Bewertungstool für Fischaufstiegshilfen

Cristina Rachelly, Matthias Mende, Werner Dönni, Susette Burger

Zusammenfassung

Die schweizerische Gesetzgebung zur Fischerei verlangt, dass bis 2030 Massnahmen zur Wiederherstellung der freien Fischwanderung an kraftwerksbedingten Hindernissen umgesetzt werden. Die Wahl des Bautyps sowie die Anpassung der Fischaufstiegshilfe (FAH) an die örtlichen Gegebenheiten ist anspruchsvoll und erfordert bereits im Variantenstudium eine relativ detaillierte Planung. Insbesondere in Fällen, in denen Schutzgebiete durch den Bau einer FAH betroffen sind, können zudem Interessenkonflikte zwischen den Schutzzielen und den Zielen der Sanierung Wasserkraft entstehen.

Für die systematische und sorgfältige Abwägung zwischen verschiedenen FAH-Varianten wurde ein umfangreiches, automatisiertes Excel-Tool mit zugehörigem Begleitbericht entwickelt. Mit dem Tool werden verschiedene FAH-Varianten einerseits anhand bekannter technisch-hydraulischer und biologischer Funktionskriterien verglichen. Andererseits werden weitere Kriterien wie z. B. betroffene Schutzgebiete oder die Funktion als Ersatzlebensraum bewertet. Abschliessend werden die Varianten in einem Kosten-Nutzen-Diagramm einander gegenübergestellt.

Das Tool ermöglicht keinen automatisierten Variantenentscheid. Es soll jedoch den Planenden als Planungshilfe dienen und den Behörden eine erhöhte Nachvollziehbarkeit einer Variantenempfehlung ermöglichen. Der abschliessende Variantenentscheid ist unter Berücksichtigung der Verhältnismässigkeit und in Abstimmung mit allen Beteiligten zu treffen.

Résumé

La législation suisse en matière de pêche exige que des mesures visant à rétablir la libre migration des poissons face aux obstacles causés par les centrales électriques soient mises en œuvre d'ici 2030. Le choix du type de construction et l'adaptation du dispositif d'aide à la montaison des poissons aux conditions locales sont exigeants et nécessitent une planification relativement détaillée dès l'étude des variantes. En particulier dans les cas où des zones protégées sont affectées par la construction d'un dispositif, des conflits d'intérêts peuvent survenir entre les objectifs de protection et les objectifs d'assainissement de l'énergie hydraulique.

Un outil Excel complet et automatisé, avec un rapport d'accompagnement, a été développé pour permettre une évaluation systématique et minutieuse des différentes variantes étudiées. D'une part, cet outil permet de les comparer sur la base de critères de fonctionnement technico-hydrauliques et biologiques connus. D'autre part, d'autres critères tels que les zones protégées affectées ou la fonction d'habitat de substitution sont évalués. Enfin, les variantes sont comparées dans un diagramme coûts-avantages.

L'outil ne permet pas de prendre une décision automatisée sur les variantes. Cependant, il doit servir d'aide à la planification pour les planificateurs et garantir aux autorités une meilleure traçabilité d'une variante de recommandation. La décision finale doit être prise en tenant compte de la proportionnalité et en concertation avec toutes les parties concernées.

1. Einleitung

1.1 Ausgangslage

Das schweizerische Gesetz (BGF Art. 10) und die Verordnung über die Fischerei (VBGF Anhang 4) verlangen, dass bis 2030 Massnahmen zur **Wiederherstellung der freien Fischwanderung** an kraftwerksbedingten Hindernissen umgesetzt werden. Die Nachrüstung eines bestehenden Kraftwerks mit Fischwanderhilfen *(Bild 1)* stellt Betreiberinnen und Behörden vor grosse Herausforderungen, da insbesondere für Fischaufstiegshilfen (FAH) zahlreiche Bautypen zur Auswahl stehen und die örtlichen Gegebenheiten bestmöglich berücksichtigt werden sollen.

Neben der technisch-hydraulischen und der biologischen Funktionalität einer FAH sind oft weitere Kriterien, wie beispielsweise die Lebensraumqualität, betroffene Schutzgebiete, Unterhalt etc. für die Wahl eines bestimmten FAH-Bautyps an einem spezifischen Standort relevant. Sind an einem FAH-Standort Wald oder Schutzgebiete von kantonaler oder nationaler Bedeutung betroffen, kann es zu **Interessenkonflikten** zwischen dem Schutz der Landschaft bzw. des Lebensraums und den Zielen der Sanierung Wasserkraft kommen.

Ausgehend von den bisherigen Erfahrungen im Umgang mit diesen Interessenkonflikten haben die Abteilungen Landschaft und Gewässer sowie Wald inklusive der Fischereifachstelle des Kantons Aargau 2018 ein Positionspapier verfasst. Darin ist festgehalten, dass bei der Ausgestaltung von FAHs im Wald oder in Schutzgebieten neben der Funktionalität auch weitere Schutzinteressen zu berücksichtigen sind und in diesen Gebieten nach Möglichkeit naturnahe Bauweisen zu bevorzugen sind. In solchen Fällen kommt der sorgfältigen Abwägung zwischen verschiedenen Bautypen und Linienführungen unter Berücksichtigung aller Interessen besondere Bedeutung zu.

Im Auftrag der kantonalen Sektion Gewässernutzung wurde ein Excel-Bewertungstool für FAH-Varianten mit zugehörigem Begleitbericht erarbeitet. Das Bewertungstool beruht auf dem aktuellen Wissensstand zu Fischaufstiegshilfen gemäss *DWA-M 509 (2014)* und *BAFU Best Practice (2022)*. Das Tool soll die Entscheidungsfindung bei der Wahl des FAH-Bautyps für Planende und Behörden erleichtern und vereinheitlichen. Dabei werden die im Positionspapier von

Bild 1: Naturnahes Umgehungsgewässer (Raugerinne-Beckenpass), Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt, Foto: ALGGN, 2019.

2018 festgehaltenen Planungsgrundsätze berücksichtigt. Neben technisch-hydraulischen und biologischen **Funktionskriterien** werden auch verschiedene sogenannte **Umfeldkriterien** in die Bewertung der FAH-Bautypen einbezogen. Damit soll aufgezeigt werden, dass durchaus unterschiedliche Bautypen zur Sicherstellung der Fischgängigkeit entwickelt wurden und je nach standörtlicher Situation zur Anwendung kommen können.

Die Erfahrungen des Kantons Aargau sollen in Form dieser Planungshilfe auch anderen Kantonen und Planenden frei zur Verfügung gestellt werden. Um die Methodik des Bewertungstools breiter abzustützen, wurde sie von Experten ausserhalb der Schweiz (*Falko Wagner*, Institut für Gewässerökologie und Fischereibiologie IGF, Jena, und *Daniel Schmidt*, team ferox GmbH, Dresden) geprüft und mit ihnen im Rahmen eines **Workshops** diskutiert.

1.2 Konzept und Ziele

Das Bewertungstool soll Planenden und Behörden als fakultative **Planungshilfe** dienen. Es soll primär auf Stufe **Variantenstudium** (SIA-Phase 21) angewendet werden. Zudem kann es bei Bedarf während der Erarbeitung des Vor- und Bauprojekts (SIA-Phasen 31+32) erneut als Kontrollinstrument zum Einsatz kommen.

Das Bewertungstool ermöglicht eine detaillierte Bewertung verschiedener FAH-Varianten anhand mehrerer Kriterien:

- **Funktionskriterien:** technisch-hydraulische und biologische Funktionalität
- **Umfeldkriterien:** rechtliche Grundlagen (z. B. Schutzgebiete) und weitere Kriterien zur ganzheitlichen Bewertung einer FAH-Variante (z. B. Vernetzung, Naherholungswert etc.)

Die systematische Auseinandersetzung der Planenden mit den verschiedenen Funktions- und Umfeldkriterien gewährleistet eine **umfassende und möglichst objektive Beurteilung** der verschiedenen Varianten. Damit soll verhindert werden, dass immer nur ein FAH-Typ geprüft, ohne fundiertes Variantenstudium weiterverfolgt wird und dadurch Synergieeffekte verpasst werden. Somit wird dem kantonal definierten Grundsatz Rechnung getragen, dass naturnahe FAH-Bautypen zu bevorzugen sind, wenn sie im Variantenvergleich ähnlich gut abschneiden.

Rechtliche Grundlagen

Die rechtlichen Grundlagen beziehen sich auf die Gesetzgebung des Bundes und des Kantons Aargau. Die rechtliche Situation anderer Kantone kann abweichen.

Sanierung Fischgängigkeit
Das Bundesgesetz über die Fischerei aus dem Jahr 1991 (BGF, SR 923.0) schreibt vor, dass bei jedem technischen Eingriff in ein Gewässer die freie Fischwanderung sicherzustellen und eine Tötung oder Schädigung von Fischen und Krebsen durch bauliche Anlagen oder Maschinen zu verhindern ist. Zudem verpflichten das 2011 in Kraft getretene Gewässerschutzgesetz (GSchG, SR 814.20) und die Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF, SR 923.01) die Inhaber von Wasserkraftanlagen dazu, ökologische Beeinträchtigungen durch die Nutzung der Wasserkraft bis 2030 zu beseitigen. Hindernisse, welche die Fischwanderung wesentlich beeinträchtigen, müssen saniert werden.

Schutzgebiete (Auenschutz)
Gemäss Art. 1 des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz (NHG, SR 451) sind das heimatliche Landschafts- und Ortsbild, die geschichtlichen Stätten sowie die Natur- und Kulturdenkmäler des Landes zu schonen, zu schützen sowie ihre Erhaltung und Pflege zu fördern. Auf dieser Grundlage wurden zahlreiche Schutzgebiete auf nationaler, kantonaler und kommunaler Ebene geschaffen.

Gemäss §40 des kantonalen Gesetzes über Raumentwicklung und Bauwesen (Baugesetz, BauG, SAR 713.100) sind für Schutzobjekte des Natur-, Heimat- und Objektschutzes Massnahmen zu treffen, um einheimische Pflanzen- und Tierarten zu erhalten, ihre Lebensräume zu bewahren, zu fördern und wo nötig neu zu schaffen. Speziell erwähnt werden die landschaftlich und biologisch bedeutenden Auengebiete des Kantons Aargau, die zu erhalten oder wiederherzustellen sind. Unter diesem Aspekt sollen bei Kraftwerken, welche sich in Auenschutzgebieten befinden, möglichst naturnahe Varianten von Fischwanderhilfen angestrebt werden, um damit zugleich weitere positive Effekte für das Auenschutzgebiet erzielen zu können (Vernetzungskorridor sowie Lebensraum für weitere Lebewesen). Der Auenschutz ist im Kanton Aargau in der Verfassung verankert (§42 Abs. 5) und geniesst einen hohen Stellenwert. Der kantonale Auenschutzpark umfasst über ein Prozent der Kantonsfläche.

Wald
Gemäss Art. 4 des Bundesgesetzes über Wald (WaG, SR 921.0) gilt jede dauerhafte oder vorübergehende Zweckentfremdung von Waldboden als Rodung. Gemäss Art. 5 WaG sind Rodungen verboten. Der Wald soll möglichst frei bleiben von Bauten und Anlagen (Richtplan Kanton Aargau L4.1). Nichtforstliche Bauten mit einer Grundfläche über 30 m² erfordern immer eine Rodungsbewilligung.

Ausnahmebewilligungen können erteilt werden, wenn wichtige Gründe vorliegen, die das Interesse an der Walderhaltung übertreffen, eine Standortgebundenheit gegeben ist, die Voraussetzungen der Raumplanung sachlich erfüllt werden und die Rodung zu keiner erheblichen Gefährdung der Umwelt führt. Finanzielle Interessen gelten hingegen nicht als wichtige Gründe. Dem Natur- und Heimatschutz ist Rechnung zu tragen.

Gemäss kantonaler Praxis kann für ökologisch wertvolle, naturnahe Fischaufstiegshilfen der Verzicht auf eine formelle Rodungsbewilligung geprüft werden. Das Gewässer bleibt dann Wald im Rechtssinne. Voraussetzung dafür ist, dass die Aufstiegshilfe weiterhin Waldfunktion erfüllt (z. B. Kronenschluss, durchlässige Sohle, Quer- und Längsvernetzung).

Die sorgfältige Erhebung biologischer, hydrologischer, hydraulischer und technischer Grundlagen steht bei der Planung einer FAH an erster Stelle. Basierend auf diesen Grundlagen werden mehrere FAH-Varianten mit unterschiedlichen Linienführungen und Bautypen erarbeitet. Die Dimensionierungsgrössen dieser Varianten sowie Informationen zu weiteren Schutzinteressen werden in das Excel-Bewertungstool abgefüllt. Das Bewertungstool hat damit auch die Funktion einer **Checkliste**. Gleichzeitig gewährleistet die Anwendung des Bewertungstools eine **transparente Dokumentation** des Variantenstudiums und -entscheids. Zusätzlich zu den Angaben im Bewertungstool soll für jede Variante ein Lageplan (Situationsplan) erstellt werden.

1.3 Abgrenzung

Das vorliegende Bewertungstool kann nicht alle standörtlichen Besonderheiten abdecken. Daher ist das Bewertungstool als unterstützendes Instrument im Variantenstudium zu sehen. Auf Basis des Tools allein kann kein Variantenentscheid getroffen werden.

Das Bewertungstool kann grundsätzlich auch auf nicht kraftwerksbedingte Hindernisse angewendet werden. Fischabstiegsanlagen sowie intermittierend betriebene Fischaufstiegsanlagen (z. B. Fischlift) werden hingegen nicht berücksichtigt.

Der Rückbau eines Fischwanderhindernisses wird in der vorliegenden Methodik nicht explizit behandelt. Diese Variante sollte aber immer geprüft werden, insbesondere bei nicht kraftwerksbedingten Hindernissen oder kleinen Anlagen.

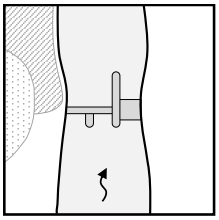
Das Tool ist primär für die Bewertung geplanter Fischaufstiegshilfen gedacht. Für die Funktions- und Wirkungskontrolle bestehender Anlagen sind andere Instrumente vorhanden.

Das Bewertungstool wurde mit Fokus auf die rechtlichen Grundlagen und die kantonale Praxis des Kantons Aargau entwickelt *(siehe Box)*. Die festgehaltenen Planungsgrundsätze sind allerdings grösstenteils auch auf andere Kantone übertragbar.

2. Bewertungstool

Bild 2 zeigt die notwendigen Arbeitsschritte, um das Bewertungstool zielbringend anwenden zu können. Im Folgenden werden die einzelnen Arbeitsschritte genauer erläutert.

Schritt 1: Grundlagen



Im ersten Bearbeitungsschritt werden Angaben zu den Randbedingungen des Projektgebiets, zur Wasserkraftanlage, zur Hydrologie sowie zur Fischfauna gemacht. Diese Angaben beeinflussen die nachfolgende Bewertung der Funktions- und Umfeldkriterien, indem automatisiert Grenzwerte verändert oder einzelne Kriterien aktiviert bzw. deaktiviert werden.

- **Randbedingungen:** Das Projektgebiet wird auf das Vorhandensein von Schutzgebieten und weiteren Planungen geprüft. Ist ein Schutzgebiet vorhanden, wird das entsprechende Umfeldkriterium zur Beurteilung aktiviert.

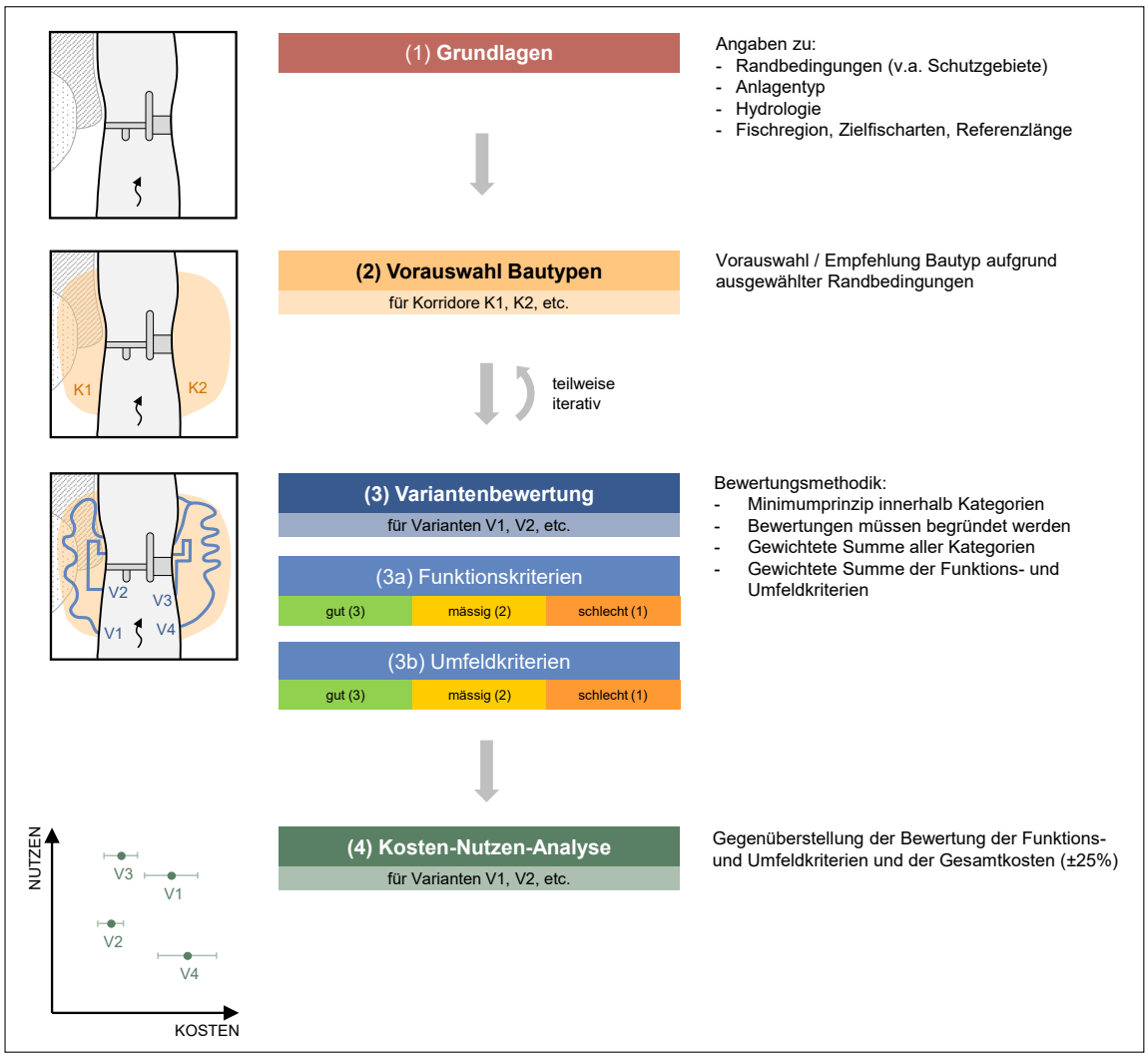
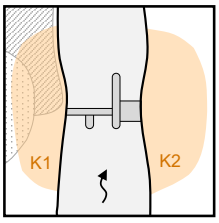


Bild 2: Arbeitsschritte im Bewertungstool.

- **Anlage:** Es werden fünf Anlagetypen unterschieden, die jeweils eine unterschiedliche grossräumige Anordnung der FAH erfordern. Zudem wird der Ausbauabfluss abgefragt.
- **Hydrologie:** Die für die Dimensionierung relevanten Abflüsse Q_{330} und Q_{30} werden abgefragt.
- **Fischfauna:** Die Fischregion, das heutige bzw. erwartete Vorkommen von Seeforelle und/oder Lachs und die grösste vorkommende Zielart werden für die geometrische Dimensionierung abgefragt. Sind Seeforelle und/oder Lachs zu berücksichtigen, sind sie normalerweise die massgebliche Zielart für die geometrische Dimensionierung. Die Bewertung quantitativer Funktionskriterien auf Basis von Grenz- und Bemessungswerten *(Schritt 3)* wird automatisch auf die Fischgrösse der Zielart angepasst. Weitere Zielarten können zu Dokumentationszwecken aufgeführt werden, haben aber keinen automatischen Einfluss auf die Bewertung.

Schritt 2: Vorauswahl Bautypen



Im zweiten Schritt können ein bis maximal vier **Korridore** (Linienführungen) definiert werden. Korridore sind grossräumige Zonen, die den Platzbedarf für eine oder mehrere FAH-Varianten beschreiben. Sie können sich beispielsweise durch ihre grossräumige Anordnung unterscheiden, also z. B. durch die Uferseite. Der Korridor kann auch bautypenabhängig sein, so haben z. B. Umgehungsgewässer normalerweise einen grösseren Platzbedarf und damit einen ausgedehnteren Korridor als konventionelle Schlitzpässe. Die sorgfältige Unterscheidung von Korridoren ist insbesondere dann wichtig, wenn durch verschiedene Linienführungen **unterschiedliche Schutzgebiete oder Schutzgebiete in unterschiedlichem Masse tangiert** werden.

Für jeden Korridor werden in Abhängigkeit der betroffenen Schutzgebiete Empfehlungen zur **Wahl des Bautyps** gemacht. Ist beispielsweise ein Auenschutzgebiet betroffen, wird empfohlen, technische Bauweisen zu vermeiden oder auf ein Minimum der Lauflänge zu begrenzen (z. B. durch eine Bautypenkom bination). Das Abweichen von diesen Empfehlungen ist grundsätzlich möglich, muss aber begründet werden.

Folgende **FAH-Bautypen** werden im vorliegenden Bewertungstool berücksichtigt (s. aufgeführte Quellen für weitere Informationen):

- Konventioneller Schlitzpass *(BAFU 2022, Kap. 4.3.1.1; DWA 2014, Kap. 8.2.4)*
- Multi-Struktur-Schlitzpass *(BAFU 2022, Kap. 4.3.1.2)*
- Mäanderfischpass (auch bekannt als Rundbeckenpass; *BAFU 2022, Kap. 4.3.1.3; DWA 2014, Kap. 8.2.4.5.3; Mende et al. 2019)*
- Naturnaher Schlitzpass (auch bekannt als Technischer Beckenpass; https://flusslauf.at/innovation-und-forschung/technischer-beckenpass/)
- Raugerinne-Beckenpass *(BAFU 2022, Kap. 4.3.2; DWA 2014, Kap. 8.2.5)*
- Rampen und Teilrampen (strukturierte Rampen mit Beckenstruktur, unstrukturierte Rampen; *BAFU 2022, Kap. 4.3.3; DWA 2014, Kap. 7.5, 7.6)*
- Asymmetrisches Raugerinne *(Mühlbauer et al., 2020)*
- Umgehungsgewässer *(BAFU 2022, Kap. 4.3.4; DWA 2014, Kap. 7.10)*

In *Bild 3* sind die verschiedenen FAH-Bautypen auf einem Gradienten möglicher Zusatzfunktionen angeordnet. Zusatzfunktionen sind die Funktion der FAH als Ersatzlebensraum, die Gewährleistung der lateralen Vernetzung bzw. Passierbarkeit sowie ihr Einfluss auf das Landschaftsbild. Die Anordnung der Bautypen erfolgte auf gutachterlicher Basis.

Sofern eine Fischaufstiegshilfe gleichermassen erreichbar, auffindbar und passierbar ist, ist die Erfüllung solcher Zusatzfunktionen erstrebenswert. Sind Wald oder Schutzgebiete betroffen, stellen sich normalerweise konkrete Zusatzanforderungen an die FAH, indem sie nicht nur der Fischwanderung dient, sondern einen erweiterten Lebensraum oder ein Vernetzungselement für weitere wasserbezogene Lebewesen bietet.

Weitere Hinweise zu den Bautypen:

- **Nicht berücksichtige Bautypen:** Das Bewertungstool ermöglicht keine Beurteilung intermittierend betriebener FAHs (Fischlift, Fischliftschleuse, Fischschleuse) oder selten bzw. heute kaum mehr verwendeter Bauweisen (konventioneller Beckenpass, Denilfischpass, Borstenfischpass).
- **Neuartige Bautypen / Bautypenkombinationen:** Neue Bautypen mit wenig Erfahrung (z. B. modifizierter Denilfischpass) werden nicht explizit berücksichtigt. Bei Bedarf können neuartige Bautypen sowie Bautypenkombinationen durch die Möglichkeit der benutzerdefinierten Bewertung *(Schritt 3)* im Tool berücksichtigt werden. Bei Bautypenkombinationen können die einzelnen FAH-Abschnitte im Bewertungstool als unterschiedliche Varianten (z. B. V1a und V1b) behandelt werden.
- **Neobiota:** Der Umgang mit Neobiota an Fischaufstiegshilfen, insbesondere

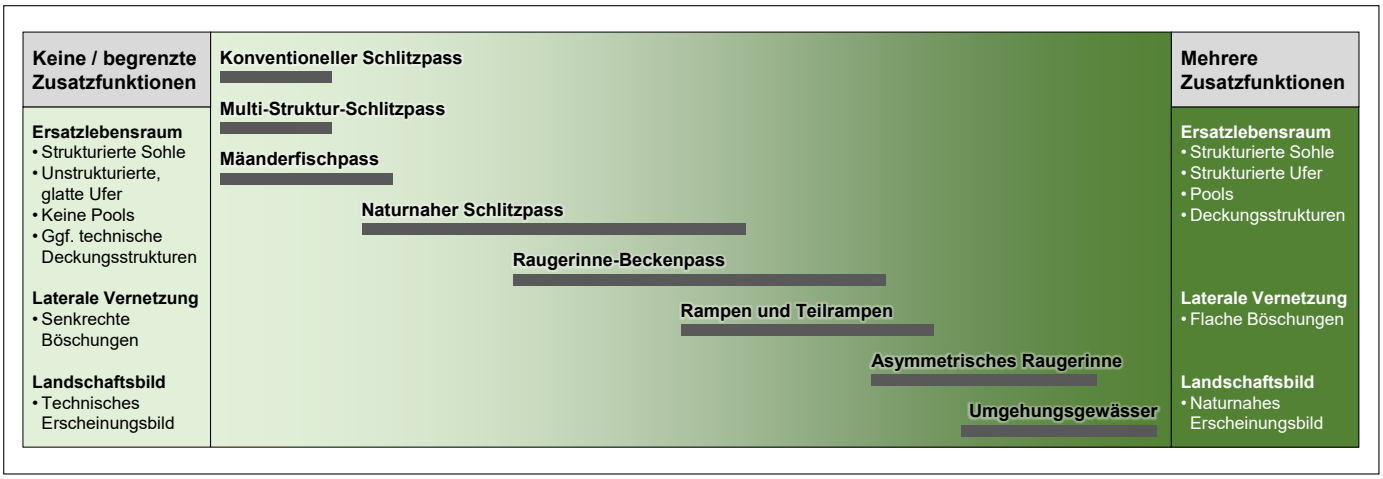
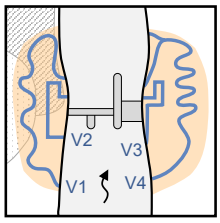


Bild 3: Anordnung der FAH-Bautypen auf einem Gradienten verschiedener Zusatzfunktionen (gutachterliche Einschätzung).

invasiven Fisch- und Krebsarten, ist gemäss den lokalen Gegebenheiten und dem aktuellen Wissensstand zu berücksichtigen.

Schritt 3: Variantenbewertung



Im dritten Bearbeitungsschritt werden bis zu fünf **FAH-Varianten** definiert und bewertet. Mehrere Varianten können sich im gleichen Korridor befinden.

Zunächst muss für jede Variante angegeben werden, ob es sich um eine Bautypenkombination handelt, welche Bauweise (z. B. konventioneller Schlitzpass oder Raugerinne ohne Einbauten) vorgesehen ist, sowie welche betrieblichen Bedingungen erwartet werden (Einschätzung Wartungsbedarf). Aufgrund dieser Angaben werden die Sicherheitsbeiwerte Geometrie, Wassertiefe, Fliessgeschwindigkeiten, Leistungsdichte und Betrieb nach *DWA (2014)* festgelegt und fliessen in die automatisierte Bewertung der Funktionskriterien ein.

Im Anschluss werden für jede Variante insgesamt 22 Funktionskriterien (F) und 18 Umfeldkriterien (U) in folgenden Kategorien bewertet:

- F1: Erreichbarkeit, Auffindbarkeit
- F2: Dimensionierung (Passierbarkeit)
- F3: Hydraulik (Passierbarkeit)
- F4: Weiteres (Passierbarkeit)
- U1: Natur-, Heimat- und Landschaftsschutz
- U2: Raumplanung / Umweltschutz / Nutzung
- U3: Koordinationsbedarf
- U4: Ökologie und Nachhaltigkeit

Jedes dieser Kriterien erhält dabei die Bewertung **gut (3), mässig (2) oder schlecht (1)**. Für Kriterien mit bekannten Grenz- und Bemessungswerten *(BAFU 2022, DWA 2014)* wird die Einhaltung des Bemessungswerts als gut, die Einhaltung des Grenzwerts als mässig und die Nichteinhaltung des Grenzwerts als schlecht bewertet. Für die weiteren Kriterien wurde die Bewertungsskala im Rahmen dieses Projekts festgelegt.

Tabelle 1 zeigt die Bewertungsmethodik. Für **quantitative** Kriterien wird eine automatisierte Bewertung anhand der hinterlegten Grenz- und Bemessungswerte vorgenommen. Weil aufgrund standörtlicher Gegebenheiten gegebenenfalls nicht alle Anforderungen erfüllt werden können, ist zusätzlich eine «**benutzerdefinierte Bewertung**» möglich. Damit kann beispielsweise die Bewertung einer leichten Unterschreitung eines Bemessungswerts («mässig») aufgrund der fachlichen Einschätzung der Planenden oder weiterer Experten und Expertinnen auf «gut» verbessert werden. Solche benutzerdefinierten Bewertungen müssen allerdings innerhalb des Tools fachlich begründet werden.

Qualitative Kriterien, wie z. B. die Einhaltung von Landschaftsschutzzielen, erfordern stets eine Begründung der gewählten Bewertung.

Anschliessend wird die Bewertung der Einzelkriterien in drei Schritten zu einer Gesamtpunktzahl pro Variante aggregiert:

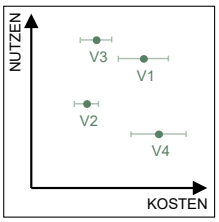
1. Die Funktions- und Umfeldkriterien sind in thematische und funktionelle Kategorien gruppiert. Innerhalb jeder Kategorie wird das **Minimumprinzip** angewendet, d. h. jeder Variante wird die jeweils schlechteste Bewertung innerhalb einer Kategorie zugeordnet. Damit wird verhindert, dass eine schlechte Erfüllung eines Kriteriums mit einem anderen Kriterium aufgewogen werden kann. Eine zu grosse Wasserspiegeldifferenz zwischen den Becken kann z. B. nicht durch grössere Schlitzbreiten kompensiert werden.
2. Aus der Bewertung der verschiedenen Kategorien wird je ein **gewichteter Mittelwert** für die Funktions- und die Umfeldkriterien berechnet. Für die Gewichtungsfaktoren werden Werte empfohlen, die jedoch im Sinne einer Sensitivitätsanalyse variiert werden können.
3. Aus der Bewertung der Funktions- und Umfeldkriterien wird ein **gewichteter Mittelwert** für die Variante berechnet. Für die Gewichtungsfaktoren werden Werte empfohlen, die jedoch im Sinne einer Sensitivitätsanalyse variiert werden können.

	Funktionskriterien		Umfeldkriterien
Einzelkriterium	*Quantitativ* → automatisierte Bewertung → benutzerdefinierte Bewertung möglich (Begründung erforderlich) (z. B. max. Leistungsdichte)	*Qualitativ* → Begründung erforderlich (z. B. Unterhaltsaufwand)	*Qualitativ* → Begründung erforderlich (z. B. Tangierung von Schutzgebieten)
1) Kategorie	Minimumprinzip		Minimumprinzip
2) Kriteriengruppe	Gewichteter Mittelwert aus Kategorien		Gewichteter Mittelwert aus Kategorien
3) Gesamtbewertung Variante	Gewichteter Mittelwert aus Funktions- und Umfeldkriterien		

Tabelle 1: Bewertungsmethodik für die einzelnen Funktions- und Umfeldkriterien und Aggregation zu einer Gesamtbewertung je Variante.

Die hier angewandte Bewertungsmethodik ist angelehnt an den DWA-Themenband «Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen» *(DWA, 2006)*. Zudem wurden die Methodik und die Gewichtung der einzelnen Kategorien im Rahmen des Expertenworkshops sowie mit den kantonalen Fachbehörden besprochen und verfeinert.

Schritt 4: Kosten-Nutzen-Analyse



Die Gesamtpunktzahl sowie die Kosten aller Varianten werden in einem **Kosten-Nutzen-Diagramm** dargestellt. Es empfiehlt sich, die Robustheit des Bewertungsresultats anhand einer **Sensitivitätsanalyse** zu prüfen. Zu diesem Zweck können die Gewichtungsfaktoren variiert werden.

Das Kosten-Nutzen-Diagramm ist eine zentrale Grundlage für einen fundierten **Variantenentscheid**, da im Rahmen der Sanierung Wasserkraft die im Verhältnis von Aufwand und Funktionalität günstigste Variante gewählt werden soll. Auf Basis dieses Ergebnisses allein kann jedoch kein Variantenentscheid getroffen werden, da nicht alle standörtlichen Besonderheiten abgedeckt werden können. Eine vertiefte Diskussion der Varianten mit allen Beteiligten ist unumgänglich.

Bild 4 zeigt exemplarisch, wie die einzelnen Arbeitsschritte im Excel-Bewertungstool implementiert sind.

3. Ausgewählte Planungshinweise

Der Begleitbericht zum Bewertungstool sowie die bekannten Grundlagen *DWA (2014)*

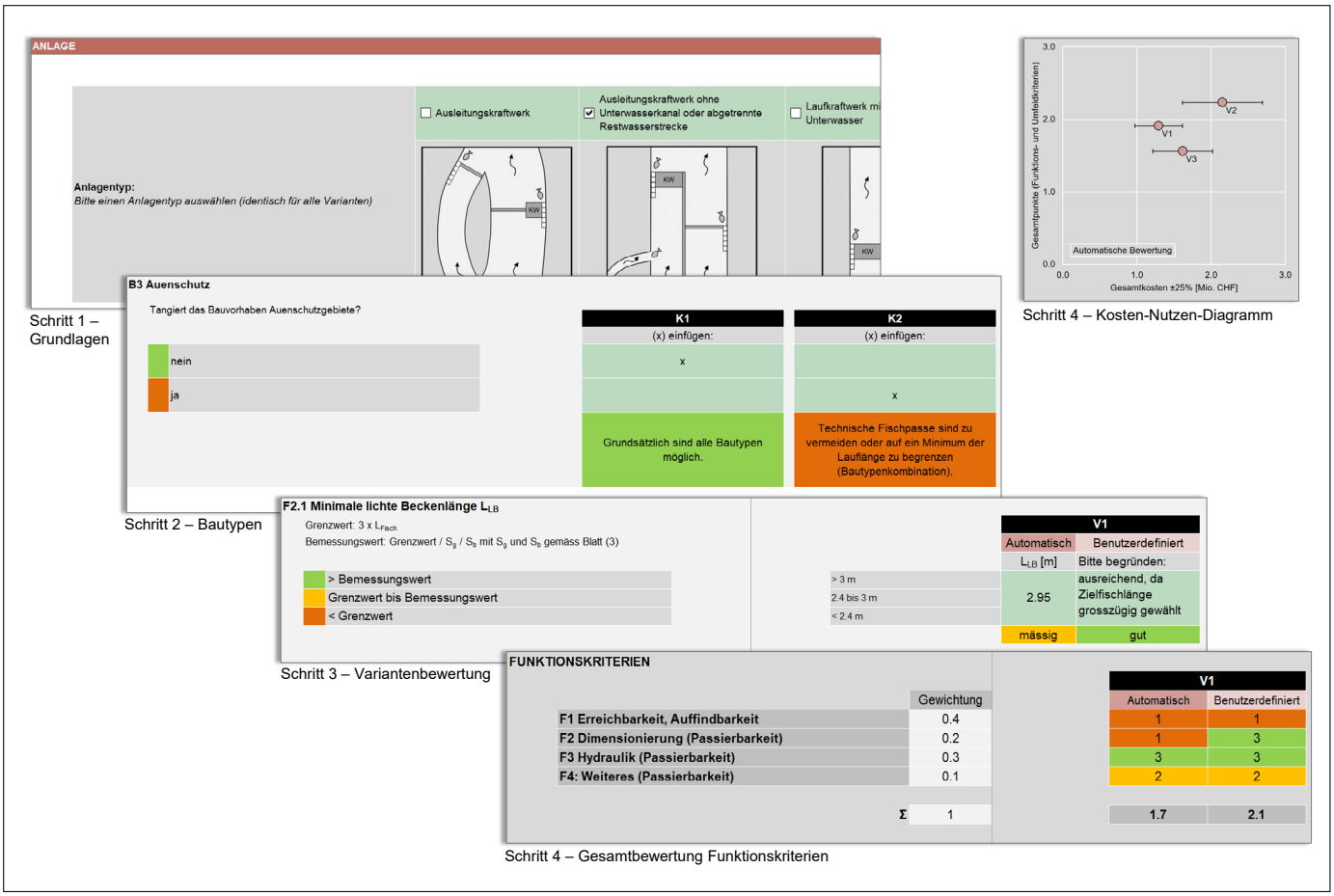


Bild 4: Exemplarische Ausschnitte einzelner Arbeitsschritte aus dem Excel-Bewertungstool. In *Schritt 3* wird z. B. gezeigt, wie die automatisierte Bewertung eines Funktionskriteriums verbessert werden kann, wobei dafür eine fachliche Begründung notwendig ist. Diese benutzerdefinierte Bewertung fliesst in die Gesamtbewertung der Funktionskriterien in *Schritt 4* ein.

und *BAFU (2022)* enthalten ausführliche Planungshinweise zu den einzelnen Funktions- und Umfeldkriterien. An dieser Stelle soll nur auf ausgewählte Punkte hingewiesen werden, die gemäss den Erfahrungen der Autorinnen und Autoren sowie der beigezogenen externen Experten kritisch sein können und denen deshalb besondere Aufmerksamkeit zu schenken ist:

- **Grossräumige Anordnung / Position des Einstiegs:** Fischaufstiegsanlagen sind so zu platzieren, dass der Wanderkorridor in allen Gewässerzweigen fortgesetzt wird. Der Einstieg ist grundsätzlich so nah wie möglich am Hindernis und im Randbereich der Hauptströmung zu platzieren. Der Suchbereich der Fische ist in jedem Fall durch eine individuelle Begutachtung der Situation vor Ort abzuschätzen. Kritisch ist zudem die Durchwanderbarkeit allfälliger Restwasserstrecken im Unterwasser. Hier muss ein geeigneter Wanderkorridor mit ausreichenden Wassertiefen vorhanden sein.
- **Sohlengestaltung:** Die Sohlengestaltung in der FAH ist für gewisse Arten ein entscheidendes Kriterium und bereits kurze strömungsexponierte, glatte Abschnitte (z.B. Betonfläche unter Schieber) können die Passierbarkeit für gewisse Arten empfindlich einschränken. Aus der Sohle herausragende, über den gesamten Fliessquerschnitt reichende Einbauten («Sohlschwellen») im Riegelbereich verursachen zudem problematische Wirbelschleppen, welche die hydraulischen Verhältnisse negativ beeinflussen können. Auch einzelne, weit über die Sohle hinausragende Steine können Wirbelschleppen bzw. Turbulenzen verursachen, die von Fischen in der Regel gemieden werden.
- **Bautypenkombinationen:** Generell spricht nichts gegen Bautypenkombinationen und es sind diverse Beispiele bekannt, die in Wirkungskontrollen gute Resultate erzielten. Insbesondere bei schwankenden Wasserspiegeln im Ober- oder Unterwasser hat es sich beispielsweise bewährt, einen Schlitzpass-Abschnitt beim Ein- bzw. Ausstieg mit einem naturnäheren Bautyp zu kombinieren. Ein besonderes Augenmerk ist auf den Übergangsbereich zwischen den verschiedenen Bautypen zu legen. Es ist darauf zu achten, dass sämtliche geometrischen und hydraulischen Vorgaben durchgehend eingehalten werden.
- **Gefällearme Abschnitte:** Ob Abschnitte ohne oder mit geringem Gefälle die Durchwanderbarkeit einer FAH einschränken, lässt sich nicht eindeutig sagen. Zumindest Wanderfische dürften aber durch eine gefällearme FAH-Strecke nicht beeinträchtigt sein, sofern Mindestgeschwindigkeiten von 0,3 bis 0,5 m/s eingehalten werden. Gefällearme Strecken neigen aber zur Verlandung bzw. Sedimentakkumulation, wodurch sich die Wassertiefen und das Beckenvolumen über die Betriebszeit deutlich verringern bzw. sich der Unterhaltsaufwand vergrössert.
- **Refugialwirkung bei Niederwasser:** Bei Niederwasser kann eine ausreichende Wassertiefe in den Becken in Abhängigkeit von den standörtlichen Gegebenheiten wichtiger sein als die Durchwanderbarkeit.

4. Fazit und Ausblick

Das vorliegende Bewertungstool dient als **Planungshilfe** für die Auswahl von Fischaufstiegshilfen an Wasserkraftanlagen und nicht kraftwerksbedingten Hindernissen. Im Grundsatz kann das Tool auch für die Berücksichtigung von Umgebungskriterien bei Fischabstiegsanlagen eingesetzt werden. Es ist primär für die Stufe Machbarkeit konzipiert und ermöglicht eine umfassende und unvoreingenommene Beurteilung verschiedener Varianten. Dabei werden neben der technisch-hydraulischen und biologischen Funktionalität auch weitere Kriterien wie z. B. die Vereinbarkeit mit Schutzgebieten geprüft.

Viele Kriterien sind im Bewertungstool automatisiert hinterlegt, um eine möglichst einfache Anwendung zu ermöglichen. Die Überprüfung der Berechnungen bzw. die fachgerechte Anwendung der Bemessungsgrundlagen liegt jedoch weiterhin in der **Verantwortung der Planenden**. Durch die Möglichkeit einer benutzerdefinierten Bewertung wird sichergestellt, dass auch standortspezifische Besonderheiten bestmöglich im Bewertungstool abgebildet werden können. Abweichende Bewertungen sind zu begründen.

Mit Hilfe dieses einfach anzuwendenden Bewertungstools und des hinterlegten Variantenfächers soll die Sanierung der Fischgängigkeit **vielfältig und auf die jeweilige örtliche Situation bezogen** geprüft werden können. Im Rahmen der Sanierung soll mit Hilfe des vorliegenden Tools für jede Anlage derjenige Bautyp einer Fischaufstiegshilfe gewählt werden, der dem Ziel der Verbesserung der Fischwanderung ebenso gerecht wird wie den übrigen Zielen im betrachteten Gebiet. So kann z. B. in einem Auengebiet die Anforderung an die Fischwanderung erfüllt und das Schutzgebiet durch zusätzliche Funktionen der Fischaufstiegsanlage aufgewertet werden. Eine unvoreingenommene Betrachtung der verschiedenen FAH-Bautypen ermöglicht es, für jede örtliche Situation eine ganzheitlich beste Variante zu finden.

Es wird darauf hingewiesen, dass das Bewertungstool den aktuellen Wissensstand zu Fischaufstiegshilfen nach *DWA (2014)* und *BAFU (2022)* abbildet. Bei zukünftigem Wissenszuwachs (z. B. Aktualisierung *DWA 2014*) kann eine Aktualisierung des Bewertungstools erforderlich werden.

Link zum Tool und zum Begleitbericht:
www.ag.ch > Hochwasserschutz und Gewässer > Umsetzung GSchG / GSchV > Sanierung Fischgängigkeit

Quellen:

BAFU (Hrsg.) (2022): Wiederherstellung der Fischwanderung. Gute Praxisbeispiele für Wasserkraftanlagen in der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 2205

DWA (2006): DWA-Themen: Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen, Auswertung durchgeführter Untersuchungen und Diskussionsbeiträge für Durchführung und Bewertung. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

DWA (2014): Merkblatt DWA-M 509. Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

Mende, M., Dönni, W., Helbig, U., Rathke, K. (2019). Der Rundbeckenfischpass – eine Alternative zum konventionellen Schlitzpass. Wasser Energie Luft, 111, 243–254.

Mühlbauer, M., Ratschan, C., Lauber, W., Zauner, G. (2020). Das asymmetrische Raugerinne, ein neuer Fischaufstiegsanlagen-Typ. Wasserwirtschaft, 120(2-3),63–68.

Autorinnen und Autoren:

Cristina Rachelly, IUB Engineering AG, Belpstrasse 48, 3000 Bern

Matthias Mende, IUB Engineering AG, Belpstrasse 48, 3000 Bern

Werner Dönni, Fischwerk GmbH, Neustadtstrasse 7, 6003 Luzern

Susette Burger, Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung Landschaft und Gewässer, Sektion Gewässernutzung, Entfelderstrasse 22, 5001 Aarau