

Beate Adam und Ulrich Schwevers

## Das Verhalten von Fischen in Fischaufstiegsanlagen

### 1. Einleitung

Vor dem Hintergrund der Bemühungen um die Wiederherstellung der linearen Durchgängigkeit in den Gewässersystemen werden aktuell in zunehmender Zahl neue Fischaufstiegsanlagen errichtet. Fischereibiologische Untersuchungen von Fischwegen geben wertvolle Informationen über die Funktionsfähigkeit dieser Anlagen, jedoch wird mit den hierfür normalerweise angewandten Methoden das Verhalten der Fische im Fischweg nicht näher beleuchtet. So sind Informationen z. B. über bevorzugte Schwimmwege im Fischweg, die Zeit, in der ein Fischweg passiert wird oder bevorzugte Tageszeiten, zu denen der Fischaufstieg erfolgt, spärlich. Im Rahmen eines von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) finanzierten Forschungsprojektes des DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.), dessen primäres Ziel die Entwicklung einer Kontrollstation zur automatischen Überwachung von Fischaufstiegsanlagen war, konnte das Institut für angewandte Ökologie durch den Einsatz dieser neuartigen Technologie auch interessante Einblicke in das Verhalten von Fischen im Bereich zweier ausgewählter Fischaufstiegsanlagen gewinnen (Adam & Schwevers, 1996 & 1997).

### 2. Methode

Die erstmalig unter Freilandbedingungen eingesetzte Kontrollstation basiert auf der Transponder-Technologie und besteht im wesentlichen aus zwei Komponenten: einem Transponder, mit dem die Fische individuell markiert werden sowie einer Antenne, die den Transponder abliest.

Der drehrunde Transponder (Firma trovan®) ist 12×2 mm groß und wird hinter dem Kopfansatz, parallel zur Längsachse, unter die Haut des Fisches injiziert (Abb. 1). Die ausgezeichnete Verträglichkeit dieser Markierung wurde in zahlreichen Studien hinläng-

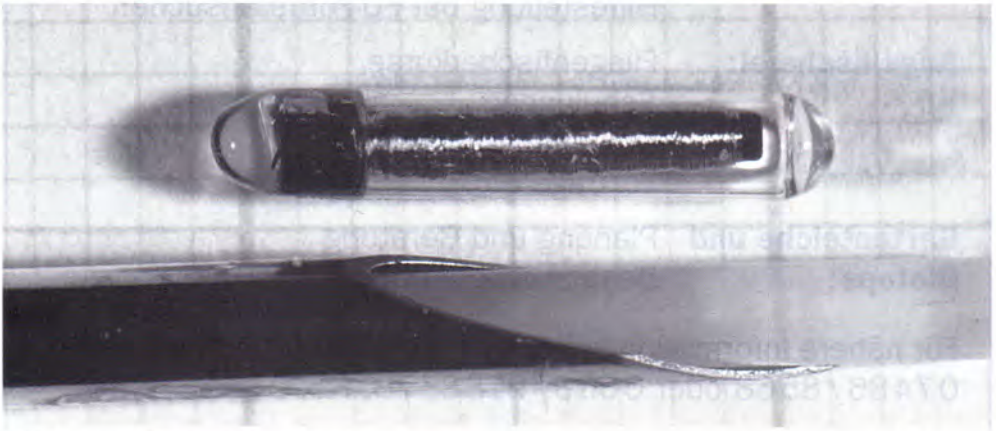


Abb. 1: trovan®-Transponder mit Injektionskanüle

lich bewiesen (Prentice et al., 1990; Behlert & Willms, 1992; Adam & Schwevers, 1992). Durch einen zehnstelligen alphanumerischen Identifikations-Code (ID-Code), den der Transponder trägt und der weltweit nur einmal vergeben wird, ist jeder transpondierte Fisch unverwechselbar markiert. Der Transponder besitzt keine eigene Energiequelle, sondern wird von einem niederfrequenten magnetischen Feld, z. B. eines Handlesegerätes (Firma trovan®) oder einer Rahmenantenne (Firma Dasmann) aktiviert und sendet einen ID-Code aus. Dieser wird von der Antenne empfangen, durch ein nachgeschaltetes Lesegerät decodiert und schließlich von einem Computer registriert (Abb. 2). Im Rahmen des DBU-Projektes wurden sowohl in einen konventionellen Beckenpaß (Kraftwerk Scheuerfeld an der Sieg, Rheinland-Pfalz) sowie in einen naturnahen Rauhgerinne-Beckenpaß (Kraftwerk Sinn an der Dill, Hessen) Rahmenantennen installiert (Abb. 2). In das Unterwasser der beiden Standorte wurden transpondierte Fische unterschiedlicher Arten und Größen entlassen (Tabelle 1). Die ID-Codes sowie die individuellen Daten, u. a. Art, Größe, Herkunft etc. jedes einzelnen Fisches, wurden zuvor in einer Datenbank gespeichert (Abb. 2). Durchschwammen nun transpondierte Fische die Rahmenantennen, wurde ihr ID-Code automatisch, zeitgenau und mit Angabe der Antenne, an der die Lesung erfolgte, von einem Computer aufgezeichnet. Durch den Einbau mehrerer Rahmenantennen in die Fischaufstiegsanlagen konnten so erstmalig die Schwimmwege und Bewegungsmuster der Fische automatisch dokumentiert und nachvollzogen werden.

Tabelle 1: Stückzahl, Art und Größen der in Scheuerfeld und Sinn transpondierten Fische

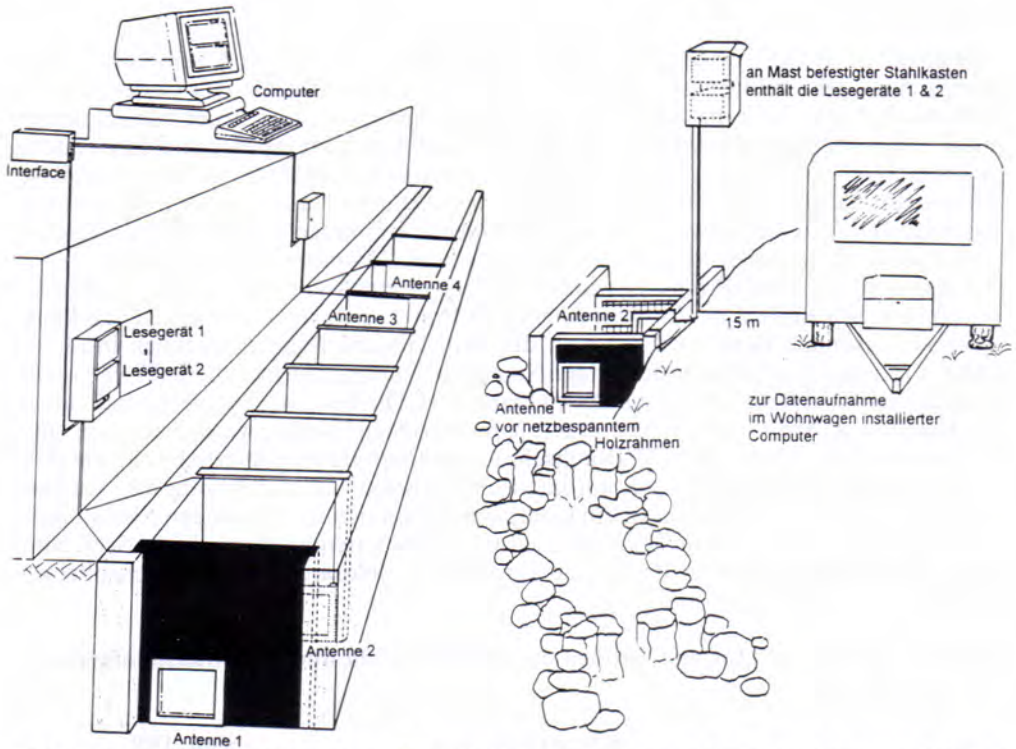
Transpondierte Arten	Scheuerfeld/Sieg		Sinn/Dill	
	Anzahl Fische	Größe (cm)	Anzahl Fische	Größe (cm)
Bachforelle	36	21,0–37,0	9	19,5–40,0
Regenbogenforelle	1	29,0	–	–
Döbel	111	16,0–41,0	198	17,0–43,0
Hasel	72	15,0–29,5	97	15,5–28,0
Plötze	25	16,0–33,0	163	15,0–27,0
Gründling	33	13,0–18,0	2	15,5–16,0
Brachse	2	21,0–22,5	–	–
Barbe	–	–	16	17,0–39,0
Barsch	–	–	4	21,0–34,0
Hecht	–	–	1	51,0
<b>Gesamt</b>	<b>280</b>		<b>490</b>	

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Aufstiegsquoten

Zu Beginn des Projektes lagen keinerlei Erfahrungen vor, wie viele Fische mit Transpondern zu markieren sind, damit einige dieser in das Unterwasser entlassenen Tiere die Fischwege aufsteigen, um von den Antennenanlagen registriert zu werden. Die Anzahl der an den beiden Standorten transpondierten Individuen orientierte sich dementsprechend eher an der Verfügbarkeit der Fische, als an methodischen Vorüberlegungen. Die Ergebnisse waren jedoch überraschend: In Scheuerfeld stiegen in einem Zeitraum von





**Abb. 2:** Komponenten der Transponder-Technologie am Beispiel des Aufbaus der Antennenanlagen in Scheuerfeld und in Sinn

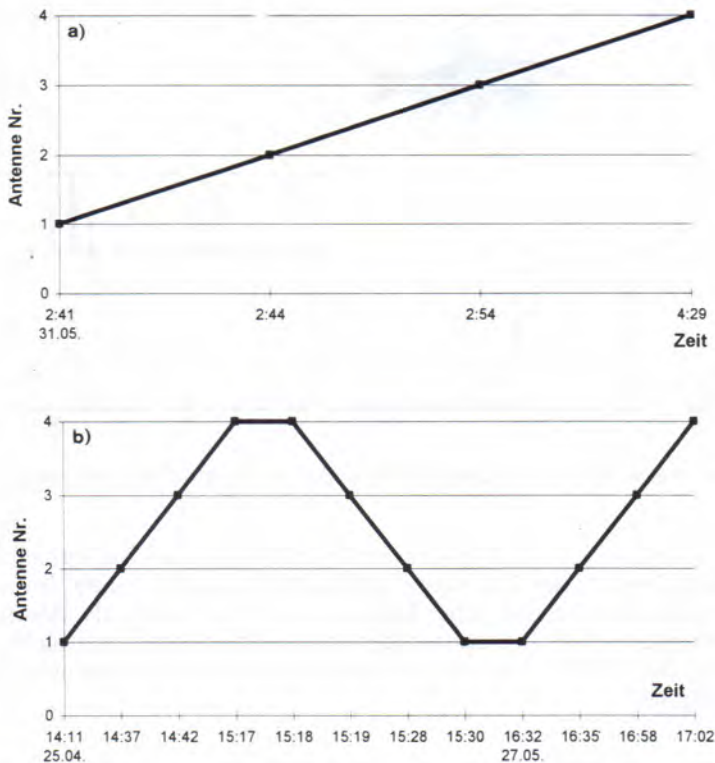
4,5 Monaten (vom 25. 4. bis 11. 10.) 28,5% und in Sinn innerhalb von nur zwei Monaten (vom 20. 7. bis 21. 9.) 17,7% der transpondierten Fische auf. Hinsichtlich des registrierten Artspektrums wurde festgestellt, daß bis auf die Arten, von denen nur einzelne Tiere transpondiert worden sind, d. h. 2 Brachsen in Scheuerfeld sowie ein Hecht, zwei Gründlinge und 4 Barsche in Sinn, alle Fischarten an den Antennenanlagen registriert wurden.

### 3.2 Aktivitätsmaxima

Anhand der zeitgenauen Protokollierung der Passagen transpondierter Fische ließen sich an beiden Standorten die Tageszeiten feststellen, in denen bevorzugt Ortsbewegungen erfolgen. Sowohl in Scheuerfeld als auch in Sinn fanden die wenigsten Wanderbewegungen in der Zeit von ca. 7.00 Uhr bis 13.00 Uhr statt. Erst mit der Dämmerung nahmen die Aktivitäten der Fische zu und erreichten in den Abend- und Nachtstunden zwischen 19.00 Uhr und 1.00 Uhr ihr Maximum. Eine noch nicht weiter statistisch absicherbare Beobachtung war zudem, daß die Aktivität der Fische nach Starkregenereignissen, wenn das Wasser eingetrübt war, auch am Tage deutlich höher war als während normaler Klarwasserphasen.

### 3.3 Bewegungsmuster und Aufstiegs geschwindigkeit

Die Auswertung der protokollierten Bewegungen transpondierter Fische im Beckenpaß in Scheuerfeld ließ in der Regel relativ einfache Aktivitätsmuster erkennen. Zwei Drittel der Fische passierte den Beckenpaß zügig von der untersten zur obersten Antenne, andere Fische kehrten ihre Bewegungsrichtung im Fischweg um und verließen die Fischaufstiegsanlage wieder (Abb. 3). Ferner erlaubte die zeitgenaue Protokollierung aufwandernder Fische im Falle des Beckenpasses in Scheuerfeld die Ermittlung der Zeitdauer, die die Fische benötigten, um im Beckenpaß aufzuwandern. Die kürzeste Auf-



**Abb. 3:** Vergleichende Bewegungsmuster im Beckenpaß in Scheuerfeld: a) Döbel (Länge 34,5 cm; ID-Code 001BBB8E3), zügig die Fischaufstiegsanlage durchschwimmend; b) Bachforelle (Länge 27,0 cm, ID-Code 00010D2AF), die zwar zunächst bis Antenne 4 aufschwamm, dann jedoch wieder ins Unterwasser umkehrte und erst am darauffolgenden Tag den Fischpaß erfolgreich ins Oberwasser parierte.

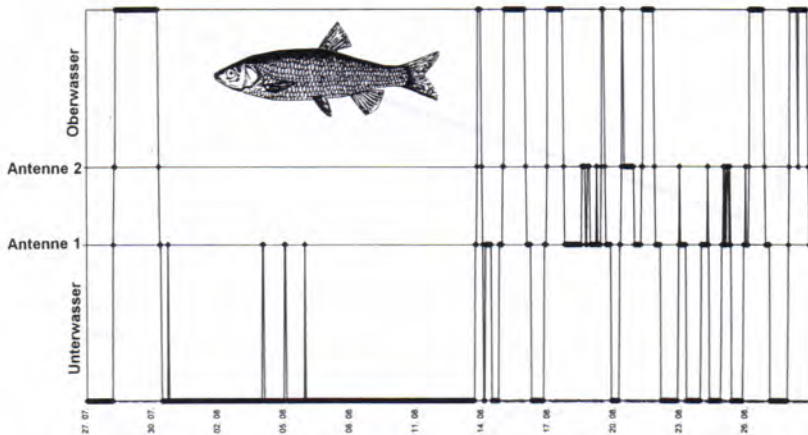
stiegszeit wurde mit 9 Minuten von einem 22,0 cm langen Döbel ermittelt, die langsamste Aufstiegs geschwindigkeit zeigte eine 29,0 cm lange Regenbogenforelle, die sich 10 Tage im Beckenpaß aufhielt. Da die Aufstiegszeiten außerordentlich inhomogen waren und nicht mit der Größe der Fische korrelierte, lassen sich keine Durchschnittsgeschwindigkeiten für den Fischaufstieg angeben.

Im Vergleich zum technischen Beckenpaß wurden mit der Antennenanlage im Einlaufbereich des naturnahen Rauhgerinne-Beckenpasses in Sinn weitaus komplexere Bewegungsgeschehen dokumentiert. Das Beispiel eines Döbels veranschaulicht dies besonders eindrucksvoll (Abb. 4). Der Aufstieg dieses Fisches wurde bereits einen Tag nach seiner Transpondierung registriert, nach einem 2tägigen Aufenthalt im Oberwasser kehrte der Döbel jedoch über den Fischweg zurück in das Unterwasser. Er verblieb dort, bis er nach weiteren 14 Tagen, in denen er sporadisch an der unteren Antenne registriert wurde, nahezu täglich in der Abenddämmerung in das Oberwasser aufschwamm und in den frühen Morgenstunden in den Fischweg zurückkehrte. Auch nach massiven Störungen seines Aufenthaltsortes, z. B. durch Badebetrieb in den oberen Becken am 22. August, suchte der Fisch seinen Standort im Fischweg wieder auf.

### 3.4 Abstiegsverhalten im Fischweg

Durch die Kontrollstation ließen sich auch Informationen über das Abstiegsverhalten von Fischen gewinnen. Während in Scheuerfeld kein Fisch, der das Oberwasser erreicht hatte, wieder durch den Beckenpaß in das Unterwasser zurückkehrte, fanden in Sinn





**Abb. 4:** Aktivitätsmuster eines Döbels (Länge 23,0 cm; ID-Code 00001ADD9C) im Bereich des Fischweges in Sinn

gleich mehrere Fische, sogar nach bis zu einem einmonatigem Aufenthalt im Oberwasser, den Einlaufbereich des Fischweges und schwammen ihn hinab. Inwiefern von diesen Einzelbeobachtungen auf eine Eignung des Fischweges als Abstiegsanlage geschlossen werden kann, läßt sich anhand der vorliegenden Daten zwar nicht eindeutig klären, jedoch wurden in Sinn eindeutig häufiger Abwanderungsbewegungen dokumentiert als in Scheuerfeld.

#### 4. Diskussion

Zwar ist aufgrund der Leistungsfähigkeit der im Transponder enthaltenen Spule der maximale Leseabstand für eine Rahmenantenne derzeit auf 30 cm begrenzt und damit der Einsatz der Transponder-Technologie im Freiland auf die Bereiche von Verengungen, z. B. in Fischwegen, beschränkt, doch zeigen diese ersten Ergebnisse, daß die Kontrollstation eine elegante Möglichkeit zur Beobachtung des Verhaltens transpondierter Fische in Fischaufstiegsanlagen darstellt.

- Obleich die Untersuchungen außerhalb der Hauptaufstiegszeiten der einheimischen Fischfauna lagen, schwamm an beiden Standorten ein sehr hoher Anteil mit Transpondern markierter Fische in die Fischaufstiegsanlagen ein.
- Ferner wurde nachgewiesen, daß die naturnahe Aufstiegsanlage in Sinn nicht nur ihrer Funktion als biotopverbindendes Element gerecht wird, sondern auch als Ersatzlebensraum und Abstiegshilfe dient. Hingegen ist der technische Beckenpaß in Scheuerfeld ausschließlich als Fischaufstiegsanlage wirksam.
- Aus den komplexen Bewegungsmustern der transpondierten Fische kann geschlossen werden, daß diese einen »individuellen Willen« bei der Überwindung eines Fischweges erkennen lassen. Die Vorstellung von Schiemenz (1957), daß aufwanderungswillige Fische, wenn sie den Einstieg in eine Fischaufstiegsanlage gefunden haben, rein reflektorisch auf den Strömungsreiz reagieren und so automatisch ins Oberwasser gelangen, ist durch diese Ergebnisse ebenso eindeutig widerlegt, wie die Vorstellungen von Pelz (1985, 1986), daß Fische durch Fischwege gegen ihren Willen gezwungen würden, ins Oberwasser zu schwimmen.
- Schließlich sei darauf hingewiesen, daß ein wesentlicher Vorteil der Transpondierung von Fischen neben der automatischen Registrierung der individuell markierten Tiere in der lebenslangen Kennzeichnung des Fisches besteht, daß die implantierten Transponder nicht verlorengehen und keine eigene Energiequelle benötigen.

## Summary

### Behaviour of Fish in Fishways

The injection of microtransponders renders an individual tagging of fish possible. By installing frame antennas in fishways the passage of fish can automatically be recorded. Transponder-Technology has been used for the first time within the scope of a research project executed by the DVWK (German Association for Water Resources and Land Improvement) to develop a cost effective method for the automatic control of the efficiency of fishways and the investigation of the behaviour of fish. The results of this primary field study prove the effectuality of this new tagging technology under outdoor conditions and demonstrate the individual behaviour during passing fishways. So the investigated natural like constructed bypass channel do serve as a secondary habitat and is used by some specimen also for downstream migration.

### LITERATUR

- Adam, B. & U. Schwevers (1992): Eine neue Markierungsmethode für Fische – erste Erfahrungen mit Mikro-Transpondern. – Z. Fischk., 1/2, S. 163–175, auch auf Englisch 1994 in: Animal research and development 40, S. 78–87.
- Adam, B. & U. Schwevers (1996): Automatische Funktionsüberprüfung von Fischwegen mittels Einsatz der Transponder-Technologie. – Wasserwirtschaft 86/12.
- Adam, B. & U. Schwevers (1997): Einsatz der Transponder-Technologie am Beispiel der Funktionskontrolle von Fischwegen. DVWK-Schriftenreihe (in Druck).
- Behlert, O. & N. Willms (1992): Gewebsreaktionen auf implantierte Transponder eines elektronischen Markierungssystems. – Kleintierpraxis 37, S. 51–54.
- Pelz, G. R. (1985): Fischbewegungen über verschiedenartige Fischpässe am Beispiel der Mosel. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 76, 190 S.
- Pelz, G. R. (1986): Kritische Stellungnahme zur Fischpaßfrage. – AFZ Fischwaid 111, S. 8–13.
- Prentice, E. F., T. A. Flagg, C. S. McCutcheon & D. F. Braistow (1990): Feasibility of using implantable passive integrated transponder (PIT) tags in salmonids. – In: C. Parker (Hrsg.): Fish-marking techniques – American Fisheries Society, Symposium 7, Bethesda, Maryland, S. 317–322.
- Schiemanz, F. (1957): Ersatz des instinktmäßigen Wanderns der Fische in Fischtreppen durch das reflektori-sche Wandern. – Z. Fischerei, NF 6, S. 61–84.

Anschrift der Verfasser: Dr. Beate Adam & Dr. Ulrich Schwevers, Institut für angewandte Ökologie, Neustädter Weg 25, D-36320 Kirtorf-Wahlen

Johannes Schöffmann

## Mediterrane »Inselforellen« – autochthone Forellen (*Salmo trutta* L.) auf Korsika, Sardinien und Sizilien

Korsika, Sardinien und Sizilien sind die einzigen Inseln im Mittelmeer mit autochthonen Forellenvorkommen. Nach der traditionellen Klassifikation werden die Forellen der drei Mittelmeerinseln zusammen mit vielen Festlandformen des mediterranen Einzugsgebietes in die Subspezies *Salmo trutta macrostigma* gestellt. Wie Analysen der mtDNA zeigten, gehören die Forellen Korsikas zwei verschiedenen phylogenetischen Gruppen an: Der Genotyp der ersten Gruppe ist auch in den Populationen der Mittelmeereszuflüsse Frankreichs und Spaniens, ebenso wie der Türkei und des Balkans vertreten. Der Genotyp der zweiten Gruppe war bisher nur auf Korsika nachzuweisen, steht aber den »fario«-Genotypen\* des Adriabeckens nahe (Guyomard, 1989; Bernatchez et al., 1992). Erst kürzlich durchgeführten Untersuchungen zufolge, ist dieser Genotyp jedoch auch auf Sardinien präsent (Bernatchez 1997, pers. Mitt.).

\* Zum Unterschied zu den ebenfalls aus dem Adriabecken bekannten »marmoratus«-Genotypen, die eine eigenständige phylogenetische Gruppe bilden.