei konnte eine konsequente Beziehung zwischen den geomorphologischen Stufen der Aue und der Vegetationszonierung aufgezeigt werden (I. KÁRPÁTI & PÉCSI 1959, I. KÁRPÁTI & V. KÁRPÁTI 1975).

Die umfassenden Forschungen über das bachbegleitende *Aegopodio-Alnetum* ergänzen auf hervorragende Weise die Kenntnisse über die Auenwälder an den natürlichen Flüssen im Pannonicum und Praecarpaticum (V. KÁRPÁTI, I. KÁRPÁTI & JURKÓ 1963).

Die hier angeführten wichtigsten Forschungsergebnisse ermöglichen einen Gesamtüberblick über die ökologischen Verhältnisse der ungarischen Auenwälder. Daraus lassen sich Vorschläge für eine Unterschutzstellung von Mustergebieten mit naturnaher Wasser- und Auenvegetation herausarbeiten.

Pflanzengeographische und ökologische Verhältnisse

Ungarn liegt im tiefsten Teil des Karpatenbeckens und hat eine Gesamtfläche von 93 030 km². Davon haben 68 % tiefebeneartigen Charakter, 15 % entfallen auf das niedrige Hügelland und 14 % auf 200-400 m hohes Mittelgebirge. Kaum mehr als 2 % erheben sich höher als 400 Meter über den Meeresspiegel.

Der größte Teil der ungarischen Pflanzendecke kann dem pannonischen Florengebiet zugeordnet werden, das sich im südöstlichen Teil des mitteleuropäischen Florengebietes ausbreitet. In der Tiefebene und im Süd-Transdanubischen-Florengebiet hat sich eine bedeutende Auenvegetation entwickelt.

Die Ausdehnung der Auenwälder im nördlichen Mittelgebirge, im Transdanubischen-Mittelgebirge und im West-Transdanubischen-Mittelgebirge ist untergeordnet. (Abb. 1).

Die Klimazonenkarte, die mit Hilfe des Walter-Klimadiagrammes aufgestellt wurde, zeigt auch die den Klimazonen entsprechenden typischen Vegetationszonen (BORHIDI 1960). Sehr anschaulich zeigt sie, daß für die Tiefebene semihumid bis semiarides Klima charakteristisch ist. In den übrigen Teilen herrscht humides Klima, mit entsprechender charakteristischer Laubwaldausbildung vor (Abb. 2, 3).

Die Weidengebüsche (*Salicetum triandrae*, *Salicetum purpureae*) und die Auenwälder (*Salicetum albae-fragilis*, *Fraxino-pannonici-Ulmetum*) des Pannonicums zeigen eine deutliche Abhängigkeit von den geomorphologischen Stufen der Aue (I. KÁRPÁTI & PÉCSI 1959, I. KÁRPÁTI 1982).

Ausbildung und Anordnung der Auenvegetation werden von Grad und Dauer der periodischen Überflutung des Standorts oder vom relativen Grundwassergehalt beeinflusst. Im allgemeinen kann zwischen folgenden geomorphologischen Bereichen unterschieden werden:

1. Flußbett mit Gerinne
 - 1.1 Hauptgerinne
 - 1.2 Bereich des Altarmes (ständig unter Wasser oder während des größten Teiles des Jahres überflutet)
 2. Sandbank
 3. Unterer Neuholozän-Bereich der Auen
 4. Oberer Neuholozän-Bereich der Auen.
- (Abb. 4, 5, 6)

1. Die Vegetation im Bereich des Flußbettes

In Ungarn sind für die Flußrinne zur Klasse der Potametea gehörende Makrophyten-Gesellschaften charakteristisch. Im Hauptarm schnellfließender Gewässer treten sie nur spärlich auf. In den Altarmen und in den stehenden Gewässern findet sich jedoch Massenaufwuchs von Laichkrautarten.

Zu diesen gesellen sich bis in eine Wassertiefe von 2-2,5 m verschiedene zum Verband Phragmition gehörende Röhricht-Gesellschaften (*Scirpo-Phragmitetum homogenum*, syn. *phragmitetosum*, *Scirpo-Phragmitetum schoenoplectetosum*, *thyphetosum*, *phalaridetosum*, *glycerietosum*).

2. Die Vegetation der Sandbänke

Über die Sandbänke haben wir persönlich wenige Angaben. Unsere Forschungsergebnisse ergänzen wir mit Literaturangaben sowie Daten von TIMÁR l.c. und MÁTHÉ l.c. aus Ostungarn (Theiss- und Körös-Auen). Das von WENDEL-

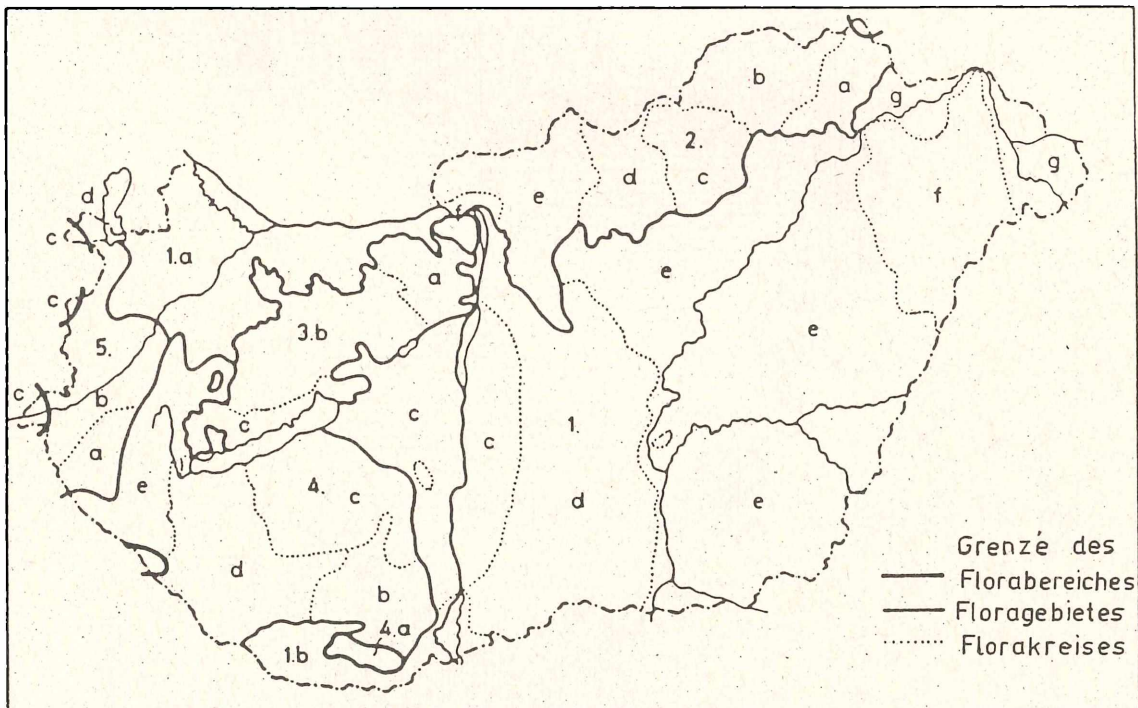


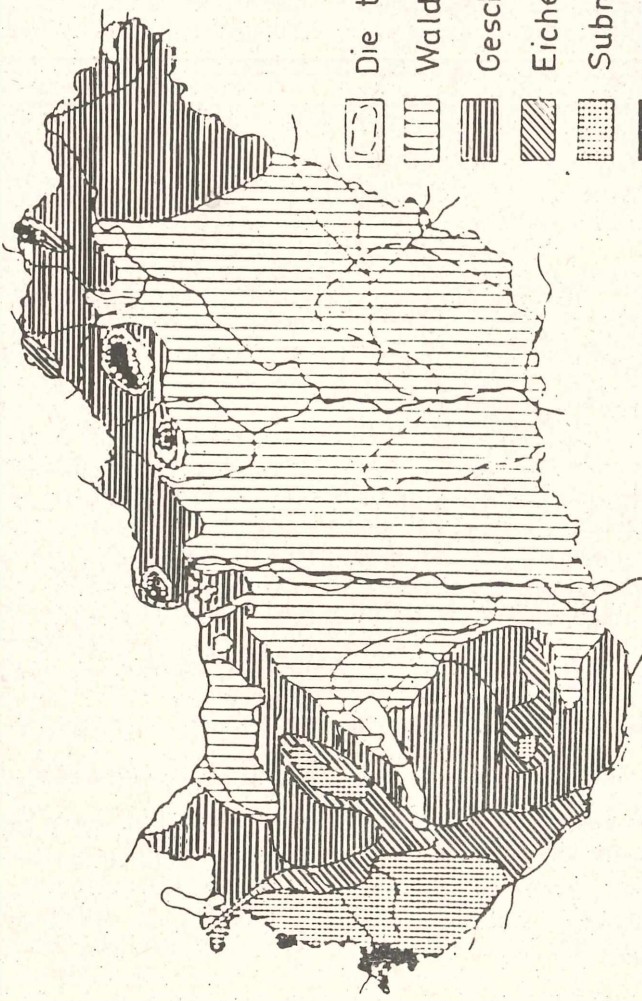
Abbildung 1

Floristische Einteilung Ungarns (nach SOÓ)

1. Tiefebene
2. Nördliches Mittelgebirge
3. Transdanubisches Mittelgebirge
4. Südtransdanubien
5. Westtransdanubien

Abbildung 2

Klimatische Karte von Ungarn (nach BORHIDI 1960)



Die trockensten Gebiete der Tiefebene auf Grund der Semiaridität

Wald - Pussta-Zone

Geschlossene Eichenzone

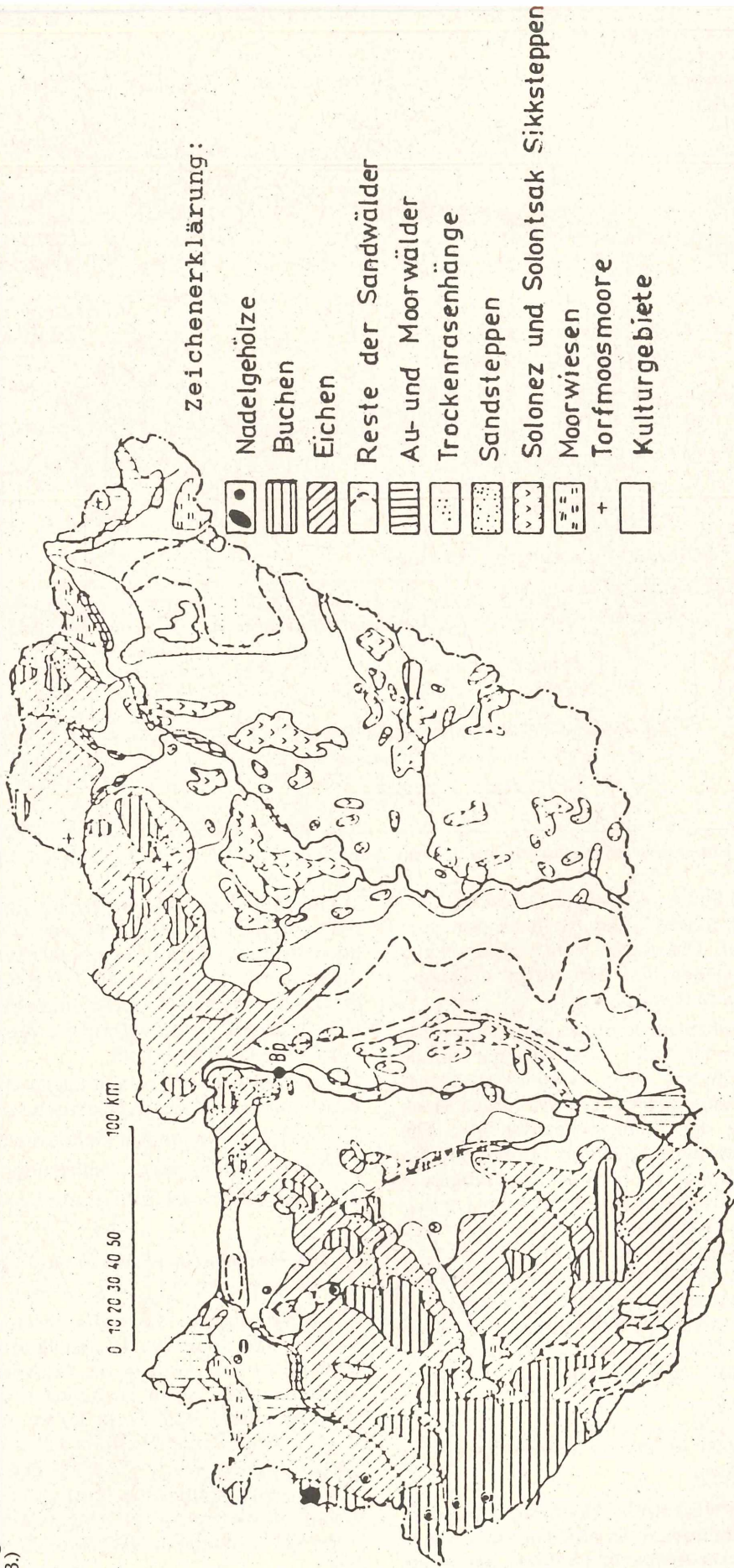
Eichen - Hainbuchenzone

Submontane Buchenzone

Montane Buchenzone

Abbildung 3

Vegetationskarte von Ungarn nach SOÓ R. (ZÖLYOMI B.)



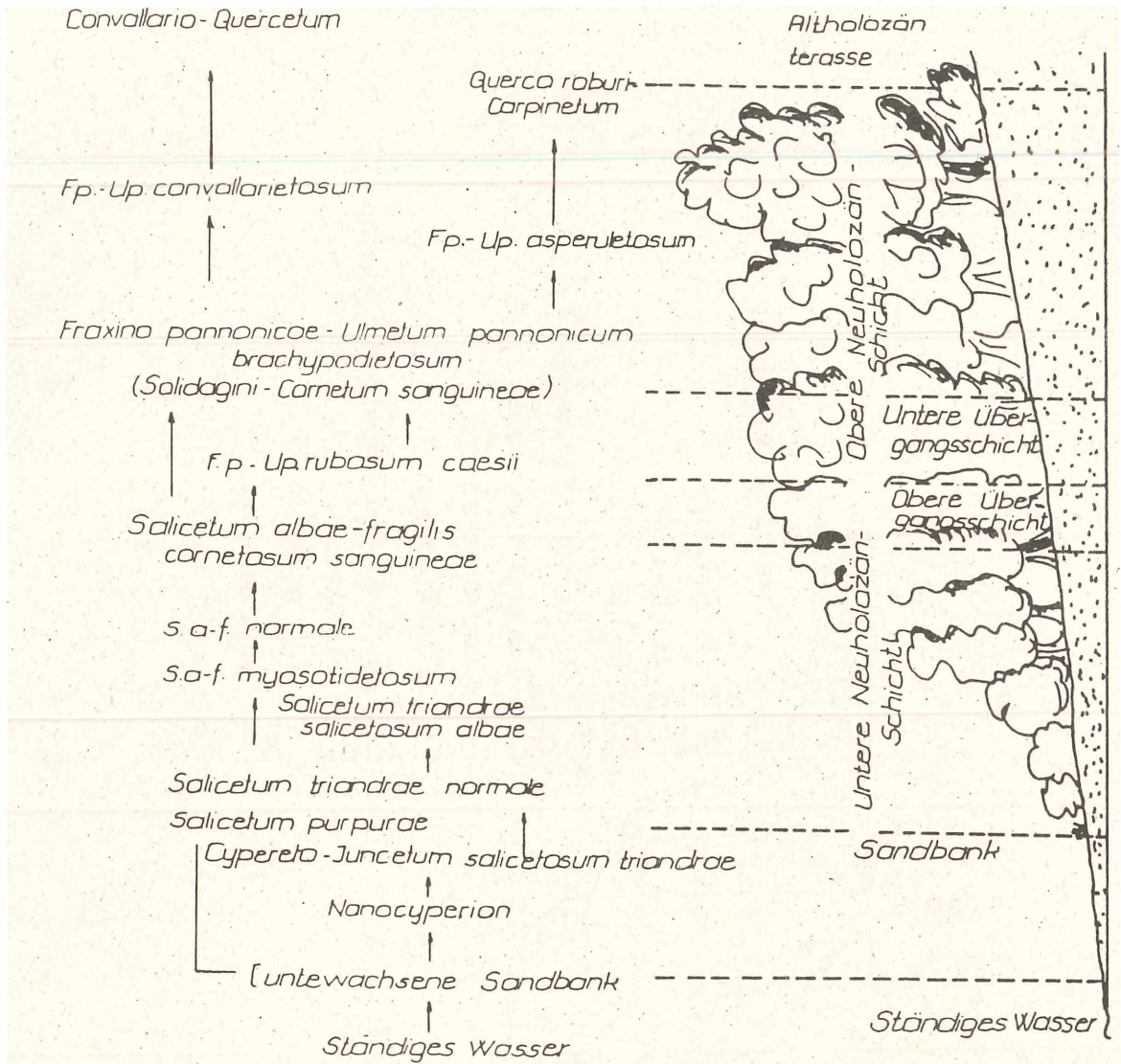


Abbildung 4

Sukzessionsveränderungen auf der ungarischen Donauauenstrecke (I. KÁRPÁTI, M. PÉCSI, GY. VARGA)

BERGER-ZELINKA bearbeitete Gebiet der Donauauen Österreichs weist Ähnlichkeiten zum Szigetköz auf. Die Arbeit von TIMÁR bringt nützliche Angaben von der mittleren Donau-Theiss-Strecke in Ungarn.

Auf den Sandbänken kommen im allgemeinen nur Therophyten oder überflutungstolerante Hemikryptophyten wie Weißes-Straußgras (*Agrostis alba ssp. stolonifera*, *Typhoides arundinacea*) als Elemente der Pioniervegetation vor. Die Besiedlung auf den Sandbänken beginnt mit dem zum Nanocyperion gehörenden Pflanzengesellschaften (Cypero-Juncetum, *Dichostylo-Gnaphalietum*). Sie wechseln entweder mit den Zweizahn-Fluren (*Bidentetum tripartiti*) der ruderalen Auenvegetation oder mit den halbruderalen *Agropyro-Rumicion crispum*-Gesellschaften sowie dem *Rumici-Alopecuretum*, die für tieferliegende Standorte charakteristisch sind. Diese Pioniervegetation ist in Ungarn weit verbreitet.

3. Die Vegetation im unteren Neuholozän-Bereich der Auen

Dieser Bereich wird nur bei Hochwasser überflutet. Seine Veränderungen spielen sich vor unseren Augen ab. In den unteren Neuholozän-Bereichen

beginnt noch keine Bodenentwicklung. Sie stehen oft 5-7 Monate im Jahr unter Wasser. Damit hängt auch die außerordentliche schnelle Veränderung ihrer Oberfläche zusammen. Mit der Erstellung technischer Anlagen (Schutzdämme) wurden die Überflutungsverhältnisse und die Vegetationsabfolge wesentlich beeinflusst.

In den tieferen Neuholozän-Lagen entstandene Weichholz-Auwälder und Gebüsche sind:

1. Mandelweidengebüsch (*Salicetum triandrae*)
2. Purpurweidengebüsch (*Salicetum purpureae*)
3. Silberweidenwald (*Salicetum albae-fragilis*)

4. Die Vegetation im oberen Neuholozän-Bereich der Auen

Auch für diese obere Auenstufe, die nur bei hohen oder außergewöhnlichen Wasserständen überflutet wird, ist eine Auflage aus Alluvialschlamm, Sand oder mit feinkörnigem Kalksand kennzeichnend. Auf dieser Stufe stockt das *Fraxino pannonicae-Ulmetum pannonicum*. Die Standorte des oberen Neuholozäns der Auen wurden in Ungarn oft entwässert, dann umgebrochen und in landwirtschaftliche Nutzungsflächen, Ackerland oder Wiesen (*Agrostion*, *Arrhenatherion*) umgewandelt.

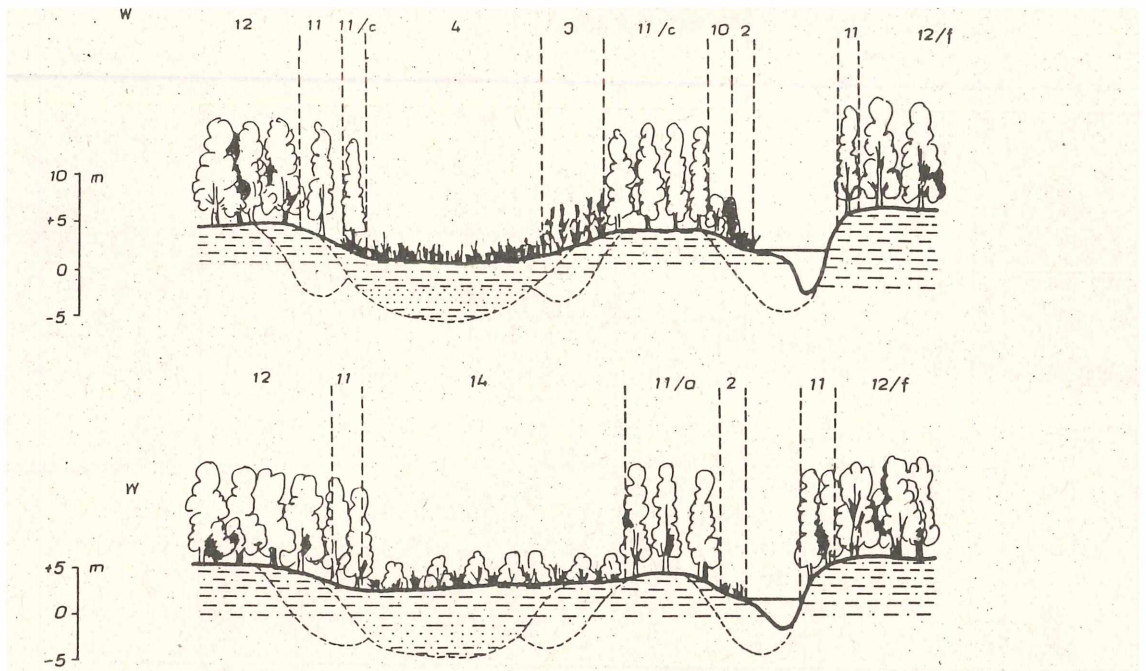


Abbildung 5

Künstlich abgeschnürtes Hauptflußbett und die Änderungen seines früheren Bettes. Von I. KÁRPÁTI und M. PÉCSI.

- 2 – Zwergbinsengesellschaften (*Nanocyperion*),
- 3 – Teichröhricht (*Scirpo-Phragmitetum*),
- 4 – Großseggenwiesen (*Caricetum acutiformis-ripariae*),
- 10 – Weidenbüsche am Ufer entlang (*Salicetum triandrae*),
- 11 – Weiden-Pappel-Au (*Salicetum albae-fragilis*),
- 11a – Weiden-Pappel-Au-Subassoziation mit Sumpfergüßmeinnicht (*myosotidetosum palustris*),
- 11c – Weiden-Pappel-Au-Subassoziation mit Sumpfriedgras (*caricetosum acutiformis*),
- 12 – Eichen-Ulmen-Au (*Fraxino pannonicae-Ulmetum*),
- 12f – Eichen-Ulmen-Au-Subassoziation mit Weißpappel (*populetosum albae*),
- 14 – Weidenmoor (*Calamagrosti-Salicetum cinereae*).

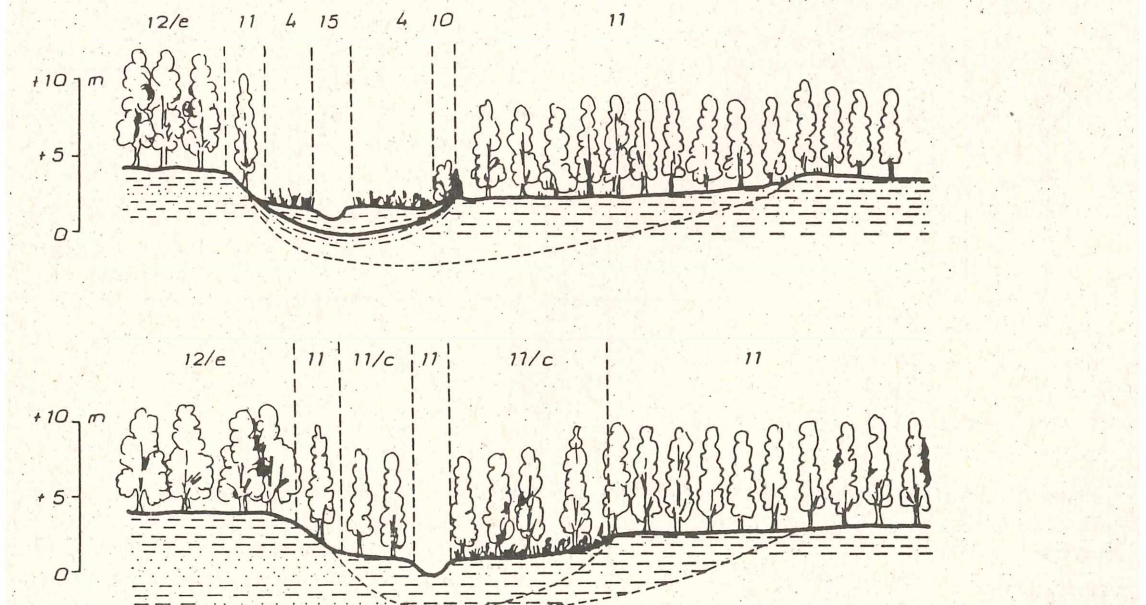


Abbildung 6

Die Aufschüttung der abgeschnürten Mäander der Csertai-Donau. Verfaßt von I. KÁRPÁTI und M. PÉCSI.

- 4 – Großseggenwiesen (*Cariceto acutiformis-ripariae*),
- 10 – Weidenbüsche am Ufer entlang (*Salicetum triandrae*),
- 11 – Weiden-Pappel-Au (*Salicetum albae-fragilis*),
- 11c – Weiden-Pappel-Au-Subassoziation mit Sumpfergüßmeinnicht (*caricetosum acutiformis*),
- 12e – Eichen-Ulmen-Au (*Fraxino pannonicae-Ulmetum*) – Bereifte Brombeer-Fazies (*Rubosum caesii*),
- 11 – freier Wasserlauf.

Tabelle 1

Übersichtstabelle der Pflanzengesellschaften der ungarischen Auen-Standorte (nach I. KÁRPÁTI)

Verband Gesell- schaften	vom Hauptflussbett überschwemmte Wälder				in Tümpeln stehende Auenwälder	
	Weichholzlauen		Hartholzlauen		Moorwälder	
	SALICETALIA PURPUREAE		ULMION		ALNION GLUTINOSAE	
	Salicetum purpureae Salicetum triandrae Salicetum albae-fragilis	Fraxino pannonicae-Ulmetum pannonicum Crataegetum danubiale				
	naturliche Bestände	secundäre Bestände	secundäre Bestände	naturliche Bestände	secundäre Bestände	secundäre Bestände
dürr						
sehr trocken		C. danubiale festu- cetum sulcatae				
trocken			F.p-U. populetosum calamagrostosum			
halb- trocken			F.p-U. convallarie- tosum	F.p-U. solidagine- tosum		
frisch			F.p-U. asperuletosum F.p-U. brachypodie- tosum F.p-U. cornetosum sanguineae	F.p-U. populetosum Crataege- tum		
halb- feucht	Salicetum purpureae cornetosum - - - - - sanguineae				Thelypteridi - Alnetum rubosum	Thelypteridi - Alnetum solidaginetosum
feucht	S.a-f. rubosum, S.a-f. agrostetosum S.a-f. typhoidetosum S.a-f. leucojetosum				Thelypteridi-Alnetum F.p-Alnetum Calamagrostis Salicetum cinereae	
nass	S.a-f. caricetosum S.a-f. phragmitetosum S.a-f. myosoidetosum S. triandrae poly- gonetosum S. purpureae polygonetosum	S. purpureae caricetosum				F.p-Aln. caricetosum F.p-Aln. hottonie- tosum

Zeichenerklärung: Die Bestände sind kennzeichnend, aber ziehen sich bis zu den mit Pfeilen gezeichneten Standorten

Innerhalb des Fraxino pannonicae-Ulmetum pannonicum können auch Subassoziationen unterschieden werden:

- caricetosum
- brachypodietosum
- cornetosum sanguinei
- asperuletosum
- convallarietosum
- lithospermetosum
- populetosum
- alnetosum glutinosae

Außer der Pappel- und Erlenbildung (populetosum und alnetosum glutinosae) zeigen die einzelnen Subassoziationen in ihrer Baum- und Strauchschicht keine wesentlichen Unterschiede. Für die Baumschicht ist *Fraxinus angustifolia* ssp. *pannonica* *Populus alba*, *Ulmus effusa*, *U. campestris*, *Quercus robur* und *Alnus glutinosa* charakteristisch. Kennarten der Strauchschicht sind *Cornus sanguinea*, *Viburnum opulus*, *Crataegus monogyna*, *C. nigra* und *C. degenii*. Auf ruderalisierten Standorten kommt *Sambucus nigra* vor. Auf der Donau-strecke Szigetköz dominiert *Alnus incana*.

Tabelle 2

Wälder der gemäßigten Zone (nach DANSZKY 1964)

Assoziations- oder Waldtypen-Gruppen	Naturnahe Wälder %	Kulturwald %	Zusammen %
Tannen-Bestände	0,3	0,7	1,0
Kiefer-Bestände	2,7	3,6	6,3
Föhren-Bestände	-	1,3	1,3
Buchen-Bestände	13,2	-	13,2
Ahorn-Linde-Esche Karstwälder	0,6		0,6
Eichen-Hainbuchenwälder	22,2	0,6	22,8
Erlen-Eschen-Auen u. Moorw. in Gebirge	1,0		1,0
Eichen-Bestände	15,1	0,9	16,0
Zerreichenwälder	17,6	7,4	25,0
Waldsteppen-Eichengebüsche	1,9	-	1,9
Auwälder in Tiefebene	0,7		0,7
Moorwälder in Tiefebene	0,3	-	0,3
Birken-Bestände	-	0,2	0,2
Pappel-Bestände		0,6	0,6
Robinien-Bestände	-	9,1	9,1
Insgesamt	75,6	24,4	100,0

Die ungarischen Auen breiten sich über eine Fläche von 3.859.000 ha aus. Davon entfallen 75.000 ha auf Salicion- und Ulmion-Auenwälder, was 4,6 % der Gesamtwaldfläche Ungarns ausmacht. Nach 20 Jahre zurückliegenden Angaben waren es noch 6,6 % (DANSZKY 1964). Von den ursprünglichen natürlichen Auenwäldern blieben auf der unteren Neuholozän-Stufe etwa 70-75 % Weiden-Pappel-Bestände (*Salicetum albae-fragilis*) übrig. Auf der oberen Stufe des Neuholozäns ist der Waldanteil wesentlich geringer und beläuft sich auf 20-40 % Hartholzauenwälder, die dem *Fraxino pannonicae Ulmetum pannonicum* angehören (Tab. 3, 4).

Durch Kahlschlag des naturnahen Hartholz-Auenwaldes bildeten sich als Ergebnis der schon oben erwähnten regressiven Sukzession Silber-

Tabelle 3

Wälder der Waldpusstazone (nach DANSZKY 1964)

Assoziations- oder Waldtypen-Gruppen	Naturnahe Wälder %	Kulturwald %	Zusammen %
Eichen-Hainbuchenwälder	1,1	-	1,1
Zerreichenwälder	3,6	0,7	4,3
Karstbuschwälder	5,2	1,8	7,0
Auenwälder	7,4	6,6	14,0
Moorwälder	1,4	0,2	1,6
Birken-Bestände	-	0,4	0,4
Pappel-Bestände	-	17,1	17,1
Robinien-Bestände	-	39,5	39,5
Kiefer-Bestände	-	3,6	3,6
Föhren-Bestände	-	3,9	3,9
Eichen-Bestände	-	7,5	7,5
Insgesamt	18,7	81,3	100,0

pappelbestände aus. Diese sind insbesondere für die ungarischen Donau-Auen südwärts des Donauknies charakteristisch (I. KÁRPÁTI & V. KÁRPÁTI 1958).

Die Böden der Auenstufen

Die Spuren der Bodenbildung sind nicht wahrnehmbar, weil die biologischen Vorgänge ein ständiges Anwachsen der Sedimente als Folge von Schwebstofftransport verhindern. Stufungen sind nicht vorhanden, weil die Unterschiede der einzelnen Niveaus nur durch die Eigenschaften der Sinkstoffe, nicht aber durch die Wirkung der bodenbildenden Vorgänge zustande kommen. Bei den im Wasser abgeschiedenen Stoffen, die auch weiterhin unter der Einwirkung des Wassers stehen, sind Hydromorphieerscheinungen gut zu erkennen. So finden sich in der gesamten Schicht die Spuren von Rost und Eisenflecken, die die Stoffbewegung kennzeichnen.

Zu diesem Haupttyp gehören die folgenden Untereinheiten:

Rohe Alluvialböden, mäßig humushaltige Alluvialböden und Neigungsgerölle.

Der rohe Alluvialboden ist die jüngste Bildung der Flüsse und Seen. Bei sinkenden Wasserständen fällt er trocken und bietet entsprechende Bedingungen für die Besiedlung durch Pflanzen. Diese Flächen werden bei hohen Wasserständen erneut mit Schlamm bedeckt und gelangen in die Tiefe. So beginnt die Bodenbildung wieder aus neuem Material und kann dadurch keine tiefgreifenden Veränderungen hervorrufen. Innerhalb der Schicht gibt es nur bei den Oxydationsverhältnissen Unterschiede, auf Grund deren in der Nähe der Oberfläche Rostflecken und in der Tiefe Gley entstehen. Die Humusbildung in den oberen Schichten ist bedeutungslos. Der Anteil an organischem Material liegt nicht über 1 %. Gesetzmäßige Veränderungen in der Schicht zeigen sich weder im Säuregehalt noch im kohlesäurehaltigen Kalkgehalt. Die Bodeneigenschaften hängen nur von der Qualität des abgelagerten Materials ab.

Entsprechend dem Karbonatgehalt kann zwischen einem karbonathaltigen und einem nicht karbonathaltigen Alluvialboden unterschieden werden. Diese Eigenschaft hängt jedoch davon ab, von welchem Gebiet das Wasser den Alluvialboden antreibt. Als besonderen Untertyp betrachtet man eine 2-schichtige Ablagerung, bei der ein 2 Meter dicker humushaltiger Oberboden zu finden ist, über dem abgelagerter Alluvialschlamm liegt.

Bei der Unterscheidung der Typen stützen wir uns auf die Oxydationsverhältnisse, auf Art und Tiefe der eingebetteten Schicht, auf die Gleybildung, auf die Grundwassertiefe und den Kulturzustand.

Der schwach humushaltige Alluvialboden unterscheidet sich von dem oben beschriebenen nur dadurch, daß die obere 20-30 cm dicke Humusschicht bereits schwach gefärbt ist und der Anteil an organischen Stoffen 1-2 % beträgt.

Tabelle 4

Geomorphologische Schichten und Auwälder der geschützten Auen

N°	Schutzgebiet	Fluß-km	ha	Geomorphologische Schichten			Auwaldgesellschaften		
				Sandbank	Untere Neuholozän-schicht	Obere Neuholozän-schicht	Salicetum triandrae Salicetum purpureae	Salicetum albae-fragilis	Fraxino pannonicae-Ulmatum
Donau									
1	Szigetközi TK	1850-1794	9.158	+	+	+	+	+	+
2	Váci Kompkötősziget	1678-1681	12	+	+		+	+	
3	Torda-sziget Tahitótfalu	1677-1681	7	+	+		+	+	
4	Martuska-sziget Tahitótfalu	1677-1681	16	+	+		+	+	
5	Szentendrei-sziget	1658-1692	1.300	+	+	+	+	+	+
6	Soroksári Duna hókonyai (Szigetszentmiklós)	1637-1635	225	+	+				
7	Szigetszentmiklós Czuczor-sziget	1627-1633	43	+	+		+	+	
8	Szigetujfalui ártéri erdő	1611-1613	88	+	+	+	+	+	+
9	Duna-szigetek és hullámtéri erdők (Dunapataj)	1539-1542	19	+	+		+	+	
10	Gemenci TK	1489-1492	17.779	+	+	+	+	+	+
11	Karapancai Parkerdő (Hercegszántó)	1434-1437	34			+			+
Theiss									
12	Szatmár-Beregi TK	600-610	2.200	+	+	+	+	+	+
13	Tiszatelek-Tiszabercel Ártér TT	568-569	718	+	+		+	+	
14	Tiszadobi ártér TT	503-506	1.000	+	+		+	+	
15	Tiszacsegei Hullámtér TT	420-430	700	+	+		+	+	
16	Közép-Tiszai TK	405-407	7.670	+	+	+	+	+	+
17	Kiskunsági NP Lakitelek-Töserdő	266-268	30.628		+	+		+	+
18	Mártélyi TK	200-210	2.232	+	+		+	+	
19	Cserőkői Holt-Tisza TT	157-159	266		+		+	+	
Drau									
20	Szarpocai Ó-Dráva TT	75-80	257		+			+	
Raab									
21	Sárvár ártéri Östölgyes		22			+		+	+
Körös									
22	Körös völgy TT	120-125	4.370		+	+	+	+	+
Berettyó									
23	Tokaj-Bodrogzúk TK		4.242		+		+	+	
24	Ecsegpusztá TT (Berettyó-köz)	11-15	4.067		+		+	+	
Insgesamt			87.053						

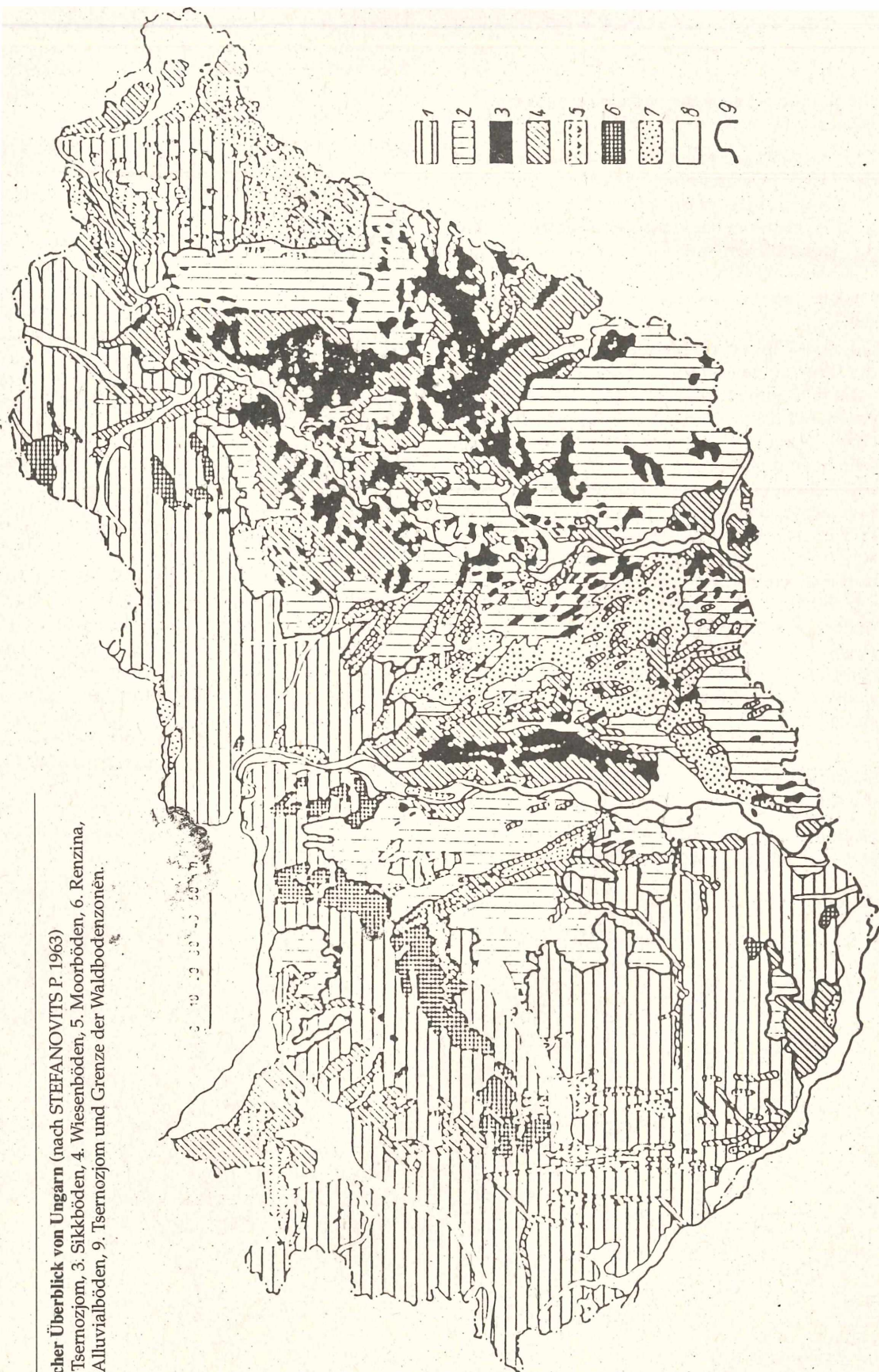
Dieser Bodentyp bildet sich in der Regel dort, wo es über einen längeren Zeitraum hinweg keine Überschwemmung und Schlammbedeckung gibt. So können sich durch die Zersetzung der Pflanzen organische Stoffe anhäufen. Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß bei stärkerer Humusanreicherung schon von Alluvialwiesenboden oder Alluvial-Tschernosjomboden die Rede ist. Der Grenzwert liegt bei einer 40 cm dicken

Humusschicht mit 1,5-2 % Gehalt an organischer Substanz. Der kleinere Wert bezieht sich auf einen sandigen, der höhere Wert auf einen lehmigen Boden. Bei der Unterscheidung der Untertypen sind die gleichen Kriterien zu beachten wie bei rohem Alluvialboden. So unterscheiden wir karbonathaltige, nicht karbonathaltige und zweischichtige humushaltige Alluvialböden. Zur Unterscheidung der Typen benutzt man die Dicke

Abbildung 7

Bodengeographischer Überblick von Ungarn (nach STEFANOVITS P. 1963)

1. Waldböden, 2. Tsernozjom, 3. Sikkböden, 4. Wieserböden, 5. Moorböden, 6. Renzina,
7. Sandböden, 8. Alluvialböden, 9. Tsernozjom und Grenze der Waldbodenzonen.



der Humusschicht, die Gleybildung, die Verrostung, die Art und Tiefe der eingebetteten Schicht, die Bodenwasserverhältnisse und den Kulturzustand.

Die Hauptmerkmale der pannonischen Auenwälder (Abb. 9)

Die zu den ungarischen Weichholzaunen gehörenden Weidengebüsche und Auwälder (*Salicetum triandrae*, *Salicetum purpureae*, *Salicetum albae-fragilis*) stimmen in ihrer Gesellschaftsstruktur im wesentlichen mit den mitteleuropäischen Weidengebüschen- und Weichholzaunen überein. Lokale Charakterarten haben sich nirgends gebildet.

Die zum Ulmion gehörenden Hartholzaunenwälder (*Fraxino pannonicae-Ulmetum pannonicum*) enthalten einige pannonische submediterrane Arten. Für die Baumschicht ist *Fraxinus angustifolia* ssp. *pannonica* charakteristisch. In der Strauchschicht sind neben den typischen Ulmion Arten, *Crataegus nigra* und *Crataegus degenii* als lokale Kennarten charakteristisch. Anders ist die Situation im Szigetköz, das sich von dem südlichen Abschnitt der Donauauen unterscheidet. Hier ist in der zweiten Baumschicht sowie der Strauchschicht *Alnus incana* und *Prunus padus* konstant. Südlich des ungarischen Donauknies kommen beide Arten nicht vor. Für die Krautschicht der Hartholzaunenwälder sind *Carex strigosa*, *Carpesium abrotanoides* und *Carpesium cernuum* charakteristisch.

Schutz der ungarischen Auengebiete bzw. der Auenwälder

Gegenwärtig gibt es in den ungarischen Auengebieten 22 Natur- bzw. Landschaftsschutzgebiete,

die als unsere bedeutendsten Naturräume einzustufen sind. Es ist selbstverständlich wünschenswert weitere Gebiete unter Schutz zu stellen, vor allem an der Drau und deren kleineren Nebenflüssen. Die 22 ungarischen Auenschutzgebiete betragen insgesamt 38.591 km², wovon 87.053 ha auf die Auenwälder entfallen (Tab. 4, 5).

Ein Teil der geschützten Gebiete umfaßt Sandbänke der tiefen Stufe, im Neuholozänbereich, so beispielsweise Duna-szigetek und hullámtéri erdök (Donau-Inseln und überflutete Wälder), Matruska-sziget, Torda-sziget, Váci Kompkótó-sziget, Szigetszentmiklós, Czuczor-sziget. Hier finden sich in erster Reihe verschiedene Subassoziationen von Weidengebüschen (*Salicetum triandrae*) und Weiden-Pappel-Auwald (*Salicetum albae-fragilis*). Zu erwähnen sind ferner Pioniergesellschaften (*Nanocyperion*, *Bidention*, *Phragmition* und *Magnocaricion*) in bedeutenden Beständen.

Ein beträchtliches Ausmaß haben die Natur- und Landschaftsschutzgebiete, welche sich auf der unteren und oberen Stufe des Neuholozäns entwickelt haben, so beispielsweise Szigetközi Tájvédelmi körzet, Karapancai Parkerdő, Szentendre-sziget, Gemenci Tájvédelmi körzet, Szatmár-Beregi Tájvédelmi körzet. In diesen submediterran anmutenden Auen-Mischwäldern (*Fraxino pannonicae-Ulmetum pannonicum*) sind charakteristische Arten pannonischer und submediterraner Verbreitung zu finden. Im allgemeinen kommen in den ungarischen Auen die streng geschützten Arten der Roten Liste nur in geringer Zahl vor. Dabei handelt es sich um folgende:

Acorus calamus L.

Botrychium lunaria (L.) SW.

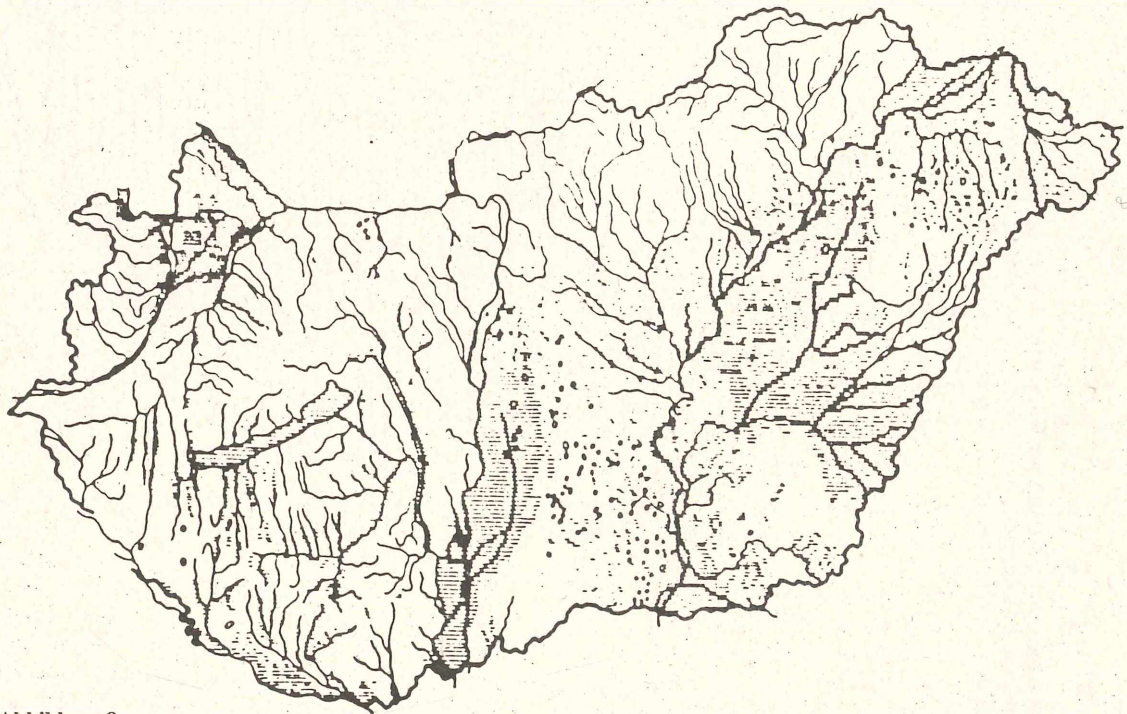


Abbildung 8

Zeitweise und dauernd mit Wasser bedeckte Gebiete in Ungarn vor der Regulation (nach BULLA 1962)

Tabelle 5

Naturräumliche Gliederung von Ungarn

Ungarn

Fläche: 93030 km²

	km ²	%
Untere Neuholozän- schicht der Auen	23.593,7	25,4
Obere Neuholozän- schicht der Auen	12.665,2	13,6
Täler	2.333,0	2,5
Sonstige	54.438,1	58,1

1. Tiefebene

(Alföld)

Fläche: 50420,1 km²

54,2 % der Gesamtfläche Ungarns

	km ²	%	% ^x
Untere Neuholozän- schicht der Auen	16.908,7	33,54	71,67
Obere Neuholozän- schicht der Auen	12.620,1	25,03	99,64
Täler	4,6	0,01	0,2
Sonstige	20.886,7	41,42	

4. Transdanubisches Hügelland

(Dunántuli-dombság)

Fläche: 11.663,0 km²

12,5 % der Gesamtfläche Ungarns

	km ²	%	% ^x
Untere Neuholozän- schicht der Auen	2.212,1	18,97	9,38
Obere Neuholozän- schicht der Auen			
Täler	505,5	4,33	21,67
Sonstige	8.945,4	76,70	

2. Kleine Tiefebene

(Kisalföld)

Fläche: 5380,7 km²

5,8 % der Gesamtfläche Ungarns

	km ²	%	% ^x
Untere Neuholozän- schicht der Auen	2.809,5	52,22	11,91
Obere Neuholozän- schicht der Auen	45,9	0,85	0,36
Täler			
Sonstige	2.525,3	46,93	

5. Transdanubisches Mittelgebirge

(Dunántuli-középhegység)

Fläche: 6761,2 km²

7,3 % der Gesamtfläche Ungarns

	km ²	%	% ^x
Untere Neuholozän- schicht der Auen	78,5	1,16	0,33
Obere Neuholozän- schicht der Auen			
Täler	435,3	6,44	18,66
Sonstige	6.247,4	92,40	

3. Alpenland

(Alpokalja)

Fläche: 7426,0 km²

8,0 % der Gesamtfläche Ungarns

	km ²	%	% ^x
Untere Neuholozän- schicht der Auen	1.041,6	14,3	4,41
Obere Neuholozän- schicht der Auen			
Täler	311,6	4,19	13,36
Sonstige	6.072,8	81,78	

6. Nördliches Mittelgebirge

(Eszaki-középhegység)

Fläche: 11379,0 km²

12,2 % der Gesamtfläche Ungarns

	km ²	%	% ^x
Untere Neuholozän- schicht der Auen	542,9	4,77	2,30
Obere Neuholozän- schicht der Auen			
Täler	1.076,0	9,46	46,11
Sonstige	9.760,1	85,77	

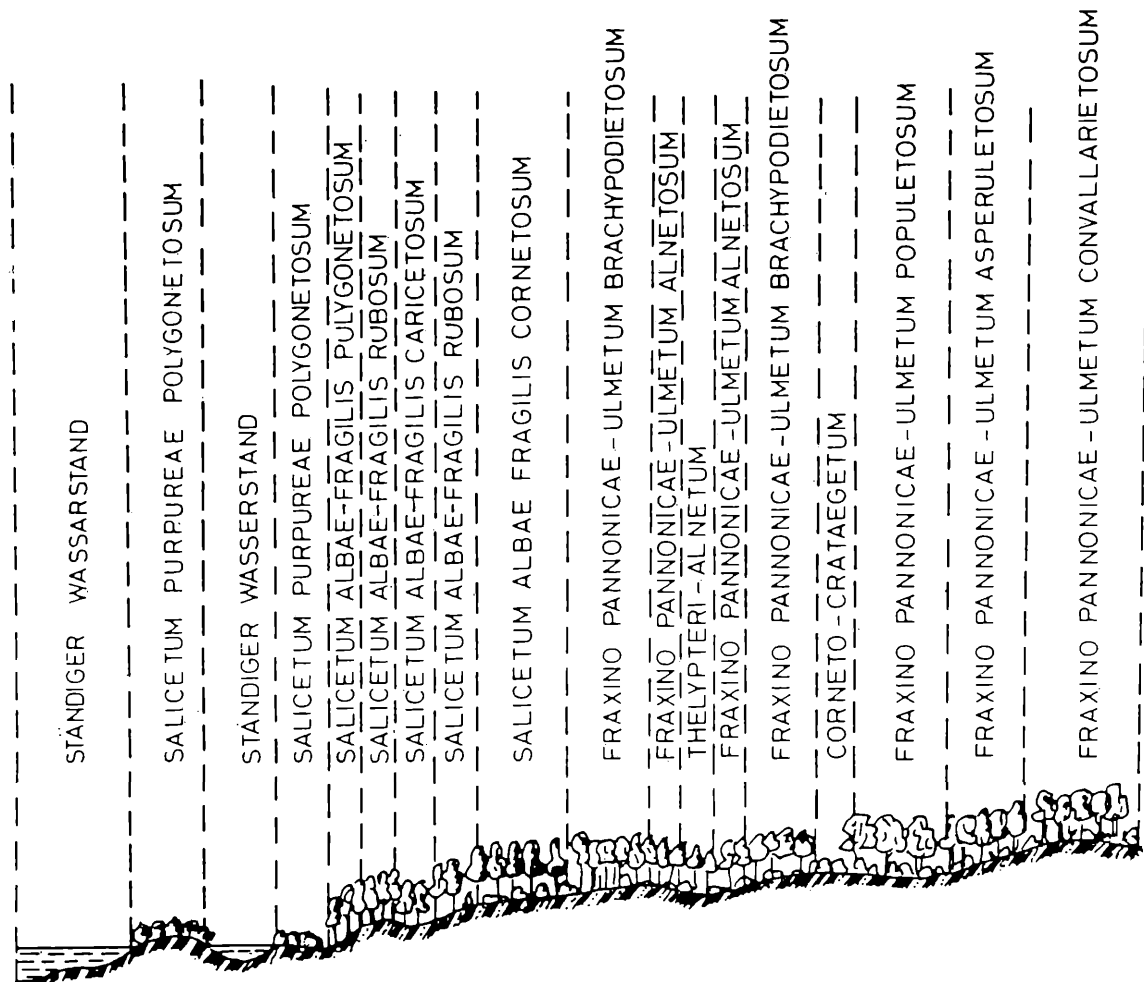


Abbildung 9

Die bedeutenden Waldgesellschaften des ungarischen Donauauen-Gebietes (nach I. KÁRPÁTI und V. KÁRPÁTI 1958)

- Carex strigosa* HUDS.
Cicuta virosa L.
Crataegus nigra W. et K.
Fritillaria meleagris L.
Gentiana pneumonanthe L.
Gladiolus palustris GAUD.
Iris sibirica L.
Leucanthemum serotinum (L.) STANKOV.
Lilium bulbiferum L.
Liparis loeselii (L.) RICH.
Nymphoides peltata (S.M. GMEL.) KTZE.
Ophioglossum vulgatum L.
Polygonum bistorta L.
Ranunculus lingua L.
Scilla bifolia L. in sensu latu
Urtica kioviensis ROGOV.
Utricularia bremii HERR in KOELLIKER
Utricularia minor L.

Diese machen 10 % der gesamten streng geschützten Arten aus.

In Ungarn hat man die Naturwerte in den Auengebieten in verhältnismäßig großer Zahl und Ausdehnung unter Schutz gestellt. Neben den Naturschutzgebieten sind auch die Land-

schaftsschutzgebiete in den Donauauen (Landschaftsschutzgebiet Szigetköz, LSG Gemenc und das Piliser LSG) von Bedeutung. Außerdem ist für die Zukunft die Unterschutzstellung weiterer Gebiete geplant. Dabei müssen vor allem die Naturpotentiale der Drava- und Rába-Auen geschützt werden.

Ausführlich möchten wir prüfen, welche Arten der Roten Liste in den Auenwäldern vorkommen, um dementsprechend für diese weitere Schutzmaßnahmen vorzuschlagen. So z.B. muß der beständige Hybrid *Crataegus degenii* ZSAK von *Crataegus nigra* und *C. monogyna* geschützt werden.

Zu den bisherigen Forschungsergebnissen möchten wir eine Gesellschafts- und Standorts-Monographie der in den Auenwäldern vorkommenden geschützten Makrophyten-Zönosen zusammenstellen. Dabei sollen insbesondere die syndynamischen Gesetzmäßigkeiten Berücksichtigung finden. Diese Untersuchungen dienen der besseren Erkenntnis der natürlichen Werte einer gegebenen ökologischen Einheit.

In diesem Jahr wird eine umfassende bibliographische Arbeit fertiggestellt, die alle Veröffentlichungen über die ungarischen Auenwälder (panno-nisches Florengebiet) zusammenfaßt.

Literatur

- BODROGKÖZL, GY. (1962):
Das Leben der Tisza XVIII. Die Vegetation des Theiss-Wellenraumes. I. Zöonologische und ökologische Untersuchungen in der Gegend von Tokaj. Acta Biologica Acad. sci. Hung. 8, 3 – 44.
- BORBÁS, V. (1900):
A Balaton tavának és partmellékének növényföldrajza és edényes növényzete. Balaton Tudományos Tanulmányozásának Eredményei 2. 1-430.
- HARGITAI, Z. (1939):
A Long-erdő és vegetációja (Der Long-Wald und seine Vegetation) Tisia. 3. 143-149.
- KÁRPÁTI, I., KÁRPÁTI, V. (1956):
Natürliches Vorkommen von *Fraxinus oxycarpa* in Ungarn. Acta Botanica II. 3-4. 375-280.
- (1956):
Az ártéri fehérynárasok és a magas köris megkülönböztetése. Erdőgazdaság. aug. 25. p. 10.
- (1956):
Az ártéri fehérynárasok kialakulása és jelentősége. Erdőgazdaság és Faipar 10.
- (1957):
Póvodny vyskyt *Fraxinus oxycarpa* Willd. vceskoslovensku. Biológia 170-176.
- KÁRPÁTI, I. (1957):
A hazai Duna-ártér erdei. Kandidátusi diszsertáció.(Ined).
- KÁRPÁTI, I., KÁRPÁTI, V. (1957):
A *Fraxinus oxycarpa* Willd. és *Fr. excelsior* L. cönológiai elkülönítése. Erdészeti Kutatások 1-2. 65-81.
- KÁRPÁTI, I. (1958):
A hazai Duna-ártér erdei. Kand. Ért. tétellei.
- KÁRPÁTI, I., KÁRPÁTI, V. (1958):
Megjegyzések a szürkenyár Duna-ártéri előfordulásához. Erdőgazdaság és Faipar 4. 17-18.
- (1958):
Elm-ash-oak grove forests (*Querceto-Ulmetum hungaricum* Soó) turning into white poplar dominated stands. Acta Agronomice Acad. Sci. Hung. 8. 267-283.
- (1958):
A hazai Duna-ártér erdőtípusai. Az Erdő. 7. 307-320.
- KÁRPÁTI, I., TÓTH, I. (1959):
Válasz Dr Magyar Pál bírálatára. Az Erdő. 8. 481-483.
- KÁRPÁTI, I., PÉCSI, M. (1959):
Alföldi ligeterdők szukcessziójának és az ártéri szintek fejlődésének kapcsolata. Biol. Vándorgyűlés előadásainak ismertetése. Acta Biologica Acad. Sci. Hung. 3. 24-25.
- KÁRPÁTI, I., TÓTH, I. (1961):
Die Auenwaldtypen Ungarns. Acta Agronomica Acad. Sci. Hung. 11. 421-452.
- (1962):
Ártéri nárasok erdőtípusai. In: Magyar nárfatermesztés. Budapest. Mezőgazd. Kiadó. 150-168.
- KÁRPÁTI, I., KÁRPÁTI, V. (1962):
The Periodic Rhythm of the Flood-plain Forests in the Flood Area of the Danube between Vác and Budapest in 1960. Acta Botanica 8. 1-2. 59-91.
- (1963):
A Duna-ártér félruderalis gyepeinek cönológiai és ökológiai értékelese. (Valuation of the Habitat and Plant Ecology of Half-Ruderal Vegetation in the Flood Area of the Danube) Bot. Közlem. 50. 21-33.
- KÁRPÁTI, V., KÁRPÁTI, I., JURKÓ, A. (1963):
Bachbegleitende Erlenauen im eukarpatischen und pannonischen Mittelgebirge. Biológia. 18. 2. 97-120.
- KÁRPÁTI, I., VARGA, GY. (1964):
A vegetáció kialakulásának és a Duna vizjárásának kapcsolata a Gödi-szigeti mintaterületen. Hidrológiai Köz. 3. 137-141.
- KÁRPÁTI, I., SZAKÁLY, J. (1964):
The Significance of the Horizon-Constriction Examinations in the Elucidation of the Light Energy Changes in Plant Associations of Several Storeys. Acta Biologica 15. 5. 46.
- KÁRPÁTI, I., MÁRCIS, B. (1965):
Die natürliche Sukzession von Mooren-und Auenwäldern im Überschwemmungsgebiet der Donau. In: Szigetköz IX. Nemetközi Láp-kongresszus Külön Kiadv. Keszthely.
- KÁRPÁTI, I., SZAKÁLY, J. (1966):
The Connection of the Annual periodical Thytum of Vegetation with the Changes of the Blocking (Constriction) of the Horizon in the Plant Associations of several Layers of the Danube Island. ad Göd. Vegetatio Acta Geobot. 13. 4. 215-232.
- KÁRPÁTI, I., KÁRPÁTI, V. (1968):
A balatoni hinárvegetáció szukcessziós viszonyai. Bot. Közlem. 55. 51-58.
- (1969):
Die zöonologischen Verhältnisse der Donauwälder Ungarns. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. 108/109. 165-179.
- KÁRPÁTI, I., KÁRPÁTI, V., SZEKÉR, L., BORBÉLY, GY. (1971):
Die Vegetation der ständig und zeitweilig überfluteten Teile des Neusiedler Sees und die Fragen ihrer Dynamik. Springer-Verlag, Wien/New York. Abhandlung des Natrongewässer-Symposiums. Tihany-Szeged-Szarvas (29. 9-4. 10. 1969).
- KÁRPÁTI, I., KÁRPÁTI, V. (1971):
Die Hochwassertoleranz der Ungarischen Donauauen-Vegetation. Schriftenreihe für Raumforschung und Raumplanung 11. Band Klagenfurt 1971. 146-148.
- (1972):
Die Anwendung der TWR-Indikator-konzeption auf Wasser- und Auen-Ökosysteme. Societes Internationalis Limnologiae. Donau-Forschungsstation der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Göd. 15. Tagung vom 18. - 25. September 1972 in Ungarn. 1-12.
- KÁRPÁTI, I. (1973):
Magyarország ártéri szintek és vizek vegetációjának synökológiai és produkcióböológiai viszonyai. Doktori értekezés tézisei. 1973.
- KÁRPÁTI, I., KÁRPÁTI, V. (1974):
Die Anwendung der TWR-Indikator-konzeption auf Wasser- und Auen- Ökosysteme. Acta Bot. Acad. Scient. Hung. Tomus 20. (1-2). 83-92 (1974).
- (1975):
Vergleich der Geomorphologischen Schichten mit der Sukzessionsfolge der Vegetation in Auen-Ökosystemen. Internationale Symposien. Sukzessionsforschung, Rinteln. 16. - 19. 4. 1973. 219-225.
- KÁRPÁTI, I. (1982):
Die Vegetation der Auen-Ökosysteme in Ungarn. Agrarwissenschaftliche Universität Keszthely. Lehrstuhl für Botanik und Pflanzenphysiologie. Internationale Arbeitsgemeinschaft für clueius-Forschung 4. 1-23.
- KERESZTESI, B. (1963):
A magyar nárfatermesztés. Az Erdészeti és Faipari Egyetem Tudományos Köz. 1-2. 281-289.
- (1971):
Magyar erdők. Akadémiai Kiadó Budapest.
- KOMLÓDI, M. (1959):
Sukzessionsstudien an Eschen- Erlenbruchwäldern des Donau-Theiss Zwischenstromgebiets. Ann. Univ. Sci. Budapestinensis. 2. 113-122.

- KOVÁCS, M. (1968):
Die Vegetation im Überschwemmungsgebiet des Ipoly (Eipel)- Flusses. II. Die ökologischen Verhältnisse der Pflanzengesellschaften. Acta Botanica Acad. Sci. Hung. 14. 77-112.
- KOVÁCS, M., KÁRPÁTI, I. (1973):
Untersuchung über die Zonations- und Produktionsverhältnisse im Überschwemmungsgebiet der Drau. I. Verlandung der toten Arme und die Zonationen des Bodens und der Vegetation. Inundationsgebiet der Drau. Acta Bot. Acad. Scient. Hung. Tomus 18.3 - 4.323 - 353 (1973).
- (1974):
A Mura- és a Dráva ártér vegetációja. Földrajzi Ért. XXII. évf. 1. füz. 1974. Bp.
- MAGYAR, P. (1960-1961):
Alföldfásítás. I.-II. Budapest. Akadémiai Kiadó.
- MAJER, A. (1968):
Magyarország erdőtársulásai. Budapest Akadémiai Kiadó.
- MÁTHÉ, I. (1936):
Növényzociológiai tanulmányok a körösvidéki liget – és szikes erdőkben. (Pflanzensoziologische Untersuchungen in den Wäldern des Körös-Gebietes) Tisia Acta Geobot. Hung. I. 150-166.
- PÉCSI, M. (1959):
A magyarországi Duna-völgy kialakulása és felszínalakulása. (Development and surface morphology of the Hungarian Danube Valley). Budapest. Akadémiai Kiadó.
- SIMON, T. (1955):
Az erdő fogalmáról és osztályozásának elvéről. (Über den Begriff und das Klassifikationsprinzip des Waldes) Acta Univ. Debreceniensis. 2. 211-218.
- (1957):
Die Wälder des Nördlichen Alföld. Die Vegetation Ungarischer Landschaften. 1-172.
- SOÓ, R. (1960):
Az Alföld erdői (Die Wälder der Grossen Ungarischen Tiefebene) In: Magyar: Alföldfásítás (Tieflandaufforstung). I. 419-478.
- (1964):
1966, 1968, 1970, 1973: A magyar flóra és vegetáció rendszertani- növényföldrajzi kézikönyve. I-V. Synopsis Systematica-Geobotanica Florae Vegetationsque Hungariae. I-V. Budapest.
- STEFANOVITS, P. (1963):
Magyarország talajai. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- TIMÁR, L. (1947):
Les Associations végétales du lit de la Tisza de Szolnok a Szeged. Acta. Geobot. Hung. 6-70-82.
- (1950):
A tiszameder növényzete Szolnok és Szeged között. Universitatis Debreceniensis. 5. 72-145.
- (1954):
A Tisza hullámterének növényzete Szolnok és Szeged között. I. Vizi növényzet (Potametes Br.-Bl. et. Tx) Bot. Közl. 44. 85-98.
- TIMÁR, L., BODROGKÖZY, GY. (1959):
Die Pflanzengeographische Karte Tiszazug. Acta Botanica Acad. Sci. Hung. 5. 203-232.
- TÓTH, I. (1958):
Az alsó Duna-ártér erdőgazdálkodása. A termöhely és erdőtípusok összefüggése. (Die Forstwirtschaft auf den Auen der Unteren Donau. Zusammenhang zwischen Waldtypen und Standort). Erdészeti Kutatások. 1-2. 77-160.
- (1959):
Ártéri nyár erdőtípusok egyes erdőművelési vonatkozásai. MTA. Agrártud. Oszt. Közleményei 15. 316-320.
- ZÓLYOMI, B. (1934):
A Hanság növényzövetkezetei. (Die Pflanzengesellschaften des Hanság). Vasi Szemle. 3-31.
- (1937):
A szigetköz növényntani kutatásának eredményei. Bot. Közl. 34. 169-192.
- ZSOLT, J. (1943):
Aszentendrei-sziget növénytakarója. The plant cover of the Szentendre halm (Index Horti Bot. Univ. Budapestensis. 1-18).

Anschrift der Verfasser:

Dr. István und Dr. Vera Kárpáti
Agrarwissenschaftliche Universität
Keszthely

Ecological Conditions and Optimum Use of the Flood Area of the East Slovak Lowland in Czechoslovakia

Josef Terek

The region of the East Slovak Lowland (ESL) was originally a totally flooded area, at present it is only partly flooded. The area is situated in the basin of the Bodrog and Tisza rivers (from 142.7 km to 204.0 km: latitude 48.4° - 48.7°; longitude 21.5° - 22.2°), the latter a tributary of the Danube river. At present the ESL is sloped downwards from north to south and southwest with small deviations in height (95 - 108 m, 103 m). The Zemplin Hills, the Chlmec Hills and numerous sandy dunes, ca. 20 m in height, give a variety to the Lowlands landscape.

The territory is characterized by a subcontinental climate with relatively short winters and long summers. The annual average temperature ranges between 8.6 - 9.6° and precipitation from 580 - 700 mm (Fig. 1).

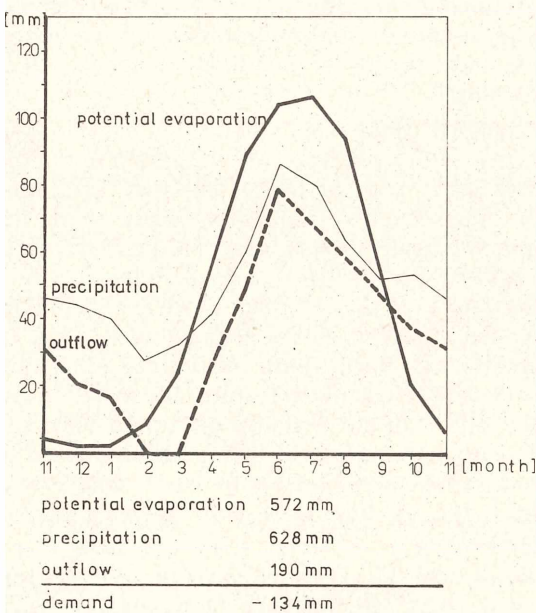


Figure 1

Basic features of hydrological regime

The geology of the territory is still undergoing a change due to complex neotectonic processes. At the beginning of the quaternary period the ESL already showed a marked depression. The rivers of East Slovakia flowed into the land and formed a large fresh water lake which gradually filled up with alluvial material. The conditions for the sedimentation in the rivers often changed and consequently extensions of the individual deposit surfaces are irregular. Quaternary rocks make up the main constituent. Neogene is represented by

young tertiary sediments which developed and are of great varying thickness, the depth being about 30 m. In the flood area a heavy clay soil has developed. It forms an impermeable layer for the vertical penetration of underground water. Relatively young soils originated due to the heavy floods. The effect of the underground water made it gluey and the intensive evaporation left it salty.

The ESL region covers an area of about 50 x 50 km, that in the past used to be flooded several times a year, as a consequence on the one hand of the confluence - in a relatively small area - of a large number of rivers with rich catchment areas; and on the other, due to the differences in the slope of the rivers: 0.3 % - 2 %. To prevent floods, embankments were built, starting in the 17th century: and only completed in the fifties. Later, relatively large hydromelioration systems were built to lead off the surplus water accumulating in the depressions (areas lying 1-3m under the level of the nearest river bank) which pumped the water from the channels into the rivers. Presently there are some in the ESL region and additional hundreds of kilometers are under development, including the construction of 8 pumping stations. In spite of this, however, there are floods every year - especially in the spring, when the soil is still partly frozen - on more than 20 % of the depression areas from which gravitational flow is either not possible or highly complicated, necessitating a new management measure for surface draining. Almost the whole area is still tectonically unstable, changing up to 2 mm annually.

The flooded area of the ESL region can be divided into two parts:

- the area between the embankments in-undation territory
- the area outside of the embankments territory - land used for farming.

1. Floodlands inside of the embanked territories

All the large rivers in the plains are embanked, some are above the level of surrounding plains. The total surface of the inundation territory is more than 8000 ha. The structure of the land has changed considerably. After the initial disappearance of the forests, natural and artificial afforestation have been taking place. The succession processes tend to create conditions favorable for the development of the original riverine forests. The shortening of the length of the riverbed has caused increased turbidity due to the unsuitable

conditions for the accumulation of the sediments. Biological research projects have been only at the inventory level. Considerable attention has been paid to the area of the river Latorica since the variability of the flow is extraordinarily large. Special attention has been paid to the original function of the inundation territory to accumulate and drain foreign waters by the bio-technical manipulation of forest plants to increase the discharge surface of the inundation territory of the Latorica. The total area of the forests in the district of the Latorica flooded area is about 1000 ha. The following types of forests occur there:

1. Saliceto-Alnetum 0.93 %
2. Querceto-Fraxinetum Ulmeto-Fraxinetum 70.45 %
3. Ulmo-Fraxinetum Carpinetum 28.62 %

The present composition of the forests that favors bottomland hardwood species (77,7 %) to willow/poplar woods (Weichholzaue) 29,3 % does not comply with the required hydrological function. Thus, it is necessary to increase the proportion of cultivated poplars to 63 % and decrease the proportion of hardwoods to 37 % (CIFRA and KOHAN, S. 1985).

Originally extensive riverine hardwood forests lay along the territory of the main rivers. Due to the embankment of the rivers the frequency of flooding increased, producing favourable conditions for riverine softwood forests. Besides the district along the Latorica, original willow/poplar forests occur along almost every river in narrow strips with larger or smaller interruptions. Comparatively large surfaces tending to develop climax communities, i.e. hardwood forests, yield from time to time floodlands, so-called polders, which serve as retention areas during floods.

In the district of the flooded area of the Latorica there are 3 reservations. The aim is to protect the natural character of the forest communities and to observe the changes brought about by the hydrological regulations.

In the Latorica district complex ecological studies of the avifauna, Mammalia, herpetofauna and also of the hypo- and epigeic fauna were carried out. The results show quite clearly that the narrow strips of forests along the river banks are of great importance from the point of view of the gene bank protection and their positive effect on the surrounding agricultural land. They are a component of biocenters and biocorridors in the local system of ecological stability (sensu LÖW J. 1985). The hydrobiological and ichthyological research of the so-called ming pits showed suitable nutrients for fish and favourable conditions for their reproduction and development. With the floods come several species of freshwater organisms: *Haringia eucopa*, *Lecane ohioensis*, *Stizostedion volgense*. It is interesting to note the absence of typical steppe and forest-steppe elements, e. g. *Calandrella brachydactyla hungarica*, *Glareola pratincola* and also the subterranean species, *Spalax hungaricus*, in the observed territory even if they occur in the southern part of the Potiska plain. The numerous colonies of *Ardea purpurea*, *Chlidonias nigra* and

Anthus campestris indicate good conditions for nesting. In the territory under observation *Pelecanus onocranatus* has been seen again in recent years. In earlier times they were often seen in the inundation areas. Very precious also from the viewpoint of nature and landscape preservation are *Lacerta vivipara*, from the glacial period and the endemically occurring *Emys orbicularis*, furthermore some protected plants, such as *Trapa natans*, *Nympha alba*, *Nuphar lutea*, *Stratiodes aloides*, *Aldrovanda vesiculosa*, *Marselia quadrifolia*, *Becmanina euruciformis*. At present an act is being drawn up to protect landscape elements of „considerable capability to conduct favourable water management“, i. e. riverine forests and open water surface for the improvement of the structure of the area (TEREK, MATAS 1983).

2. Floodlands outside of the embanked territories

Much attention has been paid by scientific workers and experts in recent years to the embankment territory to develop fertile agricultural area. Why? Because the investments made on improvement processes did not meet expectations. The improvement measures (applied up till now) tending to level up the ecological conditions, have disturbed – to a greater or lesser degree – the natural structure of the landscape by decreasing the proportion of the meadows and pastures, eliminating the tree belt and by desiccating the natural water reservoirs which were often the only source of humidity in the summer months.

Ecologists come to help the matter, harmonizing nature with human activity. Optimum use of the area starts with ecological analyses, synthesis, interpretation and evaluation, finally giving the optimal measures elaborated on the basis of the LANDEP (Landscape ecology planning) method (RUZICKA, MIKLOS 1982). There is much information available, e.g. in zoology about 1300, in botany 900. The basis for the optimal utilization of the area is to know its features and to have them coincide with the demands of human activities. The useful features and their suitability to different activities of the society can be interpreted from the existing state and dynamic of the landscape.

We devoted the most attention to the hydrological regime which should solve the problem of native water resources. The evaluation of the spatial relations of the geosystems and their interpretation from the viewpoint of the water regime (conditions of waterflow) helped to understand the water flow dynamics in the territory. We analyzed the synergic properties on the basis of the determination of the absolute and relative heights, the determination of the relief slope angles, the determination of the boundaries of the gravitation directions, the delimitation of the gravitationally homogeneous surfaces, the determination of the direction of the surface flow in a microbasin respecting the physical properties of the soil and the surface cover (MIKLOS, HRNCIAROVÁ, KOZOVÁ 1987). By the analysis

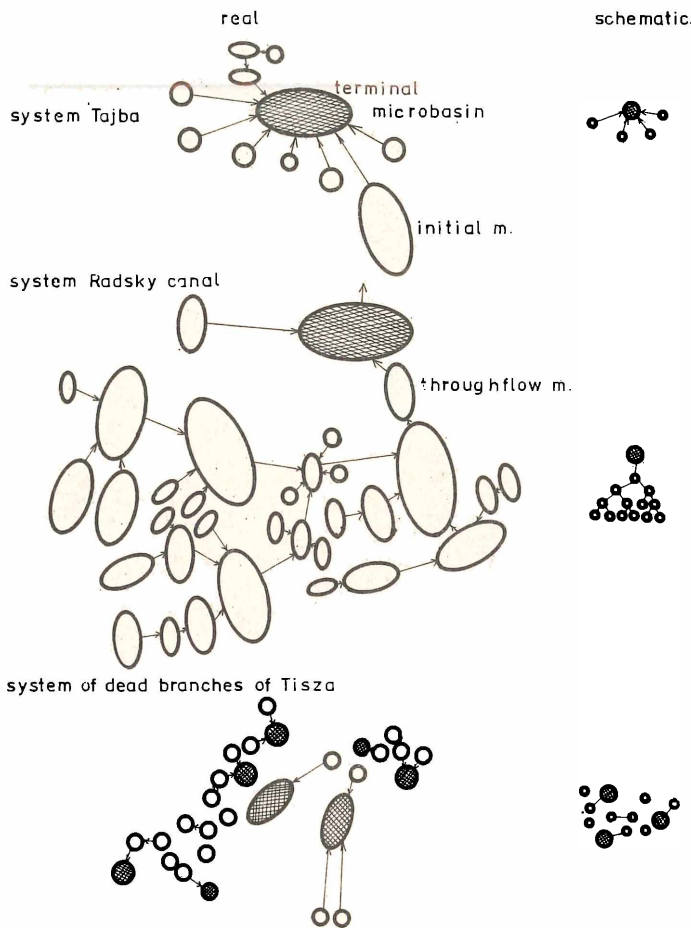


Figure 2

Different shape of the hydrological system patterns

of the synchronic properties of the system the individual microbasins were differentiated: they are either gravitational, i.e. along the riverbeds, channels simply spreading by the declivity of the ground, or are structural, i.e. they have common boundaries, but neither matter nor energy join them. A further step in the evaluation is the position of the microbasins (Fig. 2). It is necessary to determine the spatial relation of every microbasin to the neighboring surfaces in the direction of gravitation. By the mutual comparison of the neighbouring surfaces we were able to determine whether the microbasin is:

- initial, from which there is only water outflow
- through-flow in which there is inflow and outflow
- terminal, where only inflow exists.

By synthesis we formed homogeneous units with exactly defined properties enabling us to make a theoretical scheme of evaluation for the selected aspects of the spatial structure of the hydrological systems (Fig. 2). The spatial arrangement of the basins with the directions of the flow marked is the starting point for further improvement measures, especially for the leading off of surface water from the agricultural soil and the building of retention areas. When proposing the optimal solution for water economy measures, the information on the water demand and the total balance of the precipitation-outflow relations have been initially considered. Considering that the annual mean precipitation is 682 mm (STASTNY 1985

(Fig. 1)) and that the annual mean evotranspiration and outflow are 572 and 190 mm, there is water deficit in the territory, consequently it is necessary to accumulate water in the district, especially in the soil. At present it is technically to demand to increase the accumulation of water in the soil. The accumulation of water in small reservoirs seems to be a possible realization contributing to improve the land, besides, they relieve the channel system at flood time. The distribution of water surfaces does not make a great demand on the localization from the hydrological point of view. It may be solved by gravitation or by employing pumping stations (Fig. 3). There is about 5000 ha not used for agricultural purposes that could be turned into water bodies. The ecological criteria for the localization of the water surfaces have been elaborated (TEREK 1986).

The rules of water movement in relation to the physico-chemical properties of little permeable soil humidified atmospherically present conditions for surface outflow. The agricultural lands connected with the channel system by gravitation have no problem with the surplus water during floods. The catch-drain net system should be led in the lowest places of the microbasins (KRAVCIK 1987).

Joining the draining channel to the water surface and the pumping station yields conditions for:

1. Solving water economy problems (improve the protection of farmland against floods, improving

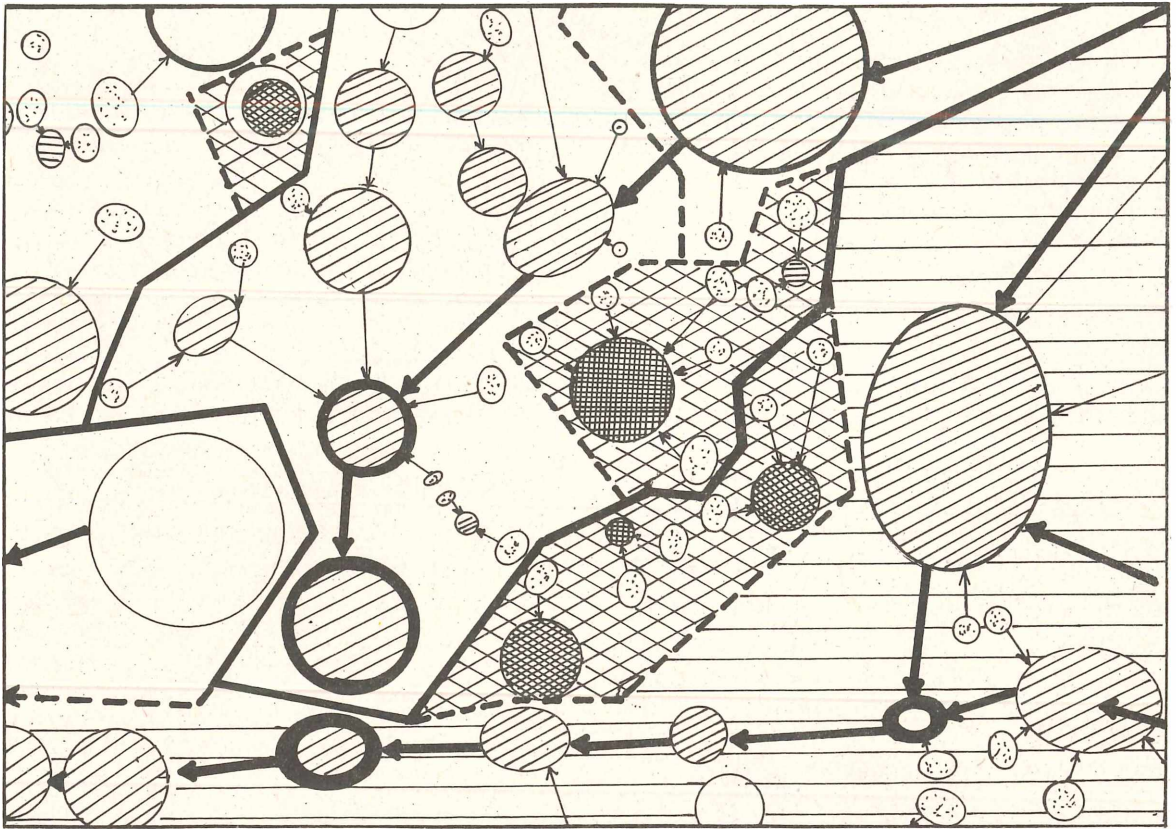


Figure 3

General graphic model of hydrological systems and their chosen problems
(cut-out-southern part of East Slovakian Lowland)

Basis elements of the model and interconnection of microbasins

- microbasins of different size
- ➔ interconnection of microbasins by channels
- ➔ interconnection of microbasins without channels

Types of microbasin positions

- ⊙ - dunes (initial microbasins on sand dunes)
- - lowland initial microbasins
- ◌ - through-flow microbasins
- ⊗ - terminal elements of relatively independent depressions
- ⊠ - relatively independent inter-dune depressions (terminal microbasins)

Territorial classification of the hydrologic systems

- boundaries of the systems
- boundaries of subsystems of different order

Determination of the type of structure of hydrologic systems

- ▭ cascade system
- ⊠ morphological system
- ▨ controlled system

Categorization of key surface problems

- the smallest expected problems resulting from high water volume
-
-
- the greatest expected problems

the effectivity of pumping stations, decreasing the changeability of inflow into the channel system),

2. Solving agricultural problems (developing conditions for the regulation of the water regime in heavy soils, decreasing water deficiency, increasing the stability of crops and establishing conditions for developing irrigation),

3. Solving ecological functions in the territory (confirming the ecological stability of the territory,

increasing retention capacity, utilizing agricultural nutrients),

4. Solving energetic problems (decreasing energetic investments into agricultural lands, decreasing management demands of the water economy system, decreasing and making more effective investments, decreasing the technological demands in producing water surfaces instead of pumping stations,

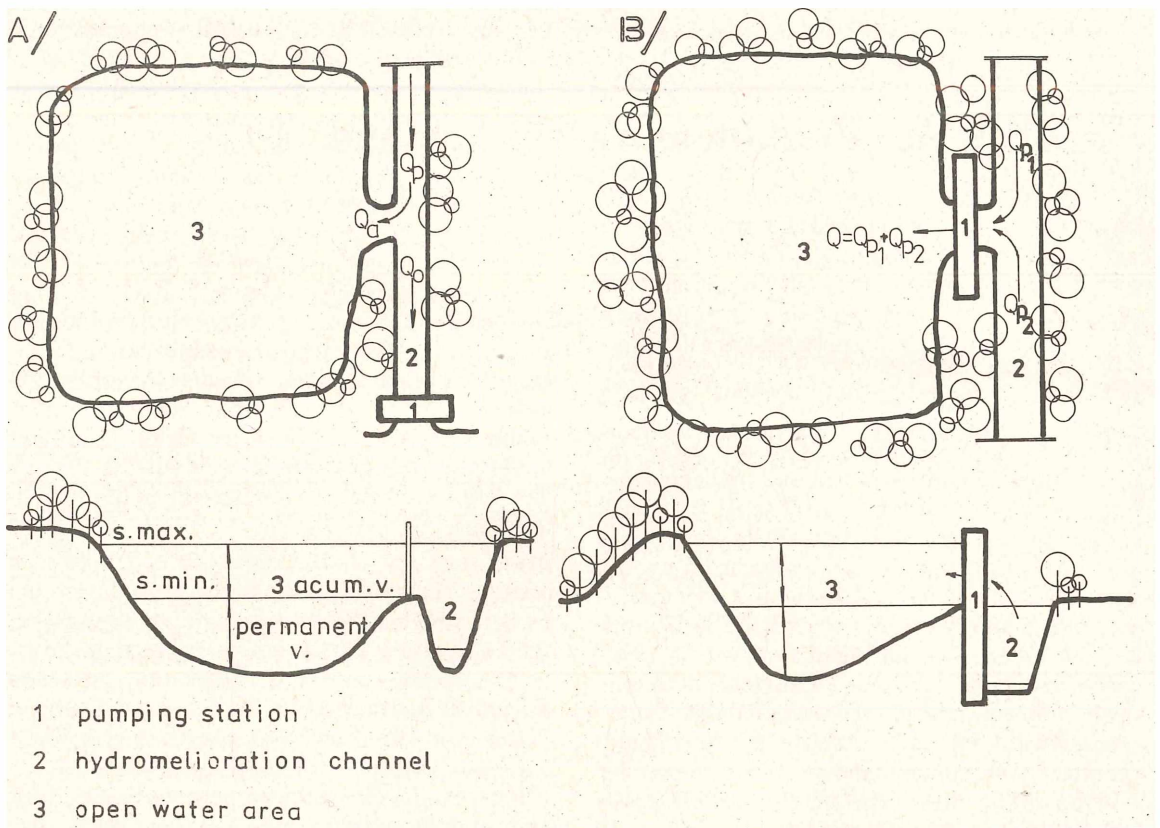


Figure 4

Ways of joining water bodies with channel

5. Other functions (sport fishing, semi-intensive fish production).

References

CIFRA, J., S. KOHAN (1985):
Technology of Lowland forest economy in East Slovak Region, Research studies, N. R 531-0332 Zvolen, Kosice, 50 p. (in Slovak).

KRAVCIK, M. (1987):
Inflow-antiflow conditions in selected area of East Slovak Lowland. *Vodné hospodárstvo*, 20 p. (in press).

LÖW, J. (1985):
Local System of Ecological stability studies. *Agroprojekt Brno*, 51 p. (in Czech).

MIKLOS, L., HRNCIAROVÁ, T., KOZOVÁ, M. (1987):
The most important aspects of the spatial structure of hydrologic system. *Zborník prác (Geografický ústav Brno)*, 12 p. (in press).

RUZICKA, M., MIKLOS, L. (1982):
Landscape Ecological Planning (LANDEP) in the Process of Territorial Planning. *Ecológia (CSSR)* 1, 3, Bratislava, pp. 297 - 312.

TEREK, J. (1986):
Ecological principles of Location of the Small Water Bodies in Landscape. *Proc. „Small water bodies“*, CSVTS Hydroconsult Kosice, pp. 14 - 19.

TEREK, J., MATAS E. (1983):
Structure of the Landscape and Hydrological Regime in the Area „Medzibodrozie“ *Ecológia (CSSR)*, vol. N 4, pp. 407 - 413.

Anschrift des Verfassers:

Josef Terek
Branch for Ecology of Agricultural Country,
Institute of Landscape Ecology,
Slovak Academy of Sciences
040 00 Košice
Kukorelliho 10
CS-040 00 Czechoslovakia

Situation der Flußauen in Griechenland

Hans Jerrentrup und Joachim Lösing

Einleitung

Griechenland ist bekannt als mediterranes Land mit vielen Inseln und 8 Mill. Touristen jährlich bei 10 Mill. Einwohnern. Aber Griechenland besitzt auch eine außerordentlich schöne und reichhaltige Natur sowohl was unterschiedliche Ökosysteme (von mediterranen Inseln, trockenen Ebenen bis hin zu alpidischen Hochgebirgen) als auch was Arten- und Endemitenreichtum angeht; mehr als 6000 Höhere Pflanzen sind nachgewiesen, fast 2000 Arten sind endemisch. Die Tierwelt enthält Seltenheiten auf Weltniveau wie Mönchsrobbe, Lederschildkröte und Eleonorenfalke, eine noch „vollständige“ Säugetierfauna und die artenreichste europäische Avifauna. Drei biogeographische Regionen stoßen hier aufeinander und bewirken diese Vielfalt: die mitteleuropäisch-balkanische, die makaronesisch-mediterrane und die pontisch-sibirische.

Auf der anderen Seite ist Griechenland auch eine der ältesten menschlichen Hochkulturen, die sich seit Jahrtausenden durch besonderen „Nutzungsdruck“ auf die Natur ausgewirkt hat; so weist schon Aristoteles (4. Jahrhundert v. Chr.) auf Naturzerstörungen und Erosionen hin (vgl. BAUMANN 1982).

Hydrographische Besonderheiten

In Griechenland gibt es nur wenige Ebenen; der Großteil seines Territoriums ist gebirgig. Dementsprechend besitzen die Flüsse auch nicht die lehrbuchmäßige Abfolge von Ober-, Mittel- und Unterlauf: Fast alle Flüsse wie z. B. Louros und Arachthos am Amvrakischen Golf, der Acheloos am Golf von Patras und der Nestos am Thrakischen Meer müssen noch kurz vor ihrer Mündung Gebirgszüge durchbrechen.

Kennzeichnend für die meisten größeren Fließgewässer ist also ein häufiger Wechsel hydrologischer Parameter (LÖSING & WAGNER 1987). Hauptniederschläge und Schneeschmelze setzen früh ein und Hochwasserwellen erreichen schnell und vor oder am Anfang der Vegetationsperiode die unteren Laufabschnitte. Die Fließgeschwindigkeit und das Gefälle bleiben im Großteil der Laufstrecke so hoch, daß hauptsächlich gröbere Kornfraktionen abgelagert werden.

Vegetationsverhältnisse

In den collinen mediterranen und submediterranen Vegetationsstufen bis 600 m Höhe (in Epirus und im ägäischen Mittelgriechenland bis 800 m Höhe) dominiert im Inundationsbereich auf grundwasserzügigen Böden die konkurrenzstar-

ke Platane (*Platanus orientalis*). Nur an Pionierstandorten kommen Weidengebüsche aus *Salix alba*, *S. purpurea* ssp. *amplexicaule* etc. vor, bis sie ausgedunkelt werden. Oberhalb der submediterranen Stufe und teilweise im Osten Griechenlands fällt die relativ frostempfindliche Platane aus und Weidensäume kennzeichnen die schmalen Auen.

In der planaren, mediterranen Stufe kann *Nerium oleander* hinzutreten. Bedingung dafür ist ein breites Hochwasserbett aus sandigen und größeren Sedimenten sowie eine sehr geringe Frostgefahr, sodaß das Nerio-Platanetum orientalis Kárpáti 62 nur in der Aue des Evinos am Golf von Patras und am Arachthos unterhalb von Arta sowie auf dem Peleponnes auftritt. Nur in weiten Tälern, wo die Überschwemmungsbereiche breit genug sind und sich eine Differenzierung der Lagen ausbilden konnte, treten unterschiedliche Vegetationstypen nahe beieinander auf. An Stauwasser-Standorten gedeihen in der oberen mediterranen Stufe erstmals seltene Schwarzerlenwälder (vgl. HORVAT et al. 1974, S. 119). Vereinzelt ermöglichen Terrassenbildungen auch Hartholzwälder.

Aber erst in den Deltan sowie in thessalischen und mazedonischen Ebenen sind prinzipiell die Gegebenheiten vorhanden, daß alle charakteristischen Vegetationstypen einer ostmediterranen Flußaue vorkommen können (RAUS 1980, SEVERIN et al. 1982, 1983; LÖSING & CHRISTODOULAKIS 1991). Das Artengefüge weicht jedoch einerseits durch die biogeographische Lage Griechenlands und andererseits durch die Zusammensetzung der benachbarten zonalen Vegetation vom mitteleuropäischen Inventar deutlich ab.

Selbst innerhalb Griechenlands und innerhalb der selben Höhenstufen lassen sich z.B. die Hartholzwälder klar differenzieren: In West-Griechenland überlebte ein schöner Lorbeer-Eschen-Bestand, der zum *Lauro-Fraxinetum parvifoliae* gehört (SEVERIN 1983), wie es KÁRPÁTI (1961) erstmals von Albanien beschrieb, während in Nordost-Griechenland extrem lianenreiche Eichen-Eschen-Ulmen-Wälder mit *Fraxinus palisae* große Ähnlichkeit zu den Longos-Wäldern des Ostbalkans, speziell dem *Querco-Ulmetum moesiacum* Soó 57 beweisen. Typisch für alle Flüsse im Mediterraneum sind ferner in den Unterläufen, insbesondere den Mündungen, die Tamariskengebüsche.

Fauna

Als ausgesprochen dynamische Ökosysteme können Auen für die Tierwelt mit einem reichhaltigen

Angebot an verschiedenen Biotopen in mosaik- oder streifenförmiger Anordnung, welche zudem in ständigem Wandel begriffen ist, aufwarten. Unter natürlichen Gegebenheiten wechseln Hartholzbestände, Weichholzaunen, saumartige Galerien, Schluchtwälder, primäre Sukzessionsflächen (vor allem auf neu entstandenen Flußinseln), periodisch trockene Sand- und Kiesbänke, Schlickflächen, Auenwiesen, Steilufer, stehende und fließende Gewässer in enger Verzahnung miteinander ab. Vor allem in den Mündungsbereichen größerer Flüsse ist diese Vielfalt augenfällig und spiegelt sich in entsprechender Artendiversität.

Einige besonders auentypische Tierarten seien deshalb im folgenden genannt.¹⁾ Ihre Bindung an den Lebensraum Aue ist jedoch meist nicht so streng, daß sie nicht auch in anderen Biotopen vorkommen können.

Weit verbreitet sind die Osterluzeifalter (*Zerynthia polyxena* und *Allaucastris cerisyi*) sowie mehrere Arten von Perlmutterfaltern (Fam. *Nymphalidae*). Bei den Amphibien erreichen Springfrosch (*Rana dalmatina*) und Laubfrosch (*Hyla arborea*) hier erstaunliche Dichten. In flachen Dauergewässern treten zwei Molcharten (Fam. *Salamandridae*) auf, und in sandigen Bereichen der östlichen Mündungen wird die Syrische Schaufelkröte (*Pelobates syriacus*) angetroffen. Von den Reptilien kommen in den höheren Strata der Auwälder die Äskulapnatter (*Elaphe longissima*), am Boden und im Wasser Ringel- und Würfelnatter (*Natrix natrix* und *N. tessellata*) vor.

Auch die Europäische Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*) und die Kaspische Wasserschildkröte (*Mauremys caspica*) sind noch weit verbreitet. In trockenen Bereichen tritt der Scheltopusik (*Ophisaurus apodus*) auf.

Stellvertretend für die reiche Vogelwelt sei der Blutspecht (*Dendrocopos syriacus*) angeführt. Insbesondere einige Greifvögel wie Schreiadler (*Aquila pomarina*) und Seeadler (*Haliaeetus albicilla*) sind auf große Bäume in ungestörten Auen angewiesen (vgl. HALLMANN 1988). Auch die koloniebildenden Kormorane (*Phalacrocorax carbo*), Reiher (Fam. *Ardeidae*) und Löffler (*Platalea leucorodia*) nutzen gerne Auenwälder als Brutplätze (vgl. CRIVELLI 1988, JERRENTROP 1982, 1986 a,b). Auf kahlen Flußinseln und in Mündungsbereichen brüten Fluß- und Zwergseeschwalben (*Sterna hirundo* und *S. albifrons*), Triel (*Burhinus oediacnemus*) und Austernfischer (*Haematopus ostralegus*) und im Nordosten Griechenlands der seltene Spornkiebitz (*Hoplopterus spinosus*). Der Fischotter (*Lutra lutra*) ist an Griechenlands Flüssen und Auen noch weit verbreitet, wenn auch mit negativer Tendenz (vgl. MACDONALD 1982).

¹⁾ Über die belebte Natur griechischer Auen liegen detaillierte Beschreibungen und Bewertungen aus mehreren Mündungsabschnitten vor (JERRENTROP 1982, SZIJ 1982, 1983, 1988), so daß an dieser Stelle auf die Wiedergabe von Artenlisten verzichtet wird.

Heutige Verbreitung naturnaher Auen

Sowohl aus historischen (BAUMANN 1982) als auch aktuellen Gründen (siehe Abschnitt Auen-schutz) hat die Auenvegetation in Griechenland sehr stark gelitten. Überall noch vorhanden, z. T. sogar gut vertreten, sind die Weichholzaunen als Galerien oder auf Flußbänken mit verschiedenen *Salix*-Arten. Nicht gepflanzte, autochthone Pappelwälder sind dagegen eine Rarität geworden: Dank der guten Bodenqualität sind ihre Standorte nach Ausbau der Flüsse längst der Intensivlandwirtschaft zum Opfer gefallen. Die Platanenwälder sind wegen schlechterer Standortverhältnisse noch weit verbreitet oder zumindest mit Jungstadien vertreten. Vereinzelt nehmen sie sogar ganze Talauen von einigen hundert bis 2.000 Meter Breite ein wie im Pineios-Tal nordwestlich von Kalambáka. Standortbedingt gehören die Schwarzerlenwälder zu den Seltenheiten.

Letzte Relikte der Hartholzaunen haben aus ganz unterschiedlichen Gründen überlebt: Während das Lauro-Fraxinetum parvifoliae im Acheloos-Delta als traditionelle Waldweide erhalten blieb, rettete ein Kirchlein einen Eschen-Bestand am Louros. Der Schutz des möglicherweise autochthonen Fasans (*Fasianus colchicus* ssp. *colchicus*) bewahrte einen Rest des berühmten Kotza Orman (Großer Wald, PAPAIOANNOU 1953) im Nestos Delta durch Einzäunung und die fehlende Vorflut in der Pineios-Mündung die letzten Reste eines Leucojo-Fraxinetum angustifoliae Glavác 59.

Der Tamariskenbusch beschränkte sich unter natürlichen Gegebenheiten durch den Konkurrenzdruck der anderen Arten auf den brackigen bis salzigen Mündungsbereich der Flüsse. Da sein häufig dauernasser Standort landwirtschaftlich kaum genutzt werden kann, ist er an vielen Stellen noch erhalten geblieben, speziell am Louros, Arachthos, Evinos, Axios, Nestos und Evros. In den Deltan von Aliakmon und Kompsatos (am Vistonis-See) nehmen die Tamariskenwälder noch 1987 große Flächen ein (vgl. Karte Abb. 1)

Auenschutz in Griechenland

Um den Naturschutz in Griechenland ist es sehr schlecht bestellt: fehlende Zuständigkeiten in Verwaltung und Politik, ungenügendes Fachwissen und unzureichende staatliche Koordination kennzeichnen die Situation: – Nationalparks sind ohne Verwaltung und Kontrolle, – die 11 Feuchtgebiete internationaler Bedeutung (Ramsar-Konvention) sind noch heute, 14 Jahre nach der griechischen Unterzeichnung des Abkommens, ohne Abgrenzungen und Schutzverordnungen, – die Bern-Konvention zum Schutz der europäischen Flora und Fauna sowie die EG-Vogelschutzrichtlinie werden weitgehend ignoriert.

Auf der anderen Seite – insbesondere nach dem Beitritt in die EG – stehen Griechenland große Geldmittel zur sogenannten „Landesentwicklung“ zur Verfügung. Speziell Randgebiete und Feuchtgebiete (siehe MÜLLER 1979), also auch die Flußauen und Deltan, haben in den letzten 25

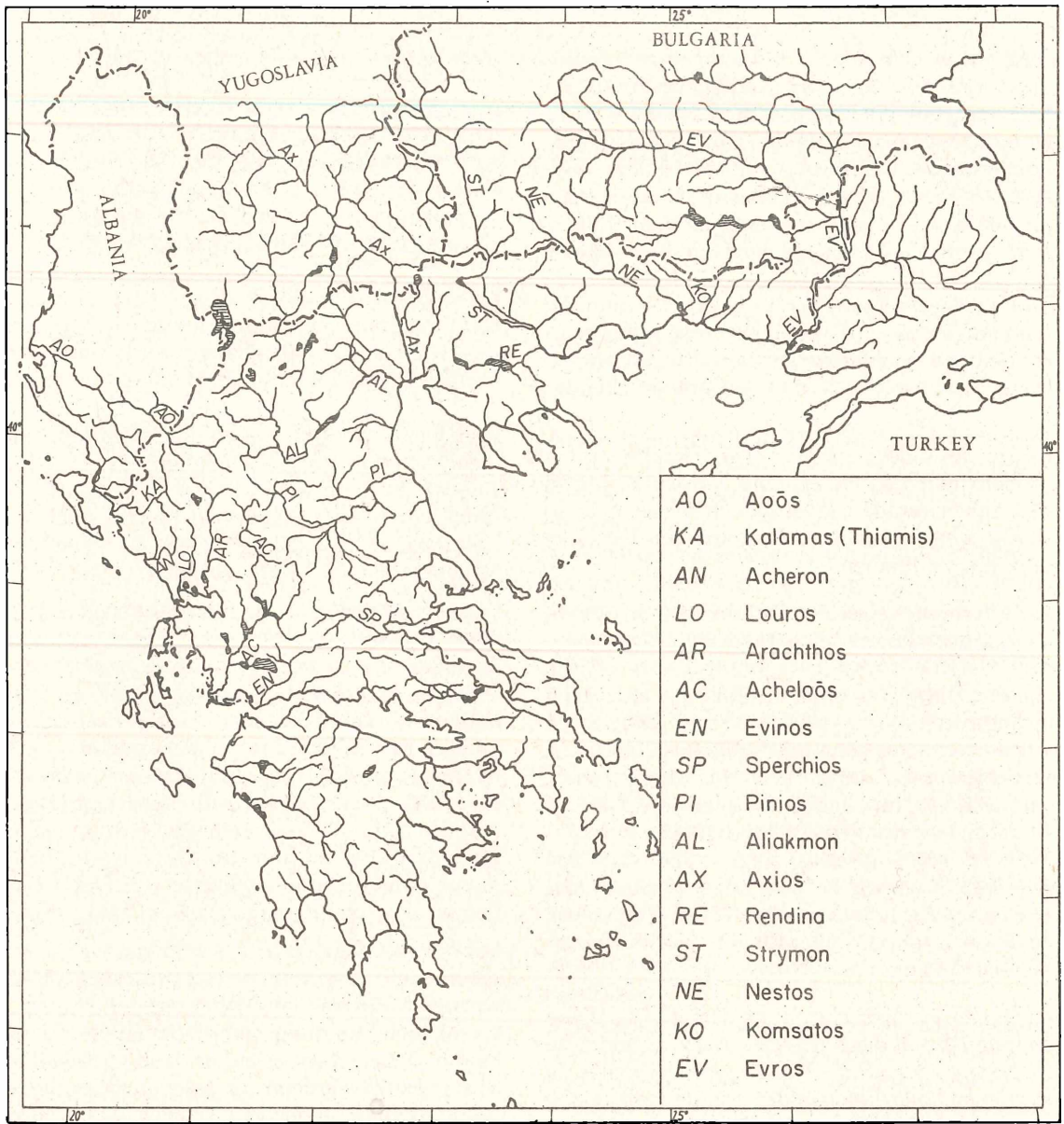


Abbildung 1

Gewässernetz des griechischen Festlandes

Dargestellt sind nur Flüsse, deren Einzugsgebiet ganz oder teilweise in Griechenland liegt. Im Text erwähnte Flüsse sind benannt.

Jahren einen Ansturm der Zerstörung über sich ergehen lassen müssen.

Bei dem Versuch, die speziellen Bedrohungen der Auen aufzulisten, stößt man auf viele in Europa allgegenwärtige Bedrohungsfaktoren, aber auch auf einige für Griechenland typische:

Eingriffe in den Wasserhaushalt der Flüsse und Auen stehen an erster Stelle. Die meisten größeren Flüsse haben heute ab dem mittleren Laufabschnitt Staudämme zur Stromgewinnung und dienen oft gleichzeitig als Bewässerungsspeicher. In den Mündungsgebieten unterbinden Hochwasserdeiche ein natürliches Mäandrieren, erhöhen die Fließgeschwindigkeit und bewirken so vielfach eine Tiefenerosion der festgelegten und begradigten Flußbetten.

Andererseits führen unkontrollierte Grundwasserentnahmen für die Bewässerung und planmäßige Meliorationen zu starkem Absinken der

Grundwasserhorizonte. Dies bewirkt häufig das unterirdische Eindringen von Meerwasser bis zu 10 km landeinwärts, wie neuere Untersuchungen von DIAMANTIS & PETALAS 1988 belegen.

Für viele Flüsse von entscheidender Bedeutung ist allerdings die sommerliche Wasserentnahme oder gar Ableitung für landwirtschaftliche Bewässerung. Dies führt dann häufig zum völligen Trockenfallen für 2-3 Monate, so am Nestos, Evros, Strymon und anderen. Auch die Gewässerverbauungen in den Oberläufen und die hohe Sedimentfracht, als Folge falscher Forstwirtschaft und Erosion in den Bergen, haben negative Auswirkungen auf die flußabwärtsgelegenen Ökosysteme.

Gewässerverschmutzung ist bisher eine noch weniger wichtige bzw. bekannte Erscheinung an griechischen Flüssen, verglichen mit Mitteleuropa. Belastungen sind meist organischer Natur aus menschlichen Siedlungen oder aber aus der

Landwirtschaft; Düngemittel- und Pestizidab-schwemmungen eutrophieren und belasten vielfach die Gewässer (vgl. OUZOUNIS, K. & T. YIANNAKOPOULOU 1985, FYTIANOS et al. 1986, VARNAVAS et al. 1988). Alle genannten Eingriffe in den Wasserhaushalt verändern die Dynamik und Morphologie der Flußökosysteme grundlegend und schädigen somit nachhaltig Grundwasser, Boden, Vegetation und letztlich auch die Fauna.

Direkte Flächenverluste natürlicher Auen stellen den zweitwichtigsten Faktor in Griechenland dar. Als repräsentatives Beispiel hierfür sei der berühmte Nestos-Auwald Kotza-Orman, einst mehr als 8000 ha groß, angeführt (PAPAIOANNOU 1953), der seit 1942 systematisch zerstört wurde. Die fortschreitende Landnahme für Land- und Forstwirtschaft (letztere heute mit mehreren tausend Hektar Hybridpappelkulturen) sowie für Siedlungen, Straßen und Hochwasserdämme, haben den einst undurchdringbaren Auenwald auf einen Rest von ca. 1.000 ha Weichholzaue im rezenten Bett reduziert; dieser gilt noch immer als der größte zusammenhängende Auwald Griechenlands. Ein ähnliches Schicksal nahmen auch die Auwälder am Louros, Acheloos, Axios oder am Evros, wo bis 1965 auf nur wenigen Flußkilometern 12 (!) Seeadler- (*Haliaeetus albicilla*) Paare brüteten, die heute aus dem Delta verschwunden sind (MÜLLER und HALLMANN mündl.).

Wegen der enormen Intensivierung der Landwirtschaft blieben häufig nur noch die Wälder – speziell Auwälder – als Weideflächen in den trockenen Sommermonaten für die frei grasenden Viehherden verfügbar. Der daraus resultierende **Beweidungsdruck** hat vielfältige Auswirkungen auf die Auenlebensräume. Er verhindert das Aufkommen von Jungwuchs, zerstört die unteren morphologischen Schichten und verändert langfristig die Alterstruktur der Baumschichten. Trittschäden, Nitrifizierung der Böden – selbst auf den Flußinseln – und Störung der Fauna (z. B. beim Brutgeschäft) sind weitreichende Folgen der Überweidung.

Begünstigt durch Gesetzeslücken und unzureichende Kontrolle führt **illegaler Holzeinschlag** zu flächenhaften Verlusten der Auwälder.

Für die Fauna zeigt sich die Jagd in ihren „mediterranen Ausmaßen“ als begrenzender Faktor, insbesondere für Wasser-, Wat- und Greifvögel, die in den letzten Jahren starke Bestandsrückgänge verzeichnen (vgl. CRIVELLI et al. 1988, HALLMANN 1988, JERRENTROP 1982, 1986 a, b, 1988 a, b).

Im folgenden seien einige aktuelle Beispiele (1983-87) für schwerwiegende Bedrohungen griechischer Auen aufgeführt:

Acheloos: ein wesentlicher Prozentsatz des Flußwassers soll in die thessalische Ebene zur Bewässerung umgeleitet werden,

Nestos: nahe der bulgarischen Grenze entsteht ein gigantischer Staudamm zur Stromerzeugung und zur Wasserspeicherung in der weitgehend unzerstörten Natur des Rhodopen-Gebirges,

Arachtos: 1983 ging das Spitzenlast-Kraftwerk mit Staudamm oberhalb von Arta in Betrieb: der Fluß hat nun tägliche Gezeiten – er führt 2 Stunden Hochwasser und liegt dann wieder völlig trocken,

Kalamas: die Abwässer der Stadt Ioannina (Epirus) sollen in den bisher außerordentlich sauberen Fluß umgeleitet werden,

Axios: im Bau befindet sich eine Rohrleitung, die die vorerst ungeklärten Abwässer der Millionenstadt Thessaloniki in den Fluß leiten soll.

Zusammenfassend für die heutige Situation in Griechenland steht Tabelle 1, die die Auengebiete und deren jeweilige Bedrohung aufführt und bewertet.

Vorschläge für Schutz und Management

Einige Vorschläge zur Verbesserung der katastrophalen Lage des Naturschutzes in Griechenland seien hier in zwei Gruppen zusammengefaßt:

Zum einen allgemeine Maßnahmen bezüglich der Naturschutz-Infrastruktur;

- so muß der politische Wille der Regierungen, Naturschutz in ihre Programme aufzunehmen und zu betreiben, angeregt werden, gegebenenfalls mit Anstoß von außen z. B. durch EG, Europarat, internationale Naturschutzorganisationen etc.,
- Fachbehörden für Naturschutz müssen auf allen Verwaltungsebenen eingerichtet und mit Kompetenz ausgestattet werden,
- Fachwissen über Naturschutz und Management muß auf Universitäts- und Verwaltungsebenen aufgebaut werden,
- das Umweltbewußtsein der Bevölkerung muß gezielt durch Erziehungs- und Informationsmaßnahmen angeregt und entwickelt werden,
- starke unabhängige Naturschutzverbände müssen entstehen, bestehende sich zusammenschließen,
- die naturwissenschaftlich-ökologische und auch die naturschutzbezogene Forschung müssen stärker gefördert werden.

Die zweite Gruppe umfaßt spezielle Vorschläge zum Auenschutz auf Landesebene. Diese darzustellen ist nicht leicht, da sich von Ort zu Ort die Gegebenheiten doch stark unterscheiden. Insbesondere der dauernde Konflikt „Natürlicher Wasserhaushalt – landwirtschaftlicher Wasserbedarf“ wirft gewaltige Probleme auf, da Griechenland vorwiegend ein Agrarland ist und die moderne Landwirtschaft im Mittelmeerraum zu hundert Prozent von der Bewässerung abhängt. Nur langfristige Lösungen wie z. B. die Änderung der Bodennutzung durch andere Anbauarten, sparsamere bodenintegrierte Bewässerungsmethoden etc. können dazu beitragen, daß auch in den Sommermonaten noch genügend fließendes Wasser in den Flüssen verbleibt und so das Ökosystem Aue in seiner Funktion erhalten wird.

Die Überweidungsprobleme könnten vielfach durch einfache lokale Maßnahmen gelöst werden. So könnte z. B. ein zonenartiges oder

Tabelle 1

Maßnahmen und Eingriffe in Auen des griechischen Festlandes (ohne Peloponnes) (Stand 1987)

⊗ = bestehende oder abgeschlossene Eingriffe; X = geplante Eingriffe

Fluß	Eingriff Eindeichung Begradigung	Strom- erzeugung Stauseen	Wasserentnah- me für Bewässerung	Salzwasser- intrusion	Grundwasser- absenkung	Gewässer- verschmutzung	Überweidung	Holzdiebstahl	Forstwirtschaft	Zersiedelung Landwirtschaft	Kies- und Sand- abbau
Aoos	⊗ örtlich	⊗⊗ ⊗ mehrere Ein- stau im Ober- lauf	⊗ in geringem Maß durch Aus- leitung	⊗ in breiteren Tälern, beson- ders durch Aus- kiesung	⊗⊗ ⊗ in breiteren Tälern, beson- ders durch Aus- kiesung	⊗ Abwässer von Konitsa	⊗⊗ ⊗ besonders in rezenten Auen	⊗⊗ ⊗ Auen strecken- weise baumlos			⊗⊗⊗ ⊗ in großem Stil bei Konitsa; Aue ausgeräumt
Kalamas (Thiamis)	⊗⊗ ⊗ im Delta künstlicher Mün- dungslauf		⊗ Ausleitung im Delta durch Wehr	⊗ im Bereich der alten Mündung und an hyperha- linen Lagunen	⊗⊗ ⊗ im Delta durch Sohlen- erosion	XXX X Abwasserein- leitung von Ioan- nina	⊗⊗ ⊗ viele freigrä- sende Herden	⊗ XX ⊗ im Delta kaum noch Bäu- me X breitere Plata- nenauen gefahr- det	⊗ ⊗ Pappelplanta- gen und Rodun- gen	⊗ ⊗ Tal wichtige Verkehrsachse; Delta vollstän- dig genutzt	⊗ ⊗ östlich Igou- menitsa
Acheron	⊗ Sohlenerosion im Delta durch geänderte Vor- flut		⊗ örtlich	⊗ im Delta durch Sohlen- erosion	⊗⊗ ⊗ im Delta durch Sohlen- erosion	⊗ örtlich		⊗ ⊗ im Delta nur noch Galerien in tiefeingeschnit- ten Läufen		⊗ ⊗ Ortschaft an der Flußmün- dung; Delta voll- ständig genutzt	
Louros	⊗⊗⊗ ⊗ im Delta durchgängiger Ausbau mit Durchstichen und Bettverle- gung	⊗⊗ ⊗ Einstau und Ausleitung durch Druckstol- len an Stena Lou- rou	⊗⊗ ⊗ teilweise Aus- leitung bei Nea Philippia	⊗⊗⊗ ⊗ in ehemals sü- ßen bis bracki- schen Lagunen (ca. 1000 ha Röh- richte)	⊗⊗ ⊗ im Delta durch Sohlen- erosion	⊗ ⊗ im Unterlauf durch Stedlung und Industrie; im Mittellauf durch Fischzucht	⊗⊗⊗ ⊗ selbst auf In- seln und im Ta- mariskbusch	⊗⊗ ⊗ wilde Kahl- schläge beson- ders '86/'87	⊗⊗ ⊗ Umwandlung ausgedehnter Auwälder in For- ste	⊗⊗⊗ XXX ⊗ Baumwollan- bau in rezenter Aue seit '83 X Lagunenmana- gement und In- tensivfischzucht im Delta	
Arachthos	⊗ ⊗ alter Durch- stich im Delta; seit '86 zuneh- mend Steinpak- kungen gegen Sohlenerosion	⊗⊗⊗ ⊗ 3 Stauseen; Spitzenstrom- kraftwerk er- zeugt tägliche „Gezeiten“	⊗ örtlich	⊗⊗ ⊗ Süßwasser in Mündung nur für ca. 3h/d	⊗⊗⊗ ⊗ im Delta er- heblich	⊗⊗ ⊗ durch Abwäs- ser von Arta	⊗ ⊗ im Flußbett		⊗⊗ ⊗ Umwandlung natürlicher Be- stände in Mono- kulturen	⊗⊗⊗ ⊗ zahlreiche Or- te im Delta; Um- wandlung in Ackerflächen	⊗⊗⊗ ⊗ um Arta in ge- samter rezenter Aue; Einsturzge- fahr für Grie- chenlands größte alte Brük- ke
Achelous	⊗⊗ ⊗ Laufverkür- zung mit Sohlen- erosion im Delta	⊗⊗⊗ ⊗ 4 Stauseen; Spitzenstrom- kraftwerk Stra- tos erzeugt tägliche „Gezei- ten“	⊗⊗⊗ XXX ⊗ in Ebene von Agrinion und Bewässerungssy- stem im Delta X Umleitung des Oberlaufs durch Stollen nach Thessalien	⊗⊗⊗ ⊗ im Delta durch unzurei- chende Bewässe- rung X durch Wasser- mangel nach Umleitung	⊗⊗ XX ⊗ durch Sohlen- erosion X durch Umlei- tung	⊗ ⊗ durch Maisan- bau und Stedlung- en	⊗⊗⊗ ⊗ exzessiv im Fraxos-Auwald	⊗⊗ ⊗ Zerstörung der Reste vom Fraxos-Auwald	⊗ ⊗ kleine Auffor- stungen mit Eu- calyptus spp., Casuarina equi- setifolia, Pap- pelhybriden etc.	⊗⊗⊗ XX ⊗ Delta flurbe- reint; Polder- System; Salinen- X Intensivfisch- zucht in Lagu- nen (im Bau)	⊗ ⊗ westlich Agri- nion
Evritos	⊗ ⊗ im Delta		⊗ im Delta	⊗ im Delta	⊗ ⊗ im Delta		⊗⊗ ⊗ frei-grasende Herden	⊗ ⊗ rezente Aue; örtlich baumlos		⊗ ⊗ Delta vollstän- dig genutzt	⊗⊗ ⊗ Nutzung zu- nehmend
Sperchios	⊗⊗ ⊗ Ausbau im Mittel- und Un- terlauf		⊗⊗⊗ ⊗ auch durch Brunnen im Del- ta	⊗⊗⊗ ⊗ Grundwasser- brunnen im Del- ta auf 10 km verbrackt	⊗⊗⊗ ⊗ im Delta deut- lich erkennbar	⊗⊗ ⊗ Ballungsraum Lamia und Inten- sivlandwirtschaft		⊗ ⊗ natürliche Be- stände nahezu verschwunden		⊗⊗⊗ ⊗ Delta flurbe- reint und voll- ständig genutzt	⊗ ⊗ örtlich

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Fluß	Eingriff Eindeichung Begradigung	Strom- erzeugung Stauseen	Wasserentnah- me für Bewässerung	Salzwasser- intrusion	Grundwasser- absenkung	Gewässerver- schmutzung	Überweidung	Holzdiebstahl	Forstwirtschaft	Zersiedelung	Kies- und Sand- abbau
Pinios	⊗⊗⊗ ⊗ vmtl. zahlrei- che Durchstiche in Thessalien; Sohlenerosion		⊗⊗⊗ XXX ⊗ Fluß im Som- mer in Thessa- lien trocken; Delta dann nur von Quellen im Tempi-Tal ge- speist X Zuleitung des Acheloo (s.o.)	⊗ im Delta durch abge- schnittene Ne- benarme	⊗⊗⊗ ⊗ besonders in thessalischer Ebene	⊗⊗⊗ ⊗ zahlreiche Siedlungen (La- rissa) und groß- flächige Landwirtschaft	⊗⊗ ⊗ in der Thess. Ebene	⊗ im Delta		⊗⊗⊗ ⊗ dichte Besiede- lung; größte Agrarfläche des Landes; Um- wandlung von Restnatur im Delta für Touris- mus	⊗⊗ ⊗ vor allem bei Kalambaka in re- zenter Platanen- aue
Aliakmon	⊗⊗⊗ ⊗ im mittleren Laufabschnitt und besonders im Delta	⊗⊗⊗ ⊗ mehrere große Staudämme	⊗⊗⊗ ⊗ Delta im Som- mer trocken	⊗⊗ ⊗ im Delta	⊗⊗ ⊗ im gesamten mittleren und unteren Laufab- schnitt	⊗⊗ ⊗ im Oberlauf durch Besied- lung, sonst durch Landwirt- schaft	⊗ im Delta	⊗ im Delta	⊗ Pappelhybrid- forste	⊗⊗⊗ ⊗ Delta seit Jahr- zehnten flurbe- reignet und vollständig ge- nutzt; Ballungs- räume Veria - Thessaloniki	
Axios	⊗⊗⊗ XXX ⊗ Ausbau fast im gesamten griech. Laufab- schnitt. X Projekt Axios- Vardar-Morava- Donaukanal		⊗⊗⊗ ⊗ Fluß im Som- mer großteils für großflächigen Reisanbau aus- geleitet	⊗ im Delta	⊗ im Delta	⊗⊗⊗ XXX ⊗ Schwerindu- strie bei Titov Ve- les (YU) und starke organi- sche/industriel- le Belastung von Skopje (YU), Landwirtschaft, belastete Neben- flüsse. X Abwassereinlei- tung von Mill- Stadt Thessaloniki	⊗⊗⊗ ⊗ exzessiv selbst auf Flussinseln	⊗ örtlich; kaum noch Auwälder vorhanden	⊗ ⊗ Monokulturen	⊗⊗⊗ ⊗ alte Aue voll- ständig genutzt; Delta seit Jahr- zehnten flurbe- reignet	⊗⊗ ⊗ intensiver Ab- bau im Delta
Strymon	⊗⊗⊗ ⊗ am Fluß ab Austritt aus Rho- dopen ausgebaut	⊗⊗⊗ ⊗ Kerki-Stau- see mit Kraft- werk	⊗⊗⊗ ⊗ Ausleitungen am Kerki-Stau- see und weite- ren Stellen	⊗⊗ ⊗ im Delta stark	⊗ ⊗ durch Ausbau Sohlenerosion	⊗ ⊗ Landwirtschaft; Schwerin- dustrie in Bulgarien	⊗⊗⊗ ⊗ im gesamten Verlauf	⊗⊗⊗ ⊗ am Kerki- See flächenhaft	⊗⊗⊗ ⊗ zahlreiche Pappelhybridfor- ste	⊗⊗ ⊗ ab Kerki- flurbereinig	⊗ örtlich
Nestos	⊗⊗⊗ ⊗ künstlicher Lauf im Delta, begradigt davor Ausleitungswehr	⊗⊗ XXX ⊗ Bulgarische Stauseen. X griech. Stau- see im Bau	⊗⊗⊗ XXX ⊗ im Sommer vollständige Ausleitung ab Wehr, Fluß was- serlos. X an neuem griech. Stau	⊗⊗ ⊗ im Delta	⊗⊗⊗ ⊗ durch rück- schreitende Ero- sion im Delta alte Betten trok- ken, viele Grundwasser- pumpen	⊗ ⊗ aus Bulgarien; Verursacher un- bekannt	⊗⊗⊗ ⊗ großes Prob- lem in Auwal- dern des Deltas	⊗⊗⊗ ⊗ vor allem in rezenter Aue des Deltas flächen- haft	⊗⊗⊗ ⊗ größte Pappel- monokultur des Landes; fehlen- de Verantwor- tung für natürliche Au- wälder	⊗⊗ ⊗ Delta groß- teils flurberei- nigt; Ackerbau dringt in rezente Aue	⊗ örtlich
Kompasatos	⊗ im unteren Laufabschnitt	⊗ XX ⊗ örtlich. X Einstau in Schlucht vor Austritt ins Delta	⊗ XX ⊗ von Bedeu- tung im Unter- lauf X an geplantem Damm		⊗⊗⊗ ⊗ intensive Grundwasser- nutzung; Pum- penbewässerung	⊗ ⊗ häusliche Ab- fälle	⊗⊗⊗ ⊗ selbst im Ta- marisktenbusch des Binnendeltas	⊗⊗⊗ ⊗ flächenhaft im Delta	⊗ ⊗ Monokulturen		⊗ im Unterlauf örtlich
Evros	⊗⊗⊗ ⊗ im gesamten Mittel- und Un- terlauf; Müñ- dungsdurchstich		⊗⊗⊗ ⊗ großmaßstäb- lich im Mittel- und Unterlauf	⊗⊗⊗ ⊗ sehr weit land- einwärts im Del- ta	⊗⊗⊗ ⊗ im mittleren und unteren Laufabschnitt von großer Be- deutung	⊗⊗⊗ ⊗ Schwerindu- strie und Besie- delung in Bulgarien und Turkei; Land- wirtschaft	⊗⊗⊗ ⊗ exzessiv vor allem im Delta	⊗⊗ ⊗ im Delta sehr von Bedeutung	⊗⊗ ⊗ Monokulturen im Unterlauf	⊗⊗ ⊗ vor allem im oberen und mit- leren Laufab- schnitt	

abschnittsweises Weideverbot mit großflächigen Umzäunungen die natürliche Regeneration der Auen gewährleisten. Wichtig ist vor allem, daß die staatlichen Kontrollorgane konsequent bei Weidefrevel, Holzdiebstahl und Wilderei eingreifen.

Von grundsätzlich entscheidender Bedeutung für den Naturschutz ist eine landesweite Landschafts- und Raumplanung, in deren Rahmen Nutzungsvorschriften und Schutzzonen verordnet werden könnten. Einen ersten Ansatz liefert die im Rahmen der EG-Vogelschutz-Richtlinie (EG 409/79) durchgeführte Studie am Amvrakischen Golf „Development of Resources and Environmental Protection“ (PAPAYANNIS 1985).

Die Verfasser schlagen ein landesweites Auen-Forschungs- und -Schutzprogramm mit internationaler Hilfe vor, welches die Voraussetzungen erarbeiten könnte für den Erhalt einiger der verbliebenen Auenökosysteme. Unter dem Eindruck der letzten Entwicklungen müssen allerdings alle Planungs- und Schutzmaßnahmen möglichst rasch in die Wege geleitet werden und bald Wirkung zeigen, da sonst innerhalb von wenigen Jahren die meisten natürlichen Auen in Griechenland verschwunden sein werden.

Der Artikel gibt die Situation zum Zeitpunkt des Symposiums 1987 wieder. Sie hat sich seitdem (bis heute: August 1991) weiter verschlechtert.

Literatur

BAUMANN, H. (1982): Die griechische Pflanzenwelt in Mythos, Kunst und Literatur. – München: Hirmer.

CRIVELLI, A. J., JERRENTROP, H. & HALLMANN, B. (1988): Preliminary Results of a Complete Census of Breeding Colonial Wading Birds in Greece. Spring 1985-86. – Bulletin of the Hellenic Ornithological Society (4). Athens.

DIAMANTIS, J., PETALAS, C. (1988): Sea Water Intrusion into Coastal Aquifers of Thrace and its Impact on the Environment. – Proceedings of the 4th. Int. Symp. on Environm. Pollution and its Impact on Life in the Mediterr. Region. – Mediterranean Scientific Association of Environmental Protection (in press).

FYTIANOS, K., SAMANIDOU, V. & AGELIDIS, T. (1986): Comparative Study of Heavy Metals Pollution in Various Rivers and Lakes of Northern Greece. – *Ambio* 15: 42-49.

HALLMANN, B. (1988): The Genus *Aquila* in Greece. – Proceedings of the 4th. Int. Congr. on Zoogeogr. and Ecol. of Greece and Adjacent Regions. – Biol. Gallo-Hel. Athens (in press).

HORVAT, I., GLAVAČ, V., ELLENBERG, H. (1974): Vegetation Südosteuropas. – Stuttgart: Fischer.

JERRENTROP, H. (1982): Ökologische Untersuchungen in Feuchtgebieten Internationaler Bedeutung in Nordost-Griechenland. – Diplomarbeit Universität Heidelberg, 219 pp.

----- (1986 a): Ökosystem Nestos-Delta: Natürliche Zonierung und entsprechende Tiergemeinschaften, Naturschutz und menschliche Aktivitäten im Widerspruch. – Biol. Gallo-Hel. XII: 315-334.

----- (1986 b): Die Vögel der Umgebung Xanthi – Nestos. – Thrakika Chronika – Annales 41: 194-211 (griech.).

JERRENTROP, H. (1988 c): Vergleich zweier Teilpopulationen des Weißstorches (*Ciconia ciconia*) im Nestos-Delta, Nordost-Griechenlands. – Proceedings of the 1st. Int. Stork-Symposium, Walsrode, Germany (in prep.).

KÁRPÁTI, I. & V. (1961): Die zöologischen Verhältnisse der Auenwälder Albaniens. – Acta. Bot. Acad. Scient. Hung. 7: 235-301.

LÖSING, J. (1987): Examination of Riparian Forests and Delta Ecosystems in Greece. – XIV Int. Bot. Congr. Berlin.

LÖSING, J. & WAGNER, H.-J. (1987): The natural Factors conditioning Greek Delta Ecosystems. – Biol. Gallo-Hel. XIII: 53-62.

LÖSING, J. & CHRISTODOULAKIS, D. (1991): Vegetation; in: SZIJ, J. (Ed.) (1991): a.a.O.

MACDONALD, S. M. & MASON, C. F. (1982): Otters in Greece. – *Oryx* 16: 240-244.

MÜLLER, G. (1979): The Birds of Greece. Threats and Measures of Protection; Conclusions from 20 years of Observations. – Proceedings of the Conf. on the Protect. of the Flora, Fauna and Biotops in Greece. – Hel. Soc. for the Protect. of Nature. Athens.

OUZOUNIS, K. & YIANIYAKOPOULOU, T. (1985): Some physico-chemical Characteristics of Vistonis-Lake (Northern Greece). – *Thalassographica* 7: 61-73.

PAPAIOANNOU, I. K. (1953): To Dhassos Kotza-Orman. (Der Wald Kotza-Orman). – Eklogi. (10 S.) – Xanthi. (griech.).

PAPAYANNIS, TH. (Coord.) (1985): Amvrakikos Gulf Area. Development of Resources and Environmental Protection. – Hellenic Republic & Commission of the European Communities. – Athens (unpubl. study).

RAUS, TH. (1980): Die Vegetation Ostthessaliens (Griechenland). – III. Querco-Fagetea und azonale Gehölzgesellschaften. – Bot. Jahrb. Syst. 101: 313-361.

SEVERIN, I., LÖSING, J. & CHRISTODOULAKIS, D. (1982): Vegetation, – In: SZIJ, J. (Ed.) 1982: a. a. o.

SEVERIN, I., GEORGIADIS, TH., CHRISTODOULAKIS, D. & LÖSING, J. (1983): Vegetation, Vegetationskartierung und Geomorphologie – In: SZIJ, J. (Ed.) 1983: a. a. o.

SZIJ, J. (Ed.) (1982): Ecological Assessment of the Delta Area of the Rivers Louros and Arachthos at the Gulf of Amvrakia. – Essen (vervielfältigtes Manuskript).

----- (1983): Ökologische Wertanalyse des Acheloos-Deltas (Westgriechenland). – Essen (vervielfältigtes Manuskript).

----- (1991): Ökologische Wertanalyse des Nestos-Deltas (Nordost-Griechenland). – Essen (vervielfältigtes Typoskript).

VARNAVAS, S. P., PANAGOS, A. G. & LAIOS, G. (1988): Environmental Conditions in some Lakes of Northern Greece. – Proc. 4th. Int. Symp. Environm. Pollut. and its Impact on Life in the Mediterr. Region. – Medit. Sci. Ass. Environm. Prot. (in press).

Anschrift der Verfasser:

Hans Jerrentrop
P.O. Box 47
GR-64200 Chrysoupolis/Greece

Joachim Lösing
Boeckhstr. 16A
D-7500 Karlsruhe 1

Cycling of Elements and Some Ecological Effects of Water Management Measures in the Region of Floodplain Forests of Southern Moravia

Emil Klimo & Ferdinand Vašíček

The scientific project of floodplain forest ecosystem studies in the region of South Moravia, some results of which are presented here, was motivated by a need to learn, above all, the changes in the moisture regime of an environment created by technological interference in the landscape and the effects on production, structures, processes and functions of significant terrestrial and water ecosystems.

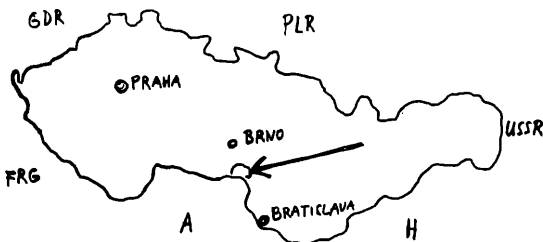


Figure 1

Extensive water management and land reclamation measures have been evoked by state efforts with the purpose of flood protection, rationalization of management and increase of agricultural production, improvement of conditions in frequently flooded lowland forests and a total increase of the socio-economical level of the highly productive, prevalently agricultural landscape of Southern Moravia. The realization of this project brought about the elimination of uncontrolled inundations of the Dyje and Morava rivers, which caused great damages on agricultural and forest cultivated land every year. The meandering water courses are being straightened; river beds are being deepened; the level of the river bottom regulated and levees are being built in addition to discharge channels, weirs, drop spillways and irrigation and drainage systems, pumping stations and extensive retention reservoirs with systems for the distribution of irrigation water over an area of about 40 thousand hectares of agricultural land. The reservoirs have caused water quality change in water courses below them. Because of the exacting demands and expenses for the technical work involved (solving complex construction as well as modification of the whole landscape) its realization has been under supervision and sponsorship of the Czechoslovakian government.

The scientific project, realized as a multidisciplinary research project (at the same time as

Unesco-MAB 2 project No. 86) encompassed a very broad scale of productional and ecological studies aiming at ascertaining changes in ecological stability and the balance of terrestrial and aquatic ecosystems, at the adaptability of plant and animal populations to the new conditions reigning and at gaining information for the rational use of natural resources in view of the new ecological situation.

As a result of this scientific project some valuable information was gathered, not only on the functioning of forest ecosystems, but also of grass ecosystems (mostly cultivated) and of ecosystems of water reservoirs and streams. The basic scientific approach here was a study of structure and biomass of primary and secondary producers, physiological processes in plants, decomposition processes, reserves and balance of bioelements, transformation processes and solar energy; attention was also paid to air pollution, recreation, gamekeeping and possibilities of multi-purpose exploitation of forest and to perspective forms of management and usage of forest, field, meadow and water ecosystems. The project has come to an end and some of the research results have been published by Elsevier Publishing House in the book „Floodplain Forest Ecosystem 1“ The second part, mainly presenting the results from the period after water management measures, is in press.

Climate

The climate of the region, according to long-term statistics (1901 - 1950), is slightly warm, of the dry and subhumid type with an average yearly temperature of 9° C and an annual precipitation of 524 mm. A climatic diagram of this period does not note any significant precipitation deficit. The water balance of floodplain forests has not been determined by the climate. Rhizosphere has been saturated mostly by underground and flood waters.

The period after cessation of the floods and the lowering of the underground water table was drier and warmer as a whole. Over a period of ten years after the regulation measures, there was a precipitation deficit from May to July and again from August to September for a period of 5 and 7 months respectively. These periods could be consequently regarded as less favourable for a moisture regime of the given region in comparison to long-term statistics. At the same time vegetation became more dependent on precipitation.

Moisture Regime

Changes in the underground water table due to water management measures showed the following effects: The inundations were eliminated and the subsequent lowering of the underground water table (maxima on the average 50 - 60 cm and 30 - 45 cm in the lower courses of the Dyje and Morava rivers respectively, table 1 and 2); the seasonal dynamics remained basically the same but there was a shortening of periods of high states of underground water. Seasonal dynamics of underground water during regular floods were characterized by a regular river flooding for several days to weeks. The minimal water table levels were e.g. 147 and 205 cm in the year 1970 and 1971 respectively. The period from 1973 - 1982 can be characterized by a drop of maximal underground water table on the average of 90 cm (fluctuation 45 - 130 cm) and minimal underground water table by 207 cm (fluctuation 170 - 240 cm).

Table 1

Concentration of elements and pH of water in the river Dyje and of groundwater (period 1972-1974 - mg · l⁻¹)

	River	Ground water
pH	7,1	7,2
N	2,3	1,0
P	0,8	0,7
K	8,0	1,5
Ca	54,8	63,4
Mg	17,8	18,2
Na	20,9	31,6
C	9,9	8,8

Table 2

Uptake of water by floodplain forest (Prax, Čermák 1980)

16 %	from the soil profile (spring reserves of water in the rhizosphere)
14 %	from percolation
70 %	from groundwater

Dynamics of Soil Moisture

During the flooding period the soil moisture is a little higher but not very different in comparison to the period without floods. A significant difference can mainly be seen in the content of gravitational water. When comparing soil moisture in the time periods between 1970-1981 and 1971

1982 which were climatically similar, it was found that the period following technical measures and the lowering of the underground water table did not produce any great difference in the reserves of capillary soil water in the soil profile. It was found that the duration of the higher underground water level in the soil profile (manifested by a higher saturation of the capillary zone) is decisive for the height of the reserve of

the capillary soil water. The quick rise and drop of underground water level play here a lesser role. From evaluation of soil water reserves, in comparison to hydrolimits of the field water capacity and wilting point in the period 1979 - 1982, it can be concluded that on the investigated area of a middle moisture gradient there was a sufficient reserve of the soil water for transpiration of the forest stand during every vegetation period. Relatively little favourable moisture conditions occurred in 1980 when a considerable drop of soil water was registered and its reserve, at a depth of only 0 - 50 cm, in the period from August to October reached the values of wilting point. The course of the soil moisture storage also shows a considerable significance of soil profile resaturation during the winter and early spring.

Changes of soil moisture in the catchment areas of water supplies under floodplain forests are most significant. There is a continual drop of the underground water table up to a depth of 5 - 6 m under the soil surface. The tree rhizosphere is saturated only with precipitation water. Soil moisture has reached critical conditions, especially in places with less shallow sediments of heavy deposits with original types of *Ulmeto-Fraxinetum carpinetum* when in the end of the vegetation period the whole profile dries up to values around wilting point. The pumping of water by water plants from beneath the floodplain forests resulted in a change from the original floodplain moisture regime to a deficient evaporational moisture regime.

The Soil Properties in the Sample Area

Soils of the floodplain forest may be classified into the group of alluvial soils, viz. *paternia* and *vega* (according to KUBIENA, 1953).

Table 3

The description of the soil profile according to PELÍSEK (1976) is as follows:

Depth (cm)	Description
0-1	leaf litter and mull A ₀
1-8	dark-grey clay loam, crumby structure, slightly moist
8-50	grey-brown clay soil with ferruginous mottles, fine block soil structure, moist, rather compact
50-95	black-grey clay, rather compact and tight (fossil A horizon)
95-115	light grey-brown, mottled, clay loam, moist, tight, larger ferric patches
115-130	sand-gravel terrace, enriched with loamy soil from the upper horizon, blue-grey colour

The main rooting zone in the profile occupies the layer up to 50 cm, a lower density of roots occurs up to 100 cm; most of the herb-layer roots are in the top 10 cm.

The soils of the study area have a heavy texture with a high proportion of clay particles (ca. 60 %). This fact corresponds with the value of cation exchange capacity which is affected in the top horizons by a high content of organic colloids. The pH value, which ranges from 6.2 to 6.4 in the topsoil horizons and is equal to 7.2 in the subsoil horizons, assumes base saturation of the soil exchangeable complex. The derived V values range from 70 to 88 %.

Table 4

Soil texture and exchangeable soil absorption complex
(according to PELÍŠEK, 1976)

Depth (cm)	Soil texture %				Exchangeable sorption complex		
	0.01 mm	0.01-0.05 mm	0.05-0.1 mm	0.1-2 mm	CEC X 10 ²	S mol g ⁻¹	V %
1-8	62-65	18-22	4-6	8-10	45.6	33.3	73.4
8-50	64-67	18-20	3-5	7-10	36.0	22.9	71.9
50-75	61-65	18-20	3-5	8-12	32.0	28.0	79.7
75-95	58-60	19-21	6-8	10-14	35.0	32.3	88.5
95-115	55-58	18-20	8-10	10-14	36.7	22.5	86.7

Chemical Properties

The amounts of nutrients present in the soil profile are given in the following table. The amount of nutrients present in the main rooting zone shows a different rank order of element totals (K, Ca, N, P) as compared to the available elements (determined by 1 % citric acid) - Ca, N, K, P. A high amount of potassium is present in the non-available form. In general, the profile is rich in nutrients, due to enrichment of the nutrient content as a result of floods and atmosphere and to the rapid cycle of nutrients between the stand and the soil.

Sampling of the properties of the top layer in the sample area (25 samples randomly distributed for determining available nutrients - K, Ca, P in 1 % citric acid, pH, humus, N-total, N-available) indicated considerable heterogeneity. The follo-

Table 5

The supply of carbon and nutrients in the soil profile (after PELÍŠEK, 1974)

	Depth (cm)	Total supply (kg ha ⁻¹)					Mobile supply (kg ha ⁻¹)			
		C	N	P	K	Ca	N	P	K	Ca
Zone of intensive rooting	1-8	50,335	4,297	853	12,159	6,226	73,4	19,4	66,9	1,363
	8-50	96,365	10,549	4,100	109,205	38,638	500,0	59,7	104,8	5,164
	1-50	146,700	14,846	4,953	121,364	44,864	573,4	79,1	171,7	6,527
Zone of poor rooting	50-75	34,106	3,774	1,637	51,431	22,835	219,3	26,7	46,8	2,451
	75-95	27,155	2,687	1,393	49,340	25,855	219,3	24,0	46,7	2,410
	95-115	18,896	2,632	2,055	75,761	27,631	256,3	85,3	52,8	2,633
	50-115	80,157	9,093	5,085	176,532	76,321	695,4	136,0	146,3	7,494
Total	1-115	226,857	23,939	10,038	297,896	121,185	1,268,8	215,1	318,0	14,021

wing table shows ranges for each of these properties.

Table 6

The range of soil properties in the top layer

Soil property	Range
pH	5.5-6.8
Humus (%)	16-21
Ca	(x 10 ² mg g ⁻¹) 57-286
K	(x 10 ² mg g ⁻¹) 8-25
P	(x 10 ² mg g ⁻¹) 4-17
Total N	(x 10 ² mg g ⁻¹) 500-800
Available N	(x 10 ² mg g ⁻¹) 14-26

The uneven distribution of data is caused by the heterogeneity of alluvial deposits and by the variability of stand composition. These results in different litter composition and in various rates of decomposition and nutrient release from the forest vegetation as well as in an uneven distribution of the shrub and herb layer in this stand.

Cycling of Mineral Nutrients

Cycling of nutrients within a given ecosystem may be studied at different time-intervals. Most studies published recently have related these cycling values to the interval of one year. For some ecosystems, a heterogeneous development of some components of nutrient cycling is typical. This also applies to the majority of forest ecosystems. For example, the cycling of elements within the ecosystem under study was strongly affected by high inputs of elements resulting from regular floods and mud sediments rich in nutrients on the soil surface. Although this process has been interrupted by technical improvement of the water regime, it still affects the level of primary production and thus results in a greater turnover of individual nutrients, especially nitrogen.

The position of the investigated floodplain forest ecosystem within the landscape has also gradually changed. The neighbouring grassland and forest

ecosystems have been changed, step by step, into intensively cultivated agroecosystems, with high inputs of fertilizers. As a result, the floodplain forest has assumed the character of a corridor ecosystem, with typically high inputs of elements transported from neighbouring ecosystems.

Our study was oriented to the evaluation of the present situation in element-cycling.

Concentration and supply of elements

The estimation of the concentration and reserves of elements was focused on both trees and undergrowth (i.e. shrubs and herbs).

Attention was also paid to the evaluation of some changes in concentration of elements depending

on the role of some phytomass components in the ecosystem, or of those depending on the development of stand phytomass during the growing season.

According to the total supplies of individual elements in the phytomass of trees, shrubs and herbs of the ecosystem under study, it could be concluded that the floodplain forest ranks among the temperate ecosystems with the highest supplies of nutrients in the standing biomass, and that in the case of some elements, the supplies are similar to those of tropical forests.

As far as the total reserves of major bioelements in the phytomass of the stand (i.e. trees, shrubs, herbs) are concerned, Ca showed the highest values (viz. 2,233 kg ha⁻¹) followed by N, K, Mg and P.

Table 7

Concentration of nutrients in the aboveground and underground parts of *Cornus sanguinea* L. biomass (% of dry matter)

	N	P	K	Ca	Mg	Ash matter
Buds	5.018	0.884	1.741	1.117	0.312	7.619
Leaves	2.367	0.272	1.390	2.554	0.630	11.409
Fruits	1.275	0.323	1.312	0.276	0.116	3.850
Petioles	1.267	0.222	2.084	0.850	0.211	6.726
Annual shoots	1.720	0.322	0.774	0.936	0.253	4.614
Twigs < 5 mm	0.930	0.192	0.516	0.641	0.149	6.160
Twigs 5-10 mm	0.825	0.144	0.165	0.459	0.100	2.845
Trunk: wood	0.614	0.084	0.160	0.182	0.050	1.703
Trunk: bark	1.556	0.222	0.714	0.218	0.143	6.955
Roots < 1 mm	1.275	0.188	0.664	0.799	0.419	7.523
Roots 1-2 mm	0.878	0.171	0.387	0.638	0.235	3.927
Roots 2-5 mm	1.008	0.169	0.277	0.513	0.166	2.995
Roots 5-20 mm	0.993	0.167	0.246	0.404	0.134	3.199

Table 8

Vertical distribution of nutrient reserves in the floodplain forest ecosystem (kg ha⁻¹)

	N	P	K	Ca	Mg
Tree crown, branches and leaves	473	41	219	619	45
Trunks	1,044	42	358	1,326	81
Shrubs (aboveground part)	55	8	26	31	9
Herbs (shoots)	22		47	21	5
Total	1,594	95	650	1,997	140
Surface humus, annual mean	99	6	18	75	15
Roots: trees, shrubs, herbs	210	34	84	240	52
Nutrient reserves: rhizosphere	14,846	4,953	121,364	44,864	
Reserves: without rhizosphere	9,093	5,085	176,532	76,321	
Plants total	1,804	129	734	2,233	192
Soil total	24,038	10,044	297,914	121,260	
Total	25,842	10,173	298,648	123,493	

As to the vertical distribution, the highest supplies of nutrients were accumulated in tree stems and order of elements was as follows: Ca, N, K, Mg and P. The same sequence in the accumulation of nutrients was also found in tree crowns. In the aboveground part of the shrub layer, this sequence was a little different: the highest reserves were of N, followed by Ca, K, Mg and P. In the above-ground part of the herb layer, the highest reserves were of K, followed by N, Ca, Mg and P. In roots, the following order of nutrient supplies was found:

trees, Ca, N, K, Mg and P;
shrubs, N, Ca, K, Mg and P;
herbs, K, N = Ca, Mg = P.

On the basis of the results obtained, it can be concluded that herbs are very important for the cycling of potassium, the supplies of which exceeded those observed in the shrub layer. This importance is further increased by the regular input of potassium onto the soil due to the decomposition of annual plants.

The vertical distribution of individual elements within the floodplain forest ecosystem is presented in the preceding table. It can be seen that there are relatively high reserves of elements in the phytomass of the stand and high reserves of bioelements in the soil. High supplies of e.g. nitrogen resulted from a long-term, positive balance of nitrogen in the floodplain forest conditioned by an import of flood sediments into the ecosystem. This means that the reserves of elements in the soil also represent a precondition of high stability of the floodplain forest ecosystem under conditions of intensive timber harvesting from this ecosystem and improvement of the water regime.

Surface Humus, its Structure and Development during the Year

In the floodplain forest ecosystem under study, the surface humus represents an important dynamic component. It is of mull type and is characterized by marked changes in total mass and concentration of nutrients during the year. However, the heterogeneous species composition of the stand is also very important because it forms a mosaic of surface humus with different properties. This results in the formation of a relatively high heterogeneity of the soil surface layer.

To characterize the spatial variability of surface humus, three plots with different species compositions of the stand were selected, viz:

Plot I: with dominating *Quercus robur* L.

Plot II: with dominating *Quercus robur* L. and *Cornus sanguinea* L. undergrowth

Plot III: with dominating *Fraxinus excelsior* L.

Dead organic matter was sampled on plots of 1 m² on 1st December 1972, 1st April 1973, 1st July 1973 and 1st October 1973. Leaves and detritus (indefinable organic residues) were held to be the main criterion for changes occurring in the course of the decomposition of surface humus. The mass of dead wood was of a random character.

The maximum average supply of litter on the soil surface (i.e. leaves and detritus) was 6,200 kg ha⁻¹; the maximum value was found on Plot II (*Quercus robur* L. and *Cornus sanguinea* L.), viz. 7,400 kg ha⁻¹

The total reduction of litter reserves up to 1st April 1973 amounted to 2,800 kg ha⁻¹, i.e. 45 % of the reserves found on 1st December 1972. The corresponding values observed on 1st July 1973 and 1st October 1973 were 3,700 kg ha⁻¹ (60 %) and 4,300 kg ha⁻¹ (69 %), respectively. The minimum reserve of leaves and detritus was 1,900 kg ha⁻¹

On studying changes in leaf reserves, the following patterns were obtained on the individual plots:

Plot I

Leaf reserves on

1 Dec. 1972	2,500 kg ha ⁻¹	100 %
1 Apr. 1973	1,600 kg ha ⁻¹	decreased by 36 %
1 July 1973	1,400 kg ha ⁻¹	decreased by 44 %
1 Oct. 1973	1,100 kg ha ⁻¹	decreased by 56 %

Plot II

Leaf reserves on

1 Dec. 1972	4,200 kg ha ⁻¹	100 %
1 Apr. 1973	2,000 kg ha ⁻¹	decreased by 52 %
1 July 1973	1,700 kg ha ⁻¹	decreased by 59 %
1 Oct. 1973	1,200 kg ha ⁻¹	decreased by 71 %

Plot III

Leaf reserves on

1 Dec. 1972	4,70 kg ha ⁻¹	100 %
1 Apr. 1973	2,000 kg ha ⁻¹	decreased by 57 %
1 July 1973	0,000 kg ha ⁻¹	decreased by 100 %
1 Oct. 1973	0,000 kg ha ⁻¹	decreased by 100 %

As indicated, there was a fairly significant unevenness in the rate of litter decomposition on the soil surface under dominating *Fraxinus excelsior* L. and *Quercus robur* L.

The total changes occurring in nutrient supplies in the litter during the year are given in a table. (compare table 11)

In the period of maximum reserves of nutrients, N had the highest values, followed by Ca, K, Mg and P, i.e. 143, 99, 24, 21 and 9 kg ha⁻¹, respectively (table 9). The maximum change in nutrient supplies was observed in the period from 1st December 1972 to 1st April 1973, i.e. in the spring season. The sequence of nutrients was the same in the period of minimum reserves, viz. N(36 kg ha⁻¹), Ca (17 kg ha⁻¹), K (7 kg ha⁻¹), Mg (4 kg ha⁻¹) and P (2 kg ha⁻¹).

Table 9

Changes in nutrient reserves in Ao horizon during the year (Kg · ha⁻¹)

	1. Dec. 1972	1. Apr. 1973	1. July 1973	1. Oct. 1973
N	143	59	56	36
P	9	4	5	2
K	24	10	9	7
Ca	99	62	38	17
Mg	21	10	7	4

Table 10

Nutrient reserves in various parts of trees.

		Leaves	Annual shoots	Branches 2-5 cm		Trunks	
				bark	wood	bark	wood
OAK	N	3,56	1,71	1,08	0,51	0,71	0,34
	P	0,17	0,10	0,09	0,08	0,03	0,01
	K	0,69	0,35	0,39	0,29	0,14	0,07
	Ca	0,82	1,29	2,38	0,38	2,85	0,04
	Mg	0,22	0,19	0,10	0,05	0,09	0,02
ASH	N	2,68	1,10	0,89	0,63	0,59	0,27
	P	0,34	0,15	0,06	0,04	0,03	0,02
	K	2,24	0,81	0,56	0,18	0,57	0,27
	Ca	2,26	0,79	1,27	0,24	1,95	0,08
	Mg	0,51	0,17	0,08	0,04	0,11	0,03
LIME	N	2,76	1,82	1,44	1,15	0,82	0,30
	P	0,34	0,20	0,11	0,06	0,08	0,01
	K	1,47	0,60	0,40	0,22	0,49	0,11
	Ca	1,75	1,97	1,51	0,24	1,25	0,10
	Mg	0,24	0,25	0,11	0,06	0,14	0,02

Input of Nutrients into the Soil

The input of elements into this ecosystem by way of atmospheric precipitation also contains elements of flying dust and dry deposits and shows a considerable variability in a given region due to local and global influences of industrial and managerial activities. This factor may have a positive, but also a negative effect on ecosystem components. The input of precipitation water hitting tree crowns and furthermore on penetrating through the canopy and by stemflow onto the soil surface contains a considerable amount of calcium and phosphorus, entering into it due to liming on neighbouring fields. Data from literature and the found values of incoming compounds into the ecosystem in the region of upper levee of the Nové Mlýny dam are markedly lower (The Nové Mlýny dam: N 21.0, P 2.1, K 5.3, Ca 10.6, Mg 2.0 kg ha⁻¹ year⁻¹).

In this floodplain forest ecosystem the most important component for the input of nutrients into the soil is surface humus, created by litter fall of relatively quick decomposing organic matter. Another component of nutrient transport into root zone are nutrients from dead mineralizing roots and uptake of nutrients from underground water and from mineral substrate by weathering processes (table 10). All in all, there is yearly input into the soil per ha of 260 kg Ca, 112 kg N, 104 kg K, 61 kg Mg and 21 kg P. Extraordinarily significant is here the input of potassium from litter fall of the shrub and herb layer. (table 11)

Relatively high migration value in lysimetric waters has calcium (125 kg ha⁻¹ year⁻¹), in water caught under surface humus (table 12). Otherwise calcium strongly migrates in the soil profile.

Table 11

Total input of nutrients into the soil (Kg · ha⁻¹ · year⁻¹)

	N	P	K	Ca	Mg
Litterfall: trees	76,5	11,2	30,8	152,4	26,0
Dead roots	13,0	1,5	7,0	20,0	
Litterfall: shrubs, herbs	18,0	4,3	43,2	18,3	4,3
Precipitation	5	4	23,0	70,0	31
Total input	112,5	21,0	104,0	260,7	61,3

Table 12

Migration of nutrients from the surface humus layer into soil profile (Kg · ha⁻¹ · year⁻¹)

		Released from A ₀ hor	Acum. in A	migrat. into soil prof.
C	Kg	155,8	110,2	45,6
	%	100	70,7	29,3
N	Kg	20,6	4,3	16,3
	%	100	21,0	79,0
P	Kg	8,1	7,4	0,7
	%	100	91,3	8,7
K	Kg	72,5	58,5	14,0
	%	100	80,7	19,3
Ca	Kg	125,4	53,0	71,7
	%	100	42,8	57,2
Mg	Kg	46,3	18,3	28,0
	%	100	39,5	60,5
pH		6,9		7,0

Potassium and phosphorus are more significantly accumulated in the surface horizon, while nitrogen and magnesium considerably migrate into the middle part of the soil profile. Lysimetric waters have, with regard to a high portion of calcium, a neutral reaction. Leaching of nutrients in the soil profile has even an opposite flow direction due to fluctuating underground water table.

Uptake of nutrients from Soil by the Forest Stand

Uptake of nutrients from soil by the forest site has been calculated per ha and year to be approximately 265 kg Ca, 224 kg N, 129 kg K, 24 kg Mg and 18 kg P. (table 13)

Table 13

Uptake of nutrients by the forest stand ($\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$)

by:	N	P	K	Ca	Mg
Trees	178	11	67	220	13
Shrubs	24	3	13	23	6
Herbs	22	4	49	22	5
Total	224	18	129	265	24

The input/output relation of elements shows a passive balance of N, K and Mg. This disproportion is balanced above all by compounds released from animal component, from weathering processes and from underground water. A highly active balance of nutrients has been caused by inputs of elements from fluvial deposits during periods of flooding. After water management measures this supply of nutrients has dropped. Therefore it can be presumed that after water management measures the floodplain forest ecosystem, from the balance of nutrients point of view, will not be highly active but balanced and stable without significant tendency of lowering

fertility, if the present regime of underground water dynamics is maintained.

Reaction of Primary Producers

Herb layer reacted the most quickly and the most evidently to changes of ecological conditions after water management measures. In conditions e.g. of middle moisture gradient the maxima of above-ground phytomass decreased by about 60 - 70 %.

The proportion of species populations in the middle moisture gradient strongly changed. Species bound to early floods disappeared within 2 years after their discontinuance. Species bound to a high soil moisture with perennial underground organs successively lowered their vitality and disappeared only after 8 - 10 years after flooding ceased. The group of species bound to a high underground water table significantly lowered its production and density dropped to ca. 20 % of the original number. At the same time the frequency of species bound to relatively drier conditions in floodplain forests (fresh moisture) gradually increased.

From the point of view of succession change indexes, diversity index increased after the technical measures, characterizing a shift of the community from the ecological viewpoint from wetter to drier while indices of community maximal diversity decreased, which expresses a decrease in species diversity of the community. This is in accordance with results of the species density and dominance study; decrease even in relatively small degree of dominance signals subduing of dominants expressiveness whereas changes of equitability.

The shrub layer in the middle moisture gradient reacted to the change of moisture conditions by an increased mortality. The layer significantly decreased in canopy and leaf area index (LAI) and originally sharp boundaries between structurally different groups diminished. In former, long-term

Table 14

Year	Duration of flood		Height of flood water above soil surface	Underground water table				Maximal state of herb above-ground biomass kg ha^{-1} of dry matter
	Date	days		maximum		minimum		
			Height cm	date	Height cm	date		
1970	25.3-	37	+ 15	+ 15	1.4.	-170	15.10.	1 453
	2.5							
1971	28.3 -	10	+ 5	+ 5	3.4.	-205	20.9.	1 323
	7.4							
1972	28.4-	4	+ 1	+ 1	1.6.	-46	2.10.	1 168
	1.5							
	28.5. -	6						
	4.6.							
1973				-45	2.5.	-205	15.7.	1 043
1974				-140	5.4.	-230	?	983
1075				-102	1.4.	-230	?	
1976				- 97	4.6.	-218	17.9.	717
1977				- 73	24.2.	-211	3.10.	
1978				- 98	18.4.	-232	28.9.	
1979				- 95	11.4.	-215	18.9.	640
1982				- 67	10.1.	-204	5.-25.9.	503

inundated areas of more wet types the shrub layer has increased its coverage after water management measures.

The tree layer did not show either significant structure changes or an increased dying back. The main tree species - European ash and English oak - kept seasonal dynamics of diameter increment reaching its maximum in June. Increment depressions revealed especially poplar, European ash and willow but not on all sites. English oak also did not show significant changes in increment and in most cases revealed only a greater dependency on atmospheric precipitation.

Changes in diameter increment in a long-term sequence (approximately since the year 1900) with all species at different moisture conditions showed considerable variability and periodical increment depressions and peaks in ca. 5 to 9 year intervals (a sinusoidal course). No ambiguous conclusion on changes of diameter increment in the period after 1972 (cessation of floods) can be drawn from the investigations up to now. It seems that poplar and oak reacted to higher precipitation in 1975 also by increasing of increment and European ash manifested itself by a several year depression of increment without significant increasing of diameter increment in the year 1975. But similar situations of depressions and rises of diameter increment can be found regularly with all tree species and in the past in times of frequent floods and higher reserves of available water in rhizosphere. Cycles of changes in diameter increment can be evoked also by other factors than by soil moisture, e.g. by damages from graduating phytophagous insects and their feeding, by temperatures, by changes in radiation, etc. Thus, it was not possible, based on hitherto investigations, to draw univocal conclusions on changes of the diameter increment. They call for broader sets of experimental material.

From among other reactions of plants to changed conditions, transpiration of mature oak trees and of some components of shrub and herb layers has been studied. In the period of floods and immediately after their cessation, transpiration of oak, measured in conditions of medium moisture gradient, was rather high and corresponded with unlimited conditions of water reserves in soil. The concrete values of water consumption recalculated from the measured sample trees to the whole stand according volume of „derbholz“ reached in climatically wetter years as much as 250 mm and in climatically drier years up to 460 mm. Magnitude of transpiration in individual years has been proportional to evaporation demands of atmosphere and in favourable conditions approached to 70 % of the potential evapotranspiration.

After cessation of floods transpiration of the tree layer began to drop. After the first 5 years there was but only slight drop which, in the next 5 years, became more expressive. It has shown that this drop was not caused (compared to potential evapotranspiration) by climatic conditions but by changes of conditions in the system soil-tree. The drop of minimal demand of stand for soil and underground water signaled after water mana-

gement measures a gradual adaptation of trees to changed moisture conditions.

The measured transpiration drop in the ten-year-period after cessation of flood did not show on the average critical values, it signaled only lowering of reserves ensuring stability of the given system and consequently a higher degree of endangering in case of climatically drier years.

Reaction of Secondary Producers

Study results of different synusia of animals revealed their sensible reaction to moisture changes. The studied groups of insects and spiders changed as follows:

Number of species (especially hygrophilous) dropped with the exception of harvestmen (Opiliones) which are connected to original surface and formerly they were endangered by floods; number of individuals dropped, as well as number of eudominant species. Several species formerly dominant lost their position in the community, some of them disappeared completely; similarly as with herb species, lowering of species diversity occurred.

In species spectrum with synusia of small mammals there was a decrease in the group of insectivora and increase of seed-eating species. Species diversity dropped slightly and equitability increased. Number of hygrophilous species decreased and species typical for drier conditions in forests and for individual trees again increased. Synusia of blood-sucking arthropods, present in large numbers before technical measures, reacted very significantly. Occurring of a drier environmental gradient helped to limit formerly usual mosquitoes plagues. But on the other hand there was a development of ticks (*Ixodes ricinus*) in such places where this species did not exist before (places with regular floods). The group of mosquitoes laying eggs on wet soil has been reduced mostly. Creation of new large water surface influenced development of mosquitoes laying eggs on water table, from which the most abundant species are of genera *Anopheles*. From among other genera of blood-sucking insects, black flies and horse flies were hit the least by technical measures. It can be presupposed that neither the group of biting midges has been considerably reduced by the technical measures.

Finally, it is necessary to add that the more detailed analysis and the total extent of studies within the scientific project of floodplain forests of South Moravia are beyond possibilities of this information. Those interested are kindly asked to refer to the prepared publication „Floodplain Forest Ecosystem 2“ which contains broad facts to the question of ecological consequences of a large-scale technological manipulation of a natural landscape.

Anschrift der Verfasser:

Emil Klimo und
Ferdinand Vašíček
Institute of Forest Ecology,
University of Agriculture Brno
Czechoslovakia

Floodplain Forest Ecosystem in South Moravia

Miroslav Vyskot

For establishing a representative experimental area to be studied within the framework of the International Biological Programme (IBP), a lowland forest in the region of South-Moravian woodland was found to be a suitable natural forest type in which complex biological and silvicultural studies have been carried out since 1949. The above mentioned area comprises inundated lowland forest with rich vegetation situated in the depressions of the Low Moravian Dale, esp. confined to the basin of the river Dyje at an elevation from 165 (site near Nové Mlýny) to 151 m a.s.l. (site near the confluence of the rivers Dyje and Morava). The chosen area is a complex of inundated lowland forests with extreme water regime, very favourable macroclimatic conditions and varied natural community.

The selection of a suitable site for establishing an IBP project was confirmed after a comprehensive survey had been made in different sites within the boundaries of the State Forests in Břeclav, in a session held on 7th March 1968, in which the members of the Professor's staff of the Faculty of Forestry as well as the scientific workers of the Czechoslovak Academy of Sciences in Brno were present.

The local name of the lowland forest site is „Lednický luh“; it is located near Lednice, Nejdek and Bulhary, which is a section of the Horní les Forest District, State Forests, Břeclav, and which was found to be the most representative research area. This area has been supervised by the author since 1949 on the basis of the agreement with the Ministry of Forestry and Water and should serve as a model for the improvement of lowland forests. From the qualitative point of view, the Lednický luh is the best South-Moravian lowland forest complex, in which primeval unique lowland forest reservations have been preserved. One of them, the so-called Lanžhot virgin forest, has been also included into the project of our long-term experimental areas (VYSKOT 1959).

Thus, on the basis of a detailed investigation the stand 623 a₂, located in the Horní les Forest District, was chosen as the most suitable site for establishing experimental area for the International Biological Programme. This stand represents an almost intact model of a mature inundated oak stand type of a forest, most satisfactory for a complex scientific study.

The present shape of Lednický luh, as well as the majority of lowland forests in the basin of the rivers Dyje and Morava is a mere fragment of the former extensive forest complexes, which have been well-preserved after a gradual long lasting

settlement process in the lowest sections of the inundated area. The margins of these lowland forests have been stabilized gradually to the present shape, which is, actually limited by yearly repeated inundations. The process of stabilization of the boundaries of the Lednický luh is documented in the forest map dating back to 1844 (VYSKOT 1951).

Topographically, the Lednický luh forms a part of a large island located in between the main water course of the river Dyje and its Lednice branch, the so-called Zámecká Dyje. This river branch originates near the so-called Arský jez below the site near Bulhary and returns to the main river stream of the Dyje in Lednice to the lower area located below the castle, where it supplies a network of lakes in the castle park. This whole inundated woodland territory is situated at the elevation from 161 to 163.5 m a.s.l. On gently sloping ground we find scattered patches of meadows and fields and in the depressions the site is covered with swamps, stagnant water pools and remnants of closed river branches. At the beginning of our century, within the scope of water management project a network of canals was built, connecting both parts of the river. The Lednický luh is situated on the south-eastern part of this insular territory, which is spreading from north-west near the site Nejdek and to south-east near Lednice. On the eastern part it is bounded by the main stream of the river Dyje and by large pasturelands, whereas the whole western boundary line is formed by the left bank of the Zámecká Dyje river branch. The Lednický luh is located at the elevation of 162 m a.s.l. The mean length of the area facing north-west - south-east is ca. 2,500 m, the mean width towards east-west is ca. 1,000 m. From the total area of 275 hectares the typical inundated territory covers 213.67 hectares.

The Lednický luh is being inundated regularly thus causing the sedimentation of fertile muds which come from the basins of the Dyje, Svatka, Svitava and Jihlava rivers.

The layers of young holocene sediments of fine gravel, sand, loam and clay give rise to soils well-supplied with mineral nutrients, especially to those rich on potassium.

Recently, however, the favourable effect of inundations has been predominated by fatal damages caused by repeated inundations especially due to their long-lasting period of time. The inundations are of the most destructive effect when coming during the vegetation period and in winter time when considerable damages are caused by ice. Therefore, the system of old canals was renovat-

ed, permitting fast outflow of inundation waters and also the system of retention ponds was built. In the region of South Moravia in the basin of the rivers Morava and Dyje a large-scale water regime regulation project has been gradually realized, with the aim to prevent the influence of harmful inundation waters and to maintain the typical riverine landscape features.

Inundations affect approximately a half of the Lednický luh area. Soils suffer from the lack of the air to a considerable extent reaching the critical point particularly during the vegetation period when the soils are water-logged for a long time. The situation has been improved essentially after a network of canals was built.

Water levels and especially their variability in both branches of the river Dyje (which should be considered as a whole from the hydrological point of view), have a very unfavourable impact upon the normal underground water regime, and that is why this process is considered as an important ecological factor in the Lednický luh. The changes of water levels are also dependent upon the microrelief of the alluvial plane. If the parent rock of subrecent sediments is formed by gravels which enable the connection with river streams, rapid compensation up to normal level is possible. If the substrate is formed by impermeable clays, in addition to orographic conditions, the pattern of parent neogene rock influences the underground water level decisively. This results in underground water stagnation, independently upon the water level in the river courses.

Under these complicated conditions the underground water level is an important factor determining different ecological conditions for planting specific communities according to the species and spatial arrangement influencing their localization in the field.

The climatic conditions are characterized by a long-term temperature average of 8.4°C; the average precipitation amounts to 508 mm. The coldest month is January with -2.9°C and the warmest is July with an average temperature of 19.1°C. The lowest precipitation is expressed by 21 mm in February and the highest value amounts to 70 mm in July. The summer period, especially from May to August, shows the greatest amount of rainfall. During an extremely rainless year in 1947, the Lednice meteorological Station showed on average annual temperature of 9.5°C. Temperature changes between day and night are considerable both in air and soil. These data were obtained at micrometeorological stations measured during 1952 - 1968. It was found that in soils with higher underground water level the temperature changes had been moderated. The length of the vegetation period, considered as the number of days with an average temperature higher than 10°C, is 172 - 183 days. The sunshine represents 1,800 - 2,000 hrs. per year. The average number of bright days amounts to 50 - 60 days per year, the average annual number of cloudy days is attaining 110 to 120. Fog occurs for 40 - 50 days per year. In accordance with these microclimatic

data the Lednický luh represents an area with the longest vegetation period, hot summer sunshine, and minimum frequency of cloudy days within our whole territory. Due to the water regime the Lednický luh is represented by a high productivity of forest tree population increments and by their high economic value.

From the point of view of plant ecology, site conditions in the Lednický luh may be characterized as an outstandingly favourable environment for trees, shrubs and hygrophilic plants, which are anatomically, morphologically and physiologically adapted to complicated conditions of the extreme water regime. The most prevalent tree species occupying the area are pedunculate oak (*Quercus robur*), European ash (*Fraxinus excelsior*), (*Fraxinus oxycarpa*), elms (which, however, have been nearly killed by the Dutch elm disease), white and black poplars and alder as well as tree-willow in permanent moors. In accordance with carbon-14 dating of samples consistent with those taken from ancient graves, the composition of hard wood species was found to be identical to that occurring in the fifth century of the Christian Era when the lowland forests in the depressions of Dyje river basin were formed in a similar way (NEČESANÝ 1948). According to the results of typological investigations the Lednický luh was divided into three forest-type groups, belonging to the sequence C, group c 23 Saliceto alnetum, 24 Querceto-Fraxinetum and 25 Ulmeto-Fraxinetum according to ZLATNÍK's classification system, including the topographic survey of locations of ten forest type compositions as well. According to spatial distribution of the ten forest types located in the Lednický luh and taking into consideration the necessary economic alternatives of the species composition in individual forest types, in this experimental forest, i. e. in Compartments 620-633 occupying 213.67 hectares, pedunculate oaks should represent 66.6 per cent and other tree species 33.4 per cent of which 15.9 per cent should fall to ash trees, 10.3 per cent to lime-trees, 3.2 per cent to elms, 2.7 per cent to willows, 1.3 per cent to alders, hornbeams and poplars occurring only as admixed species. The actual present species composition does not differ very much from the alternative stand composition, mainly as far as the representation of pedunculate oak is concerned. Mass dying out of elm due to Dutch elm disease has been observed.

The climax features of the area forming the Lednický luh and the representative conditions of the forest being of a high natural and economic value were the reasons for establishing an experimental area with the aim to serve for scientific and pedagogical purposes and for application of achievements into the forestry practice. This work started in 1949 and was contracted in 1953-1954. In 1953, 1964, 1973 and 1983 separate parts of forest management plans were worn out for the area mentioned. Thus all natural scientific and forestal aspects of this unique lowland forest were secured. During this period the forest was inspected by several hundreds of experts both native

and foreign, students and representatives of forestry practitioners. This project covers the whole system of long-term research areas, in which the development of forest tree species populations and their natural reproduction is being studied under the influence of different ecological and economic impact. Due to all these facts, the experimental area for the International Biological Programme was selected here, the site being a true and unique representative of its kind within the world-wide system of scientific studies.

The Lednický luh represents an interstage between the forests of mild and subtropical zone and the site requirements and living conditions are very hard during the period of high inundations and invasions of mosquitoes and gad-flies and that is why the research work is quite complicated. The Lednický luh is, however, a unique type of landscape which has to be preserved. Our scientific research started in 1949, we recorded the heaviest inundations and dry periods; we shall continue investigating changed conditions caused by a large-scale amelioration project, a considerable part of which has been already put into operation. Thus it will be possible to estimate the differences in ecological conditions especially as far as the decrease of the underground water level and its influence upon the development and productivity of tree species populations is concerned.

References

BAZILEVICH, H. I., RODIN, L. E. (1968): Reserves of organic matter in underground sphere of terrestrial phytocoenoses. In: Methods of productivity studies in root systems and rhizosphere organism. Nauka, Leningrad.

ČSAV (1970): Productivity of Terrestrial Ecosystem Production Processes. In: PT-PP Report, Praha, 1.

DANILOV, M. D. (1952): Listovaja massa i poverhnostj v dubovyh drevostojah razlichnogo vozrasta. (Leaf volume and surface area in oak stands of different age). Sbornik trudov Povolzhsk. LTI im. M. Gorjškogo (49), Joshkar - Ola.

DOSTÁL, R. (1959): O celistvosti rostlin. (On plant integrity). SZN, Praha.

DUVIGNEAUD, P. (1964): L'écosystème forêt. *Lejeunia*, rev. de bot., N. S., 20: 1-36.

DUVIGNEAUD, P., DENAEYER de SMET, S., AMBROES, P., TIMPERMANN, L. (1969): Aperçu préliminaire sur les biomasses, la productivité et le cycle des éléments biogènes. In: Travaux de centre d'Écologie Générale-Recherches sur l'Écosystème Forêt, Serie B: La Chénaie Mélangée Calcicole de Virelles-Blaimont, Contributions 26 á 31, Bruxelles.

GALOUX, A. (1964): Budgets et Bilans dans l'écosystème forêt. *Lejeunia*, Rev. de Bot., N. S. 21: 1 - 16.

IUFRO Biomass Studies (1973): IUFROS 4.01, work. Party on the Mensuration of the Forest Biomass, College of Life Sciences and Agric., Univ. of Maine at Orono.

MOLCHANOV, A. A. (1961): Les i klimat. (The forest and climate). Izd. AN SSSR, Moscow.

MOLCHANOV, A. A., SMIRNOV, V. V. (1967): Metodika izuchenija prirosta drevesnyh rastenij. (Methods of investigating the increment in forest species). Izd. „Nauka“, Moscow.

NEČESANÝ, V. (1948): Příspěvek k historii dolního Podyjí. (A contribution to the history of the lower basin of the river Dyje). Lesn. práce XXXVII.

NEWBOULD, P. J. (1967): Methods for estimating the primary production of forests. IBP Handbook, 2, Blackwell, Sci. Publ., Oxford.

OVINGTON, J. D. (1962): Quantitative ecology and the woodland ecosystem concept. In: Advances in Ecological Research: 103-192, London-New York.

PENKA, M., VYSKOT, M., KLIMO, E., VAŠŤEK, F. (1985): Floodplain Forest Ecosystem 1. Before Water Management Measures. Elsevier Publ./Academia Praha 468 pp.

POLLANSCHÜTZ, J., ASSMANN, E. (1970): Ergebnis der Umfrage betreffend Forschungsprogramm zur Erforschung der Produktivität von Waldgemeinschaften. IUFRO-IBP.

SMIRNOV, V. V. (1972): Produktivnostj drevostojev podzony chirokolistvennojelovyh lesov. (Productivity of forest stands of the broadleaved spruce forest sub-zone). Soobch. 4 Rastit. resursy, t. VIII, vyp. 1, AN SSSR, Leningrad.

THOMASIUS, H. (1973): Wald Landeskultur und Gesellschaft. Verlag Th. Steinkopf, Dresden.

VYSKOT, M. (1956): Rozbor úrovňové a podúrovňové probírky v lužní doubravě na jižní Moravě. (Analysis of the crown and low thinnings in lowland oak forests in South Moravia). Sborník VŠZ Brno, S. C., No. 1: 68.

----- (1957): Možnosti zvelebení lužních lešů se zvláštním žretem na pěstění dubu. (Possibilities of improvement of the lowland forests with special regard to the cultivation of oak). Lesnická práce (7) 263-272.

----- (1958): Pěstění dubu. (Cultivation of oak). SZN Praha, 288 pp.

----- (1959): Druhová a prostorová skladba Lanžhotského pralesa a poměry přirozené obnovy. (Composition and spacing arrangement of the virgin forest of Lanžhot and the conditions for natural regeneration). Lesnictví (2) 157-174.

----- (1964): Nové poznatky z komparace úrovňové a podúrovňové probírky v porostu dubu letního. (*Q. robur* L.). (New findings obtained in comparison of the crown and low thinnings in a stand of oak (*Quercus robur* L.)) Lesnický časopis (6) 525-558.

----- (1964): Studie o vlivu různé metody a intenzity probírky na mikroklima porostu dubu letního (*Quercus robur*). (The influence of different methods and intensities of thinning on the microclimate of an oak stand (*Quercus robur*). Sborník VŠ Brno, S. C., No. 2: 193-213.

----- (1966): Výsledky komparativního výzkumu úrovňové a podúrovňové probírky u dubu letního (*Quercus robur* L.) za období 1953 - 1964. (Some results obtained from the comparative research activities with the crown and low thinning made in a stand of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) over the period 1953-1964). Lesnický časopis (11) 987-1002.

----- (1970):

Production of a lowland forest in the region of Lednice in South Moravia. Productivity of terrestrial ecosystems – production processes. Čs. nár. kom. MBP.

----- (1986):

Tree Story Biomass in Lowland Forests in South Moravia. Rozpravy ČSAV, řada matem. a přír. věd. 86 (10), Academia Praha, 166 pp.

VYSKOT, M. et al. (1962):

Probírky. (Thinnings). SZN Praha.

----- (1971):

Základy růstu a produkce lesů. (Bases of growth and production of forests). SZN Praha, 444 pp.

YOUNG, H. E. (1974):

Preliminary fresh and dry weight tables for seven tree species in Maine. Techn. Bul. 12, Maine Agr. Exp. St.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Ing., Dr. Sc. Miroslav Vyskot

Lužánecká 6

CZECHOSLOVAKIA

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, semi-aquatischen, 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 funktionseller 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

- 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 hypso-metrischen, hydrologischen und pedologischen

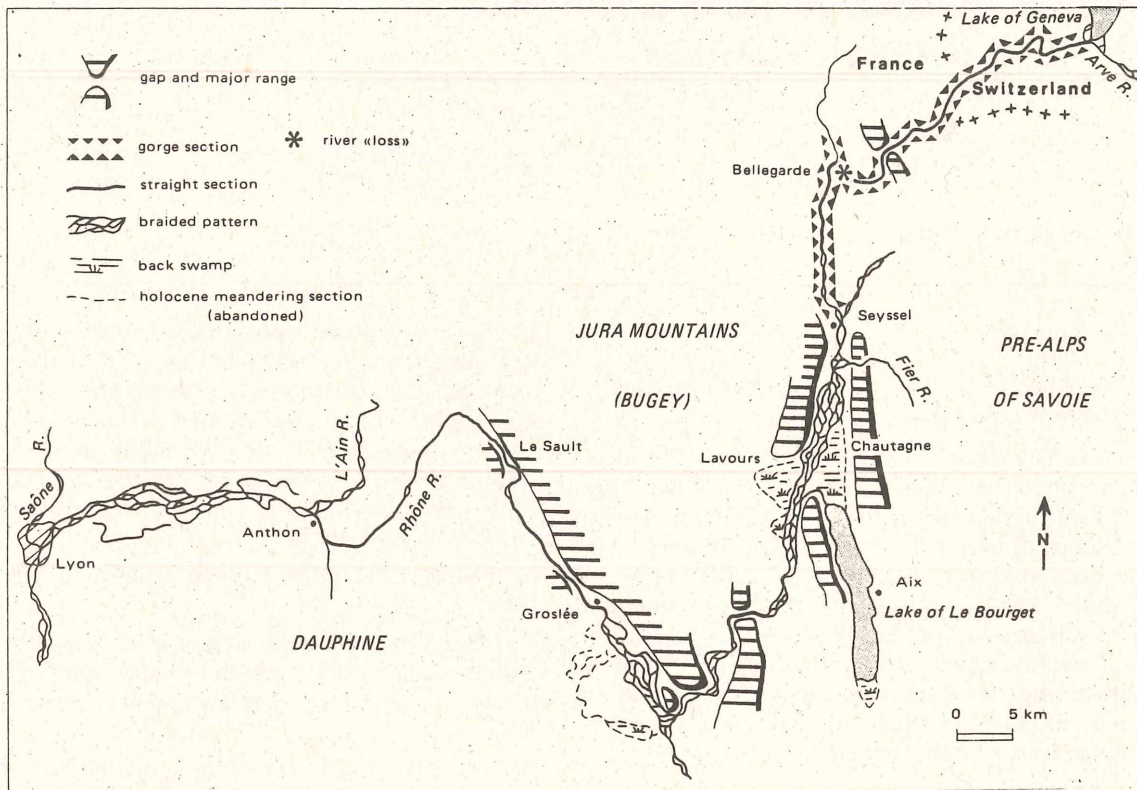


Abbildung 1

Die geomorphologischen Abschnitte der französischen Ober-Rhône

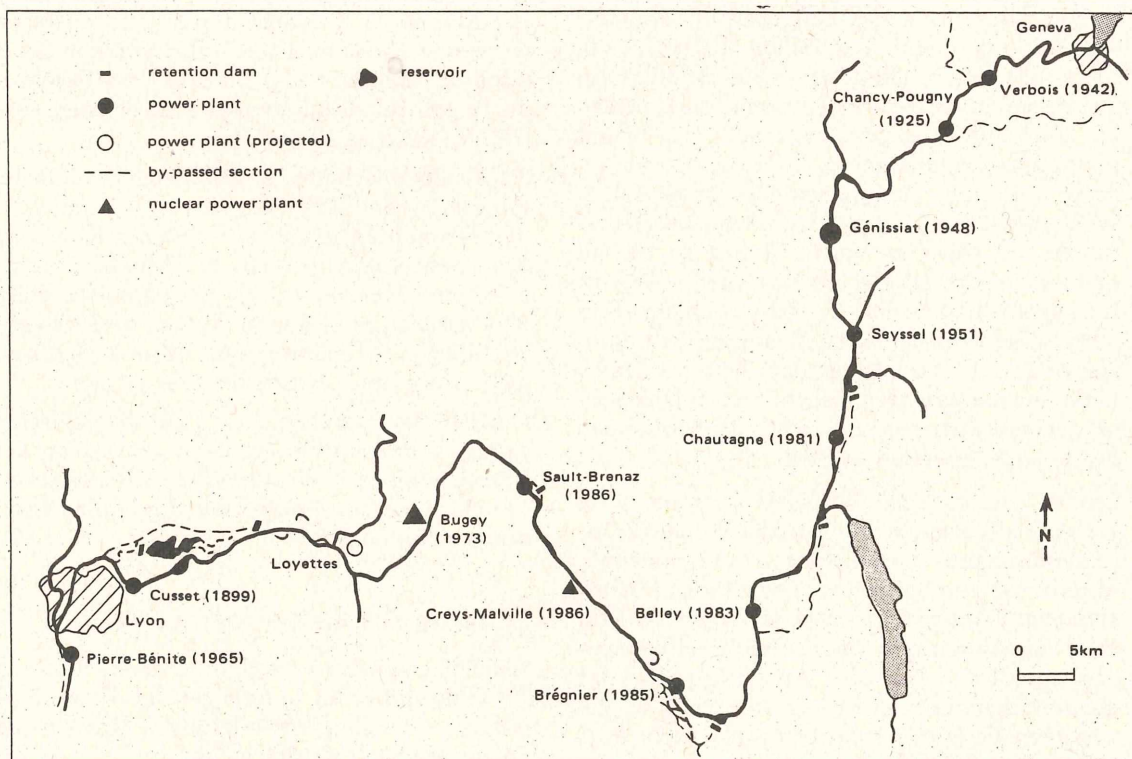


Abbildung 2

Kraftwerke an der französischen Ober-Rhône

Parametern hat zu einer Diversifikation der Arten geführt.

Die seit 1966 auf den Inseln von les Avenières und von Brégner-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 sachalinense*).

Diese Inseln befinden sich in einem durch den Bau des Umgehungskanals der hydroelektrischen Anlage von Brégner-Cordon begründeten 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 Hochwasser-schlamm, 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 cinerea*, *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-

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 Landstyp);
- 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 Umfangs 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, Rottfedern 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, die 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.

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 Schifffahrt 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 semi-aquatischen 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-

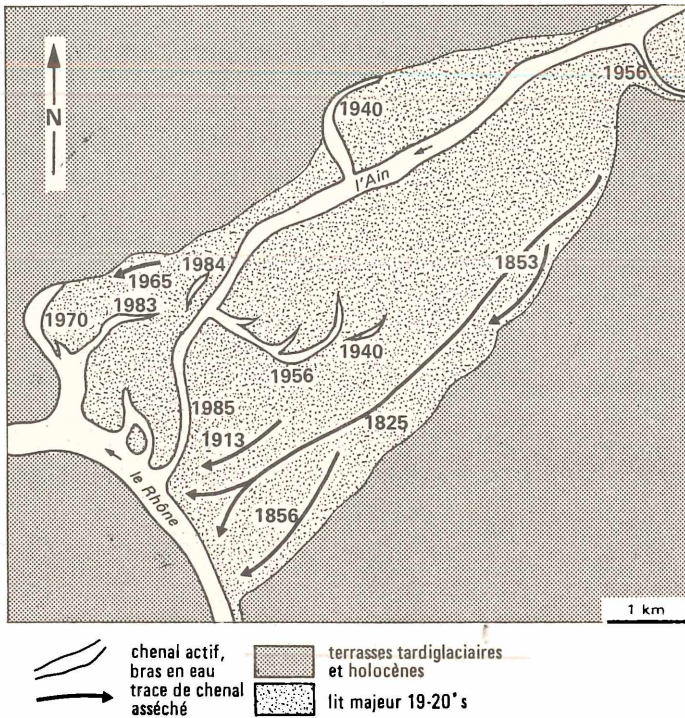


Abbildung 3

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 Pionierstadien, 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 Rhône-gesellschaft 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 Rhône-gesellschaft in Brégnier-Cordon begründigt 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-Brenaz 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-

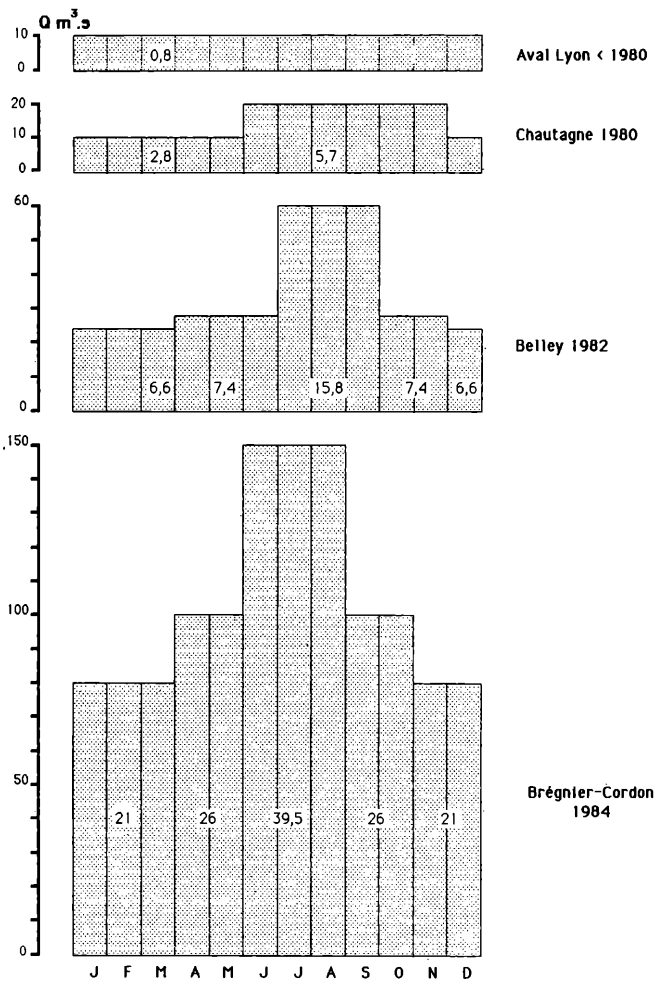


Abbildung 4

Restwassermengen in den durch verschiedene Wasserkraftwerke verkürzten Teilen der Rhône.

Die Zahlen in den Säulen der Graphik entsprechen dem semipermanenten Wasserdurchlaß in Prozent.

azität 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 ($80 \text{ m}^3/\text{sec}$), während er nur $10 \text{ m}^3/\text{s}$ 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)

re) und Entwicklung von Populationen, die denen des rithronischen 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 rithrophilen 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 Aufzuchtzonen 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 $80 \text{ m}^3/\text{s}$ im Winter und $150 \text{ m}^3/\text{s}$ im Sommer) der Bau von Unterwasserschwelen zur Hebung des Wasserspiegels ebenfalls die hydrologische Nutzung des verkürzten Rhonestückes 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

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 $700 \text{ m}^3/\text{s}$ 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 Aue 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 Aue 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

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 Sohlschwelen 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 gegenüberübersetzen, 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 hydro-systems. *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, XIX^e Journées de l'Hydraulique*, 9-11 sept. 1986, question n° IV, *Rapport n° 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 Manneville (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. 112^e 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 écologiques“*, 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. 112^e 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.

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. 1 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

Folgen des Oberrheinausbaus und Möglichkeiten der Auen-Renaturierung

Emil Dister

1. Problemstellung

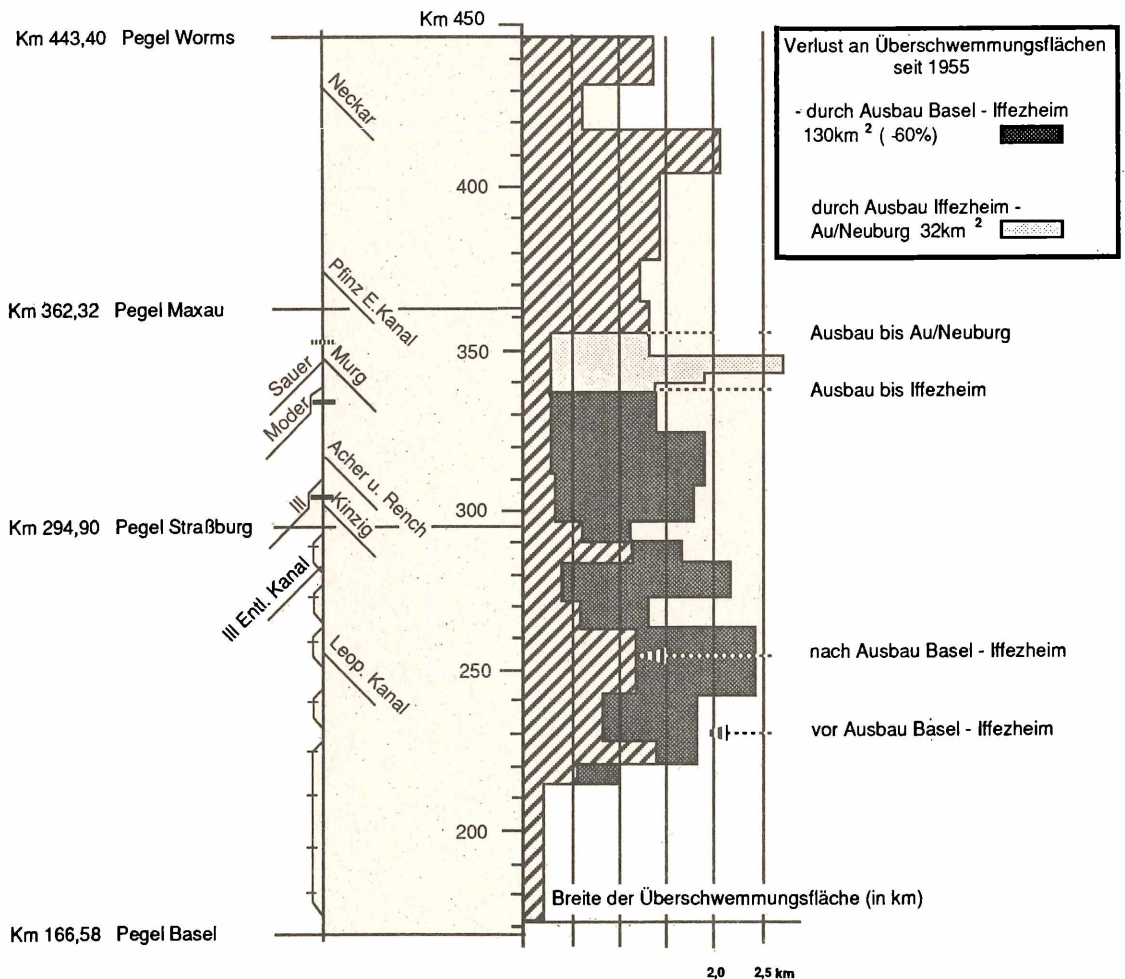
Heute stellt sich am Oberrhein wieder ein Problem, das die Wasserwirtschaftler schon seit mehr als 100 Jahren als gelöst ansahen:

die **Hochwassergefahr**. Als Hauptursache dafür wurde der sog. Moderne Oberrheinausbau seit 1955 identifiziert (vgl. HOCHWASSERSTUDIENKOMMISSION FÜR DEN RHEIN 1978), der durch Staustufenbau und Eindeichungen am südlichen Oberrhein zu einem Verlust von 130 km², d.s. 60 % der vormals (vor 1955) vorhandenen Überflutungsflächen (vgl. Abb. 1) führte.

Eine besondere Gefahr resultiert aus der ausbaubedingten Beschleunigung der Hochwasserwelle des Rheins, wobei die Fließzeit des Wellenscheitels auf der Strecke Basel-Karlsruhe von ehemals 65 Stunden auf weniger als 30 Stunden verkürzt

wurde. Während vor 1955 bei entsprechenden Niederschlagsereignissen im Rheineinzugsgebiet die Nebenflüsse Kinzig, Murg, Ill, Neckar usw. mit ihren Hochwasserwellen vor dem Wellenscheitel des Rheins im Mündungsgebiet ankamen, treffen sie heute zeitgleich mit der Rheinwelle zusammen und bewirken eine wesentliche Aufhöhung der Hochwasserspitze des Hauptstromes (vgl. ROTHER 1985, DISTER 1985 a+b+c, 1986). Diese Überlagerung der Hochwasserwellen und der Verlust von 130 km² Retentionsraum reduzierte die Hochwassersicherheit der Rheinanlieger-Städte, die früher bei einem 200-jährlichen Ereignis lag, auf ein etwa 50-jährliches Hochwasser.

Seit Abschluß des Modernen Oberrheinausbaus im Jahr 1977 gab es bereits eine nie gekannte



Häufung von Spitzenhochwässern. Abflüsse von mehr als 4500 m³/sec am Rheinpegel Worms (unterhalb der Neckar-Mündung) traten erstmalig seit Beginn regelmäßiger Pegelablesungen im Jahr 1819 auch in der Vegetationsperiode auf (vgl. Abb. 2). Dieses neuerliche, durch wasserbauliche Eingriffe hervorgerufene Hochwasserproblem fordert nun unabweisbar Lösungen.

Rein technisch ausgerichtete Konzepte des Hochwasserschutzes, wie sie von der HOCHWASSERSTUDIENKOMMISSION (1978) vorgeschlagen wurden, genügen den heutigen Ansprüchen an landschaftsrelevante Vorhaben, insbesondere aber den ökologischen Erfordernissen nicht mehr. Angesichts des hohen und noch steigenden Stellenwertes, der dem Umweltschutz von unserer Gesellschaft seit einigen Jahren eingeräumt wird, dürften solche Konzepte heute nicht mehr realisierbar sein. Wasserwirtschaft und Ökologie sind daher aufgerufen, gemeinsam nach neuen Lösungen zu suchen. Dabei müssen sich alle Beteiligten der Tatsache bewußt sein, daß mit den notwendigen Maßnahmen eine 4. Phase des Oberrheinausbau – nach der Tulla'schen Korrektur, der Niedrigwasser-Regulierung und dem „Modernen Oberrheinausbau“ – zu greifen beginnt, die die oberrheinische Landschaft tiefgreifend verändern wird. Daher ist es besonders wichtig, ein ausgereiftes, vorausschauendes und die einzelnen Erfordernisse integrierendes Konzept vorzulegen, das der hohen Verantwortung des Menschen für diesen anthropogen so stark belasteten Raum gerecht wird und auch noch nach einigen Jahrzehnten die Aussicht auf weitgehende Akzeptanz in der Fachwelt, der Öffentlichkeit und der Politik haben kann.

2. Nachteile des bisherigen Konzeptes

Das derzeit (noch) von den Bundesländern Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Hessen verfolgte und in den Grundzügen mit Frankreich vertraglich vereinbarte Konzept erfüllt diese Anforderungen nicht. Es zielt allein darauf ab, das geforderte Retentionsvolumen von ca. 210 Mio m³ bereitzustellen, unabhängig davon, mit welchen (ökologischen) Nachteilen dies vor Ort erkaufte wird und ob es in den vorgeschlagenen Räumen sinnvoll durchführbar ist (auf Grund dieser Mängel wurden bereits Planungsvarianten verworfen und neue, bisher nicht vorgesehene Räume in die Planung einbezogen).

Vom Grundsatz her versucht dieses, aus den Vorschlägen der Hochwasserstudienkommission entwickelte Konzept

möglichst wenig Fläche in Anspruch zu nehmen und diese

möglichst selten zu überstauen, dann aber

möglichst viel Volumen unterzubringen, was nur durch

möglichst hohe Wasserstände zu erzielen ist.

Ein derartiges Bestreben erscheint auf den ersten Blick sinnvoll, steht aber den ökologischen Erfordernissen diametral entgegen. Es läuft nämlich im Ergebnis darauf hinaus, die neu zu schaffenden Retentionsräume über ein bis mehrere Jahrzehnte (hoch-)wasserfrei zu halten, um sie dann im Falle des Katastrophenhochwassers zu fluten. In Mitteleuropa existieren aber keine ausdauernden Lebensgemeinschaften, die daran angepaßt sind, in solch großen Zeitabständen u.U. mehrere Meter hoch und 2-3 Wochen lang überstaut zu werden.

Da es sich bei den vorgesehenen Retentionsflächen überwiegend um Waldgebiete handelt, muß

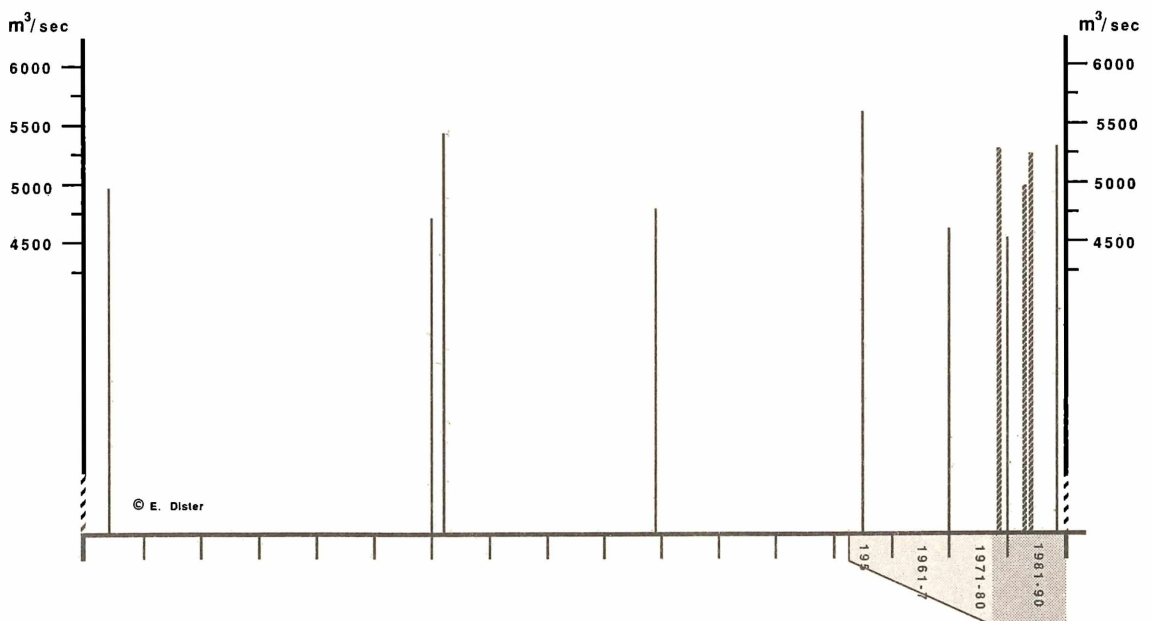


Abbildung 2

Hochwässer über 4500 m³/sec am Pegel Worms.

Die gestreiften Balken markieren Hochwässer in der Vegetationsperiode, das Raster zeigt die Phase des Modernen Oberrheinausbau.

davon ausgegangen werden, daß die betroffenen Wälder, aber auch andere natürliche oder anthropogene Formationen (z.B. Röhrichte, Wiesen) schwer geschädigt werden. Dabei handelt es sich keineswegs um einen einmaligen Vorgang, sondern um einen schwerwiegenden, nachhaltigen und sich in statistischen Intervallen von ein bis mehreren Jahrzehnten (je nach Oberrhein-Abschnitt) wiederholenden Eingriff. Wald im Sinne eines ausgereiften, im Fließgleichgewicht stehenden Ökosystems kann unter diesen Bedingungen wohl kaum Bestand haben; auch eine multifunktionale Forstwirtschaft, wie sie unsere heutige Gesellschaft fordert, dürfte in diesen Wäldern nicht mehr möglich sein. Sofern die beim Retentionsfall beeinträchtigten oder gar zerstörten Lebensgemeinschaften durch andere abgelöst werden, kann nicht von einem Fortbestand dieser Folgegemeinschaften ausgegangen werden, da sie sich lange Zeit unter hochwasserfreien Bedingungen entwickeln, um dann wieder einem technischen Einstau im Katastrophenfall ausgesetzt zu werden.

Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß dieses Konzept und die aus ihm erwachsenden, konkreten Projekte eine weitere erhebliche Verschlechterung des Zustandes von Natur und Landschaft im Oberrhein bewirken werden und als „nicht umweltverträglich“ im Sinne der EG-Richtlinie 85/337 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei Großvorhaben angesehen werden müssen. Dabei spielt es zunächst eine untergeordnete Rolle, mit welcher der drei vorgeschlagenen Ausführungsvarianten von Hochwasserschutzmaßnahmen Sonderbetrieb der Rheinkraftwerke, Bau und Betrieb von Retentionswehren oder Bau und Betrieb von Poldern (besser: Hochwasserrückhaltebecken im Seitenschluß) - der einzelne Teilraum bedacht wird; alle genannten Varianten haben nämlich mehr oder weniger die gleichen Nachteile aus ökologischer Sicht (Näheres siehe DISTER 1985 a+b+c, 1986). Hinzu kommt, daß sich dieses Konzept allen Möglichkeiten der ökologischen Verbesserung landschaftlicher Gegebenheiten und den Bedürfnissen anderer Flächennutzungen (Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Naturschutz, Erholung, Fischerei etc.) verschließt.

3. Grundlagen für ein neues Konzept

3.1 Allgemeine ökologische Anforderungen

Aus ökologischer Sicht kann vom Grundsatz her nur ein solches Konzept akzeptiert werden, das entweder

- die Existenz der bestehenden Lebensgemeinschaften – in unseren Fällen überwiegend Wälder – nicht gefährdet oder aber
- Lebensbedingungen für neue Lebensgemeinschaften schafft, deren Bestand jedoch auf Dauer als gesichert anzusehen ist.

Da die erste Möglichkeit als Basis der Überlegungen ausscheidet, weil sie jegliche Nutzung von Biotopen als Hochwasserretentionsflächen ausschließt, muß

ein neues Hochwasserschutzkonzept auf der zweiten Voraussetzung aufbauen. Dafür bietet sich an, die erstaunliche Hochwassertoleranz der Lebensgemeinschaft der Flußauen zu nutzen.

Weichholzauenwälder aus der Silberweide (*Salix alba*) können unter mitteleuropäischen Verhältnissen im Durchschnitt etwa bis zu 190 Tage pro Jahr und dabei bis über 4 m hoch überflutet werden, ohne daß sie Schaden nehmen; in Extremjahren kann eine Überflutungsdauer bis zu 300 Tagen toleriert werden. Hartholzauenwälder der tiefsten Stufe mit Stieleiche (*Quercus robur*), Flatterulme (*Ulmus laevis*), Feldulme (*Ulmus minor*), Wildbirne (*Pyrus pyramidalis*) und Graupappel (*Populus canescens*) halten im langjährigen Mittel 3 Monate Überflutungsdauer ohne weiteres aus und können dabei in größeren Zeitabständen durchaus 2,50 m hoch unter Wasser stehen (vgl. DISTER 1983, PRPIC 1984, DISTER & DRESCHER 1987, CARBIENER et al. 1987). Auch manche Auenwiesen-Gesellschaften, die dem Verband Cnidion im Sinne von BALATOVA (1969) zuzurechnen sind, können noch bei einer mittleren Überflutungsdauer von 4 Monaten pro Jahr existieren (vgl. DISTER 1980). Befunde von FRITZ (1982), HEIMER (1983) und GERKEN (1984) legen den Schluß nahe, daß auch die den Pflanzengesellschaften eigenen Tiergemeinschaften, zumindest soweit es die von genannten Autoren bearbeiteten Insektengruppen betrifft, mit derart langen Überflutungszeiten zurecht kommen.

In allen Fällen handelt es sich aber um Lebensgemeinschaften am natürlichen Standort der Flußaue. Das impliziert,

daß langanhaltende Überflutungen auf den entsprechenden tiefen Geländeniveaus nahezu jedes Jahr auftreten,

daß sie eine bestimmte, für die jeweilige Lebensgemeinschaft erträgliche Überflutungshöhe nicht überschreiten,

daß das Wasser, wenn auch nur langsam, fließt und dadurch relativ kühl und sauerstoffreich bleibt und

daß die Organismen unter solchen Bedingungen aufgewachsen sind.

Ein ökologisch akzeptables Konzept muß diese Fakten in Rechnung stellen, daß heißt solche hydrologische Bedingungen schaffen, in denen das Katastrophenhochwasser nichts anderes darstellt als ein herausgehobenes Ereignis regelmäßig auftretender Zustände. Dann könnten sich die genannten Biozönosen der Flußauen (Auenwälder, Auenwiesen, Flußröhrichte etc.) entwickeln und auf Dauer existenzfähig bleiben.

3.2 Konzeptionelle Varianten

In der Praxis läuft das darauf hinaus, daß Räume in der Altaue, die seit mehr oder weniger langer Zeit durch Dämme vor Überflutungen geschützt sind, nun wieder an das Regime des Rheins angeschlossen werden müssen. Das Überflutungsgeschehen in diesen Räumen muß sich möglichst eng an die Abflußschwankungen im

Rhein anlehnen; alle Hochwässer, nicht nur die Katastrophenhochwässer, müssen ungehinderter Zugang zu diesen Teilen der Altaue haben. Die Voraussetzungen und Ergebnisse eines derartigen Anschlusses sind in den beiden Abschnitten (s.o.) des Oberrheins unterschiedlich.

Auf der modern ausgebauten Oberrheinstrecke zwischen Basel und Iffezheim ist der Anschluß an das Rheinregime in der Regel nur dadurch zu erreichen, daß Wasser aus den Stauhaltungen durch Auslaufbauwerke entnommen und in die Altaue eingeleitet wird; unterhalb der Staustufe muß es dann entweder in den Stauwurzelbereich der nächsten Staustufe eingeleitet oder/und in den anschließenden Altauen weitergeführt werden (vgl. Abb. 3). Ökologisch sehr ungünstig ist dabei, daß von den Kraftwerksbetreibern bei Abflüssen unterhalb der Ausbauwassermenge der Kraftwerke, d.h. je nach Anlage unterhalb von 1100 bis 1400 m³/sec (MQ= ±1100 m³/sec), kein Wasser zur Verfügung gestellt wird. Nachteilig ist weiterhin, daß der gesamte Überflutungsvorgang technisch gesteuert werden muß. Es braucht nicht weiter erläutert zu werden, daß das Wirkungsgefüge der Aue bei dieser Ausführung, die mit „**Fließpolder**“ bezeichnet wird, nicht in allen wesentlichen Punkten wiederherstellbar ist; so ist beispielsweise die Dynamik der Grundwasserstände nur sehr begrenzt zu reaktivieren, auch der Austausch von Organismen (Fische !) zwischen Fluß und Aue bleibt dabei extrem eingeschränkt (s. u., vgl. auch SCHIEMER 1986).

Immerhin kann der Fließpolder bei entsprechender Steuerung eine deutliche Verbesserung der ökologischen Verhältnisse und einen erheblichen

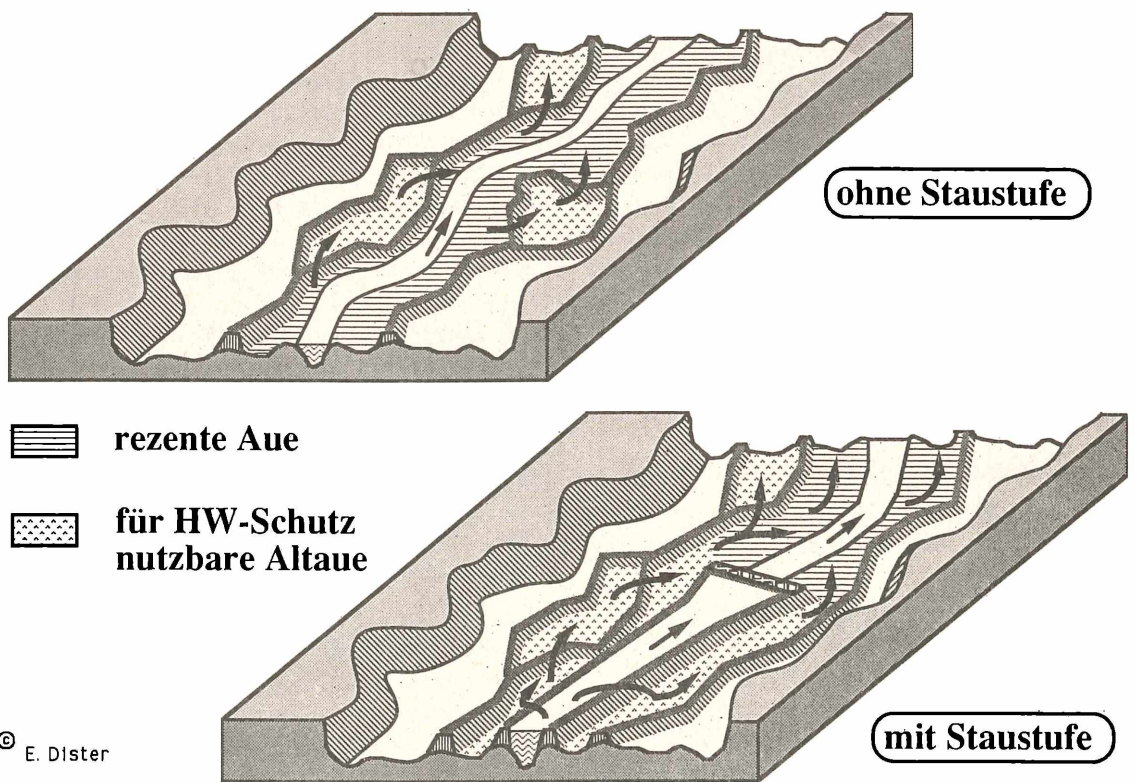
Beitrag zur Dämpfung der Hochwassergefahr leisten; insgesamt gesehen erscheint er daher unter den ungünstigen Rahmenbedingungen der modern ausgebauten Oberrheinstrecke eine im Grundsatz noch akzeptable Lösung.

Ganz andere Möglichkeiten eröffnen sich dagegen unterhalb der letzten Staustufe auf der nicht modern ausgebauten Strecke. Hier kann man die bestehenden Dämme an geeigneten Stellen niederlegen und auf die landeinwärts liegende, alte Tulla'sche Dammlinie zurückgehen oder – wo eine zweite Dammlinie fehlt – neue Dämme in der rückwärtigen Altaue errichten; örtlich kann man sogar bis zum natürlichen, als deutliche Geländestufe ausgeprägten Rand der Aue, dem sog. Hochufer zurückweichen, so daß dort auf Dammbauten vollständig verzichtet werden kann. Diese Lösung wird als **Renaturierung** der Altaue bezeichnet. Die Nachteile der Fließpolder-Lösung können hier vollständig entfallen, wenn man nicht auf die Ausschöpfung des theoretischen Maximums an Retentionsvolumen bedacht ist. Aus ökologischer Sicht stellt dies zweifellos die günstigste Lösung des Hochwasserproblems dar, da sie die ökologischen Anforderungen gleichrangig berücksichtigt.

Damit verkehren sich bei diesem Konzept die oben genannten Grundsätze der Hochwasserstudienkommission nahezu in ihr Gegenteil. Es wird nämlich angestrebt,

möglichst viel Fläche in Anspruch zu nehmen und diese

möglichst häufig zu überfluten, dabei aber



© E. Dister

Abbildung 3

Möglichkeiten des Anschlusses von Altaue-Gebieten an das Überflutungsregime des Rheins mit und ohne Staustufen.

möglichst nicht das Maximum an Volumen pro Fläche unterzubringen, um dadurch möglichst nicht zu hohe Wasserstände zu erzielen.

3.3 Zusätzliche ökologisch-ökonomische Vorteile

Beide Varianten des Anschlusses von Teilen der Altaue an das natürliche Überflutungsregime des Rheins haben im Vergleich mit dem technischen Einstau den Vorteil,

- dauerhaft existenzfähige Lebensgemeinschaften, die im Falle der Renaturierung sogar einen hohen Gefährdungsgrad und eine hohe Schutzwürdigkeit besitzen, wieder zu schaffen,
- alle Hochwässer, nicht nur die Katastrophenhochwässer, zu dämpfen und
- teilweise (Fließpolder) oder vollständig (Renaturierung) ohne die sehr aufwendige und kostspielige Steuerung auskommen zu können.

Daneben erfüllen sie noch eine Reihe von wichtigen Funktionen, denen unverständlicherweise kaum Beachtung geschenkt wird. So wissen wir aus den laufenden Untersuchungen von OBRDLIK, BERGER & SCHURICHT (in Vorb.) am mittleren Oberrhein, daß die Auen eine entscheidende Rolle bei der Selbstreinigung der Gewässer

- hier des Rheins - spielen. Diese Funktion kommt natürlich in Zeiten hoher Wasserstände viel stärker zum Tragen als bei Niedrigwasser, da dann sehr viel größere Auenflächen mit Wasser bespannt sind. Nur permanent an den Fluß angeschlossen Auen können diese Funktion erfüllen.

Durch den permanenten Anschluß von (ehemaligen) Auenflächen an das Wasserregime des Rheins erfolgt ein ständiger, in Zeiten hoher Abflüsse stark erhöhter Eintrag von Nährstoffen. Dieser macht die Auen mit zu den produktivsten Ökosystemen, die wir kennen. Nach überschlägigen Ermittlungen liegt die Produktion von Holzmasse in den regelmäßig überschwemmten Vorländern des Oberrheins um rund $\frac{1}{3}$ höher als unter sonst gleichen Bedingungen landseits der Hochwasserdämme.

Mit der Erweiterung des Überflutungsraumes vergrößert sich auch die Oberfläche, aus der Wasser bei Überschwemmungen in den Aquifer infiltrieren kann. Dieses Wasser wird also der Hochwasserwelle entnommen, vorübergehend im Aquifer gespeichert und nach Ablauf des Hochwassers dem Fluß als sauberes Grundwasser sukzessive wieder zugegeben. Über die Größe dieser Austauschvorgänge liegen inzwischen z.B. für das Auengebiet südlich Karlsruhe aufgrund eines Grundwassermodells der LfU Baden-Württemberg (GENGNAGEL, mündl. Mitt.) detaillier-

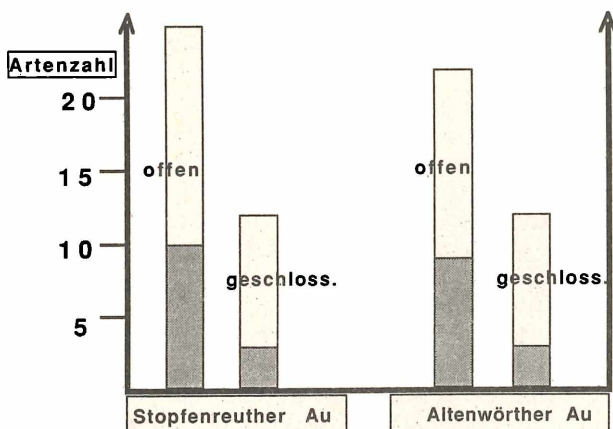
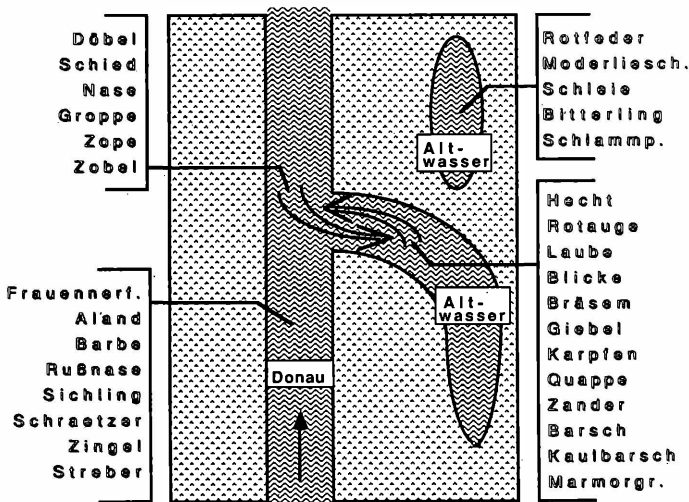


Abbildung 4

Biotopansprüche der Fische (oben) und die Wirkung der Abtrennung von Fluß und Aue auf ihre Artenzahl (unten), untersucht in den Donau-Auen im Großraum Wien (nach SCHIEMER 1986, verändert).

Nur ein Teil der Fischarten hält sich permanent entweder in den Auengewässern oder im Fluß auf, der andere Teil wechselt zwischen Fluß und Aue (oben). In Fluß- bzw. Auenabschnitten ohne diese Austauschmöglichkeit reduziert sich die Artenzahl drastisch (unten), insbesondere bei den gefährdeten Fischarten (gerasterte Säule).

te Erkenntnisse vor. Vegetationsökologisch und limnologisch ist diese subterrane Zwischenspeicherung und Reinigung von Oberflächenwasser von erheblicher Bedeutung. Hier zeigt sich allerdings bereits, daß die Fließpolder-Lösung diese Funktion nur begrenzt erfüllen kann und gegenüber der Renaturierung zurückfällt.

Noch deutlicher wird der Unterschied, wenn Funktionen betrachtet werden, die von der Art und Anzahl der (offenen) Verbindungen zwischen Fluß und Aue sowie von dem Natürlichkeitsgrad des Überflutungsregimes abhängen. Untersuchungen in den Donau-Auen bei Wien zeigten nämlich, daß die Artenzahl und die flächenbezogene Menge (Abundanz) der Fische direkt abhängig ist von dem Vorhandensein und der Größe angeschlossener Auen (vgl. Abb. 4, SCHIEMER 1986). Das ist zum einen auf die ökologische Vielgestaltigkeit der Gewässer in einer dynamischen Aue (lotische/lenitische, kalt-stenotherme/eurytherme, kiesige/schlammige, oligotrophe/eutrophe Gewässertypen bzw. -strecken etc.) zurückzuführen (vgl. CASTELLA 1987), zum anderen aber rührt es daher, daß etliche Fischarten für bestimmte Funktionen (z.B. Abbläichen, Nahrungsaufnahme, vgl. auch ANTI-PA 1911) gezielt zwischen Fluß und Aue wandern; diese Feststellungen gelten für den Rhein in gleicher Weise. Jede Erweiterung der Aue und jede offene, in beide Richtungen durchgängige Verbindung zwischen Fluß und Aue kommt somit der Fischfauna zugute.

Schließlich verbessert die Erweiterung des natürlichen Überflutungsgebietes die Möglichkeit des genetischen Austausches zwischen oberstromig und unterstromig gelegenen Auenbereichen. Auen-Ökosysteme, die sich ja entlang der Fließgewässer wie Adern durch die Landschaft ziehen, bilden von Natur aus Vernetzungsstrukturen und sind ihrerseits aber in hohem Umfang auf die Vernetzung und die Zufuhr von genetischem Material aus anderen Auenbereichen angewiesen.

3.4 Einbindung anderer Nutzungen

Nahezu unüberwindliche Schwierigkeiten standen diesem Konzept noch vor wenigen Jahren aufgrund seines merklich höheren Flächenbedarfs entgegen. Dabei verursacht die Einbeziehung von Wäldern der Altaue objektiv gesehen, auch wenn von forstlicher Seite gelegentlich anderes zu hören ist, die geringsten Probleme.

Es handelt sich nämlich um ehemalige Auenwälder, die vor mehr oder weniger langer Zeit regelmäßig überflutet wurden und dementsprechend häufig noch viele Elemente und Merkmale der echten Auenwälder tragen. Ihre Entwicklung von der autotypischen Struktur und Artensammensetzung weg ist keineswegs abgeschlossen und durchaus wieder umkehrbar. Die Rückführung zu einem Auenstandort verbessert die Wuchsbedingungen entscheidend, da einerseits der Nährstoffeintrag erhöht wird, andererseits aber die Wälder von den hohen

Wasserständen im Sommer profitieren, wenn es in dem klimatisch trockenen Oberrheingraben besonders notwendig ist. Auch können in der Aue Holzarten angebaut werden, für die wenig andere Standorte in Frage kommen. Die Forstwirtschaft kann also langfristig gesehen aus der Rückverlegung der Dämme Vorteile ziehen, wobei die beträchtlichen Probleme in der Umbauphase keineswegs verkannt werden dürfen. Auch die Tatsache, daß sich die meisten Waldbestände im Eigentum der öffentlichen Hand befinden, erleichtert die Realisierung dieser Konzeption.

Schwieriger war dagegen die Einbeziehung von Flächen der Landwirtschaft. Selbst wenn man davon ausgeht, daß der bei weitem größte Flächenbedarf aus (ehemaligen) Auenwäldern gedeckt werden kann, so war und ist es unvermeidlich, kleinere landwirtschaftlich genutzte Gebiete in den Überflutungsbereich einzubeziehen. Wiesen, soweit sie überhaupt noch am Oberrhein vorhanden sind, erweisen sich dabei als unproblematisch, da sie gut mit den Überflutungen zurecht kommen. Ackerbaulich genutzte Flächen, die zudem i.d.R. in Privateigentum stehen, waren nur unter größten Schwierigkeiten verfügbar.

Das hat sich geändert, seit die Europäische Gemeinschaft versucht, durch Stilllegung und Extensivierung landwirtschaftlicher Nutzflächen die agrarische Überproduktion zu drosseln. Heute bietet es sich geradezu an, diese Instrumente der Agrarpolitik in den Flußauen einzusetzen, da sie hier nicht nur besonders effektiv (hochproduktive Standorte!) greifen, sondern zusätzlich die Probleme

- des Hochwasserschutzes,
- des Grundwasserschutzes (vor Nitrat und Pestiziden)
- des Naturschutzes (z.B. Erhaltung von Grünland) und
- der Erholung

wesentlich entschärfen können. Die Einbindung landwirtschaftlicher Nutzflächen in ein neues Hochwasserschutzkonzept ist also zum Vorteil der Landwirtschaft und zur Optimierung des Konzeptes anzustreben.

Unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes findet die Wiederanbindung von Flächen der Altaue an das Überflutungsregime des Rheins keineswegs ungeteilte Zustimmung. Innerhalb des Naturschutz-Lagers stehen sich nämlich zwei Auffassungen gegenüber. Die rein konservierende Richtung lehnt grundsätzlich jede Veränderung eines als \pm schutzwürdig erachteten, gegenwärtigen Zustandes ab, auch wenn dieser nur gegen natürlich ablaufende Prozesse und durch ständige menschliche Eingriffe zu erhalten ist; aus dieser Grundauffassung heraus wird mitunter sogar die Renaturierung abgelehnt. Demgegenüber steht die ökologisch-wissenschaftliche Richtung, die für einen möglichst wenig gestörten Ablauf charakteristischer, natürlicher Prozesse eintritt. Aus ihrem Verständnis heraus ist konsequenterweise die Wiederanbindung ehemaliger Auen an das Regime des Flusses

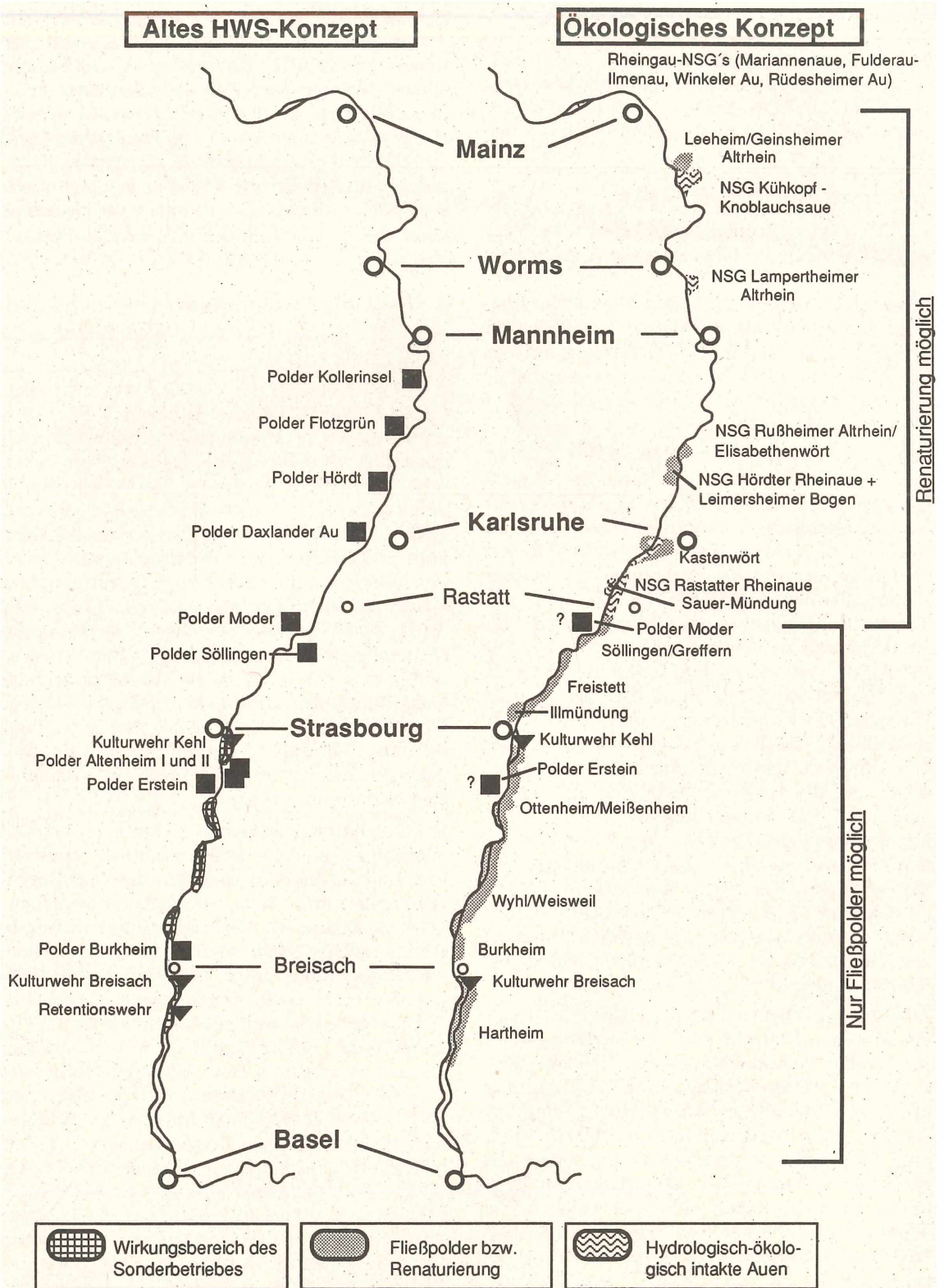


Abbildung 5

Das alte und ein mögliches neues, ökologisches Konzept für den Hochwasserschutz und die Verbesserung der ökologischen Verhältnisse am Oberrhein.

Im nördlichen Oberrhein-Abschnitt sind nur die größten und bedeutendsten Renaturierungsgebiete eingetragen, dazu ferner die wichtigsten hydrologisch-ökologisch intakten Auengebiete.

im Grundsatz anzustreben, auch wenn dabei die eine oder andere seltene Art mengenmäßig reduziert wird oder lokal verschwindet. Die Diskussion über diese beiden Auffassungen und ihre Folgen ist von grundsätzlicher Natur, sehr vielschichtig und bedarf der Betrachtung konkreter Fälle (vgl. DISTER 1986); sie soll deswegen an dieser Stelle nicht vertieft werden.

4. Bausteine für ein neues Konzept

Ein neuer Weg im Hochwasserschutz verlangt zunächst einmal das Eingeständnis, daß das alte, auf den Vorschlägen der Hochwasserstudienkommission aufgebaute Konzept gescheitert ist. Er verlangt weiterhin die klare Absicht der drei betroffenen Bundesländer Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Hessen ein neues, einheitliches und auf gleichen Grundsätzen beruhendes Konzept entwerfen zu wollen.

Beim Entwurf eines neuen Konzeptes kommt man auch nicht umhin, sich mit den bereits fertiggestellten bzw. bestehenden Hochwasserschutzanlagen auseinanderzusetzen. Es sind (aus dieser Sicht glücklicherweise) nur die beiden Kulturwehre Breisach und Kehl sowie die Polder Altenheim I und II (vgl. KUHLE 1984), dazu kommt die Möglichkeit, die Rheinkraftwerke im Sonderbetrieb zu fahren (Näheres dazu bei DISTER 1985, 1986, vgl. auch Abb. 5). Natürlich wird man sinnvollerweise nicht auf die Nutzung der Wehre zur Hochwasserretention verzichten, doch sollte der Einsatz dieser Anlagen umweltverträglich, d.h. nach den oben ausgeführten ökologischen Grundsätzen erfolgen. Anders sieht es bei den beiden Poldern auf deutscher Seite aus. Sie könnten mit nicht allzu großem Aufwand umgebaut und in ein neues Konzept integriert werden. In ihrer jetzigen Konzeption sind sie nicht nur aus ökologischer Sicht negativ zu bewerten, sondern verhindern auch die Nutzung des südlich angrenzenden Gebietes bei Meißenheim/Ottenheim als Retentionsraum.

Ein vordringlicher und sehr wichtiger Schritt zu einem neuen Konzept muß die Sicherung aller potentiellen Retentionsräume sein. Bei einer Planung, die zu ihrer Realisierung mindestens 2 Jahrzehnte braucht, muß unbedingt verhindert werden, daß zwischenzeitlich durch Überbauung oder andere ausschließende Nutzungen geeignete Flächen verloren gehen. Danach sind umfangreiche Untersuchungen all dieser Flächen vor allem auf planerischer, hydrologischer, ökologischer und technischer Ebene einzuleiten.

Im Ergebnis würde ein neues Konzept, das gleichrangig den Hochwasserschutz und die Verbesserung der landschaftlichen Verhältnisse am Oberrhein betreibt, aus folgenden Bausteinen bestehen (vgl. Abb. 5):

- bereits **einsatzfähige Anlagen** des alten Konzeptes (Kulturwehre, Sonderbetrieb der Rheinkraftwerke)
- **Fließpolder** (oder vergleichbare Anlagen) mit Schwerpunkt am südlichen, modern ausgebauten Oberrhein

- **Renaturierung** unterhalb der modernen Ausbaustrecke

Ein solches Konzept müßte möglichst bald mit der französischen Seite diskutiert werden, da hier die Vorarbeiten für eine reine Polder-Lösung (Erstein, Moder) sehr weit gediehen sind. Auch im Elsaß gibt es nämlich, wenngleich mit weitaus mehr technischen Schwierigkeiten verbunden, zumindest die Möglichkeit des Baus von Fließpoldern (III-Mündung!). Die französischen Auen-Experten unterstützen dieses neue Konzept nämlich einhellig (CARBIENER, mündl. Mitt.).

5. Aussichten für die Zukunft

Daß ein derartiges Konzept die gewünschten ökologischen Ergebnisse bringt, kann inzwischen aufgrund mehrjähriger Erfahrungen aus einem unfreiwilligen Großversuch belegt werden. Im größten Auen-Naturschutzgebiet Mitteleuropas, dem NSG „Kühkopf-Knoblachsaue“ am hessischen Oberrhein im Raum Darmstadt, brach nämlich bei dem großen Hochwasser im April 1983 das innere Deichsystem der Insel „Kühkopf“. Die Bruchstellen wurden später nicht mehr geschlossen, landwirtschaftlich intensiv genutzte Flächen in einem Umfang von etwa 400 ha und 300 ha Wald blieben seitdem an das Überflutungsregime des Rheins angeschlossen. Der Verfasser und später das WWF-Auen-Institut hatten die Möglichkeit, die Sukzession auf diesen Flächen wissenschaftlich zu verfolgen. Dabei wurden mehrere, Varianten (gezäunt/ungezäunt, gemäht/ungemäht) auf mehreren, unterschiedlichen Standorten untersucht.

Die Ergebnisse stimmen sehr optimistisch. Die Sukzession verläuft außerordentlich rasch in Richtung auf autotypische Pflanzen- und Tiergesellschaften hin. Dabei verursachten die Hochwässer, besonders das sehr langanhaltende Sommerhochwasser des Jahres 1987, starke Entwicklungsschübe, da sie sehr konkurrenzkräftige, aber nicht hochwassertolerante Arten (z.B. *Cirsium arvense*) weitgehend ausmerzten, auf diese Weise konkurrenzschwache Bedingungen schufen, unter denen dann die bereits vorhandenen oder durch das Hochwasser eingetragenen Diasporen von typischen Auen-Arten aufkommen konnten. Etliche charakteristische, z.T. seit Jahrzehnten nicht mehr in Hessen beobachtete, seltene und gefährdete Pionierarten offener Sandflächen (z.B. *Anthicus bimaculatus*, Coleoptera: Anthicidae; *Bembidion argenteolum*, Coleoptera: Carabidae) konnten in erheblicher Menge festgestellt werden (vgl. FLÖSSER 1987). Über die Ergebnisse dieser Untersuchungen soll an anderer Stelle ausführlich berichtet werden.

Ob dieser Großversuch trotz seiner überraschend positiven Resultate die Kritiker solcher Lösungen überzeugen kann, ist zweifelhaft. Auch sind die häufigen Personalwechsel in den zuständigen Ministerämtern der Länder nicht geeignet, von der politischen Führung her den Weg für ein neues Konzept freizumachen. Immerhin hat sich innerhalb der Wasserwirtschaft Baden-Württem-

bergs eine starke Strömung herausgebildet, die diesem Konzept aufgeschlossen gegenüber steht; in den anderen Bundesländern ist das bisher nicht der Fall. Selbst wenn es gelänge, ein neues Konzept mit den beschriebenen Grundlagen bei den verschiedenen betroffenen Verwaltungen durchzusetzen, so würde es auf den entschiedenen Widerstand der Gemeinden stoßen. Diese sind, – trotz anderslautender öffentlicher Beteuerungen – von wenigen Ausnahmen abgesehen, kaum an einer ökologischen Entwicklung ihrer Gemarkung interessiert, sondern setzen nach wie vor einseitig auf Zuwachs an Industrie-, Gewerbe- und Siedlungsflächen. Auch ist von einer Solidarität der Rheinanlieger untereinander, die zur Lösung der Probleme unerlässlich ist, wenig zu spüren. Der Verfasser bleibt trotzdem optimistisch, da nach seiner Auffassung über kurz oder lang kein Weg an einer ökologisch akzeptablen Lösung vorbeiführt.

6. Literatur

- ANTIPA, G. (1911):
Das Überschwemmungsgebiet der unteren Donau. – Ann. Inst. Geol. Rom., 4: 225-496
- BALATOVA-TULACKOVA, E. (1969):
Beitrag zur Kenntnis der tschechoslowakischen Cnidion venosi-Wiesen. – Vegetatio, 17: 200-207
- CARBIENER, R., E. DILLMANN, E. DISTER & A. SCHNITZLER (1987):
Variations de comportement et vicariances écologiques d'espèces en zone inondable: l'exemple de la plaine du Rhin. – in: HUMBERT, J., A.-R. CLOOTS & G. MAIRE (Hrsg.): Crues et Inondations: 237-259; Strasbourg
- CASTELLA, E. (1987):
Apport des macroinvertébrés aquatiques au diagnostic écologique des écosystèmes abandonnés par les fleuves. Recherche méthodologique sur le Haut-Rhône français. – Diss. Univ. Lyon I.
- DISTER, E. (1980):
Geobotanische Untersuchungen in der hessischen Rheinaue als Grundlage für die Naturschutzarbeit. Diss. Math.-Nat. Fak., Göttingen
- (1983):
Zur Hochwassertoleranz von Auenwaldbäumen an lehmigen Standorten. – Verh. Ges. Ökol. (Mainz 1981) 10: 325-366
- (1985 a):
Auenlebensräume und Retentionsfunktion. – ANL-Tagungsber. (Die Zukunft der ostbayerischen Donaulandschaft) 3: 74-90
- (1985 b):
Zur Struktur und Dynamik alter Hartholzauenwälder (Quercu-Ulmetum ISSL. 24) am nördlichen Oberrhein. – Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich, 123: 13-31
- (1985 c):
Taschenpolder als Hochwasserschutzmaßnahme am Oberrhein. – GR, 37, 5: 241-247
- (1986):
Hochwasserschutzmaßnahmen am Oberrhein. Ökologische Probleme und Lösungsmöglichkeiten. – Geowissenschaften in unserer Zeit, 4, 6: 194-203
- DISTER, E. & A. DRESCHER (1987):
Zur Struktur, Dynamik und Ökologie lang überschwemmter Hartholzauenwälder der unteren March (Niederösterreich). – Verh. Ges. Ökol. (Graz 1985) 15: 295-302
- FLÖSSER, E. (1987):
Die Arthropoden der Pionierphase der Primärsukzession auf neu entstandenen Sandflächen in der Rheinaue (Kühkopf). – Dipl.-Arb. FB Biologie, Univ. Frankfurt, 121 pp.
- FRITZ, H.-G. (1982):
Ökologische und systematische Untersuchungen an Diptera/Nematocera (Insecta) in Überschwemmungsgebieten des nördlichen Oberrheins. Ein Beitrag zur Ökologie großer Flußauen. – Diss. FB 10, TH Darmstadt
- GERKEN, B. (1984):
Intakte Auen am südlichen Oberrhein im Hinblick auf bodenlebende Coleopteren. – Colloques phytosociologiques, 9 (Les forêts alluviales, Strasbourg): 717-730
- HEIMER, W. (1983):
Auswirkungen von Wasserstandsschwankungen auf Diptera/Brachycera (Insecta) in Naturschutzgebieten der Hessischen Rheinaue. – Diss. FB 10, TH Darmstadt
- HOCHWASSERSTUDIENKOMMISSION f.d. RHEIN (1978):
Schlußbericht. – 59 pp. + Anhangsband
- KUHL, D. (1984):
Das Kulturwehr Kehl/Straßburg und die Seitenpolder des Rheins bei Altenheim. – Wasserwirtschaft, 74, 7/8: 361-365
- OBRDLIK, P., W. BERGER & J. SCHURICHT (in Vorb.):
Phytoplankton and Primary Production of an Active Rhine's Floodplain. – Floodplain-Symposium Baton Rouge
- PRPIC, B. (1984):
Anthropogene Einflüsse auf Waldökosysteme im mittleren Sava-Flußbereich im Lichte einer Synthese synchroner ökologischer Messungen. – Bilten, Društva ekologna Bosne i Hercegovine, Ser. B, 2, 1: 441-445 (kroat. m. dt. Zusammenfassg.)
- ROTHER, K.-H. (1985):
Möglichkeiten des Ausgleichs der Hochwasserverschärfung aus dem Oberrheinausbau. – Wasserbau-Mitteilungen (der TH Darmstadt), 24: 47-55
- SCHIEMER, F. (1986):
Fischereiliche Bestandsaufnahme im Bereich des Unterwassers der geplanten Staustufe Wien. – Studie im Auftrag der Stadt Wien, 105 pp.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Emil Dister
WWF-Auen-Institut
Josefstr. 1
D-7750 Rastatt

Regeneration geschädigter Flußauen an der österreichischen Donau

Hans Wösendorfer

Am österreichischen Donauabschnitt gibt es rund 275 km² Auwälder. Der Großteil davon liegt in Niederösterreich. 130 km² befinden sich im Tullnerfeld (westlich von Wien) und 90 km² im Marchfeld, östlich von Wien bis zur March, die die Grenze zur Tschechoslowakei bildet. Entlang der March und unteren Thaya gibt es rund 30-35 km² Auwälder und Überschwemmungswiesen.

Im Tullnerfeld handelt es sich um ein großes, geschlossenes Auegebiet, in dem intensive Forstwirtschaft, die Jagd und der Erholungsbetrieb vorherrschen. Durch den Bau der Donaukraftwerke Altenwörth (1973-1976) und Greifenstein (1981-1984) wurde die Stromlandschaft zerstört und der Wasserhaushalt der Auen umgestaltet. Durch den Bau von „Gießgängen“ soll die Wasserversorgung der Auen gewährleistet werden.

Die Auen des Marchfeldes, zwischen Wien und Wolfsthal, liegen an einer Fließstrecke der Donau, die laut Regierungsbeschluß vom Juni 1987 mittels der beiden Wasserkraftwerke „Wildungsmauer“ und „Wolfsthal II“ ausgebaut werden soll. Gleichzeitig soll in dieser Auenlandschaft der Nationalpark „Donau-March-Thaya-Auen“ errichtet werden. Im Gefolge der „Hainburg-Diskussion“, und vor allem auch im Rahmen der dem Konflikt folgenden „Ökologiekommision“, wird in Österreich über die Möglichkeiten zur Regeneration geschädigter Flußauen relativ ausführlich diskutiert. Dabei sind zwei Themenkreise im Vordergrund. Einerseits die Einschätzung ökotechnischer Begleitmaßnahmen beim Bau von Donaustaustufen, bei uns zulande „Gießgang-Diskussion“ genannt. Andererseits Maßnahmen zur Fließstreckenerhaltung und Verbesserung der Dynamik von Auökosystemen ohne Kraftwerkserrichtung, wie sie seitens der Naturschutzvereine und der Nationalparkplanung entworfen werden. Dabei ist in den letzten Jahren in Österreich die naturwissenschaftliche Erforschung der terrestrischen und aquatischen Ökotope der Auen- und Stromlandschaft an der Donau intensiviert worden.

1. Wandel und ökologische Entwertung der Auen- und Stromlandschaften

Sollen die Begriffe „Regeneration“ und „geschädigte Flußau“ näher definiert werden, dann wird man daran erinnert, daß an der Donau, ähnlich wie an vielen Flüssen Europas und Nordamerikas, wenigstens drei verschiedene Zustandsphasen zu unterscheiden sind:

- die „**Urlandschaft**“, Auenlandschaften ohne maßgeblichen menschlichen Einfluß; an der Donau bis etwa 1850 anzutreffen; kennzeichnend sind das Vorhandensein von Haupt- und Nebengerinnen, von großen Erosions- und Sedimentationsvorgängen, von Eisstauhochwässern mit nachfolgenden Gerinneverlegungen usw.;
- die „**alte Stromlandschaft**“, geprägt von den großen Regulierungen, die an der Donau im wesentlichen zwischen 1850 und 1910 durchgeführt wurden; charakteristisch sind die Zusammenfassung der Haupt- und Nebenarme zu einem Strombett, in dem mit Bühnen und Leitwerken eine Schiffsfahrtsrinne auch für den abflußarmen Zeitraum gesichert wird (Niederwasserregulierung), und die Einschränkung des Hochwasserabflußgebietes durch Hochwasserschutzdämme;
- die „**Stauufen-Kette**“, geprägt durch die Aneinanderreihung von Flußkraftwerken bei teilweiser Nutzung der Auegebiete als Überschwemmungsflächen.

Der Übergang von der ursprünglichen Auenlandschaft zur von der 1. Regulierung geprägten „alten Stromlandschaft“ brachte eine Reihe negativer ökologischer Auswirkungen mit sich, die etwa wie folgt charakterisiert werden können:

- eine Verkürzung der Verweilzeit von Hochwässern im Auwald und eine verringerte Hochwasserhäufigkeit im Auwald,
- eine verstärkte Verlandung der meisten Auegewässer und ein „Auslaufen“, d.h. Trockenfallen der Altarme bis auf die natürlichen Furten,
- auf lange Strecken eine Sohleintiefung aufgrund erhöhter Fließgeschwindigkeit, jedoch hauptsächlich für die niederen und weniger für die höheren Wasserstände eine Absenkung der Spiegellagen,
- eine dieser Tendenz gleichlaufende bereichsweise Absenkung der – weiterhin schwankenden – Grundwasserspiegel, und
- den Entzug des Hochwassereinflusses für alle außerhalb der Schutzdämme gelegenen Auteile.

Neben diesen hydrologischen Veränderungen kommt es, vor allem durch das Vordringen der Landwirtschaft, durch die Siedlungstätigkeit und, in einer späteren Phase, durch die industrielle Entwicklung zu Flächenverlusten der Naturlandschaft am Strom. Für den österreichischen

Donauabschnitt wurden folgende Zahlen ermittelt:

Tabelle 1

Österreichische Donauauen – Flächenrückgang
Quelle: A. SPIEGLER, 1980 (Werte gerundet)

	1813	1900	1937	1959	1975/77	
Gesamtfläche	352	338	310	304	281	km ²
Reduktion		-14	-28	-6	-23	km ²
Inselzahl		107		38	23	
Inselfläche		15		1,1	0,6	km ²

Die Flächenreduktion von 352 km² (1813) auf 275 km² (1985), d.s. 22 % wäre zwar, für sich genommen, noch nicht besorgniserregend, doch sind auf der verbliebenen Fläche große Qualitätsverluste feststellbar, was die Struktur und den inneren Aufbau der Auwälder betrifft. Vor allem durch die Forstwirtschaft, d.h. durch die regelmäßige Nutzung und durch die Pappelplantagen wurde die Qualität des Waldes als Lebensraum vermindert. Dies läßt sich beispielsweise durch Brutvogelerhebungen belegen. Daneben kam es zu Zerschneidungen durch verschiedenste Trassenführungen der Infrastruktur (Straßen, Starkstrombauleitungen, Erdöl- u. Erdgaspipelines u.a.m.), zum Eindringen intensiver genutzter Erholungseinrichtungen etc. Eine Aufzählung all dieser negativer Einflußfaktoren bringt beispielsweise G. WENDELBERGER (1975).

Weitere, zum Teil einschneidende ökologische Verschlechterungen bringt der Bau der Staustufenkette an der österreichischen Donau.

Als Ergebnis der Diskussion in der Ökologiekommision führt diesbezüglich der mit ihrer Leitung betraute Regierungsbeauftragte aus:

„Auf der Definition des Ökosystems und seiner Funktionsweise aufbauend wurde im weiteren die Wirkung von Stauhaltungen analysiert, wobei aus der Fülle der Einflußgrößen und ihrer Wirkung auf das Ökosystem nur die wesentlichen negativen Effekte aufgezeigt werden. Zu diesen Auswirkungen von Stauhaltungen zählen:

● **Reduktion der Überflutungshäufigkeit und Menge**

Durch die Errichtung der hohen Rückstaudämme wird der Anteil der Hochwässer, die durch den (neuen) Hauptstrom abgeführt werden, größer als vor dem Kraftwerksbau. Das bedeutet gleichzeitig eine Reduktion der Wassermengen, die früher die Auegebiete überflutet haben. Die Folge ist eine Reduktion der Sukzessionsdynamik sowie des Nährstoffeintrages.

● **Reduktion des Grundwasseraustausches zwischen Strom und Au**

Das erhöhte Spiegelniveau des Stromes führt zu einem einseitigen Grundwasserstrom vom Fluß in die Au. Damit ist jedoch die durch Grundwasserschwankungen hervorgerufene „Wasserdurchpulsung“ des Bodens unterbunden. Zwar lassen sich mit Hilfe von Gießungssystemen die

Flurabstände weitgehend regulieren, doch sind Grundwasseramplituden reduziert und die limnologischen Verhältnisse, wie sie ein durchgehendes Gerinne aufweist, wesentlich verschieden von jenen eines gegliederten Altarmsystems.

● **Verlust der Randzonenwirkung**

Die Errichtung monotoner Dämme führt zum Verlust des Mosaikcharakters insbesondere des ersten Sukzessionsstadiums. Gleichbleibende Wasserspiegelniveaus ermöglichen keine lebendigen Uferzonen und Schotterbänke, wie sie bei wechselnden Wasserständen auftreten. Der lebendige Ufercharakter bleibt nur im Stauwurzelbereich erhalten. Damit geht jedoch ein wesentliches Element jener Struktur verloren, das die Grundlage für die Vielfalt des Ökosystems bildet.

● **Flächenverlust und Isolation**

Die flächenrelevanten Eingriffe durch das Hauptbauwerk und die Dämme führen zur Zerschneidung von Lebensräumen, zur Aufteilung und Abriegelung einzelner isolierter Pflanzen- und Tierpopulationen, zu kleinflächig zerstückelten „Restbiotopen“ und zu unnatürlich schroffen Abgrenzungen gegenüber anderen Ökosystemen, mit denen im natürlichen Zustand ein breiter Artenaustausch von Pflanzen und Tierarten stattfand. Da seltene und gefährdete Arten solche sind, die große Reviere brauchen und stark spezialisiert sind, hängt ihr weiteres Vorkommen im Gebiet davon ab, ob eine entsprechend große, ihren ökologischen Anforderungen genügende und geschlossene Fläche erhalten bleibt.

● **Sedimentation von Schwebstoffen**

In Stauräumen setzt sich besonders im unteren Drittel Schlamm ab, der nach längeren Mittel- und Niederwasserperioden den Charakter von Faulschlamm annehmen kann. Bei Überflutungen können derartige Schlammbildungen und Feinsedimente mit möglicher Schwermetallbelastung stoßweise ausgespült und in die Auböden eingebracht werden.

● **Reduktion der Trinkwasserverfügbarkeit**

Die Auen im Raum zwischen Mannswörth und Hainburg sind durch eine hohe Uferfiltratdynamik gekennzeichnet. Damit verbunden ist die Menge und Qualität des Grundwassers für die Gemeinden des südlichen Marchfeldes. Eine Reduktion dieser Dynamik würde die Zone des vor allem nitratbelasteten Grundwassers im Marchfeld weiter südlich verlegen.

Als Summe dieser Effekte kommt es zu einer generellen Vereinheitlichung des Artbestandes und somit zum Verlust dessen, was ursprünglich den einzigartigen unverwechselbaren Charakter dieses Gebietes ausgemacht hat. Derartige Identitätsverluste sind auch nicht durch Wiederansiedlung lokal ausgerotteter Arten zu kaschieren“ (J. KANIAK 1986, 152 ff).

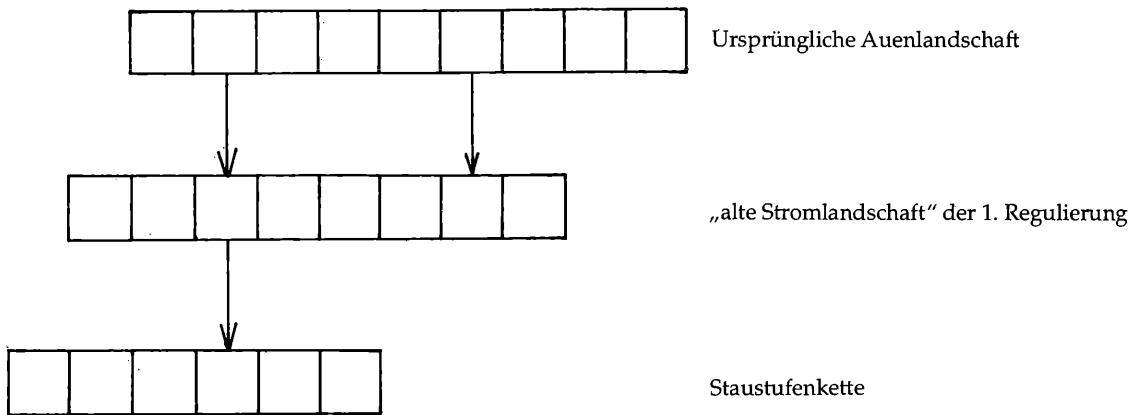


Abbildung 1

2. Grundsätzliche Möglichkeiten von „Regeneration geschädigter Auen“

Mit dem Wissen um wesentliche Charakteristika der historischen Entwicklung der Auenlandschaft als fortlaufender Prozeß der ökologischen Entwertung, läßt sich nun näher eingrenzen, was mit „Regeneration geschädigter Flußauen“ gemeint sein kann.

Die ursprüngliche Auenlandschaft ist durch eine ganze Reihe von natürlichen Faktoren gekennzeichnet. Durch die 1. Regulierung sind einige davon verloren gegangen oder maßgeblich verändert worden. Durch sie und durch intensiver werdende zivilisatorische Einflüsse sind neue Faktoren dazugekommen. Ein weiterer Verlust natürlicher Elemente und eine Zunahme zivilisatorischer Faktoren ist beim Ausbau mit Wasserkraftwerken festzustellen. Regeneration geschädigter Flußauen heißt dann, ursprüngliche Elemente und Faktoren der unbeeinflussten Auen zu erhalten, zu fördern, oder Voraussetzungen für deren Wiederherstellung zu schaffen. Und es heißt, menschlich bedingte Einflüsse, Elemente und Faktoren zurückzudrängen, zu eliminieren.

Streng genommen hieße das, die zivilisatorische Entwicklung im Bereich der Flüsse, des Donaubeereiches rückgängig zu machen; dies wird wohl nicht ein realistisches Ziel sein können. Die Strom- und Auenlandschaft hat eine „Restdynamik“ bewahrt und Bereiche von nahezu natürlichen Verhältnissen. Sie hat sich aber auch unter den jeweils neu aufgezwungenen Bedingungen qualitativ verändert und ist daher nicht umfassend rückwandelbar.

Gefragt sei die Naturwissenschaft, was die maßgebenden ökologischen Parameter der Auwaldentwicklung und -erhaltung seien. Und wir werden von der Pflanzenphysiologie, Vegetationskunde, Limnologie und terrestrischen Zoologie die wichtigsten und zunehmend genaueren Antworten erhalten. Was notwendig sei, was nicht, wird unterschiedlich bewertet, bezüglich einiger Faktoren herrscht Einhelligkeit.

Gefragt ist auch eine gesellschaftliche Zielsetzung, eine Konsensfindung, wie weit zivilisatorische, insbesondere wirtschaftliche Nutzungen zurückgesteckt werden sollen, wie weit in den

„Urzustand“ zurückverwandelt werden soll. Ein Nationalparkkonzept scheint für den Donauabschnitt östlich von Wien ein geeigneter Diskussionsrahmen.

Und drittens ist von einer Erfassung und Bewertung des Istzustandes, den heutigen Verhältnissen in der Strom- und Auenlandschaft, auszugehen.

Am österreichischen Donauabschnitt eröffnen sich, gesehen vom erreichten Grad des flußbaulichen Ausbaugrades, drei Handlungsalternativen bezüglich der „Regeneration geschädigter Flußauen“:

- a) Erhaltung der Fließstrecken und Verbesserung der Auendynamik,
- b) ökotechnische und landschaftsplanerische Bearbeitung beim Neubau von Flußkraftwerken,
- c) Verbesserung landschaftsökologischer Gegebenheiten an bestehenden Stauräumen.

ad a) Erhaltung der Fließstrecken und Verbesserung der Auendynamik

Am österreichischen Donauabschnitt befindet sich in der Wachau, zwischen Krems und Dürnstein, eine rund 30 km lange Fließstrecke, in der neben der Erhaltung der Einmaligkeit dieses kulturhistorisch geprägten Durchbruchstales der Donau durch die Böhmisches Masse die Frage der Auenökologie eher eine Nebenrolle spielt. Bedeutsamer ist sie schon auf Wiener Stadtgebiet, zwischen dem derzeit letztgebauten Kraftwerk Greifenstein und dem östlichen Ende der Großstadt. In diesem Abschnitt ist die Errichtung des Donaukraftwerkes Wien geplant und begleitende ökotechnischen Maßnahmen sollen die Auendynamik in der Lobau und im Prater verbessern. Von hervorragender landschaftsästhetischer und auenökologischer Bedeutung sind die Auen zwischen Wien und der Staatsgrenze. Auf einer Länge von rund 50 Kilometern befinden sich etwa 80 km² Auwald, der regelmäßig überschwemmt und vom Grundwasser „durchpulst“ ist. Schotterbänke, Inseln, Halbinseln, Flachwasserzonen gliedern die Stromlandschaft, rund 420 ha Auengewässer verschiedenster Typen sind an etwa 40 Stellen mit dem Strom vernetzt. Wie sie aus der Literaturliste ersehen, sind diese Auen Gegen-

stand verschiedener Studien. Eine latente Stromsohlenvertiefung von durchschnittlich 1,5 - 3,0 cm pro Jahr droht langfristig den Wasserhaushalt dieser Auen zu verschlechtern.

Die maßgebenden Naturschutzorganisationen Österreichs fordern für diese Auen die Realisierung eines Nationalparks, der aus ihrer Sicht nur bei Erhaltung der Fließstrecken einen solchen Namen auch verdient. Die Regeneration und Bewahrung dieser Auen erfordert mittelfristig erfolgreiche Maßnahmen zum Stoppen der Stromsohlenvertiefung, der damit verbundenen Wasserspiegelsenkung und der Verminderung des Hochwassereinflusses. Der technische und finanzielle Aufwand hierfür wurde im Rahmen der Ökologiekommission als hoch eingeschätzt. Eine Studie von P. LARSEN (1987), erstellt im Auftrage des „Nationalpark Donauauen“, sieht folgende Kombination von Maßnahmen als erfolgversprechend an:

- örtliche Regulierungsmaßnahmen zur Vergleichmäßigung der Schleppkraft;
- Öffnung von Altarmen zur Reduzierung des Abflußanteiles im Strom;
- Geschiebezugabe mit Überkorn, um in gefährdeten Bereichen eine Abpflasterung der Stromsohle zu erreichen.

Andere auf den Wasserhaushalt etwa der Augewässer - bezogene Maßnahmen haben gegenüber dieser Frage untergeordnete Bedeutung. Es handelt sich dabei um:

- Erhaltung der Individualität der Augewässertypen;
- Verbesserung des Vernetzungsgrades von Strom und Nebengewässern;
- Modifikation fischereilicher Besatzmaßnahmen.

Die Auen sind z.T. forstwirtschaftlich stark geprägt, sodaß im Rahmen des Nationalparks Maßnahmen zur Renaturierung des Waldbestandes erforderlich sein werden. Ein abgestuftes Konzept der modifizierten Waldbehandlung, vereinbart mit den österreichischen Bundesforsten, müßte enthalten:

- Außernutzungsstellen von Teilbereichen in Kernzonen, vor allem entlang der Altwässer und des Stromes;
- Bestandsrückwandlung und naturnahe, standortentsprechende Bewirtschaftung der (größeren) Restfläche.

Den, von der Priorität des Nationalparkes ausgehenden Vorstellungen steht der Beschluß der österreichischen Bundesregierung vom Juni 1987 entgegen:

- diesen Abschnitt nicht mit einem (KW Hainburg), sondern mittels zweier Donaukraftwerke (KW Wildungsmauer und KW Wolfsthal II) auszubauen, und
- einen (diesem Ausbau entsprechend angepaßten) Nationalpark zu errichten.

Im Prinzip geht dieser als Kompromiß bezeichnete Beschluß von der Dominanz der Interessen der Schifffahrt und der Elektrizitätswirtschaft aus,

dem der Naturschutz dieses Raumes untergeordnet ist. Andererseits ist jedoch nicht gesichert, daß die Maßnahmen einer Fließstreckenerhaltung längerfristig erfolgversprechend sind. Und so sehr auch seitens des Naturschutzes auf die Untersuchung und Einleitung dieser Maßnahmen zu drängen sein wird, müssen wir uns mit den Maßnahmen zur ökotechnischen und landschaftsplanerischen Adaption von neu zu planenden Flußkraftwerken beschäftigen.

ad b) Ökotechnische und landschaftsplanerische Bearbeitung beim Neubau von Flußkraftwerken

Auf die prinzipiellen Einbußen beim Übergang von Stromlandschaften der 1. Regulierung zu Staustufen(ketten) wurde oben mit dem Zitat von J. KANIAK hingewiesen. Sämtliche ökologische Studien, auch des Regierungsbeauftragten, bestätigen den höheren Naturwert der Fließstrecke gegenüber den Varianten des energietechnischen Ausbaus in 1, 2 oder 3 Stufen, die in ihren zerstörenden Auswirkungen auf den Naturbestand und die Auendynamik unterschiedlich eingeschätzt werden.

Ich habe an anderer Stelle dargelegt (H. WÖSENDORFER und S. LEBERL 1987), daß bei einem Ausbau dieses Donauabschnittes Maßnahmen zur (zumindest teilweisen) Kompensation der Schäden sowohl in den generellen Projekten berücksichtigt werden müssen als auch dafür eine Reihe von jeweils spezifischen Detailprojekten ökotechnischer Maßnahmen erarbeitet werden muß.

In den generellen Projekten wäre dabei zu berücksichtigen:

- Wahl der Dammführung: Raumbedarf für Flachwasserzonen, sonstige Strukturen, Inseln etc.
- Vergrößerung des Hinterlandabflusses gegenüber dem Stauraumabfluß im Hochwasserfall
- Raumbedarf für Dammgestaltung und -bepflanzung
- Sicherung des Hochwassereinflusses gleicher Häufigkeit in die links- und rechtsstufigen Auegebiete
- keine abflußtechnisch begründeten Kompensationsbaggerungen im Hauptstrom
- veränderte Gießgang-Konzeptionen (Mehrfachvernetzung)

Eine Erstellung von Detailprojekten erstreckt sich dabei auf folgenden Planungsbereiche:

- Stauraumstrukturen (Gliederung des Wasser-raumes),
- Uferdifferenzierungen und Dammgestaltungen,
- Hochwasserflutrinnen und Gießgang-Konzepte.

Zur Veranschaulichung möchte ich Ihnen kurz das derzeitige „Gießgang-Konzept“ der österreichischen Donaukraftwerke AG., gebaut entlang des Stauraumes Greifenstein in einer Diaserie vorstellen. Hinsichtlich der Literatur wäre zu nennen: S. ALLERSTORFER, 1984; M. JUNG-

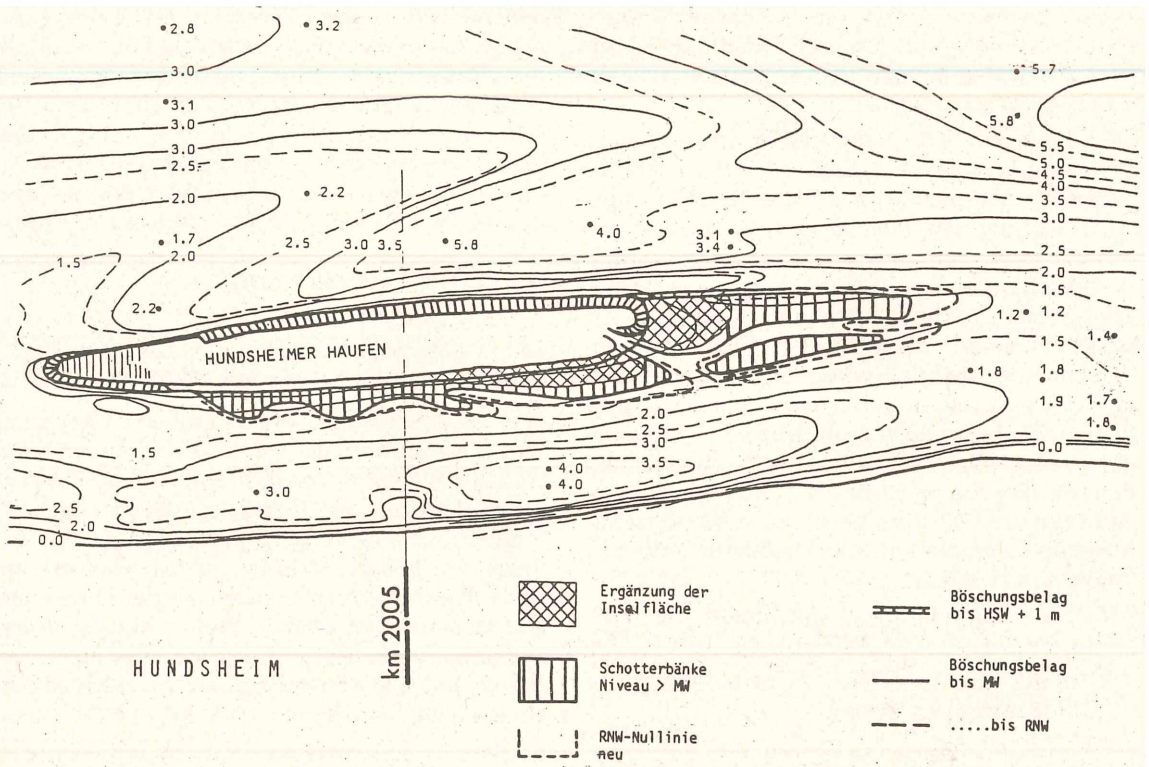
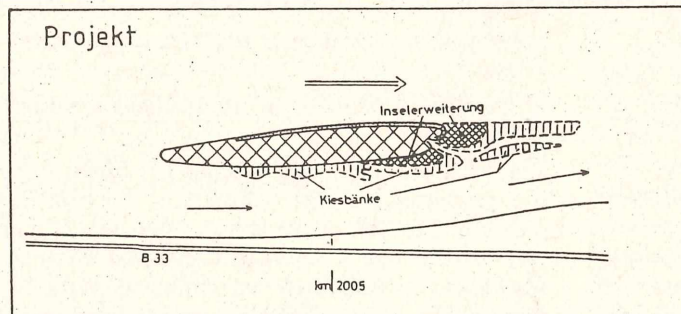
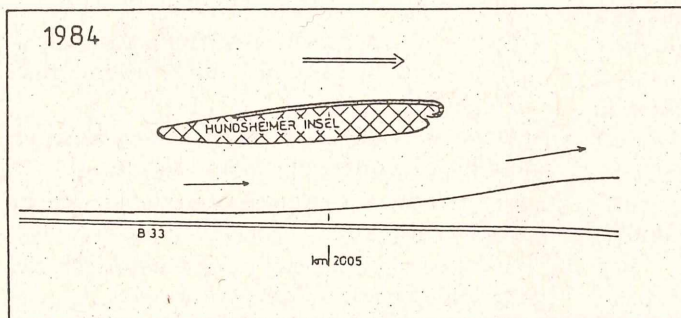
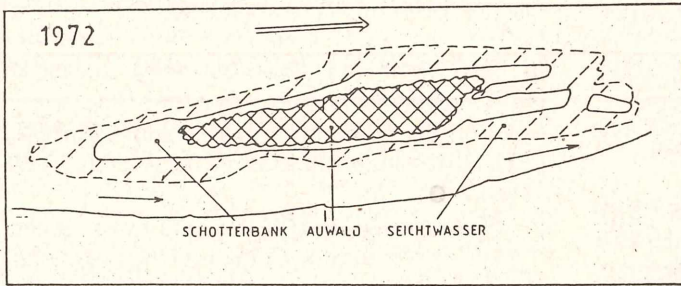


Abbildung 2 und 3

Hundsheimer Haufen



WIRTH und T. REHAHN u.a., 1986; H.P. NACHTNEBEL, 1986; F. SCHIEMER, 1986; K. SCHIMUNEK, 1986; U. STRAKA und H. WÖSENDORFER, 1984.

Der linksufrige große Auraum entlang der Staustufe Greifenstein wird weiterhin als ein, von einer Überströmstrecke an der Stauwurzel gespeistes Überschwemmungsgebiet genutzt. Ein 40 km langes Gerinne, abgestuft mittels 25 Traversen verbindet die Hauptarme des Altarmsystems. Entsprechend dem von der Einströmöffnung gesteuertem Abfluß schwanken die Wasserspiegel an den Traversen um rund 1 - 2,5 Meter. Die Kritik an dieser Gießgang-Konzeption aus Sicht der Auwaldodynamik konzentriert sich auf folgende Punkte:

- 1 - Trennung des Zusammenhanges von Strom und Auengewässer
- 2 - Reduktion des Hochwassereinflusses
- 3 - Reduktion der Grundwasserschwankungen
- 4 - Limnische Vereinheitlichung der Auengewässer (des Gießganges)

Zu diesen Kritikpunkten sind folgende Verbesserungen denkbar:

- ad 1** - kleinere Stauräumlängen, mehrere Stauufen
- mehrere Einströmöffnungen und Überströmbereiche
 - Aufstiegshilfen für Fische an allen Traversen
- ad 2** - Hinterland-Hochwasserabfluß vergrößern
- veränderte konstruktive Ausbildung der Überströmstrecken
 - veränderte Wehrbetriebsordnung im Hochwasserfall
- ad 3** - Ablässe für winterliche Niederwasserstände in den Traversen
- Traversen-Oberkante bis zum Niveau der Harten Au anheben
- ad 4** - nicht alle Gewässer anschließen
- „Filterstrecken“ (Schilfbestände) im „Gießgang“
 - verschieden große Staukapazitäten einzelner Stauhaltungen des Gießganges

Wenn ich die Maßnahmen und Vorschläge dieses Punktes b) betrachte, dann handelt es sich dabei weniger um eine „Regeneration geschädigter Flußauen“, sondern um eine Verminderung der Zerstörungswirkungen im Zuge der Errichtung von Flußkraftwerken. Sind Maßnahmen zur Fließstreckenerhaltung laut a) möglich, dann wären aus Sicht des Naturschutzes die Maßnahmen laut b) negativ zu bewerten. Ist eine Fließstreckenerhaltung nicht möglich oder handelt es sich um stärker geschädigte Auen entlang von eingetieften Flußstrecken, dann wäre b) ein akzeptables Handlungsprogramm. Auf den österreichischen Abschnitt der Donau zwischen Wien und Wolfsthal bezogen, handelt es sich um ein „defensives Programm“ des Naturschutzes,

sofern die Interessen der Schifffahrt und Elektrizitätswirtschaft dominant bleiben und der Regierungsbeschuß vom Juni 1987 in die Realität umgesetzt wird.

ad c) Verbesserung landschaftsökologischer Gegebenheiten an bestehenden Stauräumen

Auf etwa drei Viertel der Länge des österreichischen Donauabschnittes, nämlich entlang der Stauräume Ottensheim/Wilhering, Abwinden/Asten, Wallsee, z.T. Ybbs/Persenbeug, z.T. Melk, Altenwörth und Greifenstein, sind nachträgliche Verbesserungen landschaftsökologischer Gegebenheiten möglich. Es handelt sich dabei um folgende Maßnahmen: Restrukturierung bestehender Stauräume, Verbesserung der landschaftlichen Einbindung, Vergrößerung des Wasseraustausches zwischen Stauräumen und Auengewässern u. dgl.

In H. WÖSENDORFER (1986) habe ich derartige Ansätze näher ausgeführt, und ich erlaube mir, dazu mittels Dias die „Biotop-Projekte“ der Wasserstraßendirektion „Diedersdorfer Haufen“, „Windstoß“ und „Hundsheimer Insel“ vorzustellen.

Solche Projekte können gelegentlich beachtliche positive Auswirkungen zeigen, z.B. Rastplätze für Wasservögel; Laichmöglichkeiten für rheophile Fische sind jedoch aufgrund räumlicher Gegebenheiten (d.h. vor Dammquerschnitten, Stauhöhen) in den vorhandenen Stauräumen nur sehr begrenzt realisierbar. Sie sind in der Regel relativ kostenintensiv. Bepflanzungen müssen meist auf gestörtem Substrat bei verändertem Wasserhaushalt erfolgen, bei eigenständigen Vegetationsentwicklungen überwiegt die ruderale Komponente. Aus naturschutzpolitischer Sicht handelt es sich um den Bau von Sekundärbiotopen in menschlich stark veränderten Flußlandschaften und es kommt diesem keine große Priorität für den Auschutz zu.

Literatur

- ALLERSTORFER, S. (1984):
Aulandschaft und Kraftwerksbau. Ökotechnik am Beispiel der Staustufe Greifenstein; Hrsg.: Österr. Donaukraftwerke-AG, Wien
- AUBRECHT, G., BÖCK, F. (1985):
Österreichische Gewässer als Winterrastplätze für Wasservögel; Grüne Reihe des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz, Wien
- FINK, M., KORNER, I., WRBKA, T. (1986):
Ökologische Vorbehaltsflächen der rechtsufrigen Donau im Raum Wien; Studie im Auftrag der Stadt Wien, Dezember
- GEPP, J., BAUMANN, N., KAUCH, E.P. und LAZOWSKI, W. (1985):
Auengewässer als Ökozellen; Grüne Reihe des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz, Wien
- HERZIG, A. (1984):
Zur Limnologie von Laufstauen alpiner Flüsse - Die Donau in Österreich; Österreichische Wasserwirtschaft 5/6

- JANISCH, R. (1980):
Ergebnisse der fischereilichen Beweissicherung im Zusammenhang mit der Errichtung des Donaukraftwerkes Abwinden-Asten; Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz. S. 31-102
- JUNGWIRTH, M. (1984):
Die fischereilichen Verhältnisse in Laufstauen alpiner Flüsse, aufgezeigt am Beispiel der österreichischen Donau; Österreichische Wasserwirtschaft 5/6
- JUNGWIRTH, M. und REHAHN, T. u.a. (1986):
Untersuchungen über die limnologischen und fischereibiologischen Verhältnisse im Stauwurzelbereich des künftigen Kraftwerkes Wien; Studie im Auftrag der Stadt Wien, Dezember
- KANIAK, J. (1986):
Mögliche Varianten für die Gestaltung und energiewirtschaftliche Nutzung der Donau östlich von Greifenstein; im Auftrag des Bundesministeriums für Handel, Gewerbe und Industrie, Wien, Jänner
- (1986):
Interessenkonflikte bei der Planung von Großprojekten am Beispiel der Ökologiekommision; in: Institut für Wassergüte..., Landschaftswasserbau Bd. 7, Wien
- LARSEN, P., BERNHART, H.H., GÖBEL, N. u.a. (1987):
Analyse des Flußabschnittes Greifenstein/Wien-Marchmündung; Studie im Auftrag der Nationalparkplanung Donauauen, Karlsruhe, Juni
- LÖFFLER, H. (1986):
Limnologische Erhebungen im Bereich der geplanten Staustufe Wien; Studie im Auftrag der Stadt Wien
- NACHTNEBEL, H.P. (1986):
Auswirkungen von Stauhaltungen auf das Grundwasser; in: Institut für Wassergüte ..., Landschaftswasserbau Bd. 7, Wien
- ÖKOLOGIEKOMMISSION DER BUNDESREGIERUNG (1985):
Arbeitskreis Donaugestaltung, Arbeitspapier Nr. 10: Kriterien für die Bewertung von Varianten zur Gestaltung des Donauraumes, Juni
- PINTAR, M. (1984):
Die Ökologie von Anuren in Waldlebensräumen der Donau-Auen oberhalb Wiens (Stockerau, Niederösterreich); in: Bonn-Zool. Beitr. 1-3
- PINTAR, M., STEINER, H.M. und STRAKA, U. (1986):
Der ökologische Wert einzelner Teilbereiche des Auegebietes bei Korneuburg; Gutachten im Auftrag der Stadt Wien, Dezember
- SCHIEMER, F. (1985):
Die Bedeutung von Augewässern als Schutzzonen für die Fischfauna; Österreichische Wasserwirtschaft 9/10
- (1986a):
Konzeption und Problematik von Audotationen aus limnologischer Sicht; in: Institut für Wassergüte und Landschaftswasserbau der TU Wien (Hrsg.), Landschaftswasserbau 8, Wien
- (1986b):
Fischereiliche Bestandsaufnahme im Bereich des Unterwassers der geplanten Staustufe Wien; Studie im Auftrag der Stadt Wien
- SCHIMUNEK, K. (1986):
Erfahrungsbericht Gießgang Greifenstein; in: Institut für Wassergüte..., Bd. 8, Wien
- SPIEGLER, A. (1980):
Die Donauauen gestern - heute - morgen; in: Raumordnung aktuell 1
- STEINER, H.M., PINTAR, M., STRAKA, U. und WINDING, N. (1983):
Donaukraftwerk Hainburg/Deutsch-Altenburg. Untersuchung der Standortfrage (Zoologischer Teil); Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wien, Dezember
- STRAKA, U. und WÖSENDORFER, H. (1984):
Stellungnahme zum Gießgang entlang der Staustufe Greifenstein; WWF-Sachstudie, August
- WARINGER-LÖSCHENKOHL, A., WARINGER, J. (19??):
Zur Typisierung von Augewässern anhand der Litoralfauna; Studie, gefördert von der Österr. Akademie der Wissenschaften (MAB 5/15), Wien
- WENDELBERGER, G. (1975):
Ökosystem Auwald, Wien
- WÖSENDORFER, H. (1984):
Auwaldverluste und Konsequenzen; in: Österr. Gesellschaft für Natur- und Umweltschutz (Hrsg.), Wasser-Gesetzes-Schutzwasserbau und Wasserkraftnutzung, Wien
- (1984):
Stellungnahme zur Frage der Sohleintiefung der Donau im Abschnitt Wien-Wolfsthal; i.A. des WWF Österreich, August
- (1985):
Österreichs Auen an Donau und March; Referat beim Symposium: Riverine Forests in Europe des International Council for Bird Reservation, in Rapperswil (Schweiz) am 24.2.1985
- (1986):
Biotopschutzmaßnahmen der Wasserstraßendirektion an der Donau; in: Institut für Wassergüte und Landschaftswasserbau der TU Wien, Landschaftswasserbau Bd. 7, Wien
- WÖSENDORFER, H., LEBERL, S. (1987):
Uferzonen der Donau von Wien bis zur Marchmündung. Landschaftsökologische Untersuchung von Strom-km 1920 km 1880; Studie der Wasserstraßendirektion, Wien, Mai
- ZWICKER, E. (1986):
Kartierung der Vögel und Froschlurche in den rechtsufrigen Donauauen nordwestlich und südöstlich von Wien; Gutachten im Auftrag der Stadt Wien, Dezember

Anschrift des Verfassers:

Hans Wösendorfer
Dipl.-Ing. für Raumplanung
Stifterstraße 31/20/49
A-1200 Wien

Regeneration der „Sanderflur Ova da Bernina“

(Gemeinde Pontresina im Oberengadin, Kt. Graubünden CH)

Ottomar Lang*

1. Einleitung

Die Besiedlung der alpinen Landschaften und die damit verbundenen vielfältigen Nutzungen veränderten wahrnehmbar dieses Landschaftsbild. Diese Veränderungen werden optisch erfaßt.

Weniger auffällig wirken die massiven negativen Veränderungen des alpinen Naturpotentials. Die fatalen Auswirkungen auf den gesamten Naturhaushalt – speziell auf den Wasserhaushalt und die davon abhängigen Fließgewässer – werden nur von wenigen und den direkt Betroffenen erkannt.

Da die „kulturbedingten“ Umwandlungsprozesse auch in der alpinen Landschaft relativ langsam ablaufen, werden sie von den schnell lebenden Generationen kaum noch wahrgenommen.

Die früheren massiven Rodungen zur Urbarmachung der Tal- und Hangflächen bewirkten allgemein massive Veränderungen des alpinen Wasserhaushaltes. Diese Eingriffe verursachten und steigerten die „menschengemachten Naturgefahren“, besonders die der Oberflächenabflüsse. Mit der Entwicklung alpiner Kulturlandschaften in den letzten 200 Jahren wurden die Urformen der Wildflußlandschaften in „naturnahe Formen“ oder auch in einfache Abflußkanäle (Großmeliorationen) verwandelt.

Durch den langsamen, aber dauernden Verbauungs- und Umwandlungsprozess der Fließgewässer veränderten sich auch das Verhältnis und das Bewußtsein der Menschen zu den natürlichen Erscheinungsbildern der Wildbäche, der Wildflußlandschaften und zu den alpinen Flüssen.

Aus den Denkprozessen zur Naturbeherrschung, die früher lebensnotwendig waren, entwickelte sich zusammen mit den neuen Techniken der Verbauungen das einseitige, noch vorherrschende lineare Nutzungsdanken.

Die Abläufe – von den Rodungsfolgen zu Überschwemmungskatastrophen bis zu Kanalisierungen, Verbauungen und den dann möglichen

Wasserkraftnutzungen – mit allen Folgewirkungen wurden übergehend vom Nutzen zu dann notwendigen Schutzmaßnahmen entwickelt.

Aus den ehemaligen einfachen Schutzvorkehrungen entwickelte sich, bedingt durch die hohe Siedlungsdichte und die massiven Nutzungsansprüche an die alpinen Landschaftsräume, ein übersteigerter Sicherheitsanspruch, der teilweise zu zwar unwirksamen, aber naturverändernden Verbauungen führte.

Die einseitigen, technisch orientierten Handlungen der Vergangenheit und der unbefriedigende Zustand unserer alpinen Fließgewässer erfordern heute bei vorgesehenen Eingriffen grundsätzlich und von Anfang an ein *Gesamtkonzept* auf interdisziplinärer Basis.

Der hohe Anspruch des „menschwürdigen alpinen Lebensraumes“ ist nur erreichbar und zu gewährleisten, wenn dieser alpine Lebensraum landschafts- und umweltgerecht bewirtschaftet und in seiner Charakteristik akzeptiert wird.

Der *Wertewandel* vom quantitativen zum qualitativen Denken bezüglich der Naturnutzung hat aber erst begonnen. Die konsequente Umsetzung des flächendeckenden integralen Schutzes der natürlichen Ressourcen muß und kann nur in der flächendeckenden *Landschaftspflege*, der *Landschaftsplanung* und in der *Landschaftsentwicklung* erfolgen.

2. Hintergrund und Ausgangslage der Renaturierung

2.1 Lage und Bedeutung der Wildflußlandschaft = Plangungsraum und Objekt (siehe Bild 1)

Im Val Bernina, am Fuß der Berninakette, liegt an der Talverzweigung zum Ova da Morteratsch und zum gleichnamigen Gletscher die ehemalige *Sanderflur Ova da Bernina*. Der Talraum gehört zur Gemeinde Pontresina im Oberengadin.

Die Wildflußlandschaft – oder Verzweigungsstrecke genannt, – liegt in einer der schönsten Hochgebirgslandschaften der Schweiz und gehört zu den Restbeständen der höchstgelegenen alpinen Flußauen. Diese Initialstandorte gehören mit zu den wertvollsten Ökosystemen alpiner Landschaften. Durch ständige Geschiebeumlagerungen und Überlagerungen sind diese Räume starken dynamischen Veränderungen unterworfen und bieten wertvolle aquatische und terrestri-

*(Anmerkung der Schriftleitung:)

Aufgrund der erheblichen Verzögerungen bei der Vorbereitung des vorliegenden Heftes 4/91 der „Laufener Seminarbeiträge“ hat sich die Situation im Bereich der Wildflußlandschaft „Ova da Bernina“ bereits verändert, wobei ein wesentlicher Teil der vorgesehenen Gewässer- und Landschaftsentwicklungsmaßnahmen inzwischen realisiert wurden. Deshalb legte der Verfasser einen aktualisierten Beitrag mit Stand Oktober 1990 vor, der hier zum Abdruck kommt.

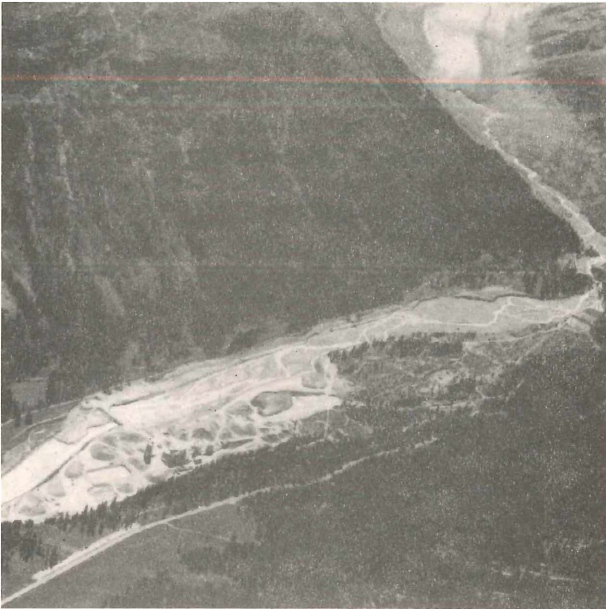


Abbildung 1

Lage der Renaturierungsstrecke im ehemaligen Gletschervorland

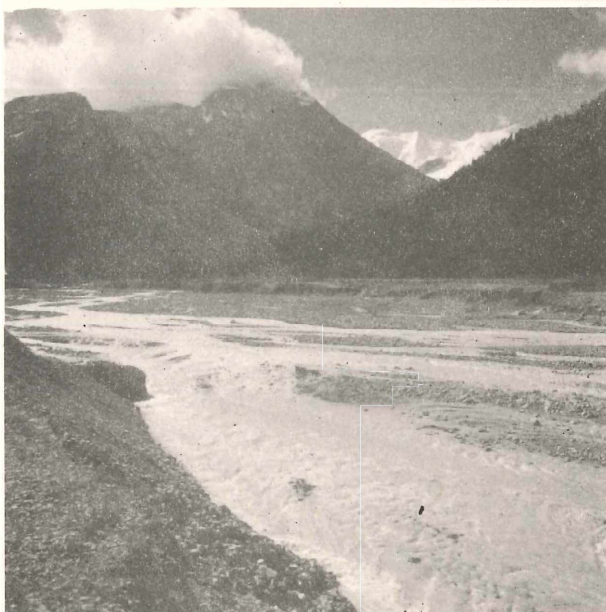


Abbildung 2

Zukünftige Verwilderungsstrecke auf abgesenktem Niveau



Abbildung 3

Tamariskenflur im Bereich Grundwassersenkungsgebiet

sche Lebensräume für hochspezialisierte Tier- und Pflanzenarten.

Der Talraum ist ein Bestandteil des BLN-Gebietes Nr. 1908 innerhalb des Großraumes der „Oberengadiner Seenlandschaft und der Berninagruppe“

Mit dem Betrieb der Bernina-Bahn ab 1. Juli 1909 wurde der Talraum touristisch erschlossen. Heute führen viele Wege im Sommer und Winter durch die Wildflußlandschaft zu großen Hochgebirgstouren in der Berninagruppe. Im rechtsseitigen Teil der ehemaligen wildverzweigten und wasserführenden Sanderflur liegt, vor dem Panorama der Berninagruppe, der beliebte und weitherum bekannte alpine Campingplatz „Plauns“

Neben der flußmorphologischen, landschafts-ökologischen, landschaftsästhetischen und touristischen Bedeutung beinhaltet die Schotterflur auch qualitativ hochwertige Rohstoffreserven, die seit Jahrzehnten der regionalen Rohstoffversorgung dienen.

2.2 Auftrag und Inhalt

Aufgrund des auslaufenden Konzessionsvertrages für den Rohstoffabbau wurde auf Beschluß des Gemeinderates Pontresina und der Montebello AG im Oktober 1982 eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe beauftragt, die Planungsgrundlagen für eine neue Abbaukonzession zu erarbeiten.

Für den Rohstoffabbau bestanden zwei Konzessionsverträge von 1959 und 1973, die den Abbau regelten. Die Abbauperimeter umfaßten den größten Teil der ehemaligen Sanderflur mit maximalen Abbautiefen von 3.00 bis 6.00 Metern. Die Konzessionsverträge wurden jeweils von der Gemeindeversammlung genehmigt. Die dazugehörigen Projekte wurden im wesentlichen nach wasserbaulichen, ingenieurtechnischen Gesichtspunkten bestimmt.

An der ersten gemeinsamen Sitzung mit dem Gemeinderat Pontresina und den Vertretern der Montebello AG wurden folgende Planungsvorgaben bestimmt:

1. Auf einem Basisplan von 1962 war das Gebiet festzulegen, in dem ohne Gefährdung des Grundwassers und in Beachtung flußbautechnischer und landschaftsschützerischer Gesichtspunkte Rohmaterial entnommen werden kann.
2. Unter gleichen Gesichtspunkten war ein Vorschlag über die zulässige Abbautiefe auszuarbeiten.
3. Es war anzugeben, ob im Bereich einer ausgeschiedenen Reservezone bei einer alten Ablagerung durch Gewinnung des wertvollen Kiesmaterials eine größere Deponie für Aushub- und Abbruchmaterial geschaffen werden kann.
4. Es war abzuklären, ob eine jährliche Rohstoffentnahme von 100000 m³, zuzüglich allfälliger Lieferungen an den Kanton, tragbar ist.
5. Die Neigungswinkel der Abbau- und Endböschungen für die Ufergestaltungen waren festzulegen.

6. Für die Wiederherstellung des Geländes waren genaue Pläne auszuarbeiten und Zeiträume festzulegen.

7. Das voraussichtlich abbaubare Gesamtvolumen der Kiesmenge als Rohstoffreserve war zu erfassen.

8. Die maximale jährliche Kiesentnahme war nach der Eingriffsverträglichkeit festzulegen und die jährliche Geschiebezufuhr ungefähr zu erfassen.

Nach diesen Vorgaben wurde ein umfangreiches Programm für den *Landschaftsentwicklungsplan* ausgearbeitet. Das auf die Wildflußlandschaft ausgerichtete Planungsprogramm wurde von den Auftraggebern vollumfänglich bewilligt.

Der Gemeinderat von Pontresina stellte hohe Anforderungen an die qualitative Ausarbeitung der Grundlagen und an den möglichst einfachen Nachvollzug sämtlicher Projektpläne. Diese Forderungen wurden von der Arbeitsgruppe gerne erfüllt. Durch die zielgerichteten, themenbezogenen Koordinationssitzungen wurden der Gemeinderat sowie Firmenvertreter des Kieswerkes ständig orientiert. Trotz der relativ hohen Kosten für die fundierten Grundlagenarbeiten wurde das Gesamtprogramm verwirklicht.

Für die Problemerkennung und die Weitsicht ist dem Gemeinderat von Pontresina und der Betriebsleitung des Kieswerkes besonders zu danken.

Die Bevölkerung von Pontresina wurde über das Vorhaben anlässlich einer Gemeindeversammlung sowie an Ort und Stelle informiert. Zur Abstimmung über den neuen Konzessionsvertrag erhielten die Stimmbürger eine mit Planverkleinerungen und Fotos dokumentierte Broschüre. Zur genauen Erfassung des Ist-Zustandes wurde zuerst, als nachvollziehbare Planungsgrundlage und für die Langzeitkontrolle, der Flußraum fotogrammetrisch neu vermessen und im Luftbildplan dargestellt.

2.3 Problemstellungen – Konflikte und Planungsschwerpunkte

Die hohe Bedeutung des noch natürlichen und naturnahen Landschaftspotentials als wesentliches Grundkapital für die Gemeinde und die Region, als Erholungslandschaft sowie als Rohstofflagerstätte, als primäre Nutzungsreserven für die Erstellung menschlicher Behausungen und Einrichtungen, zeigten deutlich die Problematik der Nutzungsansprüche und Nutzungsüberlagerungen.

Die Prioritäten lagen eindeutig bei der Wiederherstellung der dynamischen Wildflußlandschaft. Die hohe Bedeutung der alpinen Quellregion des qualitativ hochwertigen Fließgewässers war besonders zu berücksichtigen. Die Möglichkeiten der gewässer- und landschaftsökologischen Regeneration waren, nach dem noch vorhandenen Naturpotential, dem Renaturierungsprozess zu überlassen.

Die Konflikte bei der Wiederherstellung einer naturnahen Wildflußlandschaft lagen nicht ausschließlich bei den Renaturierungsmöglichkeiten,

sondern vielmehr bei dem allgemeinen Verständnis für die flußmorphologischen natürlichen Zusammenhänge und bei den zu treffenden wasserbaulichen Maßnahmen für die Renaturierung.

Mit dem Rohstoffabbau wurde in relativ kurzer Zeit – von 1959 bis 1983 – der Landschaftsraum optisch und ökologisch negativ verändert. Die Umwandlungen der gewachsenen Strukturen des Landschaftsbildes wurden somit zu einem wesentlichen Konflikt im Rahmen der Nutzungsansprüche.

Neben den abbauspezifischen Konflikten waren auch die anderen Eingriffe nach der Verhältnismäßigkeit in der ehemaligen Sanderflur zu sanieren. Dies waren speziell:

- der Abbau nicht mehr funktionsfähiger Wuhren im oberen Steckenabschnitt,
- die landschaftsgerechte Gestaltung alter Auffüllungen,
- die Nutzungen und Grenzkorrekturen des Campingplatzes.

Mit der vom Bürger- und Gemeinderat geforderten Wiederherstellung war besonders der Konflikt zwischen konventionellen und naturnahen Wasserbaumaßnahmen verbunden: Die Wiederherstellung erforderte naturnahe Maßnahmen zur Erhaltung des Wildflußcharakters. Mit diesen waren der Hochwasserschutz und die Sicherheit durch Erosion gefährdeter Bauten (RhB*, Brücken, Ufermauern) zu gewährleisten.

Für die Renaturierung des auch im Oberengadin heute seltenen Ökosystems ergaben sich wegen des Abbaues im Flußraum folgende Problem-schwerpunkte:

1. Die Wiederherstellung der naturnahen dynamischen Schotterflur zur Sicherung und Entwicklung eines funktionierenden natürlichen Flußlebensraumes (Ökosystem) im Quellgebiet der Hochgebirgsbäche, Ova da Bernina und Ova da Morteratsch.
2. Die Begrenzung der noch abbaubaren Rohstoffreserven nach Fläche, Tiefe und Volumen sowie den natürlichen flußmorphologischen, gewässer- und landschaftsökologischen Bedingungen.
3. Die Gestaltung des Landschaftsraumes während und nach dem Abbau entsprechend den natürlichen Gelände-, Gewässer- und Vegetationsstrukturen.
4. Die Erarbeitung flußmorphologischer und wasserbaulicher Maßnahmen für die Endgestaltung der Flußsohle, für die neue natürlich dynamische Verzweigungsfläche, unter Berücksichtigung der Hochwasser- und Erosionssicherheit.
5. Die Ausarbeitung und Gliederung der Sanierungs- und Gestaltungsmaßnahmen für den Renaturierungsprozess und die möglichst langfristige Rohstoffsicherung.

* RhB = Rhätische Bahn

** ETH ZH = Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

6. Die Standortbestimmung für eine geordnete Erdmaterialdeponie unter Berücksichtigung der Gewässersituation.

2.4 Interdisziplinäre Zusammenarbeit und Koordination

Eingriffe in die komplexen ökologischen Zusammenhänge der Natur und in die unterschiedlichsten Nutzungsformen können nur interdisziplinär objektiv bearbeitet werden.

Damit werden langfristige negative Auswirkungen verhindert und die nachhaltige Leistungsfähigkeit des Naturpotentials und der Nutzungen gewährleistet.

Nur mit dem Wissen um das vorhandene Regenerationspotential sind die ökonomischen Ansprüche mit der ökologischen Leistungsfähigkeit langfristig zu verbinden und zu verantworten. Dabei sind die Koordination und der Nachvollzug der natürlichen Abläufe so genau wie möglich durchzuführen.

2.5 Flußbautechnischer Zustand – Vorgaben und Auflagen.

Die Änderungen der flußmorphologischen Situation durch die Bewilligungen des Rohstoffabbaues und die damit verbundenen Eintiefungen ergaben neue Fakten der wasserbaulichen Situation und deren Beurteilungsgrundlagen.

Die dem Hochwasser von 1954 folgenden Schutzmaßnahmen – Wuhren, Buhnen und Aufschüttungen – auf dem damaligen Niveau der Sanderflur konnten sich zum Teil gegenteilig auswirken. Entlang den eingetieften Abbau- und Erosionsflächen, von der Einmündung Ova da Morteratsch/Ova da Bernina bis zum Einstau, erfüllen sie ihren Zweck nicht mehr.

Oberhalb der RhB-Brücke werden die gesamten Wasser- und Geschiebemassen zwischen den bestehenden Wuhren direkt durch den schmalen Durchlaß geleitet. Nach den Untersuchungen der VAW, ETH ZH**, war hier „eine Sohlenabsenkung im Bereich der Brücken und eine entsprechende Erhöhung der Abflußkapazität erwünscht“

Im unteren und mittleren Streckenabschnitt waren, entsprechend einer kantonalen Bewilligung von 1971, Uferschutzmaßnahmen entlang des RhB-Trasses vorgeschrieben. Lediglich die unteren Steilböschungen waren erstellt und vegetationsfremd angesät. Vorgeschriebene Blockvorbauten wurden am Böschungsfuß nicht ausgeführt.

Mit der „Nichtausführung“ dieser Maßnahmen durch das Kieswerk wurden unbewußt die üblichen landschaftsfremden Formen, die Kanalisierung des Flußraumes, verhindert. Diese Vernachlässigung ermöglichte im Projekt eine naturnahe Ufergestaltung des Hangfußes.

Im oberen Streckenabschnitt wurden, trotz den Eintiefungen im oberen Baggerfeld, bis 1982 keine Schutzmaßnahmen gegen die Sohlenerosion und den Verfall der Wuhren erstellt.

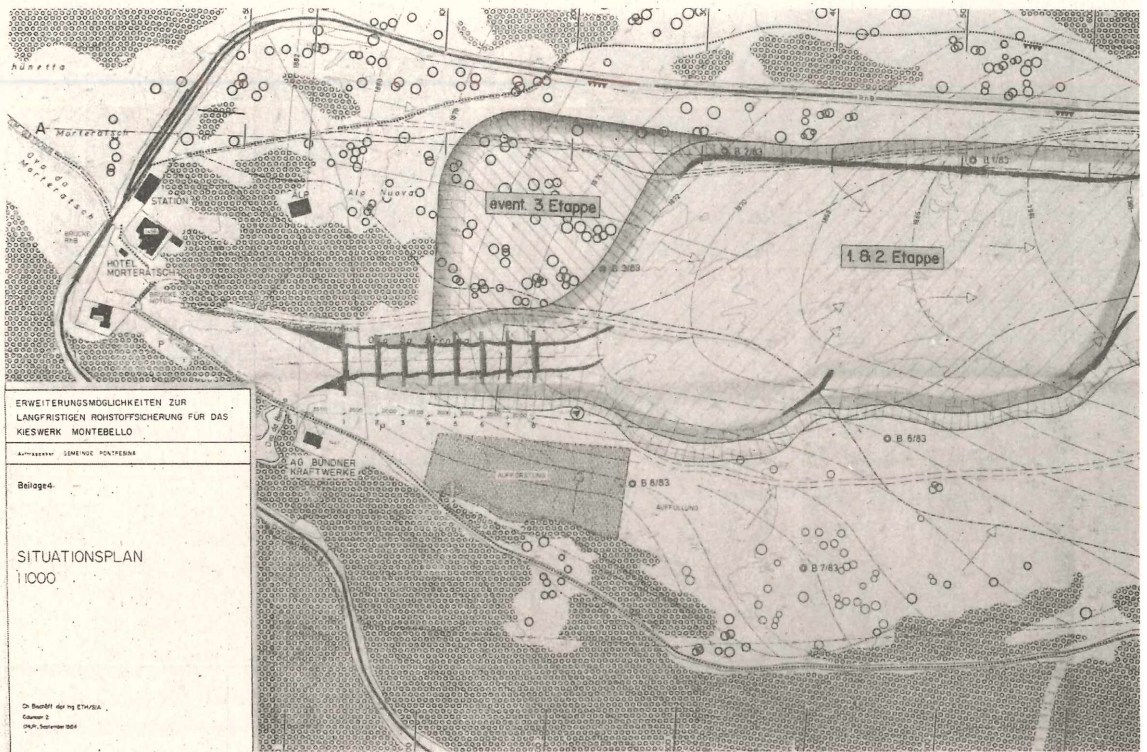


Abbildung 4

Vorgesehenes Verbauungsprojekt; Sperrentreppe und harte Uferverbauungen – nicht bewilligt

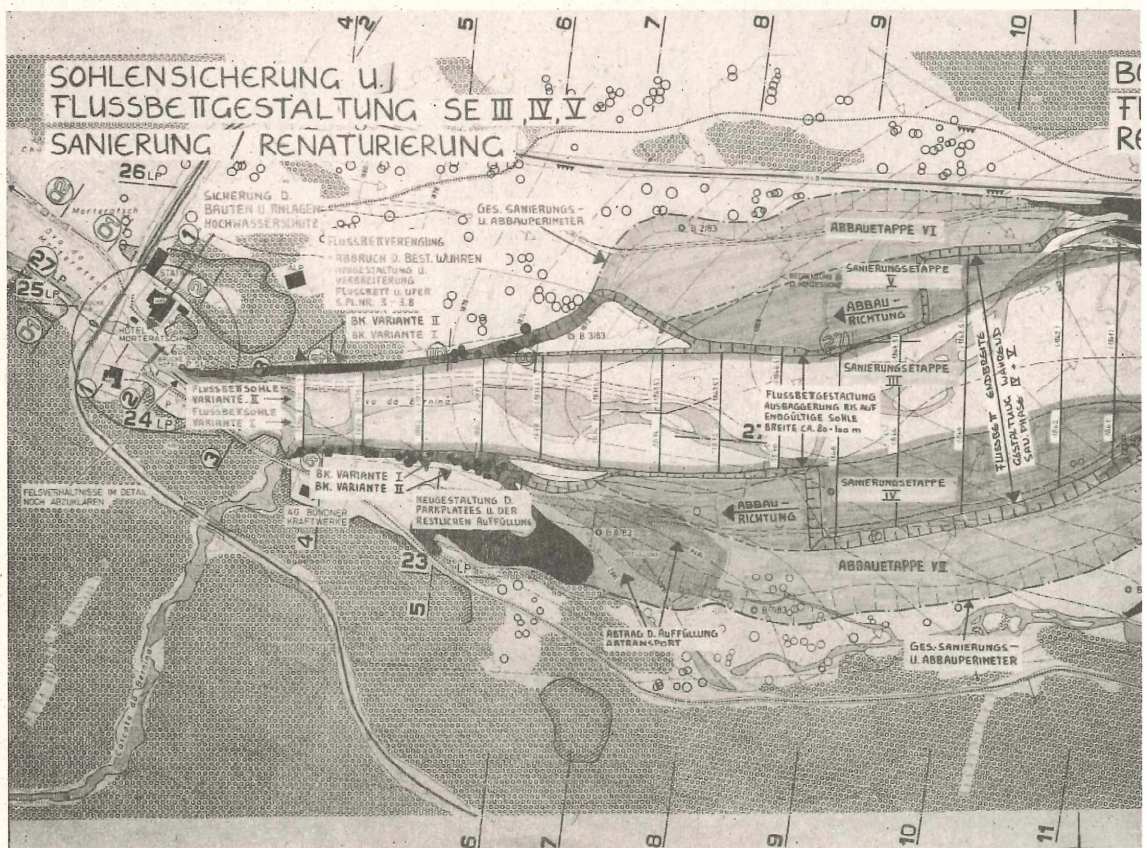


Abbildung 5

Ausgeführte Sanierungsmaßnahmen mit Sohlschwelle als Erosionsschutz in der Felschlucht

Die „Nichteinhaltung der wasserbaulichen Auflagen“ förderte hier die Sanierungs-, Gestaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen.

Sperrenvariante im oberen Streckenteil zur Sicherung des Ist-Zustandes siehe Bild 4.

Während der landschaftsökologischen Grundlagenbeschaffung, Ausarbeitung und Beurteilung wurde auch die dargestellte Sperrenvariante ausgearbeitet.

Die landschaftsökologischen, speziell die vegetationskundlichen und flußmorphologischen Ergebnisse sowie der Zustand des Flußraumes erforderten dem Landschaftscharakter angepaßte wasserbauliche Maßnahmen, die eine Renaturierung der Schotterflur ermöglichten.

Eine weitere Verbauung der restlichen naturnahen Fließgewässerstrecken im Oberengadin war aus landschafts- und gewässerökologischen Gründen nicht vertretbar. Besonders dann nicht, wenn durch Sanierungsmaßnahmen die Verbesserung des Ist-Zustandes möglich wird und keine besonderen Gefahren durch Hochwasser gegeben sind.

Aus landschafts- und gewässerpflegerischer Sicht wurden, auf der Basis interdisziplinärer Grundlagendaten, der Sperrenvariante zwei Varianten landschaftsgerechter Sanierungsmaßnahmen mit möglichst wenigen Verbauungen gegenübergestellt.

An einer gemeinsamen Sitzung des Bürger- und Gemeinderates wurden die Varianten, nach einer weiteren Überprüfung die Ausarbeitung der naturnahen Endgestaltung zur Renaturierung auf der breiten Schotterfläche beschlossen. Damit begann die Entwicklung der neuen Verzweigungsfläche.

Nach weiteren geologischen Untersuchungen der Felsituation im Bereich der Flußverengung (RhB-Brücke) und den Beurteilungen der Situation wurde beschlossen, anstelle einer landschaftsfremden Sperrentreppe eine dem Landschaftscharakter entsprechende Blockschwelle auf der Felssohle zu erstellen.

3. Ziele und Aufgaben

Für die landschaftsökologische Grundlagenbeschaffung und die Ausarbeitung komplexer Landschaftsentwicklungsprojekte sind klare, projektbezogene Ziele und Aufgaben zu definieren, um realistische Verbesserungen im betroffenen Raum zu erreichen. Das breite Ursachenspektrum der Veränderungen und die großen Möglichkeiten der Verbesserungen bilden dabei die Definitionsbasis.

3.1 Landschaftsveränderungen als Ausgangssituation erfassen und beurteilen für die Regenerations-, Sanierungs-, Abbau- und Hochwasserschutzmaßnahmen, besonders

- die natürlichen landschaftsökologischen Veränderungen durch den Gletscherrückzug,
- die nutzungsbedingten Veränderungen und Folgewirkungen im Landschaftsraum.

3.2 Abbaubare Rohstoffreserven nach den natürlichen flußmorphologischen, gewässer- und landschaftsökologischen Prioritäten erfassen, beurteilen und begrenzen

- Flächen- und Tiefenbegrenzung entsprechend dem Naturpotential und den Nutzungen;
- Flächen- und Tiefenbegrenzung nach flußmorphologischen Gesichtspunkten der Verzweigungsfläche.

3.3 Sanierungs-, Gestaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen erarbeiten nach flußmorphologischen, gewässer- und landschaftspflegerischen Bedingungen und Gegebenheiten

Mögliche Hochwassersituationen entsprechend den Einzugsgebieten Ova da Bernina und Ova da Morteratsch erfassen und gefährdete Objekte beurteilen.

3.4 Gliederung der Sanierungs-, Abbau- und Gestaltungsmaßnahmen für den kurz-, mittel- und langfristigen Renaturierungsprozess

- Gliederung der Sanierungsmaßnahmen nach flußmorphologischen und landschaftspflegerischen Prioritäten für die Endgestaltung der unmittelbaren Flußuferbereiche;
- Gliederung der Sanierungsmaßnahmen für die zukünftige Verzweigungsfläche.

3.5 Regenerations- und Gestaltungsplan für die Wiederherstellung des naturnahen Landschaftsraumes auf der Basis der erfaßten landschaftsökologischen Zusammenhänge ausarbeiten

- Vorschläge für die Hangfuß- und Flußterrassengestaltung als natürlicher Übergang zu den Talhängen.

Das von Felsköpfen, Moränen, Bergsturzmateriale und Rufen geprägte Kleinrelief der Hangfußbereiche galt als Grundstruktur für die zukünftige Flußufergestaltung. An den jungen geologischen Schichtungen und dem freigelegten Bergsturzmateriale sind frühere Strukturen abzulesen und nachzuvollziehen.

- Vorschläge für die naturnahe Gestaltung der Flußbettverengung Ova da Morteratsch – Ova da Bernina nach den Bedingungen des Erosions- und Hochwasserschutzes sowie nach flußmorphologischen und flußbaulichen Grundlagen.

Ausgehend von den natürlich entstandenen Strömungsformen und der von Felsköpfen geprägten Engstelle oberhalb der Einmündung sind naturnahe Sanierungsmaßnahmen auszuarbeiten. Die Möglichkeiten der Rückwärtserosion sind, unter Beachtung der Hochwassergefahren, für die natürliche Entwicklung zu nutzen.

- Gestaltungsvorschlag für die Renaturierung des verzweigten Flußbettes.

Von den natürlichen und naturnahen Lebensräumen im Einzugsgebiet ausgehend, ist die zukünftige

tige Schotterflur wieder zu aktivieren. Dementsprechend sind die Voraussetzungen zu schaffen für die strukturelle Vielfalt und die Lebensräume von Wasserorganismen, die natürlichen, charakteristischen flußmorphologischen Strukturen, die Entwicklung standortgerechter Pflanzengesellschaften und der davon abhängigen Fauna und für das sich noch natürlich dynamisch, dauernd verändernde Landschaftsbild.

3.6 Eingliederung des Campingplatzes in das Nutzungskonzept

- a) Teilflächenverlegung des Campingplatzes aus dem Waldareal in das waldfreie Gebiet;
- b) Gestaltung des Kraftwerkbaches als natürliche Begrenzung des Campingplatzes;
- c) Flachseegestaltung im Campingareal.

3.7 Eingliederung von Erholungs- und Sportanlagen in die Randbereiche der veränderten Sanderflur

3.8 Sanieren und Gestalten der alten ungeordneten Ablagerung zur Öffnung des Flußraumes, Verbesserung des Landschaftsbildes und landschaftsgerechte Eingliederung des Parkplatzes

3.9 Standortbestimmung für eine geordnete Erd- und Bauschuttdeponie im Sanierungs- und Abbaubereich

3.10 Abbauwürdige Rohstofflagerstätten für die langfristige Versorgung des Oberengadins erfassen und beurteilen

4. Beurteilung und Folgerungen zur Landschaftsentwicklung

4.1 Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Naturpotentials für die Renaturierung der Wildflußlandschaft und die Landschaftsveränderungen

Mit der Erschließung des Landschaftsraumes, den Auffüllungen und den Uferverbauungen sowie dem Rohstoffabbau wurde der Flußraum grundlegend verändert. Die Charakteristik des verzweigten Hochgebirgsflusses ging mit diesen Maßnahmen verloren.

a) Historische Entwicklung – Landschaftsentwicklung

Mit den Nutzungen wurde die natürliche Weiterentwicklung in der ursprünglichen Sanderflur gestoppt bzw. aufgehalten. Durch die bestehende, schmale Absenkung wurde die Entwicklung der charakteristischen breiten Verzweigungsformen verhindert.

b) Naturräumliche Gliederung und Gewässerregime

Bedingt durch die noch vorhandene Gewässer- und Geschiebedynamik (Hochwasser) aus den Einzugsgebieten bestehen gute Voraussetzungen

für die Entwicklung der verzweigten Schotterflur und somit zur Wiederherstellung eines naturnahen Landschaftsraumes.

c) Geologie – Rohstoffpotential

Den geologisch-hydrogeologischen Ergebnissen entsprechend beträgt die Mächtigkeit der Schotterebene circa 31 Meter. Die geschätzten Gesamtvolumen betragen etwa 16 Mio. m³. Durch die hydrogeologischen und hydrologischen Bedingungen sowie die flußmorphologische und nutzungsbedingte Situation reduziert sich die reale abbaubare Menge auf knapp 10% der erfaßten Volumen. Das bedeutet eine Versorgung für etwa 20 Jahre.

d) Kleinrelief

Mit den derzeitigen Begrenzungen der Baggerflächen ist eine Wiederherstellung und Regeneration eines naturnahen Flußraumes nicht möglich. Typische Formen des Kleinreliefs werden durch den Hangfuß der beiden Bergflanken begrenzt. Die bestehenden schmalen Eintiefungen und Steilböschungen sowie die Flußsohlenbreiten sind keine vertretbaren Reliefformen einer naturnahen Schotterflur.

e) Vegetation und Fauna

Abstützend auf die Untersuchungsergebnisse der Vegetationskartierungen ist eine Regeneration der Flußauengesellschaften im heutigen abgesenkten Überschwemmungsbereich nicht möglich. Die großen Niveauunterschiede und die damit verbundenen Störungen des Wasserhaushaltes verhindern die Entwicklung der in der Substanz vorhandenen, wertvollen Vegetation des Flußraumes. Die damit verbundene Entwicklung tierischer Lebensräume, der Unter- und Überwasserbereiche wird ebenso verhindert.

f) Lage der Rohstoffreserven

Die zentrale Lage der erfaßten Rohstoffreserven im Val Bernina ist aus Gründen des Landschafts- und Umweltschutzes, der Verkehrslage und der realen Regenerationsfähigkeit des Flußraumes im Vergleich zu anderen Talräumen mit Rohstofflagerstätten als gut zu bezeichnen.

4.2 Beurteilungen der Nutzungen und Nutzungsansprüche an den Landschaftsraum nach Prioritäten und Konflikten

Das **natürliche Potential** der Landschaft ist gleichzeitig das wesentliche **Wirtschaftspotential**; es ist in seinem Wert dauernd zu erhalten.

Die größte Bedeutung erhält somit das möglichst unbeeinträchtigte **Landschaftsbild**, das durch die ungestörte natürliche Entwicklung im Landschaftsraum gewährleistet wird. In der Schotterflur wird dies durch den ungeordneten Abbau beeinträchtigt.

Aus der Sicht der **Wasserversorgung** und des Gewässerschutzes bestehen außer den Grundwasserabsenkungen im Baggerfeld keine besonderen Beeinträchtigungen des nutzbaren Grundwassers. Dabei ist zu berücksichtigen, daß der

Grundwasserstand im Flußbett mit der Fließhöhe des Flußes identisch ist.

Aufgrund der **Wasserqualität** und der hydrologischen Verhältnisse im Flußraum sind zukünftige Verschmutzungen in diesem Einzugsgebiet zu vermeiden. Ablagerungen mit auslaugbaren Materialien sind nicht gestattet.

Nach den **fischereibiologischen und hydrobiologischen** Abklärungen ist das **natürliche Artenpotential** noch vorhanden. Die relativ schmale Rinne des Baggerfeldes beeinträchtigt die Entwicklung der notwendigen, unterschiedlichen Lebensräume. Bedingt durch die zu schmale Verzweigungsfläche mit starken Strömungen, hohen Feinanteilen und Geschiebe, werden die Entwicklung der Fließgewässerorganismen und der natürliche Aufwuchs der Bachforellen stark beeinträchtigt.

Die **land- und forstwirtschaftlichen Nutzungen** haben im Rahmen der vorliegenden Arbeit keine besondere Bedeutung. Zu berücksichtigen ist, daß die natürliche Waldverjüngungsfläche im Bereich des Campingplatzes von der Belegung ausgenommen wird.

4.3 Beurteilung der Sanierungsmöglichkeiten zur Renaturierung und Wiederherstellung des Landschaftsraumes

Das natürliche Potential ist im Einzugsgebiet und in der Schotterflur vorhanden. Die Dynamik des Fließgewässers und der notwendige Raum für das Wirken dieser Kräfte sind gegeben. Für die tieferliegende Verzweigungsfläche kann mit dem weiteren landschaftsgerechten Rohstoffabbau die notwendige Sohlenbreite des zukünftigen Flußraumes geschaffen werden.

Im **oberen Streckenabschnitt** können durch den Abbau der inzwischen funktionslosen Wuhren beidseitig naturnahe Ufer erstellt werden. Die **Hochwassersicherheit** und der Schutz gegen weitere Tiefenerosionen sind durch landschaftsgerechte Wasserbaumaßnahmen gut möglich.

Aufgrund der flußmorphologischen Abklärungen kann im **oberen Streckenabschnitt** nach dem Zusammenfluß im Bereich der Alp Nuova und der gegenüberliegenden Auffüllung die ursprüngliche Öffnung des Flußraumes auf tieferem Niveau wieder erstellt werden. Die Alp Nuova bleibt in ihrer Gesamtfläche erhalten. Die früheren natürlichen Uferstrukturen werden wieder sichtbar. Die eingeschütteten alten Bäume entlang der linken Wuhre werden freigelegt. Das Ufer wird gegen Erosionen mit landschaftsgerechten Wasserbaumaßnahmen gesichert.

Die überhöhte alte Auffüllung ist durch teilweises Umdeponieren gut in das Kleinrelief zu integrieren. Der Parkplatz bleibt in seiner Größe erhalten. Die heute überhöhte Wuhre kann abgebaut und als landschaftsgerechtes Ufer gestaltet und gesichert werden. Mit diesen Sanierungsmaßnahmen erhält die natürliche und derzeitig verbaute Engstelle des Zusammenflusses wieder eine naturnahe und landschaftsgerechte Form.

Der anschließende **mittlere Streckenabschnitt** bietet die Möglichkeit für die Wiederherstellung

einer typischen breiten Verzweigungsfläche zur Regeneration einer alpinen Flußaue. Notwendig für diese Entwicklung ist die Verbreiterung der Flußsohle entsprechend dem stabilen Längs- und Quergefälle.

Die beiden Flußufer sind, ausgehend von den ursprünglichen Hangfußbereichen, gut in die kleinstrukturierten, natürlichen Räume zu integrieren. Zu berücksichtigen sind die nicht veränderbaren Begrenzungen (RhB und Waldflächen).

Der **untere Streckenabschnitt** mit den landschaftsfremden Steilböschungen kann durch eine leichte Verbreiterung der Flußsohle und der Gestaltung landschaftsgerechter Ufer wieder in einen charakteristischen Flußraum umgewandelt werden. Die Waldfläche im Bereich des Campingareals ist besonders zu berücksichtigen.

Der heutige **Stauraum** im unteren Streckenabschnitt kann bis auf die notwendige Flußsohlenbreite für die Verzweigungsfläche aufgefüllt und gestaltet werden.

4.4 Langfristige Rohstoffsicherung und geordneter, landschaftsgerechter Abbau

Aus landschafts- und gewässerpflegerischer Sicht sind die langfristige Rohstoffsicherung und der geordnete Abbau unmittelbar mit den Sanierungs- und Regenerationsmaßnahmen des Landschaftsraumes verbunden. Für den weiteren Abbau bilden die natürlichen Gegebenheiten die Beurteilungs- und Planungsgrundlagen.

Auf der Basis der objektiven und nachvollziehbaren Grundlagen ist der weitere Rohstoffabbau und die damit verbundene haushälterische Bewirtschaftung zu empfehlen.

Bis zum Endabbau der Rohstoffreserven sind die Gestaltungs- und Regenerationsmaßnahmen entsprechend den Abbaustufen und Abbauphasen unmittelbar nachzuziehen. Mit diesem Vorgehen ist die Wiederherstellung des Landschaftsraumes zu garantieren und die natürliche Entwicklung zu gewährleisten.

5. Gestaltung zur Renaturierung der Wildflußlandschaft

Im Flußraum des Ova da Bernina bot sich eine der wenigen Gelegenheiten zur Wiederherstellung eines verzweigten alpinen Fließgewässersystems. Mit dem laufenden Sanierungsprojekt und der damit verbundenen regionalen Rohstoffsicherung werden wieder natürliche und naturnahe Lebensräume geschaffen.

Das ehemalige Landschaftsbild, der wildverzweigte Flußraum vor der Berninagruppe, erhält wieder die dynamische und charakteristische Form des frei fließenden Hochgebirgsflusses. Damit wird dieses Gebiet entsprechend seiner Bedeutung als international beliebter Erholungsraum aufgewertet.

5.1 Natürliche Engstelle und Öffnungsbereich der OBEREN STRECKE

Die vom Fels eingeengte Strecke des Ova da Morteratsch bildet seit dem Gletscherrückzug in diesem Gebiet einen Schwerpunkt für den Unterlauf. Vor den Verbauungen teilte sich, besonders bei hohem Wasserstand, der Wasserlauf vor dem Felskopf und floß um und durch die Alp Nuova in die Sanderflur.

Mit dem Abtrag der überhöhten Dämme, der naturnahen Gestaltung der Ufer, dem Einbau der Sohlschwelle und den Eintiefungen durch die Hochwasserereignisse 1987 wurde dieser zentrale Punkt des Landschaftsraumes Morteratsch wieder aufgewertet.

5.2 Hauptverzweigungs- und Regenerationsfläche im MITTLEREN STRECKENBEREICH

Aus flußmorphologischer Sicht war eine Verbreiterung der Verzweigungsfläche notwendig, da ohne Verbauungen weitere Eintiefungen verhindert werden sollen. Mit der Erweiterung des Flußraumes auf einem tieferen Niveau und naturnah gestalteten Ufern können hier ein natürlich dynamischer Regenerationsprozess und die Entstehung neuer Lebensräume gefördert werden.

Gestaltungsmaßnahmen sind nur im Rahmen der Sanierung für das Sohlengefälle und die Uferböschungen notwendig. Jeder weitere Eingriff in die neue Verzweigungsfläche würde das sich aufbauende natürliche Gleichgewicht wieder zerstören. Die Gestaltung der neuen Verzweigungsfläche kann den dynamischen, natürlichen Kräften überlassen werden.

5.3 Ufer- und Flußbettgestaltung im UNTEREN STRECKENABSCHNITT

Die bestehende, starke Eintiefung in diesem Abschnitt wirkte mit den Steilböschungen als Kanal und landschaftsfremd. Das linke ehemalige Flußufer bildete ursprünglich den allmählich auslaufenden, vielfältig strukturierten Hangfuß. Diese Reliefstruktur wurde, unter Berücksichtigung der Bahnlinie, des neuen Uferweges (Loipe) und der geologischen Formationen einschließlich der Bergsturzböcke, naturnah gestaltet. Die unmittelbaren Uferbereiche wurden mit anstehenden groben Flußkieseln und Blöcken gegen Seitenerosionen geschützt.

Die Vegetationsstrukturen wurden, entsprechend dem lockeren Waldrand, in großen Gruppen aufgeforstet. Die Rohbodenflächen wurden der natürlichen Vegetationsentwicklung überlassen.

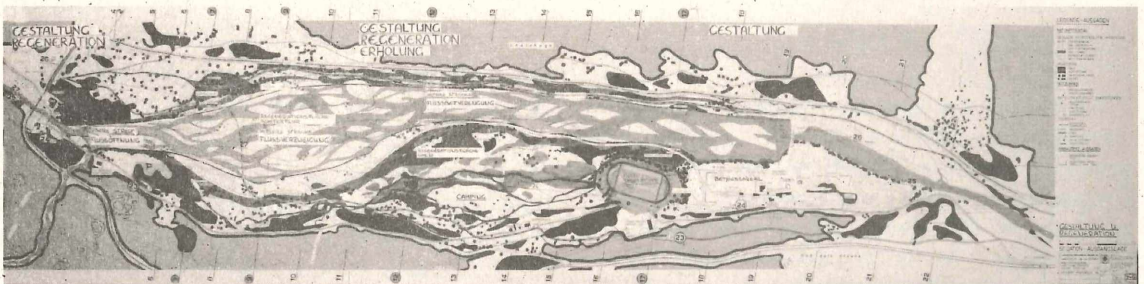


Abbildung 6

Gestaltungsplan mit dynamischer Verzweigungsstrecke auf abgesenktem Niveau

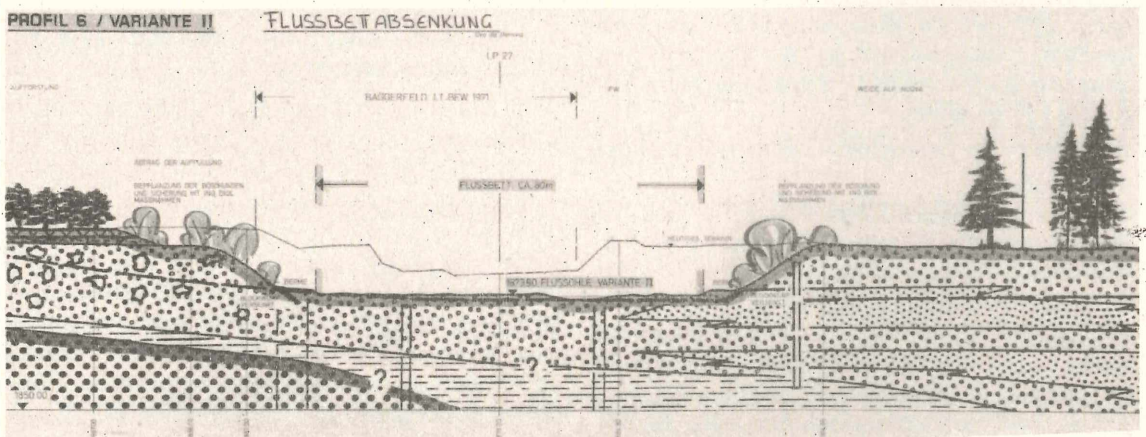


Abbildung 7

Querprofil, Flußbett auf abgesenktem Niveau, Verwilderungsstrecke

Das rechte Steilufer wird zur Zeit, unter Berücksichtigung der Waldfläche, durch leichte Terrassierung in eine landschaftsgerechte Uferböschung geformt. Zur Verhinderung unnötiger Erosionsschutzmaßnahmen und zur Gestaltung eines naturnahen Flußbettes waren minimale Verbreiterungen der Sohle notwendig.

Gestaltung, Eingliederung des Uferweges sowie Aufforstung und Bepflanzung sind analog des linken Ufers vorgesehen. Die aufgefüllten Böschungen entlang des Campingplatzes und des Betriebsareals sind teilweise gestaltet und bepflanzt.

5.4 Flachsee und Campingareal

Auf vielseitigen Wunsch wurde in das Bachsystem (Turbinenwasser), am südöstlichen Rand des Campingplatzes, ein flacher Badesee eingegliedert. Unter Berücksichtigung des Kleinreliefs sowie der Baum-, Strauch- und Schottervegetation wurde dieser in das Landschaftsbild integriert.

6. Sanierung – Flußraumgerechter Rohstoffabbau und Umsetzung der Renaturierungsmaßnahmen

6.1 Sanierungsetappen – Übersicht – Langzeitkontrolle

Die Gestaltung wird durch kontrollierte flächige Sanierungs- und Abbaumaßnahmen bestimmt. Sämtliche Sanierungsmaßnahmen sind mit weiterem flächigem Abtrag verbunden. Diese Situation ermöglicht eine dauernde Fertigstellung in Etappen und Phasen nach landschafts- und gewässerpflegerischen Vorgaben. Die Etappengliederungen und das Vorgehen werden von den flußmorphologischen Prioritäten, dem Erosionsschutz und dem jeweiligen partiellen Zustand bestimmt. Dementsprechend wurden die Etappen in folgenden zwei Gruppen gegliedert:

A) Kurzfristige Landschafts- und Gewässerpflegetmaßnahmen

Diese umfassen: **Sanierungsetappe I / Linke Uferböschung; Sanierungsetappe II / Flußbettverengung Ova da Morteratsch; Sanierungsetappe III / Rechte Uferböschung**

B) Mittelfristige Landschafts- und Gewässerpflegetmaßnahmen

Diese umfassen: **Sanierungsetappe IV und V / Sohlenerweiterung; Sanierungsetappe VI und VII / Ausweitung der Verzweigungsfläche.**

Die Gesamtfläche für die Sanierung und Wiederherstellung umfaßt ca. 35 ha. Die nach den landschafts- und gewässerökologischen Kriterien erfaßten abbaubaren Rohstoffreserven betragen ca. 1,2 Mio. m³ Gesamtvolumen. Als Berechnungsbasis für die zukünftige Aufteilung der Reservevolumen und die Versorgungszeit wurde die vom Bürger- und Gemeinderat bestimmte Abbaumenge von 70 000 m³ Festvolumen / Jahr festgelegt. Mit dieser Jahresabbaumenge reichen die errechneten Reserven ca. 17,5 Jahre. Zur Zeit

wird ein umfassendes Rohstoff- und Ersatzstoffkonzept zur Ressourcenbewirtschaftung für das Oberengadin erarbeitet. Mit diesem weitsichtigen Konzept können die primären Rohstoffreserven noch über einen längeren Zeitraum genutzt werden.

Diese konzeptionellen Voraussetzungen bilden die zukünftige Grundlage für die dauernde und ressourcengerechte Nutzung der Rohstoffe sowie den damit verbundenen Rohstoffkreislauf.

6.2 Langzeitkontrolle für die Sanierung und Renaturierung

Die objektive Langzeitkontrolle wird, ausgehend vom Planungsbeginn, nach der Luftbildvermessung ermöglicht. Folgende Kontrollparameter sind eingetragen bzw. sichtbar:

1. Grundwasserisohypsen und Fließrichtungen
2. Kleinrelief der Verzweigungsstrecke und Gerinne
3. Vegetationsstrukturen und Entwicklung
4. Aktuelle Nutzungsformen
5. Neue Flußraumbegrenzungen und Ufergestaltung
6. Etappengrenzen und Abbaurichtungen
7. Quer- und Längsprofile lt. Projektplänen
8. Kontrollprofile der Abbautiefen
9. Uferböschungen und Sicherungsmaßnahmen
10. Auffüllungen und Baumaßnahmen
11. Gestaltungsvorschläge als Richtpläne
12. Aufforstungen und Sichtschutzpflanzungen
13. Infrastrukturelle Einrichtungen/Erholung (Straßen, Wanderwege, Loipen, etc.)

Mit Hilfe der Luftbildpläne sind die zukünftigen Veränderungen durch die Sanierungs- und Regenerationsmaßnahmen sowie durch den Rohstoffabbau optisch und objektiv nachweisbar. Durch periodische Befliegungen gemäß kommunalen Auflagen werden, nach den Fixpunkten der ersten Vermessung, die Veränderungen des Landschaftsraumes erfaßt und kontrolliert.

6.3 Kurzfristige Landschafts- und Gewässerpflegetmaßnahmen

Die Sanierungsmaßnahmen der Etappen I bis III umfaßten:

a) Die linksseitige Endgestaltung des Hangfußes

Die großen Blöcke des Bergsturzes wurden nicht gesprengt, sondern in die Gestaltung einbezogen. Der zukünftige Waldrand und das Flußufer wurden durch Aufforstungen und Uferbepflanzungen in die gewachsenen Strukturen integriert. Die nicht bepflanzten Rohbodenflächen wurden trotz kleiner Erosionen der natürlichen Ansammlung überlassen.

b) Die naturnahe Gestaltung der Flußbettverengung mit dem Öffnungsraum zur Verzweigungsstrecke

Mit der Sanierungsetappe II wurde die Sicherung der gefährdeten Bauten und die der Sohlenlage im oberen und mittleren Streckenbereich ange-

strebt. Die geologischen Resultate über Lage der Felssohle und deren Festigkeit ergaben, daß mit der natürlichen Tiefenerosion der unterschiedlich strukturierte Fels zum Teil erodieren und die angrenzenden Bauten gefährden würde. Durch den Sohlschwelleneinbau in der Engstelle oberhalb des Zusammenflusses wurde die bestehende Sohle gesichert und somit die Bauten. Diese landschaftsgerechte Sohlensicherung ermöglicht den Abtrag der Wuhren bis auf die ursprünglichen Geländehöhen. Die Sohlschwelle bildet heute einen ständig überfließenden Absturz in die vom Hochwasser eingetiefte Schlucht.

Die Uferböschungen in der Engstelle wurden mit anstehendem Blockmaterial naturnah gestaltet.

c) Flußbettverbreiterung, Sicherung und Gestaltung der rechten Uferböschung im unteren Streckenabschnitt

Das rechte Steilufer, Sanierungsstufe III, ist durch Abtrag, unter Berücksichtigung der Waldfläche, in eine landschaftsgerechte Uferböschung zu formen. Die Ufersicherung erfolgt analog des linken Ufers.

Die Vegetationsstrukturen werden durch Aufforstungen und Gruppenpflanzungen in Verbindung mit den bestehenden Waldflächen, gestaltet. Die Uferzone wird nach Bedarf durch ingenieurbio- logische Maßnahmen bepflanzt. Die Rohbodenflächen werden der natürlichen Ansam- lung überlassen.

Im Rahmen dieser Arbeiten werden die Bepflanzungen für den Sichtschutz entlang des Betriebsareals und der Depotfläche erstellt.

Mit diesen Sanierungs- und Gestaltungsmaßnahmen wird die verbleibende hochgelegene Fläche mit dem Campingplatz und dem Betriebsareal als Flußterrasse gestaltet.

Der vorgesehene Flachsee wurde fertiggestellt. Der Begrenzungsbach blieb in seiner wesentlichen Form erhalten. Durch die Aufforstungen und Gruppenpflanzungen wird die Terrasse bis zum Fluß in den Landschaftsraum eingegliedert.

Die wasserbaulichen Sicherungsmaßnahmen wurden und werden nach natürlichen flußmorphologischen Bedingungen, landschaftsästhetischen und landschaftsgerechten Methoden realisiert.

Die großen Hochwasser von 1987 mit starken Eintiefungen im Gletschervorland und im Bereich der Engstelle bewirkten keine nennenswerten Schäden innerhalb der Verwilderungsstrecke.

Mit der Eintiefung wurde der Zustand einer ursprünglichen Schluchtform freigelegt und bereichert heute das Landschaftsbild.

Die Ufererosionen entsprachen der Dynamik dieser Wildflußlandschaft. Die hohen Abflüsse bis zu $150 \text{ m}^3/\text{sek.}$, mit großem Geschiebeaustrag aus dem Vorland des Morteratschgletschers, bewirkten eine hohe Auflandung in der ehemaligen Sanderflur.

Das mit dem Rohstoffabbau entstandene große Rückhaltebecken verhinderte 1987 die katastro-

phenalen Auswirkungen auf die tieferliegenden Gemeinden.

6.4 Mittelfristige Landschafts- und Gewässer- pflegemaßnahmen Sanierungsstufen IV, V, VI und VII, Erweiterung der Sohlenbreite für die Verzweigungsfläche und Endgestaltung der Uferböschungen

Diese Sanierungs- und Gestaltungsmaßnahmen sind für die Sohlenverbreiterung und für die Endgestaltung der vorgesehenen Verzweigungsfläche notwendig.

Anschließend an die Sohlenverbreiterung (Etappe III) folgt flußaufwärts, mit der Etappe IV, der Abtrag bis auf die vermessene Abbausohle. Die rechte Randböschung bildet die Begrenzung der Etappe VII und gleichzeitig die der zukünftigen erhöhten Berme. Das gleiche Vorgehen erfolgt auf der linken Seite mit dem Abbau der Etappe V. Mit diesen beiden Sanierungsmaßnahmen ist die notwendige Sohlenbreite erreicht.

Der anschließende Abtrag der Etappe VII auf der Bermensohle sowie die Endgestaltung der rechten Uferböschung schließen die Sanierungsmaßnahmen in der zukünftigen Schotterflur ab.

7. Zusammenfassung und Folgerungen für die Sanierung, die langfristige Rohstoffsicherung und die Renaturierung der Wildflußlandschaft

Die landschafts- und gewässerökologischen Untersuchungen sowie die flußmorphologischen und wasserbaulichen Abklärungen ergaben, daß der Landschaftsraum mit der eigenen natürlichen Dynamik das Potential für den Renaturierungsprozess beinhaltet.

Mit dem weiteren kontrollierten Rohstoffabbau im Rahmen der Sanierungsmaßnahmen kann in dieser Schotterflur nur eine Verbesserung der Situation erzielt werden.

Naturpotential und Naturhaushalt

Die Tatsache, daß in diesem Lebensraum sowie im Einzugsgebiet noch ein reichhaltiges und zum Teil ungestörtes Artenpotential vorhanden ist, ergibt die seltene Gelegenheit für die natürliche Regeneration dieser alpinen Wildflußlandschaft.

Nutzungsformen und Nutzungsansprüche

Mit den ersten Eingriffen in diese Flußbaue, durch den Bahnbau, wurden keine nennenswerten Störungen verursacht. Erst die flächenhaften Beanspruchungen durch die Erholungseinrichtungen und den Rohstoffabbau veränderten dieses Gebiet wesentlich.

Die Rückführung der gesamten ehemaligen Sanderflur in den Naturzustand ist unrealistisch. Aufgrund der großen natürlichen Regenerationsfähigkeit in diesem Raum können jedoch die Nutzungen, mit Einschränkungen, in dieser naturnahen Landschaft weiterhin und nebeneinander bestehen.

Landschafts- und Gewässerpflege – Landschafts-entwicklung

Ausgehend von den Zielen und Aufgabenstellungen des Bürger- und Gemeinderates und dem erarbeiteten Gesamtprogramm kann die Wiederherstellung der Schotterflur mit der Sanierung gewährleistet werden.

Mit den vorgeschlagenen Maßnahmen kann eine weitsichtige Entwicklung des Landschaftsraumes im Sinne der naturnahen Landschafts- und Gewässerpflege erfolgen.

Anschrift des Verfassers:

Dipl. Ing. Ottomar Lang
Zentralstr. 2a
CH-8610 Uster

Konzepte der Raumplanung zur Erhaltung und Entwicklung von Flußauen

Rainer Mühlinghaus

1. Gedanken zum Thema, angeregt durch die vorangegangenen Beiträge

Ich bin in der schwierigen Lage, Ihnen nach den inhaltsreichen, auf konkrete Projekte bezogenen Vorträgen meiner Vorredner mit einer recht trockenen Materie begegnen zu müssen. Ich bin aber der Meinung, daß theoretisch-formale Aspekte hier mit Recht und aus gutem Grund behandelt werden. Sie lassen nämlich u.a. Schlüsse darauf zu, welchen Stellenwert das Thema des Kongresses in der Öffentlichkeit besitzt und welche Voraussetzungen verbesserungsbedürftig sind, um gute Ideen und Ansätze in der Praxis umzusetzen. In diesem Sinne bitte ich Sie, das folgende nicht als formale Spitzfindigkeit, sondern als wesentlichen, die Substanz betreffenden Gedanken aufzugreifen:

Das Thema „Konzepte der Raumplanung zur Erhaltung und Entwicklung von Flussauen“ erscheint mir insofern unvollständig, als es bei den ‚Konzepten der Raumplanung‘ nicht nur um ‚Erhaltung‘ und ‚Entwicklung‘ der verbliebenen Reste von Flussauen gehen darf oder darum, Konflikte in Zukunft zu vermeiden, die früher bei der Realisierung von Nutzungsansprüchen in Auen ignoriert oder nicht erkannt wurden. Es muß vielmehr auch behandelt und als Ziel formuliert werden, daß die in der Vergangenheit vom Gesamtsystem ‚Gewässer‘ abgetrennten Auen zu sanieren sind.

Konzepte der Raumplanung sind nicht nur für unsere großen Flußauen zu erarbeiten, wie Sie vielleicht aus den vorangegangenen Vorträgen gefolgert haben. Vielmehr muß – und das will ich gleich zu Beginn deutlich hervorheben – das gesamte Einzugsgebiet des Gewässers betrachtet werden, wenn ein in sich schlüssiges, das gesamte Wirkungs- und Funktionsgefüge berücksichtigendes Entwicklungskonzept entstehen soll.

Im Rahmen eines Gutachtens für das Hessische Umweltministerium¹ ist u.a. der Zustand der Auen in diesem Bundesland näher untersucht worden, und die Gegenüberstellung historischer und aktueller topographischer Karten hat deutlich bestätigt, daß sich gerade die Siedlungsflächen in den vergangenen ca. 80 Jahren in erheblichem Umfang in die Auen hinein entwickelt haben, und es ist befremdlich feststellen zu müssen, daß noch heute in Regionalplänen keine klaren Ziele vorgegeben werden, die diese als

problematisch erkannte Entwicklung verhindern: Es gibt noch immer Raumordnungs- bzw. Regionalpläne, die Siedlungsentwicklung in Flussauen zulassen bzw. festschreiben.

Im Rahmen des o.g. Gutachtens wurde auch die Problematik des Grünlandumbruchs näher untersucht. Denn auch hier besteht die dringende Notwendigkeit, daß die Regionalplanung Rahmenbedingungen für eine ökologisch sinnvolle, alle Gewässerfunktionen berücksichtigende Landschaftsentwicklung festsetzt.

Dabei wurde u.a. der Frage nachgegangen, ob die zur Sicherung der mannigfaltigen Auenfunktionen (s. Übersicht 1) in einem Regionalplan ausgewiesene Grünland-Nutzung sachlich und vor allem rechtlich einwandfrei ist, wenn die standörtlichen Gegebenheiten nach Absenken des Grundwassers infolge Gewässerausbau oder nach mit hohem Kostenaufwand erreichter Hochwasserfreiheit durch Eindeichung gar nicht mehr gegeben sind.

Diese Problematik ist speziell auch dann von Bedeutung, wenn ein Schutzgebietskonzept für solche Auen entwickelt und durchgesetzt werden soll, die bereits seit langer Zeit vom Strom abgeschnitten sind. Welche Argumente kann der Initiator vorbringen um zu erreichen, daß Grünland erhalten oder neues Grünland angelegt wird, wenn die standörtlichen Gegebenheiten dies nicht mehr rechtfertigen?

Nicht nur seitens des Naturschutzes und der Landespflege gilt seit langem die Forderung, Wasser in der Landschaft zurückzuhalten, anstatt es mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln so rasch wie möglich abzuleiten.

Zumindest die Entstehung kleiner, teilweise auch die mittlerer Hochwasserereignisse läßt sich – so argumentiert inzwischen auch wieder die Wasserwirtschaft – durch flächenbezogene Maßnahmen zur Verbesserung des Retentionsvermögens im Einzugsgebiet, insbesondere im Bereich von Ober- und Mittellauf auch kleiner Gewässer, beeinflussen.

Es ist dringend erforderlich, daß auch dieser Gesichtspunkt ‚integrierter Hochwasserschutzkonzepte‘ verstärkt in die Regionalplanung einfließt. Die Voraussetzungen zur Realisierung solcher Überlegungen sind so günstig wie nie zuvor, nachdem sogar gezielt landwirtschaftliche Nutzflächen brachgelegt werden und die Wasser-

¹ Büro für Landschaftsplanung Dipl.-Ing. Rainer Mühlinghaus: Entwurf für ein Hessisches Auenprogramm. Unveröffl. Manuskript. im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Reaktorsicherheit; Wiesbaden 1987

wirtschaft seit langem von ihr zu vertretende, aber aus nachvollziehbaren Gründen lange Zeit unterbewertete oder vernachlässigte Funktionen der Gewässer wieder ins Zentrum ihres Aufgabenfeldes gestellt hat.

2. Konzepte der Raumplanung zur Erhaltung und Entwicklung von Flussauen

2.1 Auen-Sicherung und -Entwicklung – eine Aufgabe der Raumordnung?

Es kann eigentlich niemanden verwundern, daß in einem dicht besiedelten Land wie der Bundesrepublik Deutschland fast jedes Fleckchen Erde unter den Pflug genommen, bebaut oder auf andere Weise kultiviert ist. Oft ist es nicht nur eine einzige Nutzung, die Anspruch auf ein Stück Land erhebt, sondern mehrere Interessenten konkurrieren darum. Jeder nutzt auf seine Weise eines oder mehrere Naturpotentiale, verändert deren Qualität vollständig oder teilweise und beeinflußt damit wiederum deren Wert z.B. für andere Nutzungen, d.h. es bestehen sog. Nutzungsinterferenzen.

Raumplanung hat die Aufgabe, mit Hilfe ihres umfangreichen, erprobten Planungsinstrumentariums störende Nutzungsinterferenzen und die Konkurrenz um Naturpotentiale in geordnete Bahnen zu lenken. Sie orientiert sich dabei an Zielen, die auf Bundesebene im Raumordnungsprogramm, auf Länderebene in den Landesentwicklungsplänen und auf regionaler Ebene in Regionalplänen festgesetzt sind.

Angesichts der Stellung und der 'normativen' Möglichkeiten dieser Planwerke ist es schon sehr verwunderlich, daß man zwar die Begriffe *Gewässer* und *Flußbau* findet, aber nach dem Begriff *Aue* in der Regel vergeblich sucht. Zwar werden verschiedene Umweltschutz- und Naturschutzaspekte in Verbindung mit dem Nutzungsanspruch *Wassergewinnung* behandelt, aber ein integriertes Konzept für die Auen ist bisher in den raumordnerischen Planwerken nicht festgeschrieben, wengleich längst konzeptionelle Überlegungen in dieser Richtung vorliegen.

Nur im Regionalplan Mittlerer Oberrhein, d.h. in dem Plan, der gerade mit der Flussaue des Rheins hier in der Nähe von Rastatt zu tun hat, wird der Begriff *Aue* konkret verwendet, aber nur als eine örtliche Bezeichnung und nur für die sogenannte Jungaue. Im Unterschied dazu wird die Altaue als Rheinniederung bezeichnet. Gleiches gilt für das LEP Baden-Württemberg von 1983 und das Raumordnungsprogramm des Bundes, in denen die Begriffe *Aue* und *Niederung* zwar für konkrete Gebiete, nicht aber als Bezeichnung für eine Kategorie besonders zu sichernder oder zu entwickelnder Gebiete verwendet werden.

Möglicherweise fehlt ein 'Aue-Bewußtsein' oder eine das Aufgabenfeld angemessen zum Ausdruck bringende Definition von Aue, die als Basis für die Ausarbeitung raumplanerischer Konzepte – wohlgerne in dem eingangs umrissenen weiteren, das Einzugsgebiet einschließenden Sinne² – dienen könnte.

2.2 Gesetzliche Grundlagen für Sicherung und Entwicklung von Auen

Nicht nur in den o.g. Planwerken fehlt der Begriff Aue, auch in den Naturschutz- und in den Wassergesetzen sucht man ihn in der o.g. Bedeutung meist vergeblich!

Konkret im Sinne der Problematik wird nur im Hessischen Naturschutzgesetz der Begriff „Aue“ verwendet, nämlich in einem der fünf besonders hervorgehobenen Grundsätze für die Verwirklichung der Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege in § 1, dort heißt es:

"Die Fließgewässer, einschließlich der Talauen, sind zur Förderung ihrer vielfältigen günstigen Wirkungen auf Natur und Landschaft zu schützen und zu erhalten ; ..."

Im Baden-Württembergischen Naturschutzgesetz, § 16 ('Schutz der Feuchtgebiete und der Ufervegetation') werden Eingriffe in Bruch- und Auwälder grundsätzlich für unzulässig erklärt. Dort wird – im Unterschied zu Hessen – eine bewusste Beschränkung auf den 'Auwald' vorgenommen und ein enger Bezug zu den seit längerer Zeit im Naturschutz beachteten Feuchtgebieten hergestellt. Es steht also das Feuchtgebiet im Vordergrund, nicht aber der Landschafts- bzw. Gewässerteil 'Aue' mit seinen vielfältigen, sich überlagernden Potentialen und Funktionen und den davon abhängenden Nutzungen.

Obwohl Bayern an der Donau, Rheinland-Pfalz am Oberrhein, Nordrhein-Westfalen am Niederrhein und Niedersachsen an der Elbe große Fluß- bzw. Stromauen vorzuweisen haben, fehlt in den Naturschutzgesetzen dieser Länder, wie auch im Bundesnaturschutzgesetz der Begriff *Aue*.

Eigentlich sollte man annehmen, daß zumindest im Wasserhaushaltsgesetz und den Wassergesetzen der Länder *Auen* behandelt werden, aber expressis verbis kommt der Begriff auch dort nicht vor. Anscheinend ist es in der Praxis schwierig, den mit *Aue* zu bezeichnenden Teil der Landschaft bzw. des Gewässers, abzugrenzen. Hilfestellung bieten derzeit allenfalls die Regelungen für Überschwemmungsgebiete, die im Prinzip mit den rezenten Auen gleichgesetzt werden können. Damit würden aber die Altauen von vornherein ausgeschlossen werden.

2.3 Versuch einer Definition

Herr Schäfer, der vor kurzem verstorbene Leiter des Senckenberg-Instituts in Frankfurt, hat in

² Es ist in diesem Sinne nicht nur von den Auen großer Flüsse, z.B. des Rheins, auszugehen, sondern auch die Auen der Bäche sind einzubeziehen. Nicht nur dort besteht die Schwierigkeit, Auen abzugrenzen, um den Geltungsbereich programmatischer Aussagen wie auch von Maßnahmenkonzepten zu bestimmen. Dieses Abgrenzen ist unbedingt notwendig und sollte zumindest im Rahmen der Landschaftsplanung durchgeführt werden.

Verbindung mit dem Rhein die Auen als den amphibischen Teil des Gewässers bezeichnet. Diese amphibischen Teile sind durch Hochwasserdämme gleichsam amputiert worden, und in der Regionalplanung, z.B. im o.g. Regionalplan Mittlerer Oberrhein, wird offensichtlich *Aue* nur für die rezente Aue verwendet. Gerade im Hinblick auf die Überlegungen zu neuen Hochwasserschutzkonzepten, bei denen auch subrezente Auen einbezogen werden sollen, erscheint mir dieses enge Verständnis von Aue für Konzepte der Raumplanung nicht angemessen.

Deshalb schlage ich in Anlehnung an die heutige potentielle natürliche Vegetation (hpnV) vor, den Begriff der heutigen potentiellen natürlichen Aue (hpnA) einzuführen für Teile der Gewässerniederung, die nach (zunächst theoretischer) Beseitigung künstlicher Hindernisse im Einflußbereich des Hochwassers lägen, also das Gebiet, das aufgrund der morphologischen Gegebenheiten und gemessen an den gegenwärtigen Abflußverhältnissen vom Gewässer beeinflusst würde, wenn alle Regulierungs- und Schutzmaßnahmen entfielen.

Gerade im Zusammenhang mit den Überlegungen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes am Rhein (Integriertes Rheinprogramm) erscheint diese Definition sinnvoll. Aber auch bei kleineren Gewässern sind 'Altauen' bei der Realisierung von Hochwasserschutzkonzepten einzubeziehen, und dazu wäre es hilfreich, die hpnA zu kennen.

2.4 Raumnutzungskonzept für die Rheinniederung – ein Beispiel

Im Sinne dieser Definition hat eine Arbeitsgruppe der für die Landesplanung und Raumordnung der Bundesländer Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und Hessen zuständigen Stellen den Geltungsbereich für das im Februar 1986 vorgelegte "Raumnutzungskonzept für die Rheinniederung von Iffezheim bis zur Mainmündung" festgelegt. Diese Arbeitsgruppe verwendet zwar nicht den Begriff Aue, befaßt sich aber genau mit den Problemen, die sich aus der Überlagerung vielfältiger Nutzungsansprüche in einem Gebiet ergeben haben, das aufgrund seiner natürlichen Gegebenheiten auch für Hochwasserretention geeignet ist bzw. vor Zeiten zumindest in Teilen dazu beigetragen hat.

Mit dem Konzept werden drei Hauptziele verfolgt:

- Erhaltung von Auen, d.h. Bewahren der letzten Reste der ehemaligen Naturlandschaft Aue,
- Entwicklung der Nutzung in diesem Gebiet, so daß weiterer unkontrollierter Inanspruchnahme dieses empfindlichen Naturraums entgegen gesteuert wird und
- Sanierung der Altauen, u.a. Wiederherstellung naturnaher Verhältnisse zumindest in Teilgebieten.

Gerade das zuletzt genannte Ziel scheint aus verschiedenen Gründen – wenn überhaupt – nur

langfristig umgesetzt werden zu können. Nach meiner Einschätzung gibt es aber eine Vielzahl von Maßnahmen, die sich mit verhältnismäßig geringem Aufwand kurzfristig realisieren ließen. Als Beispiel seien nur die vielen Altaueflächen an Rheinzufüssen genannt, die auf der einen Seite von dem Leitdamm unmittelbar am Gewässer und auf der anderen Seite von einem in mehr oder weniger großem Abstand parallel oder schräg zum Gewässer verlaufenden Straßendamm begrenzt werden. Ähnliche Situationen finden sich auch am Zusammenfluß eingedeichter Gewässer.

Allein durch Beseitigung des Leitdammes am Gewässer könnte die Fläche bis zum Straßendamm hin für Retention verwendet werden. Der Verlust für die Landwirtschaft ist insofern gering, als meist ungünstige Flächenzuschnitte eine rentable Bewirtschaftung behindern; dessen ungeachtet wäre eine standortgemäße, d.h. an möglichen Hochwassereinfluß angepaßte landwirtschaftliche Nutzung weiterhin möglich.

In dem o.g. Raumnutzungskonzept werden die in der Rheinniederung lokalisierten Nutzungsansprüche nach dem Grad ihrer funktionalen Bindungen an den Strom und die Talaue, sowie nach Umfang und Dynamik ihrer Flächenansprüche gegliedert bzw. gewichtet.

Es werden Nutzungsansprüche und Funktionen, die ausschließlich oder vorrangig an den Standort Talaue/Gewässer gebunden sind, von solchen unterschieden, die auch außerhalb der Talaue erfüllt werden können. Zu den zuerst genannten gehören insbesondere die verschiedenen ökologischen Funktionen der Aue (s. Übersicht 1), aber auch wasser-/schiffahrtsgebundene Infrastruktureinrichtungen; zu denen, die auch außerhalb von Auen lokalisiert sein können, werden Wohn- und Gewerbeansiedlung, Landwirtschaft, Verkehrs- und Versorgungsinfrastruktur gezählt.

Die Gruppe der standortgebundenen Ansprüche wird danach untergliedert, ob sie reversibel (z.B. bestimmte Freizeitnutzungen) oder irreversibel sind, und danach, ob es sich mehr um punktuelle, in ihrer räumlichen Entwicklung begrenzte bzw. begrenzbare (z.B. Kraftwerke, Kläranlagen) einerseits oder solche mit andauerndem, großem Flächenanspruch (z.B. Rohstoffsicherung/Kiesabbau und Wasserversorgung) andererseits handelt.

Außerdem sind für die Entscheidungsfindung Kenntnisse erforderlich, die eine Einschätzung der regionalen und/oder überregionalen Bedeutung der Nutzungsansprüche ermöglichen. Im Raumnutzungskonzept für die Rheinniederung wird z.B. abgeleitet, daß die Trinkwasserversorgung bei Entscheidungen Vorrang genießen soll vor konkurrierenden Nutzungen.

Durch diese Prioritätensetzung wird indirekt auch dem Schutz des Biotischen Potentials Rechnung getragen, weil die Sicherung der bestehenden Wasserverhältnisse gerade für das Biotische Potential der Talaue ausschlaggebendes Kriterium ist.

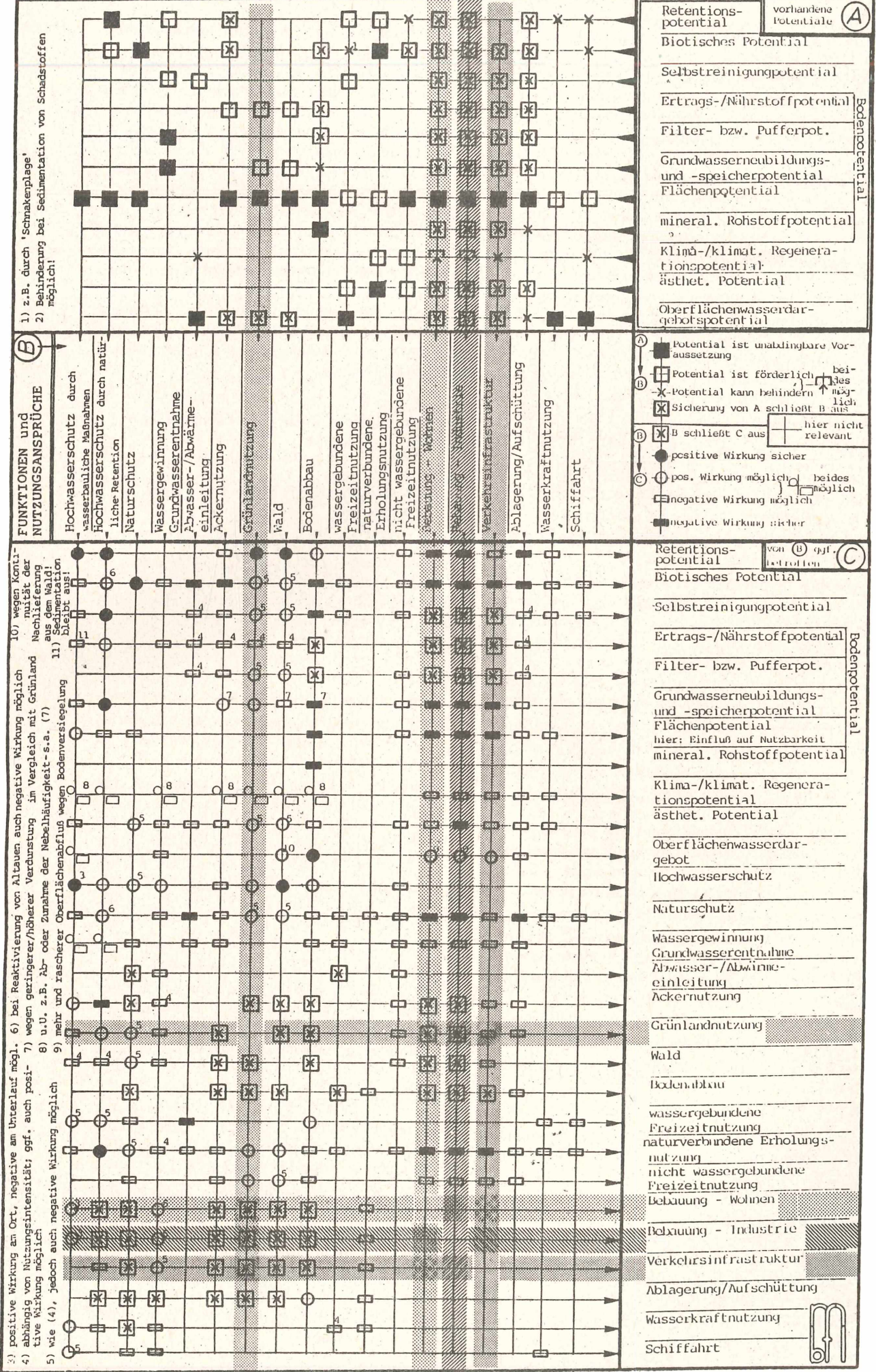
Übersicht 1

Potentiale der Auen

Name des Potentials	● Wirkung oder Leistung – Verbreitung (Auswahl)
Retentionspotential	● Pufferwirkung (s. Beispiel Seite 143) – grundsätzlich in allen Auetypen möglich
Biotisches Potential/ Biotisches Regenerationspotential	● Lage im Grenzbereich zwischen Wasser, Boden und Luft bietet besonders vielfältige Entwicklungsmöglichkeiten für Lebewesen; ● da vorwiegend linienhaftes Landschaftselement hohe Vernetzungswirkung – Reichtum abhängig von Auetypp; besonders ausgeprägt in Typen des Mittel- und Unterlaufs großer Fließgewässer
Selbstreinigungspotential	● Abbau und/oder Bindung von Gewässerinhaltsstoffen, insbesondere auch durch Sedimentation – bei Auetypen des Oberlaufs in der Regel von untergeordneter Bedeutung, sonst mit der Größe – in Abhängigkeit von der Art der Vegetation – zunehmend Hinweis: Die im Hinblick auf die Gewässergüte vorteilhafte Reinigungswirkung kann die Nutzbarkeit der Aue einschränken, wenn mit dem Wasser Schadstoffe auf die Flächen gelangen. Dieser Nachteil besteht nicht, wenn die Stoffe z.B. durch Festlegung im Holz von Bäumen der Nahrungskette entzogen werden.
Bodenpotential; im einzelnen:	
a) Ertragspotential	● besonders ausgeprägt in Bereichen mit Auelehmdecken; Düngewirkung durch Sedimentation in Zusammenhang mit Hochwassereinfluß – vorwiegend bei Auetypen des Mittel- und Unterlaufs; relativ unabhängig von der Gewässergröße
b) Filter- bzw. Pufferpotential	● im Unterschied zum Selbstreinigungspotential hier nur bodenbezogen, sonst ähnliche Wirkung (s.a. Hinweis!) – bei Auetypen des Oberlaufs in der Regel von untergeordneter Bedeutung;
c) Grundwasserneubildungspotential	● Grundwasseranreicherung bei Hochwasser; Wirkung besonders günstig, wenn bei Niedrigwasser Trocknungsrisse entstanden sind – von hervorragender Bedeutung in den Auen der mit grobporigen Sedimenten gefüllten Täler; in Auen der Oberläufe meist von untergeordneter Bedeutung
d) Rohstoffpotential	● Vorhandensein von Flußsedimenten des Quartär u.a. – in breiten Flutälern; Hinweis: Verwertung schließt viele andere Funktionen aus oder schränkt sie ein
e) Flächenpotential	● Wert an sich; Voraussetzung für versch., auch auëfremde Nutzungen – Auetypen des Unterlaufs, z.T. auch des Mittellaufs; Hinweis: im Hinblick auf die einschränkende Wirkung des Wassereinflusses zu beachten; Wertsteigerung im ökonom. Sinn durch Umwandlung reeller Aue in „Altaue“; Verwertung beeinträchtigt viele andere Potentiale
Klimapotalential/ Klimatisches Regenerationspotential	● verschiedene Wirkungen des Ökosystems – z.B. auf Nebelhäufigkeit, Luftfeuchte, Luftbewegung/lokale Windsysteme – ausgeprägter, je größer die Aue ist;
sonstige Potentiale	
ästhetisches Potential/ Erholungspotential	● hohe Wirkung bei von der Umgebung deutlich abweichender, insbesondere „naturnaher“ bzw. urwüchsiger Erscheinung – abhängig von der absoluten Größe Idealbild der Stromaue: gewässer- bzw. wasserreich, mit Auëwald; Idealbild der Flußauë: weite Grünlandflächen und Galeriewald;
Freizeitpotential	● Vorhandensein von Oberflächenwasser/Gewässern Hinweis: Nutzung des Potentials beeinträchtigt andere, stärker an die Bedingungen des Ökosystems gebundene und deshalb empfindlichere Potentiale ggf.

Übersicht 2

Abhängigkeiten zwischen Auenpotentialen, Auenfunktionen und Nutzungsansprüchen in Auen



1) z.B. durch 'Schmackenplage'
2) Behinderung bei Sedimentation von Schadstoffen möglich

FUNKTIONEN und NUTZUNGSANSPRÜCHE

10) wegen Kontinuität der Nachlieferung aus dem Wald! 11) Sedimentation bleibt aus!

3) positive Wirkung am Ort, negative am Unterlauf mögl.
4) abhängig von Nutzungsintensität; ggf. auch positive Wirkung möglich
5) wie (4), jedoch auch negative Wirkung möglich
6) bei Reaktivierung von Altlasten auch negative Wirkung möglich
7) wegen geringerer/höherer Verdunstung im Vergleich mit Grünland
8) u.U. z.B. Ab- oder Zunahme der Nebelhäufigkeit - s.a. (7)
9) mehr und rascherer Oberflächenabfluss wegen Bodenversiegelung

- vorhandene Potentiale (A)
- Retentionspotential
 - Biotisches Potential
 - Selbstreinigungspotential
 - Ertrags-/Nährstoffpotential
 - Filter- bzw. Pufferpot.
 - Grundwasserneubildungs- und -speicherpotential
 - Flächenpotential
 - mineral. Rohstoffpotential
 - Klima-/klimat. Regenerationspotential
 - ästhet. Potential
 - Oberflächenwasserdargebotspotential

- Potential ist unabdingbare Voraussetzung
- Potential ist förderlich bei des
- Potential kann behindern
- Sicherung von A schließt B aus
- hier nicht relevant
- positive Wirkung sicher
- pos. Wirkung möglich
- negative Wirkung möglich
- negative Wirkung sicher

- von (B) ggf. betroffen (C)
- Retentionspotential
 - Biotisches Potential
 - Selbstreinigungspotential
 - Ertrags-/Nährstoffpotential
 - Filter- bzw. Pufferpot.
 - Grundwasserneubildungs- und -speicherpotential
 - Flächenpotential
 - hier: Einfluß auf Nutzbarkeit
 - mineral. Rohstoffpotential
 - Klima-/klimat. Regenerationspotential
 - ästhet. Potential
 - Oberflächenwasserdargebotspotential
 - Hochwasserschutz
 - Naturschutz
 - Wassergewinnung
 - Grundwasserentnahme
 - Abwasser-/Abwärmeeinleitung
 - Äckernutzung
 - Grünlandnutzung
 - Wald
 - Bodenabbau
 - wassergebundene Freizeitnutzung
 - naturverbundene Erholungsnutzung
 - nicht wassergebundene Freizeitnutzung
 - Bebauung - Wohnen
 - Bebauung - Industrie
 - Verkehrsinfrastruktur
 - Ablagerung/Aufschüttung
 - Wasserkraftnutzung
 - Schifffahrt

Die Begriffe Naturpotential und Landschaftsfunktion werden dazu verwendet, um Leistungen von Ökosystemen oder generell von Landschaften bzw. Landschaftsausschnitten prägnant und im Hinblick auf ihre Bedeutung für bestimmte Nutzungen zu beschreiben. Wir verstehen in Übersicht 1 unter Potential die Fähigkeit oder das Vermögen eines Ökosystems, in seinem gegenwärtigen Zustand bestimmte Funktionen, Wirkungen oder Leistungen erfüllen zu können (Synonym: Leistungsvermögen). Wenn das benötigte Potential nicht vorhanden ist, kann das Ökosystem eine ggf. von ihm geforderte Funktion nicht erfüllen. Wenn die Funktion dennoch erfüllt werden soll, muß das Potential erst wieder hergestellt werden. Potential ist demnach Ausdruck des aktuellen Zustands des Wertes; Funktion der Anspruch, der an ein Ökosystem gestellt wird. (Beispiel: Eine stark geneigte Fläche wird z.Zt. ackerbaulich genutzt. Sie soll Bodenschutzfunktion erfüllen. Das Potential muß erst hergestellt werden, z.B. durch Umwandlung in Grünland oder durch Aufforstung eines Bodenschutzwaldes. Der Wert der Fläche in Hinblick auf die zu erfüllende Funktion ist gering; er muß erst, ggf. mit finanziellem Aufwand, hergestellt werden!).

Potentiale werden als methodische Hilfsmittel eingeführt, die die Beurteilung bestimmter Eigenschaften bzw. des aktuellen Leistungsvermögens von Auen erleichtern sollen. Sie werden aus pragmatischen Gründen so definiert, daß ein Bezug zu bestimmten Nutzungen bzw. Funktionen hergestellt werden kann. In diesem Sinne lassen sich die in Übersicht 1 – s. dort – aufgeführten Auenpotentiale unterscheiden.

2.5 Hilfsmittel für die Entscheidungsfindung

Im Rahmen des eingangs genannten Gutachtens¹ wurde versucht, die Zusammenhänge zwischen den vorhandenen Potentialen in Auen, ihren Funktionen und Nutzungsansprüchen aufzuzeigen.

Das Ergebnis, dargestellt in Übersicht 2, macht in vereinfachter Darstellung deutlich, welche komplexen Wechselbeziehungen bei Entscheidungen zu bedenken sind. Die Übersicht soll darüber hinaus auch aufzeigen,

- welches Potential unabdingbare Voraussetzung ist für eine bestimmte Nutzung,
- welches Potential eine Nutzungsentwicklung behindert und
- welche Nutzungsart ggf. auszuschließen ist.

Die dargestellten Verknüpfungen bedürfen sicher an der einen oder anderen Stelle der Diskussion und müssen ggf. noch angepaßt werden; darauf kommt es mir aber im Augenblick nicht an.

Betrachtet man nur die hervorgehobenen Stränge, so treten konkrete Abhängigkeiten hervor, die im Einzelfall bei raumplanerischen Entscheidungen zu beurteilen sind. Und darin liegt der Hauptzweck der Übersicht: Sie soll Hilfestellung bieten, indem sie die vorrangig zu lösenden Probleme auf einfache Weise erkennen läßt:

Nehmen wir zum Beispiel an, in einem konkreten Auegebiet soll die Verkehrsinfrastruktur verbessert werden, Wohnbebauung ist geplant, Bodenabbau ist vorgesehen, und es sollen Teilflächen der Aue unter Naturschutz gestellt werden. Verfolgt man die jeweiligen Stränge in Übersicht 2, so erkennt man auf einen Blick, welche Potentiale und Funktionen der Aue ggf. betroffen sind und welche Konflikte zu erwarten sind. Führt man dieses Verfahren vergleichend für verschiedene Gebiete durch, so lassen sich mit verhältnismäßig geringem Aufwand Prioritäten setzen. Umgekehrt können mit Hilfe der Übersicht Entscheidungen vorbereitet und begründet werden, welche bestehenden Konfliktsituationen vorrangig zu lösen sind bzw. für welche Projekte zuallererst und mit der größten Effizienz Mittel bereitzustellen sind.

3. Entwicklungsziele für Auen – Zusammenfassung

3.1 Raumplanerische Entwicklungsziele für Auen

Für die wesentlichen Nutzungen der Talaue sollen abschließend beispielhaft raumplanerische Entwicklungsziele genannt werden, die z.T. auch in dem o.g. Raumnutzungskonzept für die Rheinniederung vorgeschlagen worden sind:

Hochwasserschutz:

- Hochwasser-Rückhalteflächen gleichzeitig vorrangig für den Kiesabbau vorsehen, damit nicht andernorts landwirtschaftliche Fläche in Anspruch genommen werden muß
- graduellen Hochwasserschutz anstreben, d.h. unterschiedliche Dammhöhe und damit unterschiedliche Sicherheit vor Hochwasser für Siedlungs- und Nichtsiedlungsgebiete; ggf. für notwendige Einzelbauten punktuelle Aufschüttungen/Objektschutz vorsehen. In jedem Falle Ersatzvolumen schon für die Baugenehmigung nachweisen lassen
- ehemalige (natürliche) Überschwemmungsbereiche in der Altaue renaturieren bzw. reaktivieren, um gleichzeitig, evtl. durch häufigere Überflutungen, zur Grundwasseranreicherung beizutragen und um grundwasserabhängige Vegetations- bzw. Biotoptypen zu sichern.

Wasserversorgung:

- alle übrigen Nutzungen mit den Belangen der langfristigen Grundwassersicherung und Wasserversorgung abstimmen
- keine neuen Grundwasser-Entnahmerechte verleihen, Wasserrechte der Industrie (Brauchwasser) prüfen, in verstärktem Maß interne Kreisläufe nutzen und auf Oberflächenwasser oder Uferfiltrat zurückgreifen
- Möglichkeiten zur Versickerung von Niederschlagswasser erhöhen (in Verbindung mit Trennkanalisation)

- Dränwasser nicht in Vorfluter einleiten, sondern an geeigneten Stellen versickern lassen; Möglichkeiten zur Grundwasseranreicherung grundsätzlich prüfen

Rohstoffsicherung:

- Standorte für den Kiesabbau in weniger empfindliche Landschaftsteile, z.B. auf die Niederterrasse, verlegen
- Kiesabbau nur außerhalb der vorhandenen und geplanten Wasserschutzgebiete Zone IIIA und außerhalb von Naturschutzgebieten zulassen
- Erweiterung und Vertiefung bestehender Abbauten gegenüber der Inanspruchnahme neuer Abbauflächen vorziehen
- bei Ausweisung und Genehmigung von Kiesabbauflächen auch die voraussichtliche Folgenutzung mitberücksichtigen und Grundsätze für landschaftspflegerische Begleit- bzw. Reaktivierungspläne festlegen
- Grundwassersenkungen durch Abpumpen von Oberflächenwasser/Wasserspiegelsenkungen in Abbaustellen untersagen

Natur- und Landschaftsschutz:

- die ökologisch wertvollen Bereiche unter Schutz stellen
- auetypischen Biotopen Vorrang vor allen anderen Nutzungen einräumen, insbesondere in Gebieten, in denen ggf. künstliche Retention betrieben werden soll
- Gewässerläufe mit ihren Auen zum Grundgerüst der Biotopvernetzung entwickeln

Sonstige Nutzungen/Funktionen:

- zur Sicherung der Auenpotentiale, insbesondere auch aus wasserwirtschaftlichen Erfordernissen, keine weitere Siedlungsentwicklung in der Flußaue zulassen; in vollständig in der Aue liegenden Gemeinden Siedlungsentwicklung nur noch ausnahmsweise (Eigenbedarf streng prüfen) genehmigen
- keine neuen Friedhöfe in der Talaue zulassen; alte Friedhöfe mittel- bis langfristig stilllegen
- grundsätzlich keine grundwassergefährdenden Betriebe in der Talaue ansiedeln
- bereits bestehende, intensiv genutzte Erholungsgebiete und -einrichtungen an Ver- und Entsorgungsanlagen anschließen, sofern Beseitigung/Verlegung nicht zu erreichen ist; Freizeit- und Erholungseinrichtungen (Parkplätze, Camping, Sportanlagen, Wochenendhäuser, Bäder) nicht in den Bereichen mit Vorrang für die Wasserversorgung und nur abseits wertvoller Auenrelikte zulassen; lang-

fristig Verlagerung der Erholungsnutzung auf die Niederterrasse anstreben

- landwirtschaftliche Nutzung sollte in der Talaue keinen Vorrang erhalten, wenn nicht bestimmte Auflagen eingehalten werden hinsichtlich Nutzungsart, Einsatz von Pflanzenschutzmitteln u.a.; landwirtschaftliche Intensivkulturen, insbesondere Massentierhaltungen, möglichst verlagern; Umwandlung von Grünland in Acker unterlassen bzw. Ackerflächen – je nach speziellen Standortverhältnissen – wieder in Grünland umwandeln; Dunggruben nicht in der Nähe von bzw. mit ausreichendem Abstand zu Gewässerufeln anlegen
- Wälder in der Talaue auf lange Sicht von gebietsfremden Arten befreien; Neupflanzungen in der Altaue mit Baumarten der Hartholzaue vorsehen; Vorrang auf die Renaturierung der Auenwälder legen zugunsten des Landschaftshaushalts bzw. des Biotischen Potentials und im Hinblick auf verträgliche Hochwasserschutzkonzepte und deren Durchsetzbarkeit.

3.2 Zusammenfassung

- Es gibt nach den uns vorliegenden Informationen kein landesweit gültiges Gesamtkonzept für die Entwicklung von Talauen
- Der Begriff 'Aue' wird in der Raumplanung und in Gesetzen selten und nur für die rezente Aue verwendet; eine Ausnahme bildet das Land Hessen, das auch als einziges Bundesland den Entwurf eines Auenprogrammes hat anfertigen lassen; über das weitere Vorgehen ist allerdings noch nicht entschieden
- das nach unserer Kenntnis bisher als einziges vorliegende Raumnutzungskonzept befaßt sich mit einem Teil der Talaue des Rheins; es stellt für drei beteiligte Bundesländer die vielfältigen von Auen zu erbringenden Funktionen und damit indirekt auch deren Wert deutlich heraus und formuliert raumplanerische Entwicklungsziele
- die Durchsetzung raumplanerischer Konzepte erfordert, wie den verschiedenen, tief in bestehende Nutzungsbeziehungen eingreifenden Zielen – ich erinnere bei dieser Gelegenheit auch noch einmal an die eingangs genannte Forderung „Wasser in der Landschaft zurückhalten“ – zu entnehmen ist, einen entschiedenen Einsatz inhaltlicher wie auch finanzieller Art bei allen Beteiligten.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing Rainer Mühlinghaus
Blumenstr. 20
6839 Oberhausen-Rheinhausen

Raumplanungskonzept zur Erhaltung und Entwicklung von Flußauen

Der Planungsentwurf „Ooievaar“*

Willem Overmars, Frans Vera, Dick de Bruin, Dick Hamhuis, Lodewijk van Nieuwenhuijze und Dirk Sijmons

1. Das niederländische Delta

Die Niederlande sind größtenteils ein Delta. Napoleon sprach von einer Schlammanschwemmung aus Frankreich und Deutschland.

In den Niederlanden münden drei große Flüsse ins Meer: Der Rhein, die Maas und die Schelde. Nur einige Kilometer von der Grenze zur BRD entfernt, teilt sich der Niederrhein in den Niederlanden mehrfach, zuerst in Waal und Rhein und anschließend in Rhein und IJssel. Ab Wijk bij Duurstede ändert sich der Name des Rheins zu Waal.

Im ursprünglichen Zustand flossen Flüsse wie Rhein und Maas von Deichen ungehindert, mit Ladungen von Sand und Schlamm zwischen höheren Flächen wie Stauwällen und Decksanden durch die Mittelniederlande zum Meer. Im Winter und im Frühjahr traten die Flüsse wegen der zusätzlichen Regen- und Schmelzwässer über ihre Ufer und überschwemmten weite Flächen. Wenn das Flußwasser sich auf großer Breite verteilte, verlor es sofort an Geschwindigkeit und der Sand wurde als schwerstes und größtes Material, das mitgeführt wurde, gelöscht. Dieser setzte sich ab, wodurch die Uferwälle entstanden. In einiger Entfernung hinter den Uferwällen, wo das Wasser fast zum Stehen kam, setzte sich der leichte Schlamm ab. So entstanden die tieferliegenden Bereiche. Im späten Frühjahr sank das Wasser und die Uferwälle fielen als erste trocken und bildeten Schwellen. Die tieferliegenden Bereiche wurden vom Fluß isoliert und in ihnen sank der Wasserspiegel weiter durch Verdunstung und Abfließen zu den tiefstgelegenen Stellen. Die Flüsse schlängelten sich während des Sommers in einigen flachen Flußrinnen dahin.

Pflanzen, die Überschwemmungen ertragen konnten, bildeten eine üppige Vegetation. An den Stellen, wohin im Winter von Zeit zu Zeit Wasser kam, wuchsen Stieleiche (*Quercus robur*), Ulme (*Ulmus*), Esche (*Fraxinus excelsior*), Weißdorn (*Crataegus*), Schlehe (*Prunus spinosa*) und viele Arten von Gräsern und Kräutern. Buche (*Fagus sylvatica*), Hasel (*Corylus avellana*) und Hainbuche (*Carpinus betulus*) konnten sich dort nicht halten. An den Stellen, die einmal in zehn Jahren während der Wachstumsperiode überflutet wur-

den, wuchsen mehrere Weidenarten (*Salix*), die Schwarzpappel (*Populus nigra*) und das Schilfrohr (*Phragmites australis*).

Die tieferliegenden Bereiche waren offene Sümpfe mit meterhohem Schilfrohr, Breitblättrigem und Schmalblättrigem Rohrkolben (*Typha latifolia* und *T. angustifolia*), mit grellgelb blühendem Moor-Greiskraut (*Senecio tubicaulis*) und mit großen und kleinen, flachen, schlammigen und trüben Gewässern. In trockenen Jahren, wenn der Fluß nicht über die Uferwälle trat, trockneten diese Gebiete größtenteils aus.

Insekten, insektenfressende Vögel, Rohrweihe (*Circus aeruginosus*), Löffler (*Platalea leucorodia*), Purpurreiher (*Ardea purpurea*) und Silberreiher (*Casmerodius albus*) bevölkerten das Flußland. Pflanzenfresser wie Biber (*Castor fiber*), Tarpan (*Epius przewalski*), Auerochse (*Bos primigenius*), Rothirsch (*Cervus elaphus*), Elch (*Alces alces*) und Graugans (*Anser anser*) übten durch ihren Pflanzenfraß einen derartigen großen Einfluß auf die Vegetation aus, daß sie diese gleichsam modellierten und dort viele Strukturunterschiede bedingten.

Sie sorgten mit dafür, daß an den Uferwällen neben Wäldern auch Felder mit Seggen sowie nasse und trockene Grasländer vorkamen, die reich an Kräutern waren. Die großen Pflanzenfresser waren somit landschaftsformende Tierarten. Die Kombination von Flußdynamik mit Prozessen wie Erosion und Sedimentation, die jährlich wiederkehrenden Überschwemmungen und die Beweidung durch die großen Pflanzenfresser sorgte für eine kennzeichnende Zonierung, ein charakteristisches Vegetationsmuster entlang der Flüsse. An den Uferwällen, wo bis in die Wachstumsperiode Wasser stehen konnte (Sommerhochwasser), fand sich ein Mosaik aus Weichholzaunenwäldern mit Weiden und Schwarzpappeln und hochwachsenden Kräutern wie Brennessel (*Urtica dioica*), Blutweiderich (*Lythrum salicaria*) und Weidenröschen (*Epilobium*), abwechselnd mit nassen seggen- und binsenreichen Grasländern. An jenen Stellen, die nur außerhalb der Wachstumsperiode vom Wasser erreicht wurden (Winterhochwasser), setzte sich das Mosaik aus Hartholzaunenwäldern mit Stieleiche, Ulme, Esche, Linde (*Tilia cordata*) und einer artenreichen Krautschicht in Abwechslung mit arten- und blumenreichen Wiesen zusammen. In

* ndl. ooievaar = Storch

den tiefstgelegenen Bereichen hinter den Uferwällen wuchsen Röhrichtbestände aus Schilfrohr, Breitblättrigem und Schmalblättrigem Rohrkolben, stellenweise mit Weiden und Schwarzpappel sowie kleinere und größere, seichte Tümpel und Seen.

Die heutige Situation sieht dagegen ganz anders aus. Große Teile des Flußgebietes wurden durch Deiche von den Flüssen abgeschnitten und dadurch überschwemmungsfrei gehalten. Dagegen nahm in den übrigen Überschwemmungsräumen der Unterschied zwischen Niedrig- und Hochwasser stark zu.

Der Fluß selbst besitzt als Folge von Regulationsarbeiten nur noch ein einziges Niedrigwasserbett. Diesem kommt als Hauptfunktion der freie Abfluß von Wasser, Eis und Sediment zu. Die zweite Funktion gilt der Schifffahrt, die eine wichtige wirtschaftliche Rolle im internationalen Verkehr hat.

Die vom Fluß abgeschnittenen Gebiete, der weitaus größte Teil der Uferwälle und die tieferliegenden Bereiche unterliegen jetzt einer intensiven Nutzung durch den Menschen. Auf den Uferwällen entstanden Dörfer und Städte. Die Sümpfe in den tiefstliegenden Bereichen wurden für die Rinderhaltung entwässert.

Wegen der Rinderhaltung wurden im noch verbliebenen Überschwemmungsgebiet Sommerdeiche aufgeworfen, so daß der Fluß noch weiter in seiner Bewegungsfreiheit eingeschränkt wurde.

Die menschliche Nutzung hat das Aussehen des Flußgebietes tiefgreifend verändert. Es wird intensiv von Landwirtschaft, Schifffahrt und Industrie (Einleitung von Abwässern) genutzt, sowie zur Erholung und Gewinnung von Trinkwasser, Ton, Kies und Sand.

Als Folge hiervon fielen aus dem natürlichen System eine Anzahl von Komponenten weg und dadurch auch Pflanzen- und Tierarten. Das Grünland wurde vorherrschend. Es hat sich unter dem Einfluß der menschlichen Nutzung des Flußgebietes auf Kosten des Weichholzauenwaldes, Hartholzauenwaldes und Sumpfes ausgebreitet. Die Dynamik der Wasserstände als prägender Umweltfaktor entfiel. Hinzu kamen Folgen des lebhaften Schiffverkehrs und der Wasserverschmutzung. Pflanzenarten wie die Gemeine Küchenschelle (*Pulsatilla vulgaris*), die Schachblume (*Fritillaria meleagris*) und Tierarten wie Rothirsch, Biber, Stör (*Acipenser sturio*), Nachtreiher (*Nycticorax nycticorax*), Schwarzstorch (*Ciconia nigra*), Löffler und Silberreiher sind teilweise oder ganz verschwunden. War das übriggebliebene Grünland, mit seinen weiten Horizonten, wie sie von niederländischen Dichtern besungen wurden, noch reich an wilden Pflanzenarten, ist auch hier eine Änderung eingetreten. Ursache hierfür ist die immer intensivere wirtschaftliche Nutzung. Großflächig sind wilde Pflanzenarten verschwunden.

Für diese Flußgebiete wurde von einem Team, bestehend aus sechs Staatsbeamten, in ihrer

Freizeit und als Privatpersonen ein Plan aufgestellt: Der Plan „Ooievaar“ Eine Zukunft für das Flußgebiet?

Der Plan „Ooievaar“ (Storch) entstand als Beitrag für einen Ideenwettbewerb. Dieser Wettbewerb mit dem Thema „Die Niederlande – ein Land von Flüssen“ wurde 1985 von der Eo Wijers-Stiftung ausgeschrieben. Die Eo Wijers-Stiftung möchte mittels Preisausschreiben die Raumordnung auf regionaler Ebene anregen.

Im Preisausschreiben „Die Niederlande – ein Land von Flüssen“ wurde die Frage nach neuen Raumordnungskonzepten für das Flußdelta gestellt. Der Plan „Ooievaar“ wurde von der Wettbewerbsjury mit dem Ersten Preis ausgezeichnet. Seitdem wurde der Plan in der niederländischen Öffentlichkeit häufig diskutiert, weil er eine Anzahl anspruchsvoller Prinzipien in bezug auf Wasserbau, Natur, Landschaft und Abgrabungen enthält.

Eine neue Wechselbeziehung zwischen der natürlichen Flußdynamik und den dazugehörigen Erscheinungen einerseits und der menschlichen Bodennutzung andererseits wurde vorgestellt.

In diesem Vortrag möchten Ihnen zwei Mitglieder des Teams „Ooievaar“ den Plan auszugsweise vorstellen.

Der Plan „Ooievaar“ in seinen Grundzügen

Der Plan „Ooievaar“ ist ein Bild der Zukunft, ein Integralplan auf regionaler Ebene, der von der Multifunktionalität des Flußgebietes ausgeht. Eine Problemanalyse zeigt, daß das Gebiet im Begriff ist, seine von Natur vorgegebene und vom Menschen genutzte Dreiteilung in Überschwemmungsräume, Uferwälle und tieferliegende Bereiche zu verlieren. Die Charakterzüge des Gebietes verlieren sich mehr und mehr.

Die Probleme wurden in einer Problemanalyse aufgezeigt. Um zu einer Lösung der erkannten Probleme in Form einer neuen kennzeichnenden Struktur des Flußgebietes zu gelangen, wurden einige gesellschaftliche Funktionen ausgewählt, die unserer Meinung nach als Zugmaschine für den Änderungsprozeß dienen könnten. Von ihnen erwarten wir, daß sie die Formkraft besitzen, welche notwendig ist, um dem Flußgebiet in seiner räumlichen Gliederung eine deutlich erkennbare Identität zu geben. Wasserbau, Landwirtschaft und Mineraliengewinnung wurden dafür ausgewählt.

Problemanalyse

Die Landwirtschaft sieht sich zwei Problemen gegenübergestellt. Das Weideland in den Flußauen bedeutet für die Bauern ein erhebliches Betriebsrisiko. Durch die Überschwemmungen verschwindet manche Grasernte in Richtung Doggerbank in der Nordsee. Dieses Risiko macht die Betriebsführung der Betriebe, die zu einem großen Prozentsatz in den Flußauen liegen, unsicher.

Ein zweites landwirtschaftliches Problem liegt innerhalb der Deiche, in den tieferliegenden Bereichen. Diese Gebiete wurden kurz nach dem zweiten Weltkrieg im Rahmen des Marschallplanes urbar und für die Viehhaltung nutzbar gemacht. Parzellierung, Erschließung und Gewässerausbau sind jedoch nicht mehr zeitgemäß. Auch wenn diese Betriebe damals moderne Gründungen waren, entsprechen sie heutigen Maßstäben keinesfalls mehr. Durch die Rodungen in den Fünfziger Jahren entstanden Betriebe von 12 Hektar. Heute müßte ein Viehhaltungsbetrieb, der mit den Entwicklungen in der niederländischen Landwirtschaft Schritt halten will, eine Größe bis zu etwa 50 ha erreichen können. Die Landwirtschaft ist zu knapp bemessen.

Hinzu kommt eine Verschlechterung der ökologischen Situation. Naturbelassene Stellen finden sich meist nur noch in Form kleiner, isolierter Flächen. Qualitäten, die im vorherrschenden Grünland noch vorhanden waren, sind als Folge der veränderten Betriebsführung in der Landwirtschaft immer mehr verschwunden. Versuche seitens des Naturschutzes, den Status quo der Situation vor der Intensivierung der Landwirtschaft beizubehalten, mißlingen in zunehmendem Maße, weil die sich entwickelnde Landwirtschaft immer neue Betriebsmethoden einführt.

Lösungsrichtungen

Landwirtschaft

Als Ausgangspunkt für die Lösung der landwirtschaftlichen Probleme gilt, daß die weitergehende (bio)technologische Entwicklung in der Landwirtschaft eine Produktivitätserhöhung zur Folge hat, die nicht ohne weiteres blockiert werden kann, sondern gerade in Gebieten, die sich hierfür eignen, Entfaltungsmöglichkeiten bekommen muß.

In den durch Deiche vom Fluß abgeschnittenen, tieferliegenden Bereichen müßte eine klare Landwirtschaftsstruktur geschaffen werden, so daß die Betriebe wirkliche Überlebenschancen haben. Eine gesunde Entwicklung der Rinderhaltung in diesen Gebieten erfordert die Ausweitung der Betriebsflächen bis 50 Hektar.

Um dies zu erreichen, werden für diese tieferliegenden Bereiche Vorschläge gemacht, Parzellierung, Wegenetz und Grabensystem anzupassen. Die bestehende Situation weist ein zu dichtes Wegenetz auf. Die „Maschenweite“ des Netzes wird im Plan vergrößert. Daneben gibt es Anpassungsvorschläge für das Grabensystem.

Ein Hoch- und Niedrigwassersystem soll eingeführt werden. Diese Systeme bieten dem Bauern in jedem Betrieb die Möglichkeit, gut zu dränieren, bzw. in trockenen Perioden zu bewässern.

Darüberhinaus wird im Plan aufgezeigt, daß die Landwirtschaft in den Überschwemmungsräumen der Waal auf lange Sicht hin (und auch im Lichte der europäischen landwirtschaftlichen Überschüsse) keine Zukunft hat und diese Räume

in einer Zeitspanne von 20 bis 30 Jahren der landwirtschaftlichen Nutzung entzogen werden können.

Die hochgelegenen (fast nie überfluteten) Flußauen der Maas verbleiben in landwirtschaftlicher Nutzung.

Schließlich wird für die Überschwemmungsräume des Niederrheins/Leks eine extensive Form der Landwirtschaft (Schlachtviehmast) über große Flächen vorgeschlagen.

Während der traditionelle Naturschutz die Änderungen in der Landwirtschaft bekämpft und dabei ist, die letzten kleinen Reste einer antiken Agrar- und Kulturlandschaft zu verlieren, akzeptiert der Plan „Ooievaar“ die sozialwirtschaftlichen Entwicklungen der heutigen Zeit und damit die Entwicklung innerhalb der Landwirtschaft. Was die ökologischen Qualitäten des Flußgebietes anbelangt, stellen wir uns keine Aufrechterhaltung eines Status quo vor, wie etwa die Rückkehr zu einer Landwirtschaft der Dreißiger Jahre. Der Plan „Ooievaar“ wählt eine Entwicklungsstrategie, die die natürlichen, vom Fluß selbst angebotenen Potenzen nutzt. Es werden Vorschläge gemacht, wie man innerhalb der Bedingungen, welche zum Beispiel der Wasserbau stellt, ein naturnäheres Flußsystem schaffen könnte. Wenn es auch wegen des Vorhandenseins von Winterdeichen und wegen der Schifffahrt nie mehr ganz natürlich sein kann, ist jedoch ein viel natürlicherer Zustand als der heutige möglich. Grundvoraussetzung dafür ist ein stetes Bemühen der internationalen Gemeinschaft, um die Qualität des Flußwassers zu verbessern.

Der Plan enthält eine Anzahl von Maßnahmen, um das Funktionieren der Flußsysteme wieder in Gang zu setzen. Dies ist möglich, wenn man an den geeigneten Stellen und im richtigen Verhältnis die vier Bestandteile des Systems wieder zusammenbringt: Wald an den Flußufern (Auenwald), offene Wasserflächen (tiefe, flache, strömende, stehende) Sümpfe und Grasland.

Dies geschieht, indem die Flächen, die unter dem Einfluß der Flußdynamik stehen, erweitert werden. In den ehemaligen Auengebieten, die der Landwirtschaft entzogen werden müssen, werden hierzu planmäßig stromabwärts die Sommerdeiche abgetragen, so daß Hochwässer eher und an zahlreicheren Stellen einwirken können.

Dadurch werden in diesen Bereichen Auenwälder geschaffen, die aus wasserbaulicher Sicht vertretbar sind, weil im Flußbett geschickt mit den hydraulischen Widerständen gespielt wird. Im einzelnen bedeutet dies, daß die Erhöhung des Widerstandes, bedingt durch die Bewaldung, durch die Widerstandsverringerung mittels gut geplanter Abgrabungen ausgeglichen wird.

Diese Abgrabungen bewirken, daß offene Wasserflächen (tiefe und flache) dem Flußsystem an jenen Stellen hinzugefügt werden, wo die rege Berufsschifffahrt ehemals vorhandene offene Flächen für fischfressende Vögel unzugänglich gemacht hat.

Daneben entstehen Sumpfbereiche durch Abgrabungen von Tonerde außerhalb der Deiche.

An einigen Stellen bildet das Quellwasser, welches durch die Deiche sickert, das Bindeglied zwischen den Prozessen außerhalb des Deiches.

Wenn die Viehdichte auf die Tragkraft des Flußsystems abgestimmt wird, können sich wertvolles Grünland und Wälder entwickeln.

Diese Maßnahmen führen dazu, daß der ursprüngliche Aufbau des Systems, selbstverständlich nur auf einer kleinen Fläche, entwickelt wird.

Es wird deutlich, daß für die Schaffung von drei der vier Komponenten eine gezielte Durchführung der Abgrabungen zur Gewinnung der Oberflächenminerale notwendig ist: Abgrabungen als konstruktives Mittel der Landschaftsgestaltung.

Neben den landwirtschaftlichen und ökologischen Funktionen des Gebietes, unter Anwendung von Abgrabungen als Gestaltungsmittel, bezieht der Plan „Ooievaar“ auch Wasserwirtschaft, Erholung, Verstärkung und die Verwaltung mit ein. Auf diese Aspekte möchte ich hier nicht näher eingehen.

Zum Abschluß meines Vortragsteiles, möchte ich den Plan „Ooievaar“ nochmals in einigen Worten zusammenfassen.

Der Plan „Ooievaar“ stellt, ausgehend von den vorherrschenden positiven und negativen Bedingungen des heutigen Flußgebietes, eine neue Strukturperspektive für das Flußgebiet dar:

- In den tieferliegenden, hochwassersicheren Bereichen wird die Landwirtschaft intensiviert.
- Die Überschwemmungsräume, vor allem entlang der Waal, werden Naturgebiet.
- Die Uferwälle zwischen den tieferliegenden Bereichen und den Flußauen werden nicht in den Plan aufgenommen: Eine Mischnutzung inklusive Gartenbau und Obstbau besteht weiter.

Der Plan vergrößert den Unterschied zwischen den beiden Extremen Landwirtschaft und Natur, indem sowohl die Landwirtschaft als auch das ökologische System die Möglichkeiten des Gebietes völlig ausnutzen. Gemäß Raum und Funktion erhalten beide ein neues Gewand. Die Zonierungsunterschiede im Nord-Südprofil des Flußgebietes werden im Plan nochmals betont, indem man außerhalb und innerhalb der Deiche andere Ordnungsprinzipien gelten läßt. Außerhalb der Deiche bestimmen flußeigene und natürliche Prozesse das Geschehen, innerhalb der Deiche wird das Ordnungsprinzip von einer weitergehenden landwirtschaftlichen Optimierung bestimmt.

2. Ökologische Potenzen des niederländischen Flußgebietes

Wie schon angekündigt, soll nun kurz auf die ökologischen Potenzen des Flußgebietes eingegangen und aufgezeigt werden, wie damit im Plan „Ooievaar“ gearbeitet wurde.

Am Anfang wurde in groben Zügen eine Skizze des Flußsystems gegeben, wie es in den Niederlanden in unberührtem, d.h. natürlichem Zustand vorhanden war. Um sich heutzutage davon ein Bild machen zu können, müßten Sie ein noch unberührtes Binnendelta in Europa besuchen, etwa an der Stelle in Jugoslawien, wo die Drau in die Donau mündet.

Das Bild eines natürlichen Flußsystems spielte eine wichtige Rolle bei der Aufstellung des Planes „Ooievaar“. Es diente als Referenzbild. Dieses Referenzbild war kein Idealbild, welches angestrebt werden sollte, sondern ein Hilfsmittel, um die Bestandteile, die Zusammenhänge und das Funktionieren des Flußsystems zu ergründen. Mit Hilfe einer solchen Analyse erkennt man die Prinzipien, welche ein Gebiet zu einem Flußsystem machen. Am Ende wird das Referenzbild der heutigen Wirklichkeit gegenübergestellt, um zu sehen, welche Möglichkeiten für die Naturentwicklung im heutigen Zustand stecken.

Zu Beginn des Artikels wurde das Referenzbild vorgestellt. Er hat auch eine Gebenüberstellung zur Wirklichkeit gegeben. Das natürliche Flußsystem hat sich tiefgreifend verändert. An seine Stelle ist eine Kulturlandschaft getreten. Allen Änderungen zum Trotz beherbergen Flußgebiete in den Niederlanden und im übrigen Europa noch Fragmente des ursprünglichen Systems. Das natürliche Flußsystem liegt wie ein zerfallenes Puzzle über ganz Europa verstreut. Um dieses Puzzle wieder zusammensetzen zu können, muß man die vielen kleinen Puzzleteile in ganz Europa bereisen. Um die letzten Vorkommen der größeren Säugetier- und Vogelarten zu sehen, muß man nach Mittel-, Süd-, Ost- oder Südosteuropa reisen. Ich möchte hier ein Gebiet behandeln.

Entlang der Loire finden sich noch Weichholz- und Hartholzauenwälder mit der dazugehörigen Gras- und Krautschicht. Einige schöne Stellen liegen bei Amboise. Hier läßt sich das Zusammenspiel von Fluß und Vegetation analysieren. An den Stellen, wo in der zweiten oder dritten Juniwoche Wasser steht, sind entlang der Hochwasserlinie junge Weiden (*Salix*) und Schwarzpappeln (*Populus nigra*) anzutreffen. Der Samen landet von den Bäumen im Fluß, wird vom Flußwasser mitgeführt und schließlich an Land gespült. Er ist nur kurz, etwa 24 Stunden lang, keimfähig. Entlang der Hochwasserlinie stocken Weiden und Schwarzpappeln in Reihen. Diese Baumarten sind Rohbodenkeimer. Direkt am Ufer ist die Kraft des Wassers groß, daß die Weiden und Pappeln zu Sträuchern gesichert werden. Erst weiter oben können sie zu richtigen Bäumen auswachsen. Diese Chance bekommen sie, wenn das Flußwasser in bestimmten Jahren im Juni höher steigt als sonst und der Fluß den Samen also höher auf das Ufer absetzen kann. Die Schwarzpappel ist darüber hinaus befähigt mit Hilfe von Wurzelschößlingen am Ufer hinauf zu wachsen.

Der Weiden-Pappelwald, der so entsteht, wird dann vom Fluß mittels der immer wiederkehrenden Überschwemmungen in der Wachstumspe-

riode in dieser Artenzusammensetzung aufrecht erhalten.

Langandauernde Überschwemmungen während der Vegetationsperiode, in der die Gehölze voll belaubt sind, können nur wenige Baum- und Straucharten ertragen. Abhängig u.a. von ihrem Sauerstoffbedarf sterben sie im Falle einer Überschwemmung früher oder später ab. So überlebt die doch wasserliebende Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) nur wenige Tage andauernde Überschwemmungen. Bei längeren Überschwemmungen, z.B. 15–20 Tage, stellen sich kritische Verhältnisse für Stieleiche, Esche und Ulme ein. Der Eichenwald ist die potentielle natürliche Vegetation der höherliegenden Auenbereiche.

Eiche, Esche, Ulme, Weißdorn (*Crataegus*) und Schlehe (*Prunus spinosa*) können Überschwemmungen außerhalb der Wachstumsperiode gut überstehen, sie sind also winter- und vorfrühlingshochwasserbeständig. Arten wie Buche (*Fagus sylvatica*) und Hainbuche (*Carpinus betulus*) sind diesen Überschwemmungen nicht gewachsen und können sich in den Auen nicht behaupten. Auf diese Weise entsteht die kennzeichnende Zonierung der Waldtypen.

Das natürliche Relief der Flußauen bietet die Gewähr dafür, daß ein reichhaltiges Mosaik unterschiedlicher Waldgesellschaften mit zahlreichen Übergangsformen erhalten bleibt.

Wer einen Auenwald mit seinem Überfluß an frischem Grün sieht, wird sich kaum vorstellen können, daß dies nicht von Tieren gefressen werden würde. Pflanzenfraß ist in Flußsystemen mit ihrer üppigen Vegetation eher Regel als Ausnahme. Wie jetzt noch in anderen Kontinenten zu beobachten ist, waren die Flüsse mit ihren Überflutungsflächen Gebiete mit hohen Dichten an großen und kleinen Pflanzenfressern. Mit den kleinen Pflanzenfressern, etwa Mäusen, sind wir wohl vertraut. Eine andere Bewandnis hat es mit großen Säugerarten wie Biber, Elch, Rind und Pferd. Sie sind in großen Teilen Europas verschwunden oder wie Wildpferde und Auerochse ausgerottet. Damit sind sie auch oft aus unseren Gedanken verschwunden. Doch waren diese großen Pflanzenfresser überaus wichtig für das Funktionieren eines natürlichen Flußsystems. Wie ausgeprägt das Zusammenleben von Pflanzen und Tieren war, läßt sich zum Beispiel an der Fähigkeit der Pflanzen ablesen, sich gegen Verbiß zur Wehr zu setzen. Einige verteidigen sich mit Stacheln und/oder durch ihre Fähigkeit neue Schößlinge zu treiben. Nicht nur Gräser haben gegenüber Fraß eine außerordentliche Regenerationsfähigkeit entwickelt, sondern auch Weide, Pappel, Esche, Ulme und Eiche erholen sich sehr gut davon. Der Pflanzenfraß ist im Hartholzauenwald sogar von großer Wichtigkeit für das Heranwachsen einer kennzeichnenden Baumart: der Stieleiche. Eichen sind lichtliebende Bäume. Die Beweidung durch große Pflanzenfresser, wie Rind und Pferd, drängen die schnell wachsenden Gräser und Kräuter zurück, die in der Konkurrenz um Licht eine Eichenkeimpflanze ersticken können. Die Eiche hat also Vorteile durch Pflan-

zenfresser, auch wenn sie das Risiko eingeht, selbst im Magen eines Pflanzenfressers zu landen. Dem ist vorgebeugt, wenn die Eiche das Glück hat, in der Nähe einer stacheligen Pflanze gekeimt zu haben, etwa unter einem Weißdorn oder einer Schlehe. Die Eiche zieht dann ihren Vorteil aus der Unnahbarkeit des stacheligen Nachbarn. Sie wachsen zusammen auf, bis die Eiche so groß wird, daß ihr Schatten die auch lichtbedürftigen, stacheligen Sträucher verkümmern läßt. Eichenwald entsteht somit eigentlich auf einer Weide. Die Buche wird in diesem System nie Gelegenheit bekommen, die Eiche zu verdrängen, weil Buchenkeimlinge vom Winterhochwasser aus dem System entfernt werden.

Die Ulmen des Hartholzauenwaldes sind ebenfalls fraßbeständig. Sie reagieren so stark auf Fraß von großen Pflanzenfressern, daß sie selbst den Schutz eines stacheligen Nachbarn nicht brauchen. Mit neuen Schößlingen und Wurzelbrut als Reaktion auf den Fraß wachsen Ulmen zu einer für diese Pflanzenfresser undurchdringlichen Hecke heran. Innerhalb derer wachsen dann einige Stämme zu samentragenden Bäumen aus. Flußdynamik und Geländeerrosion sorgen für die Zonierung von Weichholz- und Hartholzauen mit ihrem Mosaik aus Wäldern, Gebüsch, offenen und grasbewachsenen Gebieten.

Hier und dort lassen sich noch einige kleine Vorbilder dieser Landschaft und die ihr zugrundeliegenden Prozesse finden, z.B. entlang der Ems in der BRD (das Borkener Paradies) und im Rhönedelta. Dort haben die domestizierten Nachkommen die Stelle ihrer ausgestorbenen Vorfahren eingenommen. Der Unterschied zwischen solchen Gebieten mit Rindern und Pferden und den intensiv genutzten Gebieten mit Viehhaltung liegt darin, daß man Ausschläge von Sträuchern und Bäumen nicht immer entfernt und die Tiere dort in natürlicheren Dichten weiden. Im Gegensatz zur Viehhaltung kann man von einer extensiven Beweidung sprechen. In den Niederlanden ist im Rheindelta ein markantes Beispiel hierfür, ein Reliktgebiet vorhanden: das „Kolebrandersbos“ entlang der Ober-Waal. Dort finden sich noch Mantel- und Saumvegetationstypen mit Kletterpflanzen, wie z.B. wildem Hopfen (*Humulus lupulus*) und Zaunrübe (*Bryonia dioica*). Dieses Gebiet, welches als Relikt einer Hartholzauwe zu betrachten ist, befindet sich bedauerlicherweise in einem Zustand der Degeneration, weil eine extensive Beweidung nicht mehr stattfindet.

Das gleiche Prinzip der Beweidung in Verbindung mit der Wasserdynamik findet man im Bewuchs der von Natur aus tieferliegenden Bereiche. Die Pflanzenfresser sind dort die Graugänse, welche Schilfrohr fressen und so die Sumpfvegetation auflichten. Es handelt sich dabei vor allem um sich mausernde Exemplare, die sich zu vielen in die Röhrichtbestände zurückziehen. Schilfrohr und Breitblättriger Rohrkolben keimen während der trockenen Perioden, wenn die Sümpfe teilweise austrocknen. Auf diesem trockenengefallenem Boden keimt auch das Moor-Graskraut, eine Pflanzenart, die auf der roten

Liste der bedrohten Pflanzenarten steht. Dieser Prozeß kann in großem Umfange in den „Oostvaardersplassen“ beobachtet werden, einem Gebiet von fast 6000 Hektar, davon gut 3500 ha Sumpfgelände, das im Jahre 1969 in einem neu trockengelegten Stück des IJsselmeeres entstanden ist.

Aufgrund der Bodenart (kalkreicher Ton), der Vegetation und der Fauna können die „Oostvaardersplassen“ als an falscher Stelle gelegene, tieferliegende Bereiche in natürlichem Zustand bezeichnet werden. Es ist die einzige Stelle in Nordwesteuropa, wo der Silberreiher seit dem Jahre 1978 brütet.

Der Fraß der Gänse an Schilfrohr und Rohrkolben findet während der Zeit statt, in der die Pflanzen im Wasser stehen. Diese keimen aber, wenn der Boden des Sumpfes trockenfällt. Auch hier also die Prozesse von Pflanzenfraß auf der einen und Flußdynamik auf der anderen Seite. Ein Unterschied zum Auenwald auf den Uferwällen besteht darin, daß der Zyklus sich hier wahrscheinlich nach mehreren Jahren wiederholt und eher den Wechsel von nassen und trockenen Jahren widerspiegelt als die jährlich wiederkehrenden Überschwemmungen.

Der soeben geschilderte Prozeß funktioniert solange eine natürliche Beweidung stattfindet, das heißt die Tiere in natürlichen Dichten zugegen sind. Das gesamte Bild wird stark verzerrt, wenn Überweidung stattfindet, wie dies der Fall bei den Intensivviehhaltungen in den Überschwemmungsräumen ist.

Das Verschwinden der Auenwälder

Nach der Beschreibung des natürlichen Zustandes der Flußauen kehren wir zur heutigen Situation mit der Frage zurück: Wo sind die niederländischen Auenwälder geblieben? Ein Studium alter Karten zeigt, daß die Auenwälder schon lange aus den niederländischen Flußauen verschwunden sind.

Auf einer der ältesten genauen topographischen Karten, die zur Verfügung stehen, die Karte der Maas-Waal-Region von De Man von 1798 - 1800 (Algemeen Rijksarchief 's-Gravenhage, OSK M9) ist zu sehen, daß die Flußauen der Maas und der Waal schon damals weitgehend als Grünland genutzt wurden. Die Gehölzzone direkt am Maasufer ist noch gut als dunkler Rand entlang des Flusses zu sehen.

Offensichtlich ist am Ende des 18. Jahrhunderts die landwirtschaftliche Nutzung der Flußauen so stark geworden, daß die Auenwälder durch Überweidung und Abholzung schon weitgehend verschwunden waren.

Eine alte Karte aus dem Jahre 1739 von R. und B. DE ROY, die die IJssel zwischen Middachten und Bingerden darstellt (Algemeen Rijksarchief 's-Gravenhage OSK IJ8A), zeigt ein früheres Stadium des Auenwaldniederganges durch Übernutzung: Es sind noch einige Waldränder am Flußufer und verstreute Baumgruppen übriggeblieben.

Die Antwort auf die gestellte Frage, wo der niederländische Auenwald geblieben ist, lautet also: Der Auenwald wurde von den Rindern aufgefressen.

So ist schon um 1800 das uns so vertraute, aber künstlich geschaffene Bild der Flußauen entstanden, wobei Gras und Wasser bis an den Horizont reichen.

Der Auenwald wurde in den darauffolgenden 180 Jahren vergessen: Aus den Augen, aus dem Sinn.

Zusammen mit dem Auenwald verschwand auch die Schwarzpappel und mit ihr noch viele andere Organismen. Der letzte Biber wurde 1825 entlang der IJssel getötet. Von den mehreren tausend Brutpaaren des Nachtreihers, die es in den Niederlanden gab, sind heute noch 10 bis 20 übrig. Der Edelhirsch wurde aus den Flußniederungen auf trockene Sandböden verbannt. Gleichsam wurde eine „Kulturlücke“ in die Verbreitung dieser Tierarten geschlagen. Viele große Vogel- und Säugetierarten weisen in Europa eine derartige Kulturlücke auf, die meistens ganz Zentraleuropa umfaßt. Die Verbreitung des Schwarzstorches ist hierfür ein gutes Beispiel, ebenso wie die Verbreitung des Nachtreihers. Im besonderen ist der Nachtreiher ein einschlägiges Beispiel für eine an Flußsysteme gebundene Tierart. Auffallend ist, daß er entlang kultivierter Flüsse, wie die Seine und der Rhein, teilweise oder vollständig fehlt. Ebenso wie die meisten Vogelarten der Sumpfgelände ist er ein guter Kolonisator und taucht entlang der Flüsse an den Stellen wieder auf, wo Auenwald entstanden ist, wie in den Niederlanden an manchen Stellen am Niederrhein und an der IJssel. Auch der Schwarzstorch, ein Waldbewohner, ist an den Stellen wieder aufgetaucht, wo sein Biotop, Auenwälder in Kombination mit vom Wald umgebenen, flachen Wasserflächen oder sumpfigen Grasländern, wieder vorhanden ist. In den letzten zehn Jahren breitete sich der Schwarzstorch von Osteuropa stark nach Westen aus. Seine Verbreitungsgrenze ist 250 bis 500 Kilometer in westliche Richtung vorgeschoben. Heutzutage brütet der Schwarzstorch wieder in Nordostfrankreich und hat 1985 in Belgien in den Ardennen gebrütet.

Es zeigt sich, daß auch der Auenwald sich wieder spontan ansiedelt. An Stellen entlang den großen niederländischen Flüssen, in den Überschwemmungsräumen, wo der Kulturdruck nachgelassen hat oder sogar weggefallen ist, sind Wälder entstanden. Schon bald ließen sich auch Vogelarten wie Nachtreiher und Kormoran (*Phalacrocorax phalacrocorax*) nieder. Schuf man nasses Grasland und Sümpfe, dann stellte sich auch die Graugans ein. Stellenweise erschien an der Waal auch die Schwarzpappel wieder, in feinen Reihen entlang der Sommerhochwasserlinien wie an der Loire. Diese und andere Entwicklungen zeigten, daß die Flüsse in den Niederlanden sich zwar durch menschliches Eingreifen geändert haben, daß es aber möglich ist, innerhalb der neuen Rahmenbedingungen ein viel natürlicheres Ökosystem zu schaffen. Dazu muß dem Fluß das Recht auf Wiederherstellung zugesprochen werden, und

fehlende Faktoren wie Beweidung wieder zugelassen werden. Dadurch, daß fehlende große Pflanzenfresser wie Biber, Rind, Pferd und vielleicht auch Edelhirsch und Elch wieder eingeführt werden, wirkt dann ein möglichst natürlicher Fraß positiv auf die Vegetation ein, ganz im Gegensatz zu den Verhältnissen bei zu hohen Viehdichten.

Auf all das, was damit in Zusammenhang steht, möchte ich hier nicht weiter eingehen.

Die Vitalität und die Elastizität des Flußsystems

Der Plan „Ooievaar“ benutzt die soeben dargestellte Vitalität und Elastizität des Systems, um im Außendeichgebiet einen naturnäheren Lebensraum zu schaffen. Dies bedeutet nicht, daß die Landwirtschaftsflächen innerhalb des Deiches zur Kultursteppe werden sollen. Er zielt vielmehr auf kleinere Elemente, die in einem landwirtschaftlich genutzten Gebiet Platz finden und einer ökologischen Infrastruktur für die verschiedenen Flußsysteme dienen können.

Im Interesse einer planmäßigen Naturentwicklung entstammen im Plan „Ooievaar“ die wichtigsten ökologischen Vorgänge und Bestandteile einem natürlichen Flußsystem. Die so erhaltenen Anregungen sollen durch ausgeprägte wirtschaftliche Aktivitäten und Wasserbau verwirklicht werden.

Es seien hier nochmals die Bestandteile zusammengefaßt: Auenwald (Hartholz- und Weichholzaue), sumpfiges und trockenes Grasland, Sümpfe, flache und tiefe, offene Wasserflächen. Die Vorgänge sind: Flußdynamik (Erosion, Ablagerung, Überschwemmung und Trockenfallen) und Pflanzenfraß, womit allerlei Strukturen und Muster in der Vegetation in Zusammenhang stehen.

Der Plan „Ooievaar“ möchte aus diesen Komponenten auch ein bestimmtes räumliches Muster entwickeln, um so der infrastrukturellen Bedeutung der großen Flüsse gerecht zu werden. Diese Bedeutung reicht, was den Rhein betrifft, von den Alpen bis an die Nordsee.

Räumlicher und funktioneller Zusammenhang

Für den räumlichen Aufbau der ökologischen Komponenten muß man sich dessen bewußt sein, daß das Flußsystem eine sich lang erstreckende, zusammenhängende Einheit von den Alpen bis an die Nordsee darstellt.

Im Plan liegen die verschiedenen ökologischen Bestandteile des Flußsystems einzeln entlang der Flußläufe.

Dort, so sich alle vier Komponenten zu Knotenpunkten treffen, befinden sich die „Generatoren“ des Systems. Sie sind die primären Ansiedlungsstellen für zahlreiche Arten. Hier werden Populationen wieder aufgebaut und von hieraus werden die weniger optimalen Standorte besiedelt, wo bestimmte Komponenten fehlen können. Letztere Stellen werden ständig von den „Regenerationszentren“ ernährt. Es kommt also darauf an, die Ausbreitungszentren in ausgewogener Weise entlang den Flüssen zu verteilen.

Im Plan wurden gewählt:

- die Geldrische Pforte (Gelderse Poort)

Diesem Gebiet kommt große Bedeutung zu, weil hier der Rhein in die Niederlande eintritt und die Stelle deshalb als die Spitze des Deltas angesehen werden kann. Von hieraus kann das gesamte stromabwärts gelegene Gebiet bis an das seeländische und südholldische Delta, sowie die IJsselmündung versorgt werden.

Ein zweites Argument ist, daß dieses Gebiet die letzten lebenden Reste von sowohl Hartholz- wie Weichholzauewäldern beherbergt. Diese müssen den Prozeß in Gang setzen.

- Zwischen der Geldrischen Pforte und dem nächsten „stepping stone“ (Trittstein), dem Biesbosch, entsteht eine dritte Ausbreitungsstelle des Systems in einem neuen Knotenpunkt nahe Fort Sankt Andreas (Sint Andries), wo Waal und Maas sehr dicht nebeneinander fließen. Mittels Abgrabungen und großflächigen Auswaschungen von Tonerde bei Varik und Heerwaarden und mittels Auenwaldansiedlung entlang den alten und neuen Flußläufen der Waal werden die fehlenden Komponenten zusammengebracht.

Die wichtigste Verbindungslinie zwischen diesen Regenerationszentren wird von den Überschwemmungsgebieten der Waal gebildet, wo im Plan der größte Teil der Auenwälder liegt.

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Kunsthistoriker und Landschaftsarchitekt

Willem Overmars

Dipl.-Biologe Frans Vera

Dipl.-Ing. Dick de Bruin

Ing. Dick Hamhuis

Dipl.-Ing. Lodewijk van Nieuwenhuijze

Dipl.-Ing. Dirk Sijmons

Jan de Jagerlaan 2

NL-6998 AN Laag Keppel

Stand: September 1991

Berichte der ANL

Die seit 1977 jährlich erscheinenden Berichte der ANL enthalten Originalarbeiten, wissenschaftliche Kurzzusammenfassungen und Bekanntmachungen zu zentralen Naturschutzproblemen und damit in Zusammenhang stehenden Fachgebieten.

Heft 1-4/1979 (vergriffen)	
Heft 5/1981	DM 23,-
Heft 6/1982	DM 34,-
Heft 7/1983	DM 27,-
Heft 8/1984	DM 39,-
Heft 9/1985	DM 25,-
Heft 10/1986	DM 48,-
Heft 11/1987	DM 38,-
Heft 12/1988 (vergriffen)	
Heft 13/1989	DM 39,-
Heft 14/1990	DM 38,-

Heft 5/1981

- RINGLER Alfred: Die Alpenmoore Bayerns – Landschaftsökologische Grundlagen, Gefährdung, Schutzkonzept. 95 S., 26 Abb. und 14 Farbfotos.
- AMMER Ulrich; SAUTER Ulrich: Überlegungen zur Erfassung der Schutzwürdigkeit von Auebiotopen im Voralpenraum. 38 S., 20 Abb.
- SCHNEIDER Gabriela: Pflanzensoziologische Untersuchung der Hag-Gesellschaften in der montanen Egartenlandschaft des Alpenvorlandes zwischen Isar und Inn. 18 S., 6 Abb.
- KRACH J. Ernst: Gedanken zur Neuauflage der Roten Liste der Gefäßpflanzen in Bayern. 20 S., 12 Rasterkarten
- REICHHOLF Josef: Schutz den Schneeglöckchen. 7 S., 4 Abb. und 5 Farbfotos
- REICHHOLF Josef: Die Helmerchis (*Orchis militaris* L.) an den Dämmen der Innstauseen. 3 S.
- REICHEL Dietmar: Rasterkartierung von Amphibienarten in Oberfranken. 3 S., 10 Rasterkarten DIN A 3
- HERINGER Josef K.: Akustische Ökologie. 10 S.
- HOFMANN Karl: Rechtliche Grundlagen des Naturschutzes und der Landschaftspflege in Verwaltungspraxis und Rechtsprechung. 6 S.
- Veranstaltungsspiegel der ANL. 23 S.

Heft 6/1982

- DICK Alfred: Rede anlässlich der 2. Lesung der Novelle zum Bayerischen Naturschutzgesetz vor dem Bayerischen Landtag. 2 S.
- DIETZEN Wolfgang; HASSMANN Walter: Der Wanderfalke in Bayern – Rückgangursachen, Situation und Schutzmöglichkeiten. 25 S., Abb.
- BEZZEL Einhard: Verbreitung, Abundanz und Siedlungsstruktur der Brutvögel in der bayerischen Kulturlandschaft. 16 S., Abb.
- REICHHOLF Josef; REICHHOLF-RIEHM, Helgard: Die Stauseen am unteren Inn – Ergebnisse einer Ökosystemstudie. 52 S., Abb., 7 Farbfotos
- ČEŘOVSKÝ Jan: Botanisch-ökologische Probleme des Artenschutzes in der ČSSR unter Berücksichtigung der praktischen Naturschutzarbeit. 3 S.
- BRACKEL Wolfgang v.; u.a.: Der Obere Wöhrder See im Stadtgebiet von Nürnberg-Beispielhafte Gestaltung von Insel- und Flachwasserbiotopen im Rahmen der Pegnitz-Hochwasserfreilegung. 16 S., Abb., 3 Farbfotos
- MÜLLER Norbert; WALDERT Reinhard: Stadt Augsburg – Biotopkartierung, Ergebnisse und erste Auswertung. 36 S., Abb., 10 Karten
- MERKEL Johannes: Die Vegetation der Naturwaldreservate in Oberfranken. 94 S., zahlr. Abb.
- REIF Albert; SCHULZE Ernst-Detlef; ZAHNER Katharina: Der Einfluß des geologischen Untergrundes, der Hangneigung, der Feldgröße und der Flurbereinigung auf die Heckendichte in Oberfranken. 23 S., Abb.
- KNOP Christoph; REIF Albert: Die Vegetation auf Feldrainen Nordost- und Ostbayern – natürliche und anthropogene Einflüsse, Schutzwürdigkeit. 25 S., 7 Farbfotos
- Leitlinien zur Ausbringung heimischer Wildpflanzen. Empfehlungen für die Wiedereinbürgerung gefährdeter Tiere. Leitsätze zum zoologischen Artenschutz. 4 S.
- Veranstaltungsspiegel der ANL. 25 S.

Heft 7/1983

- EDELHOFF Alfred: Auebiotope an der Salzach zwischen Laufen und der Saalachmündung. 33 S., Abb., Tab., Ktn.
- BAUER Johannes: Benthosuntersuchungen an der Salzach bei Laufen (Oberbayern). 4 S.
- EHMER-KÜNKELE Ute: Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen im Schönramer Filz (Oberbayern). 39 S., Abb., 5 Farbfotos
- REICHHOLF Josef: Relative Häufigkeit und Bestandstrends von Kleinraubtieren (Carnivora) in Südostbayern. 4 S.
- BEZZEL Einhard: Rastbestände des Haubentauchers (*Podiceps cristatus*) und des Gänsesägers (*Mergus merganser*) in Südbayern. 12 S., Abb.

FORTSETZUNG: Heft 7/1983

- BEUTLER Axel: Vorstudie Amphibienkartierung Bayern. 22 S., Abb.
- RANFTL Helmut; REICHEL Dietmar; SOTHMANN Ludwig: Rasterkartierung ausgewählter Vogelarten der Roten Liste in Oberfranken. 5 S., 7 Faltktn.
- HACKER Hermann: »Eierberge« und »Banzer Berge«, bemerkenswerte Waldgebiete im oberen Maintal: ihre Schmetterlingsfauna – ein Beitrag zum Naturschutz. 8 S.
- ULLMANN Isolde; RÖSSNER Katharina: Zur Wertung gestörter Flächen bei der Planung von Naturschutzgebieten – Beispiel Spitalwald bei Bad Königshofen im Grabfeld. 10 S., Abb., Tab., 3 Farbfotos
- RUF Manfred: Immissionsbelastungen aquatischer Ökosysteme. 10 S., Abb.
- MICHLER Günter: Untersuchungen über die Schwermetallgehalte in Sedimentbohrkernen aus südbayerischen und alpinen Seen. 9 S., Abb.
- GREBE Reinhard; ZIMMERMANN Michael: Natur in der Stadt – das Beispiel Erlangen. 14 S., Abb., 5 Farbfotos
- SPATZ Günter; WEIS G. B.: Der Futterertrag der Waldweide. 5 S., Abb.
- Veranstaltungsspiegel der ANL 22 S.

Heft 8/1984

- GOPPEL Christoph: Emittentenbezogene Flechtenkartierung im Stadtgebiet von Laufen. 18 S., 33 Abb.
- ESSER Joachim: Untersuchung zur Frage der Bestandsgefährdung des Igelis (*Erinaceus europaeus*) in Bayern. 40 S., 16 Abb., 23 Tab.
- PLACHTER Harald: Zur Bedeutung der bayerischen Naturschutzgebiete für den zoologischen Artenschutz. 16 S. mit Abb.
- HEBAUER Franz: Der hydrochemische und zoogeographische Aspekt der Eisenstörfer Kiesgrube bei Plattling. 24 S., Abb. u. 18 Farbfotos
- KIENER Johann: Veränderung der Auenvegetation durch die Anhebung des Grundwasserspiegels im Bereich der Staustufe Ingolstadt. 26 S., 5 z. T. farb. Faltktn.
- VOGEL Michael: Ökologische Untersuchungen in einem Phragmites-Bestand. 36 S., 9 Tab., 28 Abb.
- BURMEISTER E.-G.: Zur Faunistik der Libellen, Wasserkäfer und wasserbewohnenden Weichtiere im Naturschutzgebiet »Osterseen« (Oberbayern) (Insecta: Odonata, Coleoptera, limnische Mollusca). 8 S. mit Abb.
- REISS Friedrich: Die Chironomidenfauna (Diptera, Insecta) des Osterseengebietes in Oberbayern. 8 S. mit Abb.
- BURMEISTER H.; BURMEISTER E.-G.: II. Die Köcherfliegenfauna Oberbayerns (Insecta, Trichoptera). 9 S.
- BURMEISTER E.-G.: Auswertung der Beifänge aquatischer Wirbelloser (Macroinvertebrata), aquatischer Wirbeltiere (Vertebrata) und terrestrischer Wirbelloser (Macroinvertebrata). Ein Beitrag zur Kenntnis der Fauna Oberbayerns. 7 S.
- KARL Helmut; KANDER Dieter: Zum Gedenken an Prof. Dr. Otto Kraus. 2 S. mit 1 Foto
- Veranstaltungsspiegel der ANL. 6 S.

Heft 9/1985

- BURMEISTER Ernst-Gerhard: Bestandsaufnahme wasserbewohnender Tiere der Oberen Alz (Chiemgau, Oberbayern) – 1982 und 1983 mit einem Beitrag (III.) zur Köcherfliegenfauna Oberbayerns (Insecta, Trichoptera). 25 S., Abb.
- REICHHOLF Josef: Entwicklung der Köcherfliegenbestände an einem abwasserbelasteten Wiesenbach. 4 S.
- BANSE Wolfgang; BANSE Günter: Untersuchungen zur Abhängigkeit der Libellen-Artenzahl von Biotopparametern bei Stillgewässern. 4 S.
- PFADENHAUER Jörg; KINBERGER Manfred: Torfabbau und Vegetationsentwicklung im Kulbinger Filz. 8 S., Abb.
- PLACHTER Harald: Faunistisch-ökologische Untersuchungen auf Sandstandorten des unteren Brombachtals (Bayern) und ihre Bewertung aus der Sicht des Naturschutzes. 48 S., Abb., 12 Farbfotos
- HAHN Rainer: Anordnung und Verteilung der Lesesteinriegel der nördlichen Frankenalb am Beispiel der Großgemeinde Heiligenstadt in Oberfranken. 6 S., Abb.
- LEHMANN Reinhold; MICHLER Günther: Palökologische Untersuchungen an Segimentkernen aus dem Wörthsee mit besonderer Berücksichtigung der Schwermetallgehalte. 23 S., Abb.
- Veranstaltungsspiegel der ANL. 21 S.

Heft 10/1986

- DICK Alfred; HABER Wolfgang: Geleitworte.
- ZIELONKOWSKI Wolfgang: 10 Jahre ANL – ein Rückblick.
- ERZ Wolfgang: Ökologie oder Naturschutz? Überlegungen zur terminologischen Trennung und Zusammenführung.

FORTSETZUNG: Heft 10/1986

- HABER Wolfgang: Umweltschutz – Landwirtschaft – Boden.
- SUKOPP Herbert; SEIDEL Karola; BÖCKER Reinhard: Bausteine zu einem Monitoring für den Naturschutz.
- PFADENHAUER Jörg; POSCHLOD Peter; BUCHWALD Rainer: Überlegungen zu einem Konzept geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern. Teil 1: Methodik der Anlage und Aufnahme.
- KNAUER Norbert: Halligen als Beispiel der gegenseitigen Abhängigkeit von Nutzungssystemen und Schutzsystemen in der Kulturlandschaft.
- ZIERL Hubert: Beitrag eines alpinen Nationalparks zum Schutz des Gebirges.
- OTTE Annette: Standortansprüche, potentielle Wachstumsgebiete und Vorschläge zur Erhaltung einer naturraum-spezifischen Ackerwildkraut-Flora (Agrarlandschaft südlich von Ingolstadt).
- ULLMANN Isolde; HEINDL Bärbel: »Ersatzbiotop Straßenrand« – Möglichkeiten und Grenzen des Schutzes von basiphilen Trockenrasen an Straßenböschungen.
- PLACHTER Harald: Die Fauna der Kies- und Schotterbänke dealpiner Flüsse und Empfehlungen für ihren Schutz.
- REMMERT Hermann; VOGEL Michael: Wir pflanzen einen Apfelbaum.
- REICHHOLF Josef: Tagfalter: Indikatoren für Umweltveränderungen.
- ALBRECHT Ludwig; AMMER Ulrich; GEISSNER Wolfgang; UTSCHICK Hans: Tagfalterschutz im Wald.
- KÖSTNER Barbara; LANGE Otto L.: Epiphytische Flechten in bayerischen Waldschadensgebieten des nördlichen Alpenraumes: Floristisch-soziologische Untersuchungen und Vitalitätstests durch Photosynthesemessungen.
- Veranstaltungsspiegel der ANL.
- Anhang: Natur und Landschaft im Wandel. S. unter Sonderdrucken.

Heft 11/1987

- WILD Wolfgang: Natur – Wissenschaft – Technik.
- PFADENHAUER Jörg; BUCHWALD Rainer: Anlage und Aufnahme einer geobotanischen Dauerbeobachtungsfläche im Naturschutzgebiet Echinger Lohe (Lkr. Freising).
- ODZUK Wolfgang: Die Pflanzengesellschaften im Quadranten 8037/1 (Glönn; bayer. Alpenvorland).
- OTTE Annette; BRAUN Wolfgang: Veränderungen in der Vegetation des Charlottenhofer Weihergebietes im Zeitraum von 1966–1986.
- REICHEL Dietmar: Veränderungen im Bestand des Laubfroschs (*Hyla arborea*) in Oberfranken.
- WÖRNER Sabine; ROTHENBURGER Werner: Ausbringung von Wildpflanzen als Möglichkeit der Arterhaltung?
- SCHNEIDER Eberhard; SCHULTE Ralf: Haltung und Vermehrung von Wildtieren in Gefangenschaft unter besonderer Berücksichtigung europäischer Wildvögel – ein Beitrag zum Schutz gefährdeter Tierarten?
- STÖCKLEIN Bernd: Grünfläche an Ämtern – eine bürgerefreundliche Visitenkarte. Tierökologische Aspekte künftiger Gestaltung und Pflege.
- BAUER Johannes; SCHMITT Peter; LEHMANN Reinhold; FISCHER-SICHERL Theresia: Untersuchungen zur Gewässerversauerung an der oberen Waldnaab (Oberpfälzer Wald; Nord-Ostbayern).
- MELZER Arnulf; SIRCH Reinhold: Die Makrophytenvegetation des Abtsees – Angaben zur Verbreiterung und Ökologie.
- ZOTT Hans: Der Fremdenverkehr am Chiemsee und seine Auswirkungen auf den See, seine Ufer und seine Randbereiche.
- VOGEL Michael: Die Leistungsfähigkeit biologischer Systeme bei der Abwasserreinigung.
- SCHREINER Johann: Der Flächenanspruch im Naturschutz.
- MAUCKSCH Wolfgang: Mehr Erfolg durch bessere Zusammenarbeit von Flurbereinigung und Naturschutz.
- ZIELONKOWSKI Wolfgang: Erfordernisse und Möglichkeiten der Fortbildung von Biologen im Berufsfeld Naturschutz.
- Veranstaltungsspiegel der ANL.

Heft 12/1988

- SUHR Dieter: Grundrechte gegen die Natur – Haftung für Naturgüter?
- REMMERT Hermann: Naturschutzforschung und -vermittlung als Aufgabe der Universitäten.
- LIEDTKE Max: Unterricht und Naturerfahrung – Über die Bedingungen der Vermittlung von ökologischen Kenntnissen und Wertvorstellungen.
- TROMMER Gerhard: Mensch hier – Natur da Was ist und was soll Naturschutzzerziehung?
- HAAS Anneliese: Werbestrategien des Naturschutzes.

FORTSETZUNG: Heft 12/1988

- HILDEBRAND Florian: Das Thema »Boden« in den Medien.
- ROTT Alfred: Das Thema »Boden« in Dichtung, Mythologie und Religion.
- BURMEISTER Ernst-Gerhard: Die Beweissicherung von Arten als Dokumentation faunistischer Erhebung im Sinne eines Instruments des Naturschutzes.
- PFADENHAUER Jörg: Naturschutzstrategien und Naturschutzansprüche an die Landwirtschaft.
- PFADENHAUER Jörg; WIRTH Johanna: Alte und neue Hecken im Vergleich am Beispiel des Terärrhügellandes im Lkr. Freising.
- REIF Albert; GÖHLE Silke: Vegetationskundliche und standörtliche Untersuchungen nordostbayerischer Waldmäntel.
- SCHALL Burkhard: Die Vegetation der Waldwege und ihre Korrelation zu den Waldgesellschaften in verschiedenen Landschaften Süddeutschlands mit einigen Vorschlägen zur Anlage und Pflege von Waldwegen.
- ULLMANN Isolde; HEINDL Bärbel; FLECKENSTEIN Martina; MENGLING Ingrid: Die straßenbegleitende Vegetation des mainfränkischen Wärmegebietes.
- KORN Horst; PITZKE Christine: Stellen Straßen eine Ausbreitungsbarriere für Kleinsäuger dar?
- RANFT Helmut: Auswirkungen des Luftsportes auf die Vogelwelt und die sich daraus ergebenden Forderungen.
- FUCHS Karl; KRIGLSTEIN Gert: Gefährdete Amphibienarten in Nordostbayern.
- TRAUTNER Jürgen; BRUNS Dierich: Tierökologische Grundlagen zur Entwicklung von Steinbrüchen.
- HEBAUER Franz: Gesichtspunkte der ökologischen Zuordnung aquatischer Insekten zu den Sukzessionsstufen der Gewässer.
- DORNBUSCH Max: Bestandsentwicklung und aktueller Status des Elbebibers.
- WITTMANN Helmut; TÜRK Roman: Immissionsbedingte Flechtenzonen im Bundesland Salzburg und ihre Beziehungen zum Problemkreis »Waldsterben«.
- DEIXLER Wolfgang: Die gemeindliche Landschaftsplanung und die landschaftspflegerische Begleitplanung als Fachplanung für Naturschutz und Landschaftspflege.
- KUFELD Walter: Geographisch-planungsrelevante Untersuchungen am Aubachsystem (südlich von Regensburg) als Grundlage eines Bachsanierungskonzeptes.
- KRAUS Werner: Rechtsvorschriften und Verfahrensbeurteilung von Naturschutz und Landschaftspflege bei der Wasserwirtschaft.
- ZIELONKOWSKI Wolfgang: Gedenken an Professor Dr. Hermann Merxmüller.
- Veranstaltungsspiegel der ANL.

Heft 13/1989

- MÜLLER Johannes: Landschaftsökologische und -ästhetische Funktionen von Hecken und deren Flächenbedarf in süddeutschen Intensiv-Agrarlandschaften.
- MÜHLE Hermann; POSCHLOD Peter: Konzept eines Dauerbeobachtungsflächenprogramms für Kryptogamengesellschaften.
- MATTHEIS Anna; OTTE Anette: Die Vegetation der Bahnhöfe im Raum München – Mühldorf – Rosenheim.
- SCHAUMBURG Jochen: Zur Ökologie von Stichelung *Gasterosteus aculeatus* L., Bitterling *Rhodeus amarus* Bloch 1782 und Moderlieschen *Leucaspius delineatus* (Heckel 1843) – drei bestandsbedrohten, einheimischen Kleinfischarten.
- REICHHOLF-RIEHM Helgard: Kleinflächige Vogelbestandsaufnahmen im Auwald an der unteren Isar als Mittel zur Beweissicherung: Ergebnisse und Probleme.
- REISSENWEBER Frank: Veränderungen des Brutbestandes ausgewählter Vogelarten (1965–1989) der »Glender Wiesen« (Stadt Coburg, Oberfranken) in Abhängigkeit vom Strukturwandel in der Landwirtschaft – Bedeutung des Gebietes für den Artenschutz heute.
- RICHARZ Klaus: Erfolgreiche Umsiedelung einer Wochenstubenkolonie der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*) – Zum aktuellen Status der Art in Bayern.
- KRUG Bettina: Wie stark sind unsere einheimischen Fledermäuse mit chlorierten Kohlenwasserstoff-Pestiziden belastet?
- KADLUBOWSKA Johanna; MICHLER Günther: Palökologische Untersuchungen an Sedimentkernen aus dem Rachelsee (Bayerischer Wald).
- MAHN Detlef; FISCHLER Anton: Die Bedeutung der Biologischen Landwirtschaft für den Naturschutz im Grünland.
- HUNDSDORFER Martin: Durchführung von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege.
- HEISS Rainer; RITSCHEL-KANDEL Gabriele: Überlegungen zu einer Zielkonzeption des Naturschutzes für das NSG »Grainberg-Kolbenstein« und Umgebung (Raum Karlstadt, Lkr. Main-Spessart).
- STÖCKLEIN Bernd: Probleme des Naturschutzes und der Landschaftspflege in der Region 13 – Landshut.
- SCHULTE Heinz: Die Gewässer der Region 13 – Landshut und ihre Probleme.

FORTSETZUNG: Heft 13/1989

- BURMEISTER Ernst-Gerhard: Naturverständnis und Naturschutz – ein erzieherisches Problem.
- Veranstaltungsspiegel der ANL im Jahr 1988 mit den Ergebnissen der Seminare. Forschungstätigkeit der ANL.

Heft 14/1990

- ERBRICH Paul SJ: Natur- und Umwelterziehung als Aspekte des Religionsunterrichts – Philosophische Grundüberlegungen zum Thema.
- GOTTSTEIN Klaus: Zukunftsperspektiven der Industriegesellschaft.
- MANULAT Bernd M.: Die versuchte Landkartel Das »grenzenlose« Versagen der internationalen Umweltpolitik? Eine Beurteilung aus politikwissenschaftlicher Sicht.
- SCHULZ Wolfgang: Heutiges Naturverständnis: Zwischen Rousseauscher Naturromantik und Marlboro-Abenteuer.
- KNAUER Norber: Produktionslandschaften und Protektionslandschaften im Jahre 2050.
- BLÄTTLER Regine; BAUMHAUER Roland; HAGEDORN Horst: Naturkatastrophen – Unwetterereignisse 1987 und 1988 im Stubaital.
- Forschungskonzept der ANL.
- JANSSEN Anke: Transektkartierung der potentiellen natürlichen Vegetation in Bayern – Erläuterungen zur Arbeitsmethodik, zum Stand der Bearbeitung und zur Anwendung der Ergebnisse.
- MÜHLENBERG Michael: Langzeitbeobachtungen für Naturschutz – Faunistische Erhebungs- und Bewertungsverfahren.
- SCHNEIDER Katrin: Floristische Untersuchungen des Siedlungsgrüns in vier Dörfern des Kreises Neustrelitz (Mecklenburg).
- BURMEISTER Ernst-Gerhard: Die aquatische Makroinvertebratenfauna des Mündungsgebietes des Lech und der Auen der Donau von der Lechmündung bis Manching (Bayern).
- BRÄU Elisabeth: Libellenvorkommen an Stillgewässern: Abhängigkeit der Artenzahl von Größe und Struktur.
- LENZ Edmund; ZIMMERMANN Michael: Die Jugendsterblichkeit beim Weißstorch.
- SEMMLER Martina: Nestlingsverluste beim Weißstorch – Darstellung der Probleme aus der Sicht des LBV.
- WASSMANN Ralf: Der Pirol – Zur Biologie des »Vogel des Jahres 1990«.
- WERNER Sabine: Untersuchungen zum Vorkommen des Piroles in den Auwäldern der Salzach zwischen Freilassing und Burghausen.
- UTSCHICK Hans: Möglichkeiten des Vogelschutzes im Wirtschaftswald.
- BAIER Hermann: Die Situation der Auwälder an Bayerns Flüssen.
- REIF Albert; AULIG Günther: Neupflanzung von Hecken im Rahmen von Flurbereinigungsmaßnahmen: Ökologische Voraussetzungen, historische Entwicklung der Pflanzkonzepte sowie Entwicklung der Vegetation gepflanzter Hecken.
- Veranstaltungsspiegel der ANL im Jahre 1989 mit den Ergebnissen der Seminare. Forschungstätigkeit der ANL.

Heft 15/1991 (erscheint Ende 1991)

- WEINZIERL Hubert: Naturschutzverbände als Lobby der Umweltpolitik.
- KLEINE Hans-Dieter: Ergebnisse der Zustandserfassung aus 177 aueralpinen NSG in Bayern.
- RITSCHEL-KANDEL Gabriele et al.: Die Dreigliederung des Lebensraumkomplexes Mager- und Trockenstandorte in Unterfranken.
- ACHTZIGER Roland: Zur Wanzen- und Zikadenfauna der Saumbiotopie Frankens – Eine faunistische Analyse als Grundlage einer naturschutzfachlichen Einschätzung.
- WIESINGER Klaus; OTTE Annette: Extensiv genutzte Obstanlagen in der Gemeinde Neubauern/Inn – Baumbestand, Vegetation und Fauna einer traditionellen, bäuerlichen Nutzung.
- GRAUVOGL Michael: Artenschutz von Wasserinsekten. Der Beitrag von Gartenteichen.
- BURMEISTER Ernst-Gerhard: Die Fauna aquatischer Insekten ausgewählter Kleingewässer im Isareinzugsgebiet nördlich Landshut (Niederbayern) unter Einbeziehung weiterer Makroinvertebratengruppen.
- REICHELD Dietmar: Naturschutz und Teichwirtschaft im Spannungsfeld.
- SCHOLL Günter: Die Bedeutung naturnaher Teiche für die Tierwelt.
- GELDHAUSER Franz: Die ökonomische Situation der Teichwirtschaft heute.
- JODL Otto: Teichwirtschaft und Naturschutz – Lösungsansätze und Perspektiven aus der Sicht der Naturschutzbehörde.

FORTSETZUNG: Heft 15/1991

- KLUPP R.: Fischereilicher Artenschutz in der Praxis der Fischereifachberatung.
- KRAMER Stefan: Die Situation des Wanderfalken (*Falco peregrinus*) in Bayern – Bestandentwicklung, Populationsökologie, Schutzkonzept.
- FLECKENSTEIN Kurt; RHIEM Walter: Waldüberspannung versus Walddurchquerung – Ökologische und landschaftspflegerische Aspekte im Freileitungsbau.
- FLECKENSTEIN Kurt; RHIEM Walter: Verfahren zur Bestimmung von Ausgleichsleistungen nach dem Naturschutzgesetz bei der Realisierung von Hochspannungsfreileitungen unterschiedlicher Spannungsebenen.
- SCHREINER Johann; ZWECKL Johann: Die ökologische Lehr- und Forschungsstation der ANL in Laufen-Straß.
- Forschung an der ANL.
- Veranstaltungsspiegel der ANL.

Beihfte zu den Berichten

Beihfte erscheinen in unregelmäßiger Folge und beinhalten die Bearbeitung eines Themenbereichs.

Beihfte 1

HERINGER, J.K.: Die Eigenart der Berchtesgadener Landschaft – ihre Sicherung und Pflege aus landschaftsökologischer Sicht, unter besonderer Berücksichtigung des Siedlungswesens und Fremdenverkehrs. 1981. 128 S. mit 129 Fotos. DM 17,-

- Überblick über den Landschaftsraum Berchtesgadener Land.
- Überblick über die landschaftlich bedeutsamen Teilbereiche Berchtesgadener Geschichte.
- Beurteilungs- und Wertungsmaßstab für landschaftliche Eigenart.
- Eigenartsträger – Wertung, Sicherung und Pflege.
- Fremdenverkehr – Verderben oder Chance für landschaftliche Eigenart.

Beihfte 2

Pflanzen- und tierökologische Untersuchungen zur BAB 90 Wolnzach-Regensburg. Teilschnitt Elsendorf-Saalhaupt. 71 S., Abb., Ktn., 19 Farfotos DM 23,-

- KRAUSS, Heinrich: Zusammenfassende Aussagen zum Gesamtvorhaben. Einzelbeiträge der Gutachter:
- KIMMERL, Hans: Vergleichende Untersuchungen von Gehölzstrukturen.
- MADER, Hans-Joachim: Tierökologische Untersuchungen.
- HEIGL, Franz und SCHLEMMER, Richard: Ornithologische Untersuchungen.
- SCHOLL, Günter: Untersuchungen zum Vorkommen der Amphibien mit Vorschlägen für Erhaltungs- und Ausgleichsmaßnahmen.
- STUBBEMANN, Hans Nikolaus: Arachnologische Untersuchungen. Bestandsaufnahmen und Beobachtungsflächen anlässlich von Trassenbegehungen am 7. und 8.8.1979:
- ZIELONKOWSKI, Wolfgang: Vegetationskundliche Bestandsaufnahmen.
- Zoologische Beobachtungen.

Beihfte 3

SCHULZE, E.-D. et al.: Die pflanzenökologische Bedeutung und Bewertung von Hecken. = Beihfte 3, T. 1 zu den Berichten der ANL. DM 37,-

Gegenstand und Umfang des Forschungsauftrags: Sträucher in der natürlichen und anthropogen beeinflussten Vegetation Mitteleuropas Kohlenstoffhaushalt, Wachstum und Wuchsform von Holzgewächsen im Konkurrenzgefüge eines Heckenstandortes, Diss. von Manfred Küppers - Die Ökologie wichtiger Holzarten der Hecken - Die Beziehung von Hecken und Ackerrainen zu ihrem Umland - Die Bewertung der nordbayerischen Hecken aus botanischer Sicht - Autoren: Ernst-Detlef Schulze, Albert Reif unter Mitarbeit von Christoph Knop und Katharina Zahner.

ZWÖLFER, H. et al.: Die tierökologische Bedeutung und Bewertung von Hecken. = Beihfte 3, T. 2 zu den Berichten der ANL. DM 36,-

Ziele und Grundlagen der Arbeit: Wissenschaftliche Ergebnisse - Schlussfolgerungen für die Praxis der Landschaftspflege und für den integrierten Pflanzenschutz - Kontakte zu anderen Institutionen - Ergebnisse des Klopfbrosen-Programms - Zur Phänologie ausgewählter Arthropodengruppen der Hecke - Die Erfassung von Lepidopteren-Larven an Schiele und Weißdorn - Einfluß des Alters auf der räumlichen Verteilung von Weißdornbüschen auf Phytophage und ihre Parasiten - Einfluß von Alter und räumlicher Verteilung von Wildrosen auf den WICKLER *Notocelia roborana* D.&S. und seine Parasiten - Zur Populationsökologie einiger Insekten auf Wildrosen -

FORTSETZUNG: Beiheft 3

Untersuchungen zum Verhalten, zur Biologie und zur Populationsdynamik von Yponomeuta padellus auf der Schlehe. Faunistisch-ökologische Analyse ausgewählter Arthropoden-Gruppen. Untersuchungen zum Brutvogelbestand verschiedener Heckengebiete – Wildspurendichte und Wildverbiß im Heckenbereich. Analyse des Blatt-Biomasse-Konsums an Schlehe, Weißdorn und Wildrose durch photophage Insekten. Begründung der Bewertungszahlen für Heckengehölzarten. Aus Kleinschmetterlingen in Hecken gezogene Parasitoidearten (Tabellen). Heckenpflanzen als Wirte landwirtschaftlicher Schadorganismen (Tabellen). Autoren: Helmut Zwölfer, Gerhard Bauer, Gerd Heusinger u.a.

Beiheft 4

ZAHLEHEIMER, W.: Artenschutzgemäße Dokumentation und Bewertung floristischer Sachverhalte – Allgemeiner Teil einer Studie zur Gefäßpflanzenflora und ihrer Gefährdung im Jungmoränengebiet des Inn-Vorland-Gletscher (Oberbayern). 143 S., 97 Abb. und Hilfskärtchen, zahlr. Tab., mehrere SW-Fotos. DM 21,-

- Floristische Kartierungsprojekte aus der Perspektive des praktischen Artenschutzes. Erfassung der Bestandesgröße. Erfassung der Pflanzenmenge. Verteilungsaspekte (Verteilungsfläche). Floristische Geländearbeit. Flächendeckende floristische Bestandsaufnahme. Biopkartierung. Alternative Dokumentationsweise botanisch wertvoller Flächen. Floristische Bestandeskarten (Bestandesgrößen-Rasterkarte mit Strichliste, Bestandes-Punkt-Karten). Das Ringsegment-Verfahren zur numerischen Bewertung der subregionalen Artenschutzrelevanz artgleicher Population. »Lokalisationswert«. Bewertungskomponenten. Fundortslage im Areal und subregionale Arealgröße. Gebrauch von Ringsegment-Schablonen. Bestandesgrößenfaktoren und Bestandesgrößenklassen. »Umfeldbezogener Bestandeswert«. EDV-gemäße Variante des Ringsegmentverfahrens. Konstruktion minimaler Stützpunkt-Verbundsysteme für artenschutzrelevante Pflanzen. Vergleichende numerische Bewertung von Beständen verschiedener Taxa nach den überregionalen, regionalen und subregionalen Verhältnissen. Bewertung der Gefährdung nach Roten Landeslisten. Ergänzungskriterium. Anleitung zur Ermittlung des »Regionaler Gefährdungswert«. »Populationspezifischer Artenschutzwert«. Bezugsquadrat-Verfahren zur numerischen Bewertung von Sippen und Pflanzenbeständen nach der lokalen Artenschutzrelevanz. »Lokale Gefährdungszahl«. EDV-gemäße Bewertungsverfahren für Pflanzenbestände. Anmerkungen zur Behandlung vegetationskundlicher Aspekte bei naturschutzorientierten Gebietsbewertungen. Floristische Sachverhalte. Pflanzengesellschafts-Ebene. Vegetationskomplexe. Zusammenfassung. Literatur. Anhang (Arbeitsbegriffe, Verbreitungs- bzw. Bestandeskarten).

Beiheft 5

ENGELHARDT, W.; OBERGRUBER, R. und REICHHOLF, J.: Lebensbedingungen des europäischen Feldhasen (Lepus europaeus) in der Kulturlandschaft und ihre Wirkungen auf Physiologie und Verhalten. DM 28,-

- Organisation und Grundlagen des Forschungsauftrages. Forschungsziel. Forschungsmethoden. Forschungsgebiete. Projektergebnisse. Rückstandsanalysen. Mageninhaltanalysen. Freilandbeobachtungen. Auswertung bayrischer Jagdstrecken-Statistiken. Straßenverkehrsverluste. Populationsdynamik. Interpretation der Ergebnisse. Regionale und überregionale Bestandentwicklung. Populationsökologisches Modell. Relative Wirkung der Einzelfaktoren. Prognosen und Vorschläge. Anhang: Tabellen, Karten, Literaturangaben. Autoren: Prof. Dr. Wolfgang Engelhardt, Roland Obergruber, Dr. Josef Reichholf.

Beiheft 6

MELZER, A., MICHLER, G. et al.: Ökologische Untersuchungen an südbayerischen Seen. 171 S., 68 Verbreitungskärtchen, 46 Graphiken, zahlr. Tab. DM 20,-

- MELZER Arnulf, HARLACHER Raimund und VOGT Elise: Verbreitung und Ökologie makrophytischer Wasserpflanzen in 50 bayerischen Seen.
- MICHLER Günther: Temperatur- und Sauerstoffmessungen an 32 südbayerischen Seen zur Zeit der Homothermiephase im Frühjahr 1984 und zur Sommerstagnation im August 1984.
- Glossar (4 S.).

Beiheft 7 (in Vorbereitung)

FOECKLER Francis: Charakterisierung und Bewertung von Augewässern des Donauraumes Straubing durch Wassermolluskengesellschaften. 149 S., 58 Verbreitungskärtchen, zahlr. Tab. u. Graphiken, 13 Farbfotos. DM 27,-

- Einleitung. Methodik. Das Untersuchungsgebiet. Ergebnisse. Biotopbeschreibung. Die Wassermolluskarten. Wassermolluskengesellschaften als »Bewertungskriterium«. von Augewässern. ökologische Modelle. Malakologische Gewässertypisierung und Bewertung. Diskussion.

FORTSETZUNG: Beiheft 7

Wassermolluskengesellschaften als Bioindikatoren und Methodenkritik. Die malakologische Gewässertypisierung. Die Rekonstruktion und Verfolgung von Sukzessionen im evolutionen Prozeß mit Wassermolluskengesellschaften und die Bewertung von Augewässern. Perspektiven. Zusammenfassung. Literaturverzeichnis. Anhang: Systematisches Verzeichnis der nachgewiesenen Wassermolluskarten. Verbreitungskarten der nachgewiesenen Wassermolluskarten. Liste der Abkürzungen.

Beiheft 8 (in Vorbereitung)

PASSARGE, Harro: Avizönosen in Mitteleuropa. 128 S., 15 Verbreitungskarten, 38 Tab., Register der Arten und Zönosen. DM 18,-

- A: Zur Einführung. B: Avizönosen der Kleinvögel: Pieper-Lerchen-Gemeinschaften; Rohrammer-Rohrsäger-Gem., Würger-Grasmücken-Gem., Meisen-Buchfinken-Gem.; Rotschwanz-Sperling-Gem., Segler-Schwalben-Gem.; C: Avizönosen größerer Vögel: Entenartige Schwimmvogel-Gem., Seeschwalben-Möwen-Gem., Schnepfen-Kiebitz-Gem., Storch-Reiher-Gem., Kuckuck-Tauben-Gem., Specht-Gem., Krähenvogel-Gem., Greifvogel-Gem., Eulen-Gem.; D: Zusammenfassende Darstellung und Ausblick: Avizönologische Mosaikkomplexe. Syntaxonomische Übersicht. Angewandte Avizönologie. E: Register. Literatur. Erläuterung deutscher Vogelnamen. Abbildungen (Verbreitungskarten). Verzeichnis der Art- und Gemeinschaftsnamen.

Laufener Seminarbeiträge (Tagungsberichte)

Zu ausgewählten Seminaren werden Tagungsberichte erstellt. In den jeweiligen Tagungsberichten sind die ungekürzten Vorträge eines Fach- bzw. wissenschaftlichen Seminars abgedruckt. Diese Tagungsberichte sind ab 1/82 in »Laufener Seminarbeiträge« umbenannt worden.

- 2/78 Begründungsmaßnahmen im Gebirge. (vergriffen)
- 3/79 Seenforschung in Bayern. (vergriffen)
- 4/79 Chance für den Artenschutz in Freilichtmuseen. (vergriffen)
- 5/79 Ist Pflege der Landschaft erforderlich? (vergriffen)
- 6/79 Weinberg-Flurbereinigung und Naturschutz. DM 8,-
- 7/79 Wildtierhaltung in Gehägen. DM 6,-
- 1/80 Tierökologische Aspekte im Siedlungsbereich. (vergriffen)
- 2/80 Landschaftsplanung in der Stadtentwicklung, in dt. und engl. Ausgabe. DM 9,- / 11,-
- 3/80 Die Region Untermain – Region 1 – Die Region Würzburg – Region 2 – Naturschutz und Recht. DM 12,- (vergriffen)
- 4/80 Ausbringung von Wildpflanzen. DM 12,- (vergriffen)
- 6/80 Baggerseen und Naturschutz. (vergriffen)
- 7/80 Geoökologie und Landschaft. (vergriffen)
- 8/80 Freileitungsbau und Belastung der Landschaft. (vergriffen)
- 9/80 Ökologie und Umwelthygiene. DM 15,- (vergriffen)
- 1/81 Stadtoökologie. (vergriffen)
- 2/81 Theologie und Naturschutz. DM 5,- (vergriffen)
- 3/81 Greifvogel und Naturschutz. DM 7,- (vergriffen)
- 4/81 Fischerei und Naturschutz. (vergriffen)
- 5/81 Fließgewässer in Bayern. (vergriffen)
- 6/81 Aspekte der Moornutzung. (vergriffen)
- 7/81 Beurteilung des Landschaftsbildes. (vergriffen)
- 8/81 Naturschutz im Zeichen knapper Staatshaushalte. DM 5,- (vergriffen)
- 9/81 Zoologischer Artenschutz. DM 10,- (vergriffen)
- 10/81 Naturschutz und Landwirtschaft. (vergriffen)
- 11/81 Die Zukunft der Salzach. DM 8,- (vergriffen)
- 12/81 Wiedereinbürgerung gefährdeter Tierarten. (vergriffen)
- 13/81 Seminarergebnisse der Jahre 76-81. DM 10,- (vergriffen)
- 1/82 Der Mensch und seine städtische Umwelt – humanökologische Aspekte. (vergriffen)
- 2/82 Immissionsbelastungen ländlicher Ökosysteme. (vergriffen)
- 3/82 Bodennutzung und Naturschutz. DM 8,- (vergriffen)
- 4/82 Walderschließungsplanung. DM 9,- (vergriffen)
- 5/82 Feldhecken und Feldgehölze. DM 25,- (vergriffen)
- 6/82 Schutz von Trockenbiotopen – Buckelfluhen. DM 9,- (vergriffen)
- 7/82 Geowissenschaftliche Beiträge zum Naturschutz. DM 13,- (vergriffen)
- 8/82 Forstwirtschaft unter Beachtung forstlicher Ziele und der Naturschutzgesetzgebung. (vergriffen)
- 9/82 Waldweide und Naturschutz. (vergriffen)
- 1/83 Dorfoökologie – Das Dorf als Lebensraum/ + 1/84 Dorf und Landschaft. Sammelbd. DM 15,- (vergriffen)
- 2/83 Naturschutz und Gesellschaft. DM 8,- (vergriffen)
- 3/83 Kinder begreifen Natur. DM 10,- (vergriffen)
- 4/83 Erholung und Artenschutz. DM 16,- (vergriffen)
- 5/83 Marktwirtschaft und Ökologie. (vergriffen)
- 6/83 Schutz von Trockenbiotopen – Trockenrasen, Triften und Hutungen. DM 9,- (vergriffen)
- 7/83 Ausgewählte Referate zum Artenschutz. DM 14,- (vergriffen)
- 8/83 Naturschutz als Ware – Nachfrage durch Angebot und Werbung. DM 14,- (vergriffen)
- 9/83 Ausgleichbarkeit von Eingriffen in den Naturhaushalt. DM 11,- (vergriffen)
- 1/84 siehe 1/83
- 2/84 Ökologie alpiner Seen. DM 14,- (vergriffen)

- 3/84 Die Region 8 – Westmittelfranken. DM 15,- (vergriffen)
- 4/84 Landschaftspflegliche Almwirtschaft. DM 12,- (vergriffen)
- 5/84 Schutz von Trockenbiotopen – Trockenstandorte aus zweiter Hand. DM 8,- (vergriffen)
- 6/84 Naturnaher Ausbau von Grünanlagen. DM 9,- (vergriffen)
- 7/84 Inselökologie – Anwendung in der Planung des ländlichen Raumes. DM 16,- (vergriffen)
- 1/85 Rechts- und Verwaltungsaspekte der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung. DM 11,- (vergriffen)
- 2/85 Wasserbau – Entscheidung zwischen Natur und Korrektur. DM 10,- (vergriffen)
- 3/85 Die Zukunft der ostbayerischen Donaulandschaft. DM 19,- (vergriffen)
- 4/85 Naturschutz und Volksmusik. DM 10,- (vergriffen)
- 1/86 Seminarergebnisse der Jahre 81–85. DM 7,- (vergriffen)
- 2/86 Elemente der Steuerung und der Regulation in der Pelagialbiozönose. DM 16,- (vergriffen)
- 3/86 Die Rolle der Landschaftsschutzgebiete. DM 12,- (vergriffen)
- 4/86 Integrierter Pflanzenbau. DM 13,- (vergriffen)
- 5/86 Der Neuntöter – Vogel des Jahres 1985. Die Saatkrähe – Vogel des Jahres 1986. DM 10,- (vergriffen)
- 6/86 Freileitungen und Naturschutz. DM 17,- (vergriffen)
- 7/86 Bodenökologie. DM 17,- (vergriffen)
- 8/86 Dorfoökologie: Wasser und Gewässer. DM 16,- (vergriffen)
- 9/86 Leistungen und Engagement von Privatpersonen im Naturschutz. DM 5,- (vergriffen)
- 10/86 Biotopverbund in der Landschaft. DM 23,- (vergriffen)
- 1/87 Die Rechtspflicht zur Wiedergutmachung ökologischer Schäden. DM 12,- (vergriffen)
- 2/87 Strategien einer erfolgreichen Naturschutzpolitik. DM 12,- (vergriffen)
- 3/87 Naturschutzpolitik und Landwirtschaft. DM 15,- (vergriffen)
- 4/87 Naturschutz braucht Wertmaßstäbe. DM 10,- (vergriffen)
- 5/87 Die Region 7 – Industrieregion Mittelfranken. DM 11,- (vergriffen)
- 1/88 Landschaftspflege als Aufgabe der Landwirte und Landschaftsgärtner. DM 10,- (vergriffen)
- 2/88 Dorfoökologie: Wege und Einfriedungen. DM 15,- (vergriffen)
- 3/88 Wirkungen von UV-B-Strahlung auf Pflanzen und Tiere. DM 13,- (vergriffen)
- 1/89 Greifvogelschutz. DM 13,- (vergriffen)
- 2/89 Ringvorlesung Naturschutz. DM 15,- (vergriffen)
- 3/89 Das Brandkehlchen – Vogel des Jahres 1987. Der Wendehals – Vogel des Jahres 1988. DM 10,- (vergriffen)
- 4/89 Hat die Natur ein Eigenrecht auf Existenz? DM 10,- (vergriffen)
- 1/90 Einsatzmöglichkeiten der Fernerkundung in der Landschaftsökologie. DM 13,- (vergriffen)
- 2/90 Sicherung und Schaffung von Arbeitsplätzen durch Naturschutz. DM 12,- (vergriffen)
- 3/90 Naturschutzorientierte ökologische Forschung in der BRD. DM 11,- (vergriffen)
- 4/90 Auswirkungen der Gewässerversauerung. DM 13,- (vergriffen)
- 5/90 Aufgaben und Umsetzung des landschaftspflegerischen Begleitplanes. DM 10,- (vergriffen)
- 6/90 Inhalte und Umsetzung der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). DM 14,- (vergriffen)
- 1/91 Umwelt/Mitwelt/Schöpfung – Kirchen und Naturschutz. DM 11,- (vergriffen)
- 2/91 Dorfoökologie: Bäume und Sträucher. DM 12,- (vergriffen)
- 3/91 Artenschutz im Alpenraum (in Vorbereitung)
- 4/91 Erhaltung und Entwicklung von Flußauen in Europa. DM 21,- (vergriffen)
- 5/91 Mosaik – Zyklus – Konzept. DM 9,- (vergriffen)

Vorschau

- Dorfoökologie: Gebäude, Keller und Höhlen.
- Faunistische Dauerbeobachtung im Naturschutz.
- Naturschutz, Brauchtum und Heimatpflege.
- CSFR-Symposium.
- KÖSTLER, Evelin und KRÖGOLL, Bärbel: Auswirkungen von anthropogenen Nutzungen im Bergland – Zum Einfluß der Schafbeweidung (Eine Literaturstudie).
- Ökologische Bilanz von Stauräumen.
- Wald oder Weideland – Zur Naturgeschichte Mitteleuropas.
- Naturfreundlicher Bildungs- und Erholungstourismus.

Sonderdrucke aus den Berichten der ANL

- »Die Stauseen am unteren Inn« aus Heft 6/82 DM 5,-
»Natur und Landschaft im Wandel« aus Heft 10/86 DM 8,-

Informationen

Informationen 1 –
Die Akademie stellt sich vor.
Faltblatt, *kostenfrei*

Information 2 –
Grundlagen des Naturschutzes.
DM 2,-

Informationen 3 –
Naturschutz im Garten – Tips und Anregungen zum
Überdenken, Nachmachen und Weitergeben.
DM 1,-

Information 4 –
Begriffe aus Ökologie, Umweltschutz und Landnutzung. In
Zusammenarbeit mit dem Dachverband wissenschaftlicher
Gesellschaften der Agrar-, Forst-, Ernährungs-, Veterinär-
und Umweltforschung e. V., München.
DM 2,-

*Einzelexemplare gegen Zusendung eines adressierten und
mit DM 2,- frankierten DIN A5 Umschlages kostenfrei. Ab
100 Stk. 10 % Nachlaß. (Nur Info 1-3).
Info 4 gegen Rechnung.*

Diaserien

- Diaserie Nr. 1
»Feuchtgebiete in Bayern.«
50 Kleinbilddias mit Textheft. DM 150,-
- Diaserie Nr. 2
»Trockengebiete in Bayern.«
50 Kleinbilddias mit Textheft. DM 150,-
- Diaserie Nr. 3
»Naturschutz im Garten«
60 Dias mit Textheft
und Begleikkassette. DM 150,-

Plakatserie »Naturschutz«

- 3 Stück im Vierfarbdruck DIN A2 DM 3,-
+ Verpackungskostenanteil bis 15 Serien. DM 5,-

Bezugsbedingungen

1. BESTELLUNGEN

Die Veröffentlichungen der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege können nur über die Akademie, Postanschrift: 8229 Laufen/Salzach, Postfach 1261 bezogen werden. Die Bestellungen sollen eine exakte Bezeichnung des Titels enthalten. Bestellungen mit Rückgaberecht oder zur Ansicht können nicht erfüllt werden.

Bitte den Bestellungen kein Bargeld, keine Schecks und keine Briefmarken beifügen; Rechnung liegt der Lieferung jeweils bei.

Der Versand erfolgt auf Kosten und Gefahr des Bestellers. Beanstandungen wegen unrichtiger oder unvollständiger Lieferungen können nur innerhalb von 14 Tagen nach Empfang der Sendung berücksichtigt werden.

2. PREISE UND ZAHLUNGSBEDINGUNGEN

Bei Abnahme von 10 und mehr Exemplaren jeweils eines Titels wird aus Gründen der Verwaltungsvereinfachung ein Mengenrabatt von 10% gewährt.

Die Kosten für Verpackung und Porto werden in Rechnung gestellt. Die Rechnungsbeträge sind spätestens zu dem in der Rechnung genannten Termin fällig.

Die Zahlung kann nur anerkannt werden, wenn sie auf das in der Rechnung genannte Konto der Staatsoberkasse München unter Nennung des mitgeteilten Buchungskennzeichens erfolgt. Es wird empfohlen, die der Lieferung beigefügten und vorbereiteten Einzahlungsbelege zu verwenden. Bei Zahlungsverzug werden Mahnkosten erhoben und es können ggf. Verzugszinsen berechnet werden. Erfüllungsort und Gerichtsstand für beide Teile ist München.

Bis zur endgültigen Vertragserfüllung behält sich die ANL das Eigentumsrecht an den gelieferten Veröffentlichungen vor.

3. SCHUTZBESTIMMUNGEN

Die Herstellung von Vervielfältigungen – auch auszugsweise – aus den Veröffentlichungen der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege sowie die Benutzung zur Herstellung anderer Veröffentlichungen bedürfen der schriftlichen Genehmigung unseres Hauses.

