

Zum Sinngehalt von Funktionskontrollen an Fischaufstiegsanlagen

About the sense of biological monitoring of fish passes

Beate Adam, Ulrich Schwevers & Robert Kolf

Funktionskontrollen von Fischaufstiegsanlagen wurden bisher als probate Möglichkeit zur Überprüfung der Wirksamkeit dieser gewässerökologisch notwendigen Bauwerke gesehen. Eine Auswertung von 212 Berichten ausgeführter Untersuchungen offenbart jedoch eine Vielzahl logischer und methodischer Fehler, die den Aussagewert von Funktionskontrollen in ein kritisches Licht stellen.

The biological monitoring has been seen as a well doing instrument for controlling the efficacy of ecological necessary fish passes. But the investigation into 212 reports on fish passes proved a lot of logical and methological mistakes so that the biological monitoring appears in an unfavourable light.

1 Einführung

Während die Funktionsfähigkeit der meisten wasserbaulichen Anlagen vergleichsweise einfach danach beurteilt werden kann, ob bzw. in welchem Maße das jeweilige Bauwerk seinen Zweck erfüllt, ist die Frage nach der Funktionsfähigkeit von Fischaufstiegsanlagen oder der Fischpassierbarkeit von Kreuzungsbauwerken, Sohlenrampen o. ä. schwerer zu beantworten: Einerseits besteht stets das Problem, daß die Organismen, denen eine stromaufwärts gerichtete Wanderung ermöglicht werden soll, sich einer direkten Beobachtung entziehen. Andererseits wird ökonomischen Interessen und daraus resultierenden, finanziell begründeten Sachzwänge oft eine größere Bedeutung zugemessen als den Bemühungen um eine Verbesserung der gewässerökologischen Situation.

Nichts desto trotz wurden in der Vergangenheit etliche Fischaufstiegsanlagen biologischen Funktionskontrollen unterzogen und verschiedene Publikationen befassen sich mit Aspekten der Methodik und Bewertung solcher Untersuchungen. Grundlage ist hierbei die Erfassung der über das jeweilige Bauwerk aufgestiegenen Individuen [1, 2]. Während jedoch zahlreiche Publikationen zum Stand der Technik bezüglich der korrekten Anlage, Dimensionierung und hydraulischen Auslegung von

Fischaufstiegsanlagen wie das DVWK-Merkblatt 232/1996 „Fischaufstiegsanlagen - Bemessung, Gestaltung und Funktionskontrolle“ [3] und das jüngst in Nordrhein-Westfalen erschienene „Handbuch Querbauwerke“ [4] vorliegen, fehlen noch immer allgemein anerkannte und verbindliche Regeln für die Durchführung und Auswertung biologischer Funktionskontrollen.

In Hinblick auf die Umsetzung des Handbuchs Querbauwerke [4] beauftragte deshalb das nordrhein-westfälische Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz das Institut für angewandte Ökologie mit der Auswertung von Berichten ausgeführter Funktionskontrollen an Fischaufstiegsanlagen [5]. Die aus dieser Studie gewonnenen Erkenntnisse sollten die Grundlage für die Erarbeitung fachlich fundierter und belastbarer Standards für die Beurteilung von Fischaufstiegsanlagen bilden.

2 Allgemeine Angaben zu den ausgewerteten Berichten

Es wurden insgesamt 212 deutschsprachige Untersuchungsberichte aus der Zeit zwischen 1910 und 2004 in Hinblick auf die Methodik und Bewertung der Funktionskontrolle ausgewertet, wobei auf eine strenge Anonymisierung geachtet wurde. Mehr als die Hälfte der Berichte stammt aus den vergangenen 9 Jahren, also der Zeit nach dem Erscheinen des DVWK-Merkblatts [3]. Insgesamt erwies sich allerdings die Sorgfalt, mit der die Funktionskontrollen durchgeführt wurden sowie die inhaltliche Qualität der Berichte, unabhängig von der Zeit ihrer Anfertigung, als sehr heterogen.

43 % der Untersuchungen beschäftigten sich mit Fischaufstiegsanlagen an Flußkraftwerken, 19 % an Ausleitungskraftwerken, 33 % an energetisch ungenutzten Standorten sowie 1 % mit Tests von Modellkonstruktionen unter Laborbedingungen. Bei 4 % der Gutachten blieb der untersuchte Standorttyp unklar.

Bei den meisten der untersuchten Fischaufstiegsanlagen handelte es sich um technische Konstruktionstypen (**Bild 1**). Dies ist einerseits darin begründet, daß vor allem im deutschsprachigen Raum der Funktionsfähigkeit technischer Konstruktionen größere Skepsis entgegen gebracht wird, als landschaftsästhetisch gefälligeren Bauweisen. Andererseits gestaltet sich die Beprobung naturnaher Konstruktionen in der Regel methodisch aufwendiger.

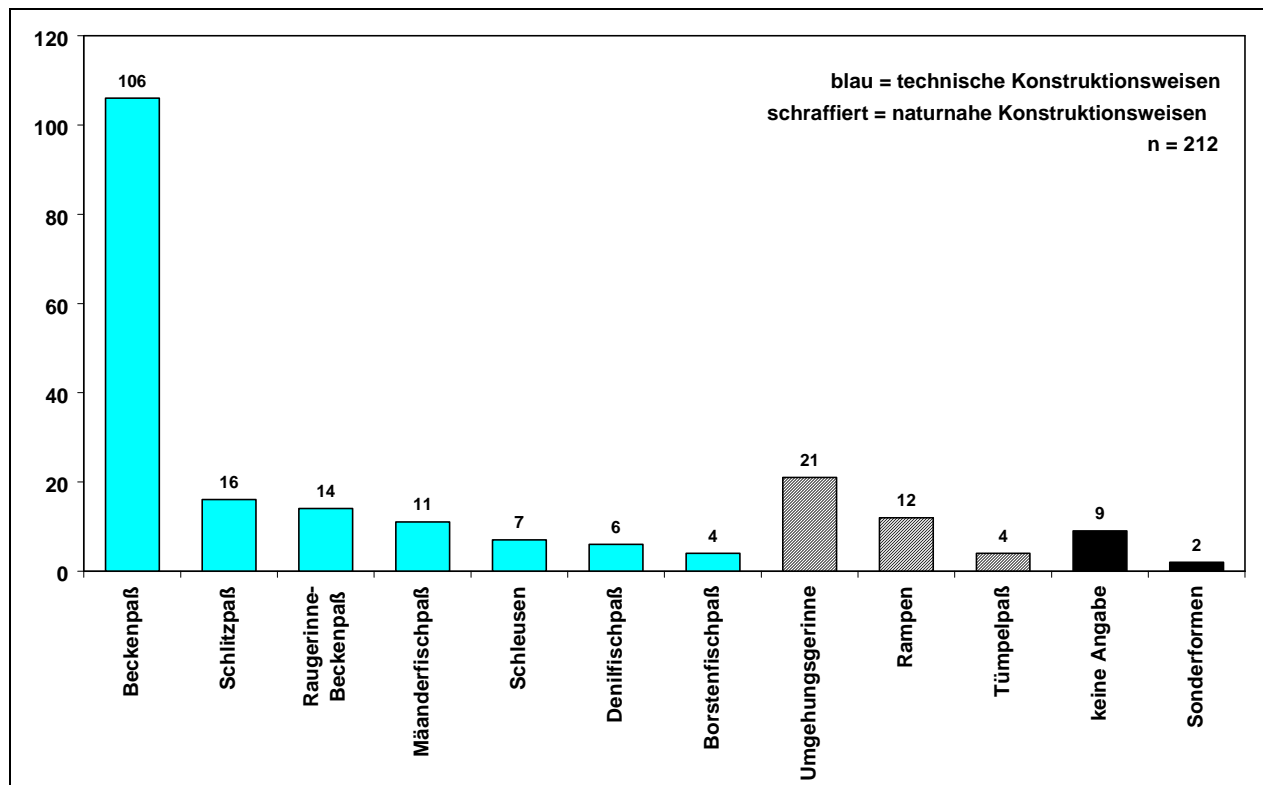


Bild 1: Konstruktionstypen von Fischaufstiegsanlagen, die einer Funktionskontrolle unterzogen wurden

Die meisten Autoren beschränken ihre Darstellung auf biologische Befunde. Messwerte zu technischen und hydraulischen Parametern werden für weniger als die Hälfte der Anlagen angegeben und selbst nähere Angaben zur Konstruktionsweise fehlen häufig. So bietet die Mehrzahl der ausgewerteten Untersuchungsberichte keine ausreichende Basis für eine technische Bewertung der Anlagen im Abgleich mit den jeweils gültigen Grenz- und Richtwerten. Auch der Versuch, durch Abgleich zwischen den konstruktiven Charakteristika und den biologischen Befunden, z. B. Ursachen einer festgestellten größen- oder artselektiven Wirksamkeit zu benennen, wird nur in einzelnen Fällen unternommen.

Das DVWK-Merkblatt [3] empfiehlt, Funktionskontrollen von Fischaufstiegsanlagen über mindestens einen vollständigen Jahrgang durchzuführen, um unter Berücksichtigung der jahreszeitlich schwankenden Aufstiegsaktivität der verschiedenen Fischarten und sich verändernder Umweltfaktoren, die das Aufstiegsgeschehen beeinflussen, eine ausreichende Datenbasis für eine abgesicherte Bewertung zu erhalten. Diese Vorgabe wurde allerdings bei weniger als einem Drittel der Untersuchungen eingehalten, selbst wenn hierbei eine bis zu zweimonatige Winterpause einkalkuliert wird. Ein weiteres Drittel der

Untersuchungen dauerte sogar weniger als drei Monate (**Bild 2**). Als Gegenbeispiel sei allerdings auf die Untersuchung der Fischaufstiegsanlage Kostheim am hessischen Main verwiesen, die am 01. August 1998 begann und wo die Fangreue bis heute, d. h. seit über 6 Jahren täglich kontrolliert wird.

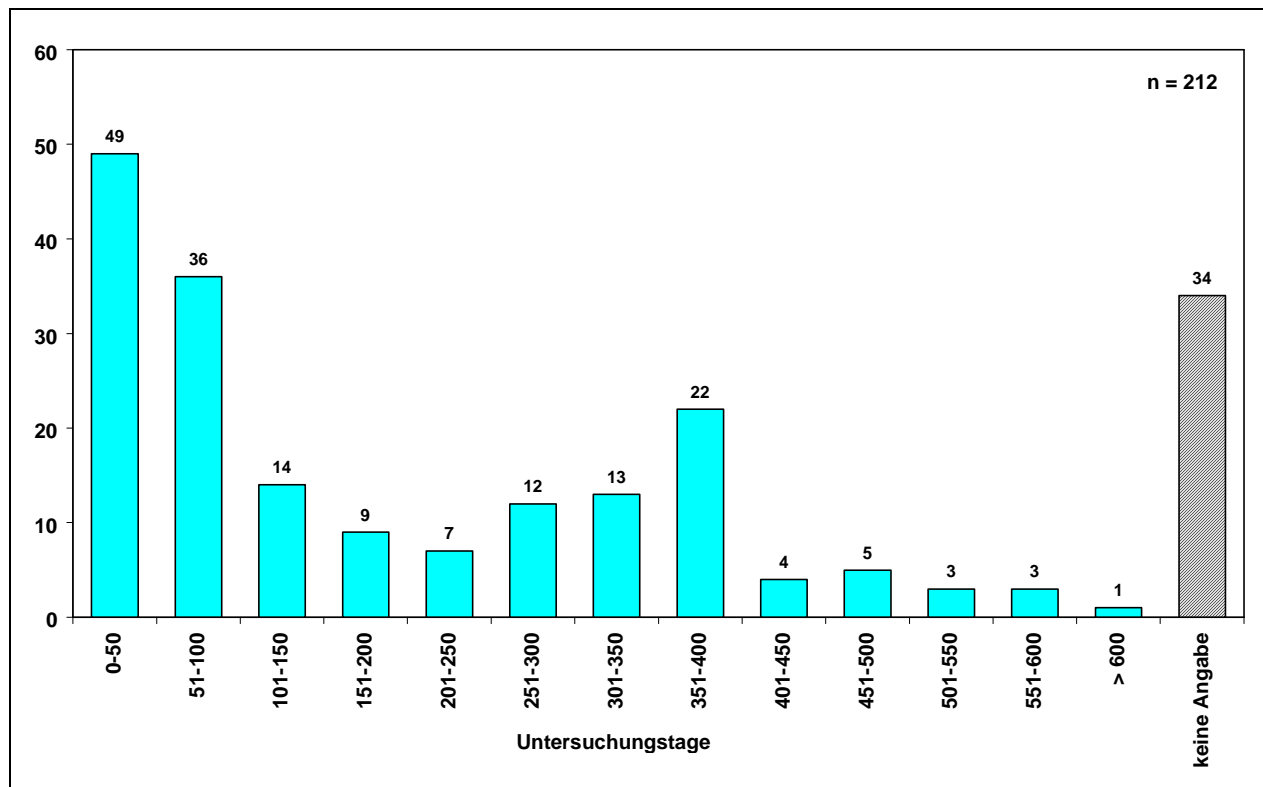


Bild 2: Dauer von Funktionskontrollen

3 Definition der Funktionsfähigkeit von Fischaufstiegsanlagen

Die Aufgabe von Fischaufstiegsanlagen besteht darin, allen aufwanderwilligen Fischen, unabhängig von ihrer Größe und Leistungsfähigkeit die stromaufwärts gerichtete Passierbarkeit von Wanderhindernissen ohne vermeidbare Verzögerung, Streß oder gar Verletzungen zu gewährleisten [6]. Zusätzliche Funktionen, insbesondere die Schaffung von Ersatzlebensräumen für rheophile aquatische Organismen sind ökologisch durchaus zu begrüßen, doch dürfen sie die Primärfunktion weder beeinträchtigen, noch können sie diese ersetzen. Ferner ist es für die Funktionsfähigkeit einer Fischaufstiegsanlage letztlich irrelevant, ob sie in so genannter naturnaher oder in technischer Bauweise errichtet wurde.

Gemäß dem Stand des Wissens und der Technik [3, 4] wird die Funktionsfähigkeit einer Fischaufstiegsanlage durch Einhaltung folgender grundlegender Anforderungen

gesichert, die sich von der Körpergröße und Morphologie sowie dem Leistungsvermögen, Schwimm- und Orientierungsverhalten aller Arten der potentiell natürlichen Fischfauna ableiten (**Bild 3**):

- Die *Auffindbarkeit* einer Fischaufstiegsanlage ist durch ihre Lage im Bereich der Hauptströmung, die Gewährleistung eines durchgehenden Wanderkorridors bis zu ihrem Einstieg, einer im Unterwasser des Aufstiegshindernisses gut wahrnehmbaren Leitströmung sowie eine korrekte Anbindung an mindestens 300 Tagen im Jahr sicherzustellen.
- Die *Passierbarkeit* der Fischaufstiegsanlage selber ist zu gewährleisten, indem an mindestens 300 Tagen im Jahr im gesamten Bauwerk sämtliche hydraulischen und geometrischen Grenzwerte mit Hinblick auf die leistungsschwächsten und größten zu erwartenden Arten eingehalten werden.

$$\text{Funktionsfähigkeit} = \int_{Q_{30}}^{Q_{330}} \text{(Auffindbarkeit) \& (Passierbarkeit)}$$

Bild 3: Funktionsfähigkeit von Fischaufstiegsanlagen

4 Methodisches Vorgehen bei biologischen Funktionskontrollen

In der Regel werden biologische Funktionskontrollen durchgeführt, in dem am oberwasserseitigen Ausstieg der jeweiligen Fischaufstiegsanlage ein Fanggerät exponiert wird, um die aufgestiegenen Individuen zu erfassen. Hierzu wurden in 84 % der betrachteten Gutachten Reusen verwandt (**Bild 4a und 4b**). 9 % entfielen z. B. auf Absperrungen des Einlaufs der Fischaufstiegsanlage zum Zweck einer visuellen Zählung oder einer Elektrofischung in der Anlage, stationäre Kontrollstationen und Telemetrie sowie Direktbeobachtungen. 7 % der Berichte enthielten keinerlei Informationen zum methodischen Vorgehen bei der Aufstiegszählung.



Bild 4: a) Kasten- und b) Netzreuse im Einsatz bei Funktionskontrollen

In nicht weniger als 64 % aller Berichte über Funktionskontrollen, die mit Hilfe von Reusen durchgeführt worden waren, fanden sich kritische Anmerkungen zur Tauglichkeit dieser Methode. Diese beziehen sich insbesondere auf:

- Eine schlechte Fängigkeit der Reusen infolge zu großer Maschenweiten, so daß vor allem Jung- und Kleinfische, aber auch schlanke Arten sowie Aale und Neunaugen nicht oder nur unzureichend erfaßt werden.
- Fehlende Bündigkeit des Fanggeräts, so daß Fische an der Reuse vorbei aufschwimmen können.
- Fehlkonstruktion der Reusenkehle, so daß insbesondere Großsalmoniden wieder entfliehen.
- Schlechte Zugänglichkeit und Bedienbarkeit des Fanggeräts insbesondere bei steigenden Abflüssen und hohem Treibgutanteil.
- Hoher Wartungsaufwand infolge Verkläuserung sowie Defekten z. B. durch Bisamverbiss, Diebstahl und Vandalismus.
- Beeinträchtigung des Abflusses und damit der Hydraulik der Fischaufstiegsanlage durch die Exposition des Fanggeräts.
- Schädigung/Tötung der Fische im Fanggerät infolge zu hoher Fließgeschwindigkeiten, großer Rauigkeit, zu geringer Dimensionierung und nicht zuletzt aufgrund einer zu geringen Betreuungsintensität.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß die festgestellten Defizite nur im Verlauf einzelner Untersuchungen beseitigt wurden. Auch eine Berücksichtigung methodischer Defizite bei der Auswertung erfolgte in den seltensten Fällen.

5 Logik des Vorgehens

Mittels Funktionskontrollen können nur solche Aspekte bewertet werden, die auch tatsächlich untersucht wurden. Entsprechend können mit oberwasserseitig exponierten Reusen nur diejenigen Individuen erfaßt werden, die trotz der Summe aller ggf. bestehenden Mängel die Fischaufstiegsanlage erfolgreich passiert haben. Eine genaue Analyse des Arten- und Größenspektrums der Aufsteiger läßt dabei eventuelle Mängel bei der Dimensionierung der Fischaufstiegsanlage vor allem für große und hochrückige Arten sowie Grenzwertüberschreitungen hinsichtlich der hydraulischen Auslegung für leistungsschwache Arten erkennen, sofern entsprechende Informationen zum Unterwasserbestand als Vergleichsgrundlage zur Verfügung stehen.

Um jedoch die Auffindbarkeit einer Fischaufstiegsanlage untersuchen zu können, bedarf es aufwendigerer Methoden, z. B. der Markierung von Fischen mit telemetrischen Sendern, um ihre Wanderwege verfolgen zu können. Derartige Untersuchungen wurden im deutschsprachigen Raum bisher nur im Rahmen einzelner, größerer Forschungsprojekte durchgeführt [7, 8, 9, 10]. Anhand der durch Reusenkontrollen nachgewiesenen Individuen aber läßt sich die Auffindbarkeit nicht bewerten, da die Anzahl derjenigen Fische nicht quantifizierbar ist, die die Fischaufstiegsanlage z. B. aufgrund falscher Anordnung am Standort, ungünstiger Positionierung und damit Anbindung im Unterwasser des Querbauwerks oder unzureichender Leitströmung verfehlt haben. So bemühen sich zwar die Autoren von 11 Untersuchungen, anhand ihrer Aufstiegszählungen Aussagen zur Auffindbarkeit abzuleiten (**Bild 5**), doch sind die Begründungen wenig plausibel, indem z. B. die Zahl der Aufsteiger, eine nicht festgestellte Artselektivität oder fehlende Beobachtungen von Fischansammlungen im Unterwasser angeführt werden.

Allerdings sind die Orientierungsmechanismen und Verhaltensweisen aufwandernder Fische so gut bekannt, daß die Auffindbarkeit einer Fischaufstiegsanlage anhand technischer Parameter gemäß dem Stand der Technik beurteilt werden kann entspricht. Wenngleich immerhin in 19 % der ausgewerteten Berichte technischen Kriterien zur Beurteilung der Auffindbarkeit herangezogen werden, bedarf es hierzu jedoch eigentlich nicht der Durchführung biologischer Funktionskontrollen.

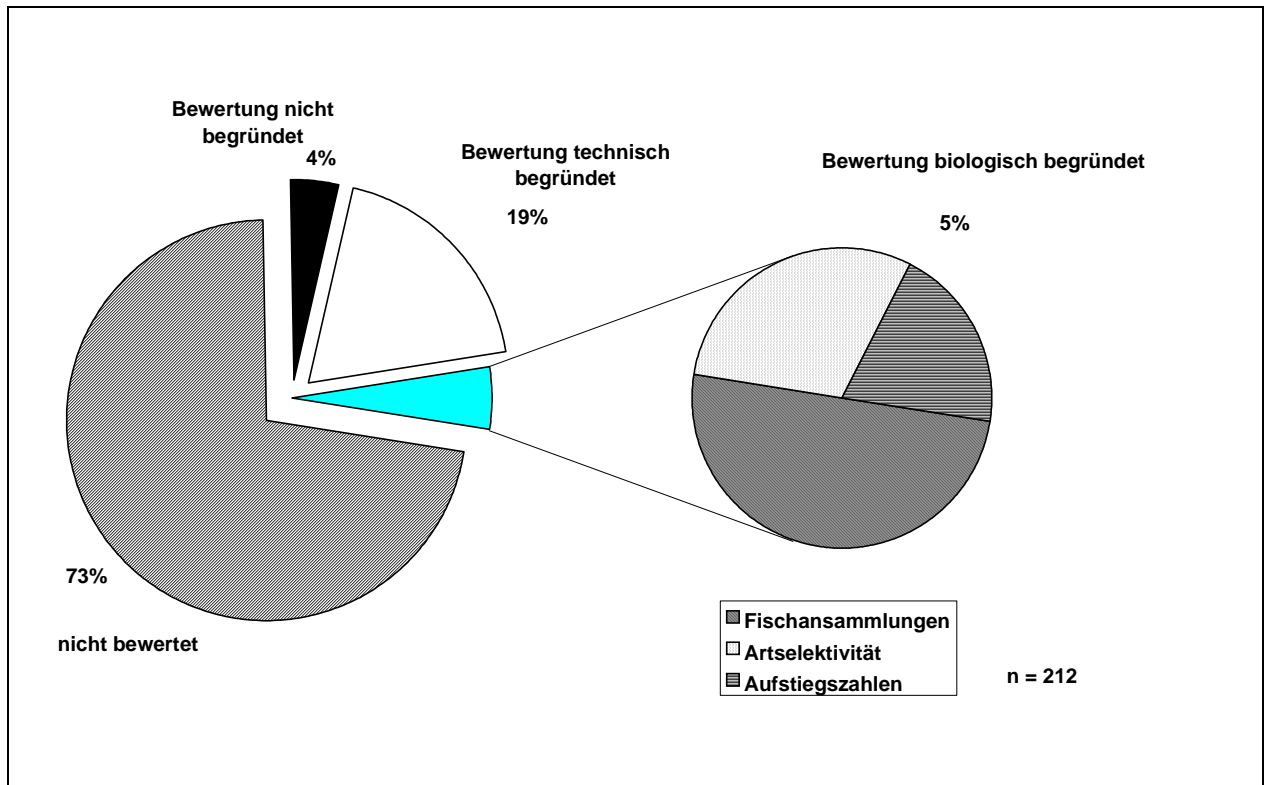


Bild 5: Beurteilung der Auffindbarkeit von Fischaufstiegsanlagen

6 Interpretation der Ergebnisse von Aufstiegszählungen

6.1 Anzahl

Bis auf wenige Ausnahmen wurde die Funktionsfähigkeit von Fischaufstiegsanlagen bislang ausschließlich anhand der Anzahl der aufgestiegenen Individuen beurteilt. Allerdings werden diese Zahlen weder in Relation zur Dauer der Untersuchung, zum Unterwasserbestand oder zur Größe des Gewässers gesetzt. Damit fehlt jeglicher Bewertungsmaßstab und die Beurteilung der Funktionsfähigkeit bleibt der subjektiven Einschätzung des Gutachters überlassen, ob er die Anzahl der aufgestiegenen Individuen als ausreichend erachtet. Dies mögen zwei Beispiele von Gewässern mit ähnlichem Artenspektrum und vergleichbaren Aufstiegszahlen pro Tag verdeutlichen: Während ein Gutachter 1953 über eine Fischaufstiegsanlage am Inn feststellte „Die Anzahl von rund 10.000 aufgestiegenen Fische kann keinerlei Bedeutung für das Gewässer haben“, wurde 1996 über eine falsch positionierte Fischaufstiegsanlage an der Mur geurteilt „Insgesamt belegen vorliegende Untersuchungen die Passierbarkeit der FAA für alle im Untersuchungsbereich potentiell vorkommenden Fischarten und Altersstadien mit Ausnahme adulter Huchen“, obgleich nur 2.086 Exemplare aus 3 von 13 im Unterwasser präsenten Arten aufgestiegen waren. Die Funktionsfähigkeit von zwei Fischaufstiegsanlagen an der Salzach wird aktuell sogar als „grundsätzlich

positiv“ bewertet, weil in zweimonatigen Untersuchungsintervallen im Frühjahr und Herbst zwischen 5 und 63 Individuen registriert wurden.

Erschwert wird die Bewertung von Aufstiegszahlen dadurch, daß die Aufstiegsaktivität der Fischfauna natürlichen Fluktuationen unterliegt, so daß Kontrolluntersuchungen der selben Fischaufstiegsanlage sowohl im Jahresverlauf, als auch von Jahr zu Jahr gänzlich unterschiedliche Ergebnisse erbringen können. Ein Vergleich mehrfach untersuchter Anlagen zeigt, daß die Aufstiegszahlen ohne bauliche Veränderung und bei identischer Beprobungsmethodik und -zeit um mehr als den Faktor 4 schwanken können (**Tabelle 1**). Dies verdeutlicht, daß eine objektive Bewertung der Funktionsfähigkeit von Fischaufstiegsanlagen allein anhand der Anzahl der registrierten Fische nicht möglich ist.

Tabelle 1: Vergleich von Aufstiegszahlen an den selben Fischaufstiegsanlagen (umgerechnet auf Individuen pro Tag)

Fischaufstiegs- anlage	Untersuchungskampagne		Individuen pro Tag
Drakenburg / Weser	1958	210 Tage	96
	1959		48
	1960		214
	1963		83
Kostheim / Main	01.08.1998 - 31.07.1999	ganzjährig	47
	01.08.1999 - 31.07.2000		14
	01.08.2000 - 31.07.2001		15
	01.08.2001 - 31.07.2002		18
	01.08.2002 - 31.07.2003		21
	01.08.2003 - 31.07.2004		17

6.2 Größenselektivität

Die eingeschränkte Passierbarkeit einer Fischaufstiegsanlage kann in einer selektiven Wirksamkeit gegenüber kleinen und/oder großen Exemplaren zum Ausdruck kommen. Dies läßt sich durch Vergleich des Größenspektrums der aufgestiegenen Exemplare mit demjenigen des Unterwasserbestandes ermitteln. Allerdings enthalten nur 38 % der Berichte Angaben zum Unterwasserbestand und eine exakte Vermessung als Grundlage für die Bewertung der Größenselektivität erfolgte auch nur bei weniger als 40 % der Untersuchungen. So fanden

Vermessungsbefunde nur in 24 % der Berichte Eingang und nur in 6 % der Fälle wurde hieraus auf eine eingeschränkte Passierbarkeit geschlossen. Das Instrument des Größenvergleichs zwischen Unterwasserbestand und aufgestiegenen Individuen wurde somit nur bei wenigen Untersuchungen zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit herangezogen.

6.3 Artselektivität

Als wichtige Grundlage zur Bewertung der Passierbarkeit einer Fischaufstiegsanlage könnte auch das Artenspektrum der aufgestiegenen Fische herangezogen werden, wobei als Maßstab die am jeweiligen Standort zu erwartende potentiell natürliche Fischfauna, zumindest jedoch das aktuell in der stromabwärts anschließenden Flusssystem präsente Artenspektrum anzulegen ist. Doch auch hinsichtlich dieses rein biologischen Bewertungsparameters fanden sich nur in einem Drittel der ausgewerteten Berichte Angaben. Hierbei wurde in aller Regel Einzelnachweisen die gleiche Wertigkeit zuerkannt, wie dem massenhaften Aufstieg anderer Arten. Es wurde somit verkannt, daß sich die artselektive Wirksamkeit einer Fischaufstiegsanlage auch darin ausdrücken kann, daß bestimmte Arten zwar in Einzelexemplaren aufsteigen, in Relation zum Unterwasserbestand aber dennoch deutlich unterrepräsentiert sind.

7 Fazit

Typischerweise erfolgt die Bewertung der Funktionsfähigkeit von Fischaufstiegsanlagen bei den 212 ausgewerteten Kontrolluntersuchungen primär oder ausschließlich anhand von Reusenfängen ermittelter Aufstiegszahlen. Auf diese Weise bleiben jedoch wesentliche Aspekte für eine Bewertung der Funktion unbeantwortet:

- Es wird nicht definiert, welche Anforderungen an eine funktionsfähige Fischaufstiegsanlage gestellt werden und es existiert kein Bewertungsmaßstab, der eine objektive Bewertung der Aufstiegszahlen ermöglicht.
- Es wird nicht erkannt, daß es sich bei Auffindbarkeit und Passierbarkeit um zwei Parameter handelt, die die Funktionsfähigkeit unabhängig voneinander beeinflussen und die demzufolge auch unabhängig voneinander untersucht und bewertet werden müssen.
- Es wird nicht untersucht, in wie weit Auffindbarkeit und Passierbarkeit erfüllt sind.

- Es wird nicht überprüft, ob technische Anforderungen, d. h. hydraulische und geometrische Grenzwerte eingehalten werden und welchen Einfluß Abweichungen auf das Aufstiegsergebnis haben.

Die Interpretation und Bewertung der im Rahmen biologischer Funktionskontrollen erhobene Befunde erfolgt somit in der Regel unsystematisch und ohne objektiven Bewertungsmaßstab. Das Urteil über die Funktionsfähigkeit ist folglich ausschließlich das Resultat der persönlichen, subjektiven Einschätzung des Gutachters. Es hält damit einer kritischen Überprüfung nicht stand und Funktionskontrollen verschiedener Anlagen sind nicht miteinander vergleichbar.

Deshalb haben Funktionskontrollen in der Vergangenheit häufig nicht zur realistischen Bewertung der Qualität von Fischaufstiegsanlagen beigetragen, sondern im Gegenteil: Sie haben Fehleinschätzungen bezüglich der Funktionsfähigkeit Vorschub geleistet und Fehlkonstruktionen abgesegnet. Dies ist einer der wesentlichen Gründe dafür, daß die große Mehrzahl der in Deutschland existierenden Fischaufstiegsanlagen nicht oder allenfalls eingeschränkt wirksam ist. Entsprechend dieser Erkenntnis ist die Schlussfolgerung zu ziehen, daß auf dem bisherigen fachlichen Niveau durchgeführte Funktionskontrollen verzichtbar sind.

Andererseits sind die grundsätzlichen Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen den technischen Charakteristika einer Fischaufstiegsanlage und den hieraus resultierenden biologischen Konsequenzen inzwischen so weit fortgeschritten, daß bereits im Planungsstadium Einschränkungen der Funktionsfähigkeit absehbar sind und damit vermieden werden können. Entsprechend gewährleistet die konsequente Berücksichtigung aller Anforderungen an Anordnung und Positionierung sowie die Einhaltung der gültigen hydraulischen und geometrischen Grenzwerte [3, 4] den Bau funktionsfähiger Fischaufstiegsanlagen, deren biologische Kontrolle sich erübrigt.

Notwendig ist somit statt herkömmlicher Funktionskontrollen eine konsequente Qualitätssicherung, die bereits im Planungsstadium beginnt und von vorne herein Abweichungen vom Stand der Technik verhindert bzw. auf solche Fälle beschränkt, wo dies aufgrund bestehender Sachzwänge absolut unvermeidlich ist.

In bestimmten Fällen allerdings, z. B. zur detaillierten Analyse der Abhängigkeit bestimmter biologischer Parameter von technischen Charakteristika, zur Bewertung neuer Konstruktionstypen oder aber auch zum Monitoring von Fischbeständen kann die Durchführung von Aufstiegszählungen bzw. Funktionskontrollen durchaus

sinnvoll sein. Diese müssen jedoch methodisch so ausgelegt sein, daß sich die jeweilige Fragestellung tatsächlich beantworten läßt und die Auswertung nach standardisierten Kriterien erfolgt, die eine Vergleichbarkeit verschiedener Untersuchungen untereinander sicherstellt.

Literatur

- [1] SCHWEVERS, U. & B. ADAM (2000): Aspekte der Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen. - Kirtorf-Wahlen (Institut für angewandte Ökologie), 23 S.
- [2] GUMPINGER, C. (2001): Zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit von Fischaufstiegshilfen: Zielstellungen, Bewertungsgrundlagen und Methoden. - Österr. Wasser- und Abfallwirtschaft 53, 189 - 197.
- [3] DVWK (DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU e.V.) (1996): Fischaufstiegsanlagen - Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. - Bonn (Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH), Merkblätter zur Wasserwirtschaft 232, 120 S.
- [4] DUMONT, U., P. ANDERER & U. SCHWEVERS (2005): Handbuch Querbauwerke. - Düsseldorf (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW), 212 S.
- [5] SCHWEVERS, U., B. ADAM & D. THUMERER (2005): Auswertung durchgeführter Funktionskontrollen an Fischaufstiegsanlagen. - Im Auftrag des MUNLV NRW, Abteilung 10/IV, Kirtorf-Wahlen (Institut für angewandte Ökologie), 193 S. (unveröffentlicht).
- [6] THORNCRAFT G. & J. H. HARRIS (2000): Fish passage and fishways in New South Wales: A status Report. - Cooperative Research Centre for Freshwater Ecology (Australia), Series: Technical Report 1/2000.
- [7] SCHMUTZ, S. & G. UNFER (1996): Radio telemetry as an additional tool for investigating the colonisation of a recently constructed channel (Marchfeldkanal). - In: Baras, E. & J. C. Philippart (Hrsg.): Underwater biotelemetry 1996 (Liège), 137 - 142.

- [8] BEHRMANN-GODEL, J. (2000): Telemetrische Untersuchung der herbstlichen Wanderung der Blankaale (*Anguilla anguilla* L.) in der Staustufe Trier. - Konstanz (Universität, Limnologisches Institut), für die Aalschutzinitiative Rheinland-Pfalz / RWE Energie AG, 29 S.
- [9] SCHMID, W., H. LÖFFLER & W. SIEGER (2000): Durchwanderbarkeit der drei großen rauhen Rampen in der Argen bei Langenargen - Telemetrische Untersuchungen an Forellen. - Wasserwirtschaft 90, 542 - 547.
- [10] FREDRICH, F. & H. H. ARZBACH (2002): Wanderungen und Uferstrukturnutzung der Quappe, *Lota lota* in der Elbe, Deutschland. - Z. Fischk. Suppl. 1, 159 - 178.

Anschriften der Verfasser:

Dr. Beate Adam & Dr. Ulrich Schwevers
Institut für angewandte Ökologie
Neustädter Weg 25
36320 Kirtorf-Wahlen
u.schwevers@ifoe.eu

MR Dipl.-Ing. Robert Kolf

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen, Referat 4-10
Schwannstraße 3
40476 Düsseldorf
robert.kolf@munlv.nrw.de