

Wirkung einer Zusatzdotation auf die Nutzung einer Fischwanderhilfe durch die Bachforelle

Barbara Grüner, Walter Reckendorfer, Michael Schabuss und Horst Zornig

Zusammenfassung

Sowohl in Deutschland als auch in Österreich wurden Leitfäden entwickelt, um Richtwerte für die Erstellung von funktionsfähigen Fischwanderhilfen (FWH) zu definieren. Während die Durchwanderbarkeit der Fischwanderhilfen durch die geometrischen Verhältnisse der Fischwanderhilfe definiert wird, geht die Lehrmeinung davon aus, dass die Auffindbarkeit der Fischwanderhilfen von der Lage des Einstieges und den hydraulischen Rahmenbedingungen abhängig ist. Oft fordern Leitfäden und Sachverständige eine Zusatzdotation, um einen höheren Leitstrom zu erreichen, der die Auffindbarkeit verbessern soll.

Die Frage, ob eine Zusatzdotation die Auffindbarkeit der Fischwanderhilfen verbessert, ist noch nicht abschließend beantwortet, da es wenige empirische Untersuchungen zu deren Wirkung gibt.

Die vorliegende Studie analysiert den Effekt der Zusatzdotation auf das Aufstiegsverhalten der Bachforelle (*Salmo trutta fario*) an zwei baugleichen Fischwanderhilfen der Salzach. Im Gegensatz zur gängigen Lehrmeinung wurden keine statistisch signifikanten Effekte der Betriebsweise auf das Aufstiegsverhalten festgestellt.

1 Einleitung

In der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EE-RL 2000) ist vorgesehen, dass bis 2027 für alle Fließgewässer der gute ökologische Zustand beziehungsweise das gute ökologische Potenzial zu erreichen ist. Diese Richtlinie sowie die darauf aufbauenden nationalen Managementpläne und Richtlinien gehen davon aus, dass in den meisten Gewässern die longitudinale Durchgängigkeit für die Erreichung des guten ökologischen Zustandes erforderlich ist.

Zu den Maßnahmen zur Erreichung der longitudinalen Durchgängigkeit zählt vor allem die Errichtung von funktionsfähigen Fischwanderhilfen.

Zur Errichtung dieser Fischwanderhilfen wurden Leitfäden entwickelt, die Richtwerte für Planungskriterien definieren. Diese Kriterien umfassen neben der Dimensionierung für die größenbestimmende Fischart auch die Lage des Einstieges der FWH und einen ausreichenden Abfluss bezogen auf die Flussgröße.

Die für die Durchwanderbarkeit notwendige Dotation ergibt sich rechnerisch durch die geometrischen Vorgaben hinsichtlich des Wanderkorridors für die größenbestimmende Fischart.

Zur Sicherstellung der Auffindbarkeit wird von Leitfäden und Sachverständigen oft eine Zusatzdotation gefordert. Diese wird zusätzlich in den unteren Teil der FWH eingespeist, um einen höheren Strömungsimpuls im Einstiegsbereich zu erzielen, welcher die Auffindbarkeit verbessern soll.

Die tatsächliche Wirkung der Zusatzdotation zur Verbesserung der Auffindbarkeit ist umstritten.

Zudem gibt es kaum empirische Studien, welche den ökologischen Effekt der Zusatzdotation gezielt untersuchen. Bei einigen durchgeführten Untersuchungen in großen Flüssen konnte kein Zusammenhang zwischen erhöhter Dotation und der Anzahl der aufsteigenden Fische hergestellt werden (Mader et al. 2020).

Um diesen möglichen Zusammenhang zwischen Zusatzdotation und Auffindbarkeit näher zu untersuchen, wurde an der Salzach ein Versuch durchgeführt, bei dem das Aufstiegsverhalten an zwei baugleichen Fischaufstiegshilfen analysiert wurde. Ziel der Studie war es, zu untersuchen, ob die eingeschaltete Zusatzdotation am Fischaufstieg Wallnerau sichtbare Auswirkungen auf die Auffindbarkeit der FWH durch die Bachforelle (*Salmo trutta fario*) an der Salzach hat.

1.1 Bewegungsmuster der Bachforelle

Es gibt verschiedene Arten von Wanderungen, die in saisonalen, monatlichen oder täglichen Rhythmen stattfinden. Sie werden von unterschiedlichen, komplex zusammenwirkenden Faktoren getriggert. Dabei unterscheidet man äußere Faktoren, wie zum Beispiel abiotische Rahmenbedingungen (Temperatur, Sauerstoffgehalt, Tageslänge) oder Futtermittelverfügbarkeit und innere Faktoren (Nahrungsbedürfnis, Laichreife, Stress) (vgl. Archer et al. 2019, Lucas und Baras 2001).

2 Untersuchungsaufbau

Im Untersuchungsgebiet ist die Salzach der Äschenregion mit den Leitfischarten Äsche (*Thymallus thymallus*), Bachforelle (*Salmo trutta fario*) und Koppe (*Cottus gobio*) zuzuordnen.

Für die Untersuchung wurden die Fischwanderhilfen St. Veit und Wallnerau an der Salzach herangezogen (Abb. 1). Die beiden Fischwanderhilfen sind baugleich, bestehen aus Schlitzpassagen im Ein- und Ausstieg und naturnahen mittleren Abschnitten und werden mit 400 l/s dotiert.

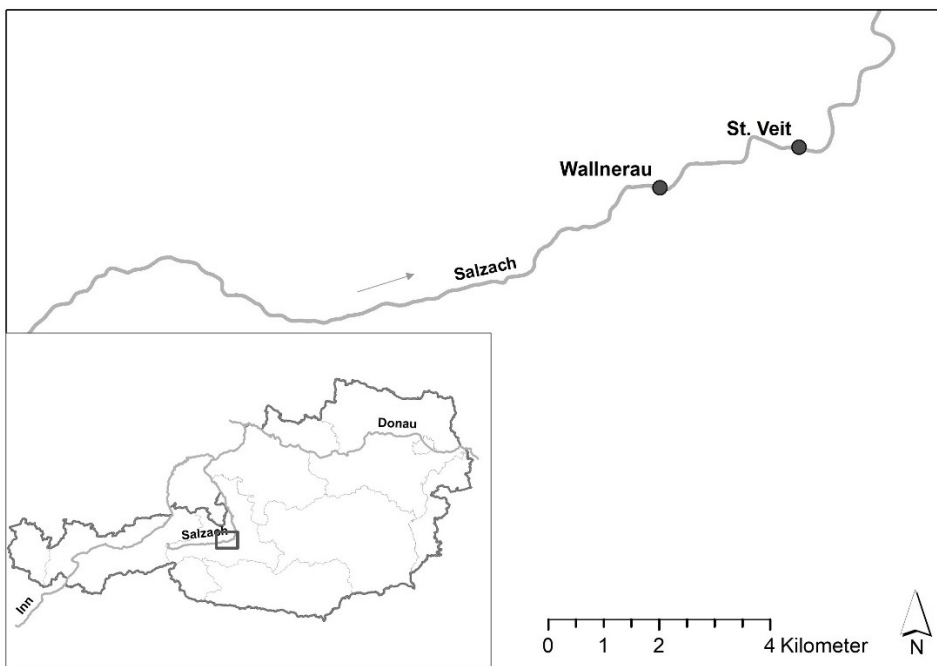


Abb. 1 Lage des Untersuchungsgebietes an der Salzach

Die FWH Wallnerau ist mit einer Zusatzdotationspumpe ausgestattet. Die Zusatzdotation wird durch eine Pumpe durch einen Vertikalrechen in das erste Becken im Einstiegsbereich der Fischwanderhilfe abgegeben. Dieses Becken ist deutlich größer, um eine entsprechende Energiedissipation zu ermöglichen. Die Pumpe wird entsprechend der Spiegeldifferenz zwischen Salzach und erstem Becken gesteuert und hält die Spiegeldifferenz zwischen Salzach und letztem Becken konstant zwischen 10 und 15 cm (Abb. 2).

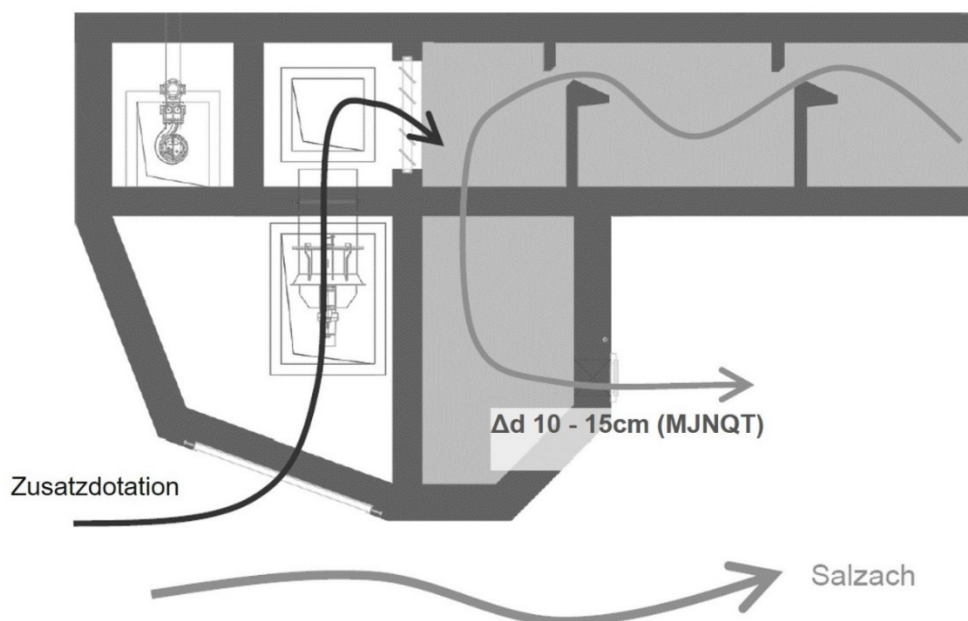


Abb. 2 Funktionsweise der Dotationspumpe an der FWH Wallnerau. Die Grafik zeigt den Einstiegsbereich der FWH mit den ersten drei Becken sowie der Dotationspumpe (links im Bild). Die Dotationswassermenge wird in das erste Becken eingeleitet, das deshalb auch größer ausgeführt ist.

2.1 Untersuchungsdesign und Auswertung

Um die Auswirkungen auf die Aufwärtswanderungen zu untersuchen, wurde die FWH Wallnerau alternierend ca. 24 Stunden mit und ohne Zusatzdotation betrieben, die FWH St. Veit als statistische Kontrolle durchgehend ohne Zusatzdotation. Um eine Aussage über die Auffindbarkeit der FWH treffen zu können, wurde die Anzahl der Fische, die mit den Reusen am Einstieg der FWHs gefangen wurden, herangezogen. Die Untersuchungen wurden von November 2017 bis November 2018, von September bis Dezember 2019 und von September bis November 2020 durchgeführt. Die Reusen wurden täglich zur etwa gleichen Uhrzeit geleert.

Zusätzlich fanden quantitative Elektrofischungen im Unterwasser der FWHs zwischen 15.11.2017 und 17.11.2017 zur Bestimmung der Fischdichten und damit des Aufstiegspotenzials statt.

Für den Untersuchungsaufbau werden die Wanderbewegungen in der FWH Wallnerau mit jenen in der FWH St. Veit verglichen, um zu untersuchen, ob bei eingeschalteter Zusatzdotation mehr Fische in die FWH Wallnerau einsteigen als bei ausgeschalteter Zusatzdotation.

Die FWH Wallnerau wird alternierend mit und ohne eingeschalteter Zusatzdotation betrieben, alle anderen Parameter der FWHs wie Durchgängigkeit, Barrierewirkung der Reuse etc. werden als gleichwertig eingestuft. Die Auswertung erfolgte mittels einer 2-faktoriellen Varianzanalyse

(ANOVA). Faktoren sind die Fischwanderhilfen (Wallnerau, bzw. St. Veit) und die Pumpenstellung (ein/aus). Tritt eine signifikante Interaktion der FWH und der Pumpenstellung auf, so ist ein Einfluss der Zusatzdotierung auf den Fischaufstieg anzunehmen.

3 Ergebnisse

3.1 Fischdichten im Unterwasser

Die Fischdichten im Unterwasser unterscheiden sich deutlich zwischen dem KW Wallnerau und dem KW St. Veit. Bei Untersuchungen 2017 wurden unterhalb des KW Wallnerau 76,5 Ind/ha festgestellt, während es unterhalb des KW St. Veit 279,5 Ind/ha waren (Tab. 1) (Schabuss et. al 2020).

Tab. 1 Gesamtdichte im Unterwasser (Ind/ha) sowie relativer Anteil der einzelnen Arten am Gesamtfang (Schabuss et. al 2020).

Art	Unterwasser Wallnerau	% Anteil Gesamtfang	Unterwasser St. Veit	% Anteil Gesamtfang
Äsche	0,00	0,00	10,71	3,83
Bachforelle	65,32	85,35	230,84	82,59
Koppe	0,81	1,06	9,87	3,53
Rotaugen	3,57	4,66	0,00	0,00
Bachsaibling	0,97	1,27	0,00	0,00
Regenbogenforelle	5,86	7,66	28,08	10,05
Gesamt Ind./ha	76,53		279,50	

In beiden Abschnitten dominierte die Bachforelle gefolgt von der Regenbogenforelle. Neben den Leitfischarten Äsche, Bachforelle und Koppe und der nicht heimischen Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*) wurden bei den Erhebungen das Rotaugen (*Rutilus rutilus*) und der ebenfalls nicht heimische Bachsaibling (*Salvelinus fontinalis*) nachgewiesen.

3.2 Visuelle Dateninspektion

Generell ist zu sehen, dass deutlich mehr Fische in St. Veit in die FWH einwandern als in Wallnerau. Bei der FWH Wallnerau wanderten insgesamt 415 Individuen in die FWH ein, das sind im Mittel 0,78 Bachforellen pro Tag. Bei der FWH in St. Veit waren es im Mittel 1,51 Bachforellen pro Tag und insgesamt 801 Individuen. Die höchste tägliche Aufstiegszahl verzeichnete die FWH St. Veit mit 29 Individuen am 3.11.2018.

Betrachtet man die Daten der aufsteigenden Fische über den Monitoringzeitraum am Kraftwerk Wallnerau, so ist sichtbar, dass die meisten Fische im April bzw. Oktober 2018 gewandert sind (Abb. 3).

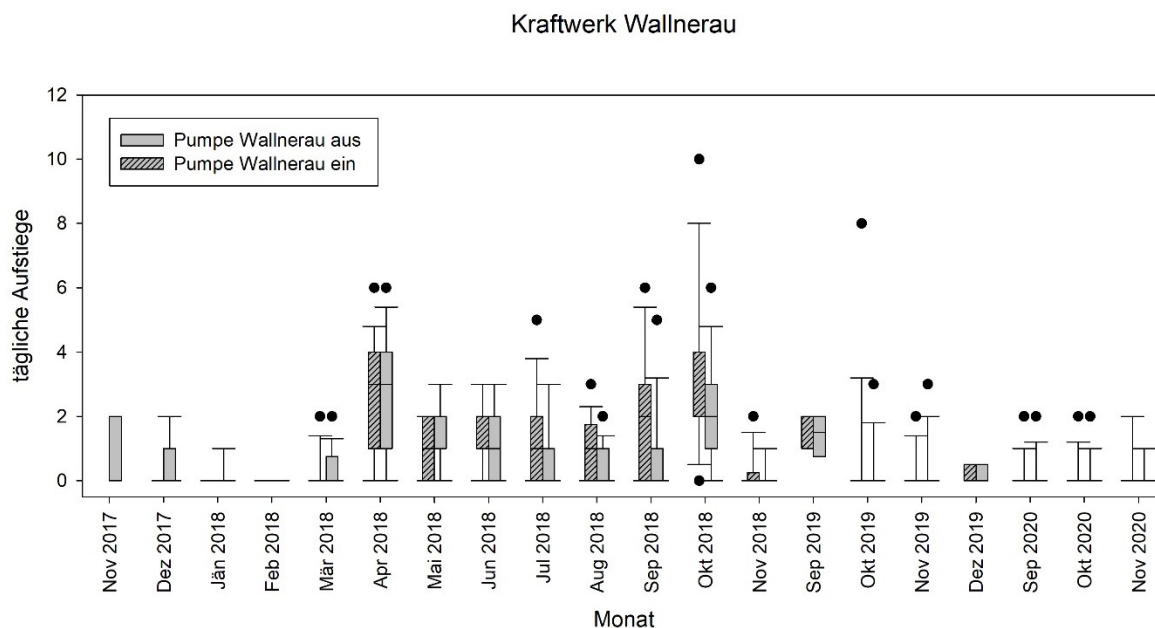


Abb. 3 Tägliche Aufstiege an der FWH Wallnerau mit und ohne Zusatzdotation (Boxplot Darstellung inkl. 5% und 95% Perzentile, Punkte: alle Ausreißer)

Die Wanderraten in St. Veit zeigen ein ähnliches Muster und ebenfalls erhöhte Fangzahlen im April und Oktober bzw. November 2018 (Abb. 4).

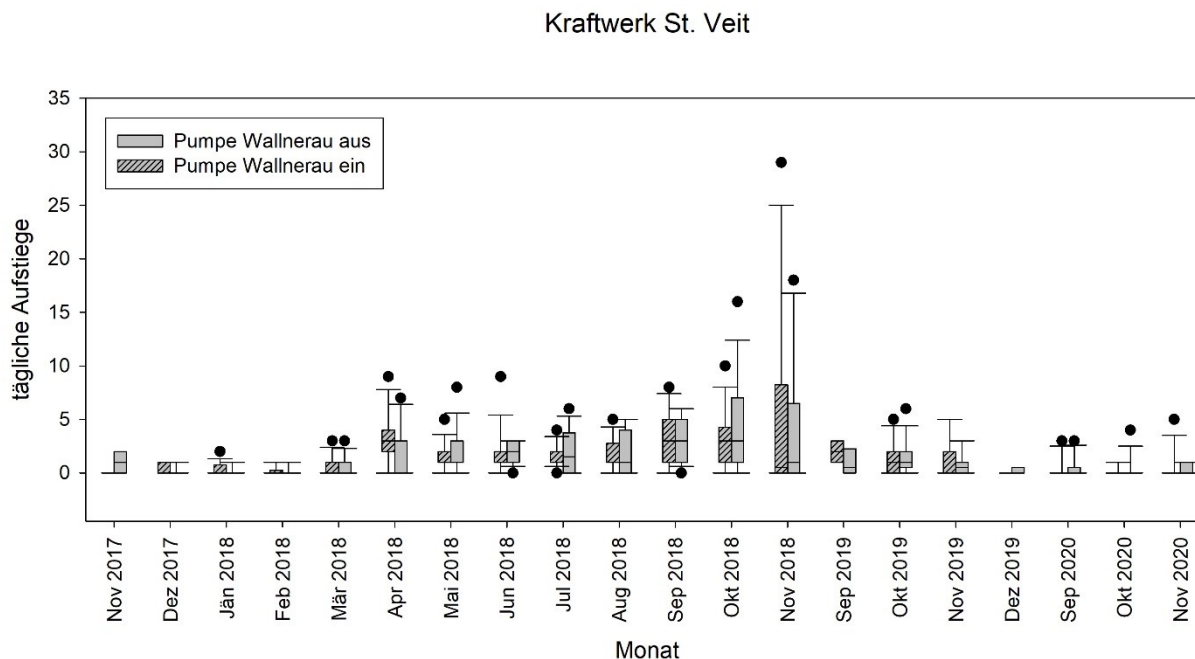


Abb. 4 Tägliche Aufstiege an der FWH St. Veit mit und ohne Zusatzdotation an der FWH Wallnerau (Boxplot Darstellung inkl. 5% und 95% Perzentile, Punkte: alle Ausreißer)

3.3 Auswirkung der Zusatzdotation auf das Wanderverhalten

Betrachtet man die Verteilung der Aufstiegszahlen an beiden Fischwanderhilfen mit und ohne Zusatzdotation im direkten Vergleich (Abb. 5), so ist zu sehen, dass der Median in St. Veit deutlich höher ist als bei den Aufstiegen an der FWH Wallnerau. In St. Veit zeigt sich erwartungsgemäß wenig Unterschied in den Aufstiegszahlen bezogen auf die Pumpenstellung der FWH Wallnerau. An der FWH Wallnerau ist die Anzahl der täglichen Aufstiege deutlich niedriger als in St. Veit. Der Unterschied in den Aufstiegen mit bzw. ohne Zusatzdotation ist gering und statistisch nicht signifikant. Bei eingeschalteter Zusatzdotation wandern im Mittel 0,87 Fische in eine der beiden Reusen in der FWH Wallnerau ein, bei ausgeschalteter Zusatzdotation sind es 0,69.

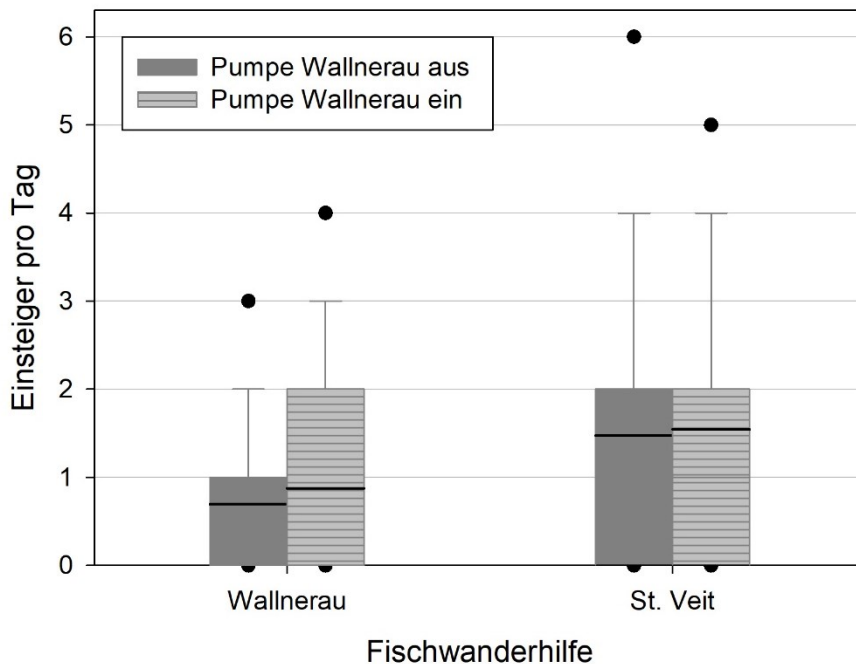


Abb. 5 Einsteige pro Tag an den Fischwanderhilfen Wallnerau und St. Veit bei ein- und ausgeschalteter Pumpe (+95% Konfidenzintervall)

Die zweifaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) ist ein sehr aussagekräftiger Test, um zu untersuchen, ob es signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten von Gruppen gibt, die sich bezüglich zweier Faktoren unterscheiden. Sie wurde herangezogen, um zu untersuchen, ob bei eingeschalteter Zusatzdotation mehr Fische in die FWH Wallnerau einsteigen, als bei ausgeschalteter Zusatzdotation.

Die zweifaktorielle Varianzanalyse zeigt, dass der Wechselwirkungseffekt zwischen der Fischwanderhilfe und der Pumpenstellung nicht signifikant ist, ein Einfluss der Zusatzdotation auf das Wanderverhalten der Bachforelle ist daher nicht nachweisbar. Betrachtet man die beiden Haupteffekte, so sieht man, dass auch die Pumpenstellung nicht signifikant ist. Lediglich der Effekt der FWH ist signifikant ($p < 0,05$, siehe Tab. 2), das heißt, in der Fischwanderhilfen St. Veit wurden signifikant mehr Fische gefangen als in der FWH Wallnerau.

Tab. 2 Ergebnisse der Varianzanalyse, der p-Wert für die Interaktion Pumpenstellung und FWH ist nicht signifikant. Lediglich der p-Wert der FWH deutet auf einen Einfluss der FWH auf das Aufstiegsverhalten hin (* signifikanter p-Wert).

FAH	Pumpe Wallnerau	Mittelwert	N	StAbw
Wallnerau	Ein	0,87	226	1,46
Wallnerau	Aus	0,69	189	1,15
St. Veit	Ein	1,54	400	2,91
St. Veit	Aus	1,47	401	2,42
Teststatistik (p Wert)				
Pumpenstellung	0,337			
FAH	0,000 *			
Pumpenstellung x FAH	0,677			

4 Diskussion

4.1 Saisonales Wanderverhalten

Die Aufstiegszahlen an den beiden Fischwanderhilfen lassen ein deutliches saisonales Muster erkennen mit höheren Aufstiegszahlen zwischen April und Oktober (Wallnerau) bzw. zwischen April und November (St.Veit). Peaks sind bei etwa 6-7 Grad Wassertemperatur im April bei steigenden Temperaturen und im Oktober/November bei fallenden Temperaturen festzustellen (Abb. 3, Abb. 4 und Abb. 6). Diese Peaks sind in Wallnerau deutlich ausgeprägter als in St. Veit. Im Winter zwischen November und April ist das Wanderverhalten deutlich reduziert.

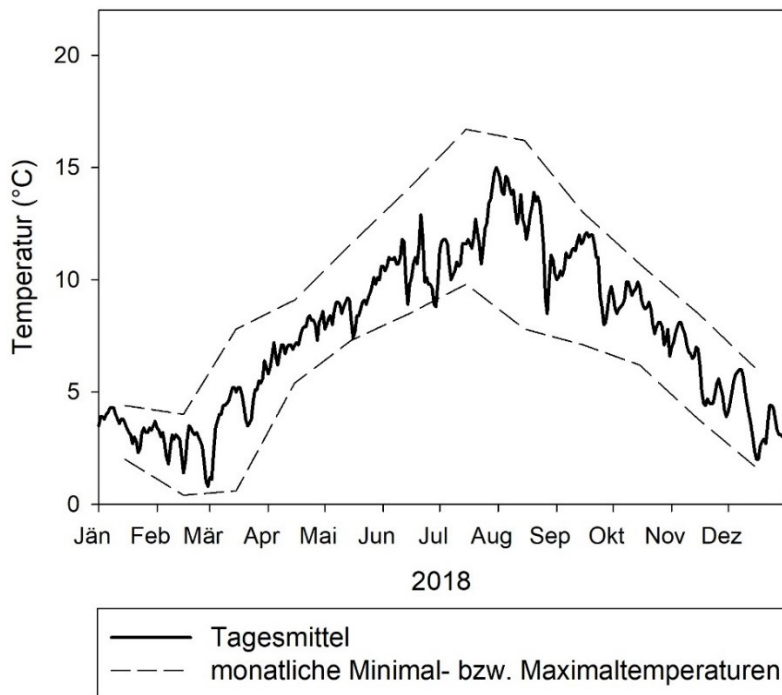


Abb. 6 Tägliche Wassertemperaturen im Jahr 2018 am Pegel Golling flussab von St. Veit (Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus 2021)

4.2 Unterschiede zwischen den FWHs

Der Vergleich zwischen den absoluten und mittleren Aufstiegszahlen an den beiden FWHs Wallnerau und St. Veit deutet darauf hin, dass die Unterschiede im Wanderverhalten vor allem von den unterschiedlichen Potenzialen im Unterwasser, sprich den unterschiedlichen Fischdichten unterhalb der Kraftwerke Wallnerau und St. Veit bestimmt sind (vgl. Tab. 1). Darauf weist auch der signifikante p-Wert des Faktors FWH in der ANOVA hin.

4.3 Wirkung der Zusatzdotation

Einige der Annahmen zum Wanderverhalten der Fische, die dem österreichischen Leitfaden zugrunde liegen, beziehen sich auf die ersten Studien zu den Wirkungen der Dotationswassermengen bei der Auffindung des Einstiegs einer FWH, die in den 1940er bis 1960er Jahren mit Lachsen durchgeführt wurden (Clay 1995). Aufgrund der hohen Schwimmleistung und des stark ausgeprägten „Homing-Effektes“ (Orientierung am „Heimatduft“) des Lachses stellt sich die Frage, ob dieses Verhalten einfach auf die heimische potamodrome Fischfauna übertragen werden kann, die zu einem Großteil aus Cypriniden besteht. Zudem zeigt eine Studie von Wolter und Schomaker (2019), dass in großen Flüssen schon ein relativ geringer Anteil des mittleren Durchflusses zur Dotation der FHW reicht, damit sie voll funktionstüchtig ist.

Zu potamodromen Fischarten gibt es mittlerweile auch einige Untersuchungen, unter anderem an der Drau in Schwabeck und an der Salzach in Werfen-Pfarwerfen (Brandl 2017, Mader et al. 2020). Auch diese Studien zeigen keine signifikante Auswirkung der Zusatzdotation auf das Wanderverhalten von Salmoniden. Bei indifferenten Arten und Kleinfischen ist eine gute Auffindbarkeit auch bei geringeren Dotationen gegeben, hier ist eine höhere Aufstiegsrate bei niedrigeren Dotationen zu beobachten (Brandl 2017, Mader et al. 2018).

5 Ausblick

Neuere Studien an Drau und Salzach zeigen, dass durch eine Zusatzdotation keine signifikanten Auswirkungen auf die Auffindbarkeit von Fischwanderhilfen festzustellen sind.

Diese Erkenntnis widerspricht der gängigen Annahme, dass die Auffindbarkeit durch höhere Durchflüsse in der FWH gesteigert wird. Die Ergebnisse legen nahe, dass es weiteren Forschungsbedarf hinsichtlich der Faktoren, die die Fischwanderung beeinflussen, gibt und dass die Frage, welche Faktoren die Fischwanderung positiv beeinflussen, noch nicht abschließend beantwortet ist. Eine generelle Empfehlung für eine Zusatzdotation kann nicht abgeleitet werden, im Gegenteil zeigen die vorliegenden Studien, dass schon bei einem relativ geringen Anteil des mittleren Durchflusses zur Dotation der FWH die Auffindbarkeit gegeben ist.

6 Literatur

- Archer, L. C., Hutton, S.A.; Harman, L.; O'Grady, M. N.; Kerry, J. P. ; Poole, W. R.; Gargan, P.; McGinnity P.; Reed, T.E. (2019). The Interplay between Extrinsic and Intrinsic Factors in Determining Migration Decisions in Brown Trout (*Salmo trutta*): An Experimental Study. *Frontiers in Ecology and Evolution* (7): 222. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00222>.
- Brandl, A. (2017). Untersuchung ausgewählter Einflussfaktoren auf die Auffindbarkeit von Fischaufstiegshilfen. Diplomarbeit, Wien: Universität für Bodenkultur.
- Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (2021). Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2018. 126. Band. Hydrographischer Dienst in Österreich
- Clay, C.H. (1995). *Design of Fishways and Other Fish Facilities*. Lewis Publishers.
- EE-RL (2000). Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.
- Larinier, M.; Travade, F.; Porcher, J.P. (2002). Fishways: Biological basis, design criteria and monitoring. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 364 (Supplement). Online verfügbar: <https://www.kmae-journal.org/articles/kmae/abs/2002/04/contents/contents.html> (zugegriffen am 07.02.2023).
- Lucas, M.; Baras, E. (2001). *Migration of Freshwater Fishes*. Oxford: Blackwell Science.
- Mader, H.; Brandl, A.; Käfer, S. (2020). Design and Function Monitoring of an Enature® Vertical Slot Fish Pass in a Large Potamal River in Carinthia/Austria. *Water* 12(2).
- Mader, H.; Kratzert, F; Brandl, A.; Üblacker, M. (2018). Wirksamkeitsanalysen bei bestehenden Leitstromzusatzdotationsbauwerken und weiterführende Untersuchungen zur Auffindbarkeit von FAH. Endbericht. Universität für Bodenkultur Wien, Department für Wasser – Atmosphäre – Umwelt, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau im Auftrag der Salzburg AG, Salzburg.
- Schabuss, M.; Zornig, H.; Reckendorfer, W.; Schütz, C. (2020). Beweissicherung der Fischwanderhilfen Wallnerau & St. Veit. Wirkung der Zusatzdotation Wallnerau. Studie im Auftrag von VERBUND Hydro Power GmbH, 20 Seiten
- Wolter, C.; Schomaker, C. (2019). Fish Passes Design Discharge Requirements for Successful Operation. *River Research and Applications* 35 (10): 1697–1701. <https://doi.org/10.1002/rra.3399>.

Anschrift der Verfasser

Dipl.-Ing. Barbara Grüner, M Sc.
VERBUND Hydro Power GmbH
Europaplatz 2, A-1150 Wien
barbara.gruener@verbund.com

Mag. Dr. Walter Reckendorfer
VERBUND Hydro Power GmbH
Europaplatz 2, A-1150 Wien
walter.reckendorfer@verbund.com

Mag. Dr. Michael Schabuss
Profisch OG
Semperstraße 56/2A, A-1180 Wien
schabuss@profisch.at

Mag. Horst Zornig
Profisch OG
Semperstraße 56/2A, A-1180 Wien
zornig@profisch.at