



DAS FISCHÖKOLOGISCHE MONITORING AN WASSERKRAFTANLAGEN VON PROF. DR. JÜRGEN GEIST

WIRKLICH DER GOLDSTANDARD? EINE KRITISCHE AUSEINANDERSETZUNG VON PROF. DR. PETER RUTSCHMANN



© Frank Becht / TUM

Das in der Studie ebenfalls untersuchte Schachtkraftwerk in Großweil mit 420 kW Leistung

In Bayern wurde in den Jahren 2014 bis 2022 eine Studie vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) zum Fischökologischen Monitoring beauftragt und vom Lehrstuhl für aquatische Systembiologie der TU München, Prof. Dr. Jürgen Geist, durchgeführt. Die Studie, die mit 5,7 Mio. Euro gefördert wurde, sollte konventionelle und nachgerüstete sowie innovative neue Wasserkraftkonzepte untersuchen. An insgesamt 8 Standorten wurden 9 Wasserkraftanlagen mit teilweise unterschiedlichen Konzepten untersucht, und die Resultate wurden auf rund 1000 Seiten (Vollversion) sowie in Kurzfassungen veröffentlicht. Die Resultate, vor allem die prozentualen Mortalitätszahlen, sind in der Fachwelt, insbesondere aber auch in den Medien, auf großes Echo gestoßen.

Um Missverständnissen vorzubeugen und klar zu kommunizieren, was in der Fachwelt auch heute nur von Teilen der Expert*innen verstanden wird: Diese prozentualen Mortalitätszahlen beruhen auf ausgezählten Fanginhalten von Netzen, sogenannten Hamen, die nach den Turbinen angebracht wurden. Ich bin erstaunt, dass dies selbst in Wasserkraftkreisen kaum richtig verstanden wurde. Vermutlich steht diese Schlichtheit in krassem Gegensatz zu den Erwartungen einer Studie, die vom LfU selber als ein „Goldstandard“ verstanden wird. Was ich in dieser Einlei-

tung auch ansprechen möchte: Als einer der beiden Erfinder des patentierten Schachtkraftwerks der TU München bin ich direkt von den Resultaten betroffen. Trotzdem versuche ich, mich an einem wissenschaftlichen und objektiven Standard zu orientieren und mich zu bemühen, die teilweise nicht leicht verständliche Materie korrekt zu interpretieren. Wenn die Wissenschaft dazu dient, einem Auftraggeber die gewünschten Argumente zu liefern, so wird sie dauerhaften Schaden nehmen!



UNTERSUCHTE ANLAGEN & VERWENDETE METHODEN

Prof. Dr. Geist und sein Team haben an acht Standorten Untersuchungen an neun Wasserkraftanlagen durchgeführt. Es wurden drei konventionelle und nachgerüstete Anlagen mit Kaplan-turbinen, zwei Wasserkraftschnecken unterschiedlicher Hersteller, zwei Very-Low-Head Turbinen, ein bewegliches Kraftwerk nach Roth und ein Schachtkraftwerk der TU München untersucht. Die Resultate der Studie sind in 12 Berichten dargestellt, davon sind acht Standortberichte, zwei einführende Methodenberichte und zwei Berichte zum Projektabschluss mit Empfehlungen und einer Gesamtbetrachtung. Das LfU stellt auf seinen Web-Seiten Zusammenfassungen zur Verfügung.

Jeder Standortbericht enthält im Wesentlichen zwei Teile: Einen Teil, der die Mortalität von Fischen behandelt, und einen Teil, der sich mit ökologischen Veränderungen der Standorte auseinandersetzt. Ich konzentriere mich hier auf den Teil der Mortalitäten, da ich Wasserkraftingenieur und nicht Ökologe bin. Für die Untersuchungen der Turbinenmortalität von Fischen - in den Berichten übrigens irreführend als „kraftwerksbedingte Mortalität“ bezeichnet - wurden ausschließlich Fische aus der Zucht verwendet, welche unmittelbar vor und teilweise auch nach den Rechen zugegeben wurden, um möglichst hohe Stückzahlen und damit statistische Relevanz zu erreichen. Zur Bestimmung einer Turbinenmortalität mag dies akzeptabel sein, keinesfalls können daraus aber Folgerungen betreffend des Verhaltens von Wildfischen im Umfeld einer Wasserkraftanlage gezogen werden. Mit Ausnahme der ersten beiden Untersuchungen im Jahr 2015 an den Standorten Baiersdorf und Lindesmühle, wo ein leicht reduziertes Untersuchungsprogramm durchgeführt wurde, wurden acht unterschiedliche Fischarten zugegeben, nämlich Aal, Nase, Bachforelle, Flussbarsch, Barbe, Rotaugen, Äsche und Huchen. Diese Fische wurden einem Volllastszenario und einem Niederlastzustand ausgesetzt. Die sofortige Mortalität wurde durch Fischzählungen in den Fanghamen aus dem Quotienten von toten zu den insgesamt im Hamen vorhandenen Fischen bestimmt. Ebenfalls wurde eine verzögerte Mortalität nach 96 Stunden Hälterung (der Aufbewahrung der Fische ohne Fütterung) ermittelt.

Zudem wurden diese durch Zählung bestimmter Mortalitäten mit einer sogenannten „fangbedingten Mortalität“ korrigiert, welche berücksichtigt, dass Fische in einem der Strömung ausgesetzten Hamen, selbst ohne Turbinenschädigung, zu Tode kommen. Eine solche Korrektur erscheint logisch und korrekt, wenn auch problematisch, wie später gezeigt wird. Nicht korrekt aber ist, dass an verschiedenen Orten der Berichte ein Ausschwimmen von Fischen aus dem Hamen rapportiert wird, welches weder diskutiert noch korrigiert wurde. Gravierend hierbei ist, dass dies ein Fehler ist, der die Turbinenmortalität systematisch erhöht, da nur schwimmfähige Fische aus Hamen ausschwimmen können. Für Versuche mit Zuchtfischen hat sich Prof. Dr. Geist entschieden, weil allein solche vor-

her auf ihre Fitness und Vitalität geprüft werden können, während Wildfische Vorschädigungen aufweisen könnten. Diese Argumentation kann man nachvollziehen, was die Bestimmung der Mortalität an einer Turbine anbelangt. Man kann aber aus solchen Untersuchungen auf keinen Fall folgern, wie viele Wildfische sich am Standort von oben nach unten bewegen, noch, welche Wege ein Wildfisch beschreiten würde. Fische sind ausgeprägt lernfähig, und Fische, die schon mehrere Jahre in der Wildbahn überlebten, haben gelernt, Gefahren zu erkennen und sie zu meiden. Man stelle sich vor, eine Herde Antilopen aus dem Tierpark in die afrikanische Savanne zu verfrachten und sie bei den Löwen abzusetzen, um die Überlebensrate von Antilopen bei Löwenangriffen zu bestimmen!

Unter dem Begriff „natürlicher Fischabstieg“ wurde an den Anlagen eine zweite Fischgruppe, nämlich diejenigen der natürlich vorkommenden Wildfische, untersucht. An jeweils etwa 40 Tagen wurden alle potenziellen Abstiegswege gleichzeitig mit Hamen versehen, und alle natürlich abwandernden Wildfische aufgefangen. Auch wenn einzelne Fische schon vor der Passage tot oder verletzt waren, so erlauben nur diese Untersuchungen, das Wanderverhalten der Fischpopulation vor Ort zu bewerten. Jeweils in einer kleinen Tabelle und nur in den vollständigen Berichten ist dargestellt, wie viele Fische natürlicherweise absteigen, welche Wege sie wählen und wie hoch ihre Biomasse beziehungsweise ihr durchschnittliches Gewicht ist.

DIE RESULTATE

In den Berichtsbänden 11 und 12 sind die hauptsächlichsten Resultate zusammengefasst. Hier werden die verschiedenen Mortalitäten für die untersuchten Arten bei verschiedenen Lastszenarien in Prozentwerten als „kraftwerksbedingte Mortalität“ dargestellt. Und stellen Sie sich bitte unter der „kraftwerksbedingten Mortalität“ nichts anderes vor, als einen Fanghamen am Turbinenauslauf, worin Wissenschaftler*innen tote und lebende Fische zählen. Bitte keine Gedanken an etwas mehr, was vielleicht auch interessieren könnte! Zum Beispiel: Welcher Rechenstabsabstand Fische wie stark vor einer Turbinenpassage schützt, ob es Sinn macht, Kraftwerke durch Feinrechen und ein Bypasssystem für gefahrlosen Fischabstieg nachzurüsten, oder wie denn die innovativen Konzepte, die versuchen, den Fisch gefahrlos an der Turbine vorbeizuleiten im Vergleich mit einer fischfreundlichen Turbine wie der Very-Low-Head-Turbine performen! Von alledem werden Sie in der Studie nichts finden! Es geht fast ausschließlich um die Prozentwerte der Turbinenmortalität. Nehmen wir beispielsweise einen Feinrechen mit Bypasssystem an, an welchem von 1000 Fischen 999 schadlos an der Turbine vorbei gelenkt würden und ein einziger Fisch durch die Turbine schwimmt und getötet wird. Dann wird ein toter Fisch im Turbinenhamen vorgefunden, und die Mortalität laut Bericht 100% sein, was dann noch mit der fangbedingten Mortalität von beispielsweise 5% korrigiert und eine „kraftwerksbedingte Mortalität“ von 95% ergeben würde!



Wenn Sie die tausend Seiten Bericht genau durchlesen und analysieren, so können Sie durchaus viel Interessantes, aber auch Widersprüchliches und einen Gegensatz zum gewollten Bild einer „katastrophal fischschädigenden Wasserkraft“ entdecken! Im Gegensatz zu Prof. Geist, der ein Fliegenfischer ist, scheue ich mich auch nicht, hier meinen „Conflict of Interest“ offen zu legen: Ja, ich bin ein Freund der Wasserkraft und insbesondere auch der Kleinwasserkraft, und ich bin insofern Partei, als ich als Miterfinder des Schachtkraftwerks von den Untersuchungen betroffen bin. Ich denke, man kann negative Auswirkungen von Wasserkraft beschränken, und ich bin der festen Überzeugung, dass prozentuale Turbinenmortalitäten kein geeignetes Maß sind, um unterschiedliche Konzepte miteinander zu vergleichen! Wissenschaft sollte schon etwas mehr sein, als ein wilder Vergleich von Prozentwerten, wenn nicht einmal die Ausgangsmenge erwähnt, geschweige denn überhaupt wissenschaftlich erforscht wurde. Ich weigere mich deshalb ganz bewusst, hier Resultate in Form solcher Prozentwerte anzugeben oder grafisch darzustellen, sie können zusammengefasst in den beiden letzten Bänden der Studie gefunden werden. Für Biolog*innen mag es Sinn machen, einen Wert für ein Wasserkraftkonzept zu geben, welcher die reine Turbinenmortalität beschreibt, für Expert*innen von Wasserkraftmaschinen oder Wasserbauingenieur*innen macht das keinen Sinn. Und auch für mich als einen Wissenschaftler, der mit gesamtheitlichem Blick forscht, und der sowohl die ökologische, ökonomische und soziale Sicht im Sinne der UN Sustainable Development Goals vertritt, macht das ebenfalls keinen Sinn.

Grundsätzlich kann man absteigende Fische an Wasserkraftwerken schützen, indem man fischfreundlichere Turbinen baut, oder indem man versucht, Fische auf gefahrlosem Weg an konventionellen Turbinen vorbei über eine Wasserkraftanlage zu leiten. So haben die Franzosen aktuell eine Nachrüstung von konventionellen Wasserkraftanlagen so weit für Smolts (junge Lachse) mit Feinrechen und Bypass optimiert, dass 95% der Smolts den gefahrlosen Weg wählen! Ob die Mortalität für die restlichen 5% der Smolts 10% oder 15% beträgt, interessiert nur noch sekundär. In einer Studie wie der vorliegenden, sollten aber nicht nur technische Aspekte, sondern auch gesellschaftliche Gesichtspunkte interessieren. Kann die Gesellschaft gegen die Wasserkraft mobilisiert werden, weil man ihr relativ hohe Mortalitäts-Prozentzahlen hinwirft, oder sollte ein seriöser Wissenschaftler diese nicht auch ins Verhältnis eines normalen Sterberisikos von Fischen setzen? Hier versagt die Studie des LfU komplett! Darf es sein, dass aufgrund einer wissenschaftlichen Studie der Rückbau einer Wasserkraftanlage, die die Haushalte der ganzen Gemeinde Großweil mit 1500 Einwohner*innen mit Strom versorgt und dabei gerade Mal etwa ein Zehntel so viele Fische tötet wie ein einzelner Kormoran oder Gänseäger, gefordert wird?

DISKUSSION DER RESULTATE

Obschon ich die Genauigkeit der in der Studie ermittelten, prozentualen Mortalitäten stark bezweifle, so kann man ihr dennoch interessante Erkenntnisse entnehmen. Solche Erkenntnisse als auch meine Zweifel an den ermittelten Prozentwerten möchte ich hier kurz diskutieren. Ich tue dies generell für alle untersuchten Standorte der Studie, außer bei ausgesuchten Beispielen, wo ich den Standort erwähne.

Für meine Zweifel an den angegebenen Turbinenmortalitäten erwähne ich hier zwei Hauptkritikpunkte:

1. Die Hamenfangmethodik ist veraltet, da Fische im Netz eines der Strömung ausgesetzten Hamens verenden und zudem Fische, wie an mehreren Stellen der Berichte erwähnt ist, aus dem Hamen entkommen können, was zu einer systematischen Überschätzung der Mortalität von Fischen im Hamen führt. Die Studie berücksichtigt von diesen beiden Effekten einzig das Verenden der Fische wegen des Hamenfangs, indem diese „fangbedingte Mortalität“ von der beobachteten Turbinenmortalität abgezogen wird. Führt man diese Subtraktion aus, so resultieren in über 60 Fällen negative Mortalitäten, im extremsten Fall eine Mortalität von minus 29%. Das heißt, dass die Mortalität von Fischen, die im Hamen einzig der herrschenden Strömung ausgesetzt waren, um 29% höher war als diejenige von Fischen, die der herrschenden Strömung im Hamen ausgesetzt waren und zusätzlich die Turbine passieren mussten! Das kann natürlich nicht sein, und weil die Prozentwerte aus der Zählung von Fischen resultieren, es also keinen Messfehler gibt, dürfte niemals ein negativer Wert resultieren! Nun erkennen wir aber nur negative Werte als gesichert falsch, aber wer sagt, dass solche Fehler nicht auch generell auftreten können?
2. Die Studie untersucht für jedes Szenario und jede Fischart Versuche mit zwei Fischgruppen. Einer Gruppe „T&R“ (Fische die Rechen und Turbine querten und Schädigungen an Rechen und Turbine ausgesetzt waren) und einer Gruppe „TUR“ (Fische, die ethisch höchst fragwürdig hinter dem Rechen durch einen speziellen, künstlichen Zugang zugegeben wurden und keine Chance hatten, der Turbinenpassage auszuweichen. Ein Szenario, das im Betrieb nie vorkommen kann!). Von der Studienleitung wird erwähnt, dass man die Mortalitäten infolge des Rechens und Rechenreinigers untersuchen wollte. Ich habe fast 300 Szenarien ausgewertet und die prozentualen Differenzen der Turbinenmortalität der Gruppen „T&R“ minus „TUR“ gebildet. Man würde annehmen, dass bei gleichen Fischgruppen der Rechen Fische abhalten kann, aber dass für diejenigen, die den Rechen passiert haben, die Mortalität in der Turbine annähernd die gleiche ist, wie für diejenigen Fische (nur rechengängige wurden berücksichtigt), die direkt vor der Turbine ohne Rechenpassage zugegeben wurden. Im Mittel stimmt das auch und der Differenzwert liegt bei plus 0,5 Prozent (absolut). Das Gesamtbild der Differenzen sieht allerdings anders aus:



Man erhält eine ziemlich schöne und symmetrische Gaußsche Glockenkurve mit einer Standardabweichung von $\pm 5,9\%$ und einem 95% Konfidenzintervall von $\pm 11,6\%$ und symmetrischen Maximaldifferenzen von genau $\pm 49\%$. Aus meiner Sicht deutet die symmetrische Glockenkurve auf ein Zufallsresultat, und die Standardabweichung von $\pm 5,9\%$, d.h. im Bereich der rapportierten Mortalitäten, auf grobe Fehler in der Genauigkeit bzw. der verwendeten Methodik zur Bestimmung der Mortalitäten. Zu denken gibt mir auch die Tatsache, dass von den Fischen der Gruppe „TUR“, die hinter einem Feinrechen und direkt vor der Turbine zugegeben wurden, im Turbinenhamen aller untersuchten Anlagen durchschnittlich nur 43% wieder vorgefunden wurden (maximal 78%, minimal fragliche 5%)! Man fragt sich, wo die restlichen Fische verlorengegangen sind! Ich kann mir nicht vorstellen, dass Fische, die unmittelbar vor der Turbine zugegeben werden, der Passage entrinnen können.

Für mich mitunter die wichtigsten Resultate der Studie Geist sind in den Untersuchungen zum „natürlichen Abstieg“ enthalten. Während rund 300 Stunden, an rund 40 Tagen jeweils hälftig im Frühling und im Herbst, wurden alle möglichen Abstiegswege im Bereich der Wasserkraftanlagen gleichzeitig mit Hamen bestückt und die natürlich absteigenden Fische darin gefangen und ihre Schädigungen ermittelt. Es wird in den Berichten erwähnt, dass man zur Vorschädigung dieser Fische keine Aussagen machen kann, und dass möglicherweise Fische schon tot angespült und in den Hamen aufgefangen wurden. Trotzdem geben diese Versuche einen wichtigen Einblick ins Wanderverhalten der Fischpopulationen vor Ort und in eine Schädigung der Fischpopulationen in absoluten Zahlen. Es sind die einzigen Versuche, in denen sich Wildfische ihren Abstiegsweg über das Kraftwerk selber aussuchen konnten, und es sind die einzigen Versuche, die die absteigenden Fische zahlen- und gewichtsmäßig erfassten. Für das Schachtkraftwerk in Großweil kann daraus beispielsweise entnommen werden, dass in 333 Stunden Hamenfang insgesamt 567 Fischindividuen abwanderten, dass dies einer Biomasse von 15,9kg entspricht und das durchschnittliche Fischgewicht also 28g betrug. Von den absteigenden Fischen benutzten 5,7kg den Weg durch die Turbine, die anderen Fische, die gefahrlosen Abstiegswegen über die beim Schachtkraftwerk vorgesehenen Abstiegfenster bzw. die Fischaufstiegsanlagen, was dann zu einer Anlagenmortalität führt, die rund 1/3 der von Prof. Geist an die Medien kommunizierte Mortalität entspricht, d.h. 3,7% und nicht 11,2%. Pro Tag kommen damit am Kraftwerk rund 45g Fisch zu Tode, was im Vergleich mit dem natürlichen Todesrisiko eines Fisches in freier Natur vernachlässigbar ist! So tötet ein einzelner Kormoran oder Gänseäger am Tag rund 500g Fisch, ein Fischotter etwa 1500g Fisch und der durchschnittliche bayerische Angler 20g Fisch. Wie viele Angler an der Loisach in Großweil berechtigt sind, weiß ich nicht.

FAZIT

Die Studie des LfU, durchgeführt vom Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie der TU München (Prof. Geist) hat für viel Geld Turbinenmortalitäten mit sehr zweifelhafter Methodik und sehr zweifelhaftem Resultat ermittelt und hat anhand dieser Turbinenmortalitäten unterschiedliche Konzepte verglichen und aufgrund der prozentualen Mortalitäten darauf hingewiesen, welcher großen Schaden die Kleinwasserkraft bewirke. Die Wildfischuntersuchungen zeigen aber, dass der Schaden durch Wasserkraft im Vergleich zum natürlichen Risiko durch Kormoran, Fischotter, Raubfische etc. und nicht zuletzt durch Angler um Größenordnungen höher liegt. Die Studie wurde falsch konzipiert, die Resultate scheinen sehr stark fehlerbehaftet zu sein und eine kritische Hinterfragung der Resultate durch den Auftragnehmer und den Auftraggeber hat offenbar nicht stattgefunden. Insbesondere für die zahlreichen Bestandsanlagen, die in naher Zukunft einen funktionsfähigen Fischabstieg bekommen sollten, liefert die Studie keinerlei Erkenntnisse, da Feinrechen, Bypasssysteme etc. nicht in die Turbinenmortalität eingehen, und die Untersuchung keine wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Wanderverhalten der Populationen vor Ort liefert. Goldstandard, wie die Studie vom LfU oft genannt wird, sieht meines Erachtens anders aus! 🐟



DER AUTOR



PETER RUTSCHMANN

studierte, doktorigierte und arbeitete über lange Zeit an der Versuchsanstalt für Wasserbau der ETH Zürich, bevor er 2002 Professor an der Universität Innsbruck wurde und 2007 die Leitung des Lehrstuhls für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU München übernahm. Er war an über 50 Wasserkraftprojekten beteiligt, war

Miterfinder des innovativen Schachtkraftwerks und hat die beiden EU-H2020 Projekte FiThydro (EUR 7,2 Mio., 26 Partner) und HYDRO4U (EUR 11,2 Mio., 13 Partner) akquiriert und bis zu seiner Emeritierung im September 2021 geleitet.