

# FLUSSBIOLOGIE KRAFTWERKE UND FISCHEREI

VON

DR. WILHELM EINSELE

DIREKTOR DES BUNDESINSTITUTES FÜR GEWÄSSERFORSCHUNG UND FISCHEREIWIRTSCHAFT,  
SCHARFLING AM MONDSEE

\*

## ERSTER TEIL

DER GESTAUTE FLUSS: ALLGEMEINE KENNTNISSE  
UND ERKENNTNISSE

## ZWEITER TEIL

BIOLOGIE, HYDROGRAPHIE UND FISCHEREI DER TRAUN  
VOR UND NACH DEM GEPLANTEN KRAFTWERKSAUSBAU



## I N H A L T

Erster Teil. DER GESTAUTE FLUSS: ALLGEMEINE KENNTNISSE  
UND ERKENNTNISSE

Vorwort	7
I. Die Hauptkennzeichen von Flußstauen	9
II. Flußstautypen	13
III. Zum Fischpaß-Problem und zur Frage der Anwendung von elektrischen Leit-, Sperr- und Scheuchgeräten bei der Bewirtschaftung von Laufstauen	17
IV. Die Ausgestaltung der Stauräume unter dem Gesichtspunkt der Interessen der Fischerei	19
V. Die Bedeutung der Strömung, bzw. der Schleppkräfte für die Entwicklung der fischereibiologischen Verhältnisse in Laufstauen	23
VI. Produktionsbiologie des Laufstauges	27
VII. Staue und fischereiliche Flußregionen	31
VIII. Die Fischereiwirtschaft in Flußstauen	32
IX. Staupflege	34
Zweiter Teil. DIE WASSERKRAFTPLANUNG AN DER TRAUN IM LICHTE DER BELANGE DER FISCHEREI	
Vorbemerkung	36
I. Der Traunsee	36
II. Der Stauraum „Seewerk“	46
III. Die Traun zwischen dem Seewerk und dem Traunfallstau	50
IV. Stufe Traunfall	52
V. Die Traun zwischen Traunfallwerk und Wels	55
VI. Stufe Marchtrenk	56



## VORWORT

„Entweder müssen die Ströme frei ihrer Natur überlassen werden, oder, wenn man an ihren Ufern zu künsteln anfängt, so muß dieses mit vollständiger Übersicht der ganzen Verhältnisse und mit der ausgebreitetsten Fachkenntnis geschehen.“

Konrad Escher v. d. Linth

(Erbauer des Kanals zwischen dem Zürich- und dem Walensee, 1810)

In diesem Leitwort ist ein hohes, aber verwirklichbares Ideal ausgesprochen. Ich schmeichle mir nicht, es in der vorliegenden Fachschrift erreicht zu haben; einer Schrift, welche — jedenfalls soweit es *unser* Land angeht — einen ersten Versuch darstellt, das Thema Flusskraftwerke, Flussbiologie und Fischerei umfassend, und, wenn ich so sagen darf, exakt zu behandeln.

Die Darstellung gliedert sich in zwei Teile: einen allgemeinen, welcher die Grundlagen herauszuarbeiten versucht, und einen speziellen, welcher ein konkretes „großes“ Beispiel behandelt, d. h. welcher versucht, die Erkenntnisse und Theorien des allgemeinen Teiles auf einen praktischen Fall — die vierzehn geplanten Kraftwerke an der Traun zwischen Gmunden und Linz — anzuwenden.

Die vorliegende Schrift ist also auch als Gutachten zu werten und verdankt ihr Entstehen zum Teil einem diesbezüglichen amtlichen Auftrag. Sie verdankt ihr Zustandekommen gleichermaßen jedoch auch dem immer wieder vorgetragenen Wunsch unserer Fischerei-Führungs Kräfte, Leitfäden in die Hand zu bekommen, die eine Orientierung über die modernen Probleme der Fischerei ermöglichen und gleichzeitig Anleitungen bieten, die mannigfaltigen Aufgaben, die ihr gestellt sind, zunächst richtig zu sehen, um sie dann nach Kräften, zum Nutzen der Fischerei, meistern zu können.

Die vorliegende Schrift verfolgt aber noch die weitere Absicht, den Behörden-Organen, dem Wasserbau (oder anderen technischen Wassernutzern) zu zeigen, worauf es bei der Planung, bei den „Vorschreibungen“ und beim Flussbau selbst ankommt, soweit es sich um die Belange der allgemeinen Naturpflege und um die speziellen der Fischerei handelt. Es darf dazu gesagt werden, daß die Kreise des Wasserbaues (für welche die hier vorgebrachten Erkenntnisse und Forderungen primär ja sachfremd sind) im allgemeinen (nicht immer!) großes Verständnis und eine aufrichtige und erfreuliche Bereitschaft zur Zusammenarbeit und Rücksichtnahme zeigen. Daß die mit den vorliegenden Fragen befaßten Verwaltungsbehörden sich um ein allseitiges Verständnis bemühen, ist selbstverständlich. Fachliche Aufklärung ist aber auch hier noch sehr nötig — und gewünscht.

Zur Schrift selbst noch das folgende: Im ersten, allgemeinen Teil, ist, wie schon früher angedeutet, versucht worden, die bisher vorliegenden, sich hauptsächlich auf unsere österreichischen Verhältnisse beziehenden Untersuchungsergebnisse zu durchdenken und im Sinne einer umfassenden Theorie auszuwerten. Diese Absicht ist sicher nur recht bruchstückweise gelungen. Der Verfasser wäre deshalb für Hinweise, Kritik und ergänzende Vorschläge besonders dankbar. Er erwartet sie aus allen Kreisen, die mit den hier behandelten Fragen zu tun haben.

Was den speziellen Teil anlangt, so behandelt er, wie ebenfalls schon kurz gesagt, die Wasserkraftplanung an der Traun vom Standpunkte der Biologie und der Fischerei aus. Das Hauptgewicht wird dabei auf die Herausarbeitung der Abhängigkeit der Biologie und der Fischerei von dem nach dem Ausbau stark veränderten hydrographischen Verhältnissen gelegt. Einzelvorschläge zu Maßnahmen im Zusammenhange mit dem Bau

werden nur wenige gemacht. Es sollen zunächst, als Antwort auf diese Schrift, die Stellungnahme der Projektanten und ihre konkreten Vorschläge und Pläne zu unseren Anregungen abgewartet werden. In einer Neuauflage der vorliegenden Abhandlung sollen dann diese technischen Berichte, auch vorgebrachte Kritik u. s. f., verwertet werden. Außerdem sollen die hauptsächlichsten Momente einiger bereits verwirklichter Fälle mit dargelegt werden.

Ein Wort noch an die Leser unserer Zeitschrift. Mit voller Absicht wird die vorliegende Fachschrift allen Lesern der Zeitschrift des Österr. Fischereiverbandes als Sonderheft zugänglich gemacht; auch diese Fachschrift steht im Dienste derselben Ziele und Aufgaben wie alle Arbeit des Österreichischen Fischereiverbandes: die Belange der Gewässer und der Fischerei in der öffentlichen Meinung sowohl als bei den zuständigen amtlichen Stellen immer nachdrücklicher zur Geltung zu bringen, indem ihre gewaltige nationalwirtschaftliche Bedeutung, weniger mit propagandistischen als mit sachlichen Argumenten begründet wird. Darüber hinaus aber soll diese Schrift vor allem in *den Kreisen*, die unmittelbar mit dem Wasser verbunden sind, das fischereiliche Wissen und Können erweitern und vertiefen. Der Öffentlichkeit gegenüber mag die vorliegende Fachschrift auch als lebensnah-aktuelles Beispiel moderner fischereiologischer Arbeit gelten.

Schließlich obliegt mir noch die angenehme Pflicht, allen jenen zu danken, welche bei der vorliegenden Arbeit mithalfen. Sie darf zwar wohl den Anspruch erheben, zum nicht ganz geringen Teil eigene Gedanken und Untersuchungen wiederzugeben, doch sei dabei nicht vergessen, daß einem in über zwanzig Jahren Tätigkeit in der Gewässerforschung und Fischereiwirtschaft vielerlei Anregungen von dritter Seite zuteil werden, ohne daß man sich in vielen Fällen jetzt noch an das nähere Woher oder Wer erinnern könnte.

An *zusammenfassenden Schriften* ist, außer Band 2 (Sammelband) der „Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie“, meines Wissens nichts weiter erschienen; vor allem die Beiträge von Prof. Liebmann, Dr. Leopoldseder und Dr. Heuschmann in diesem Band beschäftigen sich mit ähnlichen Problemen (welche vorwiegend an den Beispielen des Mains und der bayrischen Donau orientiert sind) wie die vorliegende Schrift. In zwei Punkten jedoch geht unsere Fachschrift über die gemeinsame Arbeit der bayerischen Biologen hinaus, nämlich, einmal im Versuch einer umfassenden gemeinverständlichen Darstellung *aller* Probleme, zum andern im Bestreben, zu universell geltenden theoretischen Vorstellungen zu gelangen.

Unmittelbar unterstützt hat mich beim speziellen Teil dieser Arbeit in erster Linie der wissenschaftliche Mitarbeiter der oberösterreichischen Kraftwerks-AG., Dr. E. Hohenwarter. Ohne seine Assistenz wäre es nicht möglich gewesen, den speziellen Teil so straff und exakt darzustellen. Mein Dank gilt auch Dipl.-Ing. Fischmeister von der O.K.A., dem, als führendes Mitglied des Planungsstabes, die Koordinierung der „Sondergebiete“ obliegt. Auch Herr Dipl.-Ing. Fischmeister stellte Zeit und Material bereitwillig zur Verfügung. Schließlich sei noch meinem Assistenten, Dr. E. Brusiek, gedankt, der die ihm anvertraute Aufgabe, die Fauna der Traun qualitativ und quantitativ zu untersuchen, mit Energie und Umsicht durchführte.

## ERSTER TEIL

### Der gestaute Fluß — Allgemeine Kenntnisse und Erkenntnisse

#### I.

#### Die Hauptkennzeichen von Flußstauen

Der Zweck von Flußkraftwerken, möglichst wirtschaftlich viel elektrische Energie zu liefern, legt ihren Standort, von Ausnahmen abgesehen, auf die Mittelregion der Flüsse fest; einmal deshalb, weil in diesem Gebiet das Wasserdargebot bereits erheblich und einigermaßen beständig ist, zum anderen, weil das Gefälle noch so groß ist, daß in der Regel 5–25 km Flußlänge für eine Stauhaltung genügen: das Gefälle in dieser Region der Flüsse bewegt sich zwischen etwa 0,3 und 3 m pro km, die mittleren Wasserführungen zwischen 50 und 2000 m<sup>3</sup>/sek., die Leistung der Werke zwischen 20.000 und 200.000 PS.

In unserem Zusammenhang von besonderer Bedeutung sind zwei Eigenschaften der Mittelregion der Flüsse:

1. daß die Strömungsgeschwindigkeiten meist zwischen 1 und 2 m/sec. liegen,
2. daß das Wasser (bei uns wenigstens häufig noch) rein, mit Sauerstoff gesättigt und verhältnismäßig sommerkühl ist.

Wird nun ein Flußabschnitt aufgestaut, so vergrößert sich sowohl sein Areal als auch seine Tiefe; entsprechend diesen Vergrößerungen werden auch die Flußquerschnitte größer; die Strömungsgeschwindigkeiten hingegen vermindern sich.

Bei Flußstauen, deren Areal wesentlich größer ist als dasjenige des ursprünglichen Flusses, nimmt der Stau — eine oft spiegelnd-weite, ebene Wasserfläche — rein landschaftlich betrachtet, das Aussehen eines Sees an. Der gebräuchliche Ausdruck Stausee trägt dem, anscheinend berechtigt, Rechnung. In Wirklichkeit, d. h. wenn man Seen und Flußstausee biologisch oder physikalisch-chemisch näher vergleicht, sind sie ausgesprochen verschieden voneinander:

Dem Flußstau fehlt, was den See eigentlich charakterisiert, nämlich die „Schichtung“ und das reiche Erfülltsein der Region des freien Wassers mit — vor allem tierischem — Plankton. In echten Seen schweben im Wasser der Oberzone pro cbm im Mittel eine bis einige Milliarden Zellen pflanzlicher Kleinorganismen, dazu zehntausende und in zahlreichen Fällen hunderttausende hüpfender und ruderner Kleinkrebse. Die Freiwasserzone von Stauen hingegen ist praktisch organismenleer. Es steht damit keineswegs im Widerspruch, daß es gelegentlich vorkommt, daß sich in Flüssen, denen reichlich geklärte oder ungeklärte Stadtabwässer zugeleitet werden, massenhaft Algen entwickeln, oder daß unterhalb von Zellstofffabriken Abwasser-Pilztreiben einsetzt und daß die einzelnen Flocken mit einer besonderen, vor allem der Gruppe der Protozoen angehörenden Mikro-Tierwelt, reich besiedelt sind.

*Schichtung ist das Naturgesetz des echten Sees, Schichtung der Temperatur, der Lebenserfüllung des Sauerstoffes, der übrigen gelösten Stoffe und „Eigenschaften“ — Homogenität des Wasserkörpers hingegen ist das Naturgesetz des Flußstaus: Jederzeit im Jahre ist ein Wasserkörper in seiner ganzen horizontalen und vertikalen Ausdehnung praktisch gleichförmig. In dieser Beziehung ist der Flußstau vom ursprünglichen Fluß nicht verschieden. Trotzdem ist der Flußstau ein Gewässer eigener Prägung.*

Die Begründungen hiefür werden wir bei der Erörterung jedes der uns hier beschäftigenden Teilprobleme kennen lernen. Einige prinzipielle Momente seien zusammengefaßt gleich hier erörtert:

*Der Laufstau hat eine nur ihm eigene Wannengestalt. Während ein freier Fluß innerhalb einer begrenzten Strecke hinsichtlich der Form seiner Wanne gleich bleibt, sich*



Abb. 1: Ennsstau „Staning“, Mittelteil.



Abb. 2: Stau Großraming. Oberster der fünf Flusstause an der oberösterr. Enns.

Bild 1. Ennskraftwerke-AG.

jedenfalls nicht in *einer* Richtung stetig ändert, ist dies beim Laufstau anders: Die Stauwanne nimmt in der Flußrichtung (meist rasch) ständig an Tiefe und Breite zu. Nicht selten beginnen große Staue mit Tiefen von 1–3 m und enden mit Tiefen von 10–20 m. Da auch die Breite ständig zunimmt, hat die Wanne von Laufstauen am unteren Ende leicht den zwanzig- bis fünfzigfachen Querschnitt wie am oberen. Der 7 km lange Traunstau „Marchtrenk“ z. B. (s. d. 2. Teil, Seite 56) hat in seiner Wurzel 150, am unteren Ende 3000 m<sup>2</sup> Querschnitt. Unabhängig von der Wasserführung der Traun wird dieser Stau 8.5 Millionen m<sup>3</sup> Wasser beherbergen. Die gleiche nichtgestaute Flußstrecke hat jedoch, je nach Wasserführung, ein verschiedenes Wasservolumen. Bei Mittelwasser beträgt es etwa 1.5, bei Niederwasser weniger als eine Million cbm. Durchschnittlich jedenfalls hat ein Flußstau das drei- bis zehnfache des Volumens, das die ursprüngliche freie Flußstrecke hatte.

Ein dem Laufstau, von seinem Zweck her gesehen, verwandter, ebenfalls unter bestimmender Mitwirkung der Technik entstandener neuer Gewässertyp, ist der *Speicherstau*. Er unterscheidet sich vom Laufstau meist durch größere Tiefe und dadurch, daß das Wasser im Stauraum über relativ lange Zeiträume in Ruhe verbleibt. Infolge davon kommt es in Speicherstauen regelmäßig zu Schichtungerscheinungen, es entfaltet sich in ihnen eine reiche Plankton-Lebewelt, alles Eigenschaften, die wir von echten Seen her kennen. Vom Speicherstau als solchen wird hier im übrigen, da er nicht zu unserem eigentlichen Thema gehört, nur gelegentlich noch die Rede sein.

Man kann die Unterschiede zwischen einem Stau und einem See auch in Zusammenhang mit ihrem Einverwobensein in den meteorologischen Rhythmus des Jahres charakterisieren: Der Flußstau folgt den meteorologischen Kräften immer als Ganzes, der See hingegen hängt von ihnen (stark) nur mit seiner Oberzone ab. Nach der Tiefe wird diese Abhängigkeit immer schwächer.

*Wie nun unterscheiden sich Flußstau und ursprünglicher Fluß?* Hinsichtlich ihrer Thermik sind sie, wie bereits gesagt, gleich. Ihre sonstigen physikalischen Unterschiede sind quantitativer Art und bestehen insbesondere in der im Stau stark verminderten Strömungsgeschwindigkeit mit ihren gewaltigen hydrographischen und biologischen Folgen. Diese Folgen betreffen vor allen Dingen den Geschiebetrieb, die Sedimentation und die Bodenbesiedlung. Hiervon wird in späteren Abschnitten ausführlich die Rede sein.

Für den Wasserhaushalt einer Landschaft bedeuten Flußstaue in der Regel einen erheblichen Gewinn. Sie dämpfen die Gefahren von Hochwässern, und zwar in einer Weise, wie es nach unseren modernen Kenntnissen erwünscht ist; nämlich nicht so, wie es die kulturbautechnische Vergangenheit bewirkte, die für eine rasche Wegführung mittels Kanalisation der Flüsse sorgte, sondern, indem hydro-dynamisch „richtige“, allen Wasserführungs-Anforderungen gewachsene Flußbetten geschaffen werden. Dies gilt wenigstens grundsätzlich.

In fischereiwirtschaftlicher Beziehung entwickeln sich im Flußstau gegenüber dem ursprünglichen Fluß besonders eigenständige Verhältnisse. Der Stau ist in der Regel, wenigstens im Untergebiet, mehrfach so tief als es der Fluß war, was in Verbindung mit der (wenn auch in vermindertem Ausmaß bestehenden) Strömung besonders schwierige Fangtechnische Verhältnisse schafft. Auch in der mehr oder minder vollständigen Abgeschlossenheit des Lebensraumes „Flußstau“ liegt ein wesentlicher Unterschied gegenüber dem ursprünglichen Fluß und eine gewisse Angleichung an den Lebensraum „See“. Diese Näherung bezieht sich allerdings *nur* auf die *Fische* und *nicht* — wir sprachen schon weiter oben darüber — auf die tierische Kleinlebewelt der Freiwasserregion. Was hingegen die *Tierwelt am Boden* anlangt, so sind Stau und See fischereiologisch nicht grundsätzlich verschieden; rein zoologisch hingegen bestehen insoferne erhebliche Unterschiede, als die in den ganzjährig kalten Tiefen der Seen lebenden Arten andere sind als diejenigen,



Abb. 3: Nicht Begrädigung, Kanalisierung und Sohleneintiefung, sondern Deiche, Staubecken und Talsperren sollen künftige Überschwemmungen des Missouri verhüten. Unser Bild zeigt das Fort-Peck-Staubecken im Westen des Staates Montana.

Bild: FAO-Service

welche in den auch im Sommer verhältnismäßig warmen Tiefen der Laufstause leben.

Aus dem Sachverhalt der relativen Abgeschlossenheit des Flußstaues ergeben sich einige spezielle flußbiologische und damit auch fischereiliche Fragen; insbesondere erhebt sich das Problem des Fischpasses. Auf diese Frage wird im übernächsten Abschnitt eingegangen werden. Hier sei zunächst noch eine Übersicht über die verschiedenen Typen von Flußstauen und ihre charakteristischen Eigenheiten gegeben.

## II.

### Flußstau-Typen

**Vorbemerkung:** Einteilungen sind notwendig, denn wenn man urteilen will, muß man zuvor unterscheiden. In unserem Fall ist diese Aufgabe deshalb nicht ganz leicht, weil mehrere Einteilungsprinzipien gut begründete Ansprüche geltend machen können: Für unsere nach mehreren Richtungen gehenden Absichten kommen das fischereiliche, das technische und das rein biologisch-gewässerkundliche (= limnologische) Prinzip gleich notwendig und berechtigt in Frage. Bei der Begriffsbildung ganz konsequent zu bleiben, ist so freilich nicht mehr möglich.

Fischereilich und limnologisch (auch technisch) kann man zwei *Hauptgruppen von Stauen* unterscheiden: *die Laufstause und die Speicherstause*. — Die von den Laufstauen fischereibiologisch grundverschiedenen Speicherstause nähern sich in ihren Eigenschaften weitgehend den echten Seen. Wie schon weiter oben gesagt, wird uns dieser Typ hier nicht weiter beschäftigen.

Wenn wir nun versuchen, die *Laufstause zu gliedern*, so sei zunächst einem Prinzip gefolgt, das vom Kraftwerksbau, präziser von den Lagebeziehungen der Staumauern und der Krafthäuser ausgeht. Entweder nämlich sind 1. Turbinen und Dynamos in die Staumauer selbst eingebaut, oder aber es liegt 2. zwischen Staumauer und Krafthaus ein mehr oder weniger langer Kanal bzw. bei einem weiteren Fall, ein Stollen. Die drei sich so ergebenden Typen wollen wir als

- a) Normal-Laufwerk,
- b) Kanal-Laufwerk und
- c) Stollen-Laufwerk

bezeichnen: Daß die Ausgestaltung eines Flusses auch unterhalb der Staumauer mit in die Betrachtung einbezogen wird, kann als *Hauptkennzeichen dieser Gruppierung* angesehen werden. In fischereilicher, aber auch in Hinsicht auf die Probleme der Landschaftspflege, ist eine solche ganzheitliche Betrachtung nicht nur möglich, sondern absolut notwendig.

Für die *rein limnologische Betrachtung* (aber auch für wichtige fischereiliche und technische Fragen) sind die *Eigenschaften des Staues selbst* — eines eigenständigen Gewässertyps, wie nachgewiesen wird — das eigentlich Interessierende und Wesentliche. Die fischereibiologischen und limnologischen Eigenschaften des Stauraumes können, wie wir sehen werden, große und sehr charakteristische Verschiedenheiten aufweisen. Hierauf ausführlich zurückkommen werden wir erst in späteren Kapiteln. Um die Einteilungsübersicht zu vervollständigen, seien jedoch an dieser Stelle die Bezeichnungen für die verschiedenen Arten angeführt. Es werden *Schotterstause, Sandstause und Schlickstause* unterschieden werden. Jeder dieser Stautypen kann mit einem Laufwerk oder auch mit einem Kanalkraftwerk verbunden sein.

Schematisch aufgegliedert würde sich somit folgende Staueinteilung ergeben:

A) *Laufstause*

- a) Schotterstause
- b) Sandstause
- c) Schlickstause

oder nach dem Einteilungsprinzip, bei welchem das Unterwasser mit einbezogen wird

- a) Normal-Laufwerke
- b) Kanal-Laufwerke
- c) Stollen-Laufwerke

B) *Speicherstause*

Angemerkt sei noch, daß auch von der äußeren Gestalt der Laufstause aus guten Gründen ausführlich gesprochen werden muß. Von ihr leiten sich die hier gebrauchten Bezeichnungen „Flachstau“ und „Schluchtstau“ her. Für die Systematik der Staue spielt diese sich auf den landschaftlichen Eindruck beziehende Bezeichnung keine Rolle.

1. *Normal-Laufwerke*

Am häufigsten ist jener Stautyp, bei welchem das Kraftwerk unmittelbar in die Staumauer selbst eingebaut ist. Die typischen zugehörigen Stauräume können auch in diesem Fall recht verschieden gestaltet sein und damit auch recht verschiedene Eigenschaften, sowohl hydrographische als biologische, entwickeln; *die Unterschiede hängen in erster Linie davon ab, wie stark sich die Flussquerschnitte und damit die Strömungsgeschwindigkeiten gegenüber dem ursprünglichen Fluss verändern.* Je relativ größer die Querschnitte werden, umso geringer werden die Strömungsgeschwindigkeiten. Von einer bestimmten unteren Grenze an werden sie so gering, daß es zur *totalen Sedimentierung* aller vom Wasser mitgeführten Teilchen kommt. An dieser kritischen Grenze wirkt sich die Strömungsgeschwindigkeit — ein an sich *quantitatives Moment* — in einer sehr speziellen, die Biologie eines Staues beherrschend gestaltenden Art aus. Darauf werden wir weiter unten ausführlich zu sprechen haben.

\* \* \*

Vor allem bei Laufwerken im *unteren Mittellauf* von Flüssen hat man früher in der Regel die Dämme weit von den ursprünglichen Flussufern weg nach außen verlegt mit dem Ergebnis, daß die Strömungsgeschwindigkeiten so niedrig wurden, daß der Fluss im Stauraum sein gesamtes Geschwebe und Geschiebe sedimentierte; dies führte zu raschen Verlandungen. Die Räumung — man scheut sich das extrem häßliche, leider übliche Wort „Spülung“ zu gebrauchen — der Staue verursachte Kosten und bereitete bautechnisch mancherlei Schwierigkeiten, ganz abgesehen von den Gefahren für die Fischwelt. Um diesen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, versucht man neuerdings, die Dämme so weit wie möglich mit den ursprünglichen Flussufern zusammenfallen zu lassen, d. h., man trachtet die Strömungsgeschwindigkeit so hoch zu halten, daß es nicht zur Sedimentation des Schwebetriebes kommt.

\*

Gebiete eines Flusses mit steilen Talwänden wird man aus Gründen, die auf der Hand liegen, als Orte für Staumauern besonders bevorzugen: Die Mauern können relativ kurz gehalten werden, die im Stau untergegenden Landflächen bleiben klein, auch sind in der Regel keine größeren Umsiedlungen notwendig. Solche Staue könnte man

mit Recht „Schlucht“-Staue nennen. Ein gutes Beispiel für einen solchen ist der geplante, unmittelbar an den Traunsee anschließende Traunstau. Es ist das Wort gefallen, es würde die Traun dort in ein Fjord umgewandelt werden und von daher ist auch das gelegentlich auftauchende Wort „Fjord“-Stau gebildet worden. Aber — ebenso sicher wie ein Laufstau kein See ist und also das Wort „Stausee“ vermieden werden sollte, sind die Schluchtstaue an der Traun (und an anderen Flüssen) keine Fjorde und demzufolge sollte auch das Wort „Fjord“-Stau streng vermieden werden. Ein Fjord ist eine vom Meer tief in das Land eindringende schmale Meeresbucht. Es kann in solchen Buchten, wenn die biologisch-hydrographischen Verhältnisse dazu geeignet sind, zu Stagnation und zur Ausbildung von „faulen“ Tiefenzenzen kommen. Alle diese Momente treffen für den Schluchtstau absolut nicht zu; die Ähnlichkeiten beider Gewässertypen betreffen ebenso rein das äußere landschaftliche Bild, wie die Ähnlichkeiten zwischen Laufstauen und Seen.

## 2. Kanal- und Stollenkraftwerke

In einer zweiten Gruppe kann man solche Laufwerke zusammenfassen, bei welchen das Wasser eines Flusses, der an einer bestimmten Stelle abgedämmt wurde, entweder in einem Kanal oder in einem Stollen zunächst über eine mehr oder minder lange Strecke weitergeleitet wird; Stau und Kraftwerk kommen dann meist viele Kilometer weit auseinander zu liegen. Der Zweck solcher kostspieliger baulicher Maßnahmen besteht einzig und allein darin, Gefälle zu gewinnen, um damit bei gleichbleibender Wassermenge die Stromerzeugung zu steigern. Diese Kraftwerkstypen sind fischereiwirtschaftlich, aber auch vom Standpunkt der *Landschaftspflege im weitesten* — d. h. nicht nur ästhetischen — *Sinne* von besonderem Interesse deshalb, weil mit ihnen zwangsläufig verbunden ist, daß der betreffende Fluß unterhalb der Staumauer auf einer mehr oder weniger langen Strecke periodenweise praktisch trocken fällt.

Bereits einleitend sei mit ernststem Nachdruck gesagt: Normale Laufwerke bzw. -staue können der Wasserwirtschaft und der Land- und Forstwirtschaft manchen, ja bedeutenden Gewinn bringen. Ehe man jedoch an den Bau eines *Stollenkraftwerkes* herangeht und damit einen Flußabschnitt meist auf eine weite Strecke hin zum Tode verurteilt, sollte man, angesichts der schweren Folgen für die Harmonie der Landschaft und das Gleichgewicht in der Natur, aber auch im Interesse der zum Fluß gehörenden „natürlichen“ Wirtschaft, sich tausendmal bedenken. Das gleiche gilt für Kanalwerke, es sei denn, man versteht sich dazu, den Fluß unterhalb der Staumauer mit ausreichend Sohlschwellen zu versehen und ihn mit so viel Wasser zu versorgen, daß die durch die Sohlschwellen erzeugten Flachstaue dauernd einen etwa dem ehemaligen Mittelwasser entsprechenden Wasserspiegel aufweisen.

Zur Frage der fischereiwirtschaftlichen und sonstigen Gefahren und Schäden, welche der Bau von Kanalkraftwerken mit sich bringt, sei noch, etwas weiter ausholend, das folgende gesagt: Kanäle (das gleiche gilt für Stollen) werden immer so dimensioniert, daß sie um einiges mehr als das Mittelwasser des betreffenden Flusses fassen können. Im Flußbett unterhalb der Sperrmauer wird deshalb — auch wenn ein bestimmtes geringes „Restwasser“ belassen werden sollte — die Wasserführung enorm schwanken, nämlich von praktisch Null bei Nieder- und Mittelwasser, bis praktisch „ebensoviel wie ehemals“ bei höheren Wasserführungen, insbesondere bei Hochwasser. Bei manchen Kanalkraftwerken wird das Flußbett unterhalb der Staumauer nicht nur bei „Überwasser“ beschickt, sondern bei jedem Wochenende, weil zu dieser Zeit der Strombedarf plötzlich absinkt und die Turbinen ruhen können.

Man kann sich leicht vorstellen, wie die Fische auf diesen künstlichen hydrographischen Rhythmus reagieren werden: Während des Wochenendes, wenn ein Fluß normal Wasser

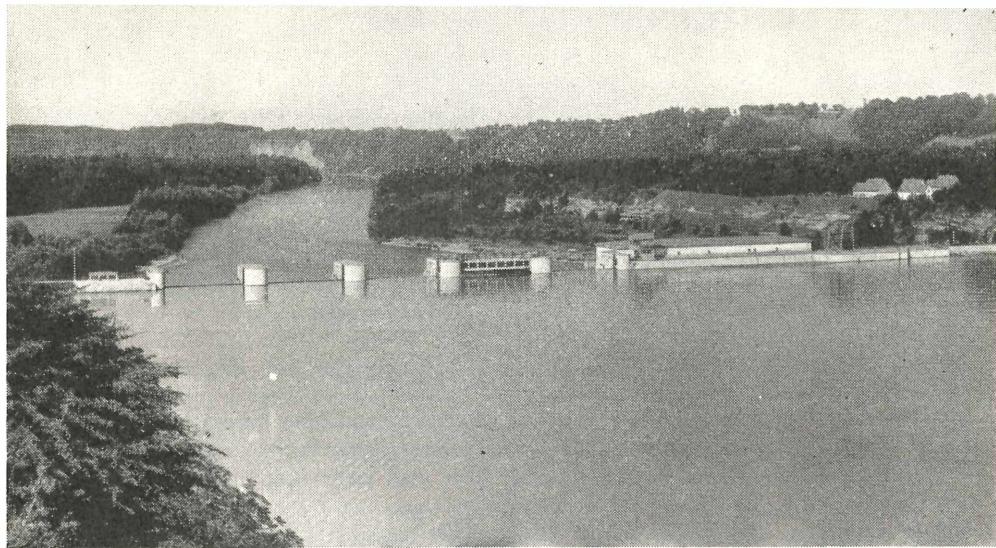


Abb. 4: Ennsstau Stausee in der Nähe der Staumauer und Stauwurzelgebiet des untersten Mühlradinger Staues.

Bild: Ennskraftwerke-AG.

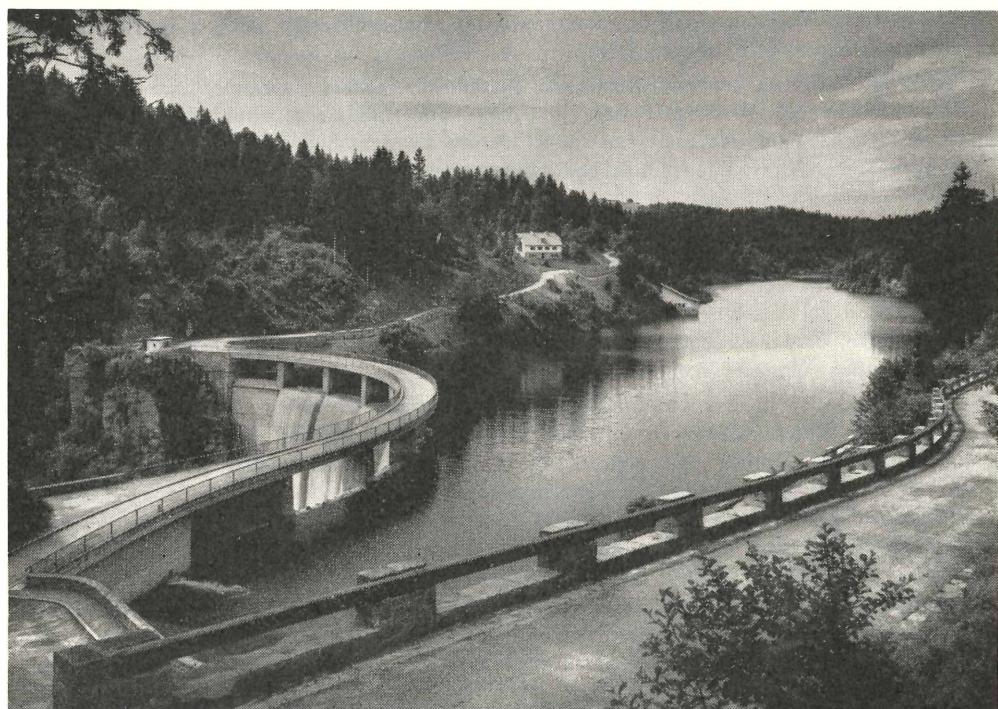


Abb. 5: Ranna-Stausee (westliches Mühlviertel, Oberösterreich). Stau eines Stollenkraftwerkes; bei Überwasser.

Bild: Oberösterr. Kraftwerke-AG.

führt, werden Fische von unten aufsteigen; werden dann die Schützen wieder geschlossen, so wird das Wasser plötzlich scharf zurückfallen, und die aufgestiegenen Fische werden entweder in zurückbleibenden Tümpeln abgeschnitten werden und schließlich ersticken, oder unmittelbar aufs Trockene zu liegen kommen. Sicher nun werden sich für die toten Fische Abnehmer finden, insbesondere auch aus der Vogelwelt; es könnte dieser Fall aber auch für die Hygiene interessant werden. Für die Fischerei muß man die verheerendsten Folgen befürchten, denn es wird — wie ohne weiteres einleuchtet — an der Fischerei so wesentlich mehr Schaden angerichtet werden, als der Zerstörung des Ertragsvermögens der zur Debatte stehenden Flußstrecke selbst entspricht.

Über die „sonstigen“ drohenden Gefahren und Schädigungen, d. h. jene, welche die Fischerei nicht unmittelbar angehen, nur einige Hinweise:

Die Trockenlegung eines Flußbettes bringt unweigerlich ein sich weithin erstreckendes Absinken des Grundwasserspiegels im angrenzenden Land mit sich. Im Gefolge davon können Wälder verdorren, Brunnen versiegen und fruchtbare Ackerland zu Heide und Steppe werden. Die Seelenkraft spendende Bezauberung, die von der lebendigen Welle ausging, ist dahin; statt dessen erregt das leere, verwahrlost wirkende Flußbett Gefühle des Grauens und der Trostlosigkeit.

Im Winter muß mit Ausfrieren des Flußbodens und Grundeisbildung gerechnet werden. Stürzen die Frühjahrshochwässer auf den so gelockerten Talboden, so ist neben Uferabbrüchen die rasche Tieferlegung des Flußbettes, welche die im vorangegangenen Absatz genannten Gefahren verschärft, eine sichere Folge.

Allen geschilderten Gefahren könnte mittels des Baues von Sohlschwellen, wie oben geschildert, begegnet werden und darüber hinaus würden mit den Flachstauen sehr fruchtbare und leicht befischbare Gewässer geschaffen werden.

Dort, wo es nicht möglich ist, durch den Einbau von Sohlschwellen den alten Fluß-Mittelwasserspiegel zu erhalten, d. h. überall dort, wo das Flußgefälle relativ groß ist, sollten keine Kanalkraftwerke errichtet werden. Bei Stollenkraftwerken sind die notwendigen Voraussetzungen nie gegeben — ein Grund mehr, künftig von ihrem Bau grundsätzlich abzusehen.

Zur Frage des fischereiwirtschaftlichen Wertes von Kanälen bzw. den Wünschen der Fischerei bei ihrem Bau, wird später in größerem Zusammenhang Stellung genommen werden. (s. S. 24.)

### III.

## Zum Fischpaß-Problem und zur Frage der Anwendung von elektrischen Leit-, Sperr- und Scheuchgeräten bei der Bewirtschaftung von Laufstauen

Ohne Frage ist die Unterbrechung des freien Ganges eines Flusses durch eine oder mehrere Quermauern ein folgenreicher Eingriff in sein biologisch-ökologisches Regime: Die Wanderungen, die manche Fischarten, vor allem bei der Laichzeit und bei ansteigendem Wasser durchführen, finden an den Staumauern ihr Ende; oft kehren die Fische wiederum, in anderen Fällen lassen sie sich zwar zum Laichen „verleiten“, ob ihre Brut jedoch am „Ausweich-Laichort“ aufkommt, muß erst die Prüfung von Fall zu Fall ergeben.

Man hat nun bekanntlich mit viel wissenschaftlichem und technischem Aufwand versucht, die durch den Bau von Kraftwerken unterbrochene Fluß-Kontinuität mittels Fisch-aufstiegen, „Fischpässen“, wieder herzustellen. Gute Fischpässe bestehen bekanntlich aus treppenartig abgestuften Folgen von Betonbecken; auf die verschiedenen Bautypen und ihr Funktionieren brauchen wir hier nicht einzugehen.

Der ausschließliche Zweck von Fischpässen ist die Wiederherstellung des freien Fischzuges. Fischpässe wurden während der letzten Jahrzehnte ziemlich viele gebaut; manche

werden ihrem Zweck befriedigend, andere, wie z. B. die Pässe an den Innstauen bei Obernberg und insbesondere derjenige bei Ering, nur mangelhaft gerecht.

Unsere Untersuchungen an bestehenden Pässen haben vor allem das eine, in unserem speziellen Zusammenhang Wichtige erwiesen, daß nämlich der Bau von Fischpässen dann seinen Zweck weitgehend, eigentlich ganz, verfehlt, wenn in einem Flußgebiet eine Kette von Kraftwerken angelegt wird. Der unterste Paß wird dann zwar unter Umständen noch gut benutzt; schon den folgenden jedoch passieren kaum ein Zehntel der Fischmengen, die am untersten aufsteigen, wobei unterstrichen angemerkt sei, daß auch der unterste Paß oft nur von wenigen Prozenten der ankommenden Fische ganz durchstiegen wird.

Auch die Untersuchungen am gestauten Main ergaben, daß die Fischwanderung fast zum Erliegen gekommen ist, trotz guter Pässe und obwohl die (allerdings zahlreichen) Stufen nur wenige Meter hoch sind. (Die Mainstause dienen in erster Linie der Schiffsfahrt.) Sehr bemerkenswert ist es indessen, daß die Jungaal-Wanderung auch im gestauten Main noch gut funktioniert. Junge Aale werden offenbar auch durch ganz schwache Strömungen noch flußaufwärts „gelockt“ Ihre Wandervergangenheit im Meer — dort mußten sie nur durch den strömungsschwachen Golfstrom geleitet, über tausende von Kilometern von Mittelamerika bis zu den Küsten Europas schwimmen — macht solche Anpassungen begreiflich. Aale sind aber nicht Meister im Richtungsschwimmen, sie sind auch gute Kletterer, was ihnen bei der Überwindung von Hindernissen jeder Art, also auch von Staumauern, hervorragend zustatten kommt.

Das Anlegen von Fischpässen kostet viel Geld, ganz abgesehen davon, daß sie für die Kraftwerke sachfremde Bauelemente darstellen. Der Fischereiwirtschaft ist, wie schon gesagt, jedenfalls in der Regel, mit Fischpässen wenig gedient, wenn in einem Flußgebiet eine *kontinuierliche* Reihe von Kraftwerken angelegt wird. Es ist dann für die Belange der Fischerei ungleich zweckdienlicher, die so frei werdenden Geldmittel beim fischereirichtigen Ausbau der Stauhaltungen zu verwenden und, nach der Bauvollendung für das Ingangbringen einer intensiven Fischereiwirtschaft, insbesondere für die Einbringung von reichlich Besatzfischen. Von allen hierhergehörenden Fragen wird in späteren Abschnitten noch ausführlich die Rede sein.

Zur Frage: *Fischpaß — ja oder nein* — sei noch folgendes zu bedenken gegeben. Bei großen Flüssen müssen die Wassermengen, welche über die Fischpässe fließen, notwendigerweise im Verhältnis zu denjenigen, die bei den Turbinenausläufen ausströmen, minimal sein. So kommt es, daß die von unten ankommenden Fische nur schwer den Zugang zum Paß finden und auch von diesen wird wieder nur ein Bruchteil über die Paßstufen zum Oberwasser aufsteigen: denn daß für einen aufstiegsbereiten Fisch ausgerechnet dort, wo die geringe Paß-Wassermenge ins Unterwasser einfließt, eine Möglichkeit besteht, ins Oberwasser zu gelangen, kann er ja nur auf Grund der Sinneseindrücke erkennen, die ihm sein Strömungs-Sinnesorgan, die Seitenlinie, vermittelt. Jedenfalls: Bei hohen Wasserführungen von Flüssen, auch bei bedeutenden Höhen der Mauern sind Pässe von höchst zweifelhaftem Wert und man kann die Befürwortung ihres Baues nicht verantworten.

Aber auch in anderen Fällen, nämlich dann, wenn die Staue breit, das heißt strömungsschwach und verschickt sind, verfehlten die Pässe bei Stauketten weitgehend ihren Zweck. Das träge Wasser in den Stauhaltungen selbst ist nicht mehr anregend genug, um die Fische zum weiter Aufwärtswandern zu veranlassen. Sie bleiben dann entweder in den Stauen oder ziehen — das gilt vor allem für die Kieslaicher — in etwa vorhandene Seitenbäche.

In Fällen, bei denen — wir werden später kennenlernen — die Strömungsgeschwindigkeiten auch nach dem Einstau ziemlich hoch bleiben, jedenfalls so hoch, daß

es nicht zu ausgedehnten Verschlickungen kommt, kann angenommen werden, daß die Fische auch in den Stauen weiter aufwärts wandern. Es ist dann denkbar, daß auch beim zweiten oder sogar dritten Paß einer Kette der Aufstieg noch einigermaßen funktioniert. Die Strömungsgeschwindigkeiten müssen aber dann im Oberwasser in der Nähe der Mauer doch noch 0.5 bis 0.6 m/sec. betragen.

Wir sagten weiter oben, daß ein Flußstau als weitgehend abgeschlossener Lebensraum zu werten ist. Es liegt auf der Hand, daß diese Feststellung, je nach Lage des Falles, nur unter Vorbehalten richtig ist, denn schließlich muß das ganze Wasser, das ein Fluß führt, ja doch die Staumauer passieren. Für die Fischereiwirtschaft ergeben sich daraus bei paßlosen Bauten erhebliche Gefahren insofern, als die Fische nicht von unten nach oben gelangen können, wohl aber von oben nach unten. Auch die Anhäufung von Fischen, vor allem zur Zeit der Frühjahrswanderung, unterhalb der Staumauern, ist dann unerwünscht, wenn es sich um Fische handelt, die nach Laichgelegenheiten suchen.

Beiden Schwierigkeiten zu begegnen war früher kaum möglich. In den *elektrischen Sperr- und Scheudgeräten* sind aber jetzt Mittel entwickelt worden, die Fische sowohl von den Turbineneinläufen oder den Wehrkronen fernhalten, als auch von den Turbinenauslässen, oder aber, sie mittels elektrischer Leitgeräte vorher schon so zu lenken, wie es im Interesse der Fischereiwirtschaft wünschenswert ist. Gerade die zuletzt genannte Möglichkeit rückt das Problem der Schaffung von künstlichen Laichplätzen mit besonderem Nachdruck in den Vordergrund. Mehr auch hierüber wird in späteren Abschnitten, in welchen diese Probleme speziell behandelt werden, zu sagen sein.

#### IV.

### Die Ausgestaltung der Stauräume unter dem Gesichtspunkt der Interessen der Fischerei

#### 1. Die Beckenform.

Je mehr sich die Gestalt eines Staubeckens von einfachen geometrischen Formen wegbewegt, umso besser ist es sowohl für das Gedeihen der Fischwelt als auch für die Ausübung der Fischerei: Je buchtenreicher ein Becken ist, umso mehr Orte relativer Strömungsstille sind vorhanden, d. h. auch umso mehr gute Fangplätze. In den Buchten — vor allem in Gebieten mit leichten Rückströmungen — halten sich Fische besonders gern auf; für *manche* Arten — die sogenannten Krautlaicher, Hedte, Brachsen, Schleien, Karpfen und andere — entwickeln sich erst dort die „richtigen“ Laichplätze. Für alle Arten aber sind dies Orte, welche bei Hochwasser Schutz bieten. Daß ein Becken mit unregelmäßiger Uferlinie mehr landschaftliche Reize bietet, als ein glattliniges, ist ein weiteres wesentliches Plus.

#### 2. Ausstände, Altwässer und beim Einstau überflutete ehemalige Landflächen.

Altarme und Ausstände sind von ähnlicher, jedoch noch größerer Bedeutung für die Fischereiwirtschaft als die oben besprochenen Buchten.

Was zunächst die Altwässer anlangt, so sollte mit allen Mitteln getrachtet werden, sie mit dem Stau in offener Verbindung zu halten. Liegen Altwässer bereits im Mittel- oder Untergebiet des Staus, so ist es — sollen sie ihrer biologisch-wirtschaftlichen Funktion voll gerecht werden — notwendig, sie durch Erhöhung bestehender Leitwerke oder Dämme gegen den Hauptstrom hin abzuschirmen.

Solche Altwässer haben eine vielfältige Funktion. Sie dienen noch besser als Buchten sowohl als Ruhe- wie auch als Schutzplätze, insbesondere aber auch als Hochzeitsorte und Kinderstuben für die bereits weiter oben genannten Fischarten, welche für diese

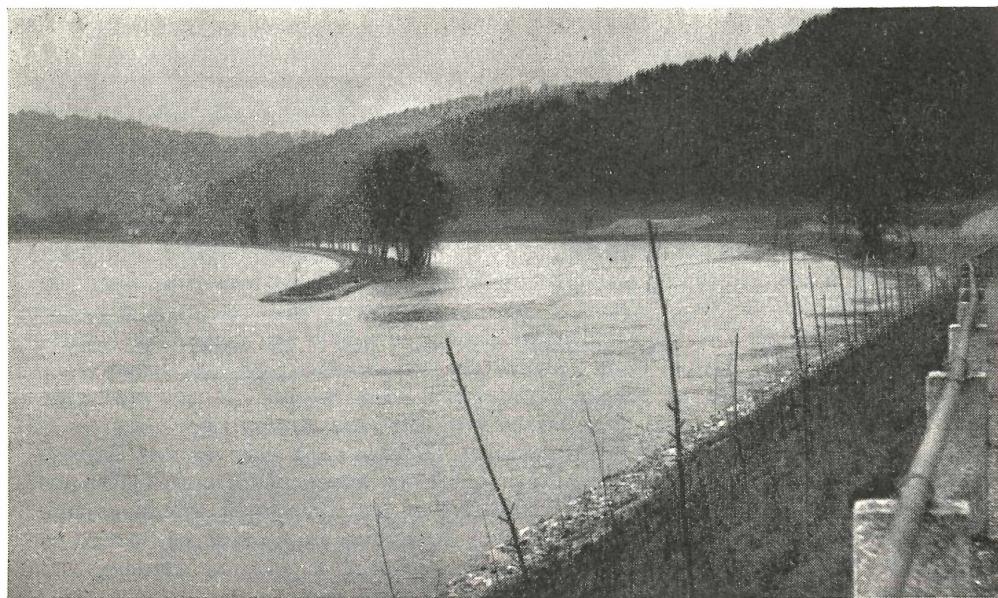


Abb. 6: Stauraum Passau-Jochenstein: Erlauer Altwasser. War ehemals eine quadratische Bucht mit einem Areal von  $1/10$  ha, an das sich zwei nur bei Hochwasser gefüllte Gräben anschlossen. Im Zuge des Ausbaues in einen 4 ha großen, unten weit offenen, fischereiwirtschaftlich hochwertigen Ausstand mit konstantem Niveau umgewandelt.



Abb. 7: Stauraum Passau-Jochenstein: Altwasser beim Kernmüller-Sporn. Ehemals kleines Altwasser mit wechselndem Spiegel, jetzt schön ausgebaut, am oberen Ende kleinerer Quellbach-Zufluß.

Bild 6 u. 7: Dr. Bruscheck

Belange Gebiete mit krautigem, weichem Untergrund benötigen. Auch für das Aufkommen der ausschlüpfenden Brut sind solche Gebiete von ausschlaggebender Bedeutung. Mit einem Wort, sie sind *Bewirtschaftungsschlüsselgebiete*. Nicht nur, daß die Brut im Altwasser vor Strömungen und dem Wellenschlag geschützt ist, auch die Ernährungslage ist für sie dort entscheidend günstiger als irgendwo sonst im Raum eines Laufstaues. (Näheres weiter unten.)

Von ganz besonderer Bedeutung für die Entwicklung der biologisch-fischereilichen Zustände ist auch die Gestaltung der *Durchflußverhältnisse*. Am *stromabwärts gerichteten Ende* eines Altwassers sollte ein möglichst breiter Zugang geschaffen werden. Einmal, damit man das Altwasser leicht befahren kann, aber auch um Fischen, die einziehen wollen, dazu reichlich Platz zu bieten.

Bezüglich der Regelung der entsprechenden Verhältnisse am *oberen Ende* eines Altwassers sind allgemein geltende Festlegungen nicht möglich; diese Frage muß vielmehr von Fall zu Fall entschieden werden. Immerhin seien die wesentlich erscheinenden Gesichtspunkte für die verschiedenen Entscheidungseventualitäten angeführt.

Gehen wir vom extremsten Fall aus, nämlich, daß das obere Ende keine Verbindung zum Hauptstrom hat, d. h., daß dem Altwasser überhaupt kein Frischwasser zugeführt wird. Diese extreme Variante hat den einen Vorteil, daß das Altwasser praktisch strömungsfrei ist; es entwickeln sich in ihm ähnliche Verhältnisse wie in Karpfenteichen. *Insbesondere wird sich in diesen Gebieten, entgegen einem für den Laufstau sonst geltenden „Grundgesetz“ reichlich tierisches Plankton entwickeln, was für das Aufkommen der Fischbrut von lebenswichtiger Bedeutung ist.* Andererseits ist, falls überhaupt kein Frischwasser von oben her einströmt, die Gefahr gegeben, daß Sauerstoffarmut und Faulschlammbildung auftreten. Jedenfalls sollte in der Regel doch so viel Wasser zugeführt werden, daß wenigstens eine gewisse Erneuerung, etwa ähnlich wie bei Karpfenteichen, garantiert ist. Es genügen Sekunden-Mengen, die, bezogen auf den Rauminhalt eines Altwassers, so gering sind, daß es zwei oder mehr Wochen dauern würde, bis der betreffende Raum durch den Zufluß *einmal* ausgefüllt würde. Auch dann wird sich noch reichlich Krebsplankton entwickeln. Zudem werden durch den Zufluß Nährstoffe zugeführt — vor allem organische —, die dank der auch dann praktisch nicht vorhandenen Strömung sedimentiert und in eine neue lebende Substanz überführt werden.

Dazu einige „quantitative“ Hinweise: Im zuflußlosen Altwasser betragen die Nährtiermengen am Boden selten mehr als 200 kg/ha, in solchen mit Zuflüssen kann das Nahrungsangebot auf ein Vielfaches davon ansteigen. Man könnte durchaus auch daran denken, Altwässer mit Superphosphat zu düngen, wenn nötig auch zu kalken, kurz: sie wie Karpfenteiche zu behandeln.

Ein nicht unwichtiger Gesichtspunkt bei der Entscheidung der Zuflußfrage ergibt sich auch aus der Tatsache, daß es für das Aufkommen der Krautlaicherbrut wesentlich ist, daß Altwässer sich möglichst rasch erwärmen. Je sparsamer nun ein Altwasser von oben her mit Frischwasser versorgt wird, umso rascher erwärmt es sich. In günstig gelagerten Fällen können die Unterschiede gegenüber dem Hauptstrom mehrere Grade betragen.

Weiterhin: Je mehr Wasser einem Altarm von oben her zugeführt wird, umso rascher muß man mit seiner Verlandung rechnen. Außer der zugeführten Wassermenge spielt hierbei das Ausmaß des *Schwebetriebes* eines Flusses eine wesentliche, u. U. die ausschlaggebende Rolle. Vor allem Flüsse, die — wie etwa der Inn — große Mengen mineralischen Schweb mit sich führen, verursachen in strömungsarmen Gebieten rasche Verlandungen, und zwar vorwiegend *Versandungen*, welche besonders *unerwünscht* sind. (s. dazu S. 25.) In solchen Fällen ist die *völlige Abschließung von Altwässern und überfluteten Gebieten von oben her* am Platz.

Eine Verlandung von Ausständen und Altwässern kann im übrigen *nie* ganz verhindert werden. Sie schreitet langsam oder schnell, jedenfalls aber unaufhaltsam fort. Auch hier muß eine künftige Stau-Fischereiwirtschaft daran denken, ähnlich wie bei der Karpfenteichwirtschaft, der Verlandung durch entsprechende Entlandungen entgegenzuwirken.

\* \* \*

Die Fischereibiologie unterteilt bekanntlich Flüsse in vier Regionen, die nach bestimmten, diese Regionen charakterisierenden, Fisch-Leitformen benannt werden. Die meisten Kraftwerke werden in der sogenannten Barbenregion — der dritten von der Quelle an gerechnet — angelegt. Die Barbenregion ist einerseits gekennzeichnet durch erhebliche Wasserführung der Flüsse und durch so viel Gefälle, daß die Strömungsgeschwindigkeiten so hoch bleiben, daß die Flußsohlen mit *blankem*<sup>1)</sup> Schotter bedeckt sind. Letzteres gilt auch für die beiden nach oben anschließenden Regionen, die Äschen- und die Forellenregion. Im übrigen vergrößert sich, je mehr man flußaufwärts geht, der Schotter mehr und mehr, während die Wasserführungen geringer werden, das Gefälle hingegen zunimmt. Befindet sich nun ein Laufstau noch in der ausgesprochenen Äschen-Forellen-Region, so wird man in der Regel Altwässern oder überstaute Gebieten von oben her wesentlich mehr Wasser zuführen, als wenn er in der Barben-Brachsen-Region liegt, jedenfalls so viel, daß eine breite Rinne so stark durchströmt bleibt, daß der Schotter nicht versandet oder verschickt. Die Verschlückung sollte auf die Randgebiete, die dann zu *guten Weideplätzen* werden, beschränkt bleiben. Die *blank* bleibende Mittelrinne kommt als Laichgebiet in Frage.

|| Noch ein Wort über beim Einstau zur *Überflutung kommendes ehemaliges Land*: Solche Gebiete können ganz ähnlich wie Altwässer behandelt werden: Insbesondere müssen sie gegen den Hauptfluß durch so hohe *Leitwerke geschützt werden*, daß auch Hochwässer nicht über deren Kronen spülen. Oft können als Fundamente solcher Leitwerke bestehende alte Dämme benutzt werden. Im übrigen gilt für die Vorbereitung von zur Überflutung kommenden Gebieten dasselbe, was in einem folgenden Abschnitt dieses Kapitels über die *Ausgestaltung der Stauböden* gesagt wird.

Was schließlich die Behandlung abgedämmerter Überflutungsgebiete hinsichtlich Entlandung, Düngung usw. angeht und was die Entwicklung ihrer biologischen Verhältnisse betrifft, so gilt für sie das gleiche, wie das schon früher für die Altwässer Gesagte.

### 3. Die Stauwurzel.

Die Ausgestaltung der Stauwurzel hat fischereiwirtschaftlich dann eine *besondere* Bedeutung, wenn im Bereich einer Stauhaltung keine niveau-gleichen Seitenbäche einmünden. Die Stauwurzel ist nämlich dann in vielen Fällen das einzige Gebiet im Stau, in welchem eine natürliche Fortpflanzung der Fischarten noch möglich ist, welche für das Flüßgebiet an sich charakteristisch sind. Vor allem handelt es sich dabei um Äschen und im strömenden, kiesgründigen Wasser laichende Weißfische (Nasen, Barben); daneben können Forellen und Huchen eine Rolle spielen. Die Erfahrung lehrt, daß diese Fische auch dann laichen, wenn die ihnen gebotenen Laichorte nicht voll ihrem „Ideal“ entsprechen. Allerdings, soviel ist auf jeden Fall notwendig, vor allem für die normale Entwicklung des Laiches: daß etwa nuß- bis faustgroßer Schotter den Flüßboden überzieht und daß dieser weder von Verschlammung, noch vom Weiter- oder Weggetragenwerden bedroht ist. Auch sollte das Gebiet nicht zu klein sein; Strecken von mindestens hundert oder einigen hundert Metern von *der Stelle* abwärts, an welcher die Wirbel der Turbinenausläufe zur Ruhe kommen, erscheinen ausreichend. Die Strömungsgeschwindigkeit sollte in einem Kieslaichgebiet 0.6 bis 0.9 m/sec. betragen. — Nach der modernen Lage der Dinge wäre

<sup>1)</sup> *Blank* bedeutet hier lediglich *nicht verschlammt* und hat mit der Algen- oder Moosbesiedlung nichts zu tun.

jetzt auch daran zu denken, unterhalb der Turbinenausläufe, an der Stelle, wo der Stromschuß aufhört, elektrische Sperren einzubauen, die die Fische davon abhalten in die Turbinenschwälle hineinzuschwimmen. — Wenn nun auch die eben skizzierten Voraussetzungen erfüllt sind, so droht dem Fischlaich in bestimmten Fällen insoferne noch eine besondere Gefahr, als er bei tagesrhythmischem Schwellbetrieb Gefahr läuft, trocken zu fallen. (Näher auf dieses Moment wird weiter unten bei der Besprechung des Einflusses des Schwellbetriebes auf die Fischerei eingegangen werden.)

#### 4. Nebenflüsse.

Stärkere Nebenflüsse wird man schon aus bautechnischen Gründen immer in der Nähe der Stauwurzel in die Staue einzuführen trachten müssen. Dies ist fischereiwirtschaftlich durchaus günstig, weil man so damit rechnen darf, daß zwischen Stau und Seitengewässer dauernd eine beschwimmbarre Verbindung bestehen bleibt. Selbstverständlich sollte man, entsprechend dem weiter oben Gesagten, Nebenflüsse zumindest so weit unterhalb der Staumauern einführen, als die durch die Turbinenausläufe hervorgerufene rasche Strömung anhält. — Was *kleine* Seitenbäche anlangt, so sollte getrachtet werden, sie nach Möglichkeit nicht mittels Pumpen über die Dämme zu heben, sondern auch sie im Obergebiet eines Staues unmittelbar in diesen einzuleiten oder, wenn dies nicht geht, ins Unterwasser.

#### 5. Die Stauböden.

Eine spätere fachgemäße und wirtschaftlich-rationelle Ausübung der Fischerei in Laufstauen setzt eine Räumung und Einebnung der Stauböden, vor allem aber des zur Überflutung kommenden Landes, voraus. In dieser Beziehung ist früher seitens des Kraftwerkbaues oft sehr nachlässig gearbeitet worden. Man hat Auwälder nur flüchtig gerodet, ja selbst Gebäude einfach im Stau untergehen lassen. Eine Fischereiausübung ist in solchen Fällen außerordentlich erschwert. In vielen bestehenden Stauen (z. B. am Inn) ist, infolge mangelhafter Räumung der Böden, das Einbringen von Fangeräten in weiten Gebieten unmöglich:

Nun gibt es aber in Stauen relativ große Areale, die *Flächenzuwachsleistungen* an Fischen hervorbringen könnten, die weit über denjenigen unserer besten Karpfenteiche, nämlich über 500 Kilogramm pro Hektar und Jahr, liegen. Das Hauptproblem ist in fast allen Fällen mit der Frage gegeben: Wie dieses Segens habhaft werden? — War die Stauräumung mangelhaft, so kann schon aus diesem Grund eine ernsthafte fischereiwirtschaftliche Nutzung ausgeschlossen sein.

#### 6. Die Beckenwände.

Die Wände der Staubecken sollten möglichst nicht steil gebösch't und nicht glatt sein. Sind Sicherungen notwendig, so gebührt der Lebend-Verbauung vor allen anderen Verbauungsarten der Vorrang. Je glatter und hohlraumloser eine Wandverkleidung ist, umso ungünstiger ist sie für die Fischerei und umso unnatürlicher wird sie wirken. Ausdrücklich sei hervorgehoben, daß „rauhe“ Dämme und Leitwerke Orte sind, an welchen sich ein reiches niederes Tierleben entwickeln kann, womit sie zu guten Weideplätzen werden.

## V

**Die Bedeutung der Strömung, des Schwellbetriebes, der Wassertemperaturen und des Sauerstoffes für die Entwicklung der fischereibiologischen Verhältnisse in Laufstauen**

#### 1. Die Strömung als solche

Mit dem *Strömungsthema* wurde diese Abhandlung begonnen und in fast jedem Ab-

schnitt wurde es wieder angeschlagen: Kein Wunder, erkannten wir in ihm doch eines der Hauptprinzipien des uns beschäftigenden Fragenkomplexes. Um den folgenden Abschnitten das notwendige theoretische Fundament zu geben und das bisher zu diesem Thema Gesagte zusammenzufassen, erscheint es geboten, die Frage der Bedeutung der Strömung für die Biologie, die Hydrographie und die Fischerei in Laufstauen nunmehr systematisch geschlossen zu behandeln.

Die wesentlichen Momente der Strömungsfrage können am besten übersehen werden, wenn man innerhalb der *an sich* zwar stetig zu- oder abnehmenden Strömungsgeschwindigkeiten *fünf kritische Stufen* unterscheidet. Diese Stufen entsprechen distinkt verschiedenen Gestaltungsformen der „Natur“ von Laufstauen und Flüssen im allgemeinen!

Wenn wir mit den *hohen* Geschwindigkeiten beginnen, so liegt die erste kritische Grenze bei etwa 1.70 m/sec. und oberhalb, eine zweite bei etwa 1.20, eine dritte bei 0.60 bis 0.80, eine vierte bei 0.30 bis 0.50 m/sec. und eine fünfte bei und unterhalb 0.20 m/sec. Zunächst sei kurz geschildert, welche formenden Wirkungen die verschiedenen Geschwindigkeiten auf die Natur von Flüssen haben.

Bei Geschwindigkeiten von 1.70 m/sec. und mehr geraten auch die größten Geschiebestücke in Bewegung. Wenn jedenfalls in einem Fluß Geschwindigkeiten von gegen 2 m über längere Zeiten vorherrschen, so räumt er sein gesamtes Geschiebe aus. Die gleichzeitig vehement einsetzenden Sohleneintiefungen finden erst dann ihr Ende, wenn der Fluß auf dem blanken anstehenden Fels angekommen ist. Ein typisches, hierher gehöriges Beispiel bietet die regulierte Traun unterhalb Marchtrenk.

Bei Regulierungsverbauungen in früheren Jahrzehnten, aber auch noch in jüngster Zeit, hat man diese Tempostufe nicht selten mittels Kanalisierung und Beseitigung aller Abflußhindernisse erreicht und damit die Ursache gesetzt für jene verheerenden Erscheinungen, die ein rasches Tieferlegen von Flußsohlen mit sich bringt: Vor allem das parallelgehende Absinken des Grundwasserspiegels und die damit zwangsläufig gekoppelte Wertverminderung, ja Wertvernichtung des den Fluß begleitenden Kulturlandes.

Fischereiwirtschaftlich sind solche Flußstrecken begreiflicherweise fast wertlos; ihre Wertlosigkeit ist weniger dadurch bedingt — dies sei nachdrücklich hervorgehoben —, daß ein ehemals in Bögen und Schlingen dahinströmender Fluß in einem mehr oder minder geradlinigen Kanal verwandelt wurde, sondern vor allem verursacht durch die hohen Strömungsgeschwindigkeiten. Es gibt künstliche kanalartige Fließgewässer, die sehr fruchtbare und gute Fischwässer sind; wir brauchen nur an viele Mühlbäche zu erinnern. Nur eben dürfen Kanäle kein großes Gefälle (und keine damit erzwungenermaßen verbunden) massiv verbauten Sohlen und Wände aufweisen. In Mühlbächen sind die Strömungsgeschwindigkeiten aus Gründen, die mit ihren technischen Zwecken verbunden sind, meist sehr gering und biologisch fallen diese Gewässer in die unterste Stromgeschwindigkeitsgruppe. Ihr bisweilen gewaltiger Reichtum an Fischnährtieren (und die sehr guten Fischernten!) haben dieselben Ursachen wie der entsprechende Reichtum in den meisten Laufstauen. Wir werden darauf noch ausführlich zurückkommen.

In den fischereiwirtschaftlich leicht beherrschbaren Mühlbächen können die mit dem Nahrungsreichtum verbundenen hohen Fischerntemöglichkeiten leicht realisiert werden, ganz im Gegensatz zu den schwer befischbaren Laufstauen. Auch auf diese Frage werden wir später zurückkommen. Hier sei nur gesagt, daß nicht wenige Mühlbäche oder regulierte Gerinne, deren Strömungsgeschwindigkeit unter 20 cm/sec. liegen, zu den wertvollsten und ertragsreichsten Fischwässern gehören. Ganz anders liegen die Dinge, wenn dieselben Gerinneformen soviel Gefälle haben, daß es zu Strömungsgeschwindigkeiten von etwa 1.30 m oder mehr kommt. Diese Wässer, obwohl dem äußeren Aspekt nach ähnlich, stehen am anderen Ende der fischereilichen Wertskala: sie sind nahezu oder ganz wertlos.

Die folgende Stufe (Strömungsgeschwindigkeit etwa 1.20—1.70 m/sec.) ist jene, bei deren Überschreitung der grobe Kies in Bewegung kommt; umgekehrt ausgedrückt, bei welcher den Flussohlen alle Ablagerungen, welche feiner sind als mittelgroßer bis grober Kies, vor allem also Sand und Schlick, fehlen. Solche Flussgebiete (Beispiel die Donau unterhalb Passau vor dem Bau des Kraftwerkes) sind durch ein grobes unruhiges Bodensubstrat charakterisiert, was für die Entwicklung, vor allem der tierischen Besiedlung, wenig günstig ist.

Flussgebiete, in welchen diese Strömungsgeschwindigkeiten vorherrschen, sind von Fischen bewohnt, die vor allem von pflanzlicher Nahrung leben, den Näslingen, Barben und anderen. Für die Produktion niederer Pflanzen, d. h. vor allem von feinen Algenüberzügen über den Steinen, ist ein solches Milieu nicht ungünstig. Algenüberzüge und Aufwuchs bilden sich rasch und können sich vor allem rasch *neu* bilden, wenn das grobe Geschiebe dieser Region bei Hochwasser in Bewegung geraten sein sollte.

Die nächste nach unten folgende Stufe, nämlich die Strömungsgeschwindigkeit 60 bis 90 cm, ist eine der fischerei-biologisch wichtigsten und wünschenswertesten! Es ist die Stufe, bei welcher Sand und feiner Kies noch nicht abgelagert bzw. vom Fluss noch weiter mitgeführt werden, bei welcher jedoch der mittelgroße Kies und alles gröbere Geschiebe dauernd in Ruhe bleiben. (Höchstens vorübergehend bei Hochwasser nicht.) Wenn solche Gebiete noch durch landwirtschaftlich genutzte Umgebungsflächen oder auch über Hausabwasser Nährstoffe zugeführt bekommen (in der richtigen Dosierung!), so entwickeln sich die ertragsreichsten Gewässerstrecken der Äschen-Forellen-Region. Hierher gehören die meisten Forellen-Äschen-Wässer des Inn- und des Hausruckviertels. Ein besonders markantes Beispiel stellt auch die Gmundener Traun dar, die in den ersten etwa drei Kilometern vom Seeausrinn abwärts einen immensen Reichtum an Fischnährtieren aufweist.

Die nächste nach unten folgende kritische Grenzgeschwindigkeit liegt bei 25—50 cm/sec. Biologisch-hydrographisch kritisch ist sie deshalb, weil hier der Bereich ist, in welchem die Flüsse feineren und gröberen Sand ablagern. Sand nun erweist sich als ein besonders schlechtes biologisches Substrat.

Einmal bietet es keine Flächen, die etwa Algen zum Besiedeln einladen, aber auch der niederen Tierwelt bietet es keine guten Lebensmöglichkeiten. Dazu kommen weiters für die Entfaltung von Organismen ungünstige Momente. Hierher gehört die leichte Beweglichkeit des Sandes, d. h. die Formunbeständigkeit solcher Wohnflächen. Eine weitere Ursache der relativen Sterilität sandiger Flussböden ist darin zu suchen, daß die Schleppkräfte eines Flusses bei der zur Debatte stehenden Strömungsgeschwindigkeit in der Regel zwar nicht mehr ausreichen, Sand im Schweb mitzuführen, andererseits aber noch zu groß sind, um den nährenden organischen Detritus zur Sedimentation kommen zu lassen. Dieser zuletzt genannte, für die Biologie und die Fischerei in Stauen überragend bedeutungsvolle Vorgang setzt erst stärker ein — wir betonten dies weiter oben schon —, wenn die Strömungsgeschwindigkeiten unter 20 cm/sec. sinken: Die dann erfolgende Sedimentation des organischen Geschwesbes hat auf den Staubböden die Bildung einer Nährschlammschicht zur Folge, die ein außerordentlich aktives biologisches Substrat oder, vom fischereiwirtschaftlichen Grundwert her gesehen, einen höchst produktiven Unterwasser-Acker darstellt.

Dieses Kapitel abschließend muß noch auf ein für die Beurteilung von Flussedimenten wesentliches, bisher unberücksichtigt gelassenes Moment eingegangen werden: Bei der Besprechung der fünf Strömungsgeschwindigkeitsstufen wurde, um die Darstellung übersichtlich zu halten, so vorgegangen, als ob Flüsse, zumindest auf längere Strecken, mehr oder minder unveränderliche Strömungsgeschwindigkeiten aufweisen würden. Dies ist, wie jeder, der die Dinge kennt, weiß, *keineswegs* der Fall: Erstens ändern sich die

Strömungsgeschwindigkeiten einer bestimmten Flussstrecke mit der Wasserführung und zweitens sind sie an bestimmten Querschnittsstellen gegen die Ufer zu oft erheblich verschieden von jenen der Flussmitte. Die Folge der zuletzt genannten Verschiedenheiten ist die unterschiedliche Beschaffenheit der Sedimente eines Flusses von innen nach außen. Je mehr ein Flussquerschnitt sich der U-Form nähert, umso gleichmäßiger sind seine Bodenablagerungen; je unregelmäßiger sein Querschnitt ist, umso verschiedenere Sedimente lagern auf engem Raum nebeneinander. So findet man vielfach Flüsse, deren Sohlen im Gebiet des Stromstriches mit mittelgroßem Schotter belegt sind, an deren Gleithängen jedoch Sand und sogar Schlick abgelagert sind. Sand- und Schlickablagerungen findet man des öfteren auch an Flussufern über dem Mittelwasser-Niveau abgelagert, als Bänke, welche normalerweise trockenliegen. Sie bilden sich zu Zeiten zurückfallenden Hochwassers.

Bei Laufstauen kann es, auch wenn die mittlere Strömungsgeschwindigkeit, bezogen auf den Stromstrich, über 50 cm/sec. beträgt, in den Randgebieten und insbesondere am Boden flacher Ausstände leicht zur Ablagerung von Schlick oder Sand kommen. Man darf sich durch solche *Randsedimente* nicht zu falschen Urteilen verleiten lassen über die Beschaffenheit der Sedimente im eigentlichen Flussbett, von dessen Sohle man ja in der Regel bei Laufstauen unmittelbar nichts zu sehen bekommt. Ein Beispiel hiefür ist im Stauraum Passau-Jochenstein gegeben, der stellenweise sandig-schlammige Randstreifen aufweist, dessen Sohle aber auf ihrer ganzen Länge und nahezu ganzen Breite aus reinem, ziemlich grobem Schotter besteht.

Es ist im übrigen höchst reizvoll, Flüsse in Gebieten mit wechselnden Wasserführungen hinsichtlich der Beschaffenheit ihrer Sedimente zu beobachten. Es können Strecken mit blankem Felsboden mit Strecken wechseln, in welchen Sand lagert; auf solche Strecken wiederum können Abschnitte mit mittelgroßem Schotter folgen u. s. f. Bei Niederwasser kann man einen kleiner gewordenen Fluss über groben Schotter und Blöcke strömen sehen, während seitlich davon Bänke mit Ablagerungen der verschiedensten Feinheitsgrade aufragen.

## 2. Veränderung der Schleppkräfte bei Hochwasser und bei stärkerer Schwebstoffführung.

Bei unseren bisherigen Darlegungen zur Frage der Strömungsgeschwindigkeit in Laufstauen gingen wir von der jeweiligen mittleren Wasserführung aus; wir bemerkten aber verschiedentlich schon, daß die Kräfteverhältnisse bei Hoch- bzw. Niederwasser wesentlich verschieden von einander sind.

Was zunächst die Strömungsgeschwindigkeit bei Hochwasser anlangt, so ist sie (im Gegensatz zum normalen Fluss) in Laufstauen linear proportional zur Wasserführung. Der Grund für diese lineare Entsprechung liegt darin, daß, wie bereits dargelegt, der Querschnitt in Laufstauen (im Gegensatz zu Flüssen) von der Wasserführung praktisch unabhängig ist: Bei Niederwasser wird die Spiegelgleichheit von Laufstauen durch die Wehrkrone garantiert, bei Hochwasser wird, unter möglichster Vermeidung von Spiegelerhöhungen, das Überwasser so weggeführt, daß die Wehrkronen im jeweils notwendigen Ausmaß gesenkt werden. Zwangsläufig kommt es also bei Hochwasser in Laufstauen zu bedeutenden Erhöhungen der Strömungsgeschwindigkeit und damit auch zu proportionalen Steigerungen der Schleppkräfte. Im konkreten Fall hat diese Steigerung eine Wiederüberführung von abgelagertem feinen und gröberen Material in den Strom bzw. in einen Transport des Geschiebes stauabwärts zur Folge.

Drei Momente wirken einer allzu heftigen und umfangreichen Abtragung von bereits sedimentiert gewesenem Material entgegen.

1. Die meist nur zu kurze Dauer von Hochwässern.
2. Die Tatsache, daß zum Wieder-in-Bewegungsetzen von sedimentiertem Material größere Kräfte und d. h. höhere Strömungsgeschwindigkeiten als jene nötig sind, bei welchen die Ablagerung erfolgte.

3. Die weitere Tatsache, daß Schleppkräfte mit zunehmender Schwebstoffführung abnehmen: Führt ein Gewässer bereits größere Mengen Schwebstoff mit sich, so muß man den weiter oben angeführten kritischen Geschwindigkeiten bis zu fünfzig Prozent zuschlagen, um dieselben Wirkungen an Ablagerungen an der Flußsohle hervorzubringen.

Bei Niederwasser tritt das Umgekehrte ein. Die Verschlickungszone eines Staues z. B. wird je nach Zeidauer des Niederwassers mehr oder weniger weit stauaufwärts rücken. (Die oberen Zonen werden, da die Geschiebeführung bei Niederwasser gering ist oder ganz fehlt, unverändert bleiben.)

### 3. Der ideal gestaltete Laufstau.

Über die Wannenform, die Behandlung von Altwässern, von angestauten ehemaligen Landflächen, von Nebenflüssen u. s. f. haben wir im Kapitel IV ausführlich gesprochen. Was dort gesagt ist, gehört bereits mit zum Thema dieses Abschnittes. Die hier nachgetragenen Ergänzungen betreffen vor allem die *wünschenswerte Gestaltung der Staumquerschnitte*: Bezogen auf die mittlere Wasserführung sollten die Querschnitte im oberen Teil eines Staues so gestaltet werden, daß sich bei Mittelwasser Strömungsgeschwindigkeiten zwischen 0.6 bis 0.9 m/sec. entwickeln. Vor allem in Laufstauen mit großen Querschnitten ist diese fischereiologisch so sehr erwünschte Zone meistens ziemlich kurz; sie sollte jedoch, als für die Fortpflanzung der wichtigsten Staufische entscheidendes Gebiet, möglichst lang gemacht werden. Hingegen sollte die im normalen Stau nach unten anschließende Sandzone aus Gründen, die im vorausgegangenen Abschnitt ausführlich besprochen wurden, so kurz wie möglich gehalten werden. Sicher wird es Fälle geben, wo diesen Forderungen der Fischerei Rechnung getragen werden kann.

Die in vielen (aber nicht allen!) Stauen verschlickende unterste Zone — das Gebiet der relativ großen Tiefen — sollte wieder möglichst groß gehalten werden, denn in dieser Zone entwickeln sich (wie weiter oben ausgeführt) die fettesten Weiden für Fische eigentlich aller Gattungen; insbesondere aber für die Wertfische — Schleien und Karpfen — und wenn das Wasser nicht zu warm wird, auch für Äschen und Forellen.

Auch beim Bau von Kanälen könnten die Interessen der Fischerei, analog dem oben Dargelegten, berücksichtigt werden. Es sollte auch in diesem Falle getrachtet werden, einerseits die Strömungsgeschwindigkeit so niedrig zu halten, daß es zur Ablagerung von Feindetritus und damit zur Ausbildung guter Fischweiden kommt; andererseits sollten Strecken eingeschaltet werden, in welchen die Strömungsgeschwindigkeit dauernd so hoch ist, daß mittelgroßer Schotter, der nötigenfalls künstlich einzubringen wäre, blank bleibt. Die eingeschalteten Schotterstrecken können kurz sein, sie müssen auch nicht unbedingt im Obergebiet eines Kanals liegen.

## VI.

### Produktionsbiologie des Laufstaues

#### 1. Produktionstypen. (Die biologische Rolle der Strömung.)

Über die *gestaltende Wirkung der Strömung* auf Flußböden haben wir bereits eingehend gesprochen. Ihr parallelgehender beherrschender Einfluß auf die *produktionsbiologischen Verhältnisse* wurde bisher nur gestreift und soll jetzt ausführlicher behandelt werden.

Wir können drei ziemlich distinkte Produktionstypen unterscheiden; im Kapitel II (s. Seite 14) wurden sie als Schotter-, Sand- und Schlickstaue bezeichnet.

Staue mit Strömungsgeschwindigkeiten der Stufen 1 und 2, d. h. von über 1.7 bzw. über 1.2 m/sek. kommen nicht vor. Trotzdem soll unsere Betrachtung, um den Unterschied von Fluß und Stau anschaulicher zu machen, mit der Produktionsbiologie einer noch freien Flußstrecke der Strömungsgeschwindigkeitsstufe 2 (120 bis 170 cm/sek.) begonnen werden.

Das Sediment solcher Flußabschnitte — grober Schotter — ist die meiste Zeit des Jahres unruhig. Ein gutes Beispiel war die Donau zwischen Passau und Jochenstein vor dem Einstau. Unsere damaligen Untersuchungen ergaben, daß das Angebot an tierischer Nahrung (Insektenlarven, Würmer und Mollusken) in der freien Donau sehr gering war. Die Bestimmung der Mengen war schwierig. Festgestellt konnten ein bis höchstens einige Kilogramm pro Hektar werden. Die wirkliche Menge dürfte höher gewesen sein und vielleicht etwa 10 kg/ha betragen haben. — Bei dieser Lage der Dinge war die große Frage, wo und wie sich die Fische solcher Gebiete mit Nahrung versorgen. Messung und Auswertung zeigten, daß nur *eine* Quelle in Frage kommen kann, nämlich der sogenannte Aufwuchs. Bei diesem handelt es sich um ein Gemisch von Algen (in welche tierische Kleinstlebewelt eingestreut ist), welche den Schotter des Bodens mit einem feinen Film überziehen. Wenn man die Dicke dieses Aufwuchsfilms nur zu einem Zwanzigstel Millimeter (= 50 g/m<sup>2</sup> Frischgewicht) annimmt, so ergibt sich pro Hektar eine „stehende Ernte“ von 500 kg. Versuche zeigen nun, daß abgekratzter (= abgeweideter) Aufwuchs sich innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit nachbildet. Jedenfalls kann man die Aufwuchs-Jahresernte mehrmals so hoch wie die in einem gegebenen Zeitmoment vorhandene Menge (= stehende Ernte) ansetzen. Man sieht daraus, daß sich in diesen Flußregionen gute Fischbestände ernähren können, obwohl sie eine relativ nur geringe Besiedlung mit Nährtieren aufweisen. Selbstverständlich kommen als Massenfische nur solche Arten in Frage — insbesondere Näslinge und Barben —, die sich durch Abweiden des Aufwuchses natürlich ernähren. Daneben können in untergeordneter Menge andere Weißfische existieren — und eine gewisse Menge an Raubfischen (Hechte, Huchen und Zander).

Es darf nun damit gerechnet werden, daß durch den Einstau die Bildung des Aufwuchses begünstigt wird, hauptsächlich deshalb, weil der Schotter zur Ruhe kommt. (s. dazu weiter unten.) Schotterbewegungen, die mit einem Umwenden der Steine oder einem teilweisen Vergrabenwerden verbunden sein können, müssen zwangsläufig zu einer gewissen Verminderung der pflanzlichen Nahrungsproduktion führen: Bleibt hingegen der Schotter dauernd in Ruhe, so wendet er immer die gleiche Fläche dem Licht zu, es entwickelt sich ein dickerer Aufwuchsbelag, vor allem aber auch viel reicheres tierisches Leben.

Mit dem Einstau der Donau oberhalb Jochenstein, der bekanntlich schon erfolgt ist, haben sich die Flußquerschnitte im Staubereich wesentlich vergrößert; die Strömungsgeschwindigkeiten haben im jeweils gleichen Ausmaß abgenommen. War früher die Strömungsgeschwindigkeit überall 1.5 bis 2 m/sek., so wird diese Geschwindigkeit jetzt nur noch im Stauwurzelgebiet erreicht. Schon oberhalb der Mitte des Stauraumes sinkt sie unter 1 m, von hier bis zur Staumauer fällt sie auf 0.6 m/sek. zurück.

In etwa den unteren zwei Dritteln des Stauraumes ist somit die Donau in jene Geschwindigkeitsstufe eingerückt, in welcher einerseits der Schotter zur Ruhe kommt, in welcher aber andererseits weder Sand noch Schlick abgelagert werden. (Dieses Gebiet ist also ein reines Beispiel für den Typus: Schotterstau.)

Soweit das Sediment und die Wasser-Dynamik zur Debatte stehen, sind diese Eigenschaften für die Forellen-Äschen-Region charakteristisch. (Zum Problem der Verschiebung der fischerei-biologischen Regionen durch Staue später mehr.)

Die Vorhersage, daß sich im Stauraum Passau-Jochenstein die eben geschilderten Zustände mit naturgesetzlicher Zwangsläufigkeit einstellen würden, d. h. daß ein Schotterstau entstehen würde, wurde von Praktikern (und Theoretikern) des öfters bezweifelt. Begründet wurden diese Zweifel mit dem Hinweis auf die ganz anders gearteten Verhältnisse im unmittelbar nach oben anschließenden Kachletstau (der ein Schlickstau ist) und im allgemeinen Zweifeln an der Vorhersagbarkeit solcher Erscheinungen überhaupt. Die Tatsache nun, daß weite Gebiete des Kachletstaues verschickt sind, erklärt sich sehr einfach daraus, daß die Donau oberhalb Passau (ohne Inn und Ilz) im Jahresmittel nur gut 40 Prozent der Wassermenge wie unterhalb Passau führt. Jedenfalls sinken die Strömungsgeschwindigkeiten im Kachletstau bis zu der Grenze, bei welcher ein Fluß seinen feinen Schwebetrieb ablagert. (Im Stau Jochenstein kommen solche Ablagerungen nur in Altwässern und Flußeinbuchtungen in Frage.)

Der Fall, daß die Strömungsgeschwindigkeit in Flußstauen so hoch wie im Falle Jochenstein bleibt, ist der seltenere. Meist geht sie, zumindest in den unteren Stauhälften, auf unter 0,2, nicht selten auf 0,1 m/sec. und weniger, zurück. Solche Strömungsgeschwindigkeiten kommen auch bereits in den Oberschichten echter Seen vor, allerdings mit dem wesentlichen Unterschied, daß sie hier nur vorübergehend auftreten und nicht einseitig gerichtet sind. In Laufstauen kommt es bei den eben genannten Strömungsverhältnissen, wie bereits erwähnt, zum Absitzen alles feinen Materials, insbesondere auch des organischen Detritus. *Auf den Stauböden bildet sich dann eine hochproduktive Nährschlammschicht aus*, die ein außerordentlich aktives biologisches Bodenlaboratorium darstellt. Solche Staue haben viel Ähnlichkeit mit Teichen, besonders mit stärker durchströmten Karpfenteichen: Wahre Massen von Insektenlarven (vor allem Chironomiden), Weichtieren (Pisidien) und bestimmten Wurmarten, finden in diesem Stautyp einen offenbar idealen Nahrungs- und Wohnraum. Diese beste Fischnahrung darstellenden Tiere bevölkern die Stauböden (pro Hektar) im Ausmaße von hunderten, ja ein bis mehreren tausend Kilogramm Lebendgewicht. (100.000 Einzeltiere pro m<sup>2</sup> sind keine Seltenheit.) Vor dem Aufstau beträgt die Menge an tierischer Bodennahrung in solchen Flußgebieten in der Regel nur ein bis zehn Prozent davon.

Auffallend und für das Milieu- und Produktionsproblem sehr wichtig dabei ist der Befund, daß im ganzen Wasser der Stauräume Sauerstoffsättigung herrscht. Die Ursache hierfür liegt einmal darin, daß die Zufuhr von organischen Stoffen zwar fortlaufend, aber in homöopathischen Dosen erfolgt und vor allem darin, daß der Boden-Wasserkontakt laufend (ohne daß stärkere Strömungen stören!) mit Frischwasser, und das heißt mit Sauerstoff, versorgt wird. Dem Enns-Stau Staning z. B., der ein typischer Stau der eben beschriebenen Art, also ein Schlickstau ist, werden pro Tag im Durchschnitt 20.000.000 cbm Wasser zugeführt, mit einem Gesamt-Sauerstoffgehalt von rund 200.000 kg. Einen guten biologischen Begriff von dieser Sauerstoffmenge gibt die Tatsache, daß sie ausreichen würde, um 25 Millionen Kilogramm Fische einen Tag lang mit Sauerstoff zu versorgen! Nun ist der Fischbestand des Staninger Staues (Areal 220 ha) nicht genau bekannt. Soviel aber ist sicher, daß tatsächlich weniger als 1 Prozent der Fischmenge im Stau ist, als mit dem verfügbaren Sauerstoff ihr Auslangen fände. (1 Prozent wären immer noch 200.000 kg!) Alle diese Momente zeigen erneut, daß ein Laufstau absolut nicht als See oder Fjord begriffen werden kann, so weitgehend er auch im äußeren Habitus einem dieser Gewässer ähneln mag. Dies zeigt sich auch in einer weiteren wichtigen Eigenschaft, auf die wir jetzt zu sprechen kommen wollen.

## 2. Die Wassertemperaturen während der wärmeren Jahreszeit.

In unseren Seen liegen die Temperaturen auch im Sommer schon in verhältnismäßig geringen Tiefen unterhalb 10°, und in den Tiefenschichten, bzw. am Boden, bei 4°. In

den Stauen hingegen, die auch im Sommer keine Temperatur-Schichtung aufweisen, hat das Wasser am Bodenkontakt die gleiche Temperatur wie das Oberflächenwasser. Andererseits wird es, was fischereiologisch von großer Bedeutung ist, auch nicht zu warm, da die Flüsse in der Region, in welcher Laufstae vor allem angelegt werden — nämlich der Äschen- und Barben-Region — meist noch sommernüchles, d. h. auch im Sommer nur 14 bis 19° warm werdendes Wasser führen. Die relativ hohen Wassertemperaturen in der Nähe des Bodens bewirken nun — ebenfalls wieder in Verbindung mit dem Sauerstoffreichtum — einen raschen Umsatz der sedimentierten organischen Stoffe. Der Umsatz vollzieht sich entweder über ihren bakteriellen Abbau oder — und dies scheint überwiegend der Fall zu sein — durch ihre „Umwandlung“ in die Staubböden besiedelnde niedere Organismen (welchen der Detritus unmittelbar als Nahrung dient). Zusammenfassend kann der Satz aufgestellt werden:

*Für den Abbau organischer und den Aufbau organismischer Substanz sind in den meisten Laufstauen Bedingungen gegeben, unter welchen diese biologischen Grundphänomene mit seltener Intensität und Harmonie Hand in Hand arbeiten.*

An dieser Stelle muß noch auf einen manche Fälle komplizierenden Sonder-Sachverhalt hingewiesen werden, nämlich die Belastung von Flüssen mit industriellen Abwässern. Allgemein kann dazu nicht viel gesagt werden, da jeder einzelne Fall seine eigenen Probleme und „Schwerpunkte“ mitbringt, nach denen er individuell beurteilt werden muß. Soviel aber muß auch an dieser Stelle mit Nachdruck hervorgehoben werden: Werden einem Stau große Mengen, vor allem organische Substanzen, (etwa von Zellulosefabriken herrührend) zugeführt, so können sich die biochemischen Verhältnisse im Wasser und am Boden wesentlich anders gestalten, als es hier für den Normalfall geschildert wurde. Es kann dann im freien Wasser zu Verminderungen des Sauerstoffgehaltes, und am Boden zu stinkender Fäulnis, d. h. zu untragbaren hygienischen und fischereilichen Zuständen kommen. Jedenfalls ist es absolut unerlässlich, Flußgebiete, an welchen solche Belastungen bestehen, vor dem Bau von Stauen sehr weitgehend abwasserbiologisch zu sanieren.

Damit erscheint das Wesentliche über die wichtigsten biologischen Stautypen gesagt. Wenn wir unsere Feststellungen bewerten, so können wir das erfreuliche Ergebnis konstatieren, daß Laufstae eine größere organische Produktion als die ursprünglichen Flüsse aufweisen. Eine Ausnahme, der allerdings keine allzugroße Bedeutung zuzukommen scheint, müssen wir jedoch noch erwähnen: Es sind jene Fälle, in welchen die Strömungsgeschwindigkeiten in Stauen gegenüber dem ursprünglichen des Flusses, gerade um soviel verringert sind, daß es zur Ablagerung von Sand, nicht aber des Detritus kommt. Daß Stae in ihrer ganzen Ausdehnung versanden, ist wohl recht selten, daß dies bei Teilebieten eintritt, hingegen ziemlich häufig. Wir sprachen weiter oben schon darüber, daß versandete Bodenbezirke produktions-biologisch wertlos sind, und auch darüber, was technisch getan werden könnte, sie möglichst klein zu halten.

### 3. Der Schwellbetrieb.

Bei der Behandlung des Themas: Ausgestaltung der Stauwurzel haben wir bereits kurz die Bedeutung des sogenannten Schwellbetriebes für die Fischerei gestreift.

Folgende Momente, welche insbesondere auch für ungestaute Zwischenstrecken gelten, erscheinen dabei von besonderer Bedeutung:

a) Bei den tagesperiodisch schwankenden Wasserständen, wie sie der Schwellbetrieb mit sich bringt, ist abgelegter Laich, weil er leicht aufs Trockene gelangen kann, höchst gefährdet. In manchen Fällen ließe sich dieser Gefahr so begegnen, daß man die zum Laichen aufsteigenden Fische an der Stauwurzel herausfinge (unter Mithilfe des Werkes, das zu bestimmten Tageszeiten die Wasserzufuhr drosseln müßte) und sie der künstlichen

Fischzucht zuführte. Die modernen Verfahren der künstlichen Erbrütung von Laich und der Gewinnung von Brut und Setzlingen lassen von einem solchen Verfahren durchaus gute Erfolge erhoffen.

b) Der Schwellbetrieb bringt außer den eben genannten weitere Gefahren und Schädigungen mit sich: So vergrämen die dauernden Spiegelschwankungen die Fische und veranlassen sie abzuwandern.

c) Vor allem Jungfische werden bei fallendem Wasser oft vom Hauptstrom abgeschnitten und eine Beute der Vögel oder sie können *ersticken*, wenn in den abgeschnittenen Lacken der Sauerstoff aufgebraucht wird.

d) Auf den vom Schwellbetrieb betroffenen Flächen unterbleibt die Besiedlung mit den die Nahrung der Fische bildenden niederen Tieren. Es können so mehr oder weniger bedeutende Ausfälle am Produktionsvermögen eines Flusses, und das heißt auch an seinem Fischerei-Ertragswert, eintreten.

## VII.

### Staue und fischereiliche Flußregionen

An allen größeren Flüssen unserer Breiten lassen sich vier aufeinanderfolgende fischereiliche Regionen unterscheiden, die nach bestimmten typischen Fischen benannt werden: 1. die Forellenregion, 2. die Äschenregion, 3. die Barbenregion und 4. die Brachsenregion.

Wie es sich von selbst versteht, sind die Grenzen dieser Regionen, die eine Stufenfolge von Fluß-Lebensräumen vorstellen, nicht scharf; trotzdem können sie, eben als Lebensräume, mit recht exakten Angaben charakterisiert werden, und zwar:

- a) durch die *Wassertemperatur*; diese nimmt von oben nach unten ständig zu.
- b) durch die *Wasserführung*, für welche das gleiche gilt;
- c) durch die *Beschaffenheit der Bodenablagerungen*, welche von oben nach unten immer feiner werden (aber erst in der Brachsenregion in Sand und Schlick übergehen) und schließlich
- d) durch die *Strömungsgeschwindigkeit*, die in der Forellenregion an sich am höchsten wäre, jedoch durch größere und kleinere Kaskaden gedämpft wird. Die Äschen- sowohl als die Barbenregion zeichnen sich ebenfalls durch hohe Strömungsgeschwindigkeiten aus (0.6 bis 2 m/sec.). Das Gefälle als *soldes* nimmt im allgemeinen von der Äschen- zur Barbenregion ab, die Strömungsgeschwindigkeit kann jedoch, aus Gründen der charakteristisch hohen Wasserführung in der Barbenregion, in dieser größer als in der Äschenregion sein. Für die Brachsenregion gilt Entsprechendes niemals, denn der Beginn dieser Region wird dort angesetzt, wo die Flußböden feinsandig bis weichgründig werden; solche Verhältnisse treten aber erst auf, wenn die Strömungsgeschwindigkeit unter etwa 30 bzw. 20 cm/sec. absinkt.

Hinsichtlich der *Wechselbeziehungen zwischen* einer bestimmten fischereilichen Region und einem in sie eingeschalteten *Laufstau* kann generell gesagt werden, daß die Tendenz dahin geht, die ursprüngliche Region in die nach unten anschließende umzuwandeln. Man muß sich indessen sehr von schematischen Übertragungen hüten. So wäre es falsch, und würde auch zu falschen Folgerungen hinsichtlich der Fischereiwirtschaft verleiten, etwa den in der Äschenregion liegenden Ennsstau Groß-Raming, der sehr träge strömt und im Untergebiet geschlossen verschlickt ist, der also charakteristische Eigenschaften der Brachsenregion aufweist, in die Brachsenregion einzuordnen. Wesentliche Eigenschaften der ursprünglichen, d. h. der Äschenregion, blieben nämlich erhalten: So ist das Wasser auch im Gebiet des Staues (wie im freien Fluß) sauerstoffreich und sommerkühl.

Diese Anschauungen bekräftigen direkte Erfahrungen an kleineren Stauen der Forellen-Äschen-Region, welche, obwohl völlig verschickt, hervorragende Weiden für Forellen und

Äschen darstellen. Fortpflanzen können sich freilich diese Fische im Stau selbst nicht. Sie steigen zu diesem Zweck zur gegebenen Zeit in die Zuflüsse auf.

Laufstaeue in den oberen Flußregionen, vor allem in der Forellen-Äschen-Region, haben nicht selten Speicherstau-Einschläge: Begreiflicherweise, da im Obergebiet von Flüssen die Wasserführungen besonders unregelmäßig sind; ein gewisser Ausgleich ist nur mittels einer wenigstens teilweisen Speicherung hoher Wasserdargebote (die immer nur kurze Zeit andauern) möglich. In solchen Fällen gehen Bäche der Forellen-Äschen-Region ohne Zwischenbiotop schroff in 100%ige Schlickstaeue über (z. B. Wiestalstau bei Hallein; Hollersbachstau bei Mittersill. Wir sagten schon, daß in solchen Fällen Forellen und Äschen besonders gut gedeihen. Aber auch Seeforellen kommen gut fort. Auch Schleien gedeihen, dazu können Barsche und verschiedene Weißfische auftreten — *alles Erscheinungen, die dem unveränderten Bach fehlen und die ihm auch nicht künstlich aufgezwungen werden könnten.* Ein in einem Bach der Forellen-Äschen-Region eingeschalteter Stau gehört weder dieser fischereilichen Region, noch weniger allerdings der Brachsenregion an: Er vereinigt Eigenschaften beider Regionen und entwickelt darüber hinaus solche ganz eigener Art, denn Seeforellen z. B. gedeihen weder in der Brachsen- noch in der Forellen-Region. Der Laufstau ist mit anderen Worten, was in dieser Schrift wiederholt zu begründen versucht wurde, ein Gewässer eigener Prägung. Mit Nachdruck angemerkt sei jedoch, daß wir hinsichtlich seiner Erforschung noch am Anfang stehen.

## VIII.

### Die Fischereiwirtschaft in Flußstauen

#### 1. Die für Flußstaeue in Frage kommenden Wirtschaftsfische.

Im vorangehenden Kapitel wurde ausgeführt, daß der gestaute Abschnitt eines Flusses die ursprünglichen Eigenschaften des Flusses z. T. beibehält und daß daneben neue entwickelt werden. Jedenfalls finden die Fischarten, die in einer bestimmten Flußregion ökologisch zu Hause sind, auch in den gestauten Abschnitten ihr Fortkommen. Schwierigkeiten — darüber wurde mehrfach gesprochen — können bei der Fortpflanzung auftreten.

Die neuen Eigenschaften, insbesondere die oft entscheidend verringerte Strömungsgeschwindigkeit und die Änderung der Bodenbeschaffenheit, machen, wie wir sahen, den Stau zusätzlich für andere Fischarten geeignet. Staeue der Äschenregion können zusätzlich gute Erträge an Schleien und Seeforellen bringen, Staeue der Barbenregion ebenfalls an Seeforellen und Schleien, daneben an Karpfen.

Die Tatsache, daß Seeforellen in Laufstauen gut gedeihen, beweist, daß sich dieses Milieu in einigen fischereilichen Eigenschaften dem echten See einigermaßen nähert. Die wichtigsten Fische unserer tieferen Seen jedoch, *die planktonfressenden Renken und Saiblinge können keine Heimat in den Stauen<sup>1)</sup> finden;* einmal deshalb nicht, weil die Freiwasserzone der Staeue kein Plankton entwickelt, zum anderen aber auch, weil diese Fische nicht, jedenfalls nicht dauernd, in Gewässern verbleiben, welche eine einseitig gerichtete Strömung aufweisen. Renkenbrut z. B. folgt, wie unter Zwang, jeder noch so langsamen Strömung. Man kann diese Eigenschaft im Experiment (oder bei der Erbrütung) ausnützen, um Brut überall dorthin zu dirigieren, wo man sie haben möchte. Die Seeforelle hingegen ist nicht so ausgesprochen an die hydrographischen Verhältnisse im See angepaßt, wie etwa die Renken. Sie liebt zwar eine nicht zu geringe Wassertiefe — dies findet sie aber auch in Stauen. Hinsichtlich ihrer Nahrung ist die Seeforelle ja Fischfresser: nach dieser Richtung kann ihr im Flußstau, ebenso wie im See, alles geboten werden, was sie sucht.

<sup>1)</sup> Jedenfalls nicht in Laufstauen, in Speichern können die Dinge anders liegen!

Angemerkt sei noch, daß die großen Fische, ob Seeforelle, Hecht oder Zander – letztere kommen besonders für Staue der Barbenregion von großen Flüssen in Frage – mit Vorliebe in der Tiefe des unteren Gebietes von Stauen stehen.

Ein Wort noch zur Frage des Besatzes von Laufstauen mit Jungaalen. Wir haben verschiedene, große Staue, so die drei Innstause oberhalb und unterhalb von Braunau, auch den Jochensteiner-Stau, mit Jungaalen besetzt. Es laufen also sowohl Versuche an Staue, welche große Verschlickungszonen haben, als auch an einem solchen, bei welchem der eigentliche Stauraum nicht verschickt ist, der dafür aber reichlich über verschickte Ausstände verfügt. Leider kann derzeit noch nichts Bestimmtes über den Ausgang dieser Versuche gesagt werden, da sie erst zwei bis drei Jahre, eine für Aale noch zu kurze Zeit, zurückliegen. Gewagt könnten die Versuche ohneweiteres werden, da die Lebensverhältnisse, vor allem in den Innstauen, für Aale ausgesprochen günstig sind.

Hingewiesen werden muß noch auf die beim Besatz von Seen mit Aalen gemachte Beobachtung, nämlich, daß diese in manchen Fällen in die Seitengewässer einwandern. Dabei fällt auf, daß sie sommerkalte Zuflüsse meiden. So z. B. steigen Aale nicht im sommerkalten Attersee-Zubringer „Weißenbach“ (der auch im Juli und August nicht wärmer als 12° wird) auf, hingegen in die vom Mondsee herkommende Seeache, die im Sommer 20 und mehr Grad Celsius erreichen kann. Bezuglich ihrer Wintertemperaturen verhalten sich die beiden Attersee-Zubringer umgekehrt wie im Sommer. Im Weißenbach gehen die Temperaturen selten unter 5° herunter, die Seeache hingegen kühlt sich bis zum Gefrierpunkt ab.

Wenn auch der Aal im Salmoniden-Seitengewässer unerwünscht ist, so sollte hinsichtlich seiner Bedeutung für das Hauptgewässer doch nicht vergessen werden, daß er als Nutzfisch fast so wertvoll wie die Forelle ist, dazu während der kalten Jahreszeit inaktiv, so daß er somit an der Salmonidenbrut nicht allzuviel Schaden anrichten kann.

Besonders wichtig für die fischereiwirtschaftliche Nutzung des Flußstaus ist es, daß er strömungsstille Gebiete aufweist, und zwar deshalb, weil solche Orte für die Fischerei mit Stellnetzen besonders geeignet sind. Hierzu sei nachdrücklich hervorgehoben, daß die moderne Fangtechnik über erprobte-wirksame Möglichkeiten verfügt (durch Anwendung von Netzen, die aus im Wasser fast unsichtbaren Perlengarnen bestehen), insbesondere des Karpfens und anderer, früher im Wildwasser kaum fangbarer Fische, habhaft zu werden.

## 2. Bestandserhaltung. Natürliche Fortpflanzung, künstliche Erbrütung und Besatz mit Jungfischen.

Die erste fischereiwirtschaftliche Maßnahme in einem neu entstandenen Flüßstau ist die Einbringung von ausreichend geeigneten Besatzfischen. Wie weit sich die Bestände dann selber erhalten können, hängt 1. von den natürlichen Fortpflanzungsmöglichkeiten und 2. von der Intensität der Nutzung ab. Weiter oben wurde schon empfohlen, in allen Fällen, in denen die natürliche Fortpflanzung nicht voll garantiert ist, die Mutterfische zu fangen und ihr Laichmaterial künstlich zu erbrüten.

Hier sei auch noch einmal an die künstliche Anlage von Laichplätzen erinnert. Für Kieslaicher könnte z. B. im Stauwurzelgebiet ein kurzer Seitenbach abgezweigt werden, der unterhalb wieder in den Stau zurückzuführen wäre. Das Gefälle in diesem Bach müßte so geregelt werden, daß im unteren Teil die dort einzubringende Decke aus mittelgroßem Schotter weder verschlicken noch weggeführt werden könnte.

Künstliche Laichplätze für Krautlaicher zu schaffen, wäre nur bei Staue notwendig, in welchen keine mit dem Hauptstrom in Verbindung stehenden Altwässer vorhanden sind. Die künstliche Anlage eines Altwassers wäre dann schon deshalb zu fordern, weil dieses vor allem auch als Schutzgebiet zu fungieren hätte: Es wäre im gegebenen Falle zu empfehlen, einen solchen künstlichen Schutz- und Ruheplatz möglichst im unteren Teil des Staues zu errichten, weil dort die größeren, d. h. für die Bestandsvermehrung wichtig-

tigeren Fische stehen und weil dort die Gefahr am größten ist, daß schutzsuchende Fische bei Hochwasser über die Staumauer abgetrieben werden.

Bei intensiver Wirtschaft wird man auch dort, wo die natürliche Fortpflanzung noch gut funktioniert, nicht ohne Besatz auskommen. Die modernen Verfahren der Besatzherzeugung erlauben es nun aber in einem intensiv geführten Betrieb, den Besatz, zumindest zum Teil, innerhalb der eigenen Wirtschaft zu erzeugen. Zusammenfassend kann man die wohl begründete Aussage machen, daß ein intensiv und mit intelligentem Eifer bewirtschafteter Laufstau in der Regel wesentlich höhere Erträge abwerfen wird, als der ursprüngliche Fluß. Zum mindesten gilt dies für die Roherträge (d. h. die tatsächlichen Fischmengen), die nationalwirtschaftlich gesehen wichtiger als die Rein erträge sind.

An dieser Stelle erscheint es angebracht und notwendig, noch einiges Generelle zu den Fragen der *Besatzmengen* und der *Besatzdurchführung* zu sagen: Die Aufbringung der Kosten der notwendigen fischereiwirtschaftlichen Umstellung eines gestauten Flusses ist selbstverständlich Sache des Kraftwerkbaues — ihre Planung Sache der Fischereisachverständigen, wobei auch die Berechtigten zu Worte kommen sollen.

Über die Fischarten, welche für die verschiedenen Stautypen in Frage kommen, haben wir bereits im Kapitel VII das Grundsätzliche gesagt. Bezüglich der Mengen muß man sich an die Ergebnisse der fischerei biologischen Untersuchungen hinsichtlich des Nahrungsangebotes halten und an praktische Erfahrungen, über die wir leider bis jetzt noch kaum verfügen: Es sei deshalb zur Vorsicht geraten, insbesondere soweit der *Besatz mit Raubfischen* zur Debatte steht: Wenn es auf Kosten Dritter geht, so macht sich bei Forderungsberechtigten leicht eine Tendenz zur Maßlosigkeit geltend. Maßlosigkeit beim Besatz von Gewässern rächt sich aber genau so, wie sonst im Leben und in der Wirtschaft: Wenn z. B. ein Teich überbesetzt wird, so kümmern die Fische, auch die Seuchengefahren werden größer. Das Gleiche gilt für Staue, nur daß hier — im Gegensatz zum Teich — ein unmittelbarer helfender Eingriff unmöglich ist. Das richtige Maß kann aber nur durch sorgfältige Abwägung aller in Frage kommenden Momente gefunden werden; aber auch dann ist anzuraten, zunächst nur etwa die Hälfte (mindestens auf zwei Jahre verteilt) des insgesamt vorgesehenen Besatzes einzubringen und abzuwarten, wie sich die eingesetzten Fische entwickeln, wieviel Prozent aufkommen, wie ihr Ernährungszustand ist usw. Sicher kann man nur sagen, daß ein Stau wesentlich mehr Fische zu ernähren vermag als der ehemalige freie Fluß.

### 3. Praktische Fischerei.

Von der praktischen Fischerei war schon an mehreren Stellen die Rede. Hier sei nur noch einmal zusammenfassend betont, daß schon bei der Ausgestaltung des Stauraumes Rücksicht darauf genommen werden muß, daß nach Möglichkeit Plätze geschaffen werden, an welchen man Zugnetze betätigen kann und daß die Ausbuchtungen besonders sorgfältig gerodet werden müssen, so daß dort Grundstellnetzfischerei möglich ist. Im übrigen wird es Sache der Zukunft sein, in den Stauen die zweckmäßigsten Fangverfahren zu entwickeln. Meist ist in dieser Beziehung besondere Nachhilfe nicht nötig. Die Fischer kommen schon selber auf das Richtige, wenn nur die Hauptvoraussetzung für gute Fänge: ein reicher Bestand — gegeben ist.

## IX.

### Staupflege

Wesentliche Teile der vorliegenden Schrift befassen sich mit den biologischen und geschiebedynamischen Folgen der Unterbrechung des freien Zuges eines Flusses durch Laufwerke.

Vor allem mit den Maßnahmen gegen die Folgen der veränderten Geschiebedynamik haben wir uns jedoch noch nicht beschäftigt. Da sie die Fischerei stark berühren, ist dies — so wenig Erfreuliches und Positives zu berichten ist — zum Abschluß noch notwendig.

Wie auf der Hand liegt, ist insbesondere der jeweils oberste Stau einer Kette in Gefahr, durch Auflandungen so stark aufgefüllt zu werden, daß Räumungen unabdinglich notwendig werden. — Soweit meine persönlichen Erfahrungen gehen, haben die Kraftwerkspanner sich mit diesem Problem noch wenig beschäftigt; es verhält sich ähnlich wie mit der Behandlung des Unterwassers bei Stollen- und Kanalkraftwerken. Hier wie dort wird der Kraftwerksbau jedoch nicht darum herumkommen, rationelle Verfahren zu entwickeln, unter guter Bedachtnahme auf die allgemeine Naturpflege und die Fischerei.

Wie wenig intensiv man sich bisher mit der Technik der Stauräumung beschäftigt hat, ist am besten daran zu erkennen, daß sie im praktischen Falle so lange wie möglich aufgeschoben wird. Man kann es dann erleben, daß sich statt des Flusses wüste Schlammfluten talabwärts bewegen und daß trotzdem das Ziel, nämlich die Ablagerungen wegzu führen, nur sehr bruchstückweise erreicht wird.

Ausräumungen werden im konkreten Fall, da man schon aus Zeitgründen möglichst große Schleppkräfte ansetzen muß, bei hohen Wasserführungen und gesenktem Stauspiegel, eventuell bei total abgelassenem Stau, vorgenommen. Vor allem die oft mehrere Meter dicken Schlickmassen setzen der Ausräumung schweren, z. T. fast unüberwindlichen Widerstand entgegen: Der Fluß gräbt sich zwar verhältnismäßig rasch eine breite Rinne aus, links und rechts davon bleiben jedoch gewaltige Schlammauern stehen, die, wie begreiflich, an ihren Innenseiten zu Abbrüchen neigen. Bei solchen Abbrüchen können Fische entweder unmittelbar begraben werden oder aber es können, infolge der so hervorgerufenen hochkonzentrierten Schlammwasserstöße, ihre Kiemen so stark verlegt werden, daß sie massenhaft erstickten.

Ich habe selbst gesehen, wie man, ohne auch nur einen Gedanken an das Wasser und seine Lebewelt zu wenden, solchen Schlammauern mit Planieraupen und mittels Sprengungen zu Leibe zu rücken versuchte — beides allerdings vergeblich. (Der Sprengdruck wlich nach oben aus.)

Wie schon eingangs gesagt, werden sich die Wasserbautechniker mit dem Problem einer wirksamen Stauräumung noch zu beschäftigen haben: Naturpflege und Fischerei müssen verlangen, daß die Räumung nicht erst dann einsetzt, wenn alles auf Spitz und Knopf steht, sondern zur rechten Zeit. Man wird sich dann wahrscheinlich entschließen müssen, laufend zu baggern: Wenn häufiger relativ geringe Mengen Baggergut in der Nähe der Grundablässe abgelagert und zur geeigneten Zeit ins Unterwasser abgeführt werden, so ist weder mit schweren fischereilichen noch sonstigen Schädigungen im Unterwasser zu rechnen. Auch dem Kraftwerksbau wird dann eine, sich jetzt meist plötzlich auftürmende, schwere Sorge genommen sein.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1957

Band/Volume: [10\\_8-9](#)

Autor(en)/Author(s): Einsele Wilhelm

Artikel/Article: [Flussbiologie Kraftwerke und Fischerei 1-35](#)