

# Der Mäander-Fischpass – Die neue Dimension –

## Einleitung

*Die EU-Wasserrahmenrichtlinie fordert als vordringliche Maßnahme die ökologische Durchgängigkeit der Flussquerverbauwerke zur Wiederherstellung des Fließgewässer-Kontinuums in die Praxis umzusetzen.*

Die ökologische Durchgängigkeit an Wehren mit Betrieb von Wasserkraftanlagen herzustellen, ist deshalb besonders wichtig, weil, angelockt durch das ständig abströmende Turbinenwasser, sich das Gros der wanderwilligen Fische in unmittelbarer Nähe der Turbinenausläufe versammelt und ohne einen geeigneten Fischpass im Bereich der Anlage nicht weiter wandern können. Dabei gestalten sich die in den letzten Jahren mit großem finanziellem Aufwand errichteten sog. „naturnahen Anlagen“ wie Umgehungsbäche, Sohlgleiten, Raugerinne oder Raue Rampen als wenig fischökologisch wirksam und wegen des meist hohen Wasserbedarfs auch kontraproduktiv zur Wasserkraftnutzung. Aber auch die konventionellen technischen „Fischaufstiegshilfen“, bei denen die hydraulische Energievernichtung im Vordergrund steht, sind gleichermaßen kritisch zu bewerten. Denn die zur Energiedissipation eingesetzten Mittel wie Prallwände, Riegel und scharfkantiges Sohlsubstrat schaffen ein fischfeindliches und desorientierendes Strömungsregime, welches nur mit überhöhtem Abfluss entschärft werden kann. Ein Paradigmenwechsel ist geboten, den eine neue Konzeption im Fischpassbau folgen sollte.

Nicht die Reduzierung, Umwandlung oder Auflösung der Strömungsenergie durch Dissipation auf 100 W/m<sup>3</sup> Wasserkörper, sondern die Formung und Lenkung des Fischpassabflusses zu einem fischphysiologiegerechten *Leitstrom* ist das Kriterium Nr. 1.

## Aufgabe und Lösungsansatz

Dieser neue Denkansatz basiert auf der Grundidee, den abfließenden Wasserkörper im Fischpass

mit all seinen Strömungselementen den physiologischen Fähigkeiten der Fische und anderer Wasserorganismen anzupassen.

Aufgrund eines vieljährigen Innovationsprozesses ist es mit dem Mäander-Fischpass gelungen, den Abflussstrom so zu bündeln und umzulenken, dass sich ein fischverträgliches Strömungsregime mit moderaten Fließgeschwindigkeiten einstellt.

morphologischen und hydraulischen Bedingungen für einen stressfreien Wanderweg erfüllt.

Aus dieser Erkenntnis heraus entstand die Idee, ein solches dreidimensionales Kolkgebilde mit seinen funktionalen Strukturen wie Einlauf, Prallufer, Kehrwasser, Gleitufer und Ruhezone auf den Maßstab einer technischen Fischpasslösung zu reduzieren, ohne dabei die Funktionsprinzipien einzubüßen. Um diese Funktionsprin-



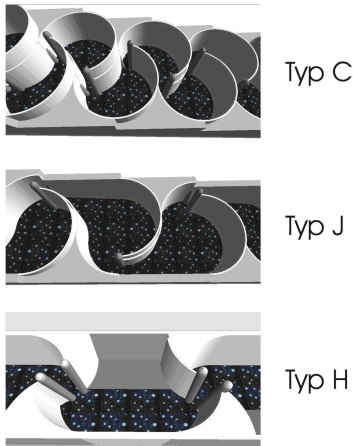
**Bild 1: Fließgewässerkolk – die Nethe in Höxter-Godelheim**

Bei der Entwicklung des Mäander-Fischpasssystems wurde zunächst nach der pragmatischen Anforderung „so viel Wasser wie ökologisch nötig und so wenig Abfluss wie technisch möglich“ verfahren. Bei diesem Anspruch erhält die fischphysiologische Strömungsqualität eine besondere Bedeutung. Was damit gemeint ist, lässt sich am Beispiel der Steilstrecke eines Fließgewässers mit natürlicher Kolkbildung sehr schön zeigen. Man erkennt bald, dass der Kolk (Bild 1) optimal die geo-

zipien nicht nur in einem Becken, sondern auf einem Rampengefälle mit einer Kette von Becken zu realisieren, mussten dieselben mäandrierend angeordnet werden. Daraus resultiert die kompakte und Platz sparende Bauweise des Mäander-Fischpasses. Konstruktive Weiterentwicklungen und Verwendung moderner Werkstoffe haben zu einer Vorfertigung der Bauteile geführt. Insgesamt ist eine Fischpasskonstruktion entstanden, die funktionsgerecht ist und kostengünstig eingesetzt werden kann.

## Wirksame Faktoren der Mäander-Fischpass-Technologie

Der Mäander-Fischpass simuliert in seinen 3 Varianten (Bild 2) das oben erwähnte Strömungsregime eines Flusskolkes. Mit einer scharfen Strömung am Beckenrand (Prallufer) nimmt die Strömung radial zum gegenüberliegenden Beckenende (Gleitufer) und mit einer leichten Gegendrehung (Kehrwasser) in der Beckenmitte (Ruhezo-



**Bild 2: Systemvarianten des Mäander-Fischpasses**

ne) schrittweise ab (Bild 3). Dadurch entstehen vertikal aufgebaute dreidimensionale Strömungskorridore mit zur Beckenmitte hin abnehmender Fließgeschwindigkeit.

Wie im Strömungsregime des Kolkes finden so alle Fischarten und Altersklassen den ihrem Schwimmvermögen entsprechenden Wanderweg, d.h. die Hydraulik im Mäander-Fischpass ist weitgehend der Schwimmleistung der verschiedenen Fischarten und Altersklassen angepasst. Der Einsatz von glatten Flächen der Beckenwandungen und der Schlitzpforten schließt jede Verletzungsgefahr aus.

Die Formung eines fischfreundlichen Strömungsmantels durch seine zentrifugale Wirkung auf den Wasserkörper in einem auf einer Gefällerrampe fixierten Rundbecken bedingt eine spezielle Strömungsführung des Wassers mit Bremseffekt. Dieser Effekt entsteht einmal durch den dissipie-



**Bild 3: Strömungsbildung im Mäander-Fischpass, Hydrolabor Schleusingen der Uni Weimar**

renden Bodenaufbau und weiter durch die ständige Umlenkung, Aufweitung und wieder Einengung des fließenden Wasserkörpers vor und hinter den zum Boden hin konisch verlaufenden, abgerundeten und glatten Schlitzpforten, welche auf halbem Beckendurchmesser angeordnet sind. So entsteht ein Schiffschaukeleffekt. Durch die Strömungsführung wird gleichzeitig ein Freispüleeffekt erzielt, welcher die Beckenanlage sauber hält. Der



**Bild 4: Einschwimmdelta eines Mäander-Fischpasses**

Mäander-Fischpass ist somit weitgehend wartungsfrei, ein weiterer wirtschaftlicher Vorteil gegenüber konventionellen Anlagen mit vollständiger Energieauflösung in den Becken.

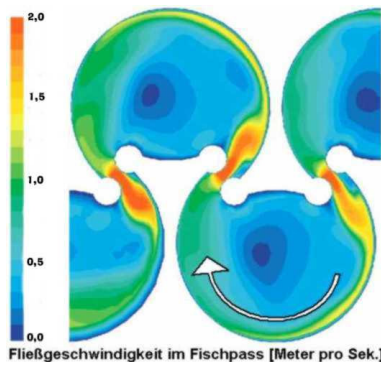
Die in der gesamten Anlage geformte vertikale Leitströmung wird i.d.R. nach dem Austritt ins Unterwasser durch eine etwa 2-3 m lange Leitwand (Bild 4), die im Winkel von 35- 45° zur Uferkante angeordnet ist, weiter dynamisiert.

Dieser peitschenartige Stromstrich wirkt entgegen der desorientierenden Strömung, wie sie direkt hinter einer Wehr- oder Turbinenanlage besteht, als Lotsenströmung zum Fischpass.

Auf die Größe und Länge der im Fließgewässer vorkommenden Fischarten oder Zielarten kann der Mäander-Fischpass hinsichtlich der Breite der Schlitzpforten und den Abmessungen der Becken abgestimmt und dimensioniert werden. Über die Wahl des Gefälles der Rampe und der Überfallhöhe von Becken zu Becken können die Fließgeschwindigkeiten und die Durchflussmengen reguliert werden. Durch den speziellen rauen Interstitialaufbau der stufenlosen Bodenrampe und der V-

förmigen Schlitzpforte wird die Fließgeschwindigkeit im Becken zum Boden hin stark reduziert. Die V-förmig gestellten Schlitzpforten regulieren mit ihren Abmessungen vor allem die Wassertiefe in den Becken und übernehmen einen Teil der Energiedissipation. Der





**Bild 5: Fließgeschwindigkeiten im Mäander-Fischpass Typ A (Klauke, L., Universität-GH Paderborn, Abt. Höxter 1999)**

schräg gestellte Beckenboden bestimmt die Ausprägung der Ruhezone und wandelt einen Teil der zentrifugalen Prallhangströmung in eine Wasserstandserhöhung an einer bestimmten Stelle im Becken um. Dadurch kommt der Mäander-Fischpass mit relativ wenig Wasser aus, im Gegensatz zu anderen Konstruktionen, die mit überhöhter Wasserdosierung betrieben werden müssen, um einem massiven Wasserspiegelverfall zu vermeiden. Mit der im Mäander-Fischpass gelungenen Umsetzung der biologischen und physiologischen Funktionsstrukturen in ein technisches Bauwerk wird ein ökologisches wie ökonomisches Optimum erreicht. Das harmonische Strömungsbild in Bild 5+6 lässt die Zustimmung der Fische erahnen.

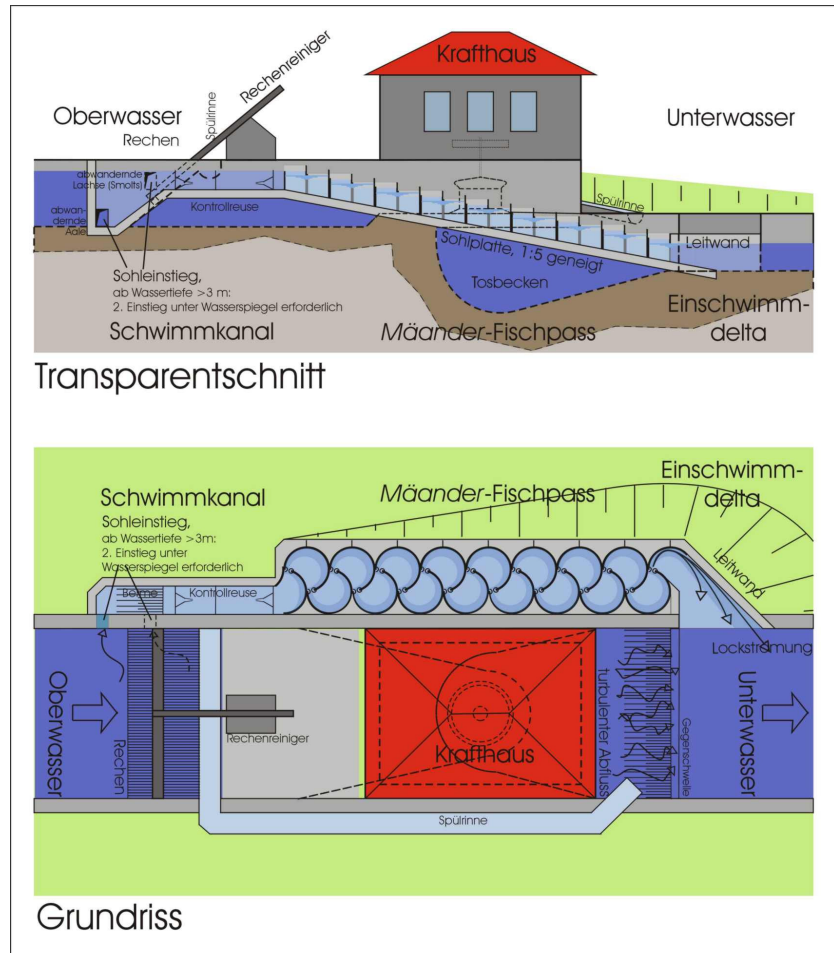


**Bild 6: Mäander-Fischpass, Nethe Brakel-Rheder**

Die ökonomische Vorgabe, den Fischpass mit relativ geringem Abfluss zu dotieren, um eine wirtschaftliche Wasserkraftnutzung zu gewährleisten, erfüllt der Mäander-

Fischpass optimal. Dies bedingt allerdings vor Ort die Formung eines intensiven, gerichteten und damit spürbaren Leitstromes aus dem Fischpass heraus in das Unterwasser. Darum sollten die Einschwimmpforten so eng wie möglich am Wanderhindernis angeordnet sein (Bild 7); das heißt, dass die Leitströmung aus dem Fischpasses möglichst ufernah über eine Unterwasserberme als Einschwimmdelta oder eine verti-

gebracht und mit einem Wirrgelege aus PE gegen Verdriftung abgedeckt. Die Fixierung der Matte geschieht durch sog. Strömungsbremsen aus glatten Zementhalbkugeln und wechselweise mit Halbschalen (1/2 Durchmesser 10-14 cm), welche mit VA-Dübeln im Betonboden verankert sind. Der Achsabstand der Dübelsteine und Halbschalen in diagonalen Anordnung beträgt ca. 30 cm (Bild 8+9).



**Bild 7: Mäander-Fischpass am Krafthaus als Transparentschnitt und Grundriss**

kale Leitwand sich wahrnehmbar entfalten kann.

### Benthosbesiedlung

Obwohl der Mäander-Fischpass vorrangig als Fischwanderweg eingesetzt wird, bietet er den Benthosbewohnern hervorragende Besiedlungs- und Wandermöglichkeiten, denn der Beckenboden ist entsprechend gestaltet. Auf der Betonrampenplatte wird eine ca. 8 cm starke Flusskiesschüttung auf-

Mit dieser Bodengestaltung, die unter der gesamten Beckenanlage durchgehend und mit dem Boden des Ober- und Unterwassers schlüssig verbunden ist, wurden in den letzten Jahren beste Erfahrungen gemacht:

- Die kleine und juvenile Fischfauna wandert im Strömungsschatten der Halbkugeln.
- Die bodenorientierten Kleinfische wie Mühlkopen, Schmerlen und

Gründlinge finden auf ihrem Wanderweg und zur Reproduktion Deckung unter den Halbschalen.

- Steigaale findet man in Massen im Wirrgelege, Kleinkrebse, aquatische Larven diverser Insekten, Würmer, Egel etc. im Kies, der gleichmäßig, sauerstoffgesättigt durchströmt wird.
- Beim Abschotten des Fischpasses, z.B. für eine Inspektion, ist für eine stetige Durchflutung des künstlichen Interstitials gesorgt, weil dafür bereits eine geringe Menge Sickerwasser ausreicht, so dass die Benthosbesiedlung nicht durch Austrocknen gefährdet ist.

### Fischschutz und Abstieg

Für die abwandernden Fische vom Oberwasser gilt es, einige wichtige Faktoren zu berücksichtigen. Die Fischschutzanlage vor der Turbine sollte aus einem Feinrechen mit  $\leq 20$  mm Stababstand bestehen und die Anströmgeschwindigkeit von 0,6 m/s keinesfalls unterschreiten. Bei dieser Anströmgeschwindigkeit ist ein ausreichender Vibrationseffekt bis ca. 30 cm wirksam vor dem Rechenfeld gegeben, der die Fische vor Eindringversuchen in die Rechensper-

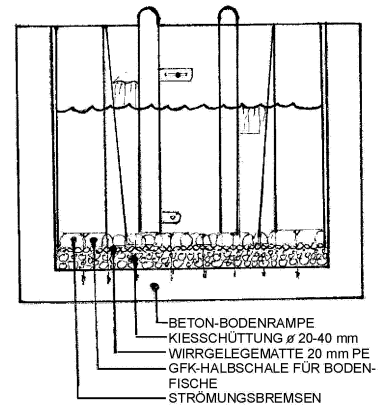
re abhält. Abwandernde Blankaale haben einen Mindestdurchmesser von 40 mm und weichen dem Putzbalken der Reinigungsanlage eine Zeit lang aus, schlaffen dann aber – wenn kein naheliegender, freier Abfluss in ein Bypassrohr oder in einen Fischpass vorhanden ist – nach zwei bis drei Tagen ab und werden vom Putzbalken erwischt, angehoben und an der nächsten Querstange des Rechen abgequetscht. Daraus ist zu folgern, dass in unmittelbarer Nähe des Rechenfußes der freie Einlauf in den Fischpass oder ein Aalrohr mit Druckregulierung vorhanden sein muss.

Für die übrigen anadromen „aggressiven Abwanderer“ wie Lachs- und Meerforellen-Smolts ist der Vibrationseffekt vor einem Rechenfeld als „Warnsignal“ und ein unter der Oberfläche in direkter Rechennähe angeordneter Fischpasseinlauf überlebenswichtig.

Der Vibrationseffekt entsteht durch die Anströmgeschwindigkeit im Rechenfeld. Davon werden die Rechenstäbe durch Abrisswirbel in Schwingung versetzt (Karman'sche Wirbelstraße).

Bei der Wanderung der Fische durch den Mäander-Fischpass in Abwärtsrichtung ist die glatte, run-

de Bauweise für stress- und verletzungsfreie Abwanderung entscheidend. Im Mai jeden Jahres kann die Abwanderung der Lachs-



**Bild 9: Sohlauflauf des Mäander-Fischpasses**

Smolts, aber auch aller anderen Fische über den Mäander-Fischpass auf der Nethe-Insel in Höxter-Godelheim und im Oktober bis November die Aalabwanderung hinter einer Glasscheibe im Fischpass beobachtet werden.

### Funktionskontrollen

Die Fische haben bereits mit ihrem Wanderverhalten für den Mäander-Fischpass gestimmt. Die aktuellsten, umfangreichen Funktionskontrollen an Mäander-Fischpässen von drei unabhängigen Instituten an Weser, Ruhr, Schwentine und Saale bestätigen die sehr gute Funktion der Mäander-Technologie. So wurden u.a. in Drakenburg an der Weser durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde im Jahr 2002/2003 bei 337 Reusenabfischungen 83.897 Fische aus 24 Arten im gesamten Größen- und Altersspektrum und in Hameln bei 350 Abfischungen wurden etwa 105.000 Fische aus 26 Arten erfasst.

Die vollständigen Kontrollunterlagen mit hydraulischen Messungen sowie der Bericht in der WASSER-WIRTSCHAFT Heft 7-8/2004 können gegen Zahlung von 15,- € zugesandt werden.



**Bild 8: Sohlgestaltung eines Mäander-Beckens**

## Fazit

Wenn die Kriterien zur Gestaltung von Fischpässen nach Wertigkeiten geordnet aufgelistet würden, stünde die fischphysiologische Leitströmung an erster Stelle und nicht die Energiedissipation. Denn nur Strömungssituationen, die der eine Strömung, die Fisch gewohnt ist und die er beherrscht, garantieren eine stressfreie Passage. Fische sind nicht dazu geschaffen, Fakire zu sein und sich über Raue Rampen, Querriegel und bruchraues Material etc. zu quälen.

Wenn der Paarungsdruck die hydraulischen Warnsignale aus einer konventionellen Fischaufstiegshilfe überlagert, nehmen adulte Fische jede Hilfestellung an.

Dieses Phänomen hat in der Vergangenheit zu Fehleinschätzungen der Funktionsfähigkeit von Fischwanderhilfen mit scharfkantigen, bruchrauen Dissipationselementen geführt.

Neben der Selektivwirkung kommt noch hinzu, dass diese konventionellen technischen wie „naturnahen“ Anlagen eine übermäßige Wassermenge benötigen, um die Verletzungsgefahr durch die Dissipationselemente etwas zu entschärfen. Dieser zusätzliche wie vermeidbare Wasserverbrauch jedoch steht der Wasserkraftnutzung kontraproduktiv entgegen.

Was wanderwillige Fische also dringend benötigen, ist ein vollwertiger Fischpass an allen Wanderhindernissen, welcher sie

verletzungsfrei und geschützt in einer ausreichenden Wassertiefe in beide Flussrichtungen wandern lässt.

Das Ziel, einen wirksameren und zugleich wirtschaftlicheren Fischpass zu schaffen, ist mit dem innovativen Mäander-Fischpass erreicht. Er kommt den Wasserorganismen, Wasserkraftbetreibern, dem Subventionsetat und letztlich allen Menschen zugute.

Zu diesem Komplex erschien in der WASSERWIRTSCHAFT Heft 7-8/2004 vom Autor ein ausführlicher Bericht.

Bad Driburg, 07. Oktober 2005

Überarbeitet:  
Bad Driburg, 03. Februar 2011

Hans Wilhelm Peters, Dipl.-Ing.  
Tegelhof 59  
33014 Bad Driburg  
Tel. 05271 – 921386 (Büro)