

Die stromproduzierende Fischwanderhilfe

Dipl.-Ing. Dr. Johannes Wellacher, Mag. Gerd Frik, Nino Struska

Energie Steiermark Green Power GmbH, Leonhardgürtel 10, 8010 Graz, Tel: +43 (0)316 9000-50860, johannes.wellacher@e-steiermark.com, www.e-steiermark.com

Verbund Hydro Power GmbH, Europaplatz 2, 1150 Wien, Tel: +43 (0)50313-150610, gerd.frik@verbund.com, www.verbund.com

Hydro-Connect GmbH, Schwarzenberg 82, 3341 Ybbsitz, Tel: +43 (0)720 720900-850, nino.struska@hydroconnect.at, www.hydroconnect.at

Kurzfassung: Auf Grund der Vorgaben der europäischen Wasserrahmenrichtlinie müssen die Betreiber von Wasserkraftwerken bis spätestens 2027 die Durchgängigkeit für Fische und Kleinstlebewesen bei ihren Anlagen herstellen.

Bereits seit der Antike wurden zum Fördern von Wasser Schnecken eingesetzt, die nach ihrem Erfinder als „Archimedische Schrauben“ bezeichnet werden. Diese Technik hat sich bis heute in Form von Monorohr-Wasserschnecken für den Fischeaufstieg bewährt. Mit der Umkehrung der Drehrichtung entstanden Wasserkraftschnecken, die durch die Gewichtskraft des nach unten strömenden Wassers angetrieben werden und über einen Generator Strom erzeugen.

Die Firma Hydroconnect GmbH aus Niederösterreich hat die Drehrohr-Doppel-Wasserkraftschnecke mit „Albrecht fishlift inside“ entwickelt, die neben dem verletzungsfreien Fischeauf- und -abstieg auch die Erzeugung elektrischer Energie ermöglicht. Im Beitrag werden die Funktion und die Anlagenteile näher beschrieben. An den bisher ausgeführten Pilotanlagen an Jeßnitz (NÖ) und Sulm (Stmk) wurde mittels Fischmonitoring die Funktionstüchtigkeit überprüft.

Die Drehrohr-Doppel-Wasserkraftschnecke mit „Albrecht fishlift inside“ zählt gemäß dem im Dezember 2012 erschienen Leitfaden zum Bau von Fischeaufstiegshilfen auf Grund damals fehlender Monitoringergebnisse nicht zu den erprobten und damit empfohlenen Fischeaufstiegs (FAH)-Typen. Die Aufnahme in den Leitfaden ist auf Grund der nun vorliegenden sehr positiven Monitoringergebnisse im Rahmen der Novellierung 2016 vorgesehen. Aus Sicht der Autoren stellt die im Beitrag behandelte Drehrohr-Doppel-Wasserkraftschnecke „mit Albrecht fishlift inside“ der Firma Hydroconnect eine innovative Lösung für die bidirektionale Fischwanderung bei gleichzeitiger Energieerzeugung dar.

Keywords: screw turbine, double pipe screw turbine, fish ladder, energy production

1 Einleitung

Die europäische Wasserrahmenrichtlinie 2000 sieht vor, dass bis 2027 für alle Fließgewässer der gute ökologische Zustand bzw. das gute ökologische Potential erreicht wird. Für Betreiber von Wasserkraftanlagen bedeutet das, dass auf Grund dieser Richtlinie und der darauf aufbauenden nationalen Richtlinien wie Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan

und Qualitätszielverordnung die Durchwanderbarkeit ihrer Anlagen für Fische und Kleinstlebewesen hergestellt werden muss. Dies beinhaltet u.a. die Errichtung von Fischwanderhilfen und die Erhöhung der Restwasserdotation bei Ausleitungskraftwerken. Derzeit konzentrieren sich diese Maßnahmen auf die prioritären Gewässer Österreichs (große Flüsse). Bis spätestens 2027 ist die Passierbarkeit von Wanderungshindernissen an allen Fließgewässern herzustellen und die Themen Fischaufstieg und Restwasser werden somit auch in den folgenden Jahren große wirtschaftliche Anforderungen an die E-Wirtschaft und an Kraftwerksbetreiber stellen.

Die Firma Hydroconnect bietet mit der Wasserkraftschnecke mit integrierter Fischwanderhilfe eine innovative Lösung zur Erreichung dieser Vorgaben an, und zwar in Form einer Fischwanderhilfe, die sowohl den Fischaufstieg, als auch den Fischabstieg ermöglicht, und gleichzeitig ohne zusätzliche Eingriffe in die Natur sauberen Strom aus Wasserkraft erzeugt.

2 Historischer Rückblick

Wasserrördernde Schnecken, auch Schneckenpumpen genannt, fanden bereits in der Antike ihre Anwendung als „Archimedische Schraube“, benannt nach dem griechischen Mathematiker und Ingenieur Archimedes. Die Förderanlage besteht aus einer um eine Welle angeordneten Spirale in einem Trog bzw. einem Rohr als Ummantelung. Sie diente damals vorrangig dem Transport von Wasser auf ein höheres Niveau zu Bewässerungs- und Entwässerungszwecken.

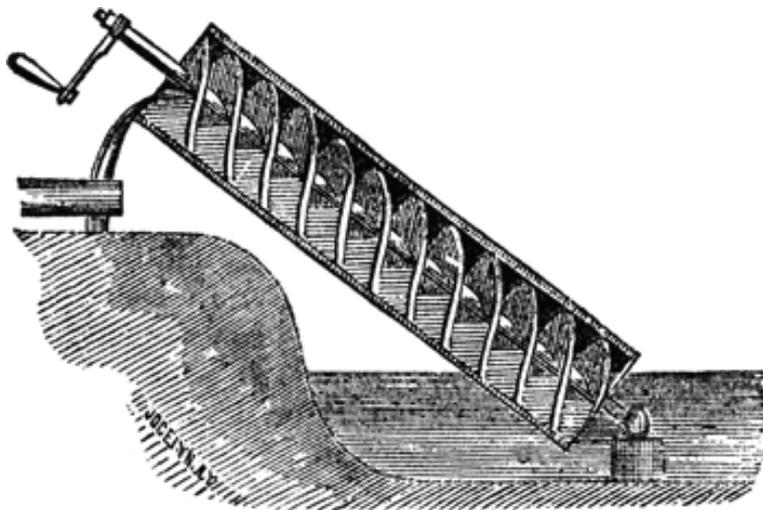


Abbildung 1: „Archimedische Schraube“

Durch die in einem Trog liegende bzw. mit einem Rohr ummantelte Schnecke werden Kammern gebildet, in denen das Wasser durch Rotation der Schnecke nach oben geschraubt wird. Dort läuft das Wasser aus, am Schneckenanfang entsteht eine neue Kammer, die sich wieder mit Wasser aus dem Zulauf füllt. In der Antike erfolgte der Antrieb noch mit Muskelkraft, heutige Schneckenausführungen werden mit Elektromotor angetrieben.

Die in der Abbildung 2 dargestellte, dem heutigen Standard entsprechende Monorohr-Wasserschnecke wird hauptsächlich bei Kleinwasserkraftanlagen als Fischaufstiegshilfe eingebaut. Damit können Platz und Kosten gegenüber einem konventionellen Beckenpass

oder einem Vertical-Slot-Pass eingespart werden. Bei der Monorohr-Wasserschnecke bedarf es keiner zusätzlichen Dotation aus dem Oberwasser wie bei herkömmlichen FAH-Typen, das Monorohr fördert Wasser wie auch sämtliche Individuen aus dem Unter- in das Oberwasser von Querbauwerken.

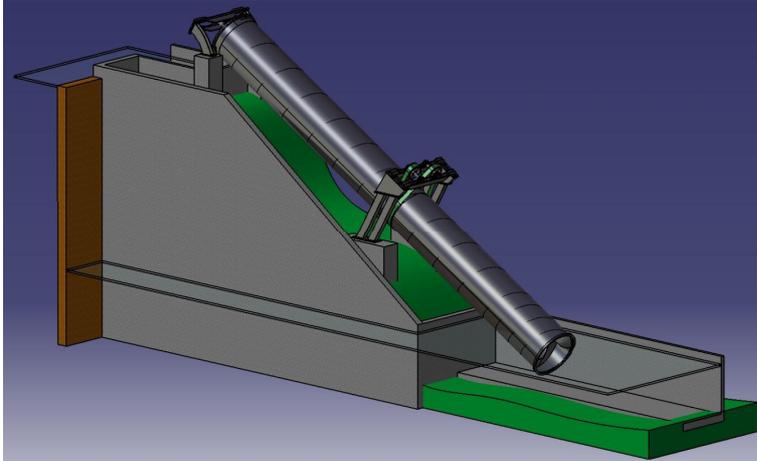


Abbildung 2: Monorohr-Wasserschnecke

Die Umkehrung des Arbeitsprinzips einer archimedischen Schraube ergibt die sogenannte Wasserkraftschnecke. Dabei wird die Schnecke durch die Gewichtskraft des Wassers angetrieben. Sie wandelt die Energie der Wasserkraft in mechanische Energie um und dient zum Antrieb eines elektrischen Generators. Wasserkraftschnecken werden überwiegend im Bereich der Kleinwasserkraft verwendet.

Insbesondere bei Ausleitungskraftwerken werden Wasserkraftschnecken oft eingebaut, um das in die Ausleitungsstrecke abzugebende Dotierwasser ebenfalls energetisch nutzen zu können. Beispielhaft sei hier die Kleinwasserkraftanlage KW Stubenberg / Feistritz der Feistritzwerke STEWEAG GmbH erwähnt, deren neues Ausleitungskraftwerk im Herbst 2015 in Betrieb ging.



Abbildung 3: Restwasser-Wasserkraftschnecke beim KW Stubenberg / Feistritz

3 Produktbeschreibung und Funktionsweise, Vergleich mit anderen Herstellern

Die Drehrohr-Doppel-Wasserkraftschnecke mit „Albrecht fishlift inside“ der Firma Hydroconnect GmbH aus Niederösterreich beruht auf dem Funktionsprinzip einer Wasserkraftschnecke. Die äußere, ummantelte Triebwasserschnecke, die mit einem elektrischen Wirkungsgrad von 65 - 70% der Energieerzeugung und gleichzeitig dem Fischabstieg dient, besitzt innen eine gegenläufig gewundene Fischförderschnecke für den Fischaufstieg, die nach dem archimedischen Prinzip Wasser vom Unterwasserbereich einer Wehranlage oder ähnlichen Wanderhindernissen in deren Oberwasserbereich hebt.

Durch das ausfließende Triebwasser im Unterwasserbereich entsteht eine zentrale Lockströmung, die aufstiegswillige Fische zum inneren Teil der Schnecke leitet. Die Fische werden dann mittels Schneckenwendel in einem Wasserpolster flussaufwärts transportiert, wo sie über eine Rutsche (Fischablauftrinne) ins Oberwasser gelangen. Eine Fischschädigung ist dabei auf Grund der geringen Drehzahl der Wasserkraftschnecke und der spaltfreien Ausführung der Schneckenflügel ausgeschlossen. Das nach oben geförderte Wasser steht ein weiteres Mal für den Antrieb der Wasserkraftschnecke bzw. für die Abwärtswanderung zur Verfügung.

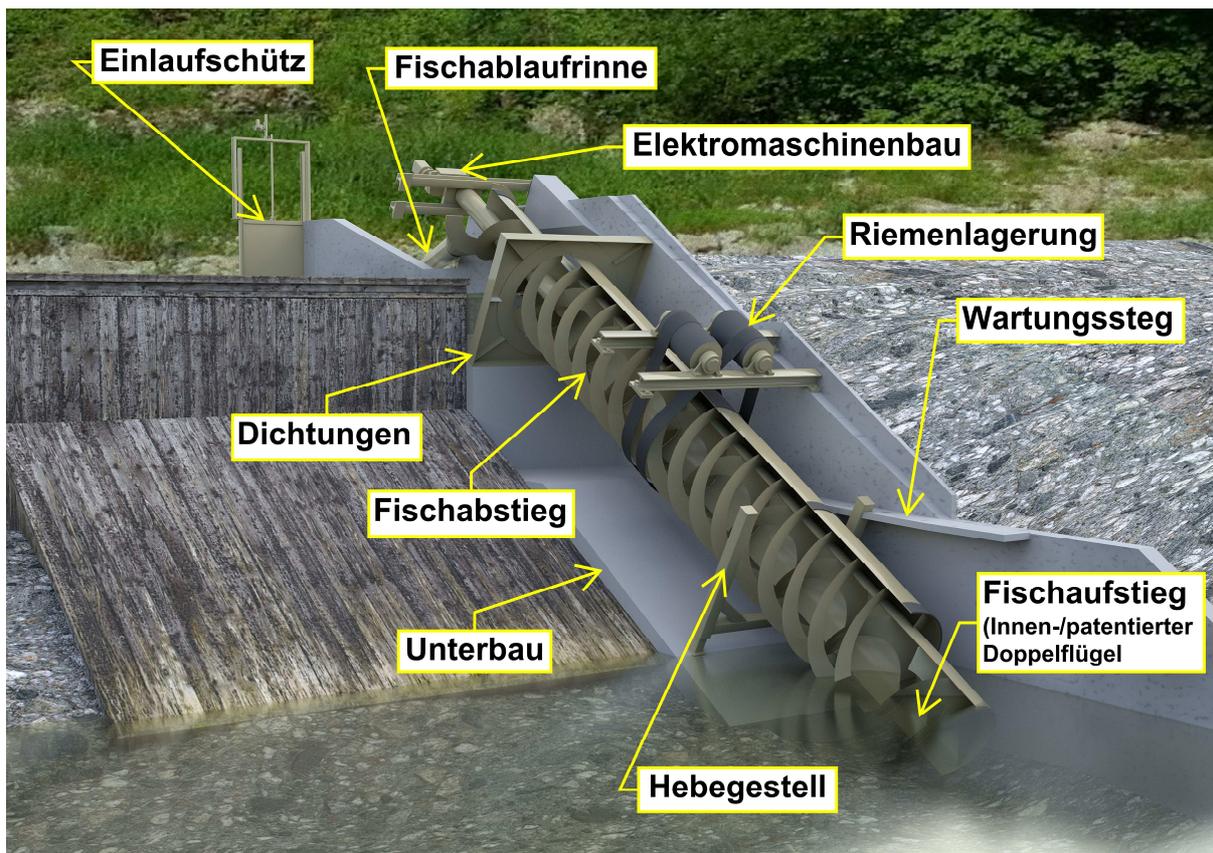


Abbildung 4: Wasserkraftschnecke der Firma Hydroconnect GmbH

Für die Auffindbarkeit des Einstieges ist für Fische eine spürbare Lockströmung aus dem Zentrum der aufwärtsfördernden Fische Schnecke erforderlich. Es hat sich gezeigt, dass die besten Ergebnisse für die Auffindbarkeit, die Fische schonung und die Betriebssicherheit bei einer Ausführung mit Doppelflügel erzielt werden. Durch die spezielle Ausformung der

Schneckenflügel (abgerundet und ansteigend) wird mehr Wasser in das Innere der Aufstiegsschnecke gefördert als diese aufnehmen kann und dadurch fließt ein großer Teil aus dem Zentrum der Wasserkraftschnecke wieder zurück Richtung Unterwasser. Durch den Rückfluss wird für schwimmstarke Fische die gewünschte Lockströmung erzeugt. Im Sohlbereich des Einstieges wird eine Strömung Richtung unteres Ende der Schnecke geschaffen, die für schwimmschwache Fische und auch für das Makrozoobenthos eine gute Auffindbarkeit darstellen.

Bei einem Vergleich mit Herstellern ähnlicher Systeme lässt sich der Unterschied klar erkennen. Die Wasserkraftschnecke der Firma Hydroconnect vereint in einer Anlage eine Fischwanderhilfe für den Auf- und Abstieg von Fischen und Kleinstlebewesen bei gleichzeitiger Erzeugung von elektrischer Energie, während bei Herstellern ähnlicher Systeme die Komponenten getrennt angeordnet sind.

4 Status Quo, Monitoringergebnisse

Vom BMLFUW wurde bereits die grundsätzliche Bewilligungsfähigkeit der Anlage signalisiert, wobei die beschriebene Wasserkraftschnecke aber noch nicht in den im Jahr 2012 erschienen Leitfaden des BMLFUW für den Bau von Fischwanderhilfen aufgenommen wurde. Die Aufnahme in den Leitfaden soll jedoch auf Grund der sehr positiven Monitoringergebnisse mit der Novelle 2016/2017 erfolgen. Vertreter des Ministeriums, der zuständigen Behörde und auch Amtssachverständige attestieren der Schnecke eine einwandfreie Funktion für den verletzungsfreien und problemlosen Fischauf- und -abstieg.

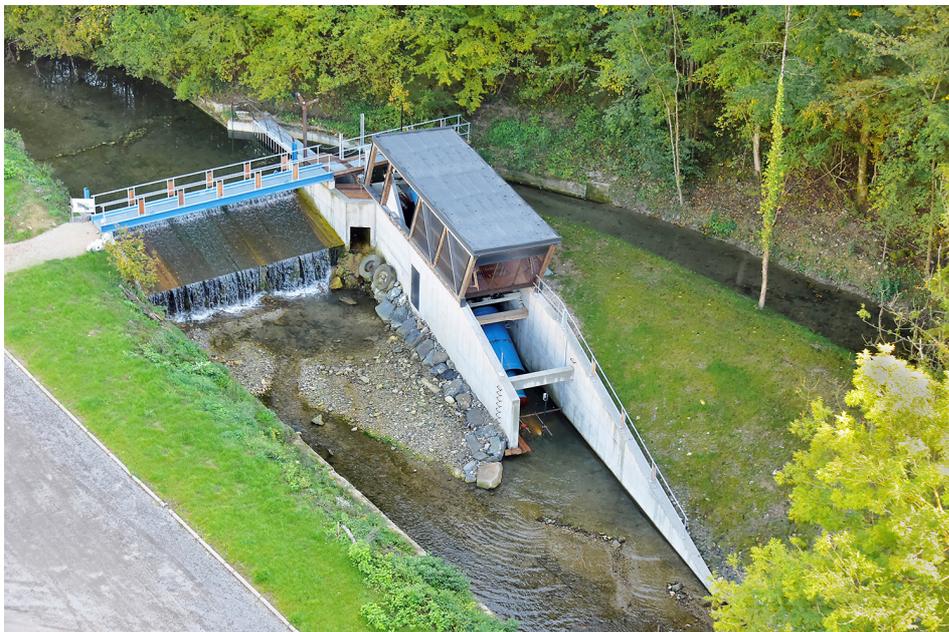


Abbildung 5: Versuchsanlage beim KW Jeßnitz

Versuchsanlage KW Jesnitz / Niederösterreich

Die ersten fischökologischen Untersuchungen in Form von Begleitforschungen an der Versuchsanlage der beschriebenen Wasserkraftschnecke mit integrierter Fischwanderhilfe an der Jeßnitz in Niederösterreich (Abb. 5) wurden von der Universität für Bodenkultur Wien,

Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement im Zeitraum 2012 bis 2014 durchgeführt.

Bereits während dieser Versuche zwischen Dezember 2011 und März 2012 stiegen juvenile und adulte Forellen und Koppen verletzungsfrei auf. Bei den Untersuchungen im März 2012 zeigte sich, dass von 372 Individuen der vier Hauptfischarten Bachforelle, Regenbogenforelle, Koppe und Äsche (Fischlängen zwischen 3 und 48 cm – juvenile und adulte Individuen aller vier Arten) 151 über die Innenrohrschnecke aufgestiegen sind. Bei einem weiteren Aufstiegsversuch im Dezember 2013 mit den erweiterten Fischarten Aitel, Barbe, Nase, Rotauge, Hecht und Huchen stiegen 75 % der Fische auf.

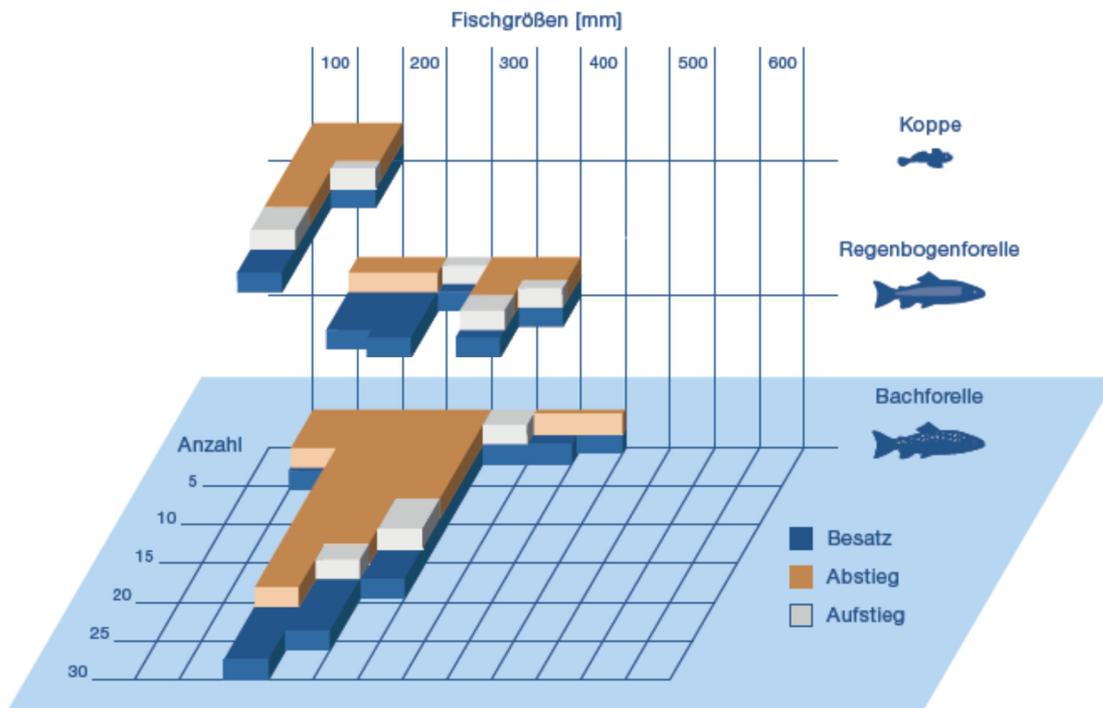


Abbildung 6: Auf- und Abstieg heimischer Fische diverser Größen und Altersstadien, März 2014

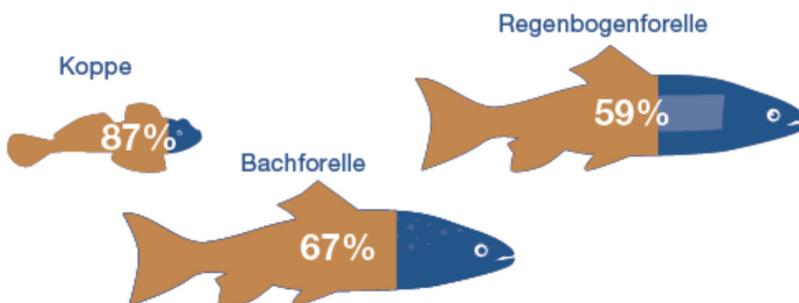


Abbildung 7: Gesamtbenutzung des bidirektionalen Transports (Auf- und Abstieg) von Koppe, Regenbogenforelle und Bachforelle, März 2014

Bei der Abstiegsuntersuchung im März 2014 mit 140 Fischen (Koppen, Bach- und Regenbogenforellen) stiegen insgesamt 56 % ab (Abb. 6) und zahlreiche Individuen wieder auf (Gesamtbenutzung Abb. 7). Damit konnten das ökologische Gleichgewicht und der Fischbestand gesichert werden.

Schlussfolgerungen des Institutes für Hydrobiologie und Gewässermanagement (IHG / BOKU):

- Keine Verletzungen bei Fischauf- und -abstieg bei der Hydroconnect Wasserkraftschnecke
- Funktionsfähigkeit der Fischaufstiegshilfe für die fischökologische Leitbildzönose der Jeßnitz gegeben
- Die Wasserkraftschnecke von Hydroconnect ist für den Fischabstieg sehr gut geeignet

In den Monaten August bis November 2015 wurde ein viermonatiges Reusenmonitoring zur Überprüfung der flussauf gerichteten Passierbarkeit durchgeführt. Bei dem Monitoring wurden neben den oben genannten Fischarten auch die unterschiedlichen Altersstadien berücksichtigt. Im Rahmen des Monitorings wurde zur Abschätzung des Migrationspotentiales durch die BOKU Wien auch eine quantitative Bestandserhebung im Unter- und Oberwasser der Wehranlage durchgeführt. Die gefangenen Forellen wurden ab einer Mindestgröße von ca. 10 cm nach Herkunft (Ober- und Unterwasser) eindeutig mittels Visible Implant Elastometer markiert und in das Unterwasser versetzt. Die Befischungen bestätigen das Vorhandensein aller im fischökologischen Leitbild der Jeßnitz vorkommenden Leitarten inklusive der Regenbogenforelle.

In Bezug auf die Populationsstruktur der einzelnen Fischarten wurden bei der quantitativen Bestandserhebung alle Altersstadien erfasst. Die Bestände ergaben im Unterwasser rund 91 kg/ha und im Oberwasser 106 kg/ha. Die fischökologische Zustandsbewertung für die beiden Befischungsabschnitte gemäß Fisch-Index-Austria (FIA) ergab für den Unterwasserabschnitt die Zustandsklasse 1 und für den Oberwasserabschnitt die Zustandsklasse 2.

Aufstiege konnten über den gesamten Zeitraum des Reusenmonitorings erfasst werden. Unmittelbar nach der Befischung und Versatz des Oberwasserbestands ins Unterwasser wurden hohe Aufstiegsraten verzeichnet.

Der Zeitraum Ende August bis Ende September ergab deutlich geringere Aufstiegsraten infolge einer ausgeprägten Niederwasserperiode. Während der potentiellen Laichwanderungszeit der Bachforelle stiegen die Aufstiegsraten ab Oktober wiederum deutlich an. Neben der Bachforelle stiegen auch vermehrt Regenbogenforellen auf. Gänzlich konnte der Aufstieg von 184 Individuen nachgewiesen werden. Als häufigste Art war die Bachforelle mit 85 Individuen vertreten, gefolgt von der Regenbogenforelle mit 76 Individuen und 23 Koppen. Alle Entwicklungsstadien der drei Fischarten konnten aufsteigen. Während rund 38% der markierten Bachforellen aus dem Oberwasser über den Fischaufstieg wieder aufsteigen konnten, waren auch vermehrt größere Exemplare vertreten, welche bei der Befischung nicht nachgewiesen werden konnten.

Zusammenfassend ist die neue „Hydroconnect Drehrohr-Doppel-Wasserkraftschnecke“ mit „Albrecht fishLift inside“ am Standort Jeßnitz für den Fischaufstieg jedenfalls funktionsfähig.

Wasserkraftschnecke beim KW Retznei an der Sulm / Steiermark

Auf der Suche nach platzsparenden, kosteneffizienten technischen Fischaufstiegshilfen für Anlagen mit sehr beengten Platzverhältnissen (zB Laufkraftwerke in Schluchtstrecken), entschied sich Verbund Hydro Power GmbH (VHP) im Jahr 2013, eine Wasserkraftschnecke der Firma Hydroconnect beim Wasserkraftwerk Retznei an der Sulm in der Steiermark zu installieren. Bei diesem Kraftwerk liegen - bedingt durch die vorbeiführende Eisenbahnstrecke und die Lage an der Mündung in die Mur - ungünstige Platzverhältnisse für konventionelle technische oder naturnahe Lösungen vor. Die Entscheidung zum Einbau dieses Typs wurde auch aufgrund der positiven Monitoringergebnisse der BOKU Wien an der Versuchsanlage Jeßnitz getroffen. Das Projekt wurde im Januar 2014 eingereicht, in der wasserrechtlichen Bewilligung vom Juli 2014 wurde von Behördenseite ein umfangreiches Monitoring zur Überprüfung der Funktionstüchtigkeit vorgeschrieben. Baubeginn war im Juli 2014, die Inbetriebnahme erfolgte im März 2015. Die Schnecke mit einem Außendurchmesser von 1,8 m, einer Länge von rd. 16 m bei einer Neigung von ca. 30 Grad und einem Höhenunterschied von ca. 5 m wird mit 350 l/s für die Energiegewinnung beaufschlagt. Die Anlage wurde für den Aufstieg eines 90 cm langen Hechtes ausgelegt. Der für den Transport nach oben benötigte Wasserzufluss aus dem Unterwasser zur Innenschnecke beträgt rd. 30 l/s.



Abbildung 8: Wasserkraftschnecke der Verbund Hydro Power GmbH an der Sulm beim KW Retznei (Wehranlage links im Bild, rechts das Mur-KW Obervogau)

Ab März 2015 erfolgte auch der Start des Monitorings durch das Institut für Hydrobiologie der Universität für Bodenkultur in Wien. Im April wurde zum ersten Mal mittels Fischreue abgefischt. Für den Zeitraum zwischen März und September 2015 wurden an der Fischschnecke sehr gute Funktionswerte über ein breites Fischartenspektrum attestiert. Ca. 1300 Fische aus 29 Arten stiegen auf, wobei die größten Fische (Barbe und Wels) bis zu 70 cm Länge maßen, und ein Aufsteigen über alle Größenklassen dokumentiert wurde. Im Sommer 2015 wurde mit Radiotelemetrie-Messungen für die Fischarten Nase und Aitel begonnen. Im Herbst 2015. Das Monitoring läuft vorerst bis Ende 2016 weiter.

Die Energie Steiermark Green Power GmbH (GP) beschäftigt sich mit der Planung und Errichtung von erneuerbaren Energieanlagen und ist mit der Firma Hydroconnect GmbH 2015 eine Partnerschaft für den Vertrieb der Anlagen eingegangen, um beispielhaft Hydroconnect bei der Akquisition und Planung bei Wasserkraftwerken mit schwierigen örtlichen Gegebenheiten zu unterstützen. Auch bei Eigenanlagen und Neuplanungen der GP ist ein Einbau der innovativen Wasserkraftschnecke geplant.

5 Standortwahl, Zukunftsaussichten

Neben der Stromproduktion weist die Wasserkraftschnecke mit integrierter Fischwanderhilfe insbesondere bei schwierigen und beengten Platzverhältnissen große Vorteile im Vergleich zu konventionellen Fischwanderhilfen wie Vertical-Slot-Pass, Beckenpass oder natürlichen Gerinnen auf.

Vor allem bei Anlagen, die durch Erhöhung der Restwassermenge Einbußen in der Stromproduktion zu erwarten haben, bietet sich die beschriebene Anlage als Alternative zu herkömmlichen Fischaufstiegen an. Durch die definierte Lockströmung und die regelbare Wasserabgabe eignet sie sich auch sehr gut für dynamische Dotationsabgaben bei Ausleitungskraftwerken.

Die künftigen Anforderungen an einen Fischauf- und -abstieg stellen aus Sicht der Autoren ein großes Einsatzpotential der vorgestellten Wasserkraftschnecke mit integrierter Fischwanderhilfe dar, wobei die gleichzeitige Erzeugung von sauberem Strom aus Wasserkraft zusätzlich einen wirtschaftlichen Anreiz darstellt.