

Fischökologisches Monitoring an innovativen Wasserkraftanlagen

Ergänzende fachliche Erläuterungen zum Abschlussbericht 2020 Band 8: Baierbrunn an der Isar



1 Einführung

Im Forschungsvorhaben „Fischökologisches Monitoring an innovativen Wasserkraftanlagen“ wurde unter anderem der Standort Baierbrunn an der Isar (VLH-Turbine) untersucht. Bei den Ergebnissen fällt auf, dass die im Abschlussbericht vorgelegten Zahlen zu Mortalitätsraten bei den Ergebnissen für den natürlichen Fischabstieg und denen aus den standardisierten Fischzugaben teilweise erheblich voneinander abweichen. Zur Berechnung der Gesamtmortalität in allen untersuchten Abstiegskorridoren wurden im Projekt ausschließlich die Daten aus den standardisierten Fischzugaben verwendet. Insbesondere im Abstiegskorridor „raue Rampe“ war die Mortalitätsrate beim natürlichen Fischabstieg deutlich höher als die Mortalitätsrate bei den standardisierten Fischzugaben, die jeweils im Abschlussbericht veröffentlicht wurden. Da diese Abweichung auch Fragen zur Eignung von rauen Rampen für den schonenden Fischabstieg aufgeworfen hat, werden nachfolgend die Ergebnisse zum Abschlussbericht, bei dem überwiegend die Turbinenpassage im Fokus stand, ergänzend auch detailliert für die Bewertung der Passage des Abstiegskorridors „raue Rampe“ erläutert.

Das Gesamtprojekt wird im Projektband 1 (Mueller et al. 2020a) beschrieben. Ausführliche Informationen über den Standort Baierbrunn und die dort für das Monitoring verwendete technische Ausstattung sowie die Untersuchungsergebnisse enthält der Abschlussbericht Band 8 (Mueller et al. 2020b).

2 Ergebnisse der standardisierten Fischzugaben

Die Ergebnisse der standardisierten Fischzugaben am Standort Baierbrunn zeigen, dass die prozentuale Mortalität der untersuchten Fischarten beim Abstieg über die raue Rampe deutlich geringer ist als beim Durchgang durch die Turbine. Höhere Mortalitätsraten traten an der rauen Rampe nur beim Rotauge und beim Flussbarsch auf. Diese lagen nach Korrektur um die Mortalität der Kontrollgruppe „Hamen“ für die Rotaugen bei 22 % und für die Flussbarsche bei 7 % (bei allerdings sehr geringer Individuenzahl, es handelte sich um nur 3 tote Barsche). Für beide Arten wurden im Turbinenkorridor mit 28 % (Rotauge) bzw. 9 % (Flussbarsch) jeweils noch höhere Mortalitätsraten als beim Abstieg über die raue Rampe festgestellt.

Insgesamt betrug der Anteil toter Fische am Gesamtfang bei Einbeziehung aller Fischarten außer dem Rotauge **im Abstiegskorridor „raue Rampe“ nur 0,7 %, im Turbinenkorridor hingegen 13,5 %**. Der Fischabstieg über die raue Rampe in Baierbrunn ist also als wesentlich fischverträglicher zu bewerten als der Turbinendurchgang (vergleiche Tabelle 1).

Auch wenn die Anzahl wiedergefangener Fische im Turbinenhamen deutlich höher war als in den Hamen der rauen Rampe, ist die Anzahl von 368 Fischen im Abstiegskorridor „raue Rampe“ ausreichend hoch, um eine belastbare Aussage bezüglich der Gesamtmortalität über alle Arten (ohne Rotauge) zu treffen.

Es ist nicht auszuschließen, dass hohe Strömungsgeschwindigkeiten und Turbulenzen in der Niedrigwasserrinne in Verbindung mit der relativ langen Entwicklungslänge der rauen Rampe zur Mortalität der Rotaugen und Flussbarsche beigetragen haben könnten. In diesem Fall muss aber berücksichtigt werden, dass Rotauge und Flussbarsch an der Isar bei Baierbrunn als vergleichsweise seltene Begleitarten der Fischreferenzzönose (jeweils 0,5 % Referenzanteil) keine relevanten Zielfischarten für die hydraulische Bemessung der rauen Rampe waren. Basierend auf den Ergebnissen der standardisierten Fischzugaben kann davon ausgegangen werden, dass insbesondere rheophile Fischarten mit dieser Abstiegsmöglichkeit grundsätzlich gut zurechtkommen.

Tabelle 1: Fischartenspezifische Mortalitätsraten und Gesamtmortalität (Anteil toter Individuen am Gesamtfang für alle Arten außer dem Rotauge) sowie Anzahl wiedergefangener Fische aus den standardisierten Fischzugaben nach Korrektur der Ergebnisse um die Mortalität der Kontrollgruppe „Hamen“ im Korridor „raue Rampe“ und im Turbinenkorridor (Versuchsgruppen „Turbine“ und „Turbine & Rechen“). Für die Berechnung wurde die Summe sofort und verzögert nach 96 h verstorbener Fische berücksichtigt.

| Fischart | Abstiegskorridor „raue Rampe“ | | Turbinenkorridor | |
|--|-------------------------------|---------------|------------------|---------------|
| | Mortalität [%] | Anzahl Fische | Mortalität [%] | Anzahl Fische |
| Aal | 0,8 | 132 | 0,9 | 588 |
| Äsche | 1,0 | 58 | 16,8 | 630 |
| Bachforelle | 0 | 11 | 19,0 | 478 |
| Barbe | 0 | 1 | 9,3 | 421 |
| Flussbarsch | 7,1 | 42 | 8,9 | 841 |
| Huchen | 0 | 37 | 28,1 | 784 |
| Nase | 2,9 | 87 | 9,3 | 582 |
| Rotaug | 22,0 | 475 | 28,4 | 682 |
| Anteil toter Fische am Gesamtfang (außer Rotaug) | 0,7 | 368 | 13,5 | 4324 |

Bewertung Sonderfall Rotaugen

Bei den Rotaugen erscheint es zudem als wahrscheinlich, dass die Fische eher stressbedingt verstorben sind (Rotaugen sind bekanntermaßen in Haltung und Handling sehr empfindlich), da die sofortige Mortalität der Rotaugen auch nach der Passage der rauen Rampe mit bis zu 16 % nur geringfügig höher war als in der Kontrollgruppe „Hamen rauen Rampe“ (bis zu 14 %). Für eine stressbedingte Mortalität spricht außerdem, dass selbst in der Kontrollgruppe „Vorschädigung“ nach 96 h Hälterung 12 % der Rotaugen verstorben waren. Zudem muss beachtet werden, dass es sich bei den für die standardisierten Fischzugaben verwendeten Rotaugen überwiegend um kleine Individuen handelte (Maximallänge wiedergefangener Rotaugen im Abstiegskorridor „raue Rampe“: 14,7 cm). Es ist davon auszugehen, dass kleinere Rotaugen besonders empfindlich auf verschiedene Einflüsse, beispielsweise auf Effekte der Korridorpassage (Turbine oder raue Rampe) aber auch auf Handling- und Fangeffekte reagieren. Dies zeigt sich beispielsweise daran, dass die Mortalitätswahrscheinlichkeit der Rotaugen mit zunehmender Totallänge statistisch signifikant abnahm (vergleiche Mueller et al. 2020b). Zudem weist ein Vergleich der Fischgrößen von toten (sofortige und verzögerte Mortalität) und lebenden Rotaugen in der Kontrollgruppe „Hamen rauen Rampe“ darauf hin, dass kleinere Rotaugen empfindlicher auf Fang- und Handling-Effekte reagieren. So war die mittlere Länge toter Fische (6,6 cm, Maximallänge 8,3 cm, n = 41) statistisch signifikant kleiner als die mittlere Länge lebender Fische (9,9 cm, Maximallänge 14,7 cm, n = 148) ($p < 0,001$, Welch-Test).

3 Bewertung der methodischen Effekte auf die Ergebnisse in Baierbrunn

Anders als bei standardisierten Fischzugaben können handling- und fangbedingte Verletzungen (Hamenschädigung) sowie Vorschädigungen bei Untersuchungen des natürlichen Fischabstiegs nicht ausreichend bzw. nicht erfasst werden, es handelt sich also um **unkorrigierte Mortalitätsraten**. Mit dem natürlichen Fischabstieg können daher aufgrund der genannten methodischen Limitierungen keine exakten Aussagen über die korridorspezifische Mortalität getroffen werden, sondern vielmehr Aussagen zur Nutzung der Abstiegskorridore oder zur Fischartenzusammensetzung. In dem Datensatz des Standortes Baierbrunn gibt es deutliche Hinweise, dass handling- und fangbedingte Effekte im Abstiegskorridor „raue Rampe“ eine große Rolle gespielt haben:

- Die reine Hamen-Mortalität war bei den standardisierten Fischzugaben direkt in die Hamen der rauen Rampe höher als im Turbinenhamen (Anteil toter Fische am Gesamtfang 7,8 % gegenüber 3,1 % im Turbinenhamen, insbesondere bei Barbe und Rotaugen höhere Hamen-Mortalität in den Rampen-Hamen, vergleiche Tabelle 2). Es kann also davon ausgegangen werden, dass handling- und fangbedingte Effekte in den an der rauen Rampe befestigten Hamen in einem höheren Ausmaß zur Mortalität des natürlichen Fischabstiegs beigetragen haben als im Turbinenhamen.
- Beim natürlichen Fischabstieg dominierten kleine Fischgrößen. Beispielsweise betrug die mittlere Länge der im Abstiegskorridor „raue Rampe“ gefangenen Fischart Schneider, die bei den Untersuchungen des natürlichen Fischabstiegs am häufigsten nachgewiesen wurde, nur 4,4 cm (n = 421, vergleiche Tabelle 3). Es ist plausibel, dass die überwiegend kleinen Fische des natürlichen Fischabstiegs, ähnlich wie die Rotaugen bei den standardisierten Fischzugaben, besonders empfindlich auf Fang und Handling reagiert haben oder bereits Vorschädigungen aufwiesen.
- Beim natürlichen Fischabstieg traten als häufigste Verletzungen nach Passage der rauen Rampe Schuppenverluste und Flosseneinrisse auf, was typische fangbedingte Verletzungen sind, die bei den standardisierten Fischzugaben auch in der Kontrollgruppe „Hamen“ häufig vorkommen: Beispielsweise wiesen über 97 % der wiedergefangenen Rotaugen in der Kontrollgruppe „Hamen raue Rampe“ Schuppenverluste auf, und bei 14,8 % der Rotaugen traten sogar großflächige Schuppenverluste der höchsten Intensitätsstufe 5 (Skala nach Mueller et al. 2017 von 0 = alle Schuppen vorhanden bis 5 = mindestens 70 % der normalerweise beschuppten Körperfläche ohne Schuppen) auf.

Fang- und handlingbedingte Effekte tragen also offensichtlich dazu bei, dass die Mortalität nach Passage der rauen Rampe beim natürlichen Fischabstieg deutlich höher war als bei den standardisierten Fischzugaben (vergleiche Tabelle 2 und 3). Ein weiterer Grund könnte gewesen sein, dass ein Teil der Fische des natürlichen Fischabstiegs bereits vor Passage der rauen Rampe vorgeschädigt oder sogar bereits tot war und nur verdriftet wurde. Diese Erklärungsmöglichkeit ist plausibel und naheliegend, da das flussaufwärts nächstgelegene Kraftwerk Mühlthal nur etwa 4 km oberhalb liegt. Durch Elektrofischungen im Oberwasser wurde im Rahmen der Untersuchungen zwar näherungsweise die Vorschädigung des natürlichen Fischbestands abgeschätzt. Diese Methodik hat aber Grenzen, da immobile oder tote Fische nicht mehr auf den Strom reagieren und damit nicht durch Elektrofischungen erfasst werden können.

Aus den genannten Gründen kann also bei den in Tabelle 3 dargestellten Mortalitätszahlen nicht differenziert werden, welchen Anteil daran konkret die Passage über den Korridor „raue Rampe“ hat und was auf andere Ursachen zurückzuführen ist.

Tabelle 2: Fischartenspezifische Mortalitätsraten und Gesamtmortalität (Anteil toter Individuen am Gesamtfang) sowie Anzahl gefangener Fische in der Kontrollgruppe „Hamen raue Rampe“ und in der Kontrollgruppe „Hamen Turbine“ (Fische werden direkt in die Fangeinrichtung gegeben). Für die Berechnung wurde die Summe sofort und verzögert nach 96 h verstorbener Fische berücksichtigt.

| Fischart | Hamen Raue Rampe | | Hamen Turbine | |
|-----------------------------------|------------------|---------------|----------------|---------------|
| | Mortalität [%] | Anzahl Fische | Mortalität [%] | Anzahl Fische |
| Aal | 0 | 89 | 0 | 150 |
| Äsche | 2,5 | 119 | 4,0 | 247 |
| Bachforelle | 3,4 | 145 | 0,8 | 261 |
| Barbe | 28,4 | 88 | 0,5 | 212 |
| Flussbarsch | 0 | 68 | 0,4 | 259 |
| Huchen | 1,6 | 127 | 0 | 203 |
| Nase | 3,4 | 164 | 2,8 | 251 |
| Rotauge | 21,7 | 189 | 13,7 | 262 |
| Anteil toter Fische am Gesamtfang | 7,8 | 989 | 3,1 | 1845 |

Tabelle 3: Fischartenspezifische Mortalitätsraten für alle Fischarten mit einer Mindestfangzahl von 20 Individuen und Gesamtmortalität des natürlichen Fischabstiegs (Anteil toter Fische am Gesamtfang) sowie Anzahl, mittlere, minimale und maximale Totallänge der gefangenen Fische im Abstiegskorridor „raue Rampe“. Für die Berechnung der Mortalität wurde die Summe sofort und verzögert nach 72 h verstorbener Fische berücksichtigt.

| Fischart | Mortalität [%] | Anzahl Fische | Mittlere TL [cm] | TL (Min–Max) [cm] |
|-----------------------------------|----------------|---------------|------------------|--------------------|
| Schneider | 67,9 | 421 | 4,4 | 1,6–12,5 |
| Elritze | 23,7 | 118 | 6,0 | 1,7–13,5 |
| Barbe | 30,2 | 106 | 4,7 | 2,5–50,0 |
| Rotauge | 82,7 | 75 | 6,1 | 3,4–16,0 |
| Nase | 73,0 | 74 | 4,6 | 3,2–9,8 |
| Flussbarsch | 31,6 | 57 | 6,7 | 4,1–11,1 |
| Koppe | 11,4 | 44 | 8,1 | 3,8–11,5 |
| Güster | 52,4 | 42 | 6,5 | 2,9–9,7 |
| Brachse | 82,9 | 41 | 7,8 | 4,1–12,0 |
| Bachschmerle | 15,2 | 33 | 6,41 | 3,0–10,4 |
| Aitel | 41,9 | 31 | 8,5 | 2,3–52,0 |
| Äsche | 75,0 | 28 | 12,7 | 9,6–31,0 |
| Anteil toter Fische am Gesamtfang | 54,3 | 1129 | | |

4 Fazit zum Vergleich der Mortalitätsraten aus standardisierten Fischzugaben und dem natürlichen Fischabstieg

Die Ergebnisse der standardisierten Fischzugaben zeigen, dass der Abstiegskorridor über die raue Rampe wesentlich fischverträglicher ist als der Turbinenkorridor. Dies lässt sich an einer deutlich geringeren Gesamtmortalität aller Arten (bei Nichtbetrachtung des Rotauges wegen der oben beschriebenen Gründe) festmachen (0,7 % im Abstiegskorridor „raue Rampe“ gegenüber 13,5 % im Turbinenkorridor). Dieses Ergebnis ist insbesondere deswegen positiv zu bewerten, da bei den Untersuchungen am Standort Baierbrunn 70 % des natürlichen Fischabstiegs ins Unterwasser über die raue Rampe und nicht über den schädlicheren Turbinenkorridor erfolgte.

Die Ergebnisse der standardisierten Fischzugaben weisen darauf hin, dass sich handling- und fangbedingte Effekte bei einem Abstieg über die raue Rampe deutlich stärker ausgewirkt haben als im Turbinenkorridor. Letztendlich lässt sich für den natürlichen Fischabstieg aber nicht differenzieren, welchen Anteil handling- und fangbedingte Effekte oder auch Vorschädigungen an der Mortalität hatten. Daher kann mit den Projektergebnissen zum natürlichen Fischabstieg keine belastbare Aussage zu einer etwaigen konkret durch die Passage der rauhen Rampe verursachten Fischmortalität getroffen werden.

5 Bewertung der rauhen Rampe in Baierbrunn

Sohlrampen müssen auch bei extremen Hochwasserereignissen standsicher sein. Die Energieumwandlung erfolgt dabei im Regelfall auf dem Rampenkörper, damit Auskolkungen im Unterwasser vermieden werden können. Rampen werden daher auf diese Vorgaben ausgelegt und danach bemessen. Konstruktive Anpassungen erfolgen vor diesem Hintergrund meist mit dem Ziel, die Fischdurchgängigkeit, die Bootspassierbarkeit, das Landschaftsbild, die Zugänglichkeit usw. zu verbessern. Bezüglich konstruktiver Überlegungen zur Berücksichtigung der Fischdurchgängigkeit beim Bau von Rampen oder Teilrampen steht primär der Fischaufstieg im Fokus.

Die raue Rampe in Baierbrunn fällt durch die eher unübliche Konstruktion der optisch auffälligen gesetzten Steinreihen (Störkörper) auf. Solche aus dem Rampenkörper herausragenden symmetrisch angeordneten Steinreihen sind baulich aufwendig und kommen in Bayern nur selten zum Einsatz. Es ist davon auszugehen, dass diese Steinreihen speziell in Baierbrunn erforderlich waren, um auch bei Hochwasser aufgrund der begrenzten Rampenbreite (Teilrampe) die hydraulische Wirksamkeit zu gewährleisten. Die raue Rampe in Baierbrunn ist 40 m breit, 110 m lang und weist ein Gefälle von 4 % auf. Der in die Rampe integrierte mäandrierende Fischaufstieg zeigt den Fließcharakter eines schnell fließenden Baches und weist keine erkennbaren größeren Ruhebereiche für Fische wie beispielsweise Beckenstrukturen auf. Wir gehen davon aus, dass die spezielle Konstruktionsform der rauhen Rampe in Baierbrunn den besonderen Randbedingungen vor Ort geschuldet war (Teilrampe und große Fallhöhe) und bei der finalen Ausplanung und Ausführung der rauhen Rampe der Fokus offensichtlich eher auf die hydraulische Situation als auf die Fischdurchgängigkeit gelegt wurde.

Inwiefern sich die spezielle Bauart der Teilrampe Baierbrunn nachteilig auf abdriftende oder abwandernde Fische auswirkt, kann mit den vorliegenden Monitoringergebnissen nicht nachgewiesen werden. Insgesamt ist das Schädigungsniveau beim Fischabstieg über die raue Rampe aber wie oben dargestellt (Mortalität bei den standardisierten Fischzugaben) immer noch als vergleichsweise niedrig einzustufen, auch wenn das LfU hinsichtlich der Fischdurchgängigkeit Verbesserungspotenzial sieht.

Unklar bleibt dabei, ob sich die erst bei größeren Abflüssen hydraulisch wirksam werdenden herausragenden Steinreihen negativ auf abdriftende oder abwandernde Fische auswirken könnten.

6 Literatur

Mueller, M., Pander, J. & Geist, J. (2017): Evaluation of external fish injury caused by hydropower plants based on a novel field-based protocol. *Fisheries Management and Ecology* 24; 240–255. DOI: 10.1111/fme.12229.

Mueller, M., Knott, J., Egg, L., Bierschenk, B., Pander, J. & Geist, J. (2020a): Fischökologisches Monitoring an innovativen Wasserkraftanlagen: Band 1 Hintergrund und Methoden. Abschlussbericht. Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie, Technische Universität München, Freising. 183 Seiten.

Mueller, M., Knott, J., Bierschenk, B., Suttor, C., Pander, J. & Geist, J. (2020b): Fischökologisches Monitoring an innovativen Wasserkraftanlagen: Band 8 Baierbrunn an der Isar. Abschlussbericht. Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie, Technische Universität München, Freising. 95 Seiten.

Impressum:

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Telefon: 0821 9071-0
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de

Bearbeitung:

Madlen Gerke, LfU
Hannah Ingermann, LfU
Birgit Lohmeyer, LfU
Dr. Christoph Mayr, LfU
Alexander Neumann, LfU

Bildnachweis:

Titelbild: Jochen Zehender, Bayerische Landeskraftwerke GmbH, Zeltnerstraße 3, 90443 Nürnberg (Drohnenaufnahme)

Stand:

März 2021

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die publizistische Verwertung der Veröffentlichung – auch von Teilen – wird jedoch ausdrücklich begrüßt. Bitte nehmen Sie Kontakt mit dem Herausgeber auf, der Sie – wenn möglich – mit digitalen Daten der Inhalte und bei der Beschaffung der Wiedergaberechte unterstützt.

Diese Publikation wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 0 89 12 22 20 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.