

Fischaufstiegsschnecken: Funktionsfähigkeit und Eignung für unterschiedliche Standorte zum gegenwärtigen Wissensstand

Studie i. A. der OÖ. Umweltanwaltschaft



 OÖ. UMWELT
ANWALTSCHAFT



Fischaufstiegsschnecken – Funktionsfähigkeit und Eignung für unterschiedliche Standorte zum gegenwärtigen Wissensstand

Auftraggeber:

OÖ. Umweltschutz

Kärntnerstr. 10-12

4021 Linz



31. Juli 2017, überarbeitete Version

Bearbeitung

Mag. Clemens Ratschan

Mag. Michael Jung

Projektleitung

DI Dr. Gerald Zauner

ezb - TB Zauner GmbH

Technisches Büro für Gewässerökologie und Fischereiwirtschaft

Marktstr. 35, A-4090 Engelhartszell

www.ezb-fluss.at



Fotos Titelblatt:

Hintergrund: FAS vom Typ „Hydro-Connect“ (Doppelrohrschnecke). Foto: B. ZEIRINGER

Kleine Fotos: Schwarmfischart Nase (*Chondrostoma nasus*); sohlgebundene Fischart Streber (*Zingel streber*). Fotos: CR

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	2
2	EINLEITUNG, ANLASS	4
3	FUNKTIONSPRINZIP VON FAS, BAUTYPEN	9
4	BEDEUTUNG UND TYPEN VON FISCHWANDERUNGEN, ZIELE NACH WASSERRAHMENRICHTLINE	13
4.1	Allgemeines zu Fischwanderungen	13
4.2	Funktionsfähigkeit von Fischaufstiegshilfen	15
4.3	Bedeutung eines raschen Aufstiegs größerer Laichgesellschaften	18
5	BIOLOGISCHE FUNKTIONSKONTROLLE VON FAS	23
5.1	Bestehende Funktionskontrollen	23
5.2	Wissensdefizite und biologische Defizite bei FAS	29
6	ERFORDERNISSE IN HINBLICK AUF DIE ZIELE DER FFH-RICHTLINIE	35
6.1	Grundsätzliches	35
6.2	Funktionsfähigkeit von FAS für die einzelnen FFH-Arten	37
7	FISCHSCHUTZ UND FISCHABSTIEG AN FAS	44
8	EMPFEHLUNGEN	46
8.1	Aus ökologischer Sicht sinnvolle Standorte für FAS	46
8.2	Aus ökologischer Sicht ungünstige Standorte für FAS	47
8.3	Aus ökologischer Sicht ungeeignete Standorte für FAS	47
8.4	Dimensionierung	48
8.5	Wissensdefizite, Monitoring	51
8.6	Alternativen	51
9	LITERATUR	53

1 Zusammenfassung

Fischaufstiegsschnecken (FAS) werden an einer zunehmenden Zahl von Standorten als innovative, technische Lösung für den Fischaufstieg eingesetzt. Derzeit stehen 2 unterschiedliche Bautypen zur Verfügung. Erstens die einfache Fischaufstiegsschnecke, die häufig mit einer parallel betriebenen Wasserkraftschnecke eingesetzt wird (System Rehart/Strasser). Zweitens die Doppelrohrschnecke (Typ Hydro-Connect), bei der eine Außenrohrschnecke zur Energieproduktion und eine Innenrohrschnecke zum Fischaufstieg dient. Eine kurze Recherche ergab, dass derzeit an zumindest 28 Standorten in Österreich und Bayern FAS in Betrieb, genehmigt oder im Bewilligungsverfahren sind.

Den Autoren liegen finale Ergebnisse von biologischen Erfolgskontrollen aus 5 Gewässern vor, und zwar von einem Standort in der Oberen Forellenregion (Jessnitz) sowie von 3 mittleren und einem mittelgroßen Fluss der Barbenregion (Url, Raab, Sulm). Biologische Ergebnisse aus dem Hyporhithral fehlen bisher. Die Erfolgskontrollen belegen, dass durch FAS eine Reihe von Anforderungen erfüllt werden können, die zur Gewährleistung der biologischen Durchgängigkeit nach WRRL bezüglich des Aufstiegs erforderlich sind. Für zahlreiche in den Anhängen der Fauna Flora Habitat - Richtlinie gelistete Fisch- und Neunaugenarten wird der Wissensstand artspezifisch diskutiert.

Im Überblick können FAS in gewissen Fällen derzeit als ökologisch günstige Lösungen empfohlen werden. Darunter fallen Standorte in der Forellenregion (Epi- und Metarhithral), oder wenn aus technischen Gründen keine anderen Bautypen möglich sind. Allerdings lassen die Ergebnisse auch Defizite erkennen, bzw. konnten manche Aspekte bisher nicht oder (noch) nicht ausreichend belegt werden. Bisher konnte noch bei keiner Anlage der Aufstieg einer größeren Zahl adulter Nasen oder Barben im Zuge einer Laichwanderung dokumentiert werden, obwohl 4 Standorte im Epipotamal untersucht wurden. Das kann bei manchen dieser Anlagen auch mit einem geringen Bestand im Unterwasser in Zusammenhang stehen. Es ist aber keinesfalls auszuschließen bzw. angesichts der Ergebnisse zu erwarten, dass FAS die biologisch besonders wichtigen Wanderungen dieser Mittelstreckenwanderer nicht ausreichend gewährleisten können, was plausibel mit Verhaltensweisen dieser Fische erklärt werden kann. Für Großfische (Huchen) konnte ein verletzungsfreier Aufstieg durch Einsatzversuche belegt werden. Allerdings bestehen dahingehend, ob Großfische auch freiwillig unter den tatsächlich im Freiland vorherrschenden Bedingungen in FAS einsteigen, noch große Wissensdefizite und günstige Ergebnisse dazu fehlen derzeit weitgehend.

In Anbetracht der Ergebnisse wird der Bautyp FAS im Wanderkorridor der Mittelstreckenwanderer oder beim Vorkommen von Großfischen nicht empfohlen. Im

mündungsnahen Bereich größerer Flüsse mit individuenstarken Aufstiegen, Einrinnen und Ausrinnen von Seen, Natura 2000 Gebieten mit sensiblen Zielarten oder Gewässern, wo die Schaffung von Ersatzlebensräumen in naturnahen Fischwanderhilfen von entscheidender Bedeutung ist (z. B. Stauketten, Schwallstrecken), sollten zum derzeitigen Wissensstand Fischaufstiegsschnecken nur dann gebaut werden, wenn erprobte Bautypen nicht umsetzbar sind.

In Hinblick auf den Fischschutz können FAS unter Umständen gewisse Vorteile gegenüber anderen Kraftwerks-FAH-Konstellationen bringen, weil Doppelrohrschnecken als „fish friendly turbines“ wirken, bzw. weil einfache Schnecken häufig mit ebenfalls fischfreundlichen Wasserkraftschnecken kombiniert werden. Bezüglich des Fischabstiegs bestehen noch große Wissensdefizite, v. a. was die Akzeptanz und Auffindbarkeit der oberflächennahe ausmündenden FAS bzw. Wasserkraftschnecke betrifft. In Hinblick auf den Fischschutz/Fischabstieg ist die Gesamtkonstellation einer Wasserkraftanlage relevanter als die Möglichkeit, mehr oder weniger geringe Teilwassermengen fischschonend über Schneckenbauwerke abzuarbeiten.

Es gilt die Weiterentwicklung des Wissensstandes aufmerksam und objektiv weiter zu verfolgen, um einen gerichteten Einsatz von FAS im Sinne der Erreichung ökologischer Ziele zu gewährleisten.

2 Einleitung, Anlass

Die Sanierung der Durchgängigkeit von Gewässern im Sinne der Wiederherstellung von stromauf gerichteten Wandermöglichkeiten von Fischen steht derzeit im Gewässerschutz besonders im Fokus. Die dazu im überwiegenden Fall gesetzten Maßnahmen – also Fischwanderhilfen (FAH; auch Fischmigrationshilfen, FMH oder Organismenwanderhilfen, OWH bezeichnet) sind teils schon seit mehr als einem Jahrhundert in ähnlicher Bauweise in Verwendung. Viele Typen von FAHs sind zumindest mehrere Jahrzehnte lang erprobt und wurden international und national an Dutzenden bis hunderten Standorten auf ihre Funktionsfähigkeit hin überprüft.

Angesichts der dabei auftretenden, unter Umständen erheblichen Kosten bzw. Energieentgängen, unterschiedlicher Zugänge bei der Planung und Genehmigung sowie des notwendigen Wissenstransfers war die Qualität der gesetzten Maßnahmen in der Vergangenheit sehr heterogen. So wurde die Notwendigkeit, die Gestalt und Dimensionierung von Fischwanderhilfen zu standardisieren und den Erfordernissen in unterschiedlichen Gewässertypen anzupassen, erkannt und fand in den Bericht „Grundlagen für einen österreichischen Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen (FAHs)“ (ZITEK ET AL. 2011) sowie letztendlich in den aktuellen „FAH-Leitfaden“ des BMLFUW (Hrsg., 2012) Eingang, der verbreitet Anwendung findet. Im benachbarten Bayern wurde ein sehr ähnliches Richtwerk entwickelt (SEIFERT, 2012; 2016). Auch Methoden zur biologischen Untersuchung der „Funktionsfähigkeit“ dieser Anlagen wurden entwickelt und standardisiert (WOSCHITZ et al. 2003 (Ö); EBEL et al. 2006 (D)).

Im Zuge der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie bzw. Anpassung von Anlagen an den Stand der Technik werden FAHs an den unzähligen Querbauwerken in österreichischen Gewässern in verschiedenen Planungsräumen stufenweise bis 2027 umgesetzt. Dabei sind viele Standorte betroffen, wo aufgrund einschränkender Rahmenbedingungen (Platzbedarf, räumliche Konstellation, große Höhendifferenz etc.) nicht nur naturnahe Typen von FAHs mit ihrem vergleichsweise hohen Platzbedarf erschwert oder nicht umsetzbar sind, sondern auch die derzeit besonders häufig umgesetzten technischen Bautypen (Schlitzpass; Beckenpass).

Erfreulicherweise fanden und finden sich innovative Planer, die auch für solche Sonderstandorte geeignete Lösungen entweder auf Basis bereits seit langem bekannter Grundprinzipien (z. B. Fischlift, Fischschleuse) weiter- oder überhaupt weitgehend neu entwickel(te)n. Darunter fallen auch die sogenannten Fischaufstiegsschnecken (FAS), die Thema der gegenständlichen Studie sind. Entgegen der bei weitreichenden Innovationen verständlicherweise vorhandenen Skepsis gegenüber den vor einigen Jahren errichteten FAS-Pilotanlagen lieferten die ersten biologischen Untersuchungen bemerkenswert günstige Ergebnisse, was zur Umsetzung und Funktionskontrolle an einigen weiteren Standorten führte. Somit ist jetzt erstmals ein Wissenstand erreicht, bei dem biologische Vor- und Nachteile von FAS weiter im Detail zu analysieren und deren Eignung im Überblick für unterschiedliche Standorte zu beurteilen ist.

Tabelle 1: Im Zuge der Recherche gefundene Standorte mit FAS. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit und Aktualität.

Nr.	Land	Fluss	Anlage	FAS-Typ	Status (Stand 2016/2017)	Biologisches Monitoring
1	NÖ	Jeßnitz	KW Jeßnitz	Hydrocon.	in Betrieb	abgeschlossen
2	NÖ	Url	KW Pilsing	Re./Str.	in Betrieb	abgeschlossen
3	NÖ	Url	Ramsbachwehr	Re./Str.	bewilligt	vorgeschrieben
4	NÖ	Triesting	E-Werk Dumba	Re./Str.	in Betrieb	läuft
5	Stmk	Raab	KW Lugitsch	Re./Str.	in Betrieb	abgeschlossen
6	Stmk	Sulm	KW Retznei	Hydrocon.	in Betrieb	abgeschlossen
7	Stmk	Sulm	Mantrachmühle	Re./Str.	in Betrieb	abgeschlossen
8	Stmk	Feistritz	Gd. Stubenberg	Re./Str.	in Bau	?
9	OÖ	Ager	RWKW Braun	Re./Str.	Bewilligungs- verfahren läuft	wird wahrschl. vorgeschrieben
10	OÖ.	Antiesen	KW Hinternberg	Re./Str.	bewilligt	vorgeschrieben
11	OÖ.	Antiesen	KW Hübing	Re./Str.	bewilligt	nicht vorgeschrieben
12	OÖ	Antiesen	KW Aumühle	Re./Str.	bewilligt	nicht vorgeschrieben
13	OÖ.	Große Mühl	KW Dick	Re./Str.	Bewilligungs- verfahren läuft	wird wahrschl. vorgeschrieben
14	OÖ	Große Mühl	KW Hofmühle	Re./Str.	Bewilligungs- verfahren läuft	wird wahrschl. vorgeschrieben
15	OÖ	Innbach	Grubmühlwehr KW Raffeltsmühle	Hydrocon.	Bewilligungs- verfahren läuft	wird wahrschl. vorgeschrieben
16	OÖ.	Steyr	KW Haunoldmühle	Re./Str.	Wasserwirtschaftl, Versuch, 2015 bewilligt	vorgeschrieben
17	OÖ.	Steyr	KW Hörmühle	Re./Str.	bewilligt	vorgeschrieben
18	OÖ	Traun	KW Lauffen Anzenauerpolster	Re./Str.	Bewilligungsverfahren läuft	wird wahrschl. vorgeschrieben
19	Bayern	Kleine Roth	KW Heckerwehr	Re./Str.	In Betrieb Versuchsstandort TUM	läuft
20	Bayern	Naab	KW Münchhofen	?	in Bewilligung	?
21	Bayern	Trettach	KW Illerursprung	Hydrocon.	In Bewilligung	nein?
22	Bayern	Ostrach	KW Hinterstein	Hydrocon.	In Bewilligung	vorgeschrieben
23	Bayern	Fränkische Rezat	Papiermühle Georgensgmünd	?	In Bewilligung	nein
24	Bayern	Weißer Main	KW Eichmühle		In Bewilligung	nein
25	Bayern	Mindel	KW Sohlsturz	?	In Betrieb	?
26	Bayern	Main	KW Michelau	?	In Betrieb	nein
27	Bayern	Isar	KW Icking	?	In Betrieb	nein
28	Bayern	Pegnitz	Nägeleinswehr	Re./Str.	In Bewilligung	nein

Wie sich mittlerweile gezeigt hat, kommen diese Lösungen heute nicht mehr nur an Sonderstandorten zum Einsatz, sondern haben auch ein Stadium erreicht, wo sie trotz alternativer Möglichkeiten auch an Stelle erprobter FAH-Typen gem. FAH-Leitfaden umgesetzt

werden (siehe Tabelle 1). Im Zuge einer kurzen Recherche konnten insgesamt 28 Standorte gefunden werden, davon 10 in Oberösterreich, 4 in Niederösterreich, 4 in der Steiermark und 10 in Bayern. Bei 10 Standorten handelt es sich um Anlagen in Betrieb, die übrigen 18 sind im Bewilligungsverfahren oder bereits genehmigt, waren aber zum Zeitpunkt der Recherche nicht umgesetzt. Es ist anhand dieser Zahlen eine starke Dynamik bzw. stark zunehmende Umsetzung von FAS als Lösung für den Fischaufstieg erkennbar. Wurden die ersten Anlagen noch als „wasserwirtschaftliche Versuche“ genehmigt, so werden derartige Anlagen mittlerweile als Stand der Technik akzeptiert und im Regelverfahren materienrechtlich genehmigt. In der Regel wird auch derzeit noch eine biologische Erfolgskontrolle vorgeschrieben, je nach Handhabe in den unterschiedlichen Ländern wird aber auch das voraussichtlich in nächster Zeit nicht mehr bei jeder genehmigten Anlage der Fall sein (siehe Tabelle 1).

Offensichtlich haben FAS also an einer Vielzahl von Standorten gewisse technische/betriebliche/wirtschaftliche Vorteile, die zu dieser rasanten Dynamik führen. Damit kommen solche neuen FAH-Typen mittlerweile zunehmend in die Phase, in der darüber diskutiert wird, ob diese angesichts vorliegender Monitoringergebnisse ebenfalls als „erprobte Typen“ anzusehen sind und bei allfälligen Überarbeitungen in den „FAH-Leitfaden“ aufgenommen werden sollten. Aufgrund der weitreichenden, schwer reversiblen Konsequenzen bedürfen solche Entscheidungen einer guten Datenbasis sowie einer übergeordneten, objektiven Beurteilung, die losgelöst von den Interessen von Herstellern oder Betreibern und in Kenntnis der im Einzelfall von Erfolgskontrollen auftretenden methodischen und naturräumlichen Einschränkungen zu treffen ist.

Je nach vorliegenden biologischen und standörtlichen Rahmenbedingungen gelten unterschiedliche Typen von Fischwanderhilfen aus fachlicher Sicht als unterschiedlich gut geeignet, die bestehenden ökologischen Defizite zu beheben bzw. Ziele zu erreichen. Diesem fachlichen Zugang wurde im so genannten MIRR-Projekt (ZITEK et al. 2007) Rechnung getragen, wo auf Basis von Fischregion und Platzangebot ein Schema zur Auswahl des geeigneten FAH-Typs enthalten ist (Abbildung 1).

Wahrscheinlich primär aus rechtlichen Gründen ist dieser aus fachlicher Sicht grundsätzlich sehr sinnvolle Zugang in der Planungs- und Genehmigungspraxis offenbar nicht konsequent umsetzbar. Der „FAH-Leitfaden“ bleibt dazu etwas widersprüchlich. Einerseits wird ausgeführt, dass die Auswahl des jeweiligen Bautyps die wichtigste konzeptive Entscheidung des Projektanten ist und für jeden Typ optimale Einsatzbereiche bestehen. Auch auf das oben dargestellte Auswahlschema wird verwiesen. Andererseits wird ausgeführt, dass die Auswahl des FAH Typs letztlich dem Betreiber bzw. Planer überlassen wird und die erwünschten Ziele bei Einhaltung der Bemessungswerte grundsätzlich in allen Größenkategorien und Fischregionen der heimischen Gewässer mit allen im Leitfaden enthaltenen Typen erreicht werden können.

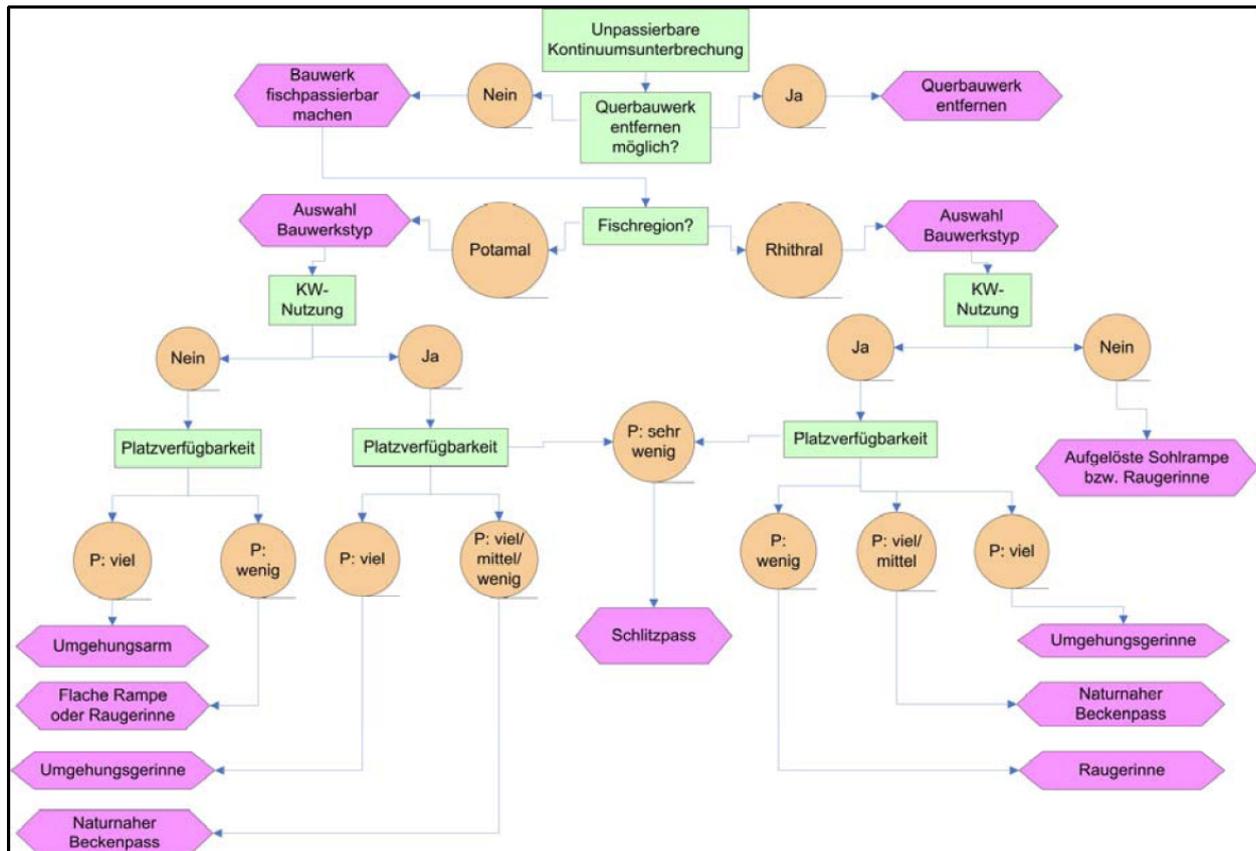


Abbildung 1: Schema zur Auswahl des passenden Fischaufstiegshilfen-Typs je Fischregion und Platzangebot (P...Platz). Aus dem „Kontinuums-Leitfaden“ des MIRR-Projekts, ZITEK et al. 2007.

Bei der Fragestellung, ob im Zuge der Herstellung der Durchgängigkeit nicht sinnvollerweise auch Schlüssellebensräume hergestellt werden sollten und welche Handhabe zur Verfügung steht, solche Synergien auch zu nutzen, wurde in der Fachwelt über das Thema der Auswahl von technischen versus naturnahen Bautypen intensiv diskutiert.

In Zusammenhang mit innovativen FAH-Typen ist diese Diskussion vermehrt auch rein auf das Thema Durchgängigkeit bezogen zu führen – sind tatsächlich an gegebenen Standorten solche Bautypen zur Herstellung der Durchgängigkeit gleich/ähnlich/ausreichend geeignet oder weisen sie sogar gewisse ökologische Vorteile auf? Angesichts der zunehmend auf den Markt drängenden „neuen FAH-Typen“ und des breiten Feldes möglicher Lösungen für den Fischaufstieg stößt der Zugang, alle Bautypen aus ökologischer Sicht als geeignet zu behandeln, aus fachlicher Sicht zunehmend an seine Grenzen. FAH-Typen die primär für Sonderstandorte entwickelt wurden, können für die flächendeckende Umsetzung unter Umständen auch suboptimal oder bezüglich gewisser Aspekte ungeeignet sein. Dies trifft umso mehr zu, als nicht nur aus dem Wasserrecht, sondern auch aus dem Natur- und Landschaftsschutz stammende Erfordernisse zu berücksichtigen sind.

In diesem Spannungsfeld soll die gegenständliche Studie das bestehende Wissen zusammenführen und fachliche Empfehlungen für den Umgang mit Fischaufstiegsschnecken liefern. Dabei wird der Schwerpunkt bewusst auf fischbiologische Aspekte gelegt und technische, betriebliche bzw. (energie-)wirtschaftliche Aspekte werden weitgehend

ausgeblendet. Bei den Schlussfolgerungen ist einzuschränken, dass angesichts der großen Zahl von neuen FAS (siehe Tabelle 1) in den nächsten Jahren ein rascher Wissenszuwachs zu erwarten sein wird. Manche an dieser Stelle identifizierten Wissensdefizite oder sich abzeichnende funktionelle Defizite von FAS können sich daher bei entsprechenden neuen Monitoringergebnissen in den nächsten Jahren relativieren oder auch als falsch heraus stellen, aber auch neue Problemfelder können auftauchen. Diese Entwicklungen werden aufmerksam zu verfolgen und objektiv weiter zu bewerten sein.

Für die beiden unterschiedlichen Bautypen von FAS sind unterschiedliche Bezeichnungen im Umlauf, bzw. haben sich diese im Lauf der letzten Jahre geändert. Im Rahmen dieser Studie werden im Sinne griffiger, kurzer Begrifflichkeiten Doppelrohrschnecken (auch „System Albrecht“, „Albrecht fishLift inside“ etc.) einheitlich als „**Typ Hydro-Connect**“ bezeichnet, sich nur aufwärts drehende FAS (auch „System Rehart/Strasser“) einheitlich als „**Typ Rehart/Strasser**“ oder kurz „Re./Str.“

3 Funktionsprinzip von FAS, Bautypen

Detaillierten Konstruktionsmerkmale der beiden derzeit in Umlauf befindlichen FAS sind den Angaben bzw. den Seiten der Hersteller zu entnehmen (<http://www.hydroconnect.at/>, <http://www.sgw.at/> bzw. <http://www.rehart-power.de>) An diese Stelle soll nur eine knappe Beschreibung erfolgen, die dem grundsätzlichen Verständnis der Funktionsweise dient.

Bei der FAS vom Typ Rehart/Strasser handelt es sich im Prinzip um eine einfache Förderschnecke, wobei die Windungen fest mit dem Mantel verbunden sind. Diese Förderschnecke wird durch einen Elektromotor angetrieben. Die Drehzahl kann zur Optimierung der Funktion in einem gewissen Bereich frei gewählt werden. Als günstig hat sich eine Drehzahl von ca. 6 U/min erwiesen, mit der auch die untersuchten Anlagen im Regelfall betrieben wurden. Der Durchmesser der bisher umgesetzten Anlagen liegt bei 1,20 m. Pro Windung wird ein Wasservolumen von ca. 100-120 l transportiert. Bei der üblichen Drehzahl ergibt das eine ins Oberwasser beförderte Wassermenge von ca. 10-20 l/s. Durch geeignete Einrichtungen im Unterwasser (Einlauftor, Fenster) wird ein Teil des Wassers, das im gegenständlichen Fall (siehe Abbildung 3) aus einer parallel dazu betriebenen Wasserkraftschnecke ausfließt, zur Erzeugung der Lockströmung verwendet. Der anschließende „Einschwimmkanal“ orientiert sich in Hinblick auf die Dimensionierung an den Werten im „FAH-Leitfaden“ für die jeweilige größenbestimmende Fischart. Die Wandung der FAS taucht im Unterwasser weit ein, sodass in Kombination mit einer Anrampung eine enge räumliche Nähe zur Sohle ähnlich wie ein „Sohlanschluss“ einer klassischen Fischaufstiegshilfe hergestellt werden kann. Im Oberwasser wird das beförderte Wasser über dem Wasserspiegel des Staus rückgegeben. Durch geeignete Fangbehälter können hier vergleichsweise einfach Funktionskontrollen durchgeführt werden. Durch die Kombination mit einer parallel betriebenen Wasserkraftschnecke kann eine in Hinblick auf Fischaufstieg aber auch den Fischschutz günstige Gesamtkonstellation erzielt werden.

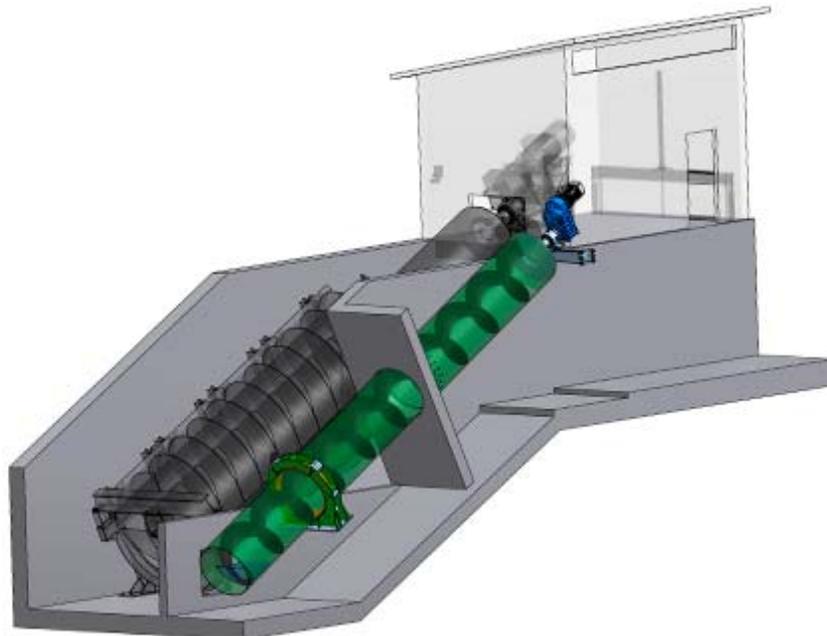


Abbildung 2: Technisches Schema einer FAS vom Typ Rehart/Strasser (FAS rechts, grün).
Abbildung: <http://www.rehart-power.de>



Abbildung 3: Kombination aus Wasserkraftschnecke (links) und FAS (rechts) an der Url, KW Pilsing (System Rehart/Strasser). Foto: <http://www.rehart-power.de>



Abbildung 4: Dieselbe Anlage wie Abbildung 3 im trockenen Zustand. Foto aus: MITTERLEHNER, 2015.

Beim System Hydro-Connect handelt es sich um eine Doppelrohrschnecke, wobei sämtliche Teile fest miteinander verbunden und daher spaltfrei arbeiten. Die Außenrohrschnecke dient als Wasserkraftschnecke und erzeugt nicht nur die zur Bewegung der innen liegenden FAS notwendigen, sondern auch überschüssigen Energie. Die Drehzahl hängt von der Betriebsweise ab und liegt im Bereich zwischen 3 und 20 U/min. Die Anlage an der Sulmmündung (Abbildung 5) wurde konstant mit 14,4 U/min betrieben. Die Ausbauwassermenge der Anlage an der Jessnitz (Abbildung 6) beträgt 995 l/s, jene an der Sulmmündung wird mit ca. 380 l/s angegeben. Der Durchmesser der Außenrohrschnecke beträgt 1,8 bis 2,0 m.

Je nach Betriebsweise wird eine Wassermenge von ca. 20 l/s ins Oberwasser transportiert. Auch bei diesem Schneckentyp wird durch eine entsprechende Konstellation danach getrachtet, günstige Lockströmungen sowie eine Nähe zur unterwasserseitigen Sohle zu erzielen. Die Achse muss aufgrund des größeren Durchmessers der Außenrohrschnecke weiter von der Sohle entfernt bleiben als bei einer einfachen Schnecke. Auch die hydraulischen Verhältnisse (aus der Außenrohrschnecke austretendes Wasser als Lockströmung, geringe Strömung im zentralen Bereich) unterscheiden sich im Detail. Durch Bypassleitungen können zusätzliche Wassermengen zur Verbesserung der Lockströmung eingesetzt werden.

Ein direkter Vergleich kennzeichnender Parameter der beiden Typen findet sich im Kapitel 8.6, Tabelle 11.



Abbildung 5: FAS vom Typ Hydro-Connect am Beispiel der Anlage an der Sulmmündung. Folie: PINTER (2017).



**Abbildung 6: FAS vom Typ Hydro-Connect am Beispiel der Anlage an der Jessnitz (in Bau).
Foto: CR.**

4 Bedeutung und Typen von Fischwanderungen, Ziele nach Wasserrahmenrichtlinie

4.1 Allgemeines zu Fischwanderungen

Migrationsbewegungen spielen im Lebenszyklus zahlreicher Wirbeltierarten eine fundamentale Rolle. Fische stellen diesbezüglich keine Ausnahme dar, vielmehr fanden bzw. finden Wanderungen bei dieser Tiergruppe in so großem Ausmaß statt, dass sie sogar die frühe Siedlungstätigkeit des Menschen maßgeblich beeinflussten und in vielen Regionen nach wie vor einen wichtigen Wirtschaftsfaktor darstellen. Aufgrund der hohen ökologischen Bedeutung und der im Vergleich zu in der Fläche wirksamen Maßnahmen in der Regel relativ einfachen rechtlichen und technischen Umsetzbarkeit wird im Rahmen der Sanierung geschädigter Fließgewässerökosysteme der Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit (Durchgängigkeit) prioritäre Bedeutung zugemessen. Dies ist auch im Zuge der österreichischen Umsetzung der EU-WRRL der Fall.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass alle Fischarten und Altersstadien mehr oder weniger ausgedehnte Wanderbewegungen durchführen. Bezüglich der Lebensraumnutzung wird zwischen ozeanodromen (Wanderungen, die nur im Meer stattfinden), potamodromen (Wanderungen im Süßwasser) und diadromen Arten (wechseln zwischen Meer und Süßwasser) unterschieden (MCKEOWN 1984). Weiters hat sich im deutschsprachigen Raum bzw. im angewandten Bereich eine Einteilung in Kurz-, Mittel- und Langdistanzwanderer durchgesetzt (ZITEK et al. 2007). In Fließgewässern finden Wanderbewegungen sowohl longitudinal (stromauf, stromab, Hauptfluss und Zubringer), lateral (Altwässer und überflutete Bereiche) als auch vertikal (Kieslückenraum) statt (JUNGWIRTH et al. 2003). Man unterscheidet weiters die drei funktionalen Kategorien Laichwanderungen, Nahrungswanderungen und Refugialwanderungen (NORTHCOTE 1978, WOOTTON 1998, LUCAS & BARAS 2001). In BMLFUW (Hrsg., 2012) werden diese 3 funktionalen Kategorien in 10 Unterkategorien unterteilt. Für die Wiederherstellung intakter Fischpopulationen und somit die Zielerreichung nach WRRL erscheinen davon insbesondere folgende Migrationsbewegungen besonders bedeutend:

Neu- und Wiederbesiedelungswanderungen

Dort wo eine Fischart innerhalb des Fließgewässersystems ihre oberste Verbreitungsgrenze erreicht (z.B. Nase im Hyporhithral) reagiert sie besonders empfindlich auf anthropogene Beeinträchtigungen sowie natürliche Störungen wie z.B. Hoch- oder Niederwässern, Hitze- oder Kälteperioden etc. In fragmentierten Gewässern kann es daher in diesen Abschnitten leicht zu einem Erlöschen von Populationen kommen, ohne dass eine natürliche Wiederbesiedelung möglich ist. Insbesondere wenn Renaturierungsmaßnahmen durchgeführt und somit entsprechende Habitate wiederhergestellt werden kommt der Wiederbesiedelbarkeit aus stromab gelegenen Gewässerabschnitten eine immanente Bedeutung zu. Weiters handelt es sich bei Populationen in den Oberläufen oftmals um sink-Populationen, die obligatorisch auf einen Zuzug aus anderen Abschnitten angewiesen sind.

Laichwanderungen in Reproduktionsareale

Dabei handelt es sich um die auffälligsten und daher auch bekanntesten Wanderbewegungen, da sie oftmals in großen Stückzahlen in einem stark begrenzten Zeitraum stattfinden (siehe dazu auch Kapitel 4.3) und die Tiere während der Fortpflanzungszeit eine verringerte Scheu an den Tag legen. Insbesondere die Wanderbewegungen rheoparer Kieslaicher in die Fließgewässeroberläufe stellen einer breiten Öffentlichkeit bekannte Naturphänomene dar. Bei zahlreichen einheimischen Arten wie Nase, Barbe, Brachse und Rußnase handelt es sich um Schwarmfische, die sowohl im Schwarm wandern als auch größere Laichgesellschaften ausbilden. In historischer Zeit sind Wanderungen dieser potamodromen Arten über mehrere hunderte Kilometer belegt. Der Wiederherstellung solcher Wandermöglichkeiten kommt dann eine ganz besonders hohe Bedeutung zu, wenn in einem Gewässerabschnitt Laich- und/oder Jungfischhabitate nur begrenzt vorhanden sind und dadurch erschlossen werden können.

Kompensationswanderungen

Während Hochwässern kann es zu einer starken Verdriftung in Richtung stromab insbesondere von juvenilen und subadulten Altersstadien bzw. schwimmschwächeren Arten kommen. Um solche Flussabschnitte rasch in entsprechenden Dichten wiederbesiedeln zu können kommt der stromaufgerichteten Durchgängigkeit eine hohe Bedeutung zu. Weiters weisen zahlreiche heimische Arten - insbesondere jene des Potamals - eine obligatorische Driftphase in frühen Altersstadien (je nach Art Eier, Larven oder frühe Juvenile) auf. Bei diesen Arten ist eine zumeist aktive Drift stromab und anschließende Kompensationswanderung älterer Stadien obligatorischer Teil ihres Lebenszyklus.

Neben diesen drei vordergründig für die Zielerreichung nach WRRL am wichtigsten erscheinenden Migrationstypen existieren, wie bereits erwähnt, noch zahlreiche weitere je nach Fischart und lokalen Gegebenheiten mehr oder weniger bedeutende Typen.

Stromab gerichtete Wanderungen

Die genannten longitudinalen Wanderungen finden in beide Richtungen von Fließgewässern statt. Stromab gerichtete Wanderungen sind biologisch nicht minder von Bedeutung als die derzeit besonders im Fokus stehenden, stromauf gerichteten Wanderungen. Sie finden besonders individuenreich in früheren Lebensstadien statt, v.a. im Stadium der Larven und Jungfische in Form der so genannten Drift. Auch später im Verlauf der ersten Lebensjahre sind intensive stromab gerichtete Wanderungen bei vielen Fischarten bekannt, beispielsweise zur Kolonisation des stromab gelegenen Lebensraums oder zum Aufsuchen von Winterquartieren. Rückwanderungen von Adultfischen nach der Laichzeit bzw. in Anschluß an die stromauf gerichteten Laichwanderungen sind von besonders hoher angewandter Bedeutung.

4.2 Funktionsfähigkeit von Fischaufstiegshilfen

Im „FAH-Leitfaden“ sind die Anforderungen an die Funktionsfähigkeit von Fischaufstiegshilfen wie folgt definiert:

Zur Gewährleistung eines guten ökologischen Zustands bzw. guten ökologischen Potentials soll die FAH jedenfalls **eine Fischpassage für einen Großteil der wanderwilligen Individuen und Altersstadien (ab 1+) der Leitfischarten und typischen Begleitfischarten** entsprechend der aktuellen gewässertypspezifischen Leitbilder nach dem "Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente, Teil A1 – Fische" (HAUNSCHMID et al. 2010) sicherstellen.

Dabei ergeben sich die beiden Hauptfunktionskriterien einer FAH **„Auffindbarkeit“** und **„Passierbarkeit“**.

Um das (aufwärtsgerichtete) Kontinuum für die gewässertypspezifische Fischfauna in ausreichendem Maß wiederherzustellen und langfristig zu gewährleisten, muss den Fischen ein adäquater, auffindbarer und durchwanderbarer Wanderkorridor um das Querbauwerk geboten werden, der eine möglichst stress-, verzögerungs- und verletzungsfreie flussaufgerichtete Passage ermöglicht.

Die Wahl und Dimensionierung einer FAH hat so zu erfolgen, dass

- 1) die FAH von den meisten Arten bzw. von einem Großteil der wanderwilligen Individuen der Leitfischarten bzw. der typischen Begleitfischarten aufgefunden werden kann,
- 2) diese in die FAH einwandern und
- 3) erfolgreich durchwandern können sowie
- 4) am Ausstieg die Weiterwanderung in Richtung flussauf fortsetzen können.

Grundsätzliches Ziel ist es, das ganze Jahr über die Aufwärtswanderung der Fische sicherzustellen. Die Funktion ist jedenfalls über einen Zeitraum von zumindest 300 Tagen im Jahr (in der Regel Q_{30} bis Q_{330}) zu gewährleisten.

In Österreich wird zur Bewertung der Funktionsfähigkeit von Fischwanderhilfen überwiegend die Richtlinie der Fischereisachverständigen aus dem Jahr 2003 angewendet (WOSCHITZ et al. 2003). In Anbetracht der Entwicklungen der letzten eineinhalb Jahrzehnte ist diese Richtlinie bereits als deutlich veraltet zu bezeichnen, da sie die Anforderungen nach Wasserrahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie nur mehr unzureichend berücksichtigt. Deshalb ist sie derzeit in Überarbeitung und wird voraussichtlich 2017 in einer aktualisierten Form („in der geltenden Fassung 2017“) veröffentlicht (WOSCHITZ ET AL. 2017, in prep.).

Diese überarbeiteten oder neuen Bewertungsansätze wurden bereits 2016 einem Fachgremium präsentiert (GUMPINGER & RATSCHAN, 2016). Eine der zentralen Verbesserungen wird dabei sein, dass quantitative Einstufungen an die Stelle der bisher rein verbalen Definitionen der Bewertungsklassen für den qualitativen und quantitativen Fischaufstieg treten werden. Weiters werden die größtenbestimmende Fischart, gewissen Indikatorarten sowie in Natura 2000 Schutzgebieten Anhang II-Arten der FFH-RL in der überarbeiteten Richtlinie besonders berücksichtigt (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Kriterien zur Bewertung der Funktionsfähigkeit nach der Richtlinie 2003 sowie i.d.g.F. 2017. Ergänzt aus: GUMPINGER & RATSCHAN (2016).

Bewertungskriterium	Richtlinie 2003	Richtlinie 2017
Qualitativer Fischaufstieg (Arten und Stadien)	Verbale Definition (5 Kategorien)	Quantitative Einstufung (5 Kategorien)
Quantitativer Aufstieg Kurzstreckenwanderer	Verbale Definition (5 Kategorien)	Quantitative Einstufung (5 Kategorien)
Quantitativer Aufstieg Mittelstreckenwanderer	Verbale Definition (5 Kategorien)	Quantitative Einstufung (5 Kategorien)
Größenbestimmende Fischart	-	Quantitative Einstufung (5 Kategorien)
Indikatorarten	-	Quantitative Einstufung für - Sediment- und sohlbewohnende Arten - Schwachschwimmer - Schwarmfische (K.O. Kriterium)
Arten des Anhangs II der FFH-Richtlinie (in Schutzgebieten)	-	Gutachterliche Bewertung (K.O. Kriterium)
Lebensraumeignung (getrennt zu bewerten)	Verbale Definition (5 Kategorien)	Verbale Definition (5 Kategorien)

Parallel dazu wird durch eine Arbeitsgruppe der Bundesländer am BMLFUW an Empfehlungen für die Funktionskontrolle von Fischwanderhilfen gearbeitet. Dabei zeichnet sich ab, dass zumindest manche Bewertungsansätze nach WOSCHITZ et al. 2017 (in prep.) auch in dieses Werk übernommen werden (Mittlg. C. GUMPINGER).

Auch wenn die finalen Versionen dieser neuen Richtwerke noch nicht vorliegen, so sind die zu erwartenden Änderungen bereits so weit fortgeschritten, dass es nicht zweckmäßig wäre, sich im Rahmen der ggst. Studie nur auf die Richtlinie aus 2003 zu beziehen. Die im Weiteren herausgearbeiteten Aussagen zu FAS berücksichtigen daher in Anlehnung an WOSCHITZ et al. (2017, in prep.) auch darüber hinaus gehende, für die Erreichung der Ziele nach WRRL und FFH-RL wichtige biologische Anforderungen an Fischmigrationshilfen.

Die Funktionsfähigkeit einer FAH kann vielleicht so am besten definiert werden, dass gutachterlich einzuschätzen ist, dass die verbleibende Barrierewirkung gering genug ist, sodass Sanierungsziele damit in Hinblick auf die Durchgängigkeit erreicht oder zumindest nicht konterkariert werden. In Zusammenhang mit der WRRL ist das die Erreichung oder der Erhalt eines guten ökologische Zustands bzw. guten ökologischen Potentials.

Ein biologisch besser quantitativ definierbares und interpretierbares Maß für die Qualität von Fischwanderhilfen ist die so genannte **Passageeffizienz**. Darunter wird jener Anteil von Fischen verstanden, der sich einem Querbauwerk nähert und dieses erfolgreich überwinden kann. Dieses Maß ist mit wissenschaftlichen Methoden vergleichsweise aufwändig quantitativ messbar (Telemetrie; Fang-Wiederfangmethoden). Ein umfassender Review bei NOONAN et al. (2009) zeigt, dass die Passageeffizienz üblicher Fischwanderhilfen im Mittel bei 42% liegt. Bei Salmoniden (62%) wurde im Mittel eine deutlich höhere Passageeffizienz als beispielsweise bei

Cypriniden (30%) ermittelt, was aufgrund des Unterschieds bezüglich der Schwimmleistung und unterschiedlicher Verhaltensweisen der Vertreter dieser beiden Taxa nicht verwundert.

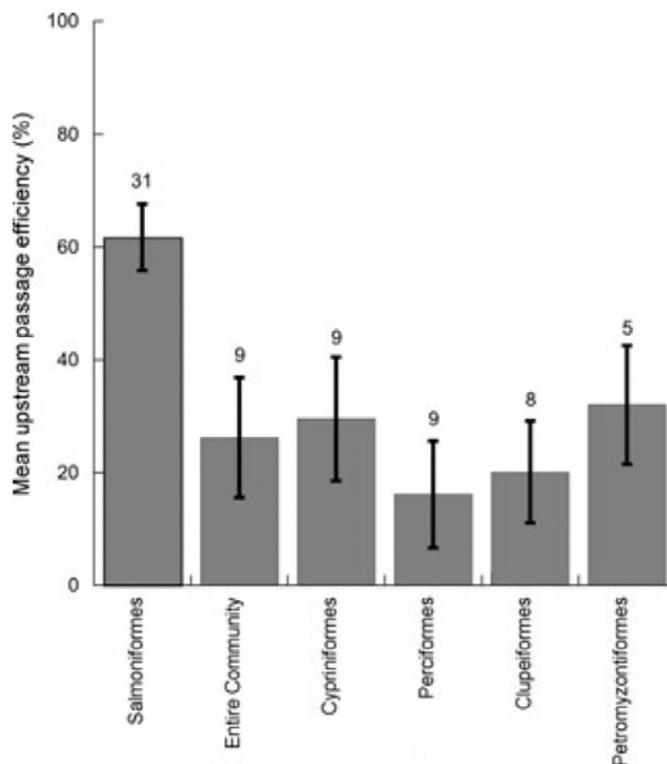


Abbildung 7: Passageeffizienz an Fischaufstiegshilfen. Alle Fischarten gepoolt sowie verschiedene Fischfamilien differenziert. Ziffern: Anzahl untersuchter Anlagen; Aus: NOONAN ET AL. (2009).

Vor diesem Hintergrund ist die hohe Zahl von Querbauwerken / Wanderhindernissen in mitteleuropäischen Fließgewässern zu berücksichtigen – alleine in österr. Fließgewässern liegen im potenziellen Fischlebensraum ca. 65.560 Querbauwerke vor, davon sind 3.552 kraftwerksrelevant (BMLFUW). Angesichts dessen drängt sich die Frage nach der **kumulativen Barrierewirkung** von Querbauwerken mit Fischwanderhilfen auf. Rechnet man beispielsweise mit einer Effizienz einer einzelnen Fischwanderhilfe von 30% (Mittelwert für Cypriniden, siehe oben), so wäre rein mathematisch schon nach 4 Querbauwerken eine Zahl von nur 1% verbleibenden (ggf. am Zielhabitat ankommenden) Individuen erreicht. Bei einer Laichmigration von beispielsweise 500 Nasen, einer biologisch auf die Reproduktion in großen Laichgesellschaften angepassten Fischart, würde bei einer Effizienz von 30% nach 5 Fischwanderhilfen folglich nur mehr 1 Individuum ankommen.

Diese zwar theoretischen, aber für die Praxis durchaus relevanten Überlegungen zeigen, dass Fischwanderhilfen ein Hilfsmittel darstellen, um die Durchgängigkeit von Fließgewässerhabitaten zu verbessern, die erreichbare Konnektivität aber jedenfalls noch immer deutlich von unbeeinträchtigten Verhältnissen abweicht. Umso mehr ist eine gute Qualitätssicherung entscheidend, um mit gesetzten Maßnahmen nicht in den Bereich hoher Kosten bei in Summe sehr beschränkter ökologischer Wirksamkeit zu kommen.

4.3 Bedeutung eines raschen Aufstiegs größerer Laichgesellschaften

Weil diesem Aspekt bei der Beurteilung von FAS im Weiteren besonders relevant ist, soll die Bedeutung eines raschen Aufstiegs größerer Laichgesellschaften von Fischen näher ausgeführt werden.

Aus historischer Zeit sind umfangreiche Massenwanderungen von Fischen über teils weite Gewässerstrecken vergleichsweise gut dokumentiert. Sie sind beispielsweise dadurch belegt, dass nach Errichtung des KW Jettenbach am bayerischen Inn im Jahr 1922 der Cypriniden- und Huchenbestand im weit entfernten Tiroler Inn innerhalb weniger Jahre fast vollständig zusammenbrach (SCHMALL & RATSCHAN, 2011). Offensichtlich handelte es sich um einen saisonal großräumig zwischen Flussregionen wechselnden Cyprinidenbestand. Dasselbe Phänomen wurde auch an der Salzach beobachtet. Nachdem 1942 das Kraftwerk Ering-Frauenstein am Unteren Inn in Betrieb genommen worden war, brach in den Folgejahren der Bestand an Nasen und Barben an der Unteren und Mittleren Salzach bis in den Raum Hallein dramatisch ein (SCHMALL, 2015; 2017).

Heute kann man Wanderungen größerer Laichgesellschaften in stark eingeschränktem Ausmaß noch in Zubringern großer Flüsse oder Seen beobachten (siehe Abbildung 8, Abbildung 10). Vor dem Bestehen von Wanderhindernissen traten solche Massenwanderungen aber auch im weiten Längsverlauf der einzelnen Gewässer selbst auf.



**Abbildung 8: Auf einem einzigen Laichplatz im Mattig-Unterlauf stehen ca. 1.000 bis 2.000 Nasen.
Foto: CR**

Einige Beispiele für solche, mit wissenschaftlichen Methoden untersuchte Fischwanderungen in österreichischen Gewässern sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Davon soll jenes von der Pielachmündung herausgegriffen werden. Dort konnte 2001 und 2002 die Einwanderung von

Barbe und Nase mittels eines „dynamischen Fischwehrs“ quantitativ erfasst werden. Die damals bereits stark eingebrochene Fischmigration dieser Großcypriniden aus der Donau weist für heutige Verhältnisse durchaus bemerkenswerte Individuenzahlen für die Gesamtzahl (z.B. 11.000 Barben) aber vor allem auch tägliche Wanderzahlen auf. Während einer Einwanderungswelle der Barbe im Mai 2001 konnte durch 3-maliges Entleeren der Reuse pro Tag (morgens, abends und Mitternacht) zudem festgestellt werden, dass der Großteil der Einwanderung (80%) zwischen Abenddämmerung und Mitternacht erfolgte. Dies legt nahe, dass bei entsprechend intakten Beständen die Flussaufwanderung mitunter von vielen hunderten bis tausenden Individuen, und somit eines Großteils der aufstiegswilligen Individuen, innerhalb von nur wenigen Stunden erfolgt. Natürlicherweise können solche Wanderungen mehrere bis viele Kilometer in Zubringer führen. Heute enden solche Massenwanderungen häufig an Querbauwerken ohne oder mit nicht ausreichend funktionsfähigen Fischwanderhilfen. Zweiterer Fall trifft beispielsweise am erwähnten Pielach-Unterlauf zu.

Tabelle 3: Beispiele für Laichaufstiege großer Adultfischzahlen in Zubringer großer Flüsse, Seen und in langen Fließstrecken.

Fluss (mündet in)	Fischart	Laichaufstieg Adulte Individuen	Maximale Individuenzahl pro Tag	Davon 75% in Tagen	Quelle
Antiesen (Inn)	Nase	3.497	391*	13	ZAUNER et al. (2010)
Mattig (Inn)	Nase	ca. 3.200	2.500-3.000	1	ZAUNER et al. (2013)
Innbach (Donau)	Rotaugen	965	126*	16	ZAUNER et al. (2009)
	Zobel	370	85*	9	ZAUNER et al. (2009)
Pielach (Donau)	Barbe	11.000	402*, 550**	12	PICHLER (2003)
Melk (Donau)	Nase	3.000	219*, 300**	9	ZITEK ET AL. (2004)
Mondseer Ache (Attersee)	Perlfisch	1.986	ca. 320*	8	SILIGATO & GUMPINGER (2005)
	Seelaube	1.734	ca. 420*	11	
	Perlfisch	3.315	409*	11	CSAR & GUMPINGER (2011)
Mur	Äsche	4.152	ca. 250*	?	WIESNER ET AL. (2007)

* Reusenfang; dabei spielt in der Regel die Kapazität der Reuse (Öffnungsweite der Kehle und Volumen des Reusenkastens) eine wesentliche Rolle. Wird diese erreicht, steigt die Fangzahl auch bei anhaltendem Wanderdruck nicht mehr weiter an; ** mittlere, errechnete Einwanderungsrate während 6-tägiger Hochwasserwelle (Gesamteinwanderung wurde mittels Markierung und Fang-Wiederfang flussauf der Reusenanlage ermittelt)

In ähnlicher Intensität stiegen aus dem Unteren Inn 2.500 bis 3.000 laichreife Nasen über Nacht in die Mattig auf. Diese Zahl wurde durch zwei unabhängige Methoden (Markierung und Fang-Wiederfang sowie visuelle Zählung auf dem Laichplatz; siehe Abbildung 8) erhoben. Im Unterlauf der Antiesen wurde eine noch etwas individuenstärkere Nasenwanderung dokumentiert. Die Erwärmung der Wassertemperatur – ein in der Regel prägender, auslösender Faktor für Migrationen von Frühjahrslaichern – fand in diesem Jahr etwas langsamer statt, sodass diese Wanderung zeitlich nicht ganz so komprimiert einsetzte wie die an der Mattig untersuchte Nasenmigration. Weitere ähnliche Beispiele liegen etwa aus der Melk (Nase), der Mondseer Ache (Perlfisch, Seelaube) und aus dem Innbach (Rotaugen, Zobel) vor.

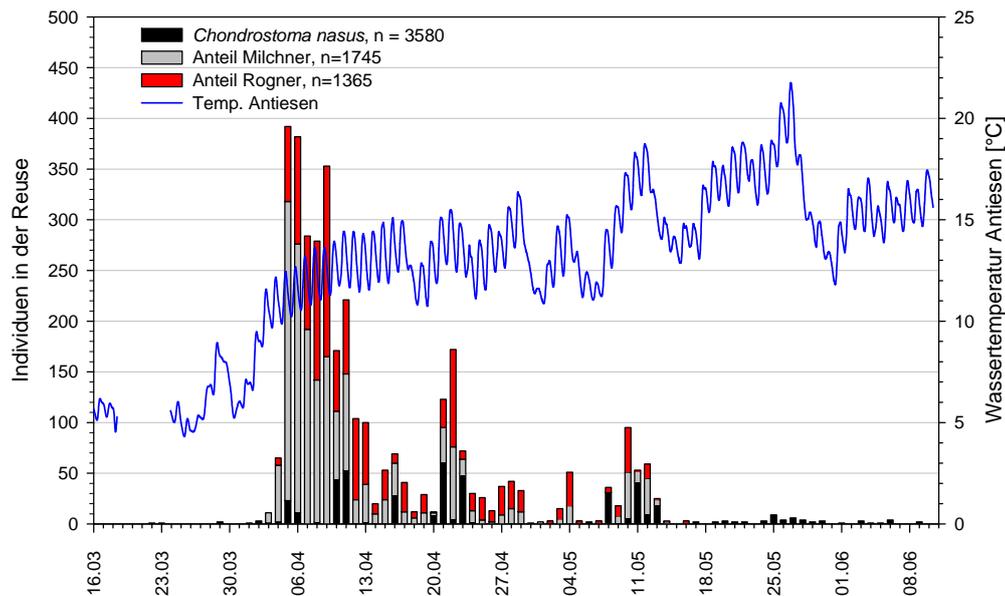


Abbildung 9: Aufstiege von adulten Nasen in den Unterlauf der Antiesen. Daten aus ZAUNER ET AL. (2010).

Die **Äsche** als namensgebende Leitfischart des Hyporhithrals (Äschenregion) ist im Gegensatz zu den erwähnten Cypriniden Nase und Barbe nicht als Mittelstrecken wandernde Fischart eingestuft. Nichts desto trotz konnten in größeren Gewässern mit dichtem Äschenbestand (in Österreich z.B. noch an der Oberen Mur) und entsprechend individuenstarkem Aufstiegspotential umfangreiche Migrationen von Äschen, insbesondere zur Laichzeit, belegt werden. Beispielsweise stiegen über die Fischwanderhilfe am Kraftwerk Murau innerhalb eines Frühjahrs 4.152 Äschen auf, auch bei den unterliegenden FAHs Fishing und Unzmarkt waren es mehrere Tausend (WIESNER et al. 2007). Im Oberwasser des KW Murau konnte nach Bau der FAH ein quantitatives Erstarken des Äschenbestands beobachtet werden. Auch im Hyporhithral spielt also – zumindest in Fällen mit langen Fließstrecken im Unterwasser – die Wiederherstellung kurzzeitiger, aber individuenstarker Laichwanderungen eine wesentliche Rolle im Sinne der Ziele der Wasserrahmenrichtlinie.

Diese ausgewählten Beispiele zeigen, dass solche Massenwanderungen auch unter den heute stark beeinträchtigten Verhältnissen noch stattfinden und Teil des „biologischen Programms“ einer Reihe von Fischarten sind. Aus fischbiologischer Sicht sind solche Ereignisse nicht als seltene Sondersituationen zu interpretieren, sondern als die **wichtigsten Wanderungen im Jahreskreis bzw. im Lebenszyklus von Fischpopulationen**. Sie sind für die Verteilung von Geschlechtsprodukten im Gewässersystem, die Habitatverfügbarkeit der folgenden frühen Entwicklungsstadien (Ei, Embryo, Larve, Jungfisch) und somit für die Entwicklung der gesamten Folgegeneration von entscheidender Bedeutung. Die Wiederherstellung solcher Wanderungen stellt daher ein zentrales Sanierungsziel nach WRRL dar. Freilich in beschränktem Umfang, verbleiben doch gegenüber dem historischen Referenzzustand deutliche quantitative Abweichungen. So werden auch beim Erreichen des „guten Zustands“ bzw. „guten Potentials“ nur deutlich kleinere Populationen wiederherstellbar sein, was sich beispielsweise angesichts der eingeschränkt vorhandenen bzw. wiederherstellbaren Lebensraumverfügbarkeit und –qualität, verbleibender und kumulativ wirkender Barriereeffekte, eingeschränkt möglicher

stromab gerichteter Rückwanderungen in Stauketten, Mortalität an Wasserkraftanlagen und anderer Einflussfaktoren ergibt.

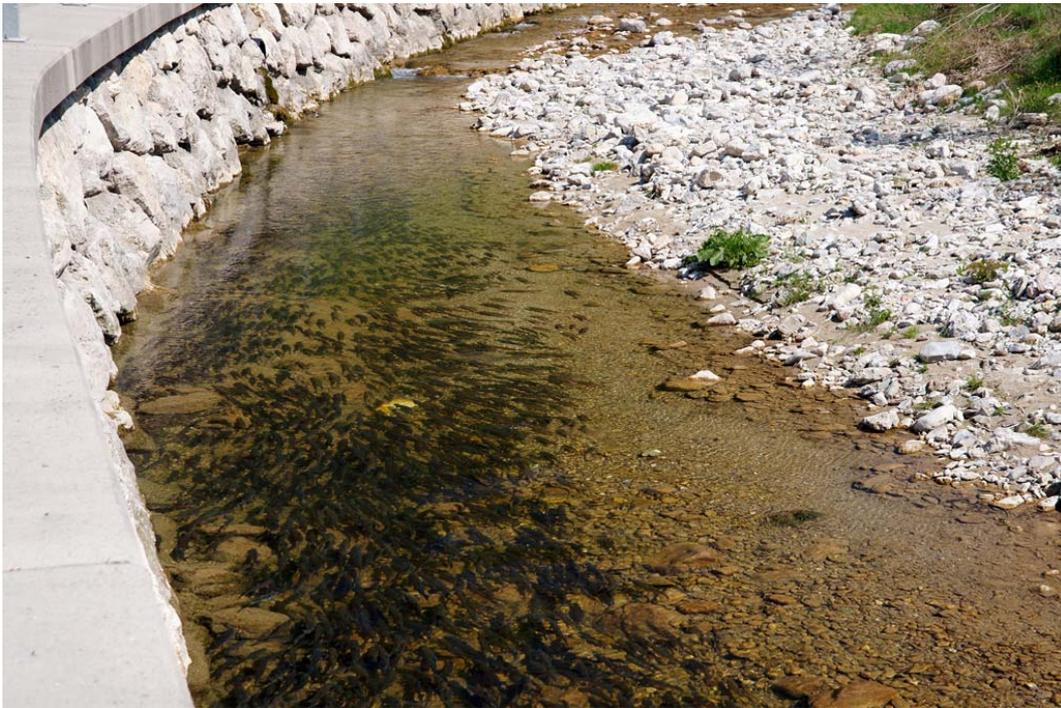


Abbildung 10: Laichschwarm von Nasen im Enns-Zubringer Neustiftgraben. Foto: CR.

Visuelle Beobachtungen zeigten, dass die Flussaufwanderung von Massenfischarten in kleineren bis größeren Gruppen und in Etappen erfolgt. Ein breiter und strukturierter Wanderkorridor ermöglicht demnach eine möglichst uneingeschränkte Massenwanderung. Schnellen und Engstellen hingegen könnten die Wanderung verzögern und sollten daher auf ein Minimum beschränkt bleiben. Gleiches gilt für Anlagen, die insbesondere für größere Arten bzw. Individuen nur im Einzelgang passiert werden können. Neben der möglichen Verhaltensbarriere, dass die Schwarmstruktur aufgelöst werden muss, kommt unter Umständen eine zeitliche Verzögerung hinzu.

Im überarbeiteten „Praxishandbuch Fischaufstiegsanlagen in Bayern“ (SEIFERT, 2016), das sich stark an der österreichischen „FAH-Leitfaden“ anlehnt, wurde folgende Passage angefügt: Das *„Gruppenwanderverhalten muss bei der Planung von FAA in Betracht gezogen werden, da sich bezüglich der Leistungsfähigkeit der Anlagen (Passierbarkeit von Einstiegsbereichen und Durchlässen) entsprechend erhöhte Anforderungen hinsichtlich der räumlichen Bemessung ergeben können“*. Wenn also auch für die etablierten FAH-Bautypen – mit großzügigerer räumlicher Bemessung – in Gewässern mit Schwarmfischen wie Nase und Barbe höhere Anforderungen angestrebt werden, so sollte bei neuen Bautypen jedenfalls entsprechend vorsichtig vorgegangen werden.

Wenn der Aufstieg solcher Laichgesellschaften nicht in ausreichendem Ausmaß bzw. im notwendigen Umfang erfolgen kann, kann es zu fischbiologisch sehr relevanten Auswirkungen führen. Die Laichwanderung wird verzögert, sodass Laichplätze nicht rechtzeitig erreicht werden; der Reproduktionserfolg ist eingeschränkt (Gonadenreife; ungünstige Temperaturen für

das Abblachen oder die Entwicklung); der Wanderkorridor wird nicht gefunden oder nicht angenommen; die im Zuge der Laichwanderung zurückgelegte Strecke verkleinert sich, sodass die erwünschte Strahlwirkung in stromauf gelegene Gewässerabschnitte reduziert wird oder unterbleibt; alternative, möglicherweise suboptimale Laichhabitats werden aufgesucht etc. In der Literatur findet sich eine Vielzahl von untersuchten Fällen mit solchen Effekten. Diese sind definitionsgemäß klar als Nichterreichen des Ziels „Aufstieg des Großteils der aufstiegswilligen Individuen“ im Sinne des FAH-Leitfadens zu bewerten (siehe Kapitel 4.2).

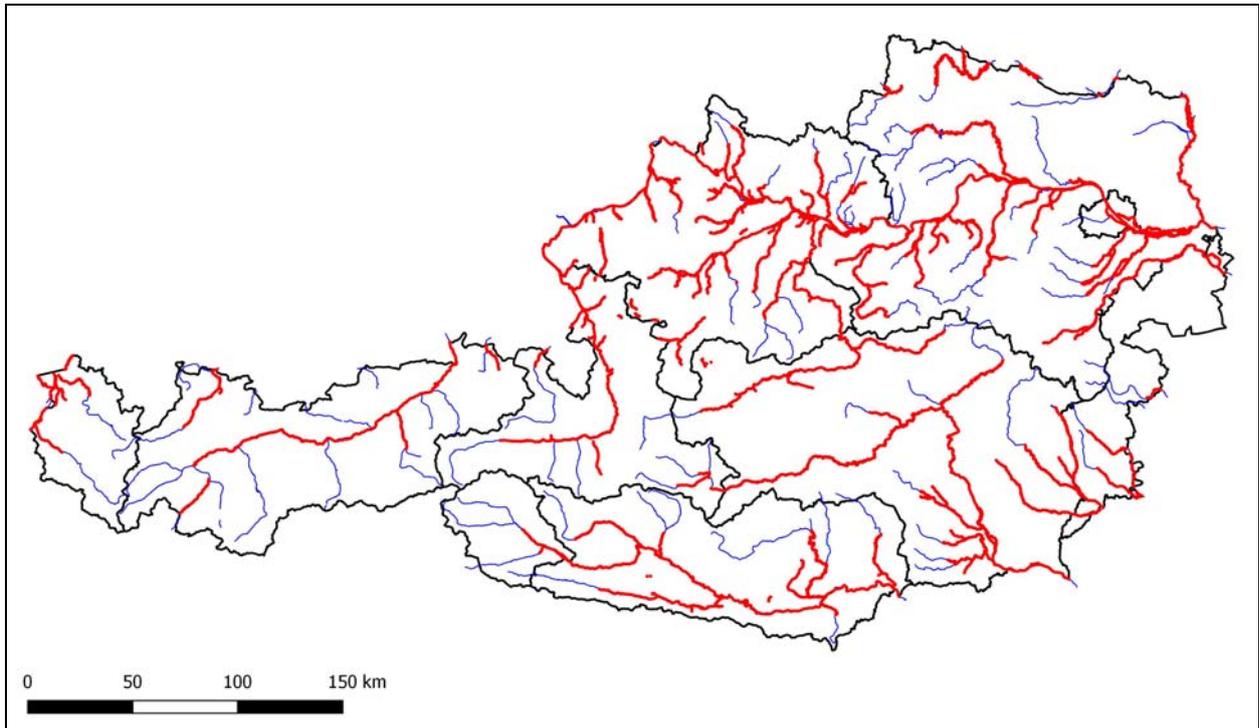


Abbildung 11: Wanderkorridor der Mittelstreckenwanderer in Österreich. Datenquelle: BMLFUW.

In Hinblick auf die Wiederherstellung der Möglichkeiten für den raschen Aufstieg großer Laichgesellschaften ist der Wanderraum von Mittelstrecken wandernden Fischarten als besonders sensibel zu bewerten. Diese Gewässerstrecken wurden als „Wanderkorridor der Mittelstreckenwanderer“ ausgewiesen (Abbildung 11). Sie sind in weiten Bereichen mit den gemäß NGP 2009 prioritär im Zeitraum 2009-2015 zu sanierenden Gewässern kongruent. Als besonders prioritär unter diesen Strecken sind wiederum Große Flüsse samt mündungsnahen Bereichen von Zubringern sowie Aus- und Einrinne von Seen zu sehen.

5 Biologische Funktionskontrolle von FAS

5.1 Bestehende Funktionskontrollen

Derzeit stehen biologische Erfolgskontrollen von 5 FAS-Standorten zur Verfügung, davon 2 vom Typ Hydro-Connect und 3 vom Typ Rehart/Strasser. Diese „FAS-Monitorings“ wurden in unterschiedlichen Fischregionen durchgeführt, teils in recht artenreichen Gewässern. Die Qualität der durchgeführten Erhebungen ist unterschiedlich. Teils wurden Richtlinien-konforme Erhebungen sowie umfangreiche begleitende Untersuchungen durchgeführt, teils schränken aber methodische Defizite bzw. Abweichungen von den Richtlinien die Aussagekraft ein. Meist sind die entsprechenden Monitoringberichte verfügbar und freigegeben (Bsp. 1; 3; 4; 5), teils waren sie ausschließlich aus Veröffentlichungen oder Vorträgen zugänglich (Bsp. 2). Die Studien stammen von einem mittelgroßen Tieflandfluss (Mur-Unterlauf bzw. Sulm), kleineren Potamalgewässern (Url, Sulm) bis hin zu einem steilen Fluß der Oberen Forellenregion (Jessnitz). Finale Ergebnisse aus der Äschenregion (Hyporhithral) stehen bisher noch nicht zur Verfügung.

Tabelle 4: Übersicht der verfügbaren Anlagen mit Erfolgskontrollen. ER .. Epirhithral (Obere Forellenregion); EP .. Epipotamal (Barbenregion).

Bsp.	Fluss / Anlage	FAS Typ	Fisch-region MQ	Monitorer	Methode(n)	Quelle
1a	Pilotanlage Jessnitz	Hydro-connect	ER 0,7 m ³ /s	Boku	Reusen (113 d) Um- und Einsetzversuche Videobeobachtung E-Befischung	ZEIRINGER & JUNGWIRTH (2012) ZEIRINGER (2016) ZEIRINGER ET AL. (2017)
1b	Jessnitz KW Jessnitz					
2	Sulm KW Retznei	Hydro-connect	EP groß 15,6 m ³ /s	Boku	Reuse (ca. 340 d) Telemetrie, PIT E-Befischung	PINTER (2017) RECKENDORFER (2017) ZEIRINGER (2016)
3	Url KW Pilsing	Re./Str.	EP mittel 3,8 m ³ /s	Mitterlehner	Reuse (103 d) Einsetzversuch Huchen E-Befischung	MITTERLEHNER & PFLIGL (2016) MITTERLEHNER et al. (2017)
4	Raab KW Lugitsch	Re./Str.	EP mittel 5,8 m ³ /s	IB Parthl	Reuse (27 d)	ELLINGER et al. (2016)
5	Sulm Mantrachmühle	Re./Str.	EP mittel 4,3 m ³ /s	IB Parthl	Reuse (59 d)	ELLINGER et al. (2017)

An dieser Stelle wird die Bewertung der Funktionsfähigkeit der jeweiligen Bearbeiter nach WOSCHITZ et al. (2003) direkt übernommen und ggf. kommentiert. Zusätzlich wird – sofern die dazu notwendigen Daten vorhanden sind – selbst eine Bewertung mit der aktualisierten Methode (WOSCHITZ et al., 2017, in prep., Bewertungssheet V. 1.09) durchgeführt. Dieses Ergebnis gibt Hinweise auf zukünftig zu erwartenden Ergebnisse und ist deutlich weniger von Bearbeitereffekten geprägt (siehe Kap. 4.2).

Bsp. 1 Jessnitz, KW Jessnitz

An der Jessnitz wurde erstmals ein Prototyp Doppelrohrschnecke umgesetzt (Bsp. 1a) und umfangreichen fischökologischen Untersuchungen unterzogen (ZEIRINGER & JUNGWIRTH, 2012). Im Zuge dieser Arbeiten, die speziell anhand verschiedener Hauptfischarten des Rhithrals durchgeführt wurden (Koppe, Forellen, Äsche) konnte gezeigt werden, dass die flussaufgerichtete Wanderung in der Innenrohrschnecke für die untersuchten Arten und Altersstadien prinzipiell möglich ist und daher weiterverfolgt werden sollte. Auch ein verletzungsfreier Abstieg in der Außenrohrschnecke wurde belegt. Aufgrund der prinzipbedingten Einschränkungen von derartigen Versuchen (siehe Kap. 5.2) sind diese Ergebnisse nur teilweise auf natürliche Verhältnisse übertragbar (Freiwilligkeit).

In weiterer Folge wurde an diesem Standort eine aktuelle FAS vom Typ „Hydro-Connect“ für den Dauerbetrieb eingebaut (Bsp. 1b; siehe Abbildung 6). Diese Anlage wurde einer Funktionskontrolle anhand des natürlicherweise vorkommenden Aufstiegs potentials am Standort unterzogen, wobei der freiwillige Aufstieg ohne unterwasserseitige Absperrung untersucht wurde. Die Ergebnisse zeigen eine gute Funktionsfähigkeit für den Aufstieg der im Unterwasser vorkommenden Rhithral-Arten Bachforelle, Regenbogenforelle und Koppe in qualitativer und quantitativer Hinsicht (ZEIRINGER et al. 2017). Darüber hinaus wurde ein verletzungsfreier Abstieg für die am Standort vorkommenden sowie für weitere Arten (Aitel, Aal) belegt. Die gewonnenen Ergebnisse belegen die gute Eignung dieses Bautyps für die Herstellung der Durchgängigkeit an Standorten im Epirhithral und sind teilweise auch auf das Metarhithral übertragbar. Eine Bewertung nach WOSCHITZ et al. (2017, in prep.) kommt zum selben Ergebnis (siehe Tabelle 5).

Bsp. 2 Sulm, KW Retznei

Die Anlage an der Mündung der Sulm in die Mur (Typ Hydro-Connect) wurde im Rahmen eines Projekts durch die Boku umfassend untersucht (ZEIRINGER, 2016; PINTER, 2017; RECKENDORFER, 2017). Dabei wurden nicht nur Reusenuntersuchungen und Unterwasserbefischungen durchgeführt, sondern auch eine Telemetriestudie mit Nasen und Aiteln sowie Versuche mit individualmarkierten Fischen (PIT) durchgeführt. Die Reusen wurden von Ende März bis Ende Oktober 2016 sowie von Ende März bis Ende Juli 2017 betrieben, insgesamt also über eine sehr lange Dauer von fast einem Jahr (ca. 340 Tage).

Die Ergebnisse zeigen den erfolgreichen Aufstieg vieler Arten und Stadien sowie einen vergleichsweise individuenreichen Aufstieg der Kurzstreckenwanderer (KSW). Von den Mittelstreckenwanderern (MSW) Nase und Barbe stiegen juvenile Exemplare in größerer Zahl, adulte jedoch (trotz der sehr langen Untersuchungsdauer über 2 Saisonen) in geringer Zahl auf. Beim größten aufgestiegenen Individuum handelte es sich um einen Wels mit 85 cm, weitere größere Fische waren Hechte bis 67,5 cm und Barben bis 63 cm. In Anbetracht der langen Untersuchungsdauer ist der Aufstieg von Großfischen als gering einzuschätzen. Positiv ist hervorzuheben, dass auch sehr kleine Individuen aufsteigen konnten und die Passage einer Reihe von FFH-Arten wie Frauenerfling, Kesslergründling, Strömer, Zingel und Streber dokumentiert wurde, letztere jedoch nur anhand von Einzelexemplaren. Als Defizit trat – vor allem auch auf Basis der Telemetriestudie – ein mangelhafter Aufstieg von Adulttieren einiger MSW zu Tage. Ein Huchenaufstieg (bei allerdings geringem Bestand im Unterwasser) konnte nicht dokumentiert werden. Zur Laichzeit stiegen keine adulten Nasen auf, und auch von den 20

telemetrierten Nasen stieg keine erfolgreich über die FAS auf, obwohl sich diese Tiere auch im Nahebereich des Einstiegs aufhielten. Angesichts der Tatsache, dass es sich um die Mündung eines recht großen Zubringers handelt, und in Anbetracht der langen Monitoringdauer ist dieses Ergebnis als ausgesprochen ungünstig zu sehen.

Der qualitative Aufstieg, der quantitativen Aufstieg der Kurzstreckenwanderer sowie insgesamt wurde die Anlage von den Autoren nach WOSCHITZ et al. (2003) als funktionsfähig (2) eingestuft. Die Defizite bei den MSW wurden mit einer Teilbewertung des quantitativen Aufstiegs der MSW mit mäßig (3) berücksichtigt. Eine Bewertung nach WOSCHITZ et al. (2017, in prep.) kann nicht durchgeführt werden, weil die dazu notwendigen (Roh-) Daten nicht verfügbar sind.

Bsp. 3 Url, KW Pilsing

Die FAS vom Typ Rehart/Strasser am KW Pilsing an der Url wurde durch ein umfangreiches Monitoring begleitet (MITTERLEHNER & PFLIGL, 2016; MITTERLEHNER et al., 2017), das die methodischen Vorgaben nach WOSCHITZ et al. (2003) erfüllt. Der untersuchte Standort ist einerseits aufgrund des dichten und vergleichsweise artenreichen Fischbestands im Unterwasser aussagekräftig, besonders relevante Arten wie der Huchen (größenbestimmende Fischart am Standort; im SDB des lokalen Natura 2000 Gebiets gelistet) fehlen aber und von den im Potamal wichtigen MSW Nase und Barbe wurde im Unterwasser eine sehr geringe Populationsdichte dokumentiert, was die Aussagekraft in Hinblick auf die Bewertung der MSW einschränkt. Im Vergleich zu einer stromauf angrenzenden Anlage (Beckenpass) war der Aufstieg an der FAS artenreicher und es konnte der Aufstieg von kleineren Fischen in deutlich höherer Zahl nachgewiesen werden. Diesbezüglich können möglicherweise auch die unterschiedliche Fängigkeit der Reusenanlagen (runde 8 mm Löcher vs. 10 mm Gitter) und Unterschiede der Lebensraumqualität des Unterwassers eine Rolle spielen.

Angesichts bemerkenswert großer Aufstiegszahlen vieler KSW und vieler Arten und Altersstadien sind die Bewertungen dieser Aspekte mit 1 nachvollziehbar. Besonders ist der Nachweis einer großen Zahl von juvenilen Cypriniden sowie sohlgebundener Kleinfischarten (Schmerle, Gründling, Steinbeißer) hervorzuheben. Die Aufstiegszahlen der MSW, insbesondere adulter Exemplare sind hingegen bescheiden, was auch mit den geringen Unterwasserbeständen zu erklären sein kann. Die Bewertung des quantitativen Aufstiegs der MSW mit 1 erscheint allerdings etwas optimistisch. Nach WOSCHITZ et al. (2003) kann auf Basis des aktuell vorkommenden Fischbestands insgesamt jedenfalls eine Funktionsfähigkeit attestiert werden. Eine Bewertung nach WOSCHITZ et al. (2017, in prep.) würde ein Ergebnis von 2 oder 3 ergeben, je nachdem, wie die Situation in Hinblick auf MSW bzw. Schwarmfische sowie Großfische beurteilt wird. Zum an diesem Standort durchgeführten „Huchenversuch“ siehe bei den Ausführungen in Kapitel 5.2 bzw. im Kapitel 6.2.

Bsp. 4 Raab, KW Lugitsch

Von der FAS am KW Lugitsch an der Raab steht eine Funktionskontrolle aus dem Jahr 2016 zur Verfügung (ELLINGER et al 2016). Es handelt sich dabei um einen Fluß der Barbenregion (Epipotamal) in der Südoststeiermark mit dichtem und artenreichem Fischbestand, sodass die Ergebnisse in Hinblick auf viele Arten und Stadien von Interesse sind. Das durchgeführte Monitoring entspricht allerdings den methodischen Richtwerten für eine Bewertung nach

WOSCHITZ et al. (2003) nicht. Erstens wurde das Unterwasser nicht befischt und stark veraltete Daten aus dem Oberwasser anstelle des Unterwassers wurden zur Beurteilung des aufstiegswilligen Potentials herangezogen. Das kann unter Umständen zu einer zu optimistischen Bewertung führen. Zweitens war die untersuchte Monitoringdauer deutlich kürzer als in der Richtlinie empfohlen (27 Tage anstelle von 2 Monaten im Frühjahr plus 1 Monat im Herbst). Aufgrund des relativ späten Zeitpunkts der Durchführung können keine abgesicherten Aussagen zum Laichaufstieg der früh laichenden Nase getätigt werden.

Das Reusenmonitoring belegt dem erfolgreichen Aufstieg recht vieler Arten und Stadien, wobei für eine fundierte qualitative Bewertung eine Unterwasserbefischung entscheidend wäre. Auch der Aufstieg von Kurzstreckenwanderern wurde in recht hoher Zahl belegt. Als großes Defizit ist zu bewerten, dass kein einziger Aufstieg einer adulten Nase nachgewiesen werden konnte (wurden im Unterwasser in hoher Zahl beim Laichen beobachtet), allerdings einiger Individuen adulter Barben. Vor diesem Hintergrund erscheint die Bewertung des quantitativen Aufstiegs von MSW mit 2 als optimistisch, auch hier wäre aber eine Unterwasserbefischung für eine fundierte Beurteilung notwendig. Das größte nachgewiesene Individuum aller Arten war eine Barbe mit 61 cm.

Bei einer Bewertung mit der neuen Richtlinie würde sich eine Bewertung mit 4 ergeben. Weil diese Bewertungsmethode mit exakt definierten quantitativen Werten funktioniert, schlägt sich dabei die zu kurze Untersuchungsdauer deutlich zu Buche. Bei ausreichender Datenbasis wäre vermutlich eine um eine Klasse günstigere Bewertung zu vergeben.

Bsp. 5 Sulm, Mantrachmühle

Von der FAS an der Mantrachmühle steht eine weitere, sehr aktuelle Funktionskontrolle aus der Raab in Form eines Berichts-Vorabzuges zur Verfügung (ELLINGER et al. 2017). An diesem Standort, der ca. 26 km stromauf des KW Retznei (Bsp. 2) liegt, wurde eine FAS vom Typ Rehart/Strasser errichtet. Zur Beurteilung des aufstiegswilligen Potentials im näheren Unterwasser stehen 2 Aufnahmen im Rahmen der GZÜV aus dem Jahr 2016 zur Verfügung. Dabei wurde ein artenreicher, quantitativ aber eher geringer Fischbestand dokumentiert.

Die Kontrolle des Fischaufstiegs erfolgte anhand eines Herbsttermins im September 2016 und eines Frühjahrstermins von Anfang April bis Anfang Juni 2017 an insgesamt 59 Tagen. Es stiegen in diesem Zeitraum über 3.392 Individuen aus 24 Fischarten auf. Der Aufstieg wurde mit 3.160 Stück sehr stark durch den auch im Unterwasser häufigen Schneider dominiert. Bemerkenswert war der Aufstieg einiger seltener Arten, wie jeweils Einzelexemplaren von Neunauge, Semling, Aalrutte, Äsche, Koppe, Streber, sowie eines juvenilen Huchens (23 cm). Erfreulich war der Nachweis des Aufstiegs von 53 Exemplaren der FFH-Art Weißflossengründling (überwiegend im Herbst).

Es stiegen 63 Barben auf, davon aber nur 1 Exemplar über 31 cm und nur 2 Exemplare zur üblichen Hauptwanderzeit dieser Art im Frühjahr. Die Nase war mit lediglich 2 Exemplaren (34-37 cm, beide im Frühjahr) ebenfalls sehr gering repräsentiert. Die geringen Aufstiegszahlen dieser Mittelstreckenwanderer werden mit dem geringen Unterwasserbestand erklärt. Auch eine ungünstige Lockströmung während des Monitorings, die zwischenzeitlich durch eine

Umbaumaßnahme behoben wurde (Mittlg. G. PARTHL, Juli 2017), kann für dieses Ergebnis verantwortlich sein.

Das größte nachgewiesene Individuum aller Arten war eine Barbe mit 63 cm, gefolgt von einer Aalrutte mit 53 cm und bereits an dritter Stelle einer Bachforelle mit 39 cm. Generell fällt bei allen großwüchsigen Arten eine sehr geringe Repräsentanz von Adultfischen auf, beispielsweise wurde überhaupt kein Aufstieg adulter Aitel, Äschen oder Hasel belegt, die im Unterwasser zumindest in geringer bis mäßiger Bestandsdichte vorkommen.

Das Reusenmonitoring belegt den erfolgreichen Aufstieg recht vieler Arten und Stadien, sodass die qualitative Bewertung nach WOSCHITZ et al. (2003) mit II nachvollziehbar ist. Der quantitative Aufstieg der Kurzstreckenwanderer wurde ebenfalls mit II bewertet, ist aber wohl bestenfalls an der Grenze zu III anzusiedeln, berücksichtigt man die übermäßige Dominanz einiger weniger Kleinfischarten wie insbesondere des Schneiders bzw. den auffällig geringen Aufstieg einiger im Unterwasser nicht seltener Arten wie z.B. des Aitels. Die Bewertung des Aufstiegs der Mittelstreckenwanderer mit II ist hingegen nicht nachvollziehbar, schließlich basiert dieses Ergebnis lediglich auf einem juvenilen Huchen, 2 adulten Nasen sowie im Fall der Barbe fast ausschließlich juvenilen und subadulten und nur einem einzigen adulten Exemplar. Diese Barben sind fast nur im Herbst (61 Ind.) aufgestiegen, also außerhalb der üblichen Hauptmigrationszeit dieser Art im Frühjahr (2 Ind.).

Führt man den geringen Bestand von Nase und Barbe bei den elektrofischereilichen Erhebungen als Grund für den geringen Aufstieg ins Treffen, so wäre auch eine geklumpte Verteilung zu diskutieren, die dazu führen kann, dass diese Arten bei Watbefischungen ausgewählter Strecken unterrepräsentiert sein können, insbesondere in einem regulierten Gewässer wie der Sulm in diesem Bereich. Vor allem ist bei einer Argumentation, dass der geringe Aufstieg mit dem geringen aufstiegswilligen Potential ausreichend erklärbar ist, der ausgesprochen lange, passierbare Wanderraum im Unterwasser zu berücksichtigen: die nächste Kraftwerksanlage liegt erst an der Mündung in die Mur, also 26 km weiter stromab (KW Retznei, siehe Beispiel 2). Dazwischen sind an der Sulm lt. Digitalem Atlas Steiermark (Bestandsdaten 2015) bzw. Entwurf des NGP 2015 keine Wanderhindernisse vorhanden. Bei einem so langen, passierbaren Abschnitt im Epipotamal im Unterwasser wäre auch bei geringer Bestandsdichte von einem nicht unerheblichen Aufstiegspotential auszugehen, sodass eine Bewertung mit II (Definition „den meisten aufstiegswilligen Individuen häufiger Arten ist der Aufstieg möglich“) ohne weiter gehende Argumentation für den Verfasser nicht nachvollziehbar ist. Günstigenfalls würde diese wohl bestenfalls der Definition von III entsprechen („vielen aufstiegswilligen Individuen häufiger Arten ist der Aufstieg möglich“). Dass die zwischenzeitlich durchgeführten Adaptierungen zu einer wesentlichen Verbesserung dieses Aspekts geführt haben, wäre im Zuge einer weiteren biologischen Funktionskontrolle nachzuweisen.

Bei einer Bewertung nach der neuen Richtlinie würde sich eine Gesamtnote von 3 ergeben. Dabei schlagen sich die geringen Aufstiegszahlen der Mittelstreckenwanderer sowie Defizite bei den Groß- und Schwarmfischen zu Buche. Dieses Ergebnis ist aus Sicht des Verfassers plausibel.

Tabelle 5: Bewertungsergebnis der finalisierten Erfolgskontrollen. Die Bewertungen nach WOSCHITZ et al. (2003) wurden von den jeweiligen Berichten der durchführenden Autoren übernommen. n.b. .. nicht bewertbar (Daten nicht verfügbar); - MSW kommen nicht vor

Bsp.	Fluss / Anlage	FAS Typ	Bewertung nach WOSCHITZ et al. (2003)				Bewertung nach WOSCHITZ et al. (2017)
			Qualitativ	Quantitativ KSW	Quan.-MSW	Gesamt	
1b	Jessnitz KW Jessnitz	HC	1	1	-	1	1
2	Sulm KW Retznei	HC	2	2	3	2	n.b.
3	Url KW Pilsing	Re./Str.	1	1	1*	1	2-3
4	Raab KW Lugitsch	Re./Str.	2	2	2*	2*	4**
5	Sulm Mantrachmühle	Re./Str.	2	2*	2*	2*	3

* Bewertungen optimistisch oder nicht nachvollziehbar

** wahrscheinlich aufgrund der zu kurzen Monitoringdauer zu ungünstig

Die Ergebnisse dieser Erfolgskontrollen werden in Kapitel 8, Tabelle 10 zusammengeführt.

5.2 Wissensdefizite und biologische Defizite bei FAS

Wanderungen von Schwarmfischen und Mittelstreckenwanderern

In der Tabelle 6 sind die Aufstiegszahlen der Mittelstrecken wandernde Arten Nase und Barbe an den derzeit zur Verfügung stehenden FAS mit biologischer Funktionskontrolle dargestellt. Bei diesen beiden Arten handelt es sich um die quantitativ ursprünglich in den meisten Gewässern des Epipotamals (Barbenregion) dominanten Fischarten. Sie sind in so gut wie allen „Standardleitbildern“ im Potamal als Leitarten eingestuft, also von besonders hoher Bedeutung für die Erreichung der Ziele nach WRRL. Funktionsfähige Fischwanderhilfen müssen eine stress-, verzögerungs- und verletzungsfreie flussaufgerichtete Passage eines Großteils der wanderwilligen Individuen und Altersstadien (ab 1+) dieser Arten sicherstellen (siehe Kap. 4.2).

Das Ergebnis der Telemetrie- und Reusenerhebung am einzigen bisher untersuchten Standort einer FAS vom Typ „Hydro-Connect“ – jenem an der Sulmmündung – kann als deutliches Indiz dafür interpretiert werden, dass ein Aufstieg der **Nase (*Chondrostoma nasus*)** über diese FAS zwar grundsätzlich qualitativ bzw. vereinzelt möglich ist, nicht jedoch für größere Stückzahlen und nicht im Schwarm im Zuge von Laichmigrationen (vgl. Kap. 4.3). Dies betrifft auch Individuen, für die mittels Telemetrie nachgewiesen wurde, dass sie die konventionelle FAH (Kombination aus asymmetrischer Rampe, Umgehungsarm und Vertical Slot) am stromab folgenden KW Spielfeld überwunden haben. Dieses Ergebnis ist auch vor dem Hintergrund brisant, als bekannt ist, dass Nasen üblicherweise eine starke Neigung zeigen, Laichzüge in Zubringer durchzuführen (siehe Kap. 4.3, Tabelle 3). Dementsprechend beurteilen die Autoren die Funktionsfähigkeit für den Fischausstieg der Mittelstreckenwanderer auch mit 3 (mäßig), was Defizite bzw. Handlungsbedarf anzeigt.

Tabelle 6: Bestandsdichte im Unterwasser (UW) und Aufstiegszahlen adulter Mittelstreckenwanderer an FAS im Epipotamal. * Bestandserhebung nur im Oberwasser. ** lange, passierbare Wanderstrecke im Unterwasser

Bsp.	Fluss / Anlage	Bestandsdichte im UW	Barben > 40 cm	Barben > 30 cm	Nasen > 40 cm	Nasen > 30 cm
2	Sulm KW Retznei	Barbe: mittel Nase: gut	exakte Zahlen nicht verfügbar viele juvenile / subadulte, wenige adulte		exakte Zahlen nicht verfügbar; viele subadulte, wenige adulte	
3	Url KW Pilsing	Barbe: gering Nase: gering	11	17	0	0
4	Raab KW Lugitsch	Barbe: mittel* Nase: gut*	4	21	0	0
5	Sulm Mantrachmühle	Barbe: gering** Nase: gering**	1	2	0	2

Im Überblick zeigt sich, dass bei FAS vom Typ Rehart/Strasser bisher ebenfalls keine Passage größerer Zahlen von Nasen, bzw. fast keine von Adulttieren dokumentiert werden konnten (Tabelle 6). Dies kann an der Url (Bsp. 3) auch mit dem geringen Bestand im Unterwasser zu erklären sein, eingeschränkt auch an der Sulm (Bsp. 5), wo lediglich 2 adulte Nasen und

Barben aufstiegen. An der Raab (Bsp. 4) kommt im Unterwasser hingegen sehr wahrscheinlich ein relativ guter Bestand vor, trotzdem stieg keine einzige adulte Nase auf. Mit dem eher späten Monitoringbeginn an diesem Standort kann das Verpassen eines Laichaufstiegs erklärt werden, dass auch später kein adultes Exemplar (im Zuge einer Wanderung, die nicht unmittelbar mit der Laichwanderung in Zusammenhang steht) aufstieg, deutet in Zusammenhang mit den Ergebnissen von den anderen Standorten aber auf grundlegende Probleme bei dieser Fischart hin.

Solche Defizite könnten plausibel mit dem Schwarmverhalten der Nase, einer Scheu in beengte Verhältnisse einzuschwimmen, oder anderen spezifischen verhaltensbasierten Anforderungen dieser Leitfischart des Potamals zu erklären sein, wie sie auch andernorts beobachtet wurden (z.B. ZITEK et al. 2012). Im FAH-Leitfaden (BMLFUW, Hrsg. 2012) heißt es dazu: *„Massenfischarten wie Nase und Barbe wandern in großen Gruppen. Dabei suchen oftmals die Männchen zuerst den Laichplatz auf, und entscheiden so indirekt über die Weiterwanderung der Weibchen; ähnliches gilt auch für den Huchen. Bisher unbekannte Phänomene des Gruppenwanderverhaltens könnten einen wichtigen Faktor in Bezug zur Passierbarkeit von FAHs darstellen (HILDEBRAND, 1980), was insbesondere für die Wiederherstellung der Wanderung für Mittelstreckenwanderer wie Nase und Barbe von Bedeutung sein könnte.“*

Möglicherweise wird die Konstellation der FAS von dieser Art nicht im notwendigen Ausmaß als kontinuierlicher Wanderkorridor wahrgenommen oder akzeptiert. Das könnte z.B. daraus resultieren, dass zwar im *Nahebereich* des „Einschwimmkanals“ bzw. des Einstiegs in die FAS selbst eine günstige Lockströmung vorliegt, nicht jedoch im unmittelbar daran anschließenden Bereich der untersten Schnecken-Windung(en) bis zur beim jeweiligen Drehungswinkel auftauchenden Windung. Das ist ein grundlegender Unterschied zu Gerinnen, in denen von Fischen ein Fließkontinuum wahrnehmbar ist. Solche kritischen Überlegungen sind nicht spekulativer, als unkritisch das Gegenteil anzunehmen – es besteht in dieser Hinsicht ganz klar dringender Untersuchungsbedarf.

Im Kapitel 4.3 wurde gezeigt, dass die ökologisch äußerst wichtigen Laichwanderungen vieler Fischarten zeitlich sehr kurzfristig stattfinden und große Stückzahlen umfassen können. Beispielsweise wurde an der Mattig dokumentiert, dass 2500 bis 3000 adulte Nasen im Verlauf einer einzigen Nacht (bzw. in Anlehnung an die Ergebnisse von der Pielach sehr wahrscheinlich im Wesentlichen in der Zeit zwischen Abenddämmerung und Mitternacht) konzentriert aus dem Inn in die Mattig eingewandert sind. Im beobachteten Jahr an der Mattig war die Laichzeit bereits wenige Tage nach dieser massenhaften Einwanderung abgeschlossen. Würde an einem solchen Standort eine Fischaufstiegsschnecke mit z.B. 6 U/min errichtet, so wäre über die Dauer von 4 Stunden (1.440 Umdrehungen) notwendig, dass laufend in jeder Windung der FAS (üblicherweise z.B. in einem Volumen von ca. 80-100 l, siehe Tabelle 11) durchschnittlich 1,5 bis 2 adulte Nasen aufsteigen. So wäre die Bewältigung einer derartigen Wanderung theoretisch möglich.

In der Praxis spielen bei der Auffindbarkeit und Durchwanderbarkeit von Fischwanderhilfen komplexe Verhaltensweisen eine Rolle. Gruppendynamische Prozesse im Schwarm können zu einem zum derzeitigen Wissensstand nicht prognostizierbaren Verhalten führen. Ob das Verschwinden von Einzelindividuen oder kleineren Gruppen dazu führt, dass der

Einstiegsbereich einer FAS vom Rest eines Schwarms eher gemieden wird, oder ob ein Schwarm tatsächlich länger vor dem Einstieg verharrt und die Einzelindividuen oder kleinere Gruppen sukzessive aufsteigen, weil sie die FAS selbst als Wanderkontinuum wahrnehmen und akzeptieren, ist nicht bekannt. Die bisherigen Monitoringergebnisse deuten eher in die erstere Richtung. Wie im Kapitel 4.2 ausgeführt, sind in Hinblick auf zeitliche Verzögerungen auch kumulative Effekte zu berücksichtigen. So gibt es einige Beispiele für Flüsse, wo mehrere FAS an benachbarten Kraftwerksanlagen geplant wurden (siehe Tabelle 1).

In Analogie zur Nase ist auch für andere große Cyprinidenarten, die im Schwarm wandern, wie Barbe, Brachse oder Perlfisch, nicht auszuschließen, dass bei FAS Defizite bezüglich des Laichaufstiegs bestehen. Die Ergebnisse aller verfügbaren Erfolgskontrollen konnten für die angesichts der Unterwasserbestände auch andernorts einigermaßen gut untersuchbare **Barbe** (*B. barbatus*) keinen gegenteiligen Nachweis erbringen – die Aufstiegszahlen adulter Exemplare waren durchwegs für Epipotamalgewässer auffallend gering (siehe Tabelle 6). Für die weiteren genannten Arten fehlen derzeit aussagekräftige Ergebnisse. Für kleine Cyprinidenarten (z.B. Schneider, Laube, Gründling) konnte hingegen ein Aufstieg in großer Zahl bereits dokumentiert werden – offensichtlich spielen bei diesen Arten bzw. Größenstadien andere Mechanismen eine Rolle.



Abbildung 12: Bei der Barbe handelt es sich um eine weitere Mittelstrecken wandernde Art, die in Laichschwärmen wandert. Foto: CR.

Großfischauglichkeit; Freiwilliger Ein- und Durchstieg; Huchenversuch

Im Zuge der Erfolgskontrollen konnte die Tauglichkeit von FAS für Großfische nur teilweise fundiert untersucht werden, weil die Bestände solcher Fische im Unterwasser der untersuchten Anlagen eher gering sind. Im Fall der Epirhithral-Anlage an der Jessnitz konnte ein Nachweis der größtenbestimmende Fischart – hier lediglich eine Bachforelle mit 30 cm – hingegen erwartungsgemäß problemlos nachgewiesen bzw. übererfüllt werden (siehe Tabelle 7).

Am Unterlauf der Sulm ist der Hecht mit 90 cm größtenbestimmend, es konnte bei einem eher geringen Hechtbestand im Unterwasser der untersuchten Anlage allerdings nur ein Aufstieg weniger Hechte bis 68 cm gefunden werden. Ein Wels mit 85 cm deutet dennoch auf eine gewisse prinzipielle Tauglichkeit für größere Fische hin. Im Unterwasser vorkommende, weitere Großfische, wie große Karpfen, Brachsen oder Schiede, stiegen nicht auf, obwohl ein sehr hoher Monitoringaufwand (Reusenkontrollen in 2 Jahren über ca. 340 Tage) betrieben wurde.

Bei den „Typ Rehart/Strasser“ Anlagen unterschritten die größten nachgewiesenen Individuen die Maßgabe der größtenbestimmenden Arten Huchen bzw. Hecht mit 90 cm durchwegs. Auch hier – v. a. an der Url – können geringe Bestände im Unterwasser diesbezüglich eine wesentliche Rolle spielen.

Im Entwurf der neuen Richtlinie (WOSCHITZ et al. 2017, in prep) ist vorgesehen, dass eine für die Bewertung mit 2 ausreichende Großfischauglichkeit dann belegt ist, wenn der Aufstieg eines Exemplars (gleich welcher Fischart) nachgewiesen wird, das die Länge der größtenbestimmenden Fischart um weniger als 10% unterschreitet. Dieses Kriterium ist nur dann zu bewerten, wenn ein entsprechender Bestand von Großfischen im Unterwasser auch vorkommt. Wie Tabelle 7 zeigt, konnte dieses Erfordernis bei der Anlage an der Sulmmündung (Typ Hydro-Connect) knapp erreicht werden, bei den übrigen Anlagen mit Großfischen als größtenbestimmende Fischart wurde es hingegen deutlich verfehlt, wenn man den Bestand im Unterwasser als nicht gering bewertet.

Tabelle 7: Lokal gültige, größtenbestimmende Fischart und im Rahmen der Erfolgskontrolle größtes, freiwillig aufgestiegenes Individuum, % der Länge der größtenbestimmenden Fischart sowie im Zuge von Einsetzversuchen erzwungener Aufstieg.

Bsp.	Fluss / Anlage	Größenbestimmende Fischart	Größtes aufgestiegenes Exemplar	% der Länge	Größtes Exemplar mit erzwungenem Aufstieg
1b	Jessnitz KW Jessnitz	Bachforelle 30 cm	Bach-/Regenbogenforelle > 40 cm	> 100%	-
2	Sulm KW Retznei	Hecht 90 cm	Wels 85 cm (Hecht 68 cm)	94%	-
3	Url KW Pilsing	Huchen 90 cm	Barbe 63 cm	70%	Huchen 78 cm (87%)
4	Raab KW Lugitsch	Hecht 90 cm	Barbe 61 cm	68%	-
5	Sulm Mantrachmühle	Hecht 90 cm	Barbe 63 cm	70%	-

Die prinzipielle Tauglichkeit einer FAS für Großfische wurde im Zuge eines „Huchenversuchs“ an der Url untersucht (MITTERLEHNER & PFLIGL, 2016), wo der historisch vorkommende Huchen aktuell (noch) ausgestorben ist. Es wurden dazu Huchen in einer Länge zwischen 54 und 78 cm [Anm. und damit kleiner als die am Standort „größtenbestimmende Fischart“ Huchen 90 cm] im Unterwasser exponiert bzw. durch eine Absperrung am abwandern stromab gehindert. Diese Fische stammten teils aus Fischzuchten, bei einem Exemplar handelte es sich auch um einen Wildfisch. Ein unverletzter Aufstieg dieser Huchen über die FAS konnte innerhalb einiger Tage (maximal 5 Tage) dokumentiert werden.

Generell ist aus fachlicher Sicht ist zu bemängeln, dass bei derartigen Versuchsansätzen prinzipbedingt nur ein Teil des Spektrums der Verhaltensweisen untersucht werden kann, die für eine erfolgreiche Überwindung eines Querbauwerks unter natürlichen Bedingungen eine Rolle spielen können (RATSCHAN, 2014). Leicht überspitzt könnte man formulieren, dass dabei untersucht wird, ob die Versuchsfische in der Lage sind, aus einer künstlich herbeigeführten

und wahrscheinlich mit Stress verbundenen Situation über eine FAH zu flüchten. Bei einem freiwilligen Ein- und Durchstieg spielt eine Vielzahl von Verhaltensweisen eine Rolle, die bei Einsatzversuchen nicht unbeeinflusst beobachtet werden können. Dies kann z.B. die Dauer oder den Ort betreffen, an dem ein Aufstiegsweg gesucht wird, die Gewöhnung an Reize (z.B. Bewegung, Geräusche, Turbulenz, beengter Raum) die von einer Anlage ausgehen, die Motivation für den Ein- und Aufstieg etc. Wirklich belastbare Rückschlüsse, ob auch eine *freiwillige* Ein- und Durchwanderung erfolgt, die lt. FAH-Leitfaden auch *verzögerungsfrei* zu sein hat (siehe Kap. 4.2), sind aus Sicht des Verfassers daher Erfolgskontrollen an Standorten mit natürlichem Bestand vorbehalten.

Freilich sind auch Einsatzversuche sinnvoll und notwendig, um den Wissensstand an Standorten ohne entsprechendem Vorkommen der relevanten Arten im Unterwasser zu verbessern, also jedenfalls besser als gar keine Untersuchung. Beispielsweise ließ sich die Frage nach einer *verletzungsfreien* Passage von Großfischen damit bearbeiten. Die Ergebnisse sollten jedoch in Bezug auf *freiwillige* Wanderbewegungen vorsichtig interpretiert werden und nur in die lokale Fragestellung einfließen. Angesichts der stark eingeschränkten Aussagekraft sollten sie nicht für übergeordnete Aussagen herangezogen werden, die zu großflächig wirksamen Konsequenzen führen. Dies trifft ganz besonders für FFH-relevante Aspekte zu, bei denen aus rechtlicher Sicht eine höhere Sicherheit von Aussagen erforderlich ist als für Aspekte im Zusammenhang mit der Sanierung nach WRRL (siehe Kapitel 6.1).

Im Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen wird eine Dimensionierung in Abhängigkeit von der Größenbestimmenden Fischart vorgesehen. Solche Vorgaben, die sich auf FAHs mit Beckenstruktur oder Gerinne beziehen, sind auf eine FAS aufgrund des grundsätzlich anderen Funktionsprinzips natürlich nicht unmittelbar übertragbar. Ein Vergleich (siehe Tabelle 11) zeigt aber, dass in Anbetracht einer Unterschreitung der für die herkömmlichen FAH-Typen notwendigen Dimensionen zumindest in Teilen des gesamten Wanderkorridors durch eine FAS potentielle Probleme in Hinblick auf eine freiwillige und rasche Einwanderung von Großfischen in eine FAS unter den Bedingungen im Freiland und natürlichen Wanderungen keinesfalls a priori bzw. zum derzeitigen Datenstand auszuschließen sind.



Abbildung 13: Erprobte Typen von Fischwanderhilfen ermöglichen nachweislich den freiwilligen Aufstieg von Großfischen. Links: Wels 165 cm, Umgehungsgerinne Ottensheim-Wilhering; Foto: CR. Rechts: Karpfen 77 cm, Naturnaher Beckenpass Lateiner; Foto: G. Fürnweger.

Zusammenfassend ist die Frage, ob FAS geeignet sind, einen freiwilligen Aufstieg von Großfischen zu gewährleisten, noch als unbeantwortet zu beurteilen. Aus fachlicher Sicht gibt es durchaus plausible Gründe, daran zu zweifeln. Umgekehrt kann keinesfalls behauptet werden, dass belegt wäre, dass FAS dazu grundsätzlich nicht in der Lage wären – der Wissensstand ist auch dazu einfach noch zu dürftig.

Weitere Arten mit spezifischen Ansprüchen

Auf weitere Fisch- und Neunaugenarten wird im Kapitel 6.2 am Beispiel von Arten der Anhänge der FFH-RL eingegangen.

6 Erfordernisse in Hinblick auf die Ziele der FFH-Richtlinie

6.1 Grundsätzliches

In den Anhängen der europäischen Fauna-Flora-Habitat Richtlinie (FFH-Richtlinie) der Europäischen Union sind eine Reihe von Arten gelistet, für die Schutzgebiete auszuweisen und Maßnahmen zum Schutz und Erhalt umzusetzen sind. Viele der aquatischen Arten sind unter anderem von Beeinträchtigungen an Gewässern betroffen, die in Zusammenhang mit Querbauwerken und Wanderhindernissen stehen. Häufig wird das Verbreitungsgebiet von Fisch- und Neunaugenarten, aber auch anderer aquatischer Arten, in oder zwischen Gebieten durch Wanderhindernisse eingeschränkt, und/oder der lokale Erhaltungszustand (Erhaltungsgrad sensu SUSKE et al. 2016) durch eine Fragmentierung der Populationen verschlechtert.

Die Beseitigung von Wanderhindernissen bzw. die Herstellung der Durchgängigkeit für stromauf und stromab gerichtete Wanderungen stellt daher häufig eine wichtige, oft sogar erforderliche, Maßnahme zum Schutz und Erhalt dieser Arten nach FFH-RL dar. In vielen Fällen sind kleine, fragmentierte Populationen vorhanden, die unter Umständen (noch) einen günstigen Erhaltungszustand aufweisen. Bei solchen Populationen ist bei längerfristiger Betrachtung die Vernetzung über Wanderhindernisse hinweg eine wichtige Rahmenbedingung, um den günstigen Erhaltungszustand weiter aufrechterhalten zu können (keine Unterschreitung kritischer Populationsgrößen; genetische Vielfalt; Wiederbesiedelbarkeit nach ungünstigen Ereignissen/Phasen etc.). Unter mittel- und langfristiger Betrachtung können Wanderhindernisse ohne oder auch mit nicht ausreichend tauglichen Fischwanderhilfen die Erreichung oder Bewahrung eines günstigen Erhaltungszustands also erschweren oder verhindern.

Diese FFH-relevanten Aspekte sind nicht nur im naturschutzrechtlichen Verfahren zu berücksichtigen, beispielsweise bei Projekten in Zusammenhang mit der Errichtung, dem Weiterbetrieb oder der Anpassung einer Wasserkraftanlage an den Stand der Technik. Im Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan (NGP 2009) wird explizit auf die Berücksichtigung „wasserabhängiger Natura-2000-Gebiete“ auch in wasserrechtlichen Verfahren eingegangen. Relevant sind hierbei alle Gebiete, die gemäß der EU-Richtlinie 92/43/EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (Fauna-Flora-Habitat oder FFH-Richtlinie) und der Richtlinie 79/409/EWG über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (Vogelschutzrichtlinie) ausgewiesen wurden und einen eindeutigen Wasserbezug aufweisen.

Auch im „FAH-Leitfaden“ des BMLFUW (Hrsg., 2012), der vordergründig auf aus dem Wasserrecht bzw. aus der WRRL stammende Anforderungen an Fischwanderhilfen abzielt, findet sich zu diesem Thema der Hinweis, dass „geschützte Fischarten gemäß FFH-Richtlinie entsprechend naturschutzfachlicher Vorgaben zu berücksichtigen“ sind. Das heißt konkret, dass Fischwanderhilfen für andere Fischarten, Altersstadien bzw. Fischgrößen auszulegen sein können, oder nur gewisse Typen von Fischwanderhilfen geeignet sein können, wenn dies für Natura 2000 bezogene Schutz- und Erhaltungsziele notwendig ist.

Besonders unmittelbare und hohe Relevanz haben diese Aspekte bei Standorten, die innerhalb von Natura 2000 Gebieten liegen. Sie sind aber auch dann zu berücksichtigen, wenn Wirkungen von außerhalb in ein Natura 2000 Gebiet reichen, oder sich inner- und außerhalb der Gebietsgrenzen kumulativ auswirken. Das kann im Fall von wandernden bzw. Fischarten mit großräumiger Raumnutzung durchaus nicht selten der Fall sein.

Eine positive Beurteilung von Projekten im Zuge von Verfahren ist nach Abs. 6, Art. 3 der FFH-RL dann möglich, wenn dadurch keine erhebliche Beeinträchtigung des Gebiets bzw. dessen Schutzziele erfolgt. Dies ist entsprechend EUGH Urteil C-304/05 (Santa-Catarina-Valfurva-Urteil) nur dann der Fall, wenn im Zuge der Naturverträglichkeitsprüfung „jede vernünftigen wissenschaftlichen Zweifel hinsichtlich der Auswirkungen ausgeräumt werden können“ (SUSKE et al. 2016). Es ist also der Vorsorgegrundsatz anzuwenden und allfällige Zweifel bzw. relevante Wissensdefizite zum Zeitpunkt der Genehmigung sind zu Gunsten der Schutzziele bzw. zu Ungunsten des Projektwerbers anzuwenden.

Diese rechtlichen Rahmenbedingungen haben mit Bezug auf Fischwanderhilfen wie folgt Relevanz. Als „Projekt“ ist dabei sowohl die Neuerrichtung, als auch die Sanierung/Anpassung an den Stand der Technik an einem bestehenden Querbauwerk/Kraftwerk zu verstehen.

Gegen das Verschlechterungsverbot nach Art. 6 FFH-RL würde in jenen Fällen klar verstoßen, wenn sich durch die entstehende Barriere- oder andere Wirkungen eines Projektes (z.B. Neubau mit nicht ausreichend funktionsfähiger FAH) erhebliche, nachteilige Auswirkungen auf ein Schutzgut (in diesem Fall eine Fisch- oder Neunaugenart, aber auch Muschel mit Fischarten als obligatem Wirt) ergeben würden, das derzeit in einem günstigen Erhaltungsgrad im Gebiet vorkommt.

Ebenfalls wäre dies der Fall, wenn ein Schutzgut im Gebiet in einem ungünstigen Erhaltungsgrad (C) vorkommt, und die Durchgängigkeit für dieses Schutzgut für das Erreichen der Erhaltungsziele im Gebiet notwendig ist bzw. durch das Projekt erheblich erschwert würde.

Schwieriger wird die Beurteilung in Fällen, bei denen der Erhaltungsgrad bereits mit günstig (A oder B) eingestuft ist, und durch ein Projekt grundsätzlich eine Verbesserung erzielt wird, jedoch nicht für dieses Schutzgut und/oder nicht im langfristig notwendigen Ausmaß. Dann wird zu prüfen sein, ob eine für das Schutzgut auch tatsächlich ausreichend funktionsfähige Fischwanderhilfe nicht für die Bewahrung des günstigen Erhaltungszustands (oder auch die Zielerreichung in umliegenden, wichtigen Lebensräumen) notwendig ist. Dieser Fall kann bei der Umsetzung von FAHs im Rahmen der Sanierung nach WRRL häufig auftreten. Problematisch für das Erreichen der Schutzziele ist er vor allem auch deshalb, weil eine spätere Anpassung an die FFH-bezogenen Erfordernisse in der Regel technisch kaum möglich, nicht zumutbar bzw. kaum realistisch sein wird, beispielsweise ein Umbau der zuvor errichteten FAH, die Errichtung einer zweiten FAH mit zusätzlichen Errichtungskosten, Energieentgängen bzw. weiterem Wasserbedarf etc. Es werden also Maßnahmen gesetzt, die weitere notwendige Erhaltungsmaßnahmen wesentlich erschweren oder verhindern.

Es sei an dieser Stelle dezidiert darauf hingewiesen, dass in Hinblick auf die FFH-Richtlinie für Arten der Anhänge nicht nur dann eine Funktionsfähigkeit erforderlich ist, wenn es sich um

„Leitarten“ oder „typische Begleitarten“ gemäß „Fischleitbild“ handelt. Häufig handelt es sich bei gefährdeten Arten auch im Bereich ihres ökologischen Optimums um „selten Begleitarten“ gemäß „Fischleitbild“. Entscheidend ist vielmehr, ob diese Arten im Standarddatenbogen eines FFH-Gebiets gelistet sind (exkl. „nicht repräsentativer Vorkommen“, die mit „D“ eingestuft sind), wobei bei einem nicht aktuellen Stand des Standarddatenbogens die Vollständigkeit der Daten zu überprüfen ist und ggf. auch nicht gelistete, aber vorkommende Arten der Anhänge zu berücksichtigen sind (SUSKE et al. 2016). Bei der Beurteilung ist aufgrund der spezifischen Anforderungen der Arten (siehe Tabelle 8) eine Betrachtung für jeder einzelnen Art durchzuführen, eine aggregierte Bewertung der Fischgemeinschaft (wie nach FAH-Leitfaden bzw. WOSCHITZ et al. 2003) reicht dazu nicht aus.

6.2 Funktionsfähigkeit von FAS für die einzelnen FFH-Arten

Unter den heimischen Fisch- und Neunaugenarten, die in den Anhängen der FFH-Richtlinie gelistet sind, finden sich anteilig viele, die hohe Ansprüche an den Wanderkorridor stellen. Das trifft auf solche Arten zu, die kleinwüchsig oder besonders großwüchsig sind, über eine geringe oder sehr geringe Schwimmleistung verfügen, im Schwarmverbund wandern und/oder stark an die Sohle oder das Sediment gebunden sind (siehe Tabelle 8).

Gemäß aktuellem Bericht nach Artikel 17 der FFH-Richtlinie wird derzeit bei fast allen Arten der Anhänge das Ziel eines günstigen Erhaltungszustands in Österreich verfehlt. Viele der Anhang II Arten sind sogar in der ungünstigsten Kategorie (U2) bewertet (siehe Tabelle 8). Es besteht also starker Handlungsbedarf zum Erhalt dieser Fisch- und Neunaugenarten, dementsprechend wichtig ist in vielen Fällen die Vernetzung von Beständen und aktuellen oder potentiellen Lebensräumen durch für diese Arten auch funktionsfähige Fischwanderhilfen.



Abbildung 14: FFH-Arten mit spezifischen Ansprüchen an den Wanderkorridor. 1. Reihe v. l. n. r.: Ukrainisches Bachneunauge; Streber; Schlammpeitzger; 2. Reihe: Steingressling; Huchen; Sterlet. Fotos: CR.

Tabelle 8: In Österreich vorkommende Fisch- und Neunaugenarten der Anhänge der FFH-Richtlinie; Einstufung der Strömungsgilde und Wanderdistanz nach SCHMUTZ et al. 2000; Körpergröße, Schwimmleistung und Sohlbindung: eigene Einstufungen; rechts: Gesamtbewertung in Österreich für die alpine und kontinentale Bioregion; Artikel 17 Bericht 2007-2012 (https://bd.eionet.europa.eu/activities/Reporting/Article_17/Reports_2013); FV .. günstig (favourable); XX .. unbekannt (unknown); U1 .. ungünstig (unfavourable-inadequate); U2 .. schlecht (unfavourable-bad).

Wissenschaftl. Name	Deutscher Name	FFH			Körpergröße	Schwimmleistung	Sohlbindung	Art. 17 alpine Bioregion	Art. 17 kontinentale Bioregion
		Anhänge	Strömungsgilde	Wanderdistanz					
<i>Eudontomyzon mariae</i>	Ukrain. Bachneunauge	II	rheophil	mittel	klein	sehr gering	stark	U1	U1
<i>Lampetra planeri</i>	Bachneunauge	II	rheophil	mittel	klein	sehr gering	stark	-	U2
<i>Acipenser ruthenus</i>	Sterlet	V	oligorheophil	mittel	groß	gering	stark	XX	U2
<i>Hucho hucho</i>	Huchen	II,V	rheophil	mittel	groß	hoch	gering	U2	U2
<i>Coregonus cf. lavaretus</i>	Renke	V	indifferent	kurz	mittel	hoch	keine	U1	U1
<i>Thymallus thymallus</i>	Äsche	V	rheophil	kurz	mittel	hoch	gering	U1	U2
<i>Umbra krameri</i>	Hundsfisch	II	limnophil	kurz	klein	sehr gering	gering	-	U2
<i>Aspius aspius</i>	Schied	II,V	indifferent	mittel	groß	hoch	keine	-	U1
<i>Barbus barbuis</i>	Barbe	V	rheophil	mittel	groß	hoch	stark	U1	U1
<i>Barbus balcanicus</i>	Semling	II,V	rheophil	kurz	klein	gering	stark	U2	U2
<i>Alburnus mento</i>	Seelaube	II	limnophil	kurz	klein	gering	gering	U1	-
<i>Romanogobio vladykovi</i>	Weißflossengründling	II	rheophil	kurz	klein	hoch	stark	U2	U1
<i>Romanogobio kesslerii</i>	Kessler-Gründling	II	rheophil	kurz	klein	hoch	stark	XX	XX
<i>Romanogobio uranoscopus</i>	Steingreßling	II	rheophil	kurz	klein	hoch	stark	U2	U2
<i>Romanogobio sp. nov</i>	Smaragdgressling	(II)	rheophil	kurz	klein	hoch	stark	XX	XX
<i>Telestes souffia</i>	Strömer	II	rheophil	kurz	klein	gering	gering	U2	U2
<i>Pelecus cultratus</i>	Sichling	II,V	indifferent	mittel	mittel	gering	keine	-	U1
<i>Rhodeus amarus</i>	Bitterling	II	limnophil	kurz	klein	gering	gering	U1	U1
<i>Rutilus meidingeri</i>	Perlfisch	II,V	limnophil	kurz	groß	hoch	gering	U1	U1
<i>Rutilus virgo</i>	Frauennerfling	II,V	rheophil	kurz	mittel	hoch	gering	U2	U2
<i>Sabanejewia balcanica</i>	Balkan-Goldsteinbeißer	II	oligorheophil	kurz	klein	sehr gering	stark	-	U2
<i>Cobitis elongatoides</i>	Donau-Steinbeißer	II	oligorheophil	kurz	klein	sehr gering	stark	U2	U1
<i>Misgurnus fossilis</i>	Schlammpeitzger	II	limnophil	kurz	klein	sehr gering	stark	-	U2
<i>Gymnocephalus baloni</i>	Donaukaulbarsch	II,IV	oligorheophil	kurz	klein	gering	stark	-	U2
<i>Gymnocephalus schraetseri</i>	Schrätzer	II,V	oligorheophil	kurz	klein	gering	stark	-	U1
<i>Zingel streber</i>	Streber	II	rheophil	kurz	klein	gering	stark	U2	U2
<i>Zingel zingel</i>	Zingel	II,V	oligorheophil	kurz	mittel	gering	stark	U2	U1
<i>Cottus gobio</i>	Koppe	II	rheophil	kurz	klein	gering	stark	FV	U1

Für einen Teil dieser Arten ist eine grundsätzliche Funktionsfähigkeit von FAS (zumindest eines der beiden Typen) belegt (siehe Tabelle 9). Für weitere Arten ist ein diesbezüglicher Nachweis aber noch ausständig. Es ist in diesem Zusammenhang die Frage zu stellen, ob prinzipbedingte oder im Detail vorhandene Defizite von FAS eine Funktionsfähigkeit für manche dieser Arten verhindern.

Für fehlende Aufstiegs-Nachweise können allerdings nicht nur Eigenschaften der jeweiligen FAS verantwortlich sein, sondern auch die Tatsache, dass viele FFH-Arten nur lokal verbreitet oder selten sind und im Unterwasser der untersuchten Anlagen nicht oder in geringer Dichte vorkommen. Angesichts der noch beschränkten Zahl von Funktionskontrollen, vor allem solchen mit artenreichem Aufstiegs Potenzial, muss die Beurteilung, ob bzw. für welche einzelnen FFH-Arten oder Artgruppen FAS funktionsfähig sind, derzeit noch unvollständig bleiben. Nichts desto trotz soll eine diesbezügliche Abschätzung auf Basis der bestehenden Ergebnisse, des generellen Wissens über diese Arten sowie durch Analogieschlüsse zwischen Arten mit ähnlichen Ansprüchen durchgeführt werden.

In Tabelle 9 ist dargestellt, für welche Arten ein Nachweis des freiwilligen Aufstiegs bei Vorkommen im Unterwasser erbracht wurde, und für welche Arten dies (bisher) nicht gelungen ist. Es liegen dabei die Funktionskontrollen an den Anlagen an der Jessnitz, der Url, der Raab und der Sulm zugrunde (siehe Kapitel 5). Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Funktionsfähigkeit von Detailmerkmalen im Einzelfall abhängen kann, etwa dem Sohlanschluss, der Einbindung ans Ufer oder an die Hauptströmung, der Erreichbarkeit des Einstiegs, der

Betriebsweise der FAS etc. Nachdem an dieser Stelle keine Beurteilung von Projekten, sondern eine übergeordnete Beurteilung gefordert ist, werden hier Abschätzungen getroffen, ob FAS prinzipbedingt bzw. bei günstiger Detailumsetzung für FFH-Arten funktionsfähig sein können.

Tabelle 9: In Österreich vorkommende Fisch- u. Neunaugenarten der Anhänge der FFH-Richtlinie; Vorkommen im Unterwasser zumindest einer untersuchten Anlage: Funktionsnachweis durch Aufstieg an zumindest einer Anlage mit Vorkommen im Unterwasser. Juv .. juvenile; Ad .. adulte.

Wissenschaftl. Name	Deutscher Name	Vorkommen im Unterwasser untersuchter Anlagen	Funktionsnachweis		
			Freiwilliger Aufstieg FAS	Typ Strasser	Typ Hydroconnect
<i>Eudontomyzon mariae</i>	Ukrain. Bachneunauge	ja	ad	--	-
<i>Lampetra planeri</i>	Bachneunauge	nein	-	-	-
<i>Acipenser ruthenus</i>	Sterlet	nein	-	-	-
<i>Hucho hucho</i>	Huchen	ja	(nein)*	(ja)*	(nein)*
<i>Coregonus cf. lavaretus</i>	Renke	nein	-	-	-
<i>Thymallus thymallus</i>	Äsche	ja	juv/ad	(ja)	ja
<i>Umbra krameri</i>	Hundsfisch	nein	-	-	-
<i>Aspius aspius</i>	Schied	ja	-	-	(nein)
<i>Barbus barbus</i>	Barbe	ja	juv/ad	ja	ja
<i>Barbus balcanicus</i>	Semling	ja	-	(ja)	(nein)
<i>Alburnus mento</i>	Seelaube	nein	-	-	-
<i>Romanogobio vladykovi</i>	Weißflossengründling	ja	(juv) ad	-	ja
<i>Romanogobio kesslerii</i>	Kessler-Gründling	ja	ad	-	ja
<i>Romanogobio uranoscopus</i>	Steingreßling	ja	(nein)	-	(nein)
<i>Romanogobio sp. nov</i>	Smaragdgressling	nein	-	-	-
<i>Telestes souffia</i>	Strömer	ja	ad	-	(nein)
<i>Pelecus cultratus</i>	Sichling	nein	-	-	-
<i>Rhodeus amarus</i>	Bitterling	ja	ad	(ja)	(nein)
<i>Rutilus meidingeri</i>	Perlfisch	nein	-	-	-
<i>Rutilus virgo</i>	Frauennerfling	ja	juv/ad	-	ja
<i>Sabanejewia balcanica</i>	Balkan-Goldsteinbeißer	ja	-	ja	-
<i>Cobitis elongatoides</i>	Donau-Steinbeißer	ja	ad	ja	-
<i>Misgurnus fossilis</i>	Schlammpeitzger	nein	-	-	-
<i>Gymnocephalus baloni</i>	Donaukaulbarsch	nein	-	-	-
<i>Gymnocephalus schraetser</i>	Schrätzer	nein	-	-	-
<i>Zingel streber</i>	Streber	ja	(ad)	-	(ja)
<i>Zingel zingel</i>	Zingel	ja	(juv)	-	(ja)
<i>Cottus gobio</i>	Koppe	ja	ad	ja	ja

(nein): kein Nachweis, aber im UW nur selten

(ja): Aufstieg nur Einzelnachweis

* exkl. Einsatzversuche

Für beide FAS-Typen konnte die Funktionsfähigkeit für die im Rhithral weit verbreitete und vielerorts häufige Anhang II Art **Koppe (*Cottus gobio*)** belegt werden, obwohl es sich dabei um eine schwimmschwache und sohlgebundene Art handelt. Auch für die sedimentgebundenen, ebenfalls schwimmschwachen Arten **Steinbeißer (*Cobitis elongatoides*)** und **Goldsteinbeißer (*Sabanejewia balcanica*)** gelang dieser Nachweis an FAS vom Typ Rehart/Strasser. Dieses günstige Ergebnis für rheophile, benthische Kleinfischarten wird durch den Nachweis zahlreicher Aufstiege der ökologisch ähnlich eingenischten, verbreitet häufigen Bachschmerle (*B. barbatula*; keine FFH-Art), bekräftigt. Wahrscheinlich spielt die Detailgestaltung des Einstiegsbereichs („Sohlanschluss“) diesbezüglich eine große Rolle.

Bei den verschiedenen in Anhang II gelisteten **Gründlingsarten (*Romanogobio spp.*)** handelt es sich um ebenfalls sohlgebundene, aber vergleichsweise schwimmstarke, rheophile Kleinfische. Die Funktionsfähigkeit für diese Gründlingsarten konnte für FAS beiden Typs nachgewiesen werden (Re./Str.: bisher nur Weißflossengründling). In Analogie zu anderen

rheophilen, sohlbewohnenden Arten ist aber mit hoher Wahrscheinlichkeit ebenfalls von einer Funktionsfähigkeit für andere *Romanogobio* Arten auszugehen. Das kann vor allem daraus geschlossen werden, dass der nahe verwandte und ähnlich eingensichte, gewöhnliche Gründling (*Gobio gobio*; keine FFH-Art) an der Url in großer Zahl über die FAS aufstieg. Eine Ausnahme davon ist möglicherweise der **Steingressling (*Romanogobio uranoscopus*)**, eine vom Aussterben bedrohte, besonders stark an stark strömende Habitate bzw. die Sohle gebundene Fischart, deren Aufstieg über eine FAS bisher noch nicht nachgewiesen werden konnte.

Die schwimmschwache Kleinfischart **Bitterling (*Rhodeus amarus*)** kommt nicht nur in stagnierenden Augewässern, sondern auch in sommerwarmen Fließgewässern mit Großmuschelbeständen in teils hohen Populationsdichten vor. Im Zuge der Erfolgskontrolle an der Url konnte der Aufstieg einzelner Bitterlinge über die Rehart/Strasser-FAS nachgewiesen werden, der Bestand im Unterwasser war aber sehr gering, ebenso an den anderen untersuchten Standorten. Zum derzeitigen Wissensstand kann nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden, dass FAS für diese besonders kleinwüchsige, schwimmschwache Art nur eingeschränkt passierbar sind. Potenziell problematisch könnte diesbezüglich die Erreichbarkeit des Einstiegsbereichs (Strömungsgeschwindigkeit; Uferanbindung) sein, die sich für den Bitterling anders als bei größeren bzw. schwimmstärkeren Cyprinidenarten darstellt.

Bei den heimischen Neunaugenarten (**Bachneunauge, *Lampetra planeri*; Ukrainisches Bachneunauge, *Eudontomyzon mariae***) handelt es sich um besonders schwimmschwache Organismen. Eine stromauf gerichtete Ausbreitung im Zuge von Laichwanderungen der Adulttiere ist aber in Hinblick auf die Populationsdynamik von großer Bedeutung für den Erhalt dieser Tiere (KRAPPE et al. 2012; RATSCHAN, 2015). Bei mehreren Typen klassischer Fischwanderhilfen (Vertical Slot, Tümpel-/Beckenpass, Riegelrampe) ist nicht von einer Passierbarkeit für Neunaugen auszugehen (BESSON et al. 2009, RATSCHAN, 2015). Eine Funktionsfähigkeit ist ausschließlich bei Bautypen mit durchgehender, absturzfreier Kiessohle (Umgehungsgerinne; Umgehungsarme; asymmetrische Raugerinne / asymmetrische raue Rampe) zu erwarten.

FAS versprechen hier möglicherweise einen gewissen Vorteil gegenüber den genannten für Neunaugen ungeeigneten Bautypen, weil bei FAS kein aktives Durchschwimmen eines Gerinnes und damit Überwinden höherer Strömungsgeschwindigkeiten erforderlich ist, sondern einmal in die FAS eingeschwommene Tiere passiv nach oben transportiert werden. Dies wurde bei der FAS an der Raab beobachtet, wo nach Ende der eigentlichen Monitoringperiode ein Neunauge (*Eudontomyzon*) aufgestiegen ist (fotografisch durch den Betreiber dokumentiert). Auch an der FAS an der Mantrachmühle konnte der Aufstieg eines einzelnen Neunauges dokumentiert werden. Zumindest eine mehr oder weniger zufällige Passage von Einzeltieren ist daher bei FAS mit geeigneter Konstellation im Unterwasser möglich. Dies kann nur unter der zwingenden Voraussetzung zutreffen, dass der Einstiegsbereich an der Sohle ohne Passage stark strömender Bereiche bzw. Sohlsprünge erreichbar ist. Bei entsprechendem Erfordernis und den Möglichkeiten dazu sollten in Neunaugengewässern nichts desto trotz ausschließlich absturzfremde Gerinne als Fischwanderhilfen umgesetzt werden, die von Neunaugen auch gezielt im Rahmen von Laichmigrationen überwunden werden können.

Arten wie **Schlammpeitzger (*Misgurnus fossilis*)** und **Hundsfisch (*Umbra krameri*)**, die sich überwiegend oder (fast) ausschließlich in Neben- und Augewässern aufhalten, sind ein Spezialthema. Die Herstellung der Durchgängigkeit für solche Arten kann beispielsweise in Zusammenhang mit Pumpwerken, Gewässervernetzungsmaßnahmen oder auch an einigen Tieflandgewässern eine Rolle spielen. Über die potenzielle Eignung von FAS für solche Anforderungen kann mangels an Daten nur spekuliert werden.

Freiwasserarten wie der **Sichling (*Pelecus cultratus*)** sind ebenfalls als Spezialfälle zu sehen, bezüglich derer große Wissensdefizite bestehen. Der weite Distanzen wandernde Sichling kann in den weitreichenden Natura 2000 Gebieten an der Donau und Unterläufen von Zubringern zu berücksichtigen sein. Die Passierbarkeit für den Sichling ist für Umgehungsgerinne und naturnahe Tümpelpässe erwiesen (RATSCHAN, 2016). In Hinblick auf FAS sind keine fundierten Aussagen möglich.

Die in Anhang V geführten, im Seenlebensraum ebenfalls pelagisch lebenden **Renken (*Coregonus sp.*)** führen mancherorts intensive Laichwanderungen bis recht weit in Seezubringer durch. Es kann sich dabei um sehr individuenstarke Wanderungen handeln. Selbiges gilt für die Anhang II Seenarten **Perlfisch (*Rutilus meidingeri*)** und **Seelaube (*Alburnus mento*)**. In Bezug auf solche in Schwärmen bzw. in großer Zahl wandernde Fischarten deuten die bestehenden Monitoringergebnisse von FAS auf erhebliche Defizite hin (siehe Kapitel 4.3 und 5.1). Auch vor dem Hintergrund, dass Wanderungen in Zubringer aufgrund der Biologie der Arten eine sehr große Bedeutung haben, ist zum derzeitigen Wissensstand von FAS in den entsprechenden Gewässern Abstand zu nehmen. Ähnliches gilt auch für Standorte, wo ein Aufstieg von **Seeforellen (*Salmo trutta*, Ökotyp in Seen; keine FFH-Art aber stark bedroht)** in Zubringer oder Seeausrinne stattfindet oder wiederherzustellen ist. Das ergibt sich aufgrund der Wissensdefizite über die Funktionsfähigkeit von FAS für Großfische (siehe unten beim Huchen und im Kapitel 5.2).

Für weitere FFH-Arten wie **Strömer (*Telestes souffia*)** und **Semling (*Barbus balcanicus*;** nur ein Einzelnachweis bei Anlage Mantrachmühle/Sulm) fehlt mangels dichter Bestände im Unterwasser ein Funktionsnachweis. Sie sind in Hinblick auf ihre Ansprüche an FAHs aber sehr gut mit Arten vergleichbar, für die dies eindeutig gelang (z.B. juvenile, rheophile Cypriniden; juvenile Barben). Die Funktion von FAS für diese Arten ist daher höchstwahrscheinlich unproblematisch. Dies gilt in vielleicht etwas eingeschränktem Maß auch für den **Schied (*Aspius aspius*)** und den **Frauennerfling (*Rutilus virgo*)**, die bei wenig dichtem Unterwasserbestand zumindest in geringer Zahl nachweislich über FAS aufgestiegen sind.

Die FFH-Arten **Streber (*Zingel streber*)**, **Zingel (*Z. zingel*)**, **Schrätzer (*Gymnocephalus schraetser*)** und **Donaukaulbarsch (*G. baloni*)** werden aufgrund ihrer biogeografischen Verbreitung als Donauperciden zusammengefasst. Sie kommen neben der Donau selbst auch im Zubringersystem bis in mittelgroße oder kleine (Streber) Gewässer vor. Diese Fischarten sind reine Fließgewässerbewohner und auf Tieflandgewässer mit potamaler Charakteristik (z.B. Gefälle und Turbulenz gering) beschränkt. Im FAH-Leitfaden wird dezidiert darauf hingewiesen, dass diese Arten besonders sensibel in Bezug auf die Gestalt des Wanderkorridors sind. Ein Nachweis von Schrätzern und Donaukaulbarschen über FAS konnte mangels an Vorkommen im Unterwasser bisher noch nicht untersucht/erbracht werden. Der Aufstieg von Zingel und

Streber ist trotz des hohen Monitoringaufwands an der Sulmmündung nur durch je ein Einzelexemplar dokumentiert, ein weiterer Aufstieg eines einzelnen Strebers gelang an der Anlage Mantrachmühle. Angesichts der biologischen Ansprüche dieser Arten ist zum derzeitigen Wissensstand nicht mit einer ausreichenden Wahrscheinlichkeit von einer ausreichenden Funktionsfähigkeit für diese benthischen Arten auszugehen und von FAS in den entsprechenden Gewässern sollte daher in Hinblick auf die Erfordernisse der FFH-Richtlinie Abstand genommen werden.

Beim **Huchen (*Hucho hucho*)** handelt es sich um eine besonders großwüchsige Fischart, die die Geschlechtsreife erst spät erreicht (Erstlaicher sind nicht selten 80 cm groß) und auch heute noch über 1,40 m lang und 30 kg schwer werden kann (HANFLAND et al., 2015). Die maximale und die von einem Großteil einer Adultfischpopulation erreichte Körpergröße hängen dabei stark von der Gewässerdimension ab (RATSCHAN, 2012). Beim Huchen handelt es sich um eine ursprünglich Mittelstrecken wandernde Fischart, für die angesichts im überwiegenden Teil des Verbreitungsgebiets kleiner Populationen und fragmentierter Lebensräume sowie ihrer ökologischen Ansprüche eine Wiederherstellung von Wandermöglichkeiten ganz besonders wichtig ist. In vielen Gewässern ist der Huchen nicht nur als größenbestimmende Fischart, sondern auch als Leit- oder typische Begleitart eingestuft, sodass er bei der Konzeption und Funktionskontrolle von FAHs auch aus unmittelbaren Erfordernissen der WRRL zu berücksichtigen ist.

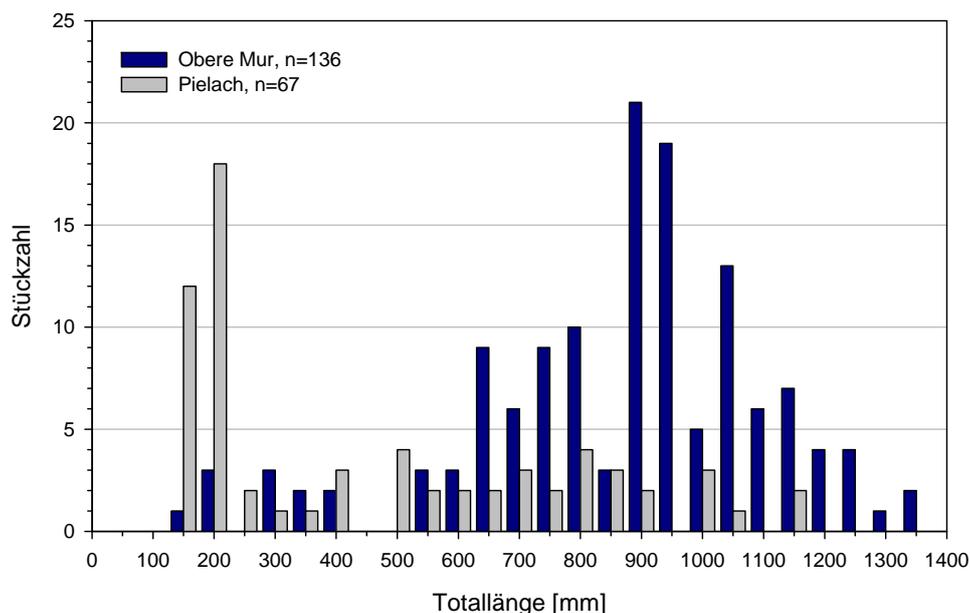


Abbildung 15: Größenstruktur von Huchenpopulationen (Elektrofänge) in der Oberen Mur und der Pielach. Große Teile der Adultfischpopulation überschreiten das in der Pielach für FAHs größenbestimmende Maß von 80 cm bzw. jenes von 100 cm in der Obere Mur.

In Anlehnung an den „FAH-Leitfaden“ wurden Huchen mit 80 cm, 90 cm oder 100 cm als größenbestimmende Fischart für viele Gewässertypen ausgewiesen (vgl. Tabelle 7). Ob diese mit der Zielvorgabe „guter ökologischer Zustand/Potential“ nach WRRL argumentierten Richtwerte auch in Natura 2000 Gebieten mit Schutzgut Huchen für den Erhalt bzw. die Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungsgrades ausreichen, ist im Einzelfall anhand der zu erwartenden Populationsstruktur, der Bedeutung der zu vernetzenden Teilhabitate und der

Erhaltungsziele zu beurteilen. Aus fachlicher Sicht kann eine erhebliche verbleibende Barrierewirkung für einen großen Teil einer Adultfischpopulation bei dieser Maßgabe aber nicht notwendigerweise ausgeschlossen werden. Wesentliche bis große Anteile von Huchenpopulationen überschreiten diese Größe deutlich (vgl. Abbildung 15). Neben den dargestellten Flüssen Pielach und Obere Mur kann das noch stärker in ausgeprägten „Großhuchenflüssen“ wie der Enns, Drau bzw. am bayerischen Inn, Lech oder der Isar der Fall sein. In Bayern wird daher der bei SEIFERT (2016) definierte Huchen mit 1,20 m gegebenenfalls auch in der Praxis als größenbestimmend angewendet.

Der bisher einzige Nachweis einer freiwilligen Passage einer FAS durch einen Huchen stammt von der Anlage Mantrachmühle an der Sulm, wo ein juveniler Huchen (23 cm) aufstieg. Nachweise eines freiwilligen Aufstiegs adulter Huchen über FAS wurden bisher nicht erbracht. Auch für andere Großfischarten war dies bisher nicht in der Länge der „größenbestimmenden Fischart“ der Fall (siehe Tabelle 7). Inwieweit dies mit geringen Beständen im Unterwasser zu erklären oder mit Eigenschaften der FAS in Zusammenhang steht, wird in Kapitel 5.2 diskutiert. Einsatzversuche (Huchenversuche), wie sie bereits an FAS durchgeführt wurden, belegen eine verletzungsfreie Passage, sind zur Beurteilung einer generellen Funktionsfähigkeit bzw. eines freiwilligen Aufstiegs aber nicht ausreichend aussagekräftig (siehe Kap. 5.2). Zum derzeitigen Wissenstand ist daher nicht belegt, dass in Huchengewässern der definitionsgemäß notwendige Aufstieg eines Großteils der wanderwilligen Individuen und Altersstadien des Huchen durch FAS (zumindest in den derzeit üblichen Dimensionierungen) wiederhergestellt werden kann, der zur Zielerreichung nach WRRL in Gewässern mit dem Huchen als Leit- oder typische Begleitart erforderlich ist. In Natura 2000 Gebieten ist das geforderte Niveau an Sicherheit höher (siehe Kap. 6.1). Deshalb ist zum derzeitigen Wissensstand von FAS in Natura 2000 Gebieten mit Schutzgut Huchen jedenfalls Abstand zu nehmen.

Beim **Sterlet (*Acipenser ruthenus*)** handelt es sich um die am stärksten an große Flüsse gebundene Art der rezenten österreichischen Fischfauna. In Analogie zu anderen Störartigen (Acipenseriden) ist davon auszugehen, dass diese Tiere besonders hohe Ansprüche an funktionsfähige FAHs stellen (Wassermenge, Nähe zur Turbine, Sohlanschluss etc.). Für den Sterlet wurde mittels Telemetrie gezeigt, dass er sich vorzugsweise sohlnahe in besonders tiefen Bereichen aufhält und fast nie in Wassertiefen von weniger als 2-3 m vordringt, weshalb ein Einstieg in oberflächennahe einmündende, typische FAHs unwahrscheinlich erscheint. An mitteleuropäischen FAHs gelang denn auch bisher kein Nachweis eines erfolgreichen Sterlet-Aufstiegs. Konstruktionskriterien für potenziell Sterlet-taugliche FAHs sind bei RATSCHAN et al. (2017) zusammengefasst. Die Konzeption von Sterlet-tauglichen Fischwanderhilfen ist ein Spezialthema, das fast nur an der Donau (sowie evtl. am Unteren Inn) zu berücksichtigen ist. FAS werden hier schon aufgrund der Fallhöhen der vorkommenden Kraftwerke kaum eine Rolle spielen (können).

Naturnahe Fischwanderhilfen (z.B. Umgehungsgerinne, Umgehungsarme) können neben der Vernetzung auch weitere wertvolle Funktionen (Herstellung hochwertiger Lebensräume) für Fische, aber auch für **andere, FFH-relevante Organismengruppen abseits von Fischen und Neunaugen** wiederherstellen. Solche Schutzgüter und Maßnahmenwirkungen, die in vielen Fällen für das Erreichen der Erhaltungsziele von Natura 2000 Gebieten notwendig sein können, werden an dieser Stelle nicht weiter behandelt.

7 Fischschutz und Fischabstieg an FAS

Nicht zuletzt aufgrund der fortschreitenden Umsetzung von stromauf gerichteten Wanderungen und eines diesbezüglich weiter entwickelten Wissens- und Umsetzungsstands in den Nachbarländern gewinnt das Thema Fischschutz und Fischabstieg auch in Österreich zunehmend an Bedeutung (BÖTTCHER et al. 2015). Derzeit laufen in Österreich umfangreiche Forschungsprojekte zu diesen Themen an Kleinwasserkraftanlagen (UNFER ET AL. 2017) wie auch an größeren Flüssen (SCHNEIDER et al. 2016-2019). Derzeit ist eine umfassende Literaturstudie zu diesem Thema in Ausarbeitung (RAUCH et al. 2017).

Grundsätzlich orientieren sich stromab wandernde Fische in der Regel primär am Abfluss bzw. bei Querbauwerken/Wasserkraftwerken an den jeweils unterschiedlichen Kompartimenten zufließenden Wassermengen. Viele Salmonidenarten wandern oberflächennahe ab, während stromab gerichtete Wanderungen von Cyprinidenarten soweit bekannt eher sohnnahe stattfinden (EBEL, 2013). An Wasserkraftanlagen führt dies zu Konflikten mit dem Fischschutz und Fischabstieg, weil Fische ohne geeignete Schutz- und Leiteinrichtungen im Zuge stromab gerichteter Wanderungen Turbinen passieren und abhängig von Eigenschaften der jeweiligen Anlagen einer unterschiedlich hohen Mortalität unterliegen.

Im Zusammenhang mit FAS wurde wiederholt ins Treffen geführt, dass sie auch als Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen geeignet wären, bzw. einen Beitrag dazu liefern. Diese Aspekte sollen wie folgt kurz in strukturierter Weise diskutiert werden. Grundsätzlich ist vorweg zwischen einem verletzungsfreien Aufstieg und Abstieg zu unterscheiden. Auch ersterer ist Fischschutz-relevant. Weil Fische im Zuge stromauf gerichteten Wanderungen durch FAS Kompartimente mit im Vergleich zu konventionellen FAHs sehr geringem Volumen passieren, und im Unterschied zu jenen mit beweglichen Teilen konfrontiert werden, waren Befürchtungen durchaus gerechtfertigt, dass auch bei der stromauf gerichteten Wanderung durch FAS Verletzungen auftreten. Zielgerichtete Untersuchungen zu diesem Thema fanden aber durchwegs keine Hinweise dafür. Die Tatsache, dass bei FAS Windungen und Mantel fest verbunden sind, es sich folglich um spaltfreie Anlagen handelt, und geringe Umdrehungsgeschwindigkeiten auftreten, dürfte für dieses positive Ergebnis hauptverantwortlich sein.

In einem nächsten Schritt sind der Fischschutz bei stromab gerichteten Wanderungen sowie der Fischabstieg zu diskutieren. Bezüglich des Abstiegs ist der FAS Typ „Rehart/Strasser“ grundsätzlich anders zu verstehen als der Typ „Hydro-Connect“.

Die Aufstiegsschnecke des Typs „Rehart/Strasser“ ist eine reine Fischaufstiegsanlage und dient nicht zur Energieproduktion, im Gegenteil, sie bedarf externer Energie, um Wasser (und Fische) ins Oberwasser zu fördern. Turbinen unterschiedlichen Typs können parallel dazu in üblicher Weise wie bei konventionellen Anlagen betrieben werden und sind dementsprechend für sich in Hinblick auf den Fischschutz/Fischabstieg zu bewerten. In diesem Zusammenhang kann dennoch relevant sein, dass diese FAS in der Regel gemeinsam mit Wasserkraftschnecken betrieben werden, so etwa bei der Anlage an der Url (KW Pilsing, siehe Abbildung 3). Dabei handelt es sich im Vergleich zu anderen in der Kleinwasserkraft üblichen Turbinen um ausgesprochen „fish friendly turbines“, also Turbinen mit sehr geringer Mortalität. Derartige

Gesamtkonstellationen sind in Hinblick auf den Fischschutz/Fischabstieg günstiger zu bewerten als konventionelle Kraftwerk-FAH Konstellationen. Das trifft zu, obwohl bei letzteren zunehmend Feinrechen und teils auch Abstiegsanlagen oft schwer beurteilbarer oder eingeschränkt Erfolg versprechender Funktion umgesetzt werden. Klein- und Jungfische sind im Gegensatz zu „fish friendly turbines“ auch durch die üblichen Feinrechen aufgrund der dabei notwendigen Anströmungsgeschwindigkeit, lichten Stabweiten und räumlichen Dimension nur eingeschränkt schützbar.

Die FAS vom Typ Hydro-Connect dient gleichzeitig als Wasserkraftschnecke zur Energieproduktion (Außenrohrschnecke) und Fischaufstiegsschnecke (Innenrohrschnecke). Teils wird dieser FAS-Typ als Restwasserturbine eingesetzt. Im Regelfall wird die Hauptwassermenge dem mehr oder weniger weit von der FAS entfernten Krafthaus des Ausleitungskraftwerks zufließen und Fischschutz-/Fischabstiegsbezogene Fragestellungen werden vorwiegend dort zum Tragen kommen. Dabei ist die Fehlleitung in Triebwasserkanäle („Sackgassen-Effekt“) besonders zu berücksichtigen, günstigenfalls mit Rechen-/Rechenreinigungseinheit/Fischabstieg im Bereich der Abzweigung des oberwasserseitigen Triebwasserkanals.

Im Fall der Hydro-Connect-Schnecke ist allerdings die Auf- und Abstiegsrelevante Komponente untrennbar miteinander verbunden. Das kann die Auffindbarkeit sowohl des Aufstiegs- als auch des Abstiegsweges verbessern. In Hinblick auf stromab gerichtete Wanderungen an Hydro-Connect FAS sind daher im Fall von durch oberflächennahe absteigende Salmoniden domierten Fischgesellschaften im Rhithral durchaus günstige Wirkungen auch als Fischabstieg zu erwarten, vor allem dann, wenn hohe Anteile der gesamten Triebwassermenge an der FAS abgearbeitet werden.

Allerdings sind keine Anlagen bekannt, wo wirksame Leiteinrichtungen für den Abstieg umgesetzt wurden. Im Potamal bzw. in Hinblick auf Cypriniden und Angehörige weiterer Fischfamilien sind mangels eines sohnahen auffindbaren Einstiegs (FAS münden oberwasserseitig nahe der Wasseroberfläche) für stromab gerichtete Wanderungen erhebliche Schwierigkeiten in Hinblick auf die Leitwirkung bzw. Auffindbarkeit zu erwarten. Diesbezüglich bestehen noch deutliche Wissensdefizite.

Das Thema Fischschutz und Fischabstieg ist jedenfalls immer für eine gesamte Kraftwerkskonstellation zu betrachten, wobei Aspekten wie der Leitwirkung, Auffindbarkeit sohl- und oberflächennaher Abstiegswege, Aufteilung von Teilabflüssen zu Restwasser- und Ausleitungskraftwerken etc. mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden sollte als der Frage nach der grundsätzlichen Passierbarkeit und geringen oder nicht vorhandenen Mortalität bei der Passage von Schneckenbauwerken stromab.

Zusammenfassend wäre es etwas irreführend, FAS als Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen zu bezeichnen. Für die einfache FAS ist dies klar unzutreffend bzw. von der Energie produzierenden Wasserkraftanlage abhängig. Ist diese eine Wasserkraftschnecke, so ergibt sich eine für den Fischschutz günstige Gesamtkonstellation. Der Typ Hydro-Connect kann treffend als „fish friendly turbine“ bezeichnet werden, ein allfälliger Beitrag zum Fischabstieg hängt aber auch bei diesem Typ stark von der Gesamtkonstellation und Fischregion ab.

8 Empfehlungen

Die Ergebnisse der vorhandenen Erfolgskontrollen aus Kapitel 5 werden in Tabelle 10 in komprimierter Form zusammengefasst. Dabei werden beide FAS-Typen gemeinsam abgehandelt, weil sich bisher bisher keine generellen Unterschiedlichkeiten der bewerteten biologischen Parameter ergeben haben. Das kann sich künftig bei besserer fischbiologischer Datenlage auch anders entwickeln, weil sich die beiden Typen technisch bzw. ökohydraulisch in mehreren Punkten durchaus wesentlich unterscheiden.

Wenn ein Bewertungskriterium als „nicht belegt“ beurteilt wird, so heißt das nicht notwendigerweise, dass dieses Kriterium nicht erfüllt wird, sondern dass eine Funktionsfähigkeit (bisher noch) nicht nachgewiesen werden konnte. Wie ausgeführt kann dies unterschiedliche Gründe haben. Gibt es plausible biologische Gründe dafür, warum ein positiver Nachweis bisher noch nicht erbracht werden kann, und häufen sich anhand von Monitorings Indizien, dass diese Ergebnisse nicht primär mit einer zu geringen Untersuchungsintensität oder zu geringem Unterwasserbestand zu erklären sind, so ist dies jedenfalls als ungünstiges Ergebnis zu deuten.

Tabelle 10: Generelle Bewertung von FAS und potentielle Funktionsfähigkeit zum derzeitigen Wissensstand in Anlehnung an die Bewertungskriterien nach WOSCHITZ et al. (2003) und (2017, in prep.).

Bewertungskriterium	Bewertung anhand bestehender Erfolgskontrollen	Nachweis der Funktionsfähigkeit
Fischaufstieg qualitativ	günstig	belegt
Fischaufstieg quantitativ – Kurzstreckenwanderer	günstig	belegt
Fischaufstieg quantitativ – Mittelstreckenwanderer	nicht ausreichend untersucht oder ungünstig	ungünstig / nicht belegt
Größenbestimmende Fischart	nicht ausreichend untersucht oder ungünstig	ungünstig / nicht belegt
Indikatorarten		
Sediment- und sohlbewohnende Arten	günstig	belegt
Schwachschwimmer	günstig	belegt
Schwarmfische (v. a. adulte Nasen, Barben, Brachsen)	nicht ausreichend untersucht oder ungünstig	ungünstig / nicht belegt
Lebensraum-Eignung	Bautyp-bedingt keine	

8.1 Aus ökologischer Sicht sinnvolle Standorte für FAS

Zum derzeitigen Wissensstand können folgende Standorte genannt werden, wo die Umsetzung von FAS ökologisch sinnvolle Varianten darstellen können, sofern keine anderen Gründe entsprechend Kap. 8.2 und 8.3 vorliegen.

- 1) Standorte, an denen aufgrund der technischen Rahmenbedingungen in Hinblick auf die Funktion für den Fischaufstieg besser zu bewertende, erprobte Bautypen nicht umgesetzt werden können;

- 2) Standorte im Epi- und Metarhithral ohne wesentliches Erfordernis zur Lebensraumschaffung;
- 3) Standorte mit hohen Anforderungen an den Fischschutz, wo dieser Aspekt bei fischfreundlichen Turbinen (wie der Hydro-Connect Schnecke oder System Rehart/Strasser in Kombination mit einer Wasserkraftschnecke) gegenüber möglichen Defiziten von FAS für den Fischaufstieg überwiegt. Dies kann z.B. dann der Fall sein, wenn bestehende oder alternative Restwasserturbinen (schnell drehende, kleine Turbinen; große Fallhöhen; Francisturbinen etc.) zu einer sehr hohen Mortalität bei stromab gerichteten Wanderungen führen, die z.B. für Jungfische auch durch Fischschutzmaßnahmen schwer oder nicht vermeidbar sind;
- 4) Ausleitungskraftwerke mit langen Restwasserstrecken, wo durch den Einsatz von FAS wesentlich höhere Restwassermengen umsetzbar sind oder ein Umbau zu Laufkraftwerken möglich wird.

8.2 Aus ökologischer Sicht ungünstige Standorte für FAS

Wie sich aus den Ausführungen in den Kapiteln 5 und 6 ergibt, sind unten stehende Standorte für die Umsetzung von FAS in Hinblick auf ökologische Zielsetzungen als ungünstig zu bewerten oder (noch) mit so hohen Prognoseunsicherheiten behaftet, dass sie aus gutachterlicher Sicht als ungünstig eingeschätzt werden. Günstigenfalls soll dort eine zweckdienliche Entscheidung für besser geeignete Lösungen in einem frühen Stadium erfolgen (Variantenstudie, Vorprüfung, FFH-Screening etc.). In materienrechtlichen Verfahren wird die Genehmigungsfähigkeit einer FAS an solchen Standorten stark von der Einzelsituation, möglichen Alternativen und der weiteren Entwicklung des Wissens und der Umsetzungspraxis abhängen.

- 1) Gewässer, wo die Schaffung von Lebensräumen in Fischwanderhilfen (Umgehungsgerinne, Umgehungsarme) für die Erreichung ökologischer Ziele wichtig ist, weil diesbezüglich ausgeprägte Defizite vorliegen, und grundsätzlich auch naturnahe, für diesen Zweck dienliche Varianten umsetzbar wären;
- 2) Standorte im „Wanderkorridor Mittelstreckenwanderer“ aufgrund der Defizite oder Prognoseunsicherheit in Hinblick auf die Passage von Schwarmfischen bzw. Mittelstreckenwanderern;
- 3) FFH-Gebiete, wo zwar ein günstiger Erhaltungszustand der betroffenen Schutzgüter vorliegt, wo aber durch FAS Verbesserungen nicht oder nicht in dem Ausmaß wie bei alternativen FAH-Typen zu erwarten sind.

Auch Aspekte des Landschaftsschutzes können speziell in sensiblen Bereichen (z.B. Landschaftsschutzgebiete) eine Rolle spielen.

8.3 Aus ökologischer Sicht ungeeignete Standorte für FAS

Wie sich aus den Ausführungen in den Kapiteln 5 und 6 ergibt, sind folgende Standorte für die Umsetzung von FAS ungeeignet bzw. mit den ökologischen Zielsetzungen nicht oder nicht mit ausreichender Prognosesicherheit vereinbar. Bei der Beurteilung, ob solche Ausschlussgründe vorliegen, ist nicht nur der Ist-Zustand zu berücksichtigen, sondern v. a. auch die

Wiederherstellbarkeit (bzw. Verpflichtung zur Wiederherstellung nach WRRL/FFH-RL) solcher Bedingungen.

- 1) Gewässer, wo individuenstarke Aufstiege von Laichgesellschaften, also vielen hunderten bis tausenden Adultfischen großwüchsiger Arten, aktuell auftreten oder wiederherzustellen sind (z.B. hohes aufstiegswilliges Potenzial im Hyporhithral; Laichzüge von Nasen, Barben, Perlfischen, Renken etc.);
- 2) Gewässer mit Vorkommen von Großfischen, für die aus biologischen Gründen Wanderungen eine hohe Bedeutung haben (z.B. in der Regel beim Vorkommen von Huchen; Seeforellen-Laichgewässer);
- 3) Unterläufe bzw. mündungsnaher Abschnitte von Zubringern größerer Flüsse, sowie Seein-/ausrinne mit Vorkommen von Perlfisch, Seelaube oder Seeforelle. Die relevante Distanz zum Hauptgewässer ist im Einzelfall biologisch herzuleiten, als Richtwert kann dabei die in den „Erläuterungen zur Qualitätszielverordnung“ (BMLFUW, 2010) definierte Länge des so genannten „Betrachtungsabschnitts“ dienen¹;
- 4) Gewässer, wo die Schaffung von Schlüssellebensräumen zur Erreichung von ökologischen Zielen notwendig ist, alternative Lebensräume weitgehend fehlen (Stauketten) oder beeinträchtigt sind (z.B. Schwallstrecken) und solche Lebensräume vorwiegend durch naturnahe FAHs (v.a. Umgehungsgerinne oder Umgehungsarme) geschaffen werden können;
- 5) FFH-Gebiete, in denen Fisch- oder Neunaugenarten vorkommen, für die eine zur Erreichung der jeweiligen Schutz- und Erhaltungsziele ausreichende Funktionsfähigkeit für FAS nicht nachgewiesen und nicht mit hoher Sicherheit erwartbar ist.

Zum derzeitigen Wissensstand sollte die Planung, Genehmigung bzw. Umsetzung von FAS an solchen Standorten unterbleiben.

8.4 Dimensionierung

Für konventionelle Typen von Fischaufstiegshilfen gibt der „FAH-Leitfaden“ Grundsätze für die Dimensionierung, die anhand der so genannten „größenbestimmenden Fischart“ sowie der Fischregion/Gewässergröße hergeleitet werden. Die wesentlichsten Größen davon (abhängig vom jeweiligen Bautyp anwendbar) sind:

- Mindestwassertiefe im Bereich von Flachstellen (2,5-fache Körperhöhe der größenbestimmenden Fischart und > 20 cm)
- Mindestschlitzbreite bei Beckenübergängen 3-fache Körperbreite der größenbestimmenden Fischart
- Beckenlänge (3-fache Länge der größenbestimmenden Fischart)
- Beckenbreite (2-fache Länge der größenbestimmenden Fischart)
- Überfallshöhe je nach Fischregion max. 10 cm (Metapotamal) bis 20 cm (Epirhithral)

¹ 3-5 Kilometer bei kleinen Gewässern (Flussordnungszahl 1-3)

5-10 Kilometer bei mittleren Gewässern (Flussordnungszahl 4-5)

10-15 km bei großen Gewässern (Flussordnungszahl >6)

- Energiedissipation je nach Fischregion maximal 80 (Metapotamal) bis 160 W/m³ (Epirhithral)
- Zur Gewährleistung einer guten Auffindbarkeit (Leitströmung) soll die Gesamtdotation 1-5% des jeweiligen Gewässerabflusses betragen.

Weitere Parameter, wie die Dotationswassermenge oder das Längsgefälle ergeben sich aus diesen Bemessungswerten je nach Hydraulik des jeweiligen FAH-Typs.

Bei FAS spielen deutlich andere Dimensionierungsgrößen eine Rolle, unter anderem:

- Durchmesser der FAS
- Wasservolumen pro Windung
- Drehzahl
- Lockströmung bzw. konkurrierende Wassermenge
- Detailgestaltung beim Einstieg etc.

Zum derzeitigen Stand ist aus Sicht des Verfassers nur sehr begrenztes, abgesichertes Wissen vorhanden, wie die Dimensionierungsgrößen der erprobten FAH-Typen aus dem Leitfaden treffend auf FAS transferiert werden können. Diese Schwierigkeit ergibt sich aus dem grundlegend anderen Funktionsprinzip. Eine Gegenüberstellung dieser Größen bei bestehenden FAS beider Typen mit technischen FAHs lt. Leitfaden zeigt deutlich auf, wie unterschiedlich sich diese Kennzahlen darstellen und wie schwer sie zu vergleichen sind (siehe Tabelle 11). Im „Einschwimmkanal“ von FAS vom System Rehart/Strasser werden die Werte des FAH-Leitfadens für einen Vertical Slot eingehalten (siehe Kap. 3). Für den anschließenden Übergang in die FAS bzw. diese selbst gibt es derzeit keine direkt übertragbaren Richtwerte.

Tabelle 11: Kennzeichnete Parameter umgesetzter FAS (Werte aus diversen Monitoringberichten bzw. Herstellerangaben) im Vergleich zu technischen FAHs gemäß Leitfaden. k.A. .. keine Angabe.

Parameter	Beckenpass / Schlitzpass nach Leitfaden	Rehart/Strasser-Schnecke	Doppelrohr-Schnecke
Beispiel / Standort	FAH-Leitfaden	KW Pilsing KW Lugitsch	KW Retznei
Größenbestimmende Fischart	Huchen 90 cm, EP mittel	Huchen 90 cm Hecht 90 cm	Hecht 90 cm
Beckenlänge (Beckenpass/Schlitzpass)	410 cm / 290 cm	-	-
Beckenbreite (Beckenpass/Schlitzpass)	250 cm / 190 cm	-	-
Durchmesser FAS (Außenrohrschncke)	-	1,20 m -	1,20 m (2,00 m)
Minimale Schlitzbreite	48 cm / 32 cm	-	-
Minimale Wassertiefe	100 cm / 90 cm	-	-
Beckenvolumen bzw. Volumen einer Windung	5,4 / 5,1 m ³	ca. 100 l	k.A.; rückgerechnet ca. 80-90 l
Dotation bzw. Fördermenge	400 / 420 l/s	k.A. rückgerechnet 10 l/s	20 l/s
Q _A Außenrohrschncke	-	-	ca. 380 l/s
Drehzahl	-	ca. 6 U/min	14,4 (3-20) U/min

Beispielsweise werden bei FAHs mit Beckenstruktur Längen von 2,5 bis 4 m und Volumina von mehr als 5 m³ eingesetzt. Bei einer für dieselbe größenbestimmende Fischart ausgelegten FAS wird hingegen davon ausgegangen, dass nach einem freiwilligen Einstieg in die unterwasserseitige, großzügig dimensionierte Rohröffnung ein sich nach dem Weiterdrehen bis auf ca. 100 l reduzierendes Volumen für den weiteren Aufstieg und verletzungsfreien Transport ins Oberwasser ausreicht. Der erfolgreiche und verletzungsfreie Aufstieg wurde tatsächlich wiederholt nachgewiesen, bezüglich des freiwilligen, verzögerungsfreien Einstiegs bestehen aber hinsichtlich gewisser Arten und Stadien noch große Wissensdefizite.

Angesichts der unterschiedlichen technischen Funktionsprinzipien und verhaltensbiologischen Mechanismen wird klar, dass abgesicherte Aussagen zu einer vergleichbaren Funktionsfähigkeit, die sich neben den ökologischen Erfordernissen auch im Sinne der Gleichbehandlung unterschiedlicher Interessenten empfiehlt, kaum auf Basis technisch-abiotischer Kennwerte von FAS abgeleitet werden können. Diese Frage bedarf jedenfalls empirischer Zugänge, sprich entsprechender Funktionskontrollen im Freiland, günstigenfalls ergänzt mit Laborversuchen unter kontrollierten Bedingungen zu Detailfragestellungen. Besonders aussagekräftig sind parallele Untersuchungen von FAS und benachbarten FAHs, wie dies von MITTERLEHNER & PFLIGL (2016) durchgeführt wurde, wobei sich die davon ableitbaren Schlüsse auf das am jeweiligen Standort vorkommende Artenspektrum beschränken.

Die in den Kapiteln 5 und 6.2 ausgeführten fischbiologischen Defizite von FAS lassen sich möglicherweise durch eine adaptierte Dimensionierung, Betriebsweise, Zusatzdotation etc. verringern oder auch beseitigen. Konkrete Empfehlungen dazu wären zum derzeitigen Wissensstand wohl spekulativ bzw. bedürfen entsprechender Spezialkenntnisse und Detailuntersuchungen. In Bezug auf die sich abzeichnenden Defizite für Schwarmfische, Mittelstreckenwanderer und Großfische könnte eine wesentlich größere räumliche bzw. hydraulische Dimensionierung grundsätzlich eine Verbesserung erwarten lassen. Ob dies technisch/wirtschaftlich machbar ist, muss an dieser Stelle genauso offen bleiben wie die Frage, ob nicht andere Mechanismen (Verhalten / Scheu vor anderen Reizen o.ä.) gegenüber solchen Effekten überwiegen, sodass ein „upscaling“ keine wesentliche Verbesserung mit sich bringen würde.

8.5 Wissensdefizite, Monitoring

Aufgrund der bestehenden Wissensdefizite und der noch geringen Zahl an Monitoringergebnissen ist unbedingt zu empfehlen, dass bei den in den nächsten Jahren umgesetzten FAS weiterhin ein begleitendes Monitoring durchgeführt wird und die Ergebnisse der Fachwelt zur Kenntnis gebracht werden. Um abgesicherte und übertragbare Ergebnisse zu erzielen, ist dabei mit Nachdruck auf die Einhaltung der methodischen Richtwerke zu achten.

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sollte dabei auf folgende Fragestellungen weiter besonderes Augenmerk gelegt werden:

- Abiotische Verhältnisse im unmittelbaren Einstiegsbereich bzw. untersten Teil der FAS
- Einfluss von Konstruktionsmerkmalen der FAS (Gestalt des Einstiegsbereichs; Drehzahl; Durchmesser/Volumen etc.) auf die abiotischen, ethohydraulischen und migrationsbiologischen Ergebnisse;
- Funktionsfähigkeit für Mittelstreckenwanderer, Schwarmfische, Großfische, Donauperciden und weitere FFH-Arten, Anlagen im Hyporhithral;
- Verhalten von Schwarmfischen im Einstiegsbereich, Einfluss der hydraulischen und konstruktiven Gegebenheiten für die Akzeptanz des Einstiegs;
- Möglichst direkte Vergleiche zu erprobten, Leitfadenkonformen Fischwanderhilfen (z.B. parallel oder an benachbarten Standorten) aufgrund der besonders hohen Aussagekraft eines solchen Untersuchungsdesigns;
- Eignung für den Fischabstieg für oberflächennahe und sohlennahe wandernde Arten, Möglichkeiten zur Implementierung und Funktion von Leiteinrichtungen für den Fischabstieg.

Unter den in Tabelle 1 gelisteten FAS-Standorten befinden sich auch einige weitere, wo Schwarmfische, Mittelstreckenwanderer und/oder Großfische derzeit im Unterwasser vorkommen (z.B. Ager, Antiesen, Innbach, Url). Auch mehrere Anlagen im Hyporhithral sind enthalten (z.B. Feistritz, Gr. Mühl, Steyr, Traun). Daher ist anhand von Funktionskontrollen an diesen Standorten zeitnahe ein deutlicher Erkenntnisgewinn in Bezug auf die Fragestellungen zu erwarten, die sich dort untersuchen lassen.

8.6 Alternativen

An Standorten mit ausreichend Platzangebot bzw. Flächenverfügbarkeit steht eine Reihe von erprobten Bautypen von Fischaufstiegshilfen als Alternative zu FAS zur Verfügung. Diese weisen die oben dargelegten Defizite oder Wissensdefizite von FAS bei geeigneter Dimensionierung nicht auf und versprechen die umfassendste Herstellung der Durchgängigkeit auch für schwimmschwache oder sohlgebundene Arten sowie Schwarm- und Großfische. Das trifft insbesondere für die Bautypen Umgehungsgerinne und asymmetrisches Raugerinne (bzw. asymmetrische Rampe) zu.

An Standorten mit eingeschränktem Platzangebot werden besonders häufig Becken- und Schlitzpässe (Vertical Slot und daran angelehnte Typen) umgesetzt. Diese Bautypen weisen teils ähnliche Problempunkte auf, wie sie sich für FAS abzeichnen. Dies ergibt sich v. a. aus der Tatsache, dass hydraulisch stärker beanspruchte und eingeengte Segmente dem Gefällsabbau

dienen, die beispielsweise für die Passage von Schwarmfischen oder sohlgebundenen Arten grundsätzlich ungünstig wirken. Bis noch vor wenigen Jahren waren nur sehr wenige Anlagen dieses Bautyps bekannt, wo etwa ein Aufstieg von Nasen in größerer Zahl nachgewiesen werden konnte. Zwischenzeitlich hat sich aber gezeigt, dass zumindest Schlitzpässe die für größenbestimmende Arten wie Huchen oder Hecht ausgelegt wurden, auch für Schwarmfische wie die Nase in großer Zahl passierbar sind. Auch diese technischen Lösungen sind also bezüglich der Tauglichkeit für Schwarm- und Großfische als deutlich günstiger zu beurteilen, als sich dies zum derzeitigen Wissensstand für FAS abzeichnet.

Zunehmend treten auch andere, innovative FAH-Typen auf den Markt, darunter verschiedene Varianten von Fischliften und Fischschleusen (sowie Kombinationen davon). Als zentrale Problematik bei derartigen Anlagen, die prinzipbedingt in Intervallen betrieben werden, ist dabei die Fragestellung zu sehen, ob auch bei nicht ständig gegebener Passierbarkeit (oder auch Auffindbarkeit) eine ausreichende Funktionsfähigkeit erreicht werden kann. Diesbezüglich sollte in Gewässern mit entsprechendem Erfordernis den Wanderungen von Schwarmfischen / Mittelstreckenwanderern besonderes Augenmerk geschenkt werden. Neben vielen anderen Detailaspekten ist noch weitgehend unbekannt, wie sich diese Fische bei den unterschiedlichen Betriebszuständen im Bereich des Einstiegs verhalten und welchen Einfluss das auf die Funktionsfähigkeit hat.

In den nächsten Jahren werden neben FAS weitere innovative technische Fischaufstiegshilfen verstärkt zum Einsatz kommen, und zwar nicht nur an Sonderstandorten, wo dies natürlich zu begrüßen ist. Unter generell-ökologischen Gesichtspunkten ist kritisch zu sehen, dass eine immer größere Zahl von Anlagen zum Einsatz kommen wird, die primär oder nur auf den Aufstieg bezogen wirken und auf rein sektoral fischökologische Verbesserungen abzielen. Es ist zu befürchten, dass Synergien mit Verbesserungen für andere Organismengruppen, Lebensraumfunktionen, Landschaftsästhetik etc. künftig noch weniger genutzt werden, als dies mit den derzeit vorhandenen Möglichkeiten der Fall ist. Eine zweckdienliche Priorisierung und die konstruktive Entwicklung einer entsprechenden fachlichen und rechtlichen Handhabe wären in diesem Zusammenhang sehr wünschenswert.

9 Literatur

BELL, M. (1980). General considerations for upstream fish passage facilities. Analysis of environmental issues related to small scale hydroelectric development II: design considerations for passing fish upstream around dams. HILDEBRAND, S. G.: Oak Ridge, Tennessee, Oak Ridge National Laboratory (ORNL), Environmental Sciences Division. No. 1567: 47-62.

BESSON, S., BARAN, P., PESME, E. & DURLET, P. (2009): Study of the crossing capacity of the brook lamprey (*Lampetra planeri*, Bloch, 1784) with a view to defining the criteria for dimensioning crossing devices. Life Nature "Headwater streams and faunistic heritage associated". 41 S.

BMLFUW (2010): Verordnung über die Festlegung des ökologischen Zustandes für Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer – QZV Ökologie OG) bzw. Erläuterungen zur QZV Ökologie.

BMLFUW (Hrsg., 2012): Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen. Wien, Dez. 2012. 102 S.

BÖTTCHER, H., UNFER, G., ZEIRINGER, B., SCHMUTZ, S. & AUFLEGER, M. (2015): Fischschutz und Fischabstieg – Kenntnisstand und aktuelle Forschungsprojekte in Österreich. Österr. Wasser- und Abfallw. 2015, 8 pp.

CSAR, D. & GUMPINGER, C. (2010): Die Migration der Fischfauna im Unterlauf von Seeache und Zeller Ache unter besonderer Berücksichtigung der Natura 2000 Schutzgüter Perlfisch (*Rutilus meidingeri*) und Seelaube (*Alburnus mento*). I. A. des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, Direktion für Landesplanung, wirtschaftliche und ländliche Entwicklung, Abteilung Naturschutz. 88 S.

EBEL, G., FREDRICH, F., GLUCH, A., LECOUR, C. & WAGNER, F. (2006): Methodenstandard für die Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen. Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e. V. 115 S.

EBEL, G. (2013): Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen, Handbuch Rechen und Bypasssysteme; Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel; Halle (Saale). 484 S.

ELLINGER, H., MELCHER, J., PARTHL, G. & SCHIFFLEITHNER, V. (2016): Funktionsnachweis der Fischaufstiegshilfe KW Lugitsch/Raab. IB Parthl i. A. Florian Lugitsch KG. Stand 30.8.2016. 14 S.

ELLINGER, H., HÖLLER, K., PARTHL, G. & SCHIFFLEITHNER, V. (2017): Funktionskontrolle & Funktionsnachweis der Fischaufstiegshilfe bei der KWA Mantrachmühle/Sulm. IB Parthl i. A. Gerhard Kreamsner. Vorabzug zum Stand 1.7.2017. 23 S.

GUMPINGER, C. & RATSCHAN, C. (2016): Adaptierte und erweiterte Ansätze bei der Bewertung der Funktionsfähigkeit von FMHs. Aktualisierung der Richtlinie 1/2003.

Fortbildungsveranstaltung für Sachverständige der Fachbereiche Fischereiwirtschaft, Fischökologie und Gewässerökologie. Jennersdorf, 9./10. Juni 2016.

HANFLAND, S., IVANC, M., RATSCHAN, C., SCHNELL, J., SCHUBERT, M. & SIEMENS, M. V. (2015): Der Huchen – Fisch des Jahres 2015. Ökologie, aktuelle Situation, Gefährdung. Landesfischereiverband Bayern. 85 S.

HAUNSCHMID, R. ET AL. (2010): Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente. Teil A1 - Fische. Herausgegeben vom BMLFUW, Wien. Ausgabe Februar 2010. 80 S.

JUNGWIRTH, M., G. HAIDVOGL, O. MOOG, S. MUHAR & S. SCHMUTZ (2003): Angewandte Fischökologie an Fließgewässern. Wien, Facultas Verlag.

KRAPPE, M., LEMCKE, R., MEYER, L. & SCHUBERT, M. (2012): Die Neunaugen. Fisch des Jahres 2012. Herausgegeben vom Verband Deutscher Sportfischer e.V. 64 S.

LUCAS, M. & E. BARAS (2001): Migration of Freshwater Fishes. Oxford, Blackwell Science.

MCKEOWN, B. A. (1984): Fish Migration. London & Sydney, Croom Helm Ltd.

MITTERLEHNER, C. & PFLIGL, K. (2016): Herstellung der Durchgängigkeit mit einer Fischaufstiegsschnecke, System REHART/Strasser. Ergebnisse des Monitorings im Rahmen eines Pilotversuches an der Url, NÖ. Österr. Fisch. 69 (5/6): 131-150.

MITTERLEHNER, C., SCHÜLEIN, K. & STRASSER, B. (2017): Innovative Lösung: Fischaufstiegsschnecke System Rehart/Strasser. Wasserwirtschaft 2/3 2017: 41-44.

NOONAN, M. J., GRANT, J. W. A. & JACKSON, C. D. (2012): A quantitative assessment of fish passage efficiency. Fish and Fisheries 13: 450-464.

NORTHCOTE, T. G. (1978): Migratory strategies and production in freshwater fishes. Ecology of Freshwater Fish Production. S. D. Gerking. Oxford-London-Edinburgh-Melbourne, Blackwell Scientific Publications: 326-359.

PICHLER, D. (2003): Fischökologisches Monitoring an den Voralpenflüssen Pielach und Melk im Rahmen des EU-Life Projektes „Lebensraum Huchen“ im Jahr 2002. Quantitative Erfassung der Fischwanderung im Unterlauf von Pielach und Melk, und Monitoring einer Fischwanderhilfe an der Pielach. Diplomarbeit an der Abteilung für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur.

PINTER, K. (2017): Kontinuumsunterbrechungen an Fließgewässern. Präsentation ÖKF Forum 2017, Linz. 24 S.

RATSCHAN, C. (2012): Zur Maximalgröße und Verbreitungsgrenze des Huchens (*Hucho hucho*) in Abhängigkeit von Größe und Geologie österreichischer und bayerischer Gewässer. Österreichs Fischerei 65 (11/12): 296-311.

RATSCHAN, C. (2014): Aspekte zur Gefährdung und zum Schutz des Huchens in Österreich. In: WÖSS, E. (Red.): Süßwasserwelten. Limnologische Forschung in Österreich. Denisia 33, Kataloge des Oberösterreichischen Landesmuseums N.S. 163, Linz. S. 443-462.

RATSCHAN, C. (2015): Laichmigration und Populationsdynamik des Ukrainischen Bachneunauges (*Eudontomyzon mariae* Berg, 1931) in der Pfuda (Innviertel, Oberösterreich), Österreichs Fischerei 68(1): 19-34.

RATSCHAN, C. (2016): Der Sichlings (*Pelecus cultratus* L. 1758) – eine bestandsbildende FFH-Art in österreichischen Fließgewässern? Österr. Fisch. 69(4): 91-108.

RATSCHAN, C., ZAUNER, G. & JUNG, M. (2017): Der Sterlet im oberen Donautal – Identifikation der Laichhabitate mittels Telemetrie. ETZ Projekt AB61, Endbericht. 67 S.

RAUCH, P. et al. (2017): Fischschutz und Fischabstieg in Österreich. Literaturstudie. Univ. f. Bodenkultur, Wien.

SCHMUTZ, S., KAUFMANN, M., VOGEL, B. JUNGWIRTH, M. (2000): Methodische Grundlagen und Beispiele zur Bewertung der fischökologischen Funktionsfähigkeit österreichischer Fließgewässer. I. A. BMLFUW, Sektion IV. 211 S. + Anhänge.

SCHNEIDER, J., ZITEK, A. & RATSCHAN, C. (2016-2019): Flussabwärts gerichtete Fischwanderung an mittelgroßen Fließgewässern in Österreich – Populationsbiologische Grundlagen und Implikationen für den Fischschutz und Fischabstieg. Collective Research Projekt I. A. Österreichs Energie.

SEIFERT, K. (2012): Praxishandbuch Fischaufstiegsanlagen in Bayern. Hinweise und Empfehlungen zu Planung, Bau und Betrieb. Herausgegeben durch den Landesfischereiverband Bayern e.V. 149 S.

SEIFERT, K. (2016): Praxishandbuch Fischaufstiegsanlagen in Bayern. Hinweise und Empfehlungen zu Planung, Bau und Betrieb. 2. überarbeitete Auflage. Herausgegeben durch den Landesfischereiverband Bayern e.V. 155 S.

SILIGATO, S. & C. GUMPINGER (2005): Natura 2000 Seeache. Studie zur Verbesserung der Lebensbedingungen für Perlfisch und Seelaube. Studie i. A. Oberösterreichische Landesregierung, Naturschutzabteilung. 59 S.

SUSKE, W., BIERINGER, G., PREISEL, H. & ELLMAUER, TH. (2016): Natura 2000 und Artenschutz. Empfehlungen für die Planungspraxis beim Bau von Verkehrsinfrastrukturanlagen. I. A. d. Asfinag. 3. überarbeitete Auflage, Wien. 210 S.

WIESNER, C., UNFER, G., TATZBER, C., MÜLLER, B. & JUNGWIRTH, M. (2007): Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Fischwanderhilfe beim Kraftwerk Murau. Inneralpines Flussraummanagement Obere Mur, Arbeitspaket F.2.3. Studie i. A. des Amts der Stmk.

Landesregierung, FA 19B. Inst. f. Hydrobiologie und Gewässermanagement, Univ. f. Bodenkultur Wien. 100 S.

WOSCHITZ, G., EBERSTALLER, J. & SCHMUTZ, S. (2003): Mindestanforderungen bei der Überprüfung von Fischmigrationshilfen (FMH) und Bewertung der Funktionsfähigkeit. Österreichischer Fischereiverband (Hrsg.), Richtlinie 1/2003.

WOOTON, R. J. (1998): Ecology of Teleost Fishes. Second Edition. Kluwer Academic Publishers - Fish and Fisheries Series 24. Dordrecht, Boston, London. 388 S.

WOSCHITZ, G., GUMPINGER, C., RATSCHAN, C., GUTTMANN, S. & ZEIRINGER, B. (2017, in prep.): Mindestanforderung bei der Überprüfung von Fischmigrationshilfen (FMH) und Bewertung der Funktionsfähigkeit. Richtlinien der Fachgruppe Fischereisachverständige beim Österr. Fischereiverband. Richtlinie 1/2003 i.d.g.F. 2017.

ZAUNER, G., RATSCHAN, C. & MÜHLBAUER, M. (2009): Erhebung der Fischwanderung aus der Donau in das Innbach-Aschach-System. Fischökologische Erhebungen und Bewertungen im Unterlauf des Innbach-Aschach-Systems. Studie im Auftrag des Amt der OÖ Landesregierung, Abteilung Oberflächengewässerswirtschaft, Gewässerschutz. 106 S.

ZAUNER, G., RATSCHAN, C. & MÜHLBAUER, M. (2010): Erhebung der Fischwanderung aus dem Inn in den Unterlauf der Antiesen. Studie i. A. Land OÖ, Wasserwirtschaft, Abt. Gewässerschutz. 117 S.

ZAUNER, G., RATSCHAN, C. & MÜHLBAUER, M. (2010): KW Spielfeld: Herstellung der Fischpassierbarkeit mittels Umgehungsarm und Revitalisierung Gamlitzbach Unterlauf. Ergebnisse des fischökologischen Monitorings. Forschungen im Verbund Schriftenreihe Band 103. 85 S.

ZAUNER, G., JUNG, M., RATSCHAN, C. & LAUBER, W. (2013): Fischökologische Untersuchung am Unterlauf der Mattig – Migrationsbewegungen aus dem Inn, Besiedelung der renaturierten Strecke und Durchgängigkeit der Rampenbauwerke am ehemaligen Höfnerwehr, Bericht i. A. des Amtes der Oö Landesregierung, Abt. Oberflächengewässerswirtschaft, Gewässerschutz und des Gewässerbezirkes Braunau am Inn, 90 S.

ZEIRINGER, B. & JUNGWIRTH, M. (2012): Fischökologisches Monitoring bzw. Begleitforschung an der Wasserkraftschnecke mit integriertem Fischaufstieg am Standort KW Jeßnitz während des Probebetriebs. Univ. f. Bodenkultur, Wien i. A. Hydro-Connect GmbH. 13 S.

ZEIRINGER, B. (2016): Fischpassierbarkeit & Drehrohrschnecken: Eine (geeignete) Alternative zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit? Vortrag Tagung Fischereisachverständige, 9./10. Juni 2016, Jennesdorf.

ZEIRINGER, B., FÜHRER, S., AUER, S., STRUSKA, N. & ALBRECHT, W. (2017): Fischpassierbarkeit & Doppelrohrschnecken: Eine geeignete Alternative zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit? Wasserwirtschaft 2-3/2017: 33-40.

ZITEK, A., SCHMUTZ, S. & JUNGWIRTH, M. (2004): Fischökologisches Monitoring an den Flüssen Pielach, Melk und Mank im Rahmen des EU-LIFE Projektes „Lebensraum Huchen“. Endbericht. Univ. f. Bodenkultur, Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement. 113 S.

ZITEK, A., G. HAIDVOGL, M. JUNGWIRTH, P. PAVLAS & S. SCHMUTZ (2007): Ein ökologisch-strategischer Leitfaden zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit von Fließgewässern für die Fischfauna in Österreich. AP 5 des MIRR Projektes - A Model based Instrument for River Restoration (http://mirr.boku.ac.at/mirr_resultate.htm, 27.12.2008). Wien, Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement, BOKU: 139.

ZITEK, A., EBERSTALLER, J., JÄGER, P. & SCHMUTZ, S. (2011): Grundlagen für einen österreichischen Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen (FAHs). BMLFUW, Wien. 87 S.

ZITEK, A., PACHER, K., HONSIG-ERLENBURG, W. & SCHMUTZ, S. (2012): Attraction and passage efficiency of a fish pass within a chain of impoundments at the river Drau, Viellach, Austria. 9th International Symposium on Ecohydraulics (ISE) Proceedings, Vienna, 17-21 September 2012.