

Essen, im November 1986

Joachim Lösing, Universität Essen GHS

von

Stellungnahme für den World Wildlife Fund (WWF)

= Auswirkungen auf Natur und Naturhaushalt =

Das Projekt Gabčikovo = Nagymaros

Duplikat

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Das Projekt	4
3. Hydrologische Grundlagen	13
4. Die Vegetation und ihre Standortbedingungen	18
5. Ökologische Auswirkungen des Projektes	26
6. Empfehlungen	35
Literaturverzeichnis	

1. Einleitung

Diese Stellungnahme versucht, das Mosaik von zahlreichen kleinen Informationen aus wissenschaftlichen Veröffentlichungen, Pressemitteilungen, mündlichen Mitteilungen etc. synoptisch zusammenzufassen, so daß die Pläne, natürlichen Grundlagen und Auswirkungen auf die Ökologie ganzer Landschaften schließlich ein besseres Gesamtbild ergeben, als dies bisher der Fall sein konnte.

Auch wenn sich diese Arbeit vornehmlich auf naturwissenschaftlicher Ebene bewegt, waren viele Daten nicht verfügbar. Durch die jüngste internationale politische Entwicklung hat das Thema so viel

Brisanz erhalten, daß auch naturwissenschaftliche Äußerungen

einen politischen Stellenwert erhalten. Gerade dies macht aber

jede objektivere Diskussion unmöglich. Eine Besserung dieser

Verhältnisse ist wahrscheinlich erst dann zu erwarten, wenn

man über das Projekt selber nicht mehr zu diskutieren braucht,

sondern nur noch über die Beseitigung der Fehler.

Trotz und gerade wegen dieser Schwierigkeiten bin ich mehreren

Wissenschaftlern zu Dank verpflichtet, die mir bereitwillig

Auskunft gaben. Mit fachlichem Rat halfen mir Herr Dr. F. Borovitzký

(Wien) und Herr Dr. G. Hügin (Denzingen). Herrn Dr. P. Kramer

(WWF International) verdanke ich die Anregung zu dieser Stei-

lungnahme, Herrn Dr. H. Jungius (WWF International) die entgegen-

kommende Betreuung und Herrn K. Wagner (WWF Österreich) die

Vermittlung in Österreich und die umfangreiche Versorgung mit

Informationen über das Projekt.

Das Kapitel 2 gibt einen knappen Überblick über Geschichte,

Ziele und Inhalte des Projektes. Das folgende Kapitel beschreibt

kurz die flüßmorphologischen und hydrodynamischen Grundlagen,

nach denen sich alles Lebende (Kap. 4) zu richten hat. Der 5.

Abschnitt versucht eine Verknüpfung der beiden, die natürlichen

Verhältnisse beschreibenden Kapitel und des Projekts. Den Ab-

schluß bilden auf der Basis dieser Interpretation stehende Empfeh-

lungen aus naturwissenschaftlicher Sicht.

2. Das Projekt

Erste Pläne zur Nutzung des ungarisch-tschechoslowakischen Donauabschnitts gehen auf das Jahr vor 1952 zurück, als bereits erste zwischenstaatliche Verhandlungen stattfanden und 1958 in einen ersten Vertrag mündeten. 1965 wurden schließlich die Weichen für die heute zur Debatte stehende Variante gestellt. Weitere Daten zur Geschichte des Projektes sind:

- 1973 - Wiederaufnahme der 1965 unterbrochenen Vorbereitungen
- und Verabschiedung eines bilateralen Investitionsprogramms
- 1975 - Entwicklung eines gemeinsamen Bauplans
- 1977 - Vertrag zwischen CSSR und Ungarn über das Kraftwerkssystem
- 1978 - Ausarbeitung des "Gemeinsamen Vertragsprojektes für den Bau des Systems"
- und Beginn der Vorbereitungsarbeiten am Kraftwerk Gabčíkovo
- 1985 - Verhandlungen von ungarischer und österreichischer Seite; - bis zum Jahresende sind 15,4 Prozent des Bauvorhabens auf slowakischer Seite realisiert
- 29.5.1986 - Vertrag zwischen Ungarn und Österreich über den Bau des Kraftwerks Nagymaros

Konkret geplant sind für die Zukunft:

1987/88) Bau der Staustufe Nagymaros; Generalunternehmer: bis 1992) die Donau-Kraftwerke AG

1996) Stromlieferung aus diesem Kraftwerk nach Österreich bis 2016 (2/3 der Gesamtleistung)

Die geplanten Maßnahmen beschreibt im Detail eine ungarisch-tschechoslowakische Broschüre (ca. 1979/80) über den Kraftwerksbau. Dimensionen und (beabsichtigte oder in Kauf genommene) Folgen dieses gigantischen Vorhabens, lassen sich kaum besser

darstellen als mit den eigenen Worten der Planer:

"Das System besteht aus den zwei Kraftwerken Gabčíkovo und Nagymaros, welche miteinander durch ihre Stauziele und die Art der Energie-nutzung verbunden sind. Bei gewissen Bedingungen können sie jedoch auch selbständig arbeiten. Das System erzeugt in einem

Regeljahr 3675 GWh, davon 1525 GWh an elektrischer Energie im

Lageplan des Staufensystems Gabčíkovo—Nagyymaros

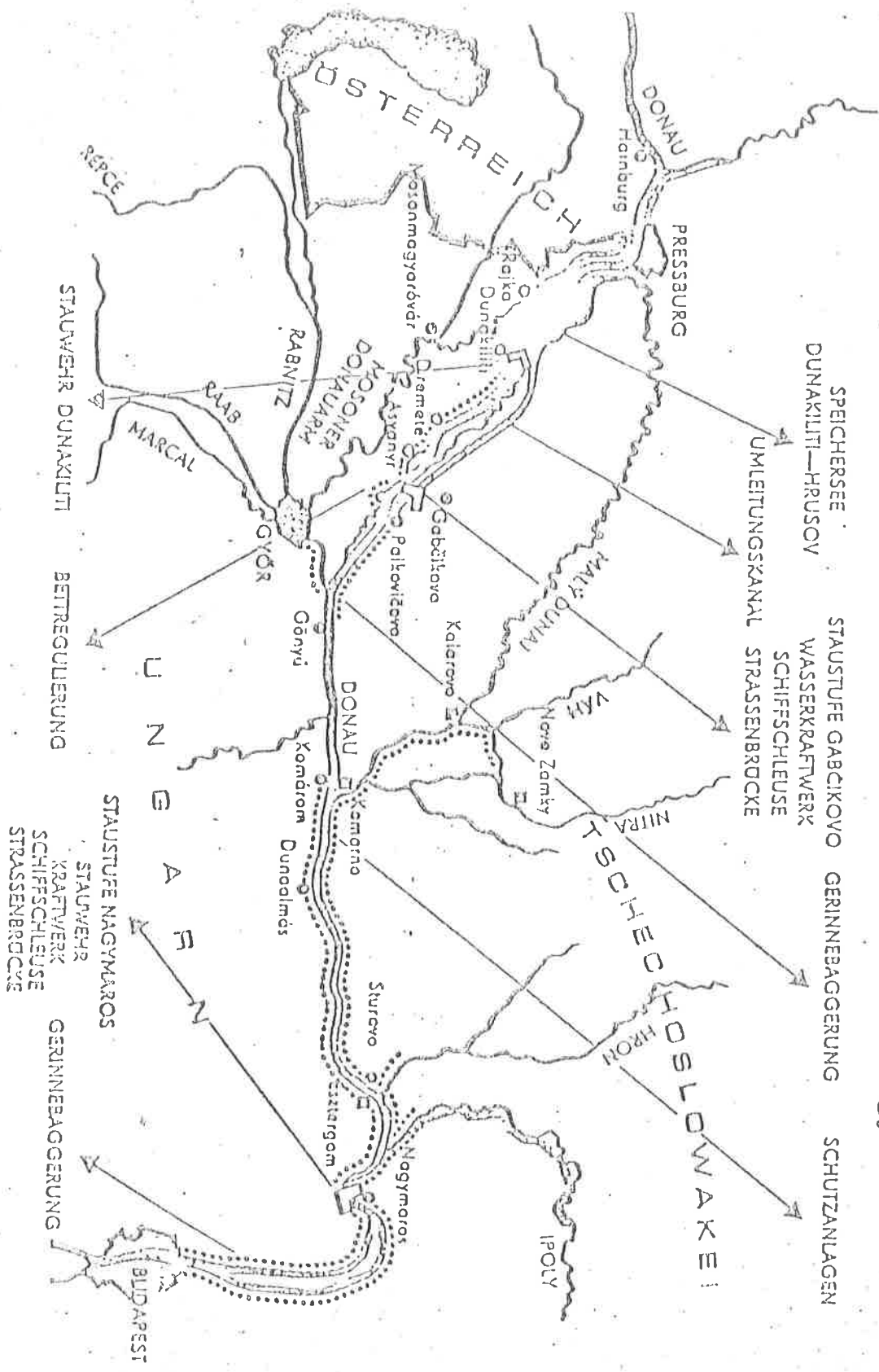


Abb. 1: Lageplan (Quelle: MÜLLER, O. J., am Einlauf der Staustufen...)

Spitzenbetrieb.
Das Kraftwerk Gabčíkovo wird das Wasser der Donau täglich im Flussstau Hrušov-Dunakiliti speichern und dann dieses im Kraftwerk Gabčíkovo im Spitzenbetrieb nutzen. Der Stau entsteht im jetzigen Inundationsgebiet der Donau unterhalb Bratislava durch den Umbau der Schutzdämme in Staudämme und durch den Bau des Wehres Dunakiliti am unteren Ende des Staues. Das Wehr hat 7 Felder mit einer Breite von 24 m, welche durch Segmentstützen mit aufgesetzter Klappe verschlossen werden. Die Stauwandhöhe der Segmente mit Klappe ist 11,3 m. Mit Hilfe des Wehres wird der Wasserspiegel des Staues auf das Stauziel 131,20 m Bpv aufgestaut.
Daneben dient das Wehr zur Überführung eines Teiles des Hochwasserdurchflusses und des Eises in das alte Bett der Donau. Ein Wehrfeld ist so beschaffen, daß bei Inbetriebnahme des Systems die Schifffahrt im alten Bett der Donau noch aufrechterhalten werden kann.
Das im Flussstau gespeicherte Donauwasser wird an das Kraftwerk Gabčíkovo durch einen 17 km langen Zubringerkanal geführt. Die Dämme dieses Kanals werden aus Schotter - und Sandmaterial geschüttet, wobei der Grund des Kanals auf dem jetzigen Gelände liegen wird. Die wasserseitigen Hänge des Kanals und 2/3 der Kanalsohle werden durch Asphaltbeton abgedichtet. Das übrige bleibende Drittel der Sohle wird durch verdichtete Erde abgedichtet. Im Kanal liegt die Schifffahrtsrinne und bei Hochwasser wird durch den Kanal ein Teil des Hochwasserabflusses geführt. Der Zubringerkanal des Wasserkraftwerkes Gabčíkovo wird der größte Kanal dieser Art in der Welt sein. Zur Energiegewinnung dienende Kanäle mit einer Kapazität über $2000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ sind in der Welt bereits eine Seltenheit, während der Zubringerkanal des Kraftwerkes Gabčíkovo eine Kapazität von $5.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ haben wird. Am anderen Ende des Kanals entsteht ein Höhenunterschied des hydrostatischen Wasserspiegels von 23,3 m. Diesen Höhenunterschied nutzt das Wasserkraftwerk Gabčíkovo zur Energiegewinnung mittels 8 Kaplan-turbinen und einer gleichen Anzahl von Hydroalternatoren mit einer installierten Gesamtleistung von 720 MW aus. Die Schifffahrt durch das Kraftwerk Gabčíkovo wird durch eine Schiffsschleuse mit 2 Schleusenkamern zu je $275 \times 34 \text{ m}$ und

mit einer minimalen Schwellentiefe von 4,5 m ermöglicht.
Die geologischen Verhältnisse im Gebiet des Kraftwerkes Gabčíkovo sind für die Grundlegung von grossen hydrotechnischen Bauten nicht allzu günstig. Das Kraftwerk liegt in der Donaumiederung, welche nach tektonischen Senkungen dieses Gebietes durch Sedimente der Donau entstanden ist. Es entstanden dadurch mächtige Schichten von sandigen Schottern, deren Mächtigkeit bei Gabčíkovo bis zu 300 m erreicht. In diese sandigen Schottererschichten infiltriert das Wasser aus der Donau und der Grundwasserspiegel reicht an einigen Stellen bis zu 1 m unter die Geländeoberfläche, bei Hochwasser noch höher.

Im Hinblick auf die geologischen Verhältnisse wurde die Grundlegung des Wehres Dunakiliti, des Wasserkraftwerkes und der Senkammer bei Gabčíkovo in selbständigen offenen Baugruben vorgesehen. Die Schottererschichten sind aber sehr durchlässig und der Zustrom des Grundwassers zu den Baugruben wird sehr gross sein. Zur Reduzierung dieses Zustromes werden an der Peripherie der Baugruben 60 cm dicke unterirdische Dichtungswände mit Hilfe einer selbststarrenden Lehmsuspension errichtet werden. Diese Wände erreichen in der Baugrube des Wasserkraftwerkes eine Tiefe von 42 m. Der Grund der Baugruben wird durch eine Injektierung der natürlichen sandigen Schottererschichten abgedichtet. Die Mächtigkeit der Injektierung beträgt bei dem Wasserkraftwerk 7 m und sie beginnt 22,5 m unterhalb der tiefsten Basisstütze, zu den peripheren unterirdischen Wänden steigt sie stufenweise an.

Das Volumen der Erdarbeiten und der Dichtungsarbeiten bei der Grundlegung der Objekte des Kraftwerkes Gabčíkovo ist ausserordentlich gross. Zum Vergleich sei erwähnt, dass nur die Grundfläche des alleinigen Wasserkraftwerkes Gabčíkovo größer ist als die Baugrubenfläche aller anrhein mit ähnlicher Technologie erbauten elässischen Wasserkraftwerke. Der Umfang der Grundlegungsarbeiten an allen Objekten des Systems beträgt das vierfache des an den erwähnten Wasserkraftwerken geleisteten Arbeitsumfanges.

Vom Kraftwerk Gabčíkovo führt ein Ableitungskanal, der in die Donau bei Paikovičovo (Stromkilometer 1 811,05) mündet. Die

Abb. 11 Querschnitt des befestigten Ausleitungskanals zum Kraftwerk Gabčíkovo

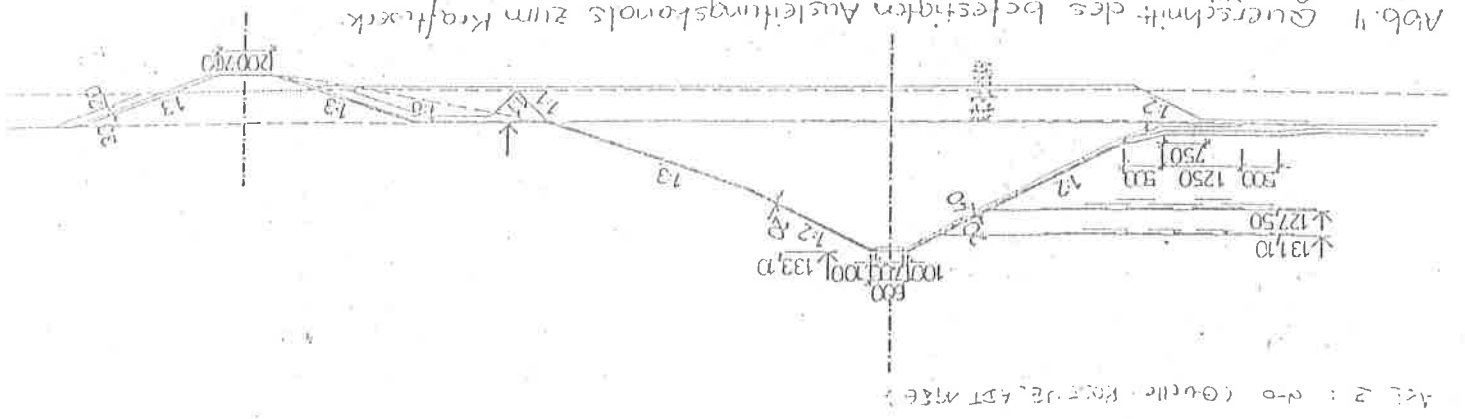
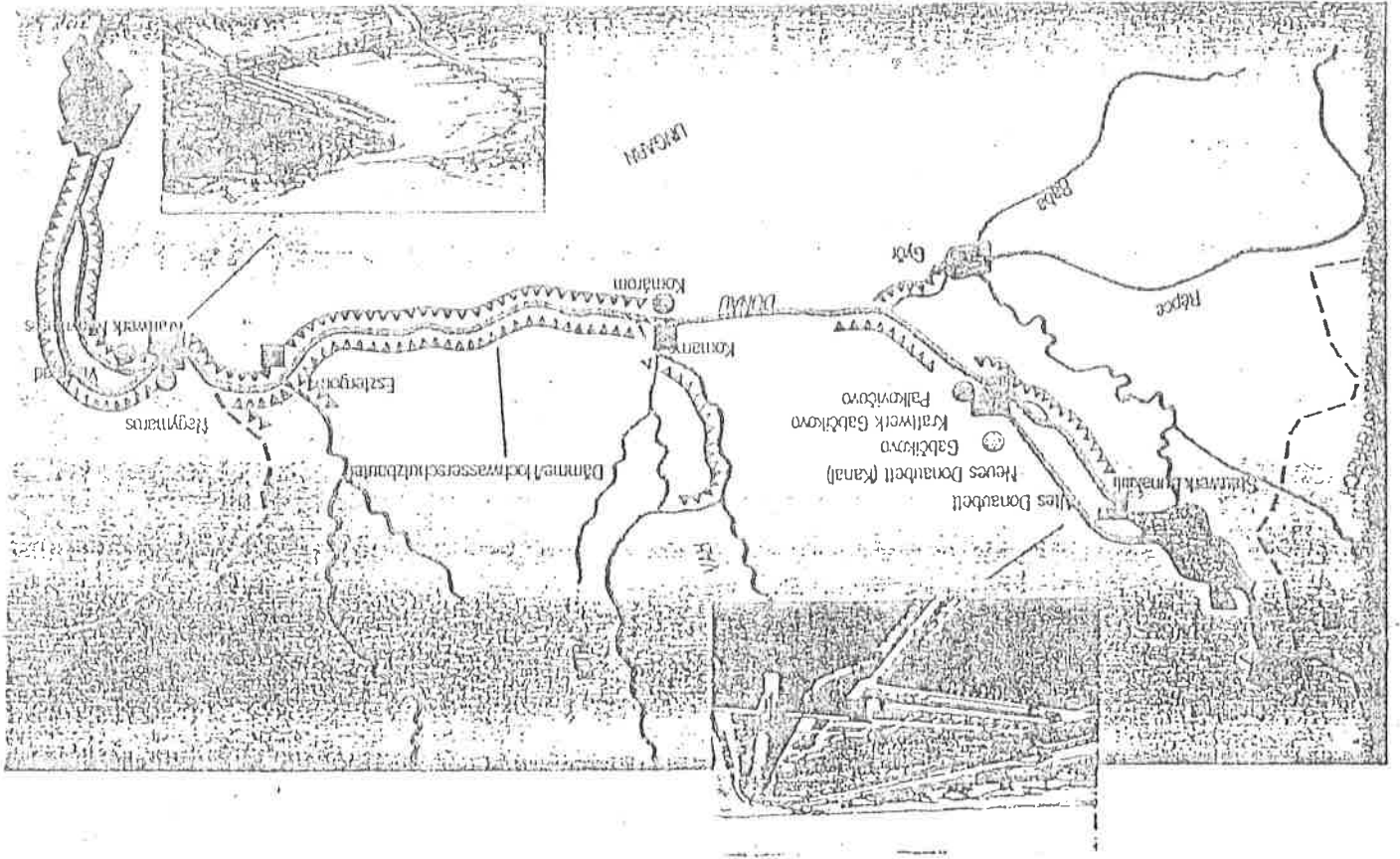
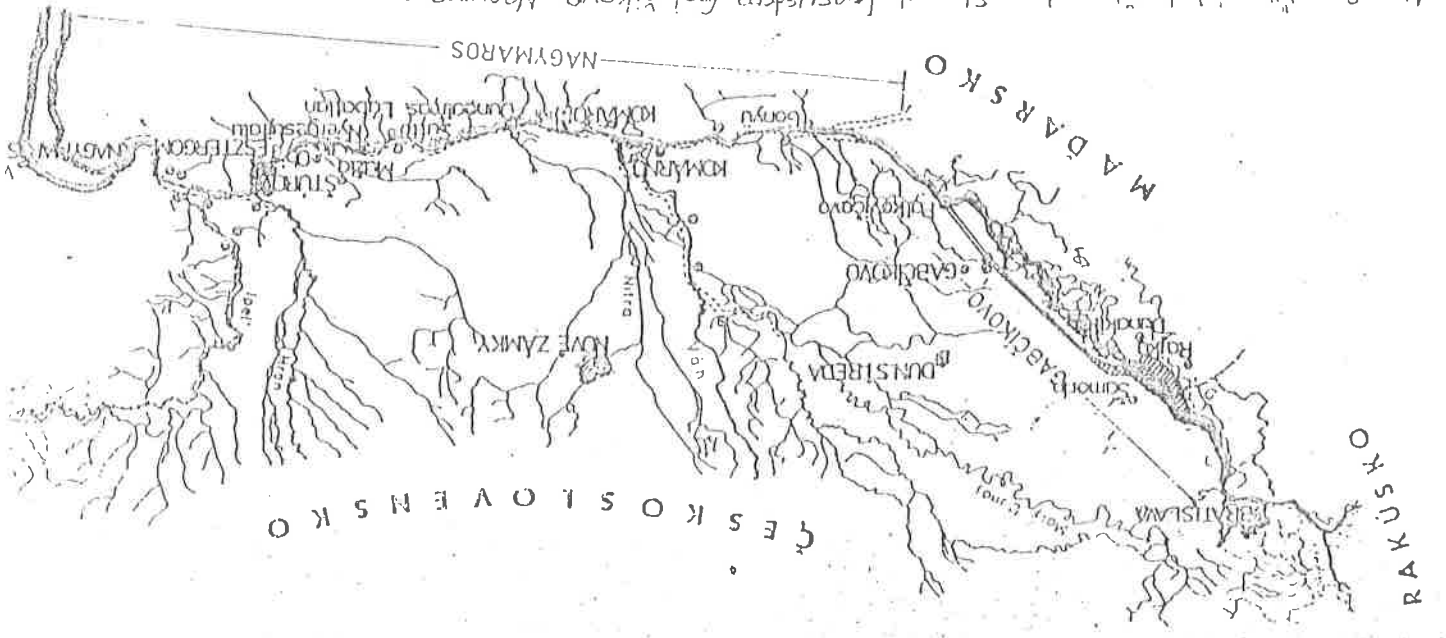


Abb. 2 : a-o Quelle, K&U 22, 421 M 18 E



M. J. K. P. 18 E

Abb. 2 · Überblick über das Stufenförmigste Gabčíkovo-Nagymaros



Länge des Kanals ist 8,2 km und das Profil des Kanals ist schüsselförmig, bei Hochwasser wird dieser Kanal zusammen mit dem Zubringerkanal einen Teil des Hochwasserabflusses abführen. Neben der Nutzung der Energiegewinnung wird dieser als Schiffahrtsrinne dienen.

Unterhalb der Mündung des Ableitungskanals bei Paikovičovo wird das Bett der Donau in einer Länge von 20 km vertieft. Dadurch wird eine Senkung des Wasserspiegels bei der projektierten Wasserführung von $4.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ um $1,7 \text{ m}$ erreicht und das effektive Gefälle am Kraftwerk Gabčíkovo erhöht. Oberhalb des vertieften Abschnittes wäre das Bett der Donau nicht stabil, deshalb wird eine 5 km langer Übergangsabschnitt vorgeschlagen. In diesem verliert sich die Stufe, welche infolge der Vertiefung des Flußbettes entstanden ist. Dieses erfordert das Ausbaggern von 20 Mill. m^3 sandigen Schottermaterials.

Das Wasserkraftwerk Nagymaros ist ein Flussstauwerk, welches den Spitzenwasserabfluß des Kraftwerkes Gabčíkovo ausgleichen und gleichmäßig ablassen soll, um die Schiffahrtsbedingungen unterhalb des Systems nicht zu gefährden. Das Kraftwerk wird auf dem Gebiet der Volksrepublik Ungarn im Stromkilometer 1 690,25 errichtet. Der Stau dieses Kraftwerkes entsteht im jetzigen Bett der Donau und im Gebiet zwischen den Schutzdämmen der Donau durch die Rekonstruktion derselben zu Staudämmen. Das Kraftwerk hat drei funktionelle Hauptobjekte: das Wehr, das Wasserkraftwerk und die Schleusenkamern. Das Wehr entsteht am rechten Ufer der Donau; die Funktion dieses Wehres ist der Aufstau des Wasserspiegels der Donau auf das Stauziel 107,83 m Balt und die Überführung des Hochwasserabflusses durch das Kraftwerk. Die sieben Wehrfelder mit einer Breite von 24 m werden durch Segmentstützen mit aufgesetzter Klappe verschlossen. Die Stauwandhöhe der Segmente beträgt 8 m und die Klappen werden eine weitere Stauwandhöhe von 3,3 m erreichen.

In Abhängigkeit von der Wasserführung der Donau wird die Staustufe einen Höhenunterschied von $0,0 \text{ m} - 6,8 \text{ m}$ verursachen; dieser wird im Wasserkraftwerk mittels 6 Direktdurchflußturbinen und Hydrogeneratoren mit einer installierten Gesamtleistung von 158 MW genutzt.

Die Schiffe werden den Höhenunterschied in zwei Schleusenkamern zu je 275 x 34 m, welche am linken Ufer erbaut werden, überwinden. Die geologischen Verhältnisse bei der Grundlegung des Kraftwerkes Nagymaros sind günstiger als in Gabčíkovo. Die Grundlegung erfolgt auf einem Untergrund aus Andesit unter dem Schutz eines aus Steinen und sandigem Schotter errichteten Schutzdammes. Die Undurchlässigkeit dieses Dammes wird durch eine bis auf den felsigen Untergrund getriebene Linsenwand gesichert.

Da der Schutzdamm das ganze jetzige Donaubett einnimmt, muß während des Baues der Hochwasserabfluß und die Schifffahrt sichergestellt werden. Zu diesem Zweck wird am rechten Ufer ein neues temporäres Bett ausgebaut, welches nach dem Fertigbau zugeschüttet wird.

Zum Zwecke der Erhöhung des Gefälles am Kraftwerk wird das unterhalb liegende Bett der Donau bis Budapest vertieft, wodurch bei einer Wasserführung von $3.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ eine Absenkung des Wasserspiegels um 0,8 m erreicht wird.

Das aufgestaute Wasser im Stau des Kraftwerkes Nagymaros wird das Grundwasserregime im anliegenden Gebiet verändern, dieses wird durch Schutzmaßnahmen auf dem Gebiet beider Staaten saniert werden müssen. Gemäß dem im Vertragsprojekt vereinbarten Zeitplan des Aufbaues beginnen die Vorbereitungsarbeiten am Kraftwerk Gabčíkovo am 1.4.1978. Das erste Aggregat soll im Kraftwerk Gabčíkovo am 1.7.1986 in Probebetrieb gehen. Der Beginn der Vorbereitungsarbeiten am Kraftwerk Nagymaros ist auf den 1.1.1980 festgelegt, das erste Aggregat soll am 1.7.1989 in Probebetrieb gehen. Die Gesamtbaukosten des Kraftwerksystems Gabčíkovo-Nagymaros werden unter die CSSR und die Volksrepublik Ungarn im Verhältnis von 50 % : 50 % geteilt."

Über diese Angaben hinaus runden einige Daten, die in der Presse veröffentlicht wurden, das Gesamtbild ab.

Der Stausee für das Kraftwerk Gabčíkovo wird von Rajka bis Pozsony reichen,¹⁾ 20 km lang, bei Dunakiliti 8 km breit und nordwestlich davon immerhin noch 5-6 km breit sein. Der Wasserspiegel soll um 6 m höher als bisher liegen; das ist mehr als die maximale

Spiegelschwankung (knapp über 5 m) im Bereich der kleinen Schüttinsel. Im See sollen 200 Millionen Kubikmeter Wasser gespeichert werden, die dann schubweise durch das für Schwellastbetrieb konzipierte Spitzenstromkraftwerk wieder in die Donau zurückgeführt werden sollen. Für die alte Donau rechnet man mit einem Abfluß von mindestens 50 Kubikmeter pro Sekunde, räumt aber eine Erhöhung der Abflubmenge ein, falls diese nicht ausreichen sollte.

Der Ableitungskanal vom Kraftwerk wird zweimal täglich eine bis zu 4,5 m hohe "Flutweile" in die Donau einspeisen, weshalb die gefährdeten Uferabschnitte durch neue Schutzdämme gesichert werden müssen. Diese täglichen Hochwässer müssen, wenn sie nicht weit die Donau stromab laufen sollen, aufgefangen und ausgeglichen werden. Dieser Umstand macht überhaupt das zweite Kraftwerk Nagymaros notwendig. Für dieses selbst aber verlangt das vorgegebene Stauziel eine Erhöhung der Schutzdämme (wieder zu Staudämmen), so daß z. B. in Esztergom die Donau bis zu 15 m über dem alten Niveau in ihrem neuen Betonbett fließen wird (ROSENBLADE 1986). Da die beabsichtigte Sohlenvertiefung hinter dem Kraftwerk auch im unterhalb gelegenen Abschnitt bis Budapest technische Maßnahmen erforderlich macht, beläuft sich die Gesamtlänge des betroffenen Donauabschnittes auf 210 km.

1) Rein mathematisch wird die Stauwurzel sogar an der Marchmündung liegen. (BOROVCEŇNY, mdl. Mittlg.)

Daten über KWS Gabčíkovo-Nagyymaros:

	Gabčíkovo	Nagyymaros
Installierte Leistung (MW)	720,0	165,0
Gesamtleistung (GWh/Jahr)	2650,0	1025,0
davon Spitzenstrom	(1525,0)	-
Mittlere Ausnützung im Jahr (Stunden)	3775,0	1025,0
Fallhöhe (m)	11,8	0-6,8
Staubecken Fläche (km ²)	60,1	68,0
Staubecken Gesamtnhalt (mio. m ³)	200,0	170,0
Staubecken Nutzinhalt (mio. m ³)	49,0	25,0

Erste Priorität hat für das Projekt die Nutzung des Energie-

potentials, das die Donau in diesem Teil ihres Laufs bietet.

In zweiter Linie soll die Tiefwasserschifffahrt auch hier möglich

werden und eine wirksame Vorbeugung gegen Überschwemmungskatastrophen

getroffen werden.

Erreichen will man neben erhöhter Energieerzeugung und effektiverer

Schifffahrt die Entwicklung neuer Industrien am Fluß, eine groß-

flächige Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen und die Entwick-

lung von Erholung und Sporttätigkeit.

1) Wasserspiegel-Höhenunterschied 23,3 m

Der Donauabschnitt von Bratislava bis Nagymaros gehört erdgeschichtlich zu den jüngeren Betabschnitten der Donau. Tief die Donau während der ersten Hälfte des Oberpliozäns noch durch die kleine Ungarische Tiefebene nach Süden entlang dem Raabtal zur Drau-Senke, änderte sie ihren Lauf in der heutigen Richtung erst in der zweiten Hälfte des oberen Pliozäns. Mit der Hebung des Karpatenbogens und des ungarischen Mittelgebirges wuchs parallel der Geschlebekörper in der dazwischenliegenden Ebene bis zu 300 m Mächtigkeit an. Bis heute hat der Fluß aber die tektonisch bedingten Gefälleunterschiede zwischen der ersten und der zweiten Hälfte seines Laufs zwischen Ungarischer Pforte und Visegrader Engpaß nicht ausgleichen können.

Nach einer Untergliederung der Donau anhand ihrer in sechs Abschnitte (IASZLOFFY 1965) gehört die stromaufgelegene obere Hälfte des Planungsgebietes von Bratislava bis zur Rückmündung der Mosoner Donau (incl. Raab bei Gönyü) zur oberen Donau, der stromab gelegene Abschnitt zur Mittleren Donau, da ab dort auch die Flußbettform einen deutlich anderen Charakter annimmt.

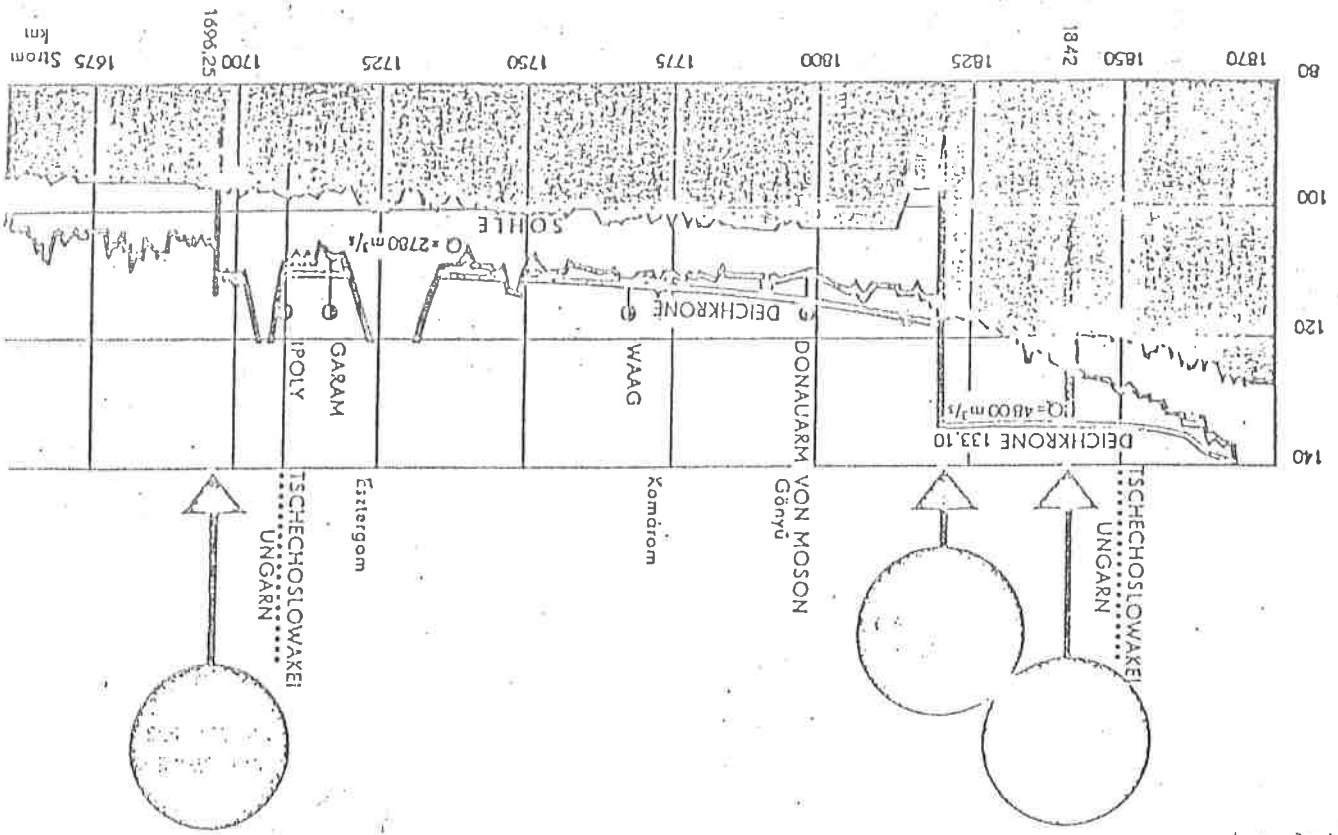
Bedingt durch das höhere Wasserspiegelfälle (0,35-0,1‰) im stromauf gelegenen Abschnitt wechselt der Fluß bei Hochwasser häufig sein Hauptbett (Talweg) und schuf so ein Netz von anastomosierenden Armen mit zahlreichen Inseln. Diese dem südlichen Oberlauf vor dessen Ausbau ähnliche Farkatisonsonde¹⁾ endet in Höhe von Falkovícovo vor der Rückmündung der Mosoner Donau.

Ab hier nimmt der Fluß mehr einen Tieflandcharakter an. Auf der folgenden Strecke ist das Gefälle dem des nördlichen Oberrhheins bei Speyer mit 0,22‰ vergleichbar, erreicht im Mittel sogar 0,07‰ (Strecke Komárom-Budapest), ein Wert, der vom Rhein erst im niederländischen Laufabschnitt erreicht wird.

Die March als letzter großer Zufluß vor dem Planungsabschnitt weist immerhin noch ein Gefälle von 0,15‰ auf.

Weitere für die Tier- und Pflanzenwelt bedeutende Parameter wie die Spiegelerhöhung und die Abflußgeschwindigkeit der beiden Abschnitte.

1) (keine "reine" Furkation, sondern eine mit schwachen Mäandern



Längenprofil der betroffenen Donaustrecke

AL 6: (n: 11, 10, 7)

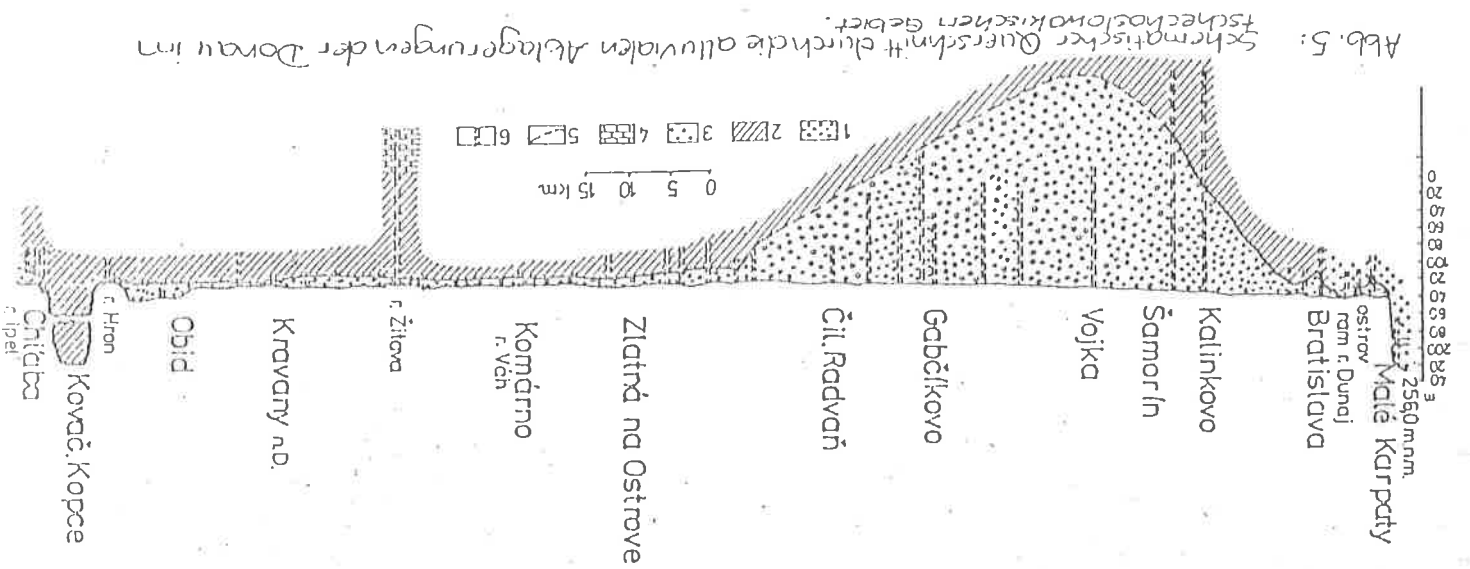


Abb. 5: Schrägatische Querschnitt durch die alluvialen Ablagerungen der Donau im Tschecoslowakischen Gebiet.

In der Furkationszone erreicht die Donau bei Niedrigwasser eine maximale Breite von 525 m, bei Hochwasser sogar von bis zu 5.800 m. Die vom Hochwasser nicht abgeschliffene rezente Aue dehnt sich also mindestens bis zu fast 6 km Breite aus. Auf der Strecke Komárom-Budapest ist der Strom bei Niedrigwasser nur noch max. 300 m und bei Hochwasser bis zu 2.300 m breit. Den letzten Wert erreicht die Donau wohl nicht vor Nagymaros sondern erst dahinter im Donauknie. Auch das Verhältnis von Mindestbreite zu Maximalbreite verringert sich vom 4 - 11fachen auf das 1 1/2 - 6fache. Bedingt durch die stark divergierenden Wassertiefen schwankt die für den Feststofftransport und die Erosionskraft wichtige Oberflächengeschwindigkeit im Stromstrich (Talweg) der Furkationszone zwischen 2,0 und 2,4 m/s, liegt damit also höher als etwa auf der Strecke Uimm-Passau (1,0 - 2,05 m/s). Ab Komárom ist die Strömungsgeschwindigkeit gefällebedingt um die Hälfte geringer (1,0 - 1,2 m/s).

Wichtiger noch als die vorhergehenden Parameter sind für den Lebensraum Aue Überschwemmungen und mehr oder weniger trockene Perioden. Diese Faktoren lassen sich an Wasserstandsganglinien und Abflussverhalten demonstrieren. Die höchsten Wasserstände sind erreicht die Donau - gemessen am langjährigen Monatsmittel - im Juni, ¹⁾ die niedrigsten im Dezember. ²⁾ Obwohl die Hochwasserhäufigkeit in Spätführung und Frühsommer am größten ist, ergibt sich aus diesen gemittelten Werten nicht, wann höchste Hochflutwellen auftreten, wann also die weit über der Mittelwasserlinie liegenden Teile der Aue, die trockenen Varianten der Hartholzaue, überschwemmt werden.

Für die Vegetation (wie auch in geringerem Umfang für die Fauna) ist es keineswegs gleichgültig, ob und wann sie überschwemmt wird. Recht viele Arten, die Winterhochwasser schädlos überstehen, tra-

1) MHW Juli 424 cm, MNW Dez. 256 cm am Pegel Budapest bzw. MHW Juli 472 cm, MNW Dez. 281 cm am Pegel Bratislava (1921-40).
2) Ebenda

gen durch Hochfluten während der Vegetationsperiode im Sommer-
halbjahr erhebliche Schäden davon (vgl. DISTER 1983).

Tatsächlich treten extreme Pegelwerte geringerer Häufigkeit im Fe-
bruar/März auf. Ursache dafür sind zuvorderst die Eisversetzungen,
die Verstopfungen des Flußbetts. Sie sind im Planungsabschnitt im
Vergleich etwa zu den Verhältnissen auf der Donaustrecke oberhalb
der Hainburger Pforte vergleichsweise gering, können aber das
höchste Hochwasser (eisfrei) um ca. 1 m übersteigen. Ins-
besondere in der Furkationszone unterhalb Bratislava bleiben die

S p i e g e l s c h w a n k u n g e n trotz potentieller Eisver-
setzungen unter den Werten sämtlicher anderen Streckenabschnitte
mit Ausnahme des Deltas. Der größte gefundene Wert liegt bei knapp
über 5 m (der Spitzenwert von fast 15 m Spiegelschwankung wurde
bei Grein, km 2079, beobachtet; alle Werte nach LASZLOFFY 1965).

Ebenfalls stark ausgleichend wirkt sich in die Breite gehende
Netz von Flußarmen auf das Abflußverhalten aus. Große Flutweilen
werden so stark abgedämpft, daß sie am Pegel Komárom, wo die

Donaу schon wieder in einem unverästelten Bett fließt, am Beispiel
der Flutweile im Juli - August 1954 (vgl. LASZLOFFY 1965) um über
1 m im Scheitelpunkt niedriger wird als am Pegel Wien. Weil sie

langsamer abgeführt werden, streckt sich stattdessen die Überflu-
tungsdauer. Die verminderte Fortpflanzungsgeschwindigkeit hat aber
zur Folge, daß mehrere kleine, einander folgende Flutweilen hier

aufeinander laufen und so eine große Hochflutweile erzeugen können.

Die Überschwemmungen bringen aber nicht nur periodisch Wassermassen
in die Aue, sondern transportieren auch alles mit, was der Gewalt des
strömenden Wassers nicht widersteht. Bei normalen und niedrigem Was-
serstand schleppt die Donaу ihre F e s t s t o f f e r a c h t
lediglich im Flußbett mit: An der Sohle, wo die Fließgeschwindigkeit
am höchsten ist, bewegt das Wasser ständig das Geschiebe aus Schotter
und Kies.

Suspendiert im Wasser werden die kleineren Fraktionen bis hin zu Ton
als Schwebstoff mitgeschleppt. Das relativ starke Gefälle der Donaу
nach Durchschreiten der Hainburger Pforte bedingt, daß der Anteil
des größeren Geschiebes in der dahinterliegenden Zone der Kleinen

Schütt recht hoch ist. Mit der Verminderung von Gefälle und Fließgeschwindigkeit sinkt die Schleppekraft schon vor der Rückmündung der Mosoner Donau so weit ab, daß der Anteil der Korngrößen über 20 mm von rund 50 % auf 20 % bis 5 % zurückgeht. Die Zuflüsse March, Mosoner Donau (mit Raab) etc. erhöhen aber die Menge der Schwebstoffe auf das Doppelte (in Budapest 11 Mio. t/a). Bei Hochflut wird der Feststofftransport sprunghaft verstärkt. Während in der Sohle nun auch größerer Schotter strömab rollt und springt, gelangen feinkörnigere Geschiebeteile und Schweb in die überflutete Aue und werden hier abgelagert. Dabei folgt die Anlandung dem Prinzip, je niedriger die Fließgeschwindigkeit desto feinkörniger die Sedimente. Demzufolge wird in Flutnähe eher Schotter und Grobsand (z. B. auf den Uferwällen) in den höheren Auenstufen abgelagert. Diese Rohböden sind nährstoffarm weil huminstreif, die im Wasser gelösten Nährstoffe und organisches Treibgut bringen aber regelmäßig die für die aenotypischen Lebensgemeinschaften notwendigen Düngung mit.

Abhängig von dem Wasserstand des Flusses ist auch das Grundwasser abhängig von dem Wasserstand des Flusses, je höher es dem Flußbett ist. Während bei Niedrigwasser das Grundwasser fließwärts oder parallel zur Fließrichtung strömen kann, breiten sich bei Hochflut wellenartige Grundwasserstandschwankungen bis zu mehreren Kilometern zeitlich verzögert und gedämpft beiderseits aus. Der Schotterkörper der Kleinen Ungarischen Tiefebene aber auch der Karst im ungarischen Mittelgebirge erlauben einen kräftigen Grundwasserstrom.

1) Nach ERDELYI (1983) enthält allein der 21,8 km² große Schotterkörper des südlichen Teils der Ebene 5,43 km³ hochwertiges Grundwasser mit einem Permeabilitätskoeffizienten von $K = 0,14 \cdot 10^{-6}$ cm/sec. und einer Strömungsgeschwindigkeit von $V = 0,00066 \cdot 10^{-6}$ cm/sec.

4. Die Vegetation und ihre Standortbedingungen

Grundwasserstandsschwankungen, Überschwemmungen mit Anlandung von Sedimenten und Abtragung an anderen Stellen sowie (unter natürlichen Verhältnissen vorkommende) Fließbettsverlagerungen schaffen in der Aue eine besonders hohe Dynamik, das bede-

utendste Kennzeichen dieses Ökosystems. Hieran mußte sich alles Lebendige, was innerhalb des Systems bestehen wollte, anpassen. Besonders unter der ortsgebundenen Flora aber auch unter der Fauna ist der Grad der Anpassung so hoch, daß viele Arten nur hier vorkommen. Selbst die Pflanzengemeinschaften haben sich derart auf die Faktoren Wasser und Dynamik spezialisiert, daß sie etwas verallgemeinert gesprochen unabhängig vom regionalen Klima eine europaweit ähnliche Zusammensetzung und einen azonalen Charakter haben.

Schaffen die schwankenden Wasserstände durch Abtragung, Transport und Ablagerung neue Geländeformen aus Schotter (Aufschüttungen im Strombett), Sand (Anlandungen in den Gebieten der träge fließenden Altarme) und Schlick (Verlandungen der stehenden Auwässer, Tümpel und Senken), so spiegelt die Vegetation sich darin, ja hilft sogar mit beim dynamischen Werden und Vorgehen dieses Mosaikkomplexes Aue.

Umfassende Beschreibungen der ungarischen Donauauenvegetation liegen von den ungarischen Pflanzensoziologen vor. Analytische Gesamt-darstellungen veröffentlichte KÁRPÁTI (1958, differenziert nach Donauabschnitten 1961-62, 1980, 1982), grenznahe Bereiche der Öster-reichischen Donau und March untersuchten beispielsweise WENDELBERGER-ZELINKA (1952, 1960 vgl. 1982), MÁRGL (1972) und DRESCHER (1977). Auf die ausführliche Darstellung der Vegetationsverhältnisse unter natürlichen und naturnahen Bedingungen kann hier also verzichtet werden. Gleichwohl seien Dynamik und Mosaikcharakter der Auenvegetation analog den drei Sedimentationsformen (s. o.) in den drei Sukzessen

vorgestellt, da sie für das Verständnis der Prozesse bei Aufstau, Regulierung und Kraftwerksbetrieb von großer Bedeutung sind. Vor allem in der Furkationszone können noch heute Pionierstandorte entstehen, in der Zone der Tieflandmäandern finden

sich Neubildungen aufgrund von Regulierung und Sohlenvertiefung

viel seltener.

In den Furten und an den Gleithängen der Flußbögen lagert der Fluß Schotter als Bänke oder Bänder ab, auf denen sich zunächst zufallsbedingte Pioniere einstellen. Gehen diese Standorte nicht wieder durch Erosion verloren, siedelt sich ein Gebüsch von Strauchweiden (*Salicetum purpureae*) an, das recht bald soviel Feinsediment durch Verringerung der Wasserströmung um das Gäßt angesammelt hat, so daß Grauerlen, Silberweiden und Schwarzpappeln Fuß fassen können. Strauch- und Krautschicht tragen ein übriges dazu bei, daß die Insel durch Auskämmen von Schwebstoffen bei Hochwässern weiter in die Höhe wächst.

Nicht so schnell wie auf Schotter läuft die zweite Sukzessionsreihe im Bereich langsam fließender Altarme ab. Außerhalb der Stromsohle reicht die Schleppekraft nicht, größeres Geschiebe zu verfrachten. In die bereits vegetationsbedeckten Teile der Aue gelangt daher nur feineres Geschiebe und Schweb. An den Ufern der bei Hochwasser schneller fließenden Altarme wird daher zumeist Sand angelandet, auf dem nach Zurückweichen des Wassers Weidensamen massenweise keimen können. Liegt der neue Standort noch zu niedrig über der Mittelwasserlinie, können zunächst auch Zwergbinsen-Gesellschaften aus dem Nanocyperion aufkommen, gefolgt vom Cypereto-Juncetum *salicetosum triandrae*. Die Strauchweidengesellschaften werden bald von Silberweiden überschattet, bis sie durch eine neue, andersartige Gesellschaft der "Tiefen Weidenau" (vgl. WENDLISBERGER 1982) - *Salicetum albae-fragilis* - ersetzt werden, die durch Aufsedimentation schon höher liegt ("untere Neuholzan-Schicht" nach KÄRPÄTI 1958).

Mit weiteren Anladungen und dem Zuwandern zahlreicher neuer Arten wird daraus die "Hohe Weidenau" (*S. a-f. cornetosum sanguinea*) in der "oberen Übergangsschicht": Die nun mögliche verstärkte Bodenbildung schafft die Voraussetzung für Grauerlen (mehr im unteren österreichischen Donauabschnitt) bzw. Silberpappeln (typisch für die ungarische Auen). Sie lösen mit ihrem assoziierten Pflanzensinventar als Hohe Erlenaue bzw. Frische Pappelau die Hohe Weidenau ab. Über-schwemmungen sind hier sehr viel seltener als in den tieferen Teilen der Weichholzaue. Die Sedimente, die sie zurücklassen, heben den

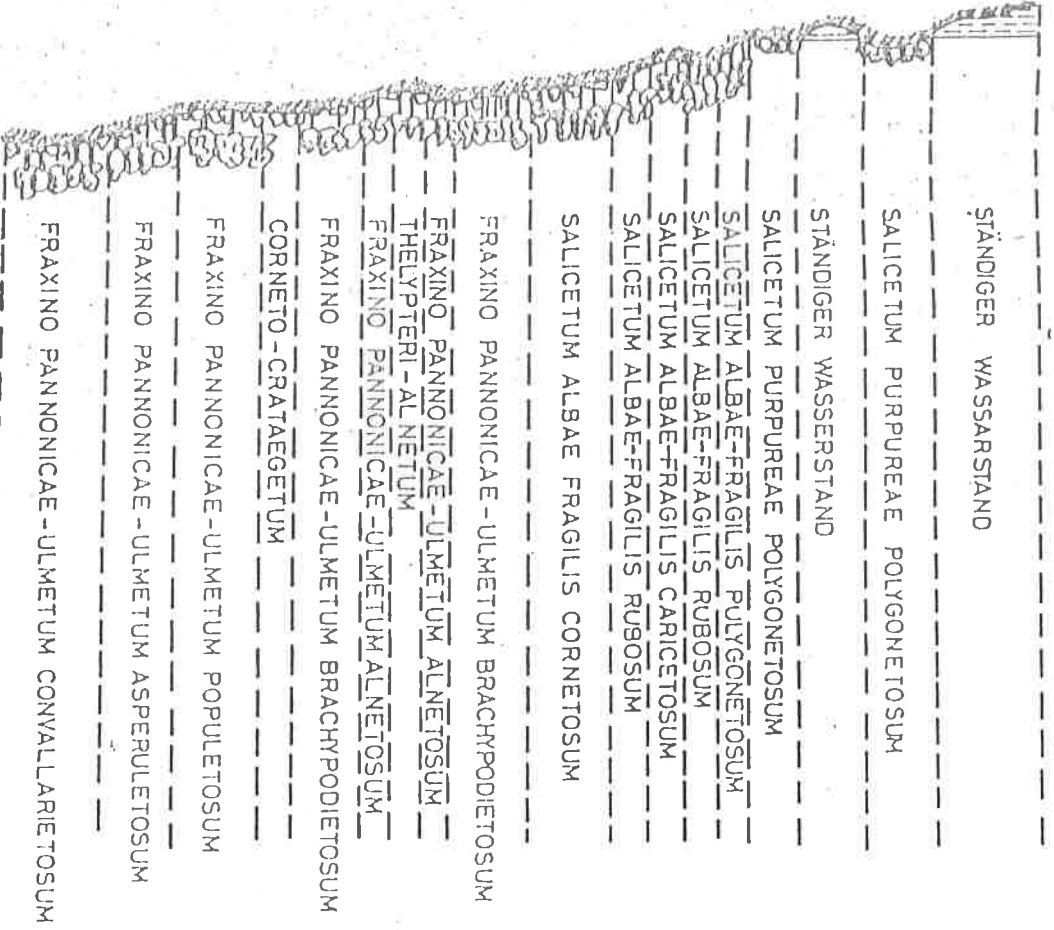


Abb. 1
Die bedeutendsten Waldgesellschaften des ungarischen Donauauen-Gebietes (nach I. Kárpáti - V. Kárpáti 1958).

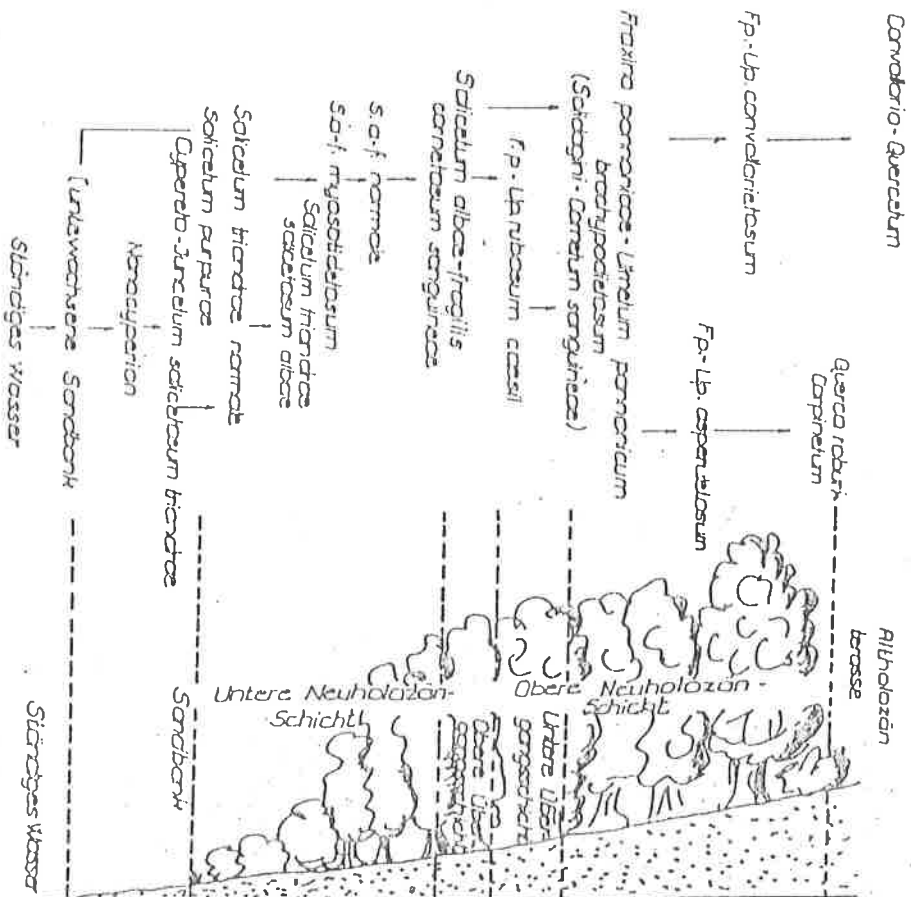


Abb. 2
Sukzessionsveränderungen auf der ungarischen Donauauenstrecke (I. KÁRPÁTI - M. PÉCSI - GY. VARGA)

Standort schließlich soweit (oder der Fluß hat sich durch Regu-
lationen soweit eingetieft), daß das Niveau der Weichholzaue
überschritten wird und Arten der Hartholzaue (*Fraxino pannonicæ-*
Ulmum pannonicum) den Konkurrenzkampf gewinnen können. Wenn der
Standortfaktor Stickstoff in ausreichendem Maße vorhanden ist,
kann sich in der Sukzessionsreihe auch ein eschenreiches Stadium
zwischen die reine Hohe Erlenu und die Hartholzaue schieben. Als
Endglied dieser wie auch der zuerst erwähnten, vom Schotter ausge-
henden Reihe beschließen Erlenu-Eschen-Ulmen-Wälder die natürliche
Sukzession.

Künstliche Stromschlammablösungen aber schaffen die Voraussetzungen,
daß sich auf sehr kritischen Standorten eine weitere Gesellschaft
einstellen kann, die "Heißbänder" ist der Grundwasserspiegel tief
genug abgesunken, verlieren die auf sehr hoch gelegenen, schon
vorher relativ grundwasserfernen Schottern stöckenden, trockenen
Ausbildungen der Hartholzaue nach Hieb oder Alterstod die Fähig-
keit, sich dort weiter zu halten. Sie werden von Trockenbusch
oder Trockenrasen abgelöst, welche in ihren Artenzusammensetzung
sehr der pannonischen Steppenvegetation ähneln.

Eine dritte, organogene Sukzessionsreihe findet sich in und an
verlandenden Altwässern und Senken, in denen das Wasser nur noch
steht, also Staunässe erzeugt. Der bestimmende Faktor ist hier
das Grundwasser, das aber auch nicht steht sondern langsam strömt
und mit seiner Ganglinie der des Wasserstandes im Fluß folgt.

Die Wirkungen von Überschwemmungen gehen hier stattdessen zurück.
So konnte sich eine Zonation gürtel- oder saumartig um die Stillge-
wässer entwickeln, deren Reihenfolge im Idealfall an ein und dem-
selben Ort vorzufinden ist: Auf dem durch Detritus langsam aufse-
dimentierenden Schlammgrund und siedeln Laichkraut-Gesellschaften, die
bei geringerer Wassertiefe von Röhricht-Gesellschaften abgelöst
werden. Hieran können sich niedermergliche Großseggenrieder an-
schließen, bis schließlich Silberweiden z. T. noch dazwischen als
Salicetum albae-fragilis caricetosum oder vergesellschaftet mit dem
Sumpfvergißmeinnicht (Myosotis palustris) als *S. a.-f. myosotidetosum*
u. a. wachsen. Eine Nebenreihe führt von den Großseggenriedern über
das *Calamagrosti-Salicetum cinereae* weiter zu farnreichen Erlenu-
wäldern (*Dryopteris-Alnetum* und *Thelypteris-Alnetum*).

Auf die teils parkähnlich aufgelockerte "Nasse Weidenau" folgt durch sehr langsame Niveauerhöhung innerhalb des Planungsschnittes ein Erlenwald, der zu den Moorwäldern überleitet. Diese "tiefe Erienau" (WENDELBERGER-ZELINKA, 1982) wird von KÄRPÄTI (1961-62 etc.) bereits als Subassoziation den Eichen-Eschen-Ulmenwäldern der Hartholzau als Fraxino pannonicæ-Ulmetum alnetosum glutinosae zugerechnet. Ein solcher Bestand wird von ihm im Szigetköz der Parti-Wald bei Mosonmagyaróvár beschrieben. Ansonsten gelten Erlen-Moorwälder in Ungarn als recht selten.

Endglied dieser sehr langsamen Sukzession ist auch hier wieder der Hartholzaauwald, der schließlich nach längeren Zeiträumen in zonale Waldgesellschaften, die nur mehr vom Klima beherrscht werden, übergehen kann, in unserem Fall der Eichen-Hainbuchenwald (Quercus robur-Carpinetum).

Die reale, heute vorzufindende Vegetation weist nur noch partiell diese Verhältnisse auf. Die forstwirtschaftliche Nutzung der Szigetköz hat das Bild der Auwälder gründlich geändert. Auf ungarter Seite nehmen standortfremde Gehölze mehr als die Hälfte aller Wälder und Forste ein. Mit einem Anteil von fast 40 % der Gesamtläche dominieren die Pappelhybriden (*Populus x canadensis*), gefolgt von Nadelgehölzen (!), die mit mehr als 10 % beteiligt sind und am allerwenigsten in eine Aue gehören. Wahrscheinlich handelt es sich dabei um ältere Versuche, die, wenn sie hiebräufig geworden sind, durch Laubgehölze ersetzt werden. Die Robinie bedeckt gut 1/20 sei., ebenso wie eine Reihe anderer Arten. Nur geringfügig mehr Fläche als die der Pappelplantagen ist von standorttypischen Baumarten bewachsen. Unter diesen kann man die Eichen (darunter auch *Quercus cerris* als submediterraner Vertreter) nicht voll mit ihrem 1/15stel-Anteil zu den Auwäldern zählen, da ein nicht näher bezifferbarer Teil der Wälder außerhalb der heute vorhandenen Beiche entweder unmittelbar zu den zonalen Waldgesellschaften (Quercus robur-Carpinetum) gehört oder auf dem Weg dazu ist. In dem Eichen-Eschen-Ulmen-Parkwald "Erster Mai" in Mosonmagyaróvár haben KEVEY & CZIMBER (1984) nachgewiesen, daß auch dieser Bestand - obwohl nahe der Mündung der Leitha in die Mosoner Donau gelegen -

mehr und mehr den Charakter der tieflandtypischen Eichen-Hain-
 buchenwälder annimmt.
 Gleichwohl bedecken einheimische Pappeln 1/15stel und Weidenar-
 ten immerhin noch 1/20stel der gesamten Waldfläche von etwa 45
 km², was bei letzteren etwa 200 ha entspricht. Den größten Teil
 der Bestände aus standorttypischen Baumarten nehmen die Eschen
 (*Fraxinus excelsior* und die südosteuropäische *F. angustifolia*)
 mit etwa 1/5stel (um 900 ha) ein, wobei es sich meist um Forste
 handeln dürfte.

Unter s c h u t z gestellt sind nur wenige Parzellen außer-
 halb der Deiche, darunter eine zu den Heißbänden (s. o.) zu
 zählende Fläche, die wegen ihres Geophytenreichtums diesen Sta-
 tus zugesprochen bekam. Dieser anthropogene Standort weist be-
 reits jetzt schon auf zu stark abgesenkte Grundwasserpegel hin.
 Nach eigenen Beobachtungen gilt das auch für die geschützten
 Hartholzaunen-Bestände.¹⁾ Sie liegen ebenfalls am Mosoner Donau-
 arm und sind schon jetzt trockener als natürlich, so daß eine
 fortschreitende Sukzession in Richtung auf die zonalen Schluß-
 gesellschaften ohne eine Wiederherstellung der ursprünglichen
 Grundwasserhältnisse nicht mehr aufzuhalten ist. Von den noch
 vorhandenen, natürlichen oder naturnahen Auwaldbeständen - deren
 Flächenanteil sich auf etwa 5 % (ungefähr 200 ha) belaufen soll -
 ist bisher auch nur ein Bruchteil geschützt. Sofern dem Verf.
 bekannt, liegen keine davon innerhalb der Dämme. Jene Auwälder-
 lichte befinden sich aber noch im rezenten Überschwemmungsbe-
 reich, stehen also unter dem Einfluß der Fluß- und Grundwasser-
 spiegelchwankungen. Ihre Artenzusammensetzung entspricht noch
 immer der weiter oben erwähnten und sie wären daher am ehesten
 schutzwürdig. Leider werden schon seit einiger Zeit im Zuge der
 Vorbereitungsarbeiten für den Stausee bei Dunakiliti Forstparzel-
 len gerodet. Ob davon auch die letzten Hartholzaunenreste betroffen

1) Erwahnenwert ist ein Bestand in Hazerdö bei Dunakiliti mit
 einer trockenen Subassoziation von *Lithospermum purpureo-*
coeruleum (F.P.-U.P. *Lithospermum*) und das Vorkommen von
Lilium martagon - einer von zwei Standorten in Ungarn.

1) Werte geschätzt, da genauere Karten und Daten nicht verfügbar sind.

Ornitologie bedeutend sind zwei Graureiherkolonien auf der Kleinen Schüttinsel. Eine liegt bei Dunakiliti im projektierten Stauseebereich, die andere bei Asványrár in der Zone der zukünftig verödeten "alten Donau". Nähere faunistische Angaben entbehren leider der Daten. Sicherlich dürfte besonders die Furkationszone ein wertvoller Lebensraum für zahlreiche Wasservogelarten, Anuren, Insekten (Schmetterlinge i.w.S.), Kleinsäuger und nicht zuletzt für die Fischfauna der Donau sein. Selten bietet der Fluß einen größeren ökologischen Nischenreichtum als in diesem Abschnitt. In seiner Abgeschlossenheit (u. a. Grenze) mußten ideale Bedingungen für rastende als auch überwinternde, vor allem durch Störungen gefährdete Arten vorhanden sein.

sind, ist nicht bekannt. Lediglich die fließbegleitenden Säume aus Elementen der Purpurweidengebüsche und der "Tiefen Weidenaue" sind - weil sie forstwirtschaftlich kaum genutzt werden können - überall vorhanden und bilden einen guten Sichtschutz für die dahinterliegenden Pappelforste. Die Länge dieser Säume dürfte erheblich sein: allein im Insel- und Nebenarmgewirr der Furkationszone mag die Gesamtlängere zwischen 350 und 500 km betragen. 1)

Abb. 9: *Abb. 9*

Faktoren ökologischer Wirkungen bei Flusstörungen

Bereich	Faktor
Klima	Verdunstung; Niederschlagsmenge; Niederschlagsverteilung (täglich, jährlich); Wind; Luftfeuchtigkeit; Lufttemperatur; Tageslänge; Sonnenscheindauer; Bewölkung
Hydrologie	Abflussverhalten; Wasserstandsschwankungen; Fließgeschwindigkeit; Überflutungen; Wasserdargebot; Speichervolumen; Zuflüsse; Einzelschüttung; Seefläche; Durchflussschnitt (im Vergleich: reguliert – unreguliert); Grundwassererhältnisse; Anteil der Verlandungsflächen an der gesamten Talau; Verhältnis von Oberfläche des regulierten Fließlaufes zum unregulierten Fließlauf bzw. zur Stauseefläche
Limnologie	Temperatur des Wassers; Temperaturschichtung; pH-Wert; Sauerstoff; gelöste Gase; Kationen; Anionen; Dichte; Schichttiefe; Schichtung; biol. und chem. Sauerstoffbedarf; Nährstoffgehalt; Mineralstoffgehalt; Lichteinfall; Wassertrübung; Produktivität; Artenvielfalt und Artenreichtum der Pflanzen- und Tierwelt; Phyto- und Zooplankton; trophische Verhältnisse; Eutrophiegrad
Seismik	Tektonische Verhältnisse; geolog. Untergrund; Erdbebenzonen; Gewicht des Speichers
Speichermorphologie	Verlandungsflächen; Tiefenbereiche; Uferform (weil/Flachgestreckt/buchtenförmig); Geländeform unter Wasser
Sedimentologie	Sedimentfracht (Form und Zusammensetzung der Sedimente); Verhältnis von Erosion und Sedimentation; Änderung der Schwebstoff- und Geschwindigkeit; Sedimentverteilung im Speicherbecken; Fließverhalten im Unterstromgebiet; zeitlicher Verlauf der Sedimentation (Speicherlebensdauer); Veränderungen im Einzugsgebiet durch Erosion; Veränderungen im Deltabereich durch fehlendes Geschiebe

(aus DILGER 1986)

(aus DILGER 1986)

5. Ökologische Auswirkungen des Projekts

Umfangreiche, wissenschaftliche Folgeabschätzungen, Analysen und auf Beobachtung vergleichbarer Projekte beruhende Prognosen liegen für den Abschnitt der oberen Donau von BOROVICZÉNY et al. (1986 a,b), E. WENDELBERGER (zuletzt 1982) sowie vielen anderen Mitarbeitern der Akr. "Donaugestaltung" und "Nationalpark" der Ökologiekommision der österreichischen Bundesregierung vor und sind ohne weiteres - von lokalen Details abgesehen - auf den Planungsabschnitt übertragbar, denn politische Grenzen sind selten natürliche. Selbst die Erfahrungen, die man aus den verschiedenen Phasen des Wasserbaus am Oberrhein in den letzten, fast 150 Jahren gewonnen hat (SCHÄFER 1973, 1974, HÜGIN 1981, DISTER zuletzt 1985, weitere Lit. s. dort), sind, da die hydrodynamischen und flubmorphologischen Grundlagen prinzipiell sehr ähnlich sind, auch für die Folgenabschätzung dieses Projektes anwendbar. Es wäre sogar töricht, diese Ergebnisse außer Acht zu lassen, denn die Vorwürfe, die aus den gleichen Fehlern später erwachsen, wären nicht abzuweisen. Lediglich in den Einzelheiten ist eine Quantifizierung und Wichtung der einzelnen Wirkungen unabdingbar.

Desweiteren liegen Ergebnisse zahlreicher, teils größerer Projekte vor, die zeigen, daß dieselben Probleme global und nicht etwa auf nationaler Ebene auftreten (vgl. IRRAHIM 1984, STÜBEN 1986).

Ausgehend von diesen real gemachten Erfahrungen, sollen hier einige zu erwartende Auswirkungen vorgestellt und durch eigene Beobachtungen ergänzt werden.

Die Einschaltung zweier Einstau und die Umleitung der Donau verursachen eine Änderung aller in diesem System wirkenden Faktoren, die vom bisher herrschenden dynamischen Gleichgewicht ihres wechselseitigen Wirkungsgefüges in ein neues Gleichgewichtsniveau unter Verschiebung der faktoriellen Wichtungen überführt werden müssen. Die hohe Zahl der Faktoren (vgl. DILGER 1986) macht eine vollständige quantitative Prognose der vernetzten Abhängigkeiten und wechselseitigen Beeinflussungen unmöglich. Die Änderungen einzelner Faktoren und deren Auswirkungen lassen sich jedoch umschreiben:

Die beiden Stauseen werden mit ihren zusammen über 120 km² Oberfläche das Klima in der Kleinen Ungarischen Tiefebene und im Visegrader Engpaß beeinflussen. Große, flachgründige Gewässer erhitzen sich schneller und kühlen schneller als Landflächen, die mit einer geschlossenen, dichten Vegetation, etwa Wäldern, bestanden sind.

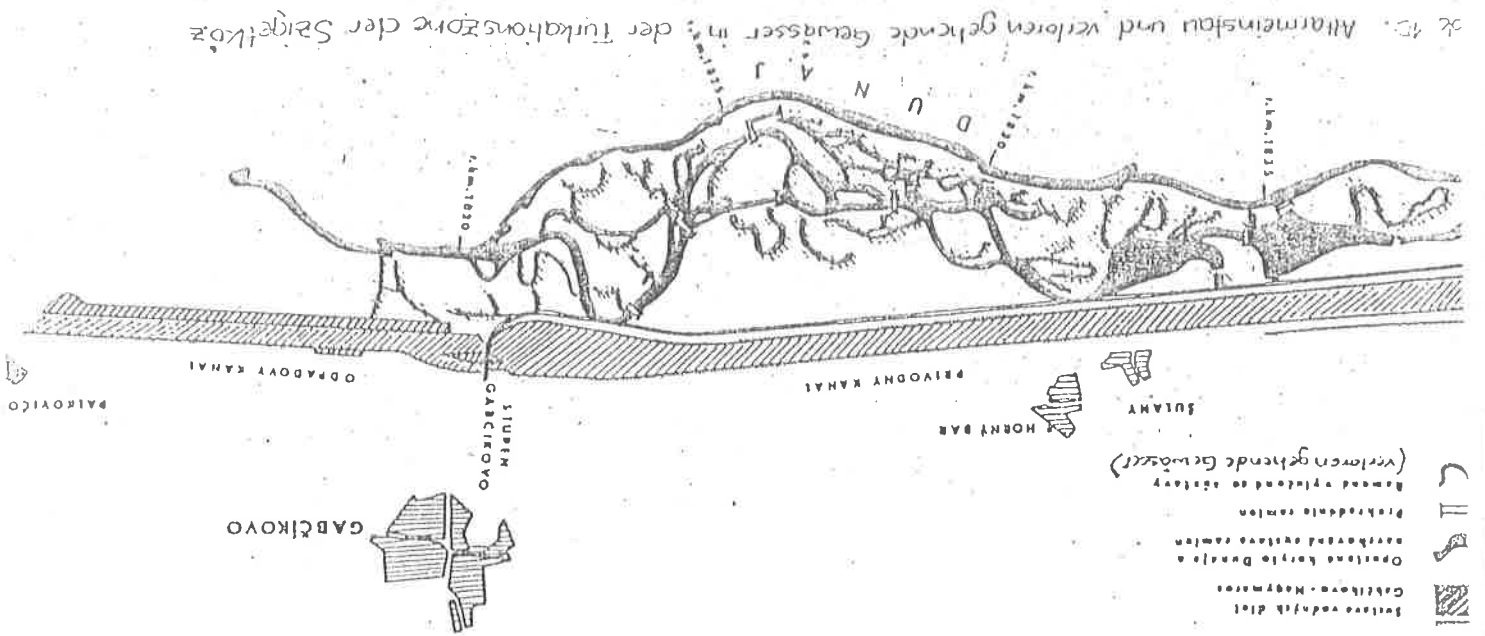
Absinkende Grundwasserstände führen ebenfalls zu klimatischen Veränderungen, wenn der Kapillarstrom zur Oberfläche großräumig abreißt. Die flachwurzelnde landwirtschaftliche Vegetation muß so recht früh im Jahr ihre Transpiration herabsetzen, ebenso die Wälder und Forste. Die ertragssteigernde Luftfeuchtigkeit, die bisher die Agrarproduktion im Außenbereich positiv beeinflusste, muß folglich absinken und zu Einbußen führen. Man rechnet daher vorichtig mit einem Rückgang der Erträge um 1,5 - 2 % (NEPSSZABVADSAĞ 1985). Die Bedingungen, die zur Stromerzeugung geschaffen werden müssen, haben gravierenden Einfluß auf hydrologische Faktoren. Für die Spitzenstromerzeugung wird das Donauwasser im Speicher bei Dunakiliti zurückgehalten und zweimal am Tag durch die Turbinen des Kraftwerks Gabčíkovo abgelassen. Das für die Donau typische Abflußverhalten, die Wasserstandsschwankungen, die Fließgeschwindigkeit, Überflutungen und das Wasserdargebot werden grundlegend geändert. Die Speicherhaltung vor beiden Kraftwerken setzt durch ihre ausgleichende Wirkung die Unterschiede der Abflüßmengen, Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten herab auf ein durchschnittliches Niveau. Das Stauflächensystem reiht sich damit in die vorhergehende Staukette im östereichischen Donauabschnitt ein, verstärkt deren Wirkung aber durch die Dimension der Speicher erheblich. Statt periodischer Schwankungen entsteht zwischen den Kraftwerken Gabčíkovo und Nagymaros ein für die Donau gänzlich neues System: Zwei bis zu 4,5 m hohe Flutwellen erzeugen pro Tag zweimal eine Hochwasser-situation. Was dies für das Flußbett bedeutet, läßt sich innerhalb kürzester Zeit z. B. an griechischen Flüssen beobachten. Innerhalb von nur sechs Jahren hat das Spitzenstromkraftwerk oberhalb von Arta (Westgriechenland) mit seinen mittäglichen "Gezeiten" die berühmte, alte Brücke über den Arachtos, die

als eine der ältesten und größten historischen Brücken Südosteuropas gilt, häufig gemacht. Die Erosion hat im gesamten Unterstromgebiet die Oberhand gewonnen.

Historische Bauwerke sind auch an der Donau von den Planungen betroffen. Nach einer Aufstellung des Nationalmuseums in Budapest sind allein von den "besonders wertvollen Kulturgütern" (Kategorie 1) 45 in ihrem Bestand gefährdet" (zitiert nach PROFIL, Nr. 3/1986).

Am Kraftwerk Nagymaros werden die Verhältnisse wieder umgekehrt. Die Flutwellen werden am Weiterlaufen gehindert und die Abflussmengen noch stärker ausgeglichen.

Überschwemmungen kleineren Ausmaßes erreichen das Unterstromgebiet nicht mehr. Insbesondere das speziell adaptierte Gebiet der Furkationszone wird stattdessen veröden. Lediglich seltsame Ereignisse, die der auf 5.000 m³/s ausgelegte Ausleitungskanal nicht mehr aufnehmen kann, läßt das Stauwehr Dunakiliti in das alte Bettssystem. Der Kontrast zwischen Dürre und extremen Überschwemmungen wird also den Naturhaushalt in diesem Abschnitt prägen. Im Normalfall soll die "alte" Donau 50 (-100) m³/s führen. Da dies nicht ausreicht, um alle Altarme mit Wasser zu versorgen, sind Wehre in regelmäßigen Abständen vorgesehen, die das verbleibende Wasser rückstauen sollen.



Neben den hydrologischen Faktoren wird auch der Bereich der Sedimentologie in Betracht gezogen. Die Schlepplast ist dann Kraftwerken bereits praktiziert wird, wie dies von österreichischen an der Sohle am größten und verhindert so eine Verstopfung vor dem Kraftwerk. Ob sie allerdings ausreicht, die gesamte Feststofffracht, die den Stausee erreicht, sukzessive weiterzugeben, ist bei einer Speicherlänge von 20 km zu bezweifeln. Das ankommende Geschiebe sedimentiert ähnlich wie beispielsweise an einem Gleichhang, nämlich korngroßenorientiert je nach Nachlassen der Fließgeschwindigkeit. Größeres Geschiebe bleibt also ausgerechnet schon zu Beginn eines Einstaus liegen und muß demzufolge regelmäßig abgebagert werden, damit das Wasser sich nicht selbst den Weg verbaut. Feinere Geschiebeanteile bis hin zu sonst suspendierten, feinsten Teilchen lagern sich im taschenförmigen Becken beiderseits der Strecke größerer Strömung ab. Die Speicherlebensdauer ist also ohne ständige Unterhaltungsmaßnahmen sehr begrenzt. Nicht ganz das gleiche gilt für den Stau vor dem Kraftwerk Nagymaros. Er dürfte mehr oder weniger im Bereich des alten Talwegs der Donau liegen und das Kraftwerk arbeitet nicht im Schweißbetrieb sondern permanent, wenn es die Zufußmenge erlaubt. Über die geplanten künstlichen Sohlenvertiefungen unterhalb beider Kraftwerke hinaus wird der abnehmende Anteil der Feststofffracht im Unterstromgebiet zu natürlichen Eintiefungen führen, die dann weiter unterhalb durch Gefälleabnahme und Sedimentation wieder Probleme aufwerfen.

Gerinnebaggerungen sind auch am Zusammenfluß von alter Donau und Ableitungskanal bei Palkovícovo vorgesehen. Sie sollen einerseits die auftretenden Niveaunterschiede zwischen Kanal und Flußbett, die durch Ausnutzung einer maximalen Fallhöhe am Spitzestromkraftwerk entstehen, ausgleichen und andererseits die Schwelle zum alten Donaubett auf 5 km Länge abmildern (vgl. Kap. 2). Das erhöhte Gefälle in der alten Furkationszone muß daher, wie erwähnt, durch Stauwehre abgestuft werden. Von hier ist also keine nennens-

werte Nachlieferung zu erwarten.

Hydrologische und sedimentologische Folgen bewirken auch
I t i m n o l o g i s c h e V e r ä n d e r u n g e n . Die Tempe-
raturschwankungen im stehenden Wasser der Stauhaltungen führen
zu einer Schichtung, welche auch die chemischen Parameter verän-
dert. Trotz schnell wechselnder Schichtungs- und Stabilitäts-
verhältnisse nimmt der Sauerstoffgehalt, der im Fluß von turbu-
lenten Strömungen recht hoch gehalten wurde, ab, und zwar um
so mehr, je weniger sich das Wasser im Epi- und Metalimnion be-
wegt. Abseits vom "Stromstrich" in den Seen müssen beide Werte
am Grund unter eine kritische Grenze absinken, so daß Zoobenthos
sich auf den nährstoffreichen Feinsedimenten ansiedeln kann.

Der abgesetzte Schwefel erschwert auch die Kommunikation des Fluß-
wassers mit dem G r u n d w a s s e r einerseits, anderer-
seits bleibt der Austausch in verringertem Umfang so weit vorhan-
den, daß die umfangreichen Dichtungsmaßnahmen in den Stauhäl-
tungen und dem Kanal nicht verhindern können, daß die Qualität
des Grundwassers nachhaltig verschlechtert wird. Insbesondere
von den Abwässern der Stadt Wien erwarten Vitrologen wie E. LUND
von der WHO eine Gefährdung der Trinkwassergewinnung aus Grund-
wasser in der Kleinen Ungarischen Tiefebene bis nach Budapest
sowie im Wiener Becken. Betroffen sein sollen davon in allen
drei Ländern bis zu 12 Mio. Menschen.

Anaerobe Verhältnisse entstehen aber nicht nur im Benthos der
Stauhaltung, sondern auch in den Schotterhöhlräumen des Unter-
grunds und in der "alten" Donau unterhalb des Wehrs Dunakiliti.
Der Grundwasserstrom (vgl. Kap. 3) in der Kleinen Ungarischen
Tiefebene wird zu langsam, um das kontaminierte Grundwasser abzu-
führen (ERDELYI 1983). Zurückzuführen ist dies neben den Abdich-
tungsmaßnahmen (Schmalwände in Deichen, Beton im Kanal und Ben-
tonit unter der Stauhaltung) auf die zu geringe Wasserführung
der "alten" Donau (50-100 m³/sec. nach NÉPSZABADSAĞ 1985, bzw.
50-200 m³/sec. nach ERDELYI 1983). Da man nur an 14 Tagen/Jahr

mit höheren Wassermengen im alten Bett rechnet, werden diese nicht ausreichen um die negativen Prozesse im Grundwasserhaushalt aufzuhalten. Ob das eingesperrte Wasser wirklich oberflächlich zu den Staudämmen verlaufenden Sammelkanal, der das durch die Dämme sichernde Druckwasser aufnehmen soll, nimmt man eine Wasserführung von $50 \text{ m}^3/\text{sec. an}$.

Ein solch geringer Abfluß würde die Pegel des hier noch relativ frei mit dem Flußwasser kommunizierenden Begleitgrundwassers erheblich herabsetzen und dynamische Spiegelschwankungen ausschließen. Dadurch werden die Poren in natürlichen und künstlichen (Kanäle insbes. Giesgänge) Gewässern, nicht mehr regelmäßig von unten freigespült, und durch Kolmation verstärkt sich der Prozeß, welcher die Wechselwirkungen zwischen Grund- und Oberflächenwasser verringert.

Abgesunkene Grundwasserstände, ausbleibende Spiegelschwankungen und Überflutungen sowie hydrologische und sedimentologische Änderungen bleiben für die bei e b e i e N a t u r nicht ohne Folgen. Würden sich alle abiotischen Faktoren nur gleichmäßig in eine Richtung verschieben aber ihren bisherigen Charakter beibehalten, könnten sich die Lebensgemeinschaften ohne größere qualitative Folgen daran anpassen. Fiele z. B. die Mittelwasserlinie durch Sohleneintiefung, könnten ihr prinzipiell die Sukzessionsreihen der Vegetation durch "Tieferlegung" der Niveaus folgen. Lediglich in der Quantität müßten sie Einbußen hinnehmen.¹⁾ Ihre Vergesellschaftung bliebe unverändert. Stattdessen verschieben sich die abiotischen Faktoren in verschiedene Richtungen mit unterschiedlicher Stärke, so daß das ganze Wirkungsgefüge, welches das bisherige Ökosystem bedingte, sein dynamisches Gleichgewicht aufgeben muß und neue Grundstrukturen annimmt. Zu unterscheiden sind dabei drei, gänzlich unterschiedliche Be-

1) Diesen Fall legen HORÁNSZKY et al. (1979) ihrer Prognose zugrunde.

reiche: die Stauhaltungen, die "alte" Donau und das rezente Flußbett.

In den beiden Stauseen verliert die Donau ihren Charakter als Fließgewässer. Bewegungen ergeben sich nur noch im geringen Umfang, wie unter den hydrologischen Faktoren dargestellt. Lediglich der Wasserspiegel dürfte häufigen Schwankungen unterworfen sein, die von einkommenden Flutwellen bzw. Niedrigwassern erzeugt werden. Da das Stauziel im Stausee bei Dunakiliti etwa um 6 m über der jetzigen Mittelwasserlinie liegt (vgl. Kap. 2), wird der Großteil der jetzigen Landfläche überflutet. Eventuell verbleibende Inseln bieten, wenn ihre jeweilige Fläche für eine

forstliche Nutzung zu gering ist, Platz für eine neue Sukzessionsreihe, die jedoch in ihrem Arteninventar an die extremen, aber

langsamem Schwankungen angepaßt sein muß. Ihre Artenzahl muß demnach stark beschränkt sein und nur aus Fragmenten der ur-

sprünglichen Gesellschaften bestehen. Bis zur Linie des Stau-

ziels werden dieses Elemente der Weidenau sein, über der Linie

haben sowohl Elemente der trockenen Hartholzauen als auch solche

der zonalen Eichen-Hainbuchenwälder eine Chance. Besitzten Inseln

zusätzlich noch abflutlose Senken, sind ideale Bedingungen für

die Etablierung von Erlen-Auwäldern gegeben (Theilpeteri-Alnetum),

die auch heute auf der Szigetköz selten vorkommen. Ihre Bestände

sind am besten an das stehende Wasser (Stauwässer) angepaßt. Die

fehlenden (strömenden) Überflutungen werden jedoch auch bei ihnen

eine Änderung des Arteninventars bewirken, so daß sie denen

gleichen werden, die außerhalb der Deiche liegen. Auf höheren

Erhebungen sind auf grobkiesigem, schwachgründigem Untergrund

gute Voraussetzungen für die Ausbildung von "Heißbänken" gegeben.

Rannonische Stepenlemente lösen hier Auwaldvegetation und zo-

nale Waldvegetation ab.

Großflächig wird diese Formation in der rezenten Aue wie in der

Altane der "alten" Donau auf der kleinen Schüttinsel erscheinen.

Auch auf der großen Insel zwischen Donauknien und Budapest ist

ihr Erscheinens möglich. Eine wirtschaftliche Nutzung (Forst-

und Landwirtschaftlich) dieser Standorte ist so gut wie ausge-

schlossen. Flugsand- und Flugsandschäden kämen als Folge der

1) Die Flächenverluste auf ungarischer Seite: 4.600 ha insgesamt unter Wasser, davon 400 ha außerhalb der Deiche, 60 ha Obstland, 1.500 ha Wald (offiz. Angaben).

Bodenerosion hinzu. Ein großes Problem bildet die Unvorhersehbarkeit ihrer Entstehung insbesondere in Wäldern und Forsten,

denn sie "tauchen" gewissermaßen erst nach Rodung oder Absterben der Baumarten an solchen Stellen auf, wo die pedologischen Voraussetzungen erfüllt sind. In den anderen Teilen der (subrezent)en

Altaue wird der absinkende Grundwasserspiegel eine beschleunigte Fortsetzung der Sukzession in den Hartholzaue-Relikten in Richtung der tieflandtypischen zonalen Vegetation einleiten. Andere Vegetationsänderungen treten in der rezenten Aue auf. Prinzipiell

können hier alle Gesellschaften zwischen den Anfangsstadien der drei Sukzessionsreihen (vgl. Kap. 4) und deren Endstadium ausfallen, d. h., daß zwischen "Tiefer Weidenau" (*Salicetum albae* - *fragilis caricetosum*) und trockenen Subassoziationen der Hart-

holzaue eine Lücke entsteht, da die Spiegelschwankungen nur wenige Dezimeter ausmachen dürften. 1) Lediglich die Erlenua als Langzeitstadium in der organogenen Sukzessionsreihe wird wie die Heißblän-

den eine großflächige Verbreitung erfahren. Die Artenzusammen-

setzung aller anderen Gesellschaften, welche dann nur noch fragmentarisch als Übergangsgürtel zwischen den Extremen auftreten können, muß sich aufgrund der dominierenden organogenen Sukzession so weit ändern, daß neue Gesellschaften entstehen. Ein Beispiel

für diese grundlegende Veränderung gibt HÜGIN (1981) vom südlichen Oberrhein.

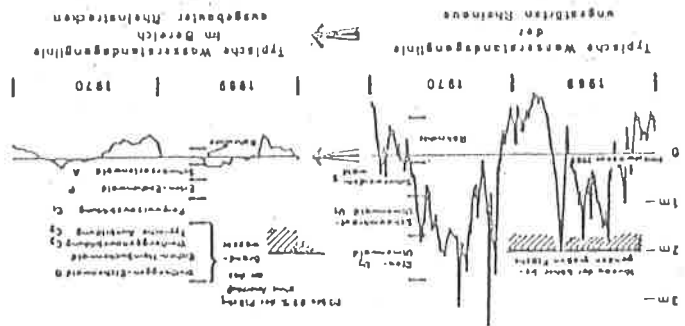


Abb. 41: Veränderung der Auenvegetation durch Änderung der Wasserstände. Die Folgevegetation ist ein potentielle natürliche Vegetation dargestellt.

(aus HÜGIN 1981)

1) Ob die Sukzessionsreihen mit Ausnahme des Weidensaums unabhängig vom Niveau über der Mittelwasserlinie - wie DISTER (1980, S. 53) am Oberrhein beobachtete - oder abhängig davon ablaufen, wäre

stattdessen aber zur Isolation und Verinselung der Populationen durch Flächenveränderung und Biotoptzerstückelung, Änderung der

- a) an Dynamik in der belebten wie auch der unbelebten Natur
- b) an Strukturreichtum der Biogeocoenosen
- c) an Artenvielfalt, Artenreichtum und Individuendichte
- d) an zusammenhängenden großflächigen Komplexen

Verlusten

Wenn man alle genannten Einzelfolgen zusammenfaßt, so führen die für das Projekt durchzuführenden Maßnahmen zu ganz erheblichen

den Standortbedingungen anpassen.

berweidensäume können sich noch am ehesten an die dann herrschen-

die Übergangsräume Extremes widerspiegeln. Weidengebüsche und Sil-

Fläche übrigbleibt. Auch hier werden die Pflanzengesellschaften

sion recht nahe dem Bett liegen, so daß nicht viele besiedelbare

notwendigen Schutzdämme werden zur Eingrenzung der Seitenero-

serlinie sondern an der (täglich) Mittelhochwasserslinie. Die

tationsgrenze liegt nicht mehr knapp unterhalb der Mittelwas-

falls von den täglichen "Gezeiten" definiert, die untere Vege-

masse der Wirbeltierfauna darstellen. Die Vegetation wird eben-

Rohböden unmöglich. Wenige Fischarten und Vögel dürften dann die

bis zu 4,5 m machen eine Besiedlung der dann vegetationsfreien

tigen rezenten Bett der Donau sein. Tägliche Spiegelschwankungen

Noch krasser dürften die Bedingungen für die Tierwelt im zukünft-

also keine Adaption aufweist.

Teil der sich einstellenden Arten nicht mehr auentypisch ist,

deren Verinselung schwierig und langwierig. Hinzu kommt, daß ein

genen Schichten wegen der geringen Anzahl solcher Refugien und

doch eine Wiederbesiedlung von den Populationen der höher gele-

benaher vollständig zugrunde, in der heutigen Situation ist je-

dingungen bei einer solchen Katastrophe die (Flugunfähige) Fauna

ihr Schaden um so größer. Zwar geht auch unter natürlichen Be-

kaum Einfluß auf diese Entwicklung nehmen. In der Tierwelt wäre

Katastrophenhochwasser könnten wegen ihrer geringen Häufigkeit

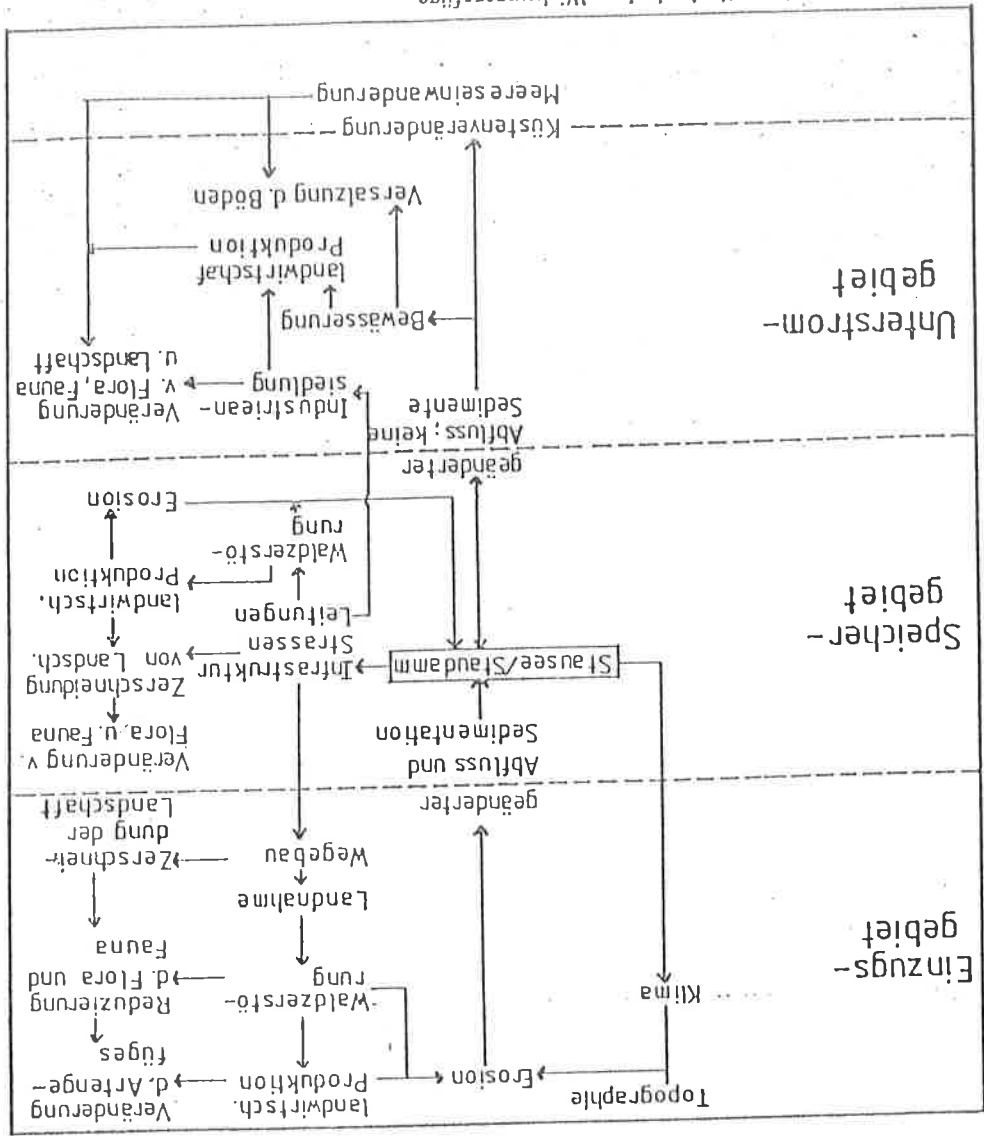
Sukzession sowie Wassermangel in natürlichen und bewirtschafteten Flächen (mit Ertragseinbußen) mitten in einem wasserreichen Gebiet. Auf einen Satz gebracht, würde der Charakter der Donauen auf 220 km Länge verloren gehen.

6. Empfehlungen

Um all diese genannten Auswirkungen auf den Planungsabschnitt, aber auch auf das gesamte Unterstromgebiet, beurteilen zu können, ist eine Quantifizierung und Wichtung aller Faktoren (zumindest der repräsentativen Indikatoren) notwendig, die aufgrund der wenigen greifbaren Daten ad hoc nicht möglich ist. Dies könnte nur eine gründliche, alle Aspekte berücksichtigende Folgenabschätzung (z. B. in Form einer Umweltverträglichkeitsprüfung) mit einem Team von Planern und Wissenschaftlern aller betroffenen Fachgebiete leisten. Solch eine Prüfung mit den ihr zugrundeliegenden Sachverhaltsermittlungen müßte jedoch vor Projektbeginn und nicht erst während der Detailprojekte stattfinden, wollen sie einen Sinn machen.

Ende spezielle Empfehlungen, die sich schon aus den obigen Analysen unmittelbar ergeben, seien beispielhaft angeführt: Die schlimmsten Folgen ließen sich vermeiden, wenn das Kraftwerk Gabčovo keinen Spitzenstrom mehr erzeugen müßte und die "alte" Donau mehr Wasser vom Stauwehr Dunakiliti erhalten würde. Im ersten Fall würde das Kraftwerk den Einstau mehr oder weniger gleichmäßig abarbeiten und Stauhaltung sowie Kraftwerk Nagymaros wären nicht mehr notwendig, da die täglichen "Gezeiten" wegfielen. Der zweite Vorschlag beinhaltet, daß die Pegelschwankungen der Donau oberhalb des Stausees Dunakiliti an die "alte" Donau in Form von reduzierten, gesteuerten Abflüßmengen weitergegeben werden. Das würde bedeuten, daß der Charakter der Auen in diesem Bereich unter "Tieferlegung" der Schichten auf ein niedrigeres morphologisches Niveau beibehalten werden könnte. Die minimale

Abflubmenge sollte dabei nicht unter dem niedrigsten Stand der letzten Jahre, etwa bei 600 m³/sec. bleiben. Das Kraftwerk wäre dann zwar etwas weniger ausgelastet, aber dieser vordergründige Nachteil würde durch den Wegfall der volkswirtschaftlichen Folgekosten in Agrar- und Forstwirtschaft, Wasserbau, Trinkwassergewinnung, Außenhandelsbilanzen und Naturhaushalt ohne weiteres wett gemacht.



Ausschnitt aus dem ökologischen Wirkungsgefüge eines Flußtaus

Literatur

- BOROVICZENY, FRANZ, WERNER LAZOWSKI, HEINZ LÖFFLER u. FRIEDRIKE SPITZENBERGER (. J.): Kriterien für die Erhaltung des Ökosystems Au. - Arbeitspapier 2 der Ökologiekomm. der Bundesreg., Agr. Donaugestaltung, Agr. Hydrodynamik und Flubmorphologie. - o. Ort. (1986), 35 S.
- DILGER, ROBERT (1986): Der Staudamm ist kein Problem - aber der Stausee? - Bemerkungen zur ökologischen Basis von Umweltverträglichkeitsstudien bei Großstaudammprojekten. - in: STÜBEN, PETER E. (1986) a.a.O.: S. 39-58 & Beilage.
- DISTER, EMIL (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. 10, S. 325-336.
- (1985): Taschenpolder als Hochwasserschutzmaßnahme am Oberrhein. - GR 37(5), S. 241-247.
- DRESCHER, ANTON (1977): Die Auenwälder der March zwischen Zwerndorf und Marchegg. - Diss. Form. - Nat. Fak. Univ. Wien.
- ERDELYI, M. (1983): Natural resources and economic values of Győr Basin, nw Hungary. - Földrajzi Értesítő XXXII. EVF. 3.-4., S. 475-490.
- HORÁNSZKY, ANDRAS, PÁL JAKUS u. TIBOR SIMON (1979): A Gabcsikovo - Nagymarosi és a Tisza II. - Vízlepcsőrendszerek ökológiai problémái. - MTA Biol. Oszt. Közl. 22, S. 407-415.
- HÜGIN, GERHARD (1981): Die Auenwälder des südlichen Oberrheintals - Ihre Veränderung und Gefährdung durch den Rheinausbau. - Landschaft + Stadt 13 (2), S. 78-91.
- IBRAHIM, FOUD N. (1984): Der Hochstaudamm von Assuan - eine ökologische Katastrophe? - GR 36 (5), S. 236-242.
- KÁRPÁTI, ISTVÁN u. M. PECSI (1959): Correlations between the succession of natural groves and the flood-plain levels on the Great Hungarian Plain. - Acta Biologica Ac. Sci. Hung. 3, S. 24-25.
- u. I. TÓTH (1961-62): Die Auenwaldtypen Ungarns. - Acta Agronomica Ac. Sci. Hung. XI (3-4), S. 421-450.
- u. VERA KÁRPÁTI (1980): Die coenologischen Bedingungen und die Standortverhältnisse der Auenwälder im Donau-Gebiet in Ungarn. - IV Auenwald-Symposium in Strabburg.

- KÁRPÁTI, ISTVAN (1982): Die Vegetation der Auen-Ökosysteme in Ungarn. - Veröff. Int. Arb.gem. C. I. N. S. (4), 1-24.
- KEVEY, BALÁZS u. GYULA CZIMBEK (1984): Beziehungen des Hains "Erster Mai" in Mosonmagyaróvár zu der natürlichen Pflanzendecke des Szigetköz. - Mitt. Agrarwiss. Fak. Mosonmagyaróvár 16(6), S. 235-255.
- LÁSZLÓFFY, WOLDEMÁR (1965): II. Die Hydrographie der Donau. - in LIEPOLT, RHEINHARD (Hg.) (1967): Limnologie der Donau. - Stuttgart. - (1), S. 16-57.
- MARGL, H. (1972): Die Ökologie der Donauen und ihre naturnahen Wäldgesellschaften. - Naturgeschichte Wiens, Bd. 2. - Wien, München.
- NEPSZABADSÁG (ung. Parteizeitung) (1985): Über das Stausystem bei Bős (Gabcikovo) - Nagymaros. (Artikel am 24.8.85).
- NIEMEYER-LÜTLWITZ, DALBERT u. HERBERT ZUCCHI (1985): Fließgewässerbau: Ökologie fließender Gewässer unter bes. Berücks. wasserbaul. Eingriffe. - Frankfurt/M., Berlin, München, Salle, Aarau, Salzburg.
- N. N. (o. J., um 1973): Einfluß der Stautufen Gabcikovo Nagymaros auf das europäische Wasserstraßensystem. - o. o., 32 S.
- RICKLEFS, R. E., Z. NAVEH u. R. E. TURNER (1984): Conservation of ecological processes. - IUCN Commission on Ecology Papers Number 8 & The Environmentalist Vol. 4, Suppl. 8, 16 S.
- ROSENBLADT, SABINE (1986): Ungarns verheerende Donau-Pläne. - natur 9/86, S. 36-45.
- SCHÄFER, W. (1973, 1974): Der Oberrhein, sterbende Landschaft? - Natur u. Museum 103 u. 104.
- STÜBEN, PETER E. Hg. (1986): Staudämme - Entwicklung "hilfe", Umweltzerstörung u. Landraub. - Gießen. 262 S.
- WENDELBARGER-ZELINKA, EIRUNE (1952): Die Vegetation der Donau-Auen bei Wien und Wallisee. - Schriftenr. ÖÖ Landesbaudr. 11, Wels.
- (1960): Die Auwaldtypen der Donau in Niederösterreich. - Centralbl. ges. Forstwesen 72, s. 65-92.
- (1982): Grüne Wildnis am Großen Strom - Die Donauen. - St. Pölten, Wien. 168 S.