

Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer

Fische (Stand 2024)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer

Fische (Stand 2024)

Impressum

Rechtliche Bedeutung

Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BAFU als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert die bundesumweltrechtlichen Vorgaben (bzgl. unbestimmten Rechtsbegriffen und Umfang/ Ausübung des Ermessens) und soll eine einheitliche Vollzugspraxis fördern. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfe, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen; andere Lösungen sind aber auch zulässig, sofern sie rechtskonform sind.

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Autoren

Nicolas Achermann, Fischwerk; Pascal Vonlanthen, Aquabios;
Werner Dönni, Fischwerk

Begleitgruppe

Régine Bernard, biol conseils;
Daniel Bernet, Fischereiinspektorat, Bern;
Christoph Birrer, Amt für Natur, Jagd und Fischerei, St. Gallen;
Lukas Boller, AquaPlus; Jakob Brodersen, Eawag;
Arielle Cordonier, Service de l'écologie de l'eau, Genève;
Diego Dagani, BAFU;
Christiane Ilg, Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA);
Bänz Lundsgaard-Hansen, BAFU;
Armin Peter, FishConsulting;
Heike Schmidt, Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin (FIWI);
Nele Schuwirth, Eawag; Christine Weber, Eawag

Expertinnen und Experten Testauswertungen

Lukas Boller, AquaPlus; Jakob Brodersen, Eawag;
Danilo Foresti, Ufficio della caccia e della pesca, Ticino;
Joachim Guthruf, Aquatica; Guy Périat, TELEOS;
Armin Peter, FishConsulting

Titelbild

Alet (*Squalius cephalus*) auf Laichgrund,
Trême, Nebenfluss Saane, Kanton Freiburg.
© Michel Roggo/BAFU

Layout

Funke Lettershop AG

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/uv-2421-d

Eine gedruckte Fassung kann nicht bestellt werden.
Diese Publikation ist auch in französischer Sprache verfügbar. Die Originalsprache ist Deutsch.

© BAFU 2024

Inhaltsverzeichnis

Abstracts	5	A	Anhang	46
		A 1	Feldprotokolle	46
Vorwort	6	A 2	Fallbeispiele	49
		A 3	Erwartungswerte	66
1 Einleitung	7	A 4	Anwendungshilfe	71
1.1	Das Modul-Stufen-Konzept			
	7			
1.2	Rechtliche Grundlagen			
	8			
1.3	Beurteilung von Fließgewässern anhand der Fische			
	8			
1.4	Erweiterung der MSK-Fisch-Methode			
	9			
2 Ziele der Methode	11			
2.1	Allgemeine Zielsetzungen			
	11			
2.2	Zielhierarchie			
	12			
3 Methodenüberblick	13			
4 Datenerhebung	14			
4.1	Auswahl und Charakterisierung der			
	Befischungsstrecke			
	14			
4.2	Besatzkoordination			
	15			
4.3	Habitate			
	16			
4.4	Fischregion			
	17			
4.5	Befischung			
	18			
4.6	Feldprotokolle und Datenaufbereitung			
	22			
5 Auswertung und Bewertung	23			
5.1	Bestimmung des Gewässertyps			
	23			
5.2	Unterziel 1: Standorttypische			
	Artenzusammensetzung			
	27			
5.3	Unterziel 2: Standorttypische Dichten			
	32			
5.4	Unterziel 3: Standorttypische Populationsstruktur			
	36			
5.5	Unterziel 4: Gesunde Fische			
	39			
5.6	Aggregation der Bewertungen der Unterziele			
	39			
6 Grenzen der Anwendbarkeit	42			
7 Glossar	43			
8 Literaturverzeichnis	45			

Abstracts

This report describes a method developed as part of the Modular Stepwise Procedure (MSP) for assessing the ecological status of watercourses using the *FI-CH fish index*. The assessment is carried out by comparing the observed fish population with the fish population expected under near-natural conditions. The MSP method introduced in 2004 was revised on the basis of detailed statistical analyses of the data and expert knowledge acquired since then, and further developed into the 2024 MSP method described here. The new method can be used both for watercourse assessment and for monitoring the impact of revitalisation and restoration of connectivity

Keywords:

*Modular Stepwise
Procedure, evaluation of
waters, fish*

Der vorliegende Bericht beschreibt eine im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts (MSK) entwickelte Methode zur Beurteilung des ökologischen Zustands von Fließgewässern anhand dem *Fisch-Index FI-CH*. Die Beurteilung erfolgt durch einen Vergleich des beobachteten Fischbestands mit dem unter naturnahen Bedingungen erwarteten Fischbestand. Die 2004 eingeführte MSK-Methode wurde anhand von detaillierten statistischen Auswertungen der seither gewonnenen Daten sowie Expertenwissen überarbeitet und zur hier beschriebenen MSK-Methode 2024 weiterentwickelt. Die neue Methode ist sowohl für die Gewässerbeurteilung als auch für die Wirkungskontrollen von Revitalisierungen und Sanierungen der Fischgängigkeit einsetzbar.

Stichwörter:

*Modul-Stufen-Konzept,
Gewässerbeurteilung, Fische*

Développée dans le cadre du système modulaire gradué (SMG), la méthode décrite dans ce rapport permet d'évaluer l'état écologique des cours d'eau à l'aide de l'indice suisse des poissons FI-CH. L'évaluation repose sur une comparaison entre le peuplement pisciaire observé et celui attendu dans des conditions proches de l'état naturel. La présente méthode (2024) est une version améliorée de la méthode SMG introduite en 2004, qui a été révisée sur la base de nouvelles connaissances d'experts et à partir de l'analyse statistique détaillée des données recueillies depuis lors. Elle convient non seulement pour apprécier l'état des cours d'eau mais aussi pour contrôler l'effet des revitalisations et des assainissements visant à rétablir la libre migration du poisson.

Mots-clés :

*système modulaire gradué,
appréciation des cours
d'eau, poissons*

Il presente rapporto descrive un metodo sviluppato nel quadro del sistema modulare graduale (SMG) per la valutazione dello stato ecologico dei corsi d'acqua sulla base dell'*indice dei pesci FI-CH*. La valutazione viene effettuata confrontando la fauna ittica osservata con quella attesa in condizioni seminaturali. Il metodo SMG, introdotto nel 2004, è stato rielaborato sulla base di valutazioni statistiche dettagliate dei dati raccolti da allora nonché su conoscenze specialistiche ed è stato ulteriormente sviluppato nel metodo SMG 2024 qui descritto. Il nuovo metodo può essere impiegato sia per la valutazione delle acque che per i controlli di efficacia di rivitalizzazioni e risanamenti della libera migrazione dei pesci.

Parole chiave:

*sistema modulare graduale,
valutazione delle acque,
pesci*

Vorwort

Der umfassende Schutz der Gewässer und ihrer vielfältigen Funktionen als Lebensraum für Pflanzen und Tiere sowie die nachhaltige Nutzung der Gewässer sind zentrale Ziele des Gewässerschutzgesetzes. Bei der Beurteilung des Zustands der Fliessgewässer im Rahmen des Vollzugs steht neben der Bewertung der chemischen, morphologischen und hydrologischen Gewässerqualität die Untersuchung der Lebensgemeinschaften im Zentrum. Nur die Erfassung des biologischen Zustandes erlaubt letztlich einen direkten Vergleich mit den ökologischen Zielen für die Gewässer. Fische sind hierfür besonders geeignet, da sie sowohl auf chemische als auch auf hydrologische und morphologische Veränderungen des naturnahen Gewässerzustandes reagieren.

Im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts (MSK) wurde im Jahr 2004 eine Methodenempfehlung zur Untersuchung und Beurteilung der Schweizer Fliessgewässer anhand von Fischen publiziert (Modul Fische, Schager und Peter, 2004). Diese Anleitung legte den Grundstein für ein harmonisiertes Vorgehen bei der Beurteilung der Fliessgewässer der Schweiz anhand der Fische. Die Methode wird in der nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA) sowie in kantonalen Untersuchungen angewendet. Die Erfahrungen aus 20 Jahren Anwendung haben den grossen Nutzen der Methode bestätigt, aber auch die Notwendigkeit einer Weiterentwicklung deutlich aufgezeigt. In den letzten 20 Jahren wurden viele Daten erhoben, so dass heute für mehr Regionen, Gewässertypen und Fischarten eine umfassendere Datenbasis zur Verfügung steht als bei der Entwicklung der ersten Methode. Aufbauend auf der 2004 publizierten Methode wurde mit Hilfe von detaillierten statistischen Auswertungen und Expertenwissen der neue Fischindex Schweiz FI-CH entwickelt.

Generell wurden die neuen Beurteilungen für einzelne Stellen von den kantonalen und weiteren Fachleuten als passender eingestuft, d.h. sie beschreiben den Gewässerzustand besser. Die neue Methode berücksichtigt die Einflüsse des Klimawandels und ist insgesamt für mehr Gewässertypen anwendbar. Die Entwicklung des neuen Fischindex FI-CH hat somit zu den gewünschten Verbesserungen geführt.

Das BAFU dankt allen, die zum Gelingen der Entwicklung des neuen Fischindexes FI-CH beigetragen haben, insbesondere dem Autorenteam, den Mitgliedern der Begleitgruppe sowie weiteren beteiligten Expertinnen und Experten für die geleistete Arbeit und die grosse Unterstützung.

Stephan Müller, Abteilung Wasser
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

1 Einleitung

1.1 Das Modul-Stufen-Konzept

Bäche und Flüsse der Schweiz sind Teil einer vielfältig und intensiv genutzten Landschaft. Sie sind von Siedlungen, Landwirtschaftsland, Strassen und weiteren Infrastrukturen umgeben. Sie werden zur Energiegewinnung genutzt, zum Schutz vor Hochwasser verbaut und sie werden durch eine Vielzahl von Stoffen aus der Landwirtschaft, Siedlungen und der Industrie verunreinigt. Diese → *anthropogenen* (kursiv geschriebene Wörter werden im Glossar [Kap. 7] erklärt) Einflüsse bestimmen, ob ein Gewässer seine Funktion als Lebensraum für eine reiche Tier- und Pflanzenwelt wahrnehmen kann oder nicht. Die menschlichen Einflüsse wirken sich auch auf wichtige Ökosystemleistungen wie die Versorgung mit Trinkwasser oder den Hochwasserrückhalt aus. Während sich der Gewässerschutz früher auf die Reduktion der chemischen Belastung konzentrierte, steht heute der ganzheitliche Schutz der Gewässer im Vordergrund. Ein umfassender Schutz der Gewässer bedingt genaue Kenntnisse über ihren Zustand. Im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts (MSK) erarbeiten das Bundesamt für Umwelt (BAFU), kantonale Fachstellen, die Eawag (das Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs) und der Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) Methoden, mit denen der Zustand der Fließgewässer in der Schweiz einheitlich untersucht und beurteilt werden kann. Die Methoden sind als Vollzugshilfen oder Expertenberichte publiziert und erfassen chemisch-physikalische, hydromorphologische, biologische und ökotoxikologische Aspekte der Gewässerqualität.

Biologische Untersuchungen sind gut geeignet, um die auf Gewässer einwirkenden Einflüsse gesamtheitlich zu erfassen. Sie ermöglichen es zu beurteilen, ob die Lebensgemeinschaften von Tieren oder Pflanzen typisch sind für nicht oder nur schwach belastete Gewässer des jeweiligen Gewässertyps. Die biologischen Methoden des MSK haben zum Ziel, den ökologischen Zustand von Gewässern zu beurteilen sowie die zeitliche Entwicklung des ökologischen Gewässerzustands zu dokumentieren. Sie sind zudem ein wichtiger Bestandteil von Erfolgskontrollen im Gewässerschutz.

1.2 Rechtliche Grundlagen

Das Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (GSchG, SR814.20) beauftragt in Artikel 57 den Bund und in Artikel 58 die Kantone, Abklärungen über Gewässer vorzunehmen. Darunter fallen unter anderem Erhebungen darüber, ob die in Anhang 1 Ziffer 1 der Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV, SR 814.201) definierten ökologischen Ziele für oberirdische Gewässer erreicht werden.

Anhang 1 Ziffer 1 Absatz 1 GSchV:

Die Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen oberirdischer Gewässer und der von ihnen beeinflussten Umgebung sollen:

- a. naturnah und standortgerecht sein sowie sich selbst reproduzieren und regulieren;*
- b. eine Vielfalt und eine Häufigkeit der Arten aufweisen, die typisch sind für nicht oder nur schwach belastete Gewässer des jeweiligen Gewässertyps.*

Bund und Kantone führen auch Erhebungen darüber durch, ob die in Anhang 2 Ziffer 1 GSchV genannten Anforderungen an die Wasserqualität oberirdischer Gewässer erfüllt sind.

Die Kantone teilen die Ergebnisse der Erhebungen über den ökologischen Gewässerzustand (ökologische Ziele und Anforderungen an die Wasserqualität) den Bundesstellen mit (Art. 58 Abs. 1 GSchG).

Die vorliegende Publikation liefert eine einheitliche Methode zur Durchführung solcher Erhebungen mittels Untersuchung der Fische.

1.3 Beurteilung von Fließgewässern anhand der Fische

Ein gutes biologisches Monitoring trägt dazu bei, eine einheitliche Übersicht über den Zustand der Gewässer zu erhalten, die mittel- und langfristige Entwicklung zu verfolgen, problematische Entwicklungen frühzeitig zu erkennen und geeignete Gegenmassnahmen zu formulieren. Fische sind diesbezüglich besonders gut geeignet. Sie widerspiegeln die Gesamtheit aller auf sie einwirkenden Umgebungsfaktoren. Dazu gehören Veränderungen der strukturellen Lebensraumvielfalt oder Abflussregulierungen, das Vorkommen von Wanderhindernissen und die Vernetzung mit den Zuflüssen sowie die chemische Wasserqualität und die Temperaturverhältnisse. Entsprechend stellt die im Gewässer lebende Fischgemeinschaft ein Abbild des Gesamtzustandes des Ökosystems dar.

Gewässerschutzmassnahmen werden zunehmend international diskutiert. Auch innerhalb der EU werden einheitliche ökologische Zielsetzungen sowie vergleichbare, standardisierte Gewässeruntersuchungen verlangt (EU-Wasserrahmenrichtlinie¹). Alle Nachbarländer der Schweiz verfügen deshalb über Untersuchungsverfahren zur Zustandsbeurteilung der Fließgewässer anhand der Fische². Diese Untersuchungsverfahren wurden bei der Erarbeitung der vorliegenden Publikation berücksichtigt.

¹ Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Massnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.

² Zum Beispiel: Deutschland: Dussling, U. (2009); Frankreich: Oberdorff, T. et al. (2002); Italien: Zerunian, S. et al. (2009); Österreich: Haunschmid, R. et al. (2006)

1.4 Erweiterung der MSK-Fisch-Methode

1.4.1 Rückblick

Die MSK-Fisch-Methode Stufe F³ wurde 2004 publiziert. Sie war während fast 20 Jahren in der Schweiz die einzige standardisierte und breit angewandte Methode zur Beurteilung des ökologischen Zustands der Fließgewässer anhand von Fischen. Die bisherigen Erfahrungen bestätigten den grossen Nutzen der Methode, machten aber auch den Bedarf nach einer Erweiterung deutlich.

1.4.2 Entwicklung

In einem ersten Schritt wurde die Methode von 2004 auf ihre Stärken und Schwächen sowie die Möglichkeiten zur Erweiterung geprüft. Anschliessend wurden Kantone und andere Anwenderinnen und Anwender in einer Umfrage über ihre Erfahrungen (Stärken, Schwächen) und Erwartungen an eine Weiterentwicklung befragt. Es folgte eine umfassende Literaturrecherche, in der insbesondere auch die Bewertungsansätze der Nachbarländer berücksichtigt wurden. Darauf aufbauend wurde konkretisiert, wie bisherige Schwächen behoben und die Bewertung präziser gestaltet werden können. Dazu gehörte eine Weiterentwicklung der Typisierung der Gewässer auf Grundlage der Grosseinzugsgebiete und → *Fischregionen*. Ebenso wurden für verschiedene → *Parameter* zur Beurteilung des Fischbestands → *Erwartungswerte* für den naturnahen Zustand definiert. Diese Grundlagen wurden mit Hilfe von 1303 quantitativen Befischungen erarbeitet, die an 1202 verschiedenen Standorten in der Schweiz durchgeführt wurden

Anschliessend wurden aus diesem Testdatensatz 60 Gewässer unterschiedlicher Zustandsklassen (naturnaher bis naturfremder Zustand) und Typologie ausgewählt. Mit diesem Datensatz wurde die Methode in einem iterativen Prozess verfeinert. Dabei wurden auch passende → *Wertfunktionen* sowie ein → *Aggregationsverfahren* für die Gesamtbewertung definiert, die von der Begleitgruppe und von Expertinnen und Experten⁴ validiert wurden. In einem nächsten Schritt prüften die Expertinnen und Experten die neue Methode. Dazu bewerteten sie 65 ihnen bekannte Gewässerabschnitte mit der Methode von 2004 und der neuen Methode und verglichen die erhaltenen Bewertungen mit ihrer Experteneinschätzung. Schliesslich hat die Begleitgruppe die neu entwickelte Methode kritisch geprüft und genehmigt.

Parallel zu diesem Entwicklungsprozess wurden auch die Vorgaben für die Datenerhebung angepasst und mit der Wirkungskontrolle Revitalisierung⁵ abgestimmt. Somit liegt nun ein schweizweit einheitliches Vorgehen für die Erhebung und Bewertung des Fischbestands in watbaren Fließgewässern vor. Neben der Zustandsbewertung soll die Methode auch für andere Fragestellungen angewendet werden, z. B. im Rahmen des Fischereimanagements. Erhebungen in mehreren repräsentativen Abschnitten erlauben Aussagen zum gesamten Fließgewässer.

3 Schager, E. und Peter, A. (2004)

4 Für manche Schritte wurden neben der Begleitgruppe zusätzliche Expertinnen und Experten hinzugezogen. Diese werden hier Expertinnen und Experten genannt.

5 Bundesamt für Umwelt (Hrsg.), (2019): Indikator-Set 7 – Fische.

1.4.3 Wichtigste Anpassungen

- **Datenerfassung:** Gegenüber der Version von 2004 steht nicht mehr die Bewertung mehrerer Standorte in einem Gewässersystem mittels einer halbquantitativen Erhebung (= ein Befischungsdurchgang) im Zentrum. Die Methode fokussiert nun auf die Bewertung einer für einen Gewässerabschnitt repräsentativen Untersuchungsstrecke mittels einer quantitativen Befischung (= drei Befischungsdurchgänge). Für eine fundierte Aussage zum Zustand eines ganzen Fließgewässers braucht es aber meist mehrere Untersuchungsstrecken. Die Eingrenzung auf watbare und damit kleinere und mittlere Gewässer bleibt bestehen.
- **Gewässertypisierung:** Anhand des Gewässertyps wird der unter naturnahen Bedingungen erwartete Fischbestand hergeleitet. Der Gewässertyp ergibt sich aus dem Einzugsgebiet und der *Fischregion*. Er dient der Herleitung der zu erwartenden Artenzusammensetzung (Artenspektrum und Dominanzverhältnis). Die *Fischregion* dient zudem der Definition von *Erwartungswerten* der Dichten der einzelnen Arten. Damit dies möglich ist, wird die bisherige kategorische Einteilung in *Fischregionen* durch eine kontinuierliche Skala ersetzt. Für die Herleitung der *Fischregion* werden im Vergleich zur Methode von 2004 zusätzliche Umweltfaktoren verwendet (siehe Kap. 4.4). Insgesamt können dadurch genauere und standortspezifischere *Erwartungswerte* ermittelt werden.
- **Bewertung:** Die beurteilten *Parameter* bleiben im Vergleich zur Methode von 2004 ähnlich. Sie werden neu im Hinblick auf die → *Zielhierarchie* «Ziele» genannt. Die Berechnung für deren Bewertung ist genauer und komplexer. In der Methode von 2004 basierte die Bewertung stark auf der Forelle, neu basiert sie auf einem breiten Set an Fischarten. Daher muss die Datenauswertung und -ablage neu in der Excel-Anwendung «FishAssess» vorgenommen werden. Sie ermöglicht eine halbautomatische Auswertung der Felddaten auf eine einfache und standardisierte Art. Die Bewertung beruht weitgehend auf eindeutigen, standardisierten Ansätzen und ist daher weniger subjektiv. Sie nimmt Werte von 0 bis 1 an, die in die bisherigen fünf Zustandsklassen übersetzt werden.

1.4.4 Anwendung

Die Methode von 2004 und die neue Methode führen nicht immer zu denselben Bewertungen, da sich die Bewertungsansätze der einzelnen *Parameter*, resp. Ziele geändert haben. Die Bewertung mit der neuen Methode ist genauer und deckt sich besser mit der Einschätzung von Expertinnen und Experten. Alte Daten können mit der neuen Methode ausgewertet werden, sofern quantitativ befischt wurde. Neu erhobene Daten können auch mit der alten Methode ausgewertet werden.

Zusätzlich zur vorliegenden Vollzugshilfe werden digitale Feldprotokolle und die Excel-Anwendung FishAssess unter <http://www.modul-stufen-konzept.ch> zur Verfügung gestellt. FishAssess stellt die standardisierte Erfassung der Daten sicher und besitzt eine datenbankkonforme Schnittstelle. So können die Daten künftig einfach exportiert und direkt in der nationalen Datenbank MIDAT Fische⁶ abgelegt werden, die derzeit von info fauna⁷ aufgebaut wird. Die mit der vorliegenden Methode erhobenen Daten sollen als FishAssess-Dateien immer an info fauna geliefert werden.

⁶ apps.infofauna.ch

⁷ Nationales Daten- und Informationszentrum der Schweizer Fauna

2 Ziele der Methode

2.1 Allgemeine Zielsetzungen

Mit der vorliegenden Methode wird der ökologische Zustand eines Fliessgewässerabschnitts anhand des Fischbestands bewertet. Der → *Fisch-Index FI-CH* beurteilt, ob die Lebensgemeinschaften naturnah und standorttypisch sind (Anh. 1 Ziff. 1 Abs. 1 Bst. a und b GSchV). Damit wird auch das Ausmass der *anthropogenen* Einflüsse dokumentiert. Wird derselbe Gewässerabschnitt über die Jahre mehrfach bewertet, können Veränderungen über die Zeit erfasst werden. Eine Analyse darüber, welche *anthropogenen* Einflüsse für die beobachteten Defizite verantwortlich sind, steht nicht im Vordergrund. Die Zusammenhänge zwischen Veränderungen im Gewässer und dem Fischbestand sind oft komplex, weshalb diese in der Regel nur mit weitergehenden Analysen erkannt werden können.

Die Bewertungen erfolgen in einer kontinuierlichen Skala mit Werten zwischen 0 (schlecht) und 1 (sehr gut) und werden in das 5-Klassen-System des MSK übersetzt (Tabelle 1). Dies ermöglicht einen Vergleich der Beurteilung mit den MSK-Methoden für andere Bioindikatoren. Im MSK bedeuten die Klassen schlecht bis mässig, dass die ökologischen Ziele der GSchV gemäss Anhang 1 nicht erfüllt sind und entsprechen einem ungenügenden Gewässerzustand. Die Klassen gut bis sehr gut zeigen, dass die Ziele erfüllt sind und entsprechen einem naturnahen Gewässerzustand.

Tabelle 1

Klassifizierungsschema der ökologischen Zustandsklassen. Anhand der kontinuierlichen Bewertung mit dem Fisch-Index FI-CH kann der ökologische Zustand bestimmt werden

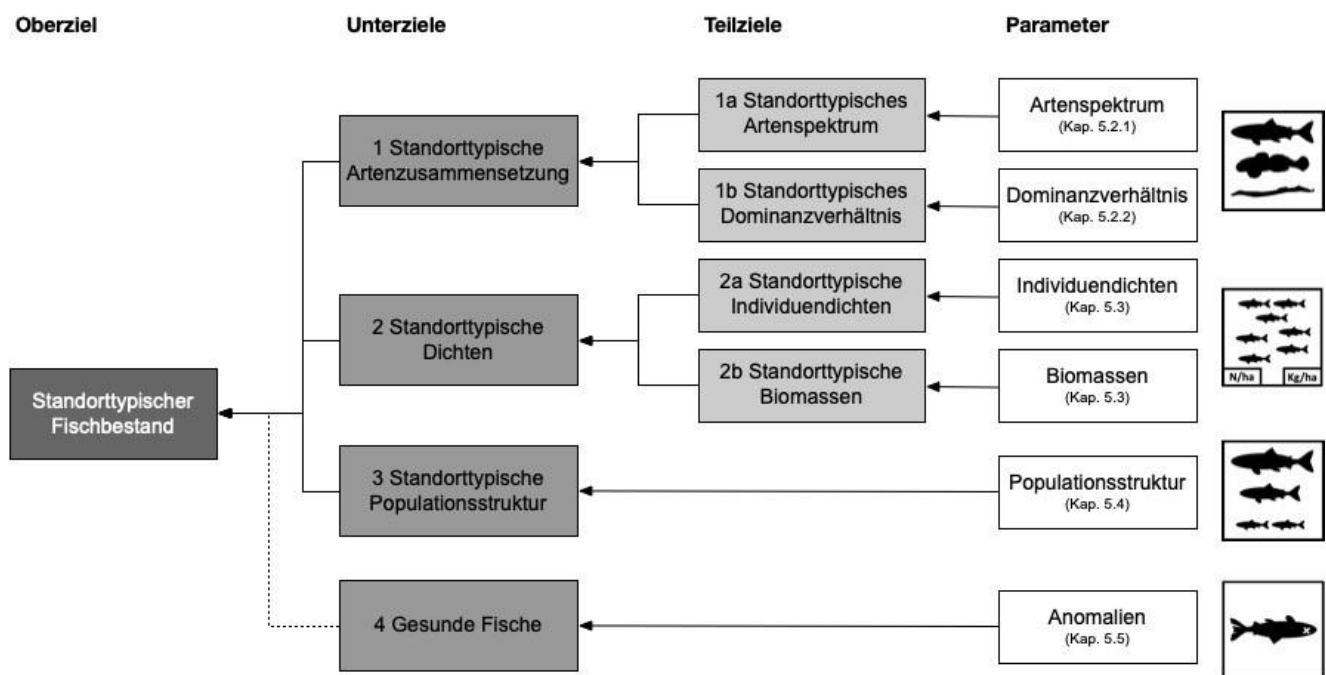
Klasse	Ökologischer Zustand	Farbe	Bewertung FI-CH
1	sehr gut	blau	0,8 – 1
2	gut	grün	0,6 – < 0,8
3	mässig	gelb	0,4 – < 0,6
4	unbefriedigend	orange	0,2 – < 0,4
5	schlecht	rot	0 – < 0,2

Der naturnahe Gewässerzustand (Klassen 1 und 2) soll mit Gewässerschutzmassnahmen erreicht werden können. Bei einem ungenügenden Gewässerzustand (Klassen 3–5) ist eine Verbesserung der Situation durch Gewässerschutzmassnahmen anzustreben. Die Bewertung soll deshalb in erster Linie durch diejenigen *anthropogenen* Gewässerbeeinträchtigungen beeinflusst werden, die mit Gewässerschutzmassnahmen angegangen werden können (z.B. morphologische Defizite oder ungenügende Wasserqualität). Die Bewertung soll nicht zu stark von Auswirkungen des Klimawandels auf die Fischbestände geprägt werden, weil diese nicht mit Gewässerschutzmassnahmen angegangen werden können. Dem wird unter anderem damit Rechnung getragen, dass die Wassertemperatur in die Herleitung der *Fischregion* und die damit einhergehenden *Erwartungswerte* miteinbezogen wird.

2.2 Zielhierarchie

Die Bewertung des gewässerökologischen Zustands erfolgt anhand einer *Zielhierarchie*. Sie ermöglicht auf der Ebene des → *Oberziels* (standorttypischer Fischbestand) eine aggregierte Gesamtbewertung. Das *Oberziel* wird in → *Unterziele* unterteilt, die sich aus den ökologischen Zielen der Gewässerschutzverordnung ableiten (Kap. 1.2): → *Standorttypische Artenzusammensetzung*, Standorttypische Dichten, Standorttypische Populationsstruktur und gesunde Fische (Abbildung 1, das *Unterziel* Gesunde Fische fließt nicht in die Bewertung des *Oberziels* ein, siehe Kap. 5.5). Die *Unterziele* werden teilweise in → *Teilziele* gegliedert. Auf der untersten Ebene sind die Attribute bzw. Messgrößen für die Bewertung der *Teilziele* angesiedelt, die in Anlehnung an die alte MSK Methode Fische *Parameter* genannt werden.

Abbildung 1
Zielhierarchie mit Parametern zur Bewertung der Ziele

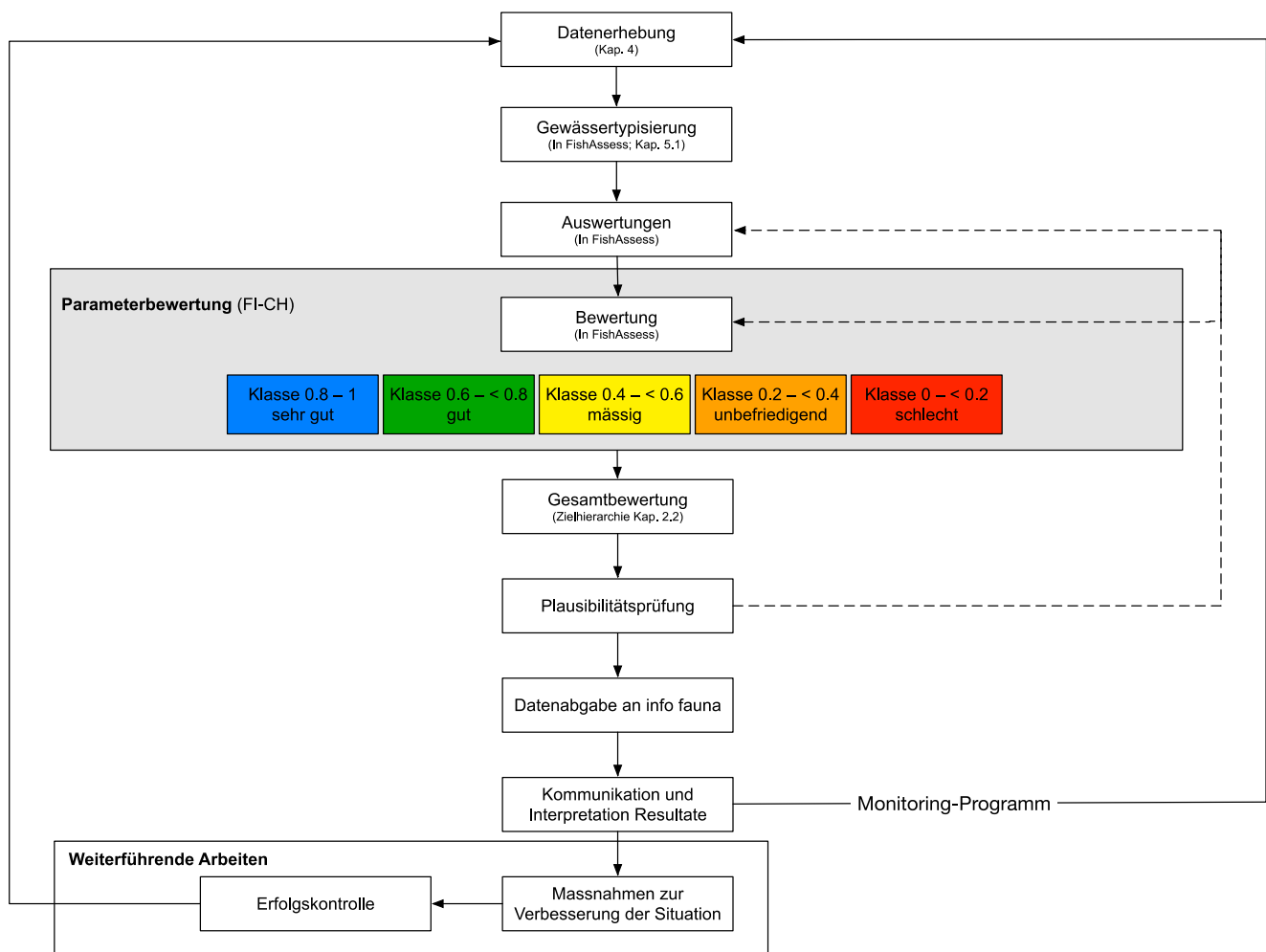


3 Methodenüberblick

Das Vorgehen bei der ökologischen Zustandsbewertung eines Fließgewässerabschnitts ist auf dem nachfolgenden Schema zusammengefasst.

Abbildung 2

Schematische Darstellung des Ablaufs der ökologischen Zustandsbewertung mit Hilfe der MSK-Methode Fische



4 Datenerhebung

4.1 Auswahl und Charakterisierung der Befischungsstrecke

4.1.1 Lage und Repräsentativität

Die vorliegende Methode kann in allen Fliessgewässern angewendet werden, die quantitativ befischt werden können. Um eine Befischungsstrecke festzulegen, wird ein Fliessgewässer bei mittlerem Niedrigwasserabfluss begangen. Zunächst wird entschieden, ob der zu untersuchende Gewässerabschnitt quantitativ befischt werden kann. Gibt es beispielsweise viele tiefe Kolke, grosse Totholzansammlungen oder dichte Wasserpflanzenbestände ist eine quantitative Befischung allenfalls nicht möglich.

Ist eine Erhebung möglich, wird eine repräsentative Untersuchungsstrecke festgelegt. Sie soll bezüglich des vorkommenden Artenspektrums sowie der Dichteverhältnisse der verschiedenen Arten und der vorhandenen Altersklassen repräsentativ sein für einen grösseren Gewässerabschnitt. Die Untersuchungsstrecke soll daher ähnliche Eigenschaften aufweisen wie der gesamte Gewässerabschnitt (z. B. bezüglich Ökomorphologie, Landnutzung, Gefälle, Sohlenstrukturen), welcher mit der Untersuchung charakterisiert werden soll. Falls dies nicht möglich ist, sind mehrere Untersuchungsstrecken festzulegen oder die Resultate entsprechend vorsichtig zu interpretieren. Der Einbezug gewässerkundiger Personen ist bei der Auswahl einer repräsentativen Strecke empfehlenswert.

Folgende Merkmale sollten in der Befischungsstrecke optimalerweise repräsentativ abgebildet sein:

- Vorherrschende *anthropogene* Einflüsse: Im Allgemeinen ist es nicht zielführend, Strecken zu beproben, in denen kleinräumig wirkende Belastungen vorkommen, die für den zu repräsentierenden Gewässerabschnitt nicht relevant sind (z. B. einzelne Schwellen, Einleitung Meteorwasser).
- Fischfauna: Ein ausreichender Abstand zu Grenzen, die eine allfällige Änderung der Fischgemeinschaft nach sich ziehen, soll eingehalten werden. Solche Grenzen können sein:
 - Änderungen des Abflussregimes (z. B. Restwasserstrecke, Schwall-Sunk-Strecke, grösserer Zufluss, temporäre Wasserführung)
 - Änderungen der Morphologie (z. B. Gefällesprung, Wanderhindernis, Schlucht, Umlagerungsstrecke, anstehender Fels) bzw. des Lebensraums (Kap. 4.3, z. B. Sohlenstrukturen, Unterstandstypen)
 - Änderungen der Wasserqualität (z. B. ARA-Einleitung, Zufluss, Stehgewässer, Mündung)
 - Änderungen der Biologie (z. B. Aufkommen von Wasserpflanzen)
 - Änderungen des Umlands (z. B. Aue, Wald, Landwirtschaft, Siedlung)
 - Deutliche Änderungen der *Fischregion* (Kap. 4.4)

Bei der Festlegung der Untersuchungsstrecke ist es nicht immer möglich, alle diese Vorgaben einzuhalten. Insbesondere in Gewässern mit häufig wechselnder Morphologie (z. B. alpine Gewässer) ist die Repräsentativität für einen grösseren Gewässerabschnitt schwierig zu erreichen. Allfällige Abweichungen müssen deshalb vermerkt und begründet sowie bei der Interpretation der Resultate berücksichtigt werden.

4.1.2 Rahmenbedingungen

Zusätzlich sind verschiedene Rahmenbedingungen zu beachten. Dazu dienen folgende Empfehlungen als Hilfestellung:

- Ältere Erhebungen können bei der Festlegung der Untersuchungsstrecken berücksichtigt werden, sofern sie quantitativ und mit einer vergleichbaren Genauigkeit erhoben wurden.
- Die Strecke muss gefahrlos zugänglich sein. In Ufernähe muss ausreichend Platz für die Installation und Desinfektion der Gerätschaften sowie die Vermessung der Fische sein.
- Die Strecke muss befischbar sein. Das heisst, dass mindestens 95 % der benetzten Fläche mit der → *Anode* erreichbar sein müssen.
- Die Strecke muss so festgelegt werden, dass das obere Streckenende abgesperrt werden kann oder durch ein Wanderhindernis begrenzt wird.
- Das obere und untere Ende der Befischungsstrecke werden verortet (Koordinaten) und idealerweise am Ufer markiert, so dass sie in späteren Jahren wieder auffindbar sind.

4.1.3 Länge und Breite

Als Richtgrösse gilt, dass die Strecke 12x der mittleren Gerinnesohlenbreite entspricht, aber im Minimum 100 m Talweglänge umfasst. In erster Linie soll sich die Streckenlänge aber nach einer repräsentativen Verteilung der *Sohlenstrukturen* und *Deckungsstrukturen* richten (Kap. 4.3).

Zur Berechnung der befischten Fläche wird die mittlere benetzte Breite mit der Länge der befischten Strecke multipliziert. Die mittlere benetzte Breite wird anhand von mindestens 10 in gleichmässigem Abstand über die Befischungsstrecke verteilten Querprofilmessungen berechnet. Trockene Bereiche (Bänke, Inseln) gehören nicht zur benetzten Breite, unterspülte Ufer hingegen gehören dazu.

4.2 Besatzkoordination

Eine Voraussetzung für eine sinnvolle Durchführung der Erhebungen ist die Koordination mit geplanten Besatzmassnahmen. Idealerweise wird komplett auf Besatz verzichtet. Zumindest sollte für das Erhebungsjahr auf Besatz in allen Altersstadien verzichtet werden. Falls das nicht möglich sein sollte, darf der Besatz erst nach der Erhebung erfolgen oder die Besatzfische sind äusserlich erkennbar zu markieren. Auf den Besatz mit Eiern im Herbst vor dem Erhebungsjahr ist zu verzichten. Der Perimeter, für den der Besatz entsprechend koordiniert werden sollte, orientiert sich an den Kriterien der Nationalen Beobachtung der Oberflächengewässerqualität NAWA. Er wird wie folgt definiert:

- Bachaufwärts der Befischungsstrecke:
 - Untersuchungsgewässer min. 5 km aufwärts
 - Zuflüsse min. 5 km aufwärts (inkl. Abschnitt im Untersuchungsgewässer)
- Bachabwärts der Befischungsstrecke:
 - Untersuchungsgewässer min. 1,5 km abwärts
 - Zuflüsse (nur relevant, wenn Zufluss auf den ersten 0,5 km unterhalb der Befischungsstrecke mündet) min. 5 km (inkl. Abschnitt im Untersuchungsgewässer)

4.3 Habitate

Die Charakterisierung des aquatischen Lebensraums der Befischungsstrecke erfolgt anhand der Vielfalt, Häufigkeit und Fläche der Sohlenstrukturen und der Fläche der Fischunterstände (Tabelle 2). Da der Fischbestand direkt auf die Morphologie reagiert, können diese Aufnahmen Hinweise auf mögliche Ursachen allfälliger Defizite im Fischbestand liefern.

Tabelle 2

Erfassung der Habitate

Die Anteile der einzelnen Sohlenstrukturtypen an der benetzten (befischten) Fläche werden visuell eingeschätzt, wobei eine Genauigkeit von 10 % genügt. Die Flächen trockener Bänke und der Fischunterstände werden auf 1 m² genau geschätzt. Erfolgt die Fischerhebung im Rahmen einer Wirkungskontrolle nach den Vorgaben des Bundes, werden die Sohlenstrukturen und Unterstände gemäss dem Indikator-Set 1 – Habitatvielfalt⁸ kartiert.

Habitat	Beschreibung	Fläche
Strukturtyp (Einschätzung des Anteils an der benetzten Fläche)		100 %
Kolk	Lokale Erosionsform in der Sohle, durch Sekundärströmungen und/oder Wirbel gebildet	%
Rinne	Lang gezogener, tiefer und langsam durchflossener Gerinneabschnitt. Verhältnis benetzte Breite zur Abflusstiefe klein (< 10:1)	%
Furt	Breiter, flacher und langsam durchflossener Gerinneabschnitt mit geringem Längsgefälle. Verhältnis benetzte Breite zur Abflusstiefe gross (> 10:1).	%
Schnelle	Steiler, rasch durchflossener Gerinneabschnitt mit hohem Längsgefälle	%
Hinterwasser	Benetzter, bei Niedrigwasser nicht durchströmter Bereich («Sackgasse»)	%
Flachwasser	Kaum durchströmter, sehr seichter Gewässerbereich; typischerweise entlang des Ufers oder einer Bank	%
Stufe	Natürlicher oder künstlicher Absturz mit anschliessendem Becken. Die Stufe beginnt im Oberwasser dort, wo der Abfluss auf den Absturz hin beschleunigt ist. Sie endet dort, wo der Strahl ins Unterwasser eintaucht. Daran schliesst das Becken an.	%
Becken	Grösseres Kolkloch im Anschluss an eine Stufe	%
Sohle verbaut	Lokale Verbauung der Sohle (z. B. Sohlenpflasterung), die nicht als Stufe kartiert wird.	%
Weitere Strukturen (Einschätzung der Fläche)		
Bank	Lokale Sedimentablagerung, bei Niederwasser nicht überströmt, in der Flussmitte oder entlang des Ufers	m ²
Unterstände	Verschiedene Unterstandstypen	m ²

⁸ Gemäss: Bundesamt für Umwelt (Hrsg.), 2019: Indikator-Set 1 – Habitatvielfalt. Die Erhebung soll immer mit der neusten Version des Indikators erfolgen.

4.4 Fischregion

Die *Fischregion* bildet – neben dem Einzugsgebiet – die Grundlage zur Herleitung der zu erwartenden Artenzusammensetzung. Sie hat zudem den grössten Einfluss auf die zu erwartenden Dichten und → *Biomassen* der einzelnen Arten. Nachfolgend wird beschrieben, wie die zur Herleitung der *Fischregion* benötigten Kriterien – die mittlere benetzte Breite, das mittlere Gefälle, die mittlere Höhenlage über Meer und die mittlere Wassertemperatur im wärmsten Monat des Jahres – erhoben werden. Wie aus diesen Kriterien die *Fischregion* hergeleitet wird, wird in Kapitel 5.1.2 gezeigt.

4.4.1 Breite

Für die Herleitung der *Fischregion* wird idealerweise die benetzte Breite im natürlichen, *anthropogen* unbeeinflussten Zustand verwendet. Diese liegt aber meist nicht vor, weil ein natürlicher Referenzabschnitt oder andere Hinweise (z. B. alte Fotos, Karten oder Gemälde) fehlen. In diesem Fall muss die natürliche benetzte Breite so gut als möglich eingeschätzt werden. In stark beeinträchtigten und naturfremden Gewässerabschnitten kann die benetzte Breite die gesamte Gerinnesohlenbreite einnehmen. Sie ist dann oft deutlich kleiner als sie im unbeeinflussten Zustand wäre.

4.4.2 Gefälle

Das Gefälle wird als Mass für die mittlere Fliessgeschwindigkeit verwendet. Das für die Herleitung der *Fischregion* verwendete Gefälle entspricht idealerweise dem natürlichen, *anthropogen* unbeeinflussten Zustand. In einem begradigten Gewässerabschnitt ist das berechnete Gefälle im Allgemeinen grösser als das natürliche und kann daher nicht verwendet werden. Folglich muss das natürliche Gefälle, wenn möglich mit Hilfe von historischen Karten, eingeschätzt werden.

Berechnet wird das mittlere Längsgefälle über eine Strecke von ca. 1 km (500 m ober- und unterhalb der Mitte der Befischungsstrecke). Weist der Untersuchungsabschnitt punktuell einen grossen natürlichen Gefällesprung (z. B. Wasserfall) in einem ansonsten eher flachen Abschnitt auf, wird die Höhendifferenz des Absturzes nicht berücksichtigt. Liegt die Befischungsstrecke in einem Gewässerabschnitt mit vielen Schwellen, werden die Schwellenhöhen bei der Berechnung des Gefälles mitberücksichtigt.

4.4.3 Höhenlage

Auch die Höhenlage (Höhe über Meer) wird für die Definition der *Fischregion* berücksichtigt, da sie die Verbreitung von Arten und deren Dichten ebenfalls beeinflussen kann (vor allem in oberen *Fischregionen*). Die Höhenlage ist in der Mitte der Befischungsstrecke zu bestimmen.

4.4.4 Wassertemperatur

Die Artenzusammensetzung und Dichten in einem Gewässer werden massgeblich durch die lokalen Temperaturverhältnisse beeinflusst. Eine Zuordnung der *Fischregion* ohne die Berücksichtigung der Wassertemperatur kann daher insbesondere bei Grundwasser gespeisten Bächen (Giessen), Seeausflüssen und Fliessgewässern in alpinen Hochebenen zu deutlichen Fehleinschätzungen führen.

Für die Berechnung der *Fischregion* wird das Monatsmittel der Wassertemperatur des jeweils wärmsten Monats verwendet – idealerweise der letzten fünf Jahre. Als Datenbasis dienen nahegelegene Messstationen oder Daten von Temperaturloggern. Falls keine Messreihen verfügbar sind, wird die mittlere Temperatur des wärmsten Monats des Jahres geschätzt⁹. Ist eine sinnvolle Einschätzung nicht möglich, wird die *Fischregion* ohne die Berücksichtigung der Temperatur berechnet (Kap. 5.1.2.2). In diesen Fällen kann die *Fischregion* nach der Berechnung manuell angepasst werden (Kap. 5.1.2.2), wenn die Berechnung wegen der fehlenden Temperaturangaben ungenau ist.

4.5 Befischung

4.5.1 Fang der Fische

Dem Wohl der Fische, der Sicherheit des Personals, der Konformität des Elektrofänggeräts (Art. 11 Abs. 3 BGF) sowie der Verhinderung der Verschleppung von Krankheiten und Neobiota ist gemäss den üblichen Standards Rechnung zu tragen¹⁰. Für die Befischung ist daher ausreichend Personal, Material und Zeit vorzusehen – insbesondere bei grösseren Gewässern mit vielen Jungfischen. Für die Bewältigung von Massenfängen sind vor allem genügend Kübelträger, ausreichendes Hälterungsvolumen und Personen mit guter Artenkenntnis zum Sortieren der Fische notwendig.

Die Bestandserhebung erfolgt mittels quantitativer Elektrobefischung, idealerweise zwischen August und Oktober. Bäche mit einem Forellenbestand werden vor der Laichzeit bei Wassertemperaturen unter 20 °C befischt. Von diesen Vorgaben soll nur in Ausnahmefällen abgewichen werden (z. Bsp. starker Bewuchs mit Wasserpflanzen, langanhaltende Trübung aufgrund der Schnee- oder Gletscherschmelze, spezifische Fragestellung). Gefischt wird bei günstigen Umweltbedingungen (z. B. tiefer Abfluss, klares Wasser, Lufttemperatur über 0 °C). Abfischungen sollten frühestens zwei Wochen nach Unterhaltsmassnahmen im Wasser (z. B. Mahd der Wasserpflanzen) durchgeführt werden.

Die Befischungsstrecke wird zumindest am oberen Ende abgesperrt (z. B. mittels Sperrnetz oder Gitter), sofern kein unüberwindbares Aufstiegshindernis vorhanden ist. Die maximale Maschenweite von Sperrnetzen und Sperrgittern beträgt 10 mm. In grossen Gewässern mit viel Wasserdruck und zu Zeiten mit viel Geschwemmsel (z. B. Laubfall) können auch Sperrgitter/-netze mit einer Maschenweite von bis zu 25 mm eingesetzt werden. Eine Absperrung am unteren Streckenende wird empfohlen.

Die Befischung erfolgt flussaufwärts und in der Regel mit drei Durchgängen, damit eine gute Bestandes-schätzung möglich ist. Auf einen dritten Durchgang kann verzichtet werden, wenn im zweiten Durchgang keine oder nur noch einzelne Fische gefangen werden. In Gewässern, in denen ausschliesslich Forellen und Groppen vorkommen, genügen zwei Durchgänge, falls im zweiten Durchgang weniger als 20 % der Anzahl Forellen des ersten Durchgangs gefangen werden.

⁹ Hierfür kann der Expertenbericht Temperatur eine Hilfestellung sein, der im Rahmen des MSK erarbeitet wurde. Anhand der dort verfügbaren gewässertypspezifischen Temperaturkurven kann eine mittlere Temperatur für den wärmsten Monat abgeschätzt werden: Dübendorfer, C. et al. (2011)

¹⁰ Zum Beispiel: SVFA (2018); Gerner, T. (2018)

Pro 5 m (maximal 7 m) mittlere benetzte Gewässerbreite wird mindestens eine *Anode* eingesetzt. Die Gewässerbreite ist somit kein limitierender Faktor für die Befischung, wenn die Anodenzahl der Breite angepasst wird. Mit allen *Anoden* wird auf gleicher Höhe gefischt, damit möglichst wenige Fische flussabwärts fliehen können¹¹. Dies ist in Gewässern der Äschen- und Barbenregion besonders wichtig. Es werden Kescher mit feinmaschigem Gewebe verwendet (keine Stahl-Kescher). Die Maschenweite darf maximal 4 mm betragen. Damit können Fische ab einer Grösse von etwa 30 mm gefangen werden.

Alle Arten und Altersklassen müssen mit vergleichbarem Aufwand befishet werden. Das heisst, es werden bereits im ersten Durchgang neben den Grossfisch → *Habitaten* (z. B. Kolke, Unterstände) auch Kleinfisch *Habitate* wie Schlick- und Sandflächen, Flachwasserzonen und grobes, lückenreiches Substrat befishet. Grosse, tiefe Kolke werden mit mehreren *Anoden* befishet, um so der Fluchtreaktion der Fische entgegenzuwirken.

Grosskrebse können durch die Elektrofischerei zu Schaden kommen. Die Kantone sind unter Berücksichtigung der verschiedenen Interessen verpflichtet, dies zu verhindern (Art. 9 Abs. 1 Bst. d BGF). Deshalb muss vor der Befischung der Umgang mit Krebsen mit der kantonalen Fachstelle für Fischerei geregelt werden.

4.5.2 Erfassen der Fischdaten

Die Fische werden getrennt nach Durchgängen protokolliert (Kap. 4.6), wobei Fische < 30 mm nicht erfasst werden. Die übrigen Fische werden möglichst auf Artniveau bestimmt¹². Ist dies nicht möglich, wird folgendermassen vorgegangen:

- Es wird nur der Gattungsname (z. B. bei Elritzen: *Phoxinus spp.*) protokolliert. Dies ist oft bei nahverwandten Arten der Fall, die ursprünglich aus verschiedenen Landesregionen stammen. Für solche → *Geschwisterarten* ist meist nicht bekannt, ob sie unterschiedliche Qualitäten als Indikatoren für *anthropogene* Einflüsse haben. Sie werden in FishAssess automatisch zu Artengruppen zusammengezogen (Tabelle 3)
- Bei unbestimmbaren, kleinen Individuen der Familie der Karpfenartigen (Cypriniden) wird der Familienname protokolliert. Diese Fische werden bei der Auswertung nicht berücksichtigt.
 - ➔ Ist eine Bestimmung allgemein nicht möglich, wird der Fisch als «unbestimmte Fischart» erfasst. Er wird bei der Auswertung ebenfalls nicht berücksichtigt. Falls aber eine gesicherte Beurteilung hinsichtlich *standorttypisch* oder *standortfremd* gemacht werden kann, kann dies in FishAssess so erfasst werden. Damit ist wenigstens eine Auswertung für das *Teilziel* 1b Standorttypisches Dominanzverhältnis möglich.

Neben der Artbestimmung werden die Totallänge¹³ auf 1 mm und das Gewicht auf 1 g genau gemessen. Bei Massenfängen einer Art gilt: Die ersten 100 Fische < 10 cm werden einzeln gemessen und einzeln oder in Gruppen gewogen. Bei allen weiteren Fischen dieser Art wird die Länge nicht mehr gemessen. Die Fische werden in Gruppen gezählt und gewogen. Anomalien werden lediglich bei Fischen > 10 cm der Arten Aal, Alet, Äsche, Barbe, Forelle und Nase aufgenommen. Es wird jeweils nur die bei der Vermessung oben liegende Körperseite beurteilt.

¹¹ Auf eine Streifenbefischung wird verzichtet, da die Fische seitlich ausweichen können. In verzweigten Gerinnen hingegen können die Flussarme nacheinander befishet werden.

¹² Im FishAssess (Kap. 1.4.4) sind die Arten gemäss der aktuellen Liste des Bundes (Verordnung vom 24.11.1993 zum Bundesgesetz über die Fischerei VBGF, Anhang 1) sowie einige zusätzlich in der Schweiz vorkommende Arten hinterlegt.

¹³ Körperlänge von der Schnauzenspitze bis zum Ende der natürlich ausgebreiteten Schwanzflosse

Folgende äusserlich erkennbare Anomalien werden unterschieden:

- Parasiten
- Verpilzungen
- Deformationen (Skelett, Flossen)
- Kiemendeckelverkürzungen
- Flächige Schuppenverluste
- Verletzungen (z. B. durch Angeln)
- Entzündungen
- Hervortretende, blutige oder Gasblasen beinhaltende Augen
- Prädatorenverletzungen
- Offensichtliche PKD-Fälle
- Andere (zu definieren)

Grosskrebse werden im Protokoll nach Art und Länge erfasst, auch wenn die Daten nicht in die Auswertung einfließen. Die zu messende Länge entspricht der Distanz zwischen dem Rostrum (kopfseitiger Fortsatz des Rückenschilds) und dem Ende des Schwanzfächers.

Tabelle 3

Erfassung von schwierig zu bestimmenden Arten und Geschwisterarten

Arten, die schwierig zu bestimmen sind; *Beispiel: Verschiedene Arten von Elritzen werden gemeinsam als Elritzen erfasst und gemeinsam ausgewertet.*

Unterscheidbare Geschwisterarten mit ähnlicher ökologischer Nische; *Beispiel: Hecht und Südlicher Hecht werden getrennt erfasst, aber gemeinsam als Hechte ausgewertet.*

Unterscheidbare Geschwisterarten mit verschiedenen ökologischen Nischen.

Beispiel: Rotaugen und Pigo werden getrennt erfasst und getrennt ausgewertet

Umgangssprachlich	Wissenschaftlich (Gattung, Art)	Zusammenzug für Auswertung	
		Umgangssprachlich	Wissenschaftlich
Äsche	<i>Thymallus thymallus</i>	Äschen	<i>Thymallus sp.</i>
Adriatische Äsche	<i>Thymallus aeliani</i>		
Alet	<i>Squalius cephalus</i>	Alet	<i>Squalius sp.</i>
Cavedano italiano	<i>Squalius squalus</i>		
Atlantische Forelle – Bachforelle	<i>Salmo trutta</i>	Forellen	<i>Salmo sp.</i>
Atlantische Forelle – Flussforelle	<i>Salmo trutta</i>		
Atlantische Forelle – Meerforelle	<i>Salmo trutta</i>		
Atlantische Forelle – Seeforelle	<i>Salmo trutta</i>		
Adriatische Forelle – Bachforelle	<i>Salmo cenerinus</i>		
Adriatische Forelle – Flussforelle	<i>Salmo cenerinus</i>		
Adriatische Forelle – Seeforelle	<i>Salmo cenerinus</i>		
Donauforelle – Bachforelle	<i>Salmo labrax</i>		
Donauforelle – Flussforelle	<i>Salmo labrax</i>		
Donauforelle – Meerforelle	<i>Salmo labrax</i>		
Donauforelle – Seeforelle	<i>Salmo labrax</i>		
Marmorataforelle – Bachforelle	<i>Salmo marmoratus</i>		
Marmorataforelle – Flussforelle	<i>Salmo marmoratus</i>		
Marmorataforelle – Seeforelle	<i>Salmo marmoratus</i>		
Zebraforelle – Bachforelle	<i>Salmo rhodanensis</i>		
Zebraforelle – Flussforelle	<i>Salmo rhodanensis</i>		
Bachneunauge	<i>Lampetra planeri</i>	Neunaugen	<i>Lampetra sp. / Petromyzon sp.</i>
Flussneunauge	<i>Lampetra fluviatilis</i>		
Meerneunauge	<i>Petromyzon marinus</i>		
Piccola lampreda	<i>Lampetra zanandreaei</i>		
Barbe	<i>Barbus barbus</i>	Barben	<i>Barbus sp.</i>
Barbo	<i>Barbus plebejus</i>		
Barbo canino, Hundsbearbe	<i>Barbus caninus</i>	Barbo canino	<i>Barbus caninus</i>
Elritze	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Elritzen	<i>Phoxinus sp.</i>
Donau Elritze	<i>Phoxinus csikii</i>		
Sanguinerola italiana	<i>Phoxinus lumaireul</i>		
Vidourle Elritze	<i>Phoxinus septimaniae</i>		
Felchen	<i>Coregonus sp.</i>	Felchen	<i>Coregonus sp.</i>
Groppen	<i>Cottus sp.</i>	Groppen	<i>Cottus sp.</i>
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	Gründlinge	<i>Gobio sp. / Romanogobio sp.</i>
Kurzschnaetziger Gründling	<i>Gobio obtusirostris</i>		
Po-Gründling	<i>Romanogobio benacensis</i>		
Hecht	<i>Esox lucius</i>	Hechte	<i>Esox sp.</i>
Südlicher Hecht	<i>Esox cisalpinus</i>		
Laube, Ukelei	<i>Alburnus alburnus</i>	Lauben	<i>Alburnus sp.</i>
Alborella	<i>Alburnus arborella</i>		
Maifisch	<i>Alosa alosa</i>	Maifische	<i>Alosa sp.</i>
Agone	<i>Alosa agone</i>		
Cheppia	<i>Alosa fallax</i>		
Nase	<i>Chondrostoma nasus</i>	Nasen	<i>Chondrostoma sp.</i>
Savetta	<i>Chondrostoma soetta</i>		
Soiffe, Sofie	<i>Parachondrostoma toxostoma</i>	Sofie	<i>Parachondrostoma toxostoma</i>
Rotaugen	<i>Rutilus rutilus</i>	Rotaugen	<i>Rutilus rutilus</i>
Pigo	<i>Rutilus pigus</i>	Pigo	<i>Rutilus pigus</i>
Triotto	<i>Rutilus aula</i>	Triotto	<i>Rutilus aula</i>
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rotfedern	<i>Scardinius sp.</i>
Scardola italiana	<i>Scardinius hesperidicus</i>		
Steinbeisser, Dorngrundel	<i>Cobitis taenia</i>	Steinbeisser	<i>Cobitis sp. / Sabanejewia sp.</i>
Cobite italiano	<i>Cobitis bilineata</i>		
Cobite mascherato	<i>Sabanejewia larvata</i>		
Strömer	<i>Telestes souffia</i>	Strömer	<i>Telestes sp.</i>
Strigione	<i>Telestes muticellus</i>		

4.6 Feldprotokolle und Datenaufbereitung

Die Feldprotokolle für die Erfassung der Befischungsdaten finden sich in Anhang A 1 und werden digital unter <http://www.modul-stufen-konzept.ch/fische> zur Verfügung gestellt. Die digitale Ablage sämtlicher im Feld aufgenommener Daten sowie deren Auswertung erfolgt mit der Excel-Anwendung FishAssess, die ebenfalls unter obigem Link verfügbar ist.

5 Auswertung und Bewertung

In diesem Kapitel wird das Vorgehen für die Auswertung der Felddaten und die Beurteilung des ökologischen Gewässerzustands beschrieben. Sämtliche Arbeiten erfolgen halbautomatisch in FishAssess, indem folgende Schritte der Reihe nach durchlaufen werden:

1. Eingabe der Daten zur Charakterisierung der Befischungsstrecke, z. B. benetzte Breite (Kap. 4.1)
2. Eingabe der Befischungsdaten (Kap. 4.5)
3. Zuordnung des untersuchten Gewässers zu seinem Grosseinzugsgebiet (Kap. 5.1.1)
4. Herleitung der *Fischregion* (Kap. 5.1.2)
5. Definition des erwarteten Artenspektrums (Kap. 5.2.1)
6. Bewertung:
 - a) Artenspektrum und Dominanzverhältnis (Kap. 5.2)
 - b) → *Individuendichten* und *Biomassen*: Allfällige begründete Korrekturen der *Erwartungswerte* vornehmen (Kap. 5.3)
 - c) Populationsstruktur: Beurteilung der artspezifischen Längenhäufigkeitshistogramme (Kap. 5.4)
 - d) Beurteilung der Anomalien (Kap. 5.5)
 - e) Prüfung der Bewertungen der *Teil-* und *Unterziele* sowie der Gesamtbewertung

Alle Schritte sind von Fachpersonen mit Ortskenntnissen durchzuführen. Die Fallbeispiele im Anhang A 2 helfen, die einzelnen Arbeitsschritte zu verstehen. Die Anwendungshilfe im Anhang A 4 gibt einen Kurzüberblick und zeigt die wesentlichen Bearbeitungspunkte auf.

5.1 Bestimmung des Gewässertyps

Die Grundlage der Beurteilung des ökologischen Zustands anhand der Fische ist ein Vergleich des beobachteten Fischbestands mit dem unter naturnahen Bedingungen erwarteten Fischbestand. Hierfür müssen für verschiedene *Parameter* des Fischbestands *Erwartungswerte* abhängig vom Gewässertyp hergeleitet werden. Für die Bestimmung des Gewässertyps wird das Untersuchungsgewässer zuerst einem Grosseinzugsgebiet zugeordnet, was bei der Definition der zu erwartenden Artenzusammensetzung eine Rolle spielt. Anschliessend wird die *Fischregion* bestimmt, mit der artspezifische *Erwartungswerte* verknüpft sind (siehe Tabelle 6), die für die Bewertungen der *Unterziele* Standorttypische Artenzusammensetzung (1), Dichten (2) und Populationsstruktur (3) notwendig sind.

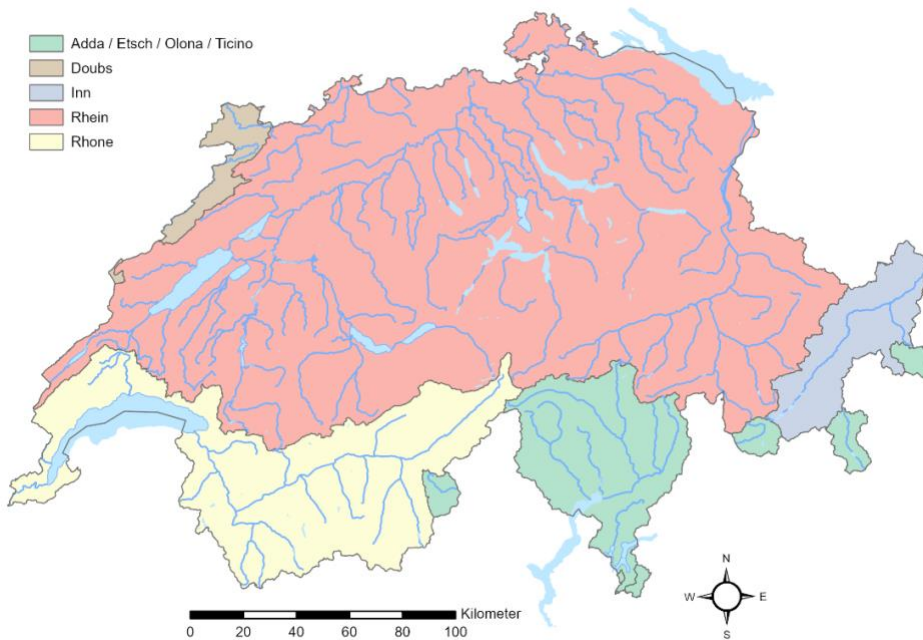
5.1.1 Grosseinzugsgebiet

Mit der Zuordnung zu den grossen hydrologischen Einzugsgebieten¹⁴ wird festgelegt, welche Arten im untersuchten Gewässer im naturnahen Zustand prinzipiell vorkommen können (Abbildung 3). Der automatisierte Vorschlag in FishAssess entspricht einem theoretisch möglichen Artenspektrum. Er muss plausibilisiert werden, um das zu erwartende Artenspektrum festzulegen (Kap. 5.2.1).

¹⁴ Natürliche Einzugsgebiete gemäss Anhang 1 in der Verordnung vom 24.11.1993 zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF).

Abbildung 3**Grosseinzugsgebiete der Schweiz gemäss VBGF.**

Die Abbildung wurde basierend auf dem BAFU-Datensatz «Topographische Einzugsgebiete Schweizer Gewässer» mit Stand 2019 erstellt. Dabei wurden die Teileinzugsgebiete nach Flussgebiet zusammengefasst. In der VBGF werden die Einzugsgebiete von Adda, Olona und Etsch nicht separat erwähnt, sondern sind dem Ticino gleichgestellt. Copyright Grundlagedaten: Swisstopo / BAFU

**5.1.2 Fischregion**

Das Kapitel beschreibt, wie die *Fischregion* aus den Kriterien Breite, Gefälle, Höhenlage und Wassertemperatur hergeleitet wird. Wie diese Kriterien erhoben werden, wird in Kapitel 4.4 gezeigt.

5.1.2.1 Prinzip

Die Zusammensetzung des Fischbestands verändert sich vom Oberlauf zum Unterlauf eines Gewässers aufgrund der vorherrschenden Umweltbedingungen. Diese Umweltbedingungen beeinflussen das Vorkommen typischer Arten, woraus wiederum verschiedene *Fischregionen* entlang des Gewässerlaufs definiert werden. Da ein Fließgewässer keine klaren Abgrenzungen im Längsverlauf aufweist, wird die *Fischregion* mit kontinuierlichen Werten von 1 (entspricht der obersten Forellenregion) bis 4 (unterste Brachsamenregion) beschrieben (Abbildung 4).

5.1.2.2 Herleitung der Fischregion

Die Herleitung der *Fischregion* erfolgt in FishAssess automatisch anhand der erhobenen Daten zur benetzten Breite (naturnaher Zustand), zum Gefälle (naturnaher Zustand), zur Höhenlage und zur Wassertemperatur (Kap. 4.4). Für jedes der vier Kriterien wird anhand der jeweiligen Kurve in Abbildung 4 automatisch der Fischregionswert berechnet. Da die Bedeutung des Gefälles für die Fische auch von der Gewässergrösse abhängt, gibt es für verschiedene Gewässerbreiten unterschiedliche Kurven. Anschliessend werden die vier resultierenden Fischregionswerte automatisch aggregiert. Dabei werden die Kriterien abhängig von der Gewässergrösse

unterschiedlich gewichtet (Tabelle 4). Der gewichtete Mittelwert entspricht der *Fischregion* des untersuchten Gewässerabschnitts.

Abbildung 4

Herleitung der Fischregion, erweitert nach Huet (1949) und übersetzt in kontinuierliche Werte von 1–4 (Y-Achse)

Lesebeispiel (rote Punkte):

- *Breite:* In einem 20 m breiten Gewässer resultiert der Wert 2 für die Fischregion.
- *Gefälle:* In einem 20 m breiten Gewässer, mit einem Gefälle von 8 ‰, resultiert der Wert 1,69 für die Fischregion.
- *Höhenlage:* In einem auf 1500 m gelegenen Gewässer resultiert der Wert 1 für die Fischregion.
- *Temperatur:* In einem im wärmsten Monat 18°C warmen Gewässer resultiert der Wert 1,67 für die Fischregion.
- *Gesamthaft* resultiert gemäss Gewichtung 1 – 1 – 0 – 5 (Reihenfolge der Parameter wie oben; Gewichtung entsprechend einem Gewässer dieser Breite, siehe Tabelle 4) die Fischregion 1,73.

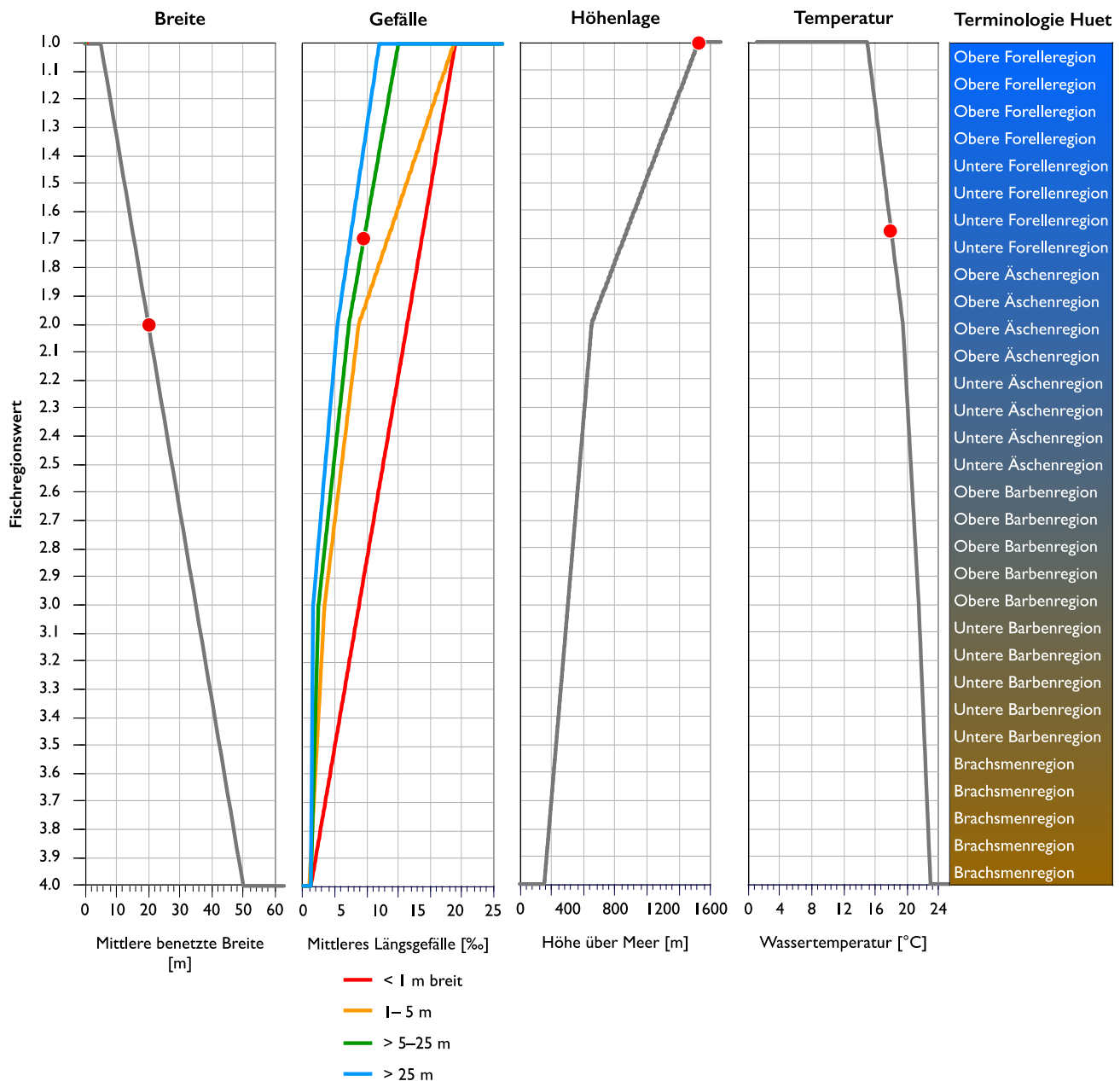


Tabelle 4

Gewichtung der Einzelkriterien für die Herleitung der Fischregion

Bei Höhenlage und Temperatur ändern sich die Gewichtungen in Abhängigkeit der Gewässergrösse. *Die Höhenlage fließt zudem nur in die Herleitung der Fischregion mit ein, wenn eine Temperaturangabe erfolgte. Zwischen den definierten Gewichtungen wurde linear interpoliert.

Lesebeispiel: Für ein 20 m breites Gewässer erfolgt die Gewichtung gemäss der untersten Zeile in der Tabelle. Die korrekte Herleitung des Fischregionswertes lautet folglich (Werte gemäss Abbildung 4):

$$1 \times 2 \text{ (Wert Breite)} + 1 \times 1,69 \text{ (Wert Gefälle)} + 0 \times 1 \text{ (Wert Höhenlage)} + 5 \times 1,67 \text{ (Wert Temperatur)} / 7 = \text{Fischregion } 1,72$$

Gewässergrösse	Gewichtung			
	Breite	Gefälle	Höhenlage	Temperatur
Kleine Gewässer (≤ 6 m breit)	1	1	1*	1
Mittlere Gewässer (> 6 m bis 14 m breit)	1	1	0	3
Grosse Gewässer (> 14 m breit)	1	1	0	5

Da die *Fischregion* eine der wichtigsten Grundlagen für die Bewertung der *Parameter* ist, ist eine kritische Überprüfung der berechneten *Fischregion* vorzunehmen. Insbesondere wenn die Wassertemperatur nicht berücksichtigt werden kann, sind in FishAssess ungenaue Berechnungen möglich. Falls die berechnete *Fischregion* nicht sinnvoll erscheint, wird eine begründete Anpassung vorgenommen (Tabelle 5).

Tabelle 5

Mögliche Gründe für eine Abweichung von der mit FishAssess berechneten Fischregion

Gewässertyp	Erklärung
Grundwasser gespiesene Fließgewässer (Giessen)	Temperaturregime wird durch das Grundwasser bestimmt. Gefälle und Breite allein sind nicht zwingend ausschlaggebend für das zu erwartende Artenspektrum. Folglich kann der berechnete Fischregionswert zu hoch sein.
Seeausflüsse	Das Temperaturregime wird durch das Seewasser bestimmt. Gefälle und Breite allein sind nicht zwingend ausschlaggebend für das zu erwartende Artenspektrum. Folglich kann der berechnete Fischregionswert zu tief sein.
Fließgewässer in alpinen Hochebenen	Meist auf der Untersuchungsstrecke ein niedriges Gefälle, aber im Umfeld deutlich steiler. Das Artenspektrum wird durch die Position im Flussverlauf und die umliegenden Verbreitungsgrenzen bestimmt. Folglich kann der berechnete Fischregionswert zu hoch sein.
Keiner der genannten Gewässertypen, aber Daten zur Wassertemperatur fehlend	Wenn die Berechnung der Fischregion ohne Berücksichtigung der Wassertemperatur nicht sinnvoll erscheint und keiner der genannten Gewässertypen dafür verantwortlich erscheint. In diesem Fall muss präzisiert werden, wieso von der berechneten Fischregion abgewichen wird. Z. B. zu hohe Gewichtung des Gefälles.



5.2 Unterziel 1: Standorttypische Artenzusammensetzung

Die Bewertung der Artenzusammensetzung basiert auf einem Vergleich zwischen den im naturnahen Zustand erwarteten und den tatsächlich beobachteten Artvorkommen und -häufigkeiten.

Mit dem *Teilziel 1a* Standorttypisches Artenspektrum (Kap. 5.2.1) wird untersucht, wie viele der im naturnahen Zustand erwarteten Fischarten im betrachteten Streckenabschnitt vorkommen. Mit dem *Teilziel 1b* Standorttypisches Dominanzverhältnis (Kap. 5.2.2) wird überprüft, ob bei den gefangenen Fischen die im naturnahen Zustand erwarteten Arten gegenüber den nicht erwarteten Arten in ihrer Dichte dominieren. Schliesslich werden die Bewertungen der beiden *Teilziele* mittels einer *Aggregation* zu einer Gesamtbewertung des *Unterziels 1* zusammengezogen (Kap. 5.2.3).

5.2.1 Teilziel 1a: Standorttypisches Artenspektrum

Prinzip: Die erwartete Fischgemeinschaft setzt sich je nach Grosseinzugsgebiet (Kap. 5.1.1) aus unterschiedlichen Arten zusammen. Zusätzlich beeinflusst die *Fischregion* (Kap. 5.1.2) die lokale Artenzusammensetzung sowie die Dichte und Wahrscheinlichkeit des Auftretens der einzelnen Arten.

Um das erwartete Artenspektrum mit dem gefangenen Artenspektrum zu vergleichen, wurde für jede Art eine sogenannte → *Erwartungsklasse* pro *Fischregion* definiert (in FishAssess als EK abgekürzt; Tabelle 6). Sie beschreibt sowohl die Auftretenswahrscheinlichkeit als auch die erwartete Dichte einer Art abhängig von der *Fischregion*. Sie nimmt Werte zwischen 0 und 100 an. Ein Wert von 0 heisst, eine Art wird nicht erwartet. Ein Wert von 100 heisst, die Art wird in hohen Dichten erwartet (Hauptverbreitungsgebiet der Art).

Tabelle 6

Auftretenswahrscheinlichkeit und Erwartungsklassen der Dichte der Fischarten entlang der Fischregionen

Artspezifische Erwartungsklasse (0 = nicht zu erwarten, 100 = im Hauptverbreitungsgebiet) pro Fischregion. Indikatorarten sind hellblau hinterlegt (siehe später in Kapitel 5.2.1). Die aufgeführten Arten bilden die Arten nach VBGF unter Berücksichtigung der Tabelle 3 und Ausschluss von praktisch ausgestorbenen Arten (Stör, Maifisch) oder Arten die ausschliesslich in stehenden Gewässern vorkommen (Seesaiblinge) ab.

Fischart		Fischregion																															
Deutsch	Wissenschaftlich	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	0	0	0	0	1	2	3	9	15	21	27	33	39	46	53	59	66	73	79	86	93	93	94	95	96	96	97	98	99	99	100	
Äsche	<i>Thymellus sp.</i>	0	0	0	0	11	22	33	46	60	73	87	100	92	83	75	67	58	50	42	33	25	23	20	18	15	13	10	8	5	3	0	
Alet	<i>Squalius sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	17	33	50	66	83	84	86	88	90	92	94	96	98	100	95	91	86	81	76	72	67	62	57	53	
Atlantischer Lachs	<i>Salmo salar</i>	0	0	0	13	25	38	50	60	70	80	90	100	100	89	78	67	56	45	34	23	13	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Barbe	<i>Barbus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	8	12	16	20	29	38	47	56	64	73	82	91	100	94	88	81	75	69	63	56	50	44	38	
Blitterling	<i>Rhodeus amarus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8	13	17	21	25	29	33	38	44	50	63	69	75	81	88	94	100	
Blicke	<i>Blicca bjoerkna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12	18	24	31	37	43	49	55	60	64	69	73	78	82	87	91	96	100
Brachsmen	<i>Abramis brama</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cagnetta	<i>Salaria fluviatilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	20	40	60	80	100	97	94	92	89	86	83	81	78	75	68	60	53	45	38	30	23	15	8	0	
Elritze	<i>Phoxinus sp.</i>	0	0	0	0	18	35	53	64	76	88	100	93	84	76	68	59	51	43	34	26	18	16	14	12	11	9	7	5	4	2	0	
Felchen	<i>Coregonus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	14	22	29	36	43	51	58	65	69	72	76	79	83	86	90	93	97	100	
Forelle	<i>Salmo sp.</i>	80	85	90	95	100	100	100	89	78	67	56	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ghiozzo	<i>Padogobius bonelli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Groppe	<i>Cottus sp.</i>	25	45	65	85	100	100	100	90	80	70	60	50	46	42	38	34	31	27	23	19	15	14	12	11	9	8	6	5	3	2	0	
Gründling	<i>Gobio sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	17	33	50	66	83	84	86	88	90	92	94	96	98	100	95	91	86	81	76	72	67	62	57	53	
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	0	0	0	0	0	0	0	10	20	30	40	50	56	61	67	72	78	83	89	94	100	96	92	87	83	79	75	70	66	62	58	
Hecht	<i>Esox sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	8	12	16	20	27	34	41	48	55	62	69	76	83	84	86	88	90	91	93	95	97	98	100	
Hundsbarbe	<i>Barbus caninus</i>	0	0	0	0	17	33	50	60	70	80	90	100	89	78	67	56	44	33	22	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	18	28	37	46	55	64	73	83	84	86	88	90	91	93	95	97	98	100	
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernua</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	8	11	14	17	19	22	25	33	40	48	55	63	70	78	85	93	100	
Laube	<i>Alburnus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	16	23	31	39	47	54	62	70	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100	
Moderieschen	<i>Leucaspilus delineatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	16	24	32	40	48	56	64	73	75	78	81	84	86	89	92	95	97	100	
Nase	<i>Chondrostoma sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	9	18	27	36	45	52	59	66	73	79	86	93	100	93	83	74	65	56	46	37	28	19	9	0	
Neunaugen	<i>Lampetra sp.</i>	0	0	0	0	31	62	93	93	100	100	93	93	83	74	64	55	45	36	26	17	8	7	6	5	4	3	2	2	1	0	0	
Rütilus pigus	<i>Rutilus pigus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	100	100	100	
Rhonestreber	<i>Rutilus asper</i>	0	0	0	0	0	0	0	20	40	60	80	100	97	94	92	89	86	83	81	78	75	68	60	53	45	38	30	23	15	8	0	
Rotaue	<i>Rutilus rutilus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	15	23	30	38	45	53	60	68	71	74	77	81	84	87	90	94	97	100	
Rotfeder	<i>Scardinius sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	9	12	15	18	21	24	28	35	42	49	57	64	71	78	86	93	100	
Schlammpeitzger	<i>Misgurnus fossilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	14	22	29	36	43	51	58	65	69	72	76	79	83	86	90	93	97	100	
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	51	56	62	67	73	78	84	89	95	100	
Schmerle	<i>Barbatula barbatula</i>	0	0	0	0	16	32	48	54	61	67	74	80	84	88	92	96	100	96	91	87	83	74	66	58	50	41	33	25	17	8	0	
Schneider	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	12	23	35	46	58	62	67	72	76	81	86	91	95	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	
Sofie	<i>Parachondrostoma toxostoma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	17	25	33	42	50	63	75	88	100	86	71	57	43	29	14	0	0	0	0	
Steinbeisser	<i>Cobitis sp., Sabanejewia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	97	93	90	86	83	79	76	72	69	65	
Stichling	<i>Gasterosteus gymmnus</i>	0	0	0	0	4	8	13	22	31	40	49	58	62	67	72	76	81	86	91	95	100	97	95	92	90	88	85	83	80	78	75	
Strömer	<i>Telestes sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	20	40	60	80	100	95	91	86	81	76	72	67	62	58	52	46	40	35	29	23	17	12	6	0	
Triotio	<i>Rutilus aula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	100	100	100	
Trüsche	<i>Lota lota</i>	0	0	0	0	3	7	10	23	35	48	60	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100	95	89	84	78	73	67	62	56	51	45	
Wels	<i>Silurus glanis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3	12	22	32	42	51	61	71	81	90	100	
Alle Neozoen	–	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Vorgehen: FishAssess generiert für die Beurteilung des *Teilziels* 1a zwei Listen: Die während der Befischung gefangenen Fischarten und die gemäss berechneter *Fischregion* zusätzlich zu erwartenden Arten. Da das vorgeschlagene Artenspektrum im Allgemeinen umfangreicher ist als das tatsächlich zu erwartende, muss der Vorschlag der zusätzlich zu erwartenden Arten plausibilisiert und in angepasster Form in eine dritte, noch leere Liste übertragen werden. Es ist zu beachten, dass Faktoren wie die Konkurrenz zwischen Arten, die Isolation eines Gewässers oder die Gewässergrösse das zu erwartende Artenspektrum beeinflussen können. Beispielsweise sollte für kleine Gewässer der Äschen-, Barben- und Brachsenregion die Anzahl theoretisch vorkommender Arten zurückhaltend ausgewählt werden, da in kleinen Gewässern natürlicherweise weniger Arten vorkommen können als gemäss *Fischregion* erwartet werden. In gewissen Fällen (z. B. Nähe zu einem Gewässer mit vielen Arten) darf aber auch in einem kleinen Gewässer ein hohes Artenspektrum erwartet werden. Vorsicht ist geboten beim Umgang mit *Geschwisterarten*. Grundsätzlich ist hierbei der Tabelle 3 zu folgen. Sie definiert, wie die einzelnen Arten erfasst und allenfalls zusammengezogen werden.

Zur Festlegung des Standorttypischen Artenspektrums wird in einem nächsten Schritt durch die Anwenderin oder den Anwender für jede gefangene Art angegeben, ob diese *standorttypisch* oder *standortfremd* ist. Danach muss die Anwenderin oder der Anwender bei allen *standorttypischen* Arten (sowohl gefangene Arten als auch zusätzlich erwartete Arten) zwischen → «*zwingend erwartet*» und → «*nicht zwingend erwartet*» unterscheiden (Anwendung im Fallbeispiel Dorfbach in Anhang A 2.1 aufgezeigt). Anschliessend werden die *Erwartungsklassen* (in Abhängigkeit der *Fischregion*, siehe Tabelle 6) aller erwarteten Arten automatisch von FishAssess zu einem artübergreifenden *Erwartungswert* addiert. Das gleiche Vorgehen wird bei den gefangenen Arten angewandt, um einen → *Beobachtungswert* zu definieren. Dabei werden von FishAssess automatisch folgende Gewichtungen vorgenommen (für Details siehe Beispiele im Anhang A 2):

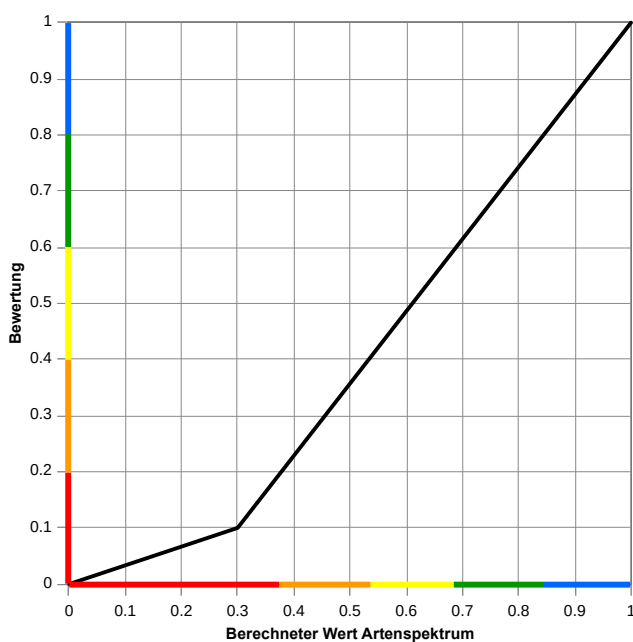
- → *Indikatorarten* (blau codiert in Tabelle 6): Gegenüber *anthropogenen* Einflüssen besonders empfindlich reagierende Arten. Sie spielen deshalb bei der Gewässerbeurteilung eine wichtige Rolle. *Indikatorarten* erfahren deshalb eine doppelte Gewichtung der *Erwartungsklasse* (*Indikatorart* wird in FishAssess als IA abgekürzt, die gewichtete *Erwartungsklasse* wird als EK-G abgekürzt).
- *Zwingend zu erwartende Arten*: *Standorttypische Arten*, für die es keinen Grund gibt, weshalb sie in der befischten Strecke im naturnahen Zustand nicht vorkommen sollten. *Zwingend zu erwartende Arten* erfahren eine einfache Gewichtung der *Erwartungsklasse*.
- *Nicht zwingend zu erwartende Arten*: *Standorttypische Arten*, die in der befischten Strecke zu erwarten wären, aber auch natürlicherweise in gewissen Situationen nicht vorkommen könnten. Es handelt sich vor allem um Arten in seenahen Gewässern, für die kein gesichertes Vorkommen in nennenswerten Dichten belegt ist und Wanderfischarten mit nur saisonalem Vorkommen; oder wenn das Vorkommen einer Art aus anderen Gründen unsicher ist. *Nicht zwingend zu erwartende Arten* erfahren eine halbe Gewichtung der *Erwartungsklasse* (auch bei *Indikatorarten* möglich).
- → *Standortfremde Arten*: In der Schweiz nicht heimische Arten; oder eine Art, die in einem spezifischen Einzugsgebiet, einem Gewässer oder einem Gewässerabschnitt nicht heimisch ist. Sie ist mit direkter Hilfe des Menschen in die Schweiz, ein Einzugsgebiet, ein Gewässer oder einen Gewässerabschnitt eingewandert. Sie gehört folglich nicht zum erwarteten Artenspektrum. *Standortfremde Arten* erfahren eine Gewichtung der *Erwartungsklasse* von 0 und werden damit beim *Teilziel* 1a nicht berücksichtigt. Sie sind aber für die Berechnung des *Teilziels* 1b wichtig.

Bewertung: Bewertet wird das Verhältnis des *Beobachtungswerts* (Summe der gewichteten *Erwartungsklassen* der gefangenen Arten) zum *Erwartungswert* (Summe der gewichteten *Erwartungsklassen* der erwarteten Arten). Die Bewertung erfolgt automatisiert in FishAssess anhand einer *Wertfunktion* (Abbildung 5). Mit dieser *Wertfunktion* manifestiert sich das Fehlen *standorttypischer Arten* rasch in der Bewertung, insbesondere bei Gewässern mit artenarmen Fischgemeinschaften. Der steile rechte Teil der Kurve reagiert sensitiv auf Abweichungen vom erwarteten Artenspektrum. Obwohl der linke Teil der Kurve flacher ist und somit weniger sensitiv reagiert, können auch bei sehr niedrigen berechneten Werten Verbesserungen der Situation aufgezeigt werden. Das kommt insbesondere bei artenreichen Gewässern in einem sehr schlechten Zustand zum Tragen.

Abbildung 5

Wertfunktion für das Artenspektrum

Übersetzung des berechneten Werts (Verhältnis Beobachtungswert zu Erwartungswert) in eine kontinuierliche Bewertungsskala mit Werten zwischen 0 (schlecht) und 1 (sehr gut) sowie in die fünf Zustandsklassen des Modul-Stufen-Konzepts (farbige Achsenabschnitte).



5.2.2 Teilziel 1b: Standorttypisches Dominanzverhältnis

Prinzip: In einem naturnahen Gewässer sollten die *standorttypischen Arten* den Fischbestand dominieren. *Standortfremde Arten* sollten höchstens in sehr geringen Dichten vorkommen. Im *Teilziel 1b* wird deshalb das beobachtete Dichteverhältnis zwischen *standorttypischen* und *standortfremden Arten* bewertet. Betrachtet wird die Anzahl gefangener Fische pro Art.

Vorgehen: Das erwartete Artenspektrum (Kap. 5.2.1) gibt vor, welche Arten *standorttypisch* sind. Die *Individuendichten* der *standorttypischen Arten* werden addiert und ihr Anteil am Gesamtfang berechnet. Diese Berechnung erfolgt automatisiert in FishAssess (für Details siehe Beispiele im Anhang A 2).

Bewertung: Bewertet wird der Anteil *standorttypischer Arten* am Gesamtfang basierend auf den *Individuendichten*. Die Bewertung erfolgt anhand einer *Wertfunktion* (Abbildung 6). Kommen *standortfremde Arten* als Einzeltiere oder in kleinen Dichten vor, wird der Parameter als gut bewertet. Bei höheren Dichten *standortfremder Arten* verläuft die Kurve der Wertfunktion sehr steil, weil *standortfremde Arten* den Fischbestand nur sehr selten dominieren.

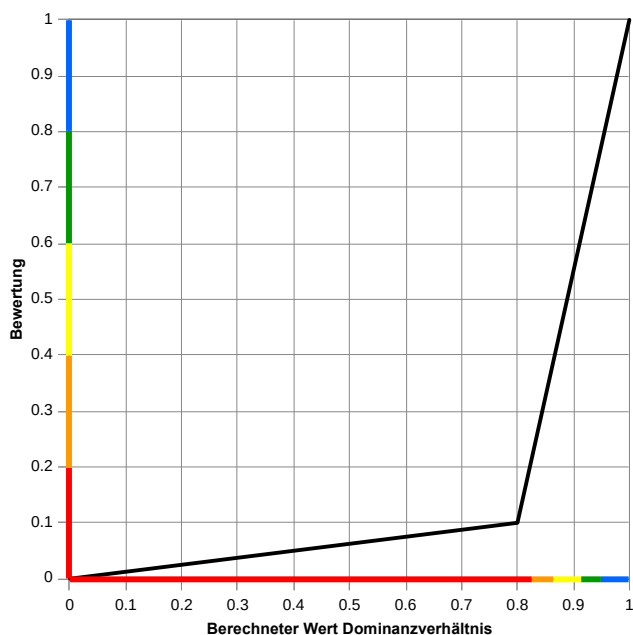
5.2.3 Aggregation der Bewertungen der Teilziele 1a und 1b

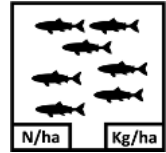
Der Zusammenzug der Bewertungen der beiden *Teilziele* erfolgt über eine sogenannte *Malus-Aggregation*. Die Bewertung des *Unterziels 1* entspricht demnach grundsätzlich der des *Teilziels 1a*. Das *Teilziel 1b* fließt nur in die Bewertung ein, wenn es schlechter bewertet wird als das *Teilziel 1a*. In diesem Fall wird die Bewertung des *Unterziels 1* als Mittelwert der Bewertungen der beiden *Teilziele* berechnet.

Abbildung 6

Wertfunktion für das Dominanzverhältnis

Übersetzung des berechneten Werts (Anteil der gefangenen Fische *standorttypischer Arten* an allen gefangenen Fischen) in eine kontinuierliche Bewertungsskala mit Werten zwischen 0 (schlecht) und 1 (sehr gut) sowie in die fünf Zustandsklassen des Modul-Stufen-Konzepts (farbige Achsenabschnitte).





5.3 Unterziel 2: Standorttypische Dichten

Prinzip: Die Bewertung der Standorttypischen Dichten basieren auf einem Vergleich zwischen den im naturnahen Zustand erwarteten und den tatsächlich beobachteten *Individuendichten* (Anzahl Fische pro Hektare; *Teilziel 2a*) und *Biomassen* (Kilogramm Fische pro Hektare; *Teilziel 2b*) aller gefangenen Fischarten.

Das Prinzip ist für beide *Teilziele* dasselbe.

In FishAssess sind den artspezifischen *Erwartungsklassen* pro *Fischregion* (Tabelle 6) *Erwartungswerte* für die *Individuendichten* und *Biomassen* hinterlegt (Anhang A 3), die im naturnahen Zustand zu erwarten sind. Bei hohen *Erwartungsklassen* werden höhere Dichten erwartet als bei tiefen *Erwartungsklassen*.

Für jede gefangene Fischart wird die beobachtete Dichte anhand der Tabellen im Anhang A 3 in eine → *Beobachtungsklasse* (in FishAssess als BK abgekürzt) übersetzt. Diese *Beobachtungsklasse* wird mit der *Erwartungsklasse* verglichen (siehe Lesebeispiel in Tabelle 7). Wenn die *Beobachtungsklasse* kleiner ist als die *Erwartungsklasse*, resultiert ein Abzug in der Bewertung.

Gehört eine Untersuchungsstrecke nicht zum Hauptverbreitungsgebiet einer Art (*Erwartungsklasse* kleiner 50), fließt für Nicht-*Indikatorarten* auch eine zu hohe Dichte negativ in die Bewertung ein. Dies weil eine sehr hohe Dichte bei Nicht-*Indikatorarten* ausserhalb ihres Hauptverbreitungsgebiets auf Defizite beim ökologischen Gewässerzustand hinweisen kann.

Bei der Berechnung des *Unterziels 2* werden nur Arten berücksichtigt, die gefangen wurden. Erwartete Arten, die nicht gefangen wurden, werden in *Unterziel 1* berücksichtigt.

Vorgehen: Für alle *standorttypischen*, gefangenen Arten erfolgt in FishAssess eine automatisierte Bestandesschätzung. Die Berechnung der Bestandesschätzung basiert auf der Abnahme der Fangzahlen zwischen den Befischungsdurchgängen¹⁵. Falls die der Bestandesschätzung zugrundeliegende Berechnung nicht anwendbar ist, werden die effektiven Fangzahlen verwendet (Addition der artspezifischen Fangzahlen aller Befischungsdurchgänge). Liegt die Fangwahrscheinlichkeit für eine Art über alle Durchgänge gesehen unter 20 %, werden ebenfalls nur die effektiven Fangzahlen benutzt.

Basierend auf der Bestandesschätzung werden in FishAssess automatisch die *Individuendichten* bzw. *Biomassen* berechnet. Den beobachteten Werten werden dann von FishAsses die entsprechenden *Beobachtungsklassen* zugewiesen (Tabelle 7). Die Herleitung der Bewertung basiert auf den beobachteten Differenzen zwischen *Beobachtungsklassen* und *Erwartungsklassen* (für Details siehe Abschnitt Bewertung, siehe Lesebeispiel in Tabelle 7 und siehe Beispiele im Anhang A 2).

Bewertung: Zuerst wird für jede Fischart die Differenz der *Beobachtungsklassen* zur *Erwartungsklasse* *berechnet*. Dann werden die Differenzen aller Arten summiert. Anschliessend wird diese Differenz durch die

¹⁵ Carle, F. L. und Strub, M. R. (1978)

Summe der *Erwartungsklassen*¹⁶ dividiert. Die daraus resultierende relative Abweichung wird von 1 subtrahiert. Der berechnete Wert wird anhand einer *Wertfunktion* in eine Bewertung übersetzt (Abbildung 7).

Tabelle 7

Beispiel: Erwartungswerte für die Individuendichten bei Forelle und Alet

Alle beschriebenen Schritte werden automatisch von FishAssess durchgeführt.

Aus der Fischregion wird basierend auf Tabelle 6 für jede Fischart eine Erwartungsklasse abgeleitet. Für jede Art wurde pro Erwartungsklasse definiert, welche Dichtebereiche in einem naturnahen Zustand erwartet werden. Um die Beobachungsklasse einer Art zu bestimmen, wird die beobachtete Dichte in der Tabelle gesucht und die entsprechende Beobachungsklasse abgelesen. Für die Bewertung werden die Beobachungsklassen und Erwartungsklassen verglichen.

Die in Tabelle 7 für verschiedene Klassen angegebene Werte für die Dichten und Biomassen überlappen. Bei der Festlegung der Beobachungsklasse wird immer die grösstmögliche Beobachungsklasse gewählt.

Lesebeispiel: Im vorliegenden Beispiel hat die Indikatorart Forelle eine Erwartungsklasse von 70. In Erwartungsklasse 70 werden mindestens 1800 Individuen erwartet. Gefangen wurden 2500 Individuen. Da Indikatorarten grundsätzlich nicht zu häufig vorkommen können, resultiert für die Forelle kein Abzug.

Der Alet hat eine Erwartungsklasse von 30. In der Erwartungsklasse 30 werden zwischen 336 und 672 Individuen erwartet. Gefangen wurden 200 Alet. Mit 200 Alet resultiert die Beobachungsklasse 15 (es wird immer die grösstmögliche Beobachungsklasse gewählt). Die Differenz zwischen Beobachungsklasse und Erwartungsklasse liegt somit bei 15.

Da der Alet keine Indikatorart ist und das Gewässer in diesem Beispiel ausserhalb seines Hauptverbreitungsgebiets liegt (Erwartungsklasse < 50), könnte es beim Alet auch Abzug für zu hohe Dichten geben. Wären im gleichen Gewässerabschnitt zum Beispiel 1050 Alet gefangen worden, läge man in der Erwartungsklasse 30 über der oberen Limite von 672. Folglich würde ein Abzug resultieren. Mit 1050 Alet resultiert die Beobachungsklasse 70. Der Abzug würde sich also aus der Differenz der Beobachungsklasse zur Erwartungsklasse ($70 - 30 = 40$) berechnen.

Art	Erwartungsklasse/ Beobachtungs- klasse	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Forelle	untere Limite [N/ha]	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2400	2800	3200	3600	4000
	obere Limite [N/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Alet	untere Limite [N/ha]	0	56	112	168	224	280	336	392	448	504	560	672	784	896	1008	1120	1344	1568	1792	2016	2240
	obere Limite [N/ha]	56	112	224	336	448	560	672	784	896	1008	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF

Die für den naturnahen Zustand hinterlegten *Erwartungswerte* für die Dichten können in Schweizer Gewässern für alle Arten erreicht und in naturnahen Gewässern oft sogar übertroffen werden. Es gibt aber Gewässertypen, in denen natürlicherweise geringere Dichten erwartet werden (z. B. alpine Gewässer). Für diese Gewässer können die *Erwartungswerte* korrigiert werden (siehe Hilfestellung in Tabelle 8; für Anwendung siehe Fallbeispiel Maggia im Anhang A 2.2). Anpassungen sollten aber nur vorgenommen werden, wenn die Anwenderin oder der Anwender ausreichend gute Gewässerkenntnisse hat und ihm oder ihr vergleichbare Gewässer in einem sehr guten Zustand bekannt sind. Korrekturen der *Erwartungswerte* müssen immer begründet werden (Tabelle 9). Alle Korrekturen sind

¹⁶ Bei zu hohen Dichten von Nicht-Indikatorarten ausserhalb ihres Hauptverbreitungsgebiets wird beim Summieren der Erwartungsklassen statt der Erwartungsklasse die Differenz zwischen Beobachungsklasse und Erwartungsklasse verwendet, falls diese Differenz grösser ist als der Wert der Erwartungsklasse. Im Lesebeispiel von Tabelle 7 würde also bei 1050 Alet beim Summieren nicht die Erwartungsklasse = 30 berücksichtigt, sondern die Differenz zwischen Beobachungsklasse und Erwartungsklasse ($70 - 30 = 40$). Dieser Schritt geschieht automatisch in FishAssess.

auf Artniveau anzubringen und erfolgen als Angabe von Individuen pro Hektar (N/ha). In FishAssess lassen sich vollzogene Korrekturen und daraus resultierende Veränderungen nachvollziehen.

Tabelle 8

Hilfestellung für die Korrektur der Erwartungswerte für die Individuendichten und Biomassen

In bestimmten Situationen können die in FishAssess hinterlegten Erwartungswerte für die erwarteten Dichten zu hoch sein. Die angegebenen Korrekturfaktoren sind eine Orientierungshilfe und wurden anhand des Testdatensatzes ermittelt. Sie können von Bearbeitenden situationsabhängig angepasst werden. Korrekturfaktoren können in FishAssess mit den berechneten Erwartungswerten (N/ha) multipliziert werden.

Kriterium	Situation/Wert	Fischart	Korrekturfaktor
Höhenlage	subalpin (ca. 1500 – 2500 m.ü.M.)	Forelle	0,33
	kollin (ca. 300 – 700 m.ü.M.)	Groppe	0,33
	subalpin (ca. 1500 – 2500 m.ü.M.)	Groppe	0,33
	montan (ca. 700 – 1500 m.ü.M.)	Strömer	0,5
Biogeografische Region	Alpennordflanke	Forelle	0,75
	Alpensüdflanke	Forelle	0,5
	Östliche Zentralalpen	Forelle	0,33
	Alpennordflanke	Groppe	0,33
	Alpensüdflanke	Groppe	0,2
	Mittelland	Elritze	0,25
	Mittelland	Bachneunauge	0,25
	Mittelland	Schmerle	0,33
	Mittelland	Schmerle	0,33
Abfluss	> 1 m³/s (MQ)	Forelle	0,5

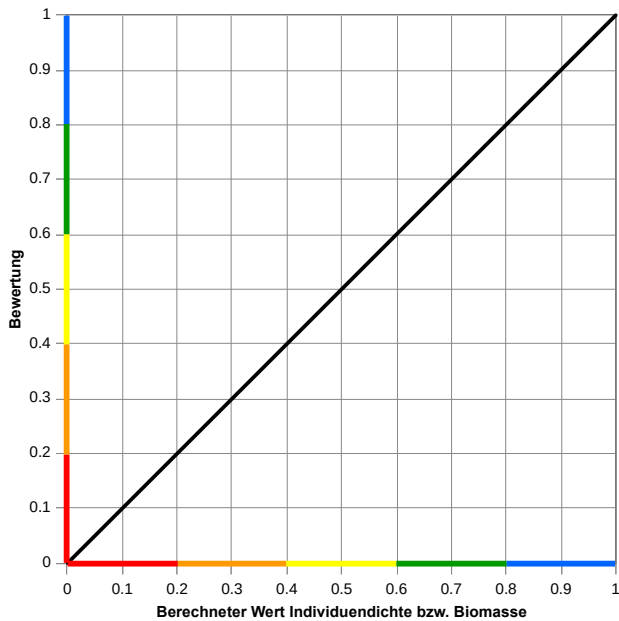
Tabelle 9

Mögliche Begründungen für eine Anpassung der Erwartungswerte für die Individuendichten und Biomassen

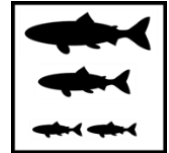
Grund	Erklärung
Höhenlage	Tendenziell sind höher gelegene Gewässer weniger produktiv und können deshalb geringere Dichten aufweisen.
Gewässergrösse	Je nach Fischart können grössere oder kleinere Gewässer weniger produktiv sein und können deshalb geringere Dichten aufweisen.
Biogeografische Region	Tendenziell sind Gewässer im Alpen- und Voralpenraum weniger produktiv und können deshalb geringere Dichten aufweisen.
Wanderfischarten	Wenn bei einer Wanderfischart nicht alle Habitate innerhalb der Befischungstrecke liegen, sind geringere Dichten bei der Biomasse (fehlende Adultfische) oder der Individuendichte (fehlende Jungfische) zu erwarten.
Hohe Artenvielfalt	Wenn in einem Gewässer sehr viele Arten vorkommen, können die Dichten der einzelnen Arten geringer sein als in Gewässern mit weniger Arten.

Abbildung 7**Wertfunktion für die Individuendichte und Biomasse**

Übersetzung des berechneten Werts (Abweichung der Summe der Beobachtungsklassen von der Summe der Erwartungsklassen) in eine kontinuierliche Bewertungsskala mit Werten zwischen 0 (schlecht) und 1 (sehr gut) sowie in die fünf Zustandsklassen des Modul-Stufen-Konzepts (farbige Achsenabschnitte). Die Wertfunktion ist für beide Teilziele identisch.



Die Bewertung des *Unterziels 2* entspricht dem Mittelwert aus den beiden *Teilzielen* 2a Standorttypische *Individuendichte* und 2b Standorttypische *Biomasse*. Beide *Teilziele* beschreiben Dichteverhältnisse. Beide können natürlicherweise variieren. Wenn z. B. eine grosse Anzahl → *juvenile* Fische durch ein Hochwasser verdriftet wurden, sinkt die *Individuendichte* deutlich, die *Biomasse* hingegen nur leicht. Deshalb wurde eine *Aggregation* gewählt, die eine gewisse Kompensation durch das andere *Teilziel* zulässt.



5.4 Unterziel 3: Standorttypische Populationsstruktur

Prinzip: Die Populationsstruktur wird anhand des Vorkommens und der Häufigkeit verschiedener Altersklassen bewertet. Die Beurteilung erfolgt über ein Längenhäufigkeitsdiagramm. Sie beschränkt sich auf *Indikatorarten*, da sich bei ihnen menschliche Einflüsse am ehesten in einem veränderten Längenhäufigkeitsdiagramm manifestieren. Bewertet werden nur gefangene Arten, die natürlicherweise häufig vorkommen sollten (→ *Erwartungsklasse* > 50; Tabelle 6). Für weniger häufig erwartete Arten ist die Interpretation der Längenhäufigkeitsdiagramme in der Regel nicht zielführend, da nicht unbedingt alle Altersklassen erwartet werden.

In einem natürlichen Fischbestand sind die Altersklassen *0⁺-Fische* und übrige *Juvenile* in Längenhäufigkeitsdiagrammen in der Regel durch «Täler» voneinander abgegrenzt (Abbildung 8). Insbesondere bei grosswüchsigen Arten sind diese «Täler» gut ausgeprägt. Normalerweise nimmt die Häufigkeit von kleineren bzw. jüngeren Individuen hin zu den grösseren bzw. älteren Individuen ab. → *Adultfische* sind oft nicht klar durch «Täler» von *Juvenilen* abgegrenzt. Zur Abgrenzung von *Adultfischen* von den restlichen Altersklassen ist Lokalwissen unabdingbar. Im Idealfall können ergänzend weitere Untersuchungen (z.B. Schuppenbestimmungen) durchgeführt werden. Weil Fische nicht in allen Gewässern gleich schnell wachsen, sind die Grenzen zwischen *0⁺-Fischen*, übrigen *Juvenilen* und *Adultfischen* gewässerspezifisch festzulegen.

Aufgrund unterschiedlicher Lebensraumansprüche oder Lebensweisen treten die verschiedenen Altersklassen einer Art nicht immer gemeinsam auf. Wenn in einer Befischungsstrecke – unter Annahme des natürlichen Zustands – nicht für alle Altersklassen geeignete *Habitate* vorhanden sind, werden nur die zu erwartenden Altersklassen bewertet. Ebenso kann es bei kleinwüchsigen Arten sinnvoll sein, nur die Klassen übrige *Juvenile* und *Adultfische* zu bewerten.

Vorgehen: FishAssess listet alle zu beurteilenden Arten automatisch auf und generiert das zugehörige Längenhäufigkeitsdiagramm. Jede Art wird separat beurteilt. Zuerst werden im Längenhäufigkeitsdiagramm die drei Altersklassen visuell abgegrenzt (Abbildung 8). Anschliessend wird das Vorkommen jeder Altersklasse einzeln beurteilt. Dabei wird die effektive Fangzahl der Altersklassen und ihre relative Dichte im Vergleich zu den anderen Altersklassen bewertet und einer der fünf Bewertungsklassen zugewiesen (Tabelle 10; für Details siehe Beispiele im Anhang A 2).

Abbildung 8
Längenhäufigkeitsdiagramm der Forellen in der Petite Glane (FR).

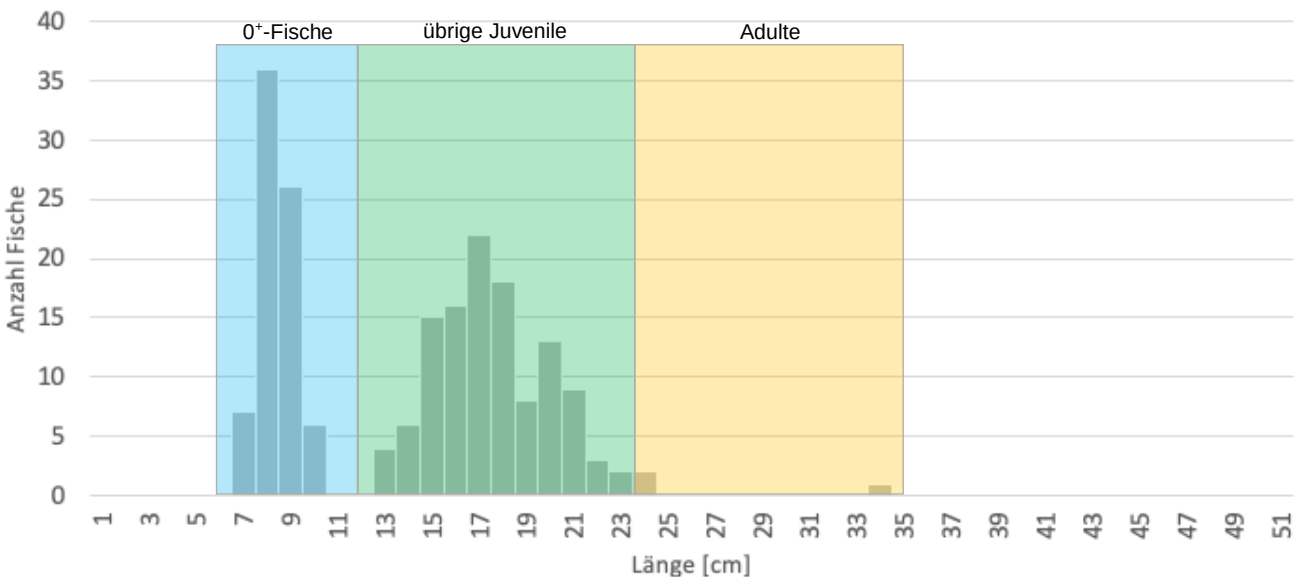


Tabelle 10
Hilfestellung zur Bewertung der Längenhäufigkeitsdiagramme

Für die Beurteilung der Längenhäufigkeitsdiagramme werden die erwarteten minimalen Individuendichten (Anhang A 3.1) hinzugezogen. Im Längenhäufigkeitsdiagramm werden die effektiven Fangzahlen verwendet. Die erwarteten Individuendichten aus Teilziel 2a werden in FishAssess automatisch mit der befischten Fläche (ha) multipliziert, so dass sie einfach mit den effektiven Fangzahlen im Längenhäufigkeitsdiagramm zu vergleichen sind.

Die angegebenen Werte sind eine grobe Orientierungshilfe, die so nicht für jedes Gewässer und jede Art zutreffen.

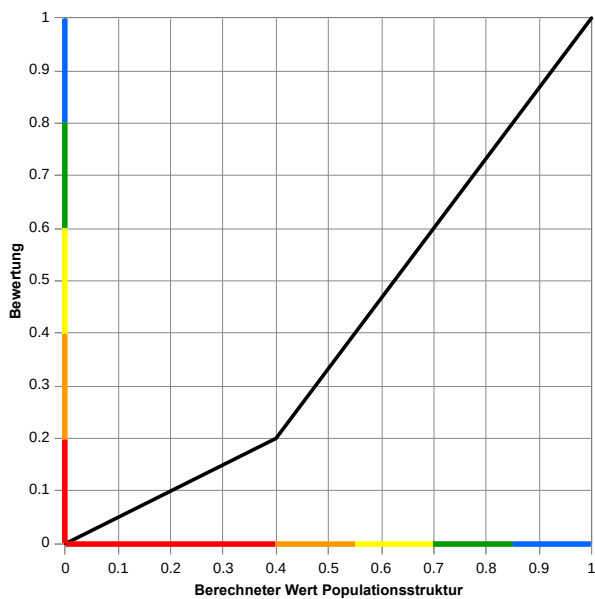
Altersklasse	Bewertungspunkte				
	0	0,25	0,5	0,75	1
0+-Fische	fehlend	Einzeltiere: < 5 % der erwarteten minimalen Dichte UND/ODER deutlich weniger 0+ - Fische als andere Altersklassen	schwaches Vorkommen: 5–20 % der erwarteten minimalen Dichte UND/ODER leicht weniger 0+-Fische als andere Altersklassen	mittleres Vorkommen bis ausreichende Dichte: 20–50 % der erwarteten minimalen Dichte UND/ODER vergleichbar viele bzw. mehr 0+-Fische als andere Altersklassen	ausreichend vertreten: > 50 % der erwarteten minimalen Dichte UND deutlich mehr 0+-Fische als andere Altersklassen
übrige Juvenile	fehlend	Einzeltiere: < 2 % der erwarteten minimalen Dichte UND/ODER Individuenzahl ist deutlich kleiner als die der 0+-Fische	schwaches Vorkommen: 2–5 % der erwarteten minimalen Dichte UND Individuenzahl liegt zwischen derjenigen der 0+-Fische und der Adultfische	mittleres Vorkommen bis ausreichende Dichte: 5–15 % der erwarteten minimalen Dichte UND Individuenzahl liegt zwischen derjenigen der 0+-Fische und der Adultfische	ausreichend vertreten: > 15 % der erwarteten minimalen Dichte UND Individuenzahl liegt zwischen derjenigen der 0+-Fische und der Adultfische
Adulte	fehlend	Einzeltiere: < 1 % der erwarteten minimalen Dichte	schwaches Vorkommen: 1–2 % der erwarteten minimalen Dichte	mittleres Vorkommen bis ausreichende Dichte: 2–5 % der erwarteten minimalen Dichte	ausreichend vertreten: > 5 % der erwarteten minimalen Dichte

Bewertung: Für jede Art wird die Bewertung der unterschiedlichen Altersklassen in FishAssess automatisch gemittelt. Anschliessend wird der Mittelwert über alle Arten gebildet. Der berechnete Wert wird anhand einer *Wertfunktion* in eine Bewertung übersetzt (Abbildung 9). Der steile rechte Teil der Kurve reagiert sensitiv auf Abweichungen von einer erwarteten Populationsstruktur. Somit muss für eine Mehrzahl der Arten und Altersklassen eine mittlere bis hohe Dichte vorhanden sein, um eine gute Bewertung zu erhalten. Obwohl der linke Teil der Kurve flacher ist und somit weniger sensitiv reagiert, können auch bei sehr niedrigen berechneten Werten Verbesserungen der Situation aufgezeigt werden.

Abbildung 9

Wertfunktion für die Populationsstruktur

Übersetzung des berechneten Werts (Mittelwert der Einzelbewertungen der Längenhäufigkeitsverteilung der gefangenen und standorttypischen Fischarten) in eine kontinuierliche Bewertungsskala mit Werten zwischen 0 (schlecht) und 1 (sehr gut) sowie in die fünf Zustandsklassen des Modul-Stufen-Konzepts (farbige Achsenabschnitte).





5.5 Unterziel 4: Gesunde Fische

Prinzip: Das *Unterziel 4* Gesunde Fische wird mit äusserlich sichtbaren Krankheiten, Verletzungen und anderen Anomalien ausgewählter Fischarten gemessen. Die erfassten Anomalien bilden nur einen Teilbereich des *Unterziels* Gesunde Fische ab, viele Krankheiten oder andere Einschränkungen der Fischgesundheit sind äusserlich nicht sichtbar. Die Aussagekraft dieses *Parameters* in Bezug auf den ökologischen Gewässerzustand aber auch zur Beschreibung dieses *Unterziels* ist somit beschränkt. Deshalb fliesst er nicht in die Gesamtbewertung ein.

In bestimmten Fällen können die erfassten Anomalien jedoch auf Defizite (Wasserqualität, Verletzungen durch Anlagen usw.) im Gewässer hinweisen. Deshalb wird die Prävalenz der Anomalien (Anteil der Individuen, der von Anomalien betroffen ist) grob erfasst.

Beurteilung: Für jede Art wird die Prävalenz der Anomalien berechnet. Weil dieser *Parameter* nicht in die Gesamtbewertung einfließt, wurde keine *Wertfunktion* festgelegt. Die Prävalenz wird verbal beurteilt (Tabelle 11) und kann bei der Interpretation der Resultate berücksichtigt werden. Werden erhöhte Prävalenzen festgestellt, können weitergehende Untersuchungen helfen, die Ursachen und Folgen für den Fischbestand zu ermitteln.

Tabelle 11

Beurteilung des Parameters Anomalien anhand der Prävalenz

Prävalenz	Beschrieb
0 – 1 %	Keine/ kaum Anomalien
1 – 5 %	Wiederkehrende Anomalien
> 5 %	Häufige Anomalien

5.6 Aggregation der Bewertungen der Unterziele

Für die Gesamtbewertung mit dem Fisch-Index FI-CH werden die Bewertungen der *Unterziele* 1 Standorttypische Artenzusammensetzung, 2 Standorttypische Dichten und 3 Standorttypische Populationsstruktur zusammengeführt. Die Bewertungsmethode soll in erster Linie lokale *anthropogene* Einflüsse im Gewässer nachweisen. Verschiedene *Aggregationsverfahren* wurden getestet und von mehreren Expertinnen und Experten anhand des Testdatensatzes geprüft. Das *Aggregationsverfahren* wurde so ausgewählt, dass die Gesamtbewertung des Gewässerzustands anhand der Bewertungsmethode und die Beurteilung des Gewässerzustands durch die Expertinnen und Experten gut übereinstimmen. Das erarbeitete *Aggregationsverfahren* beruht auf folgenden Grundsätzen:

-
- Die drei *Unterziele* 1–3 bilden wichtige Aspekte des Fischbestandes ab. Das *Unterziel* 4 fließt nicht in die Gesamtbewertung ein (Kap. 5.5).
 - Die *Parameter* der *Unterziele* 1–3 reagieren empfindlich auf *anthropogene* Einflüsse, aber unterschiedlich stark. Deshalb wird den einzelnen *Unterzielen* eine unterschiedliche Gewichtung gegeben:
 - *Unterziel* 2 (Standorttypische Dichten): Vierfache Gewichtung. Die artspezifischen Dichten reagieren sehr stark auf *anthropogene* Einflüsse auf ein Gewässer. Sie bilden dabei sowohl langfristige, mittelfristige als auch kurzfristige Veränderungen ab und sind somit bei Analysen von Zeitreihen unerlässlich. Zudem führen *anthropogene* Einflüsse meist zu einem Defizit an geeigneten *Habitaten* (Platzmangel), was sich insbesondere auf die artspezifischen Dichten und/oder *Biomassen* auswirkt. Deshalb erfährt die Bewertung des *Unterziels* 2 die stärkste Gewichtung.
 - *Unterziel* 1 (Standorttypisches Artenspektrum): Zweifache Gewichtung. Dieses *Unterziel* bildet langfristige Veränderungen ab und reagiert stark auf *anthropogene* Einflüsse. Es kann auch von Defiziten beeinflusst werden, die ausserhalb des Betrachtungsperimeters liegen (z.B. Wanderhindernisse flussabwärts, fehlende Quellpopulationen für Wiederbesiedlungen, usw.). In natürlicherweise artenarmen Gewässern kommen oft alle Arten vor, was zu einer guten Bewertung des Artenspektrums führt, auch wenn *anthropogene* Einflüsse auf das Gewässer einwirken. In solchen Fällen sind oft die *Individuendichten* und *Biomassen* tief. Deshalb wird die Bewertung des *Unterziels* 1 etwas weniger stark als die Bewertung des *Unterziels* 2 gewichtet.
 - *Unterziel* 3 (Standorttypische Populationsstruktur): Einfache Gewichtung. Die Populationsstruktur reagiert stark auf *anthropogene* Einflüsse. Gleichzeitig reagiert die Populationsstruktur stärker auf andere Einflüsse als *anthropogene* Veränderungen der Gewässer als die *Unterziele* 1 und 2. Beispielsweise führen bettbildende Hochwasser, die während der Inkubationszeit der Eier oder in frühen Lebensstadien stattfinden, natürlicherweise zu geringeren Dichten von Jungfischen (kurzfristige Veränderungen). Solche natürlichen Effekte dürfen sich nicht zu stark auf die Bewertung auswirken. Folglich erfährt die Bewertung des *Unterziels* 3 die geringste Gewichtung.

Die Gesamtbewertung errechnet sich in einem ersten Schritt über eine Mittelwertbildung unter Berücksichtigung der Gewichtung (gewichtete additive *Aggregation*). In gewissen Situationen wird in einem beeinträchtigten Gewässer nur eines der drei *Unterziele* schlecht beurteilt. Eine additive *Aggregation* führt dann zu einer Kompensation des schlecht bewerteten *Unterziels* durch die beiden gut bewerteten *Unterziele*. Die Validierung durch Expertinnen und Experten hat gezeigt, dass durch diese Kompensation oft eine zu gute Gesamtbewertung resultiert. Das am schlechtesten bewertete *Unterziel* erhält deshalb in einem zweiten Schritt ein zusätzliches Gewicht (Minimum-*Aggregation*).

Schliesslich ergibt sich folgendes *Aggregationsverfahren* für die Bewertungen der *Unterziele* 1–3 (gewichtete Additiv-Minimum *Aggregation*; Abbildung 10):

- Schritt 1: Der gewichtete Mittelwert der Bewertungen der drei *Unterziele* wird berechnet. *Unterziel* 1 wird doppelt, *Unterziel* 2 vierfach und *Unterziel* 3 einfach gewichtet.
- Schritt 2: Das Ergebnis von Schritt 1 wird mit 0,75 multipliziert und die tiefste Bewertung der drei *Unterziele* mit 0,25 multipliziert. Beide Ergebnisse werden addiert.

Diese Schritte werden in FishAssess automatisch durchgeführt. Kann ein einzelnes *Unterziel* nicht bewertet werden, wird dieses in der *Aggregation* weggelassen. Werden keine Fische gefangen, kann nur der *Parameter* 1a berechnet werden und die Bewertung des *Teilziels* 1a bildet dann auch die Gesamtbewertung.

Die Bewertung der *Teil-* und *Unterziele* sowie die Gesamtbewertung nehmen Werte zwischen 0 (schlecht) und 1 (sehr gut) an. In diesem kontinuierlichen System sind auch kleine Veränderungen im Fischbestand erkennbar. Für die Kommunikation der Resultate wird die Bewertung mit dem *Fisch-Index FI-CH* in die fünf MSK-Zustandsklassen übersetzt (schlecht, unbefriedigend, mässig, gut, sehr gut).

Abbildung 10

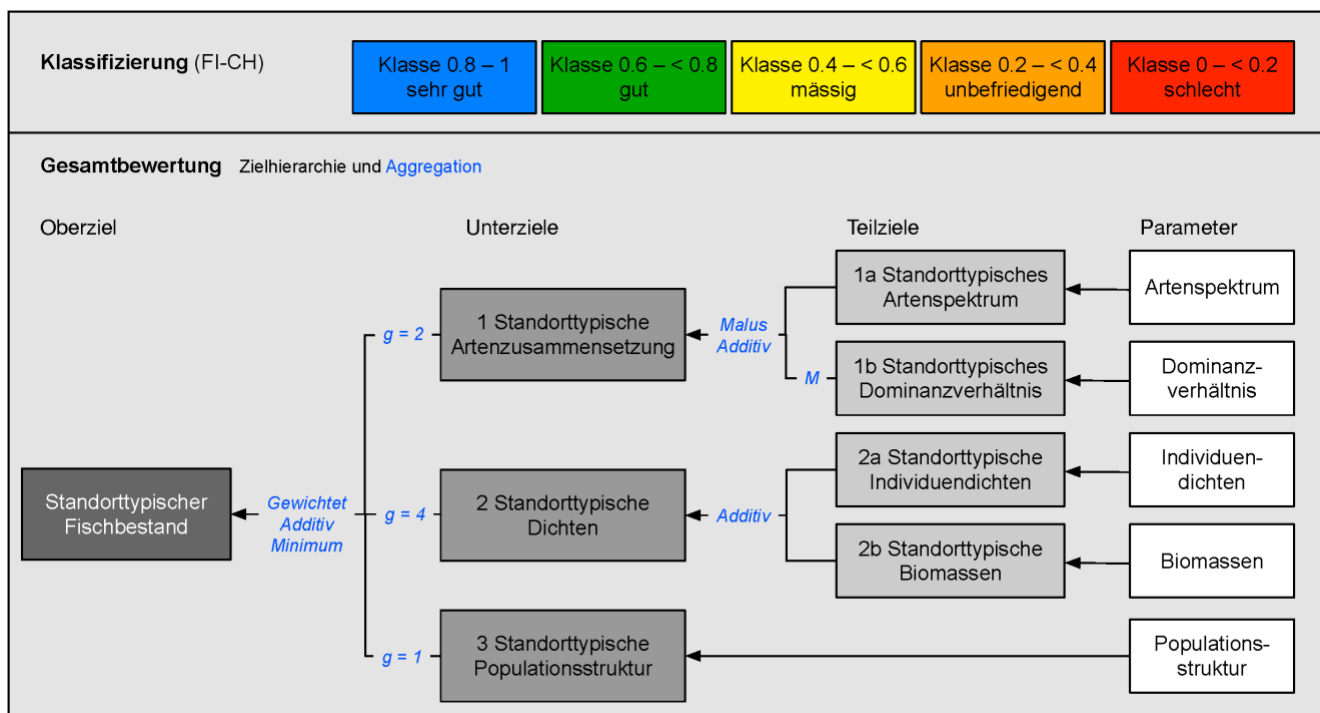
Aggregation der Bewertungen der Teil- und Unterziele zur Gesamtbewertung gemäss Zielhierarchie (Kap. 2.2)

Die Bewertungen der Parameter werden in mehreren Schritten zu einer Bewertung von Teilzielen oder Unterzielen und einer Gesamtbewertung auf Stufe des Oberziels verrechnet (von rechts nach links).

An den Knoten dieser Zielhierarchie ist das angewandte Aggregations-Verfahren angegeben. Wenn unterschiedlich gewichtet wird, sind die entsprechenden Gewichtungen (*g*) angegeben. Teilziel 1b fliesst in die Aggregation des Unterziels 1 als Malus ein (*M*).

Die Gesamtbewertung ergibt sich aus einer gewichteten Additiv-Minimum-Aggregation der Bewertung der Unterziele v_1 (Artenzusammensetzung), v_2 (Dichten) und v_3 (Populationsstruktur):

Gesamtbewertung FI-CH = $(v_1 \times 2 + v_2 \times 4 + v_3 \times 1) / 7 \times 0,75 + \text{Minimum}(v_1, v_2, v_3) \times 0,25$



6 Grenzen der Anwendbarkeit

Die vorgestellte Methode kann in allen Fließgewässern angewendet werden, die quantitativ befischt werden können (watbar, nicht zu tief, siehe Kap. 4.1.1). Eine Bewertung des ökologischen Gewässerzustands anhand der Fische ist nicht sinnvoll, wenn:

- In einem Gewässer keine Fische vorkommen und sich der Fischbestand nur dank Besatzmassnahmen halten kann.
- In ein Gewässer saisonal viele Fische ein- und auswandern (z. B. Altarme).

Zusätzlich ist Folgendes zu berücksichtigen:

- Mit der vorliegenden Methode ist eine sinnvolle Gesamtbewertung nur möglich, wenn quantitativ gefischt wird (mehrere Befischungsdurchgänge). Gewässer, die halb-quantitativ befischt werden (ein Befischungsdurchgang), können nur hinsichtlich der Unterziele 1 und 3 beurteilt werden. Ein Vergleich quantitativer mit halb-quantitativ erhobenen Daten bedingt, dass die Erhebungsmethode dem definierten Standard entsprechen muss (Kap. 4.5.1, z. B. Anodenzahl, Absperrung).
- Der Fischbestand unterliegt über die Zeit natürlichen Schwankungen, auch wenn sich die Belastungssituation im Gewässer nicht verändert. Die vorliegende Methode ist so aufgebaut, dass diese Schwankungen sich in der Bewertung nicht zu stark auswirken.
- Aussergewöhnliche Bedingungen im Vorfeld einer Untersuchung können die Bewertung beeinflussen (z.B. grosse Trockenheit im Sommer, sehr hohe Abflüsse während der Laichzeit). Dies ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.
- Kleinfische oder *O⁺-Fische* sind in Befischungen meist unterrepräsentiert. Das gilt ebenso für Fischarten ohne Schwimmblase oder Fische, die im Kieslückensystem der Gewässersohle vorkommen. Die *Erwartungswerte* für diese Fischarten (Anhang A 3.1 und A 3.2) berücksichtigen diesen Effekt.

7 Glossar

0 ⁺ -Fische	Altersangabe für Fische; ein 0 ⁺ -Fisch hat sein erstes Lebensjahr noch nicht vollendet.
adult	geschlechtsreif
Aggregation/ Aggregations- verfahren	Für die Bewertung des Gesamtsystems müssen alle Parameterwerte der Ziele auf der untersten Ebene der Zielhierarchie miteinander verrechnet werden. Damit kommt man zu einer Bewertung auf der darüberliegenden Ebene der Zielhierarchie und letztlich zu einer Einschätzung inwieweit das Oberziel erreicht wird. Dazu braucht es eine Aggregation der Parameterwerte, die alle zwischen 0 und 1 liegen. Es gibt verschiedene Aggregationstypen, eine mögliche ist beispielsweise die additive Aggregation mit gleichen Gewichten, also der Mittelwert.
Anode	Positiv geladener elektrischer Pol, der als Fangpol verwendet wird
anthropogen	Durch den Menschen beeinflusst/verursacht
Beobachtungs- klasse	Klassifizierung einer von der Fischregion abhängigen, beobachteten Häufigkeit einer Art
Beobachtungswert	Entspricht der Situation im untersuchten Gewässer, beobachtet anhand der gefangenen Fische. Wird bei der Bewertung mit dem Erwartungswert verglichen.
Biomasse	Masse der Fische pro Fläche [kg/ha]
Erwartungsklasse	Klassifizierung einer von der Fischregion abhängigen, erwarteten Auftretenswahrscheinlichkeit bzw. Dichte einer Art.
Erwartungswert	Entspricht der Erwartung im naturnahen bzw. natürlichen Zustand des Gewässers. Wird bei der Bewertung mit dem Beobachtungswert verglichen.
Fischregion	Typisierung von Fließgewässern. Basiert auf Gewässerbreite, Gefälle, Höhe über Meer und Temperatur.
Fisch-Index FI-CH	Der Fisch-Index FI-CH basiert auf der Beprobung der Fische und erlaubt die Bewertung des ökologischen Zustands eines Fließgewässers gemäss der hier beschriebenen MSK-Methode.
Geschwisterarten	Wird hier folgendermassen definiert: Nahverwandte Arten oder Artengruppen mit Vertretern nördlich und südlich der Alpen.
Habitat	Lebensraum einer Art oder Lebensraum einer Art in einem spezifischen Lebensstadium
Indikatorart	Gegenüber anthropogenen Einflüssen besonders empfindlich reagierende Art. Spielt bei der Gewässerbeurteilung eine wichtige Rolle. Für alle Fischregionen werden dieselben Fischarten als Indikatorarten bezeichnet.
Individuendichte	Häufigkeit der Fische pro Fläche [N/ha]
juvenil	Wird hier folgendermassen definiert: Fische zwischen 0 ⁺ -Fischen und Adultfischen (erstes Lebensjahr vollendet, aber noch nicht geschlechtsreif).
Nicht zwingend erwartete Art	Standorttypische Art, die in der befischten Strecke zu erwarten wäre, aber auch natürlicherweise fehlen kann. Die Kategorie kommt vor allem für Arten in seenahen Gewässern zur Anwendung, für die kein gesichertes Vorkommen in nennenswerten Dichten belegt ist; oder für Wanderfischarten mit saisonalem Vorkommen; oder wenn das Vorkommen einer Art aus anderen Gründen unsicher ist.
Oberziel	Das oberste Ziel einer Zielhierarchie, das durch Unterziele und Teilziele auf tieferen Ebenen definiert wird.
Parameter	Hier: Ein Parameter misst, wie gut ein Ziel erreicht wird. Jedes Ziel auf der niedrigsten Ebene der Zielhierarchie braucht eine dazugehörige messbare Grösse als Parameter. In anderen Methoden des MSK manchmal Attribut genannt.
standortfremde Art	In der Schweiz nicht heimische Art; oder eine Art, die in einem spezifischen Einzugsgebiet, einem Gewässer oder einem Gewässerabschnitt nicht heimisch ist. Sie ist mit direkter Hilfe des Menschen in die Schweiz, ein Einzugsgebiet, ein Gewässer oder einen Gewässerabschnitt eingewandert. Sie gehört nicht zum erwarteten Artenspektrum.
standorttypische Art	Eine Art, die in der Schweiz, einem spezifischen Einzugsgebiet, einem Gewässer oder einem Gewässerabschnitt heimisch ist. Sie gehört zum erwarteten Artenspektrum.
Teilziele	Ziele, die Unterziele einer Zielhierarchie genauer beschreiben, sind Teilziele.

Unterziel	Ziele, die das Oberziel der Zielhierarchie genauer beschreiben, sind Unterziele.
Wertfunktion	Übersetzung der für einen Parameter berechneten Ergebnisse in eine kontinuierliche Bewertung zwischen 0 und 1, die einer der fünf MSK-Zustandsklassen zugeordnet werden kann.
Zielhierarchie	Eine Zielhierarchie ist eine strukturierte und transparente Darstellung eines Entscheidungsproblems. Sie gliedert das Problem in handhabbare Teile. Sie unterteilt Ziele in übergeordnete Ziele auf höheren Ebenen und detailliertere Ziele auf niedrigeren Ebenen. Dabei wird ein übergeordnetes Ziel durch die Sammlung der ihm untergeordneten Ziele beschrieben.
zwingend erwartete Art	Standorttypische Art, für die es keinen Grund gibt, weshalb sie in der befischten Strecke im naturnahen Zustand nicht vorkommen sollte.

8 Literatur

Bundesamt für Umwelt (Hrsg.), 2019: Indikator-Set 7 – Fische. In: Wirkungskontrolle Revitalisierung – Gemeinsam lernen für die Zukunft. Bern. Steckbrief 7, V1.03.

Bundesamt für Umwelt (Hrsg.), 2019: Indikator-Set 1 – Habitatvielfalt. In: Wirkungskontrolle Revitalisierung – Gemeinsam lernen für die Zukunft. Bern. Steckbrief 1, V1.05.

Carle, F. L., Strub, M. R. 1978: A new method for estimating population size from removal data. *Biometrics* 34: 621–830.

Degiorgi, F., Raymond, J.C. 2000: Guide Technique. Utilisation de l'ichtyofaune pour la détermination de la qualité globale des écosystèmes d'eau courante. Conseil Supérieur de la Pêche (Délégation Régionale de Lyon)/Agence de l'eau Méditerranée-Corse.

Dübendorfer, C., Moser, D., Kempter, T., Egloff, L., Müller, V., Wanner, P., Kirchhofer, A., Baumann, P. 2011: Expertenbericht zu einem Modul Temperatur im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts. BAFU, 80 S.

Dussling, U. 2009: Handbuch zu fiBS. Hilfestellungen und Hinweise zur sachgerechten Anwendung des fischbasierten Bewertungsverfahrens fiBS. Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e. V. 15

Gerner, T. 2018: Fang, Markierung und Beprobung von freilebenden Wildtieren. Vollzugshilfe für die Überwachung der Bestände und bei Erfolgskontrollen. BAFU-Umwelt Vollzug 1829, 52 S.

Haunschmid, R., Wolfram, G., Spindler, T., Honsig-Erlenburg, W., Wimmer, R., Jagsch, A., Kainz, E., Hehenwarter, K., Wagner, B., Konecny, R., Riedmüller, R., Ibel, G., Sasano, B., Schotzko, N. (2006) Erstellung einer fischbasierten Typologie österreichischer Fließgewässer sowie einer Bewertungsmethode des fischökologischen Zustandes gemäss EU-Wasserrahmenrichtlinie. Bundesamt für Wasserwirtschaft 23

Oberdorff, T., Pont, D., Hugueny, B., Porcher, J.-P. 2002: Development and validation of a fish-based index (FBI) for the assessment of «river health» in France, *Freshwater Biology* 47, S. 1720–1734. [https://cdi.eau-rhin-meuse.fr/GEIDFile/IPR-avril06.PDF?Archive=159360297754&File=iPR %5 Favril06 %5FPDF](https://cdi.eau-rhin-meuse.fr/GEIDFile/IPR-avril06.PDF?Archive=159360297754&File=iPR%5Favril06%5FPDF)

Schager, E., Peter, A. 2004: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Fische – Stufe F (flächendeckend). Vollzug Umwelt Nr. 44. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern

SVFA 2018: Leitfaden eidgenössische Berufsprüfung Fischereiaufseher, Schweizerische Vereinigung der Fischereiaufseher, Neuauflage für 2024 vorgesehen.

Zerunian, S., Goltara, A., Schipani, I., Boz, B. 2009: Adeguamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche alla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE. *Biologia Ambientale* 23, 15–30.

A Anhang

A 1 Feldprotokolle

Allgemeine Angaben

Ort- & Datumsangaben

Gewässername:		Datum der Befischung:		
Ort:		Uhrzeit 1. Durchgang: Beginn:		Ende:
		Uhrzeit 2. Durchgang: Beginn:		Ende:
		Uhrzeit 3. Durchgang: Beginn:		Ende:
Strecken-ID:		Koordinaten:	unten Ost -West	unten Nord -Süd
				oben Ost -West
				oben Nord -Süd

Physikalische Angaben

Abflussverhältnisse:	☐ geeignet	☐ bedingt geeignet	☐ ungeeignet	Trübung:	☐ keine	☐ leicht	☐ mittel
Abflussmessstation:	☐ BAFU	☐ Kanton	☐ keine	Name der Messstation:			
Abfluss [m³/s]:				Witterung:	☐ gut	☐ mittel	☐ schlecht
Wassertemperatur während Befischung [°C]:				Leitfähigkeit [µS/cm]:			

Angaben zur Probenahme

Leiter(in) Befischung:		Leiter(in) Messstation:	
Fanggerät:	☐ stationär ☐ mobil		
Marke:		Absperrung oben:	☐ Netz ☐ E-Sperre ☐ Hindernis ☐ keine
Leistung [kW]:		Absperrung unten:	☐ Netz ☐ E-Sperre ☐ Hindernis ☐ keine
Anzahl Anoden:			

Beurteilung der Befischung (Zusätzliches unter Bemerkungen notieren)

Mit Anode erreichbare Fläche (%-Schätzung):		
Erhöhte Mortalität (Art, %):	☐ kein Problem ☐ Problem (-> Bemerkungen)	Hohe Artenselektivität: ☐ kein Problem ☐ Problem (-> Bemerkungen)
Hohe Längenselektivität:	☐ kein Problem ☐ Problem (-> Bemerkungen)	Probleme Leitfähigkeit: ☐ kein Problem ☐ Problem (-> Bemerkungen)
Zu breit, zu wenig Anoden:	☐ kein Problem ☐ Problem (-> Bemerkungen)	Probleme Hydrologie: ☐ kein Problem ☐ Problem (-> Bemerkungen)

Habitat

Verzweigte Gewässer: Pro Laufmeter wird die Summe der benetzten Breiten aufgenommen (Breite Hauptarm + Breite Nebenarm(e))					
Gesamtlänge befischte Strecke [m]:					
Breitenmessung	Laufmeter [m]	benetzte Breite [m]	Breitenmessung	Laufmeter [m]	benetzte Breite [m]
1			11		
2			12		
3			13		
4			14		
5			15		
6			16		
7			17		
8			18		
9			19		
10			20		

Habitats

Bemerkungen

Strukturtyp:	Anteil/ Fläche
Kolk (in %)	
Rinne (in %)	
Furt (in %)	
Schnelle (in %)	
Hinterwasser (in %)	
Flachwasser (in %)	
Stufe (in %)	
Becken (in %)	
Sohle verbaut (in %)	
Bank (m²)	
Unterstände (m²)	

[illegible]

[illegible]

A 2 Fallbeispiele

Die hier aufgeführten Beispiele wurden mit der Excel-Anwendung «FishAssess» berechnet. Alle Abbildungen entstammen FishAssess und sollen mit der Oberfläche FishAssess vertraut machen. Das Beispiel des Dorfbachs wird detailliert ausgeführt und geht spezifisch auf die Zuordnung *standorttypischer Arten* (*zwingend / nicht zwingend zu erwarten*) ein. Das Beispiel der Maggia zeigt die Anwendung der Korrekturmöglichkeiten für die erwarteten Dichten. Das Beispiel Allaine fokussiert auf den Umgang mit einem artenreichen Fischbestand. Die Beispiele sind von Gewässern mit unterschiedlichem ökologischem Zustand und verschiedenen *Fischregionen*.

A 2.1 Dorfbach (Kanton AG) – Umgang Zuordnung zwingend /nicht zwingend zu erwartende Arten

Der Dorfbach ist ein kleiner Bach, der in Teufenthal in die Wyna mündet. Er ist in der Untersuchungsstrecke kanalisiert und weist eine Betonsohle auf (Abbildung 11). Er wurde 2019 im Rahmen des NAWA SPEZ quantitativ befischt und mit der Methode von 2004 beurteilt.

Es resultierte eine mässige Bewertung, die aus Sicht der Autoren zu positiv war, weil kaum Fische gefangen wurden.

Abbildung 11

Dorfbach: Blick vom oberen Streckenende



Tabelle 12

Spezifische Details zur Befischung

Gewässer	Dorfbach	Ort	Teufenthal (AG)	
Höhe	450 m. ü. M.	Datum	15.10.2019	
Gefälle	12,9 ‰	Koordinaten Start	2'650'865	1'242'452
Benetzte Breite	2,9 m	Koordinaten Ende	2'651'013	1'242'410
Temperatur	–	Länge der Befischungsstrecke	145 m	

Schritte 1 und 2: Zuweisung Grosseinzugsgebiet und Herleitung Fischregion (Kap. 5.2)

Der Dorfbach ist Teil des Grosseinzugsgebiets des Rheins. Der Bach weist eine mittlere benetzte Breite von 2,9 m und ein mittleres Gefälle von 12,9 ‰ auf. Die mittlere benetzte Breite wurde aufgrund des kanalisierten Gerinnes als nicht repräsentativ angesehen und durch die Autoren auf 4,5 m (Schätzung der natürlichen benetzten Breite) korrigiert. Die Befischungsstrecke liegt auf 450 m ü. M. Temperaturdaten liegen keine vor und es wurde eine Abschätzung der Temperatur von 17,5° C vorgenommen werden. Der im FishAssess berechnete Wert für die *Fischregion* liegt bei 1,549, was der unteren Forellenregion entspricht. Aus Sicht der Autoren passt diese *Fischregion*, deshalb wird auf eine Korrektur verzichtet.

Schritte 3 und 4: Herleitung Standorttypisches Artenspektrum und Bewertung Teilziele 1a und 1b – Standorttypisches Artenspektrum und Dominanzverhältnis (Kap. 5.2)

Die Untersuchungsstrecke liegt nur wenige Meter oberhalb der Mündung in die Wyna. Natürlicherweise würden im Dorfbach Forellen und Groppen erwartet. Diese werden deshalb als *standorttypisch* und als *zwingend zu erwarten* eingestuft. Beide sind *Indikatorarten*. Bei den Befischungen wurden auch Schmerlen, Barben und Alet gefangen. Schmerlen sind in einem Gewässer der Forellenregion als *standorttypisch* anzusehen, müssen im Dorfbach aber nicht *zwingend* vorkommen, da sie vermutlich aus der Wyna eingestiegen sind. Barben und Alet werden in einem kleinen Gewässer der Forellenregion eigentlich nicht erwartet, aufgrund der Nähe zur Wyna sind sie aber als *nicht zwingend zu erwartend* einzustufen und nicht als *standortfremd*. Die Barbe ist eine *Indikatorart*. Alle gefangenen Arten werden von FishAssess automatisiert gelistet und es müssen lediglich die Angaben zu *standorttypisch* (ja/nein) und zum «Vorkommen» (*zwingend erwartet* / *nicht zwingend erwartet*) getätigt werden. Es gibt keine zusätzlich zu erwartenden Arten, welche bei der Befischung nicht gefangen wurden, die von Hand unter «zusätzlich zu erwartende Arten» eingetragen werden müssten.

Die *Erwartungsklassen* pro Art werden von FishAssess gewichtet (Kap. 5.2.1) und der *Beobachtungs-* und *Erwartungswert* berechnet (Tabelle 13).

Tabelle 13

Berechnung der Beobachtungs- und Erwartungswerte

EK = Erwartungsklasse, EK-G = gewichtete Erwartungsklasse

Art	Erwartete Erwartungsklasse (EK)	Gewichtung	Gewichtete EK (EK-G)	
			beobachtet	erwartet
Forelle	100	2 (Indikatorart: × 2, zwingend: × 1)	200	200
Groppe	95	2 (Indikatorart: × 2, zwingend: × 1)	190	190
Alet	0	0,5 (nicht zwingend: × 0,5)	0	0
Barbe	0	1 (Indikatorart: × 2, nicht zwingend: × 0,5)	0	0
Schmerle	31,7	0,5 (nicht zwingend: × 0,5)	15,8	15,8
Beobachtungs- und Erwartungswert total (Summe aller EK-G über alle Arten)			405,8	405,8

Alle erwarteten Arten konnten nachgewiesen werden. Folglich stimmt für das *Teilziel 1a* der *Beobachtungswert* (Summe aller EK-G der beobachteten Arten) mit dem *Erwartungswert* (Summe aller EK-G der erwarteten Arten) überein (jeweils 405,8; Abbildung 12). Somit ist der Anteil des *Beobachtungswerts* am *Erwartungswert* 100 % und führt zur Bewertung «sehr gut» (1). Da keine *standortfremden Arten* gefunden wurden, wird auch das *Teilziel 1b* mit 1 bewertet.

Abbildung 12

Bewertung des Artenspektrums und des Dominanzverhältnisses im Dorfbach

<i>Teilziel 1a: Standorttypisches Artenspektrum</i>	<i>Wert</i>	<i>Teilziel 1b: Standorttypisches Dominanzverhältnis</i>	<i>Wert</i>
F1: Beobachtungswert (beobachtete Arten)	405.8	F1: Summe typische Arten [N ₀ /ha]	614
F2: Erwartungswert (erwartete Arten)	405.8	F2: Summe atypische Arten [N ₀ /ha]	0
Differenz F1/F2	0.0	Anteil der typischen Arten	100.0%
Anteil F1	100.0%	Bewertung Dominanzverhältnis (Wert)	1.000
Bewertung Artenspektrum (Wert)	1.000	Bewertung Dominanzverhältnis (Beschreibung)	Sehr gut
Bewertung Artenspektrum (Beschreibung)	Sehr gut		

Schritt 5: Bewertung Teilziele 2a und 2b – Standorttypische Individuendichte und Biomasse (Kap. 5.3)

Für die Bewertung des *Unterziels 2* werden nur *standorttypische Arten* beurteilt, die auch gefangen wurden. Im Dorfbach entspricht dies allen gefangenen Arten. Für jede Art wird die Dichte anhand einer Bestandesschätzung berechnet. Diese beobachteten Dichten finden sich in der Abbildung 13 rechts und sind unterteilt in *Individuendichte* [N/ha] und *Biomasse* [kg/ha]. Beide Werte werden gemäss den Tabellen in Kap. 0 automatisch in eine *Beobachtungsklasse* übersetzt.

Abbildung 13

Herleitung der Bewertung für die Individuendichten und Biomassen im Dorfbach

EK = Erwartungsklasse, BK = Beobachtungsklasse, ID = Individuendichte, BM = Biomasse

Artengruppe	Indikator-art	Erwartungswert (EW)						Beobachteter Wert (BW)				Artspezifische Abweichung Erwartungsklasse (EK)	
		Individuendichte			Biomasse			Individuendichte		Biomasse		ID	BM
		EK	min n/ha	max n/ha	min kg/ha	max kg/ha		BK	n/ha	BK	kg/ha		
Alet	Nein	0.0	0	0	0.0	0.0		7.5	92	0.0	0.07	-7.5	0.0
Barben	Ja	0.0	0	0	0.0	0.0		5.0	31	0.0	0.05	0.0	0.0
Forellen	Ja	100.0	4000	INF	200.0	INF		0.0	15	0.0	0.54	-100.0	-100.0
Groppen	Ja	95.0	5400	INF	36.0	INF		10.0	307	7.5	1.88	-85.0	-87.5
Schmerlen	Nein	31.7	2600	5200	5.2	10.4		0.0	169	5.0	0.84	-31.7	-26.7

Die *Beobachtungsklasse* wird nun mit der Erwartungsklasse verglichen, um die *Individuendichten* und *Biomassen* zu beurteilen. Hierfür wird die *Erwartungsklasse* (EK) entsprechend der *Fischregion* aus der Tabelle 6 von FishAssess automatisiert ausgelesen. Die erwarteten minimalen und maximalen *Individuendichten* bzw. *Biomassen* werden für die jeweiligen *Erwartungsklassen* angegeben. Die *Erwartungswerte* sind aus Sicht der Autoren für den Dorfbach – ein kleines Gewässer der Forellenregion im Schweizer Mittelland – in Ordnung, und werden deshalb nicht angepasst.

Bei Nicht-*Indikatorarten* ausserhalb ihres Hauptverbreitungsgebiets (EK < 50) würde nicht nur eine Unterschreitung des *Erwartungswerts*, sondern auch eine Überschreitung zu einer schlechteren Bewertung führen. Im vorliegenden Beispiel ist nur der Alet eine Nicht-*Indikatorart* ausserhalb ihres Hauptverbreitungsgebiets. Die beobachteten Dichten überschreiten den Erwartungswert leicht, es gibt folglich, einen leichten Abzug für zu hohe Dichten dieser nicht zwingend zu erwartenden Art.

Die Differenzen zwischen der *Beobachtungsklasse* und *Erwartungsklasse* pro Art (artspezifische Abweichungen von den *Erwartungswerten*) werden in FishAssess automatisch aufsummiert (Abbildung 14). Um die maximal mögliche Differenz zwischen den *Beobachtungsklassen* und *Erwartungsklassen* zu ermitteln, werden die *Erwartungsklassen* für jede Art addiert. Anschliessend wird die Summe der beobachteten Differenz (BK-EK) durch die Summe der maximalen Differenz (Summe aller EK) dividiert. Daraus resultiert die relative Abweichung von den *Erwartungswerten*. Die Bewertung entspricht 1 minus diese relative Abweichung.

Abbildung 14

Berechnung der relativen Abweichung von den Erwartungswerten und ihre Bewertung für den Dorfbach

EK = Erwartungsklasse, BK = Beobachtungsklasse

Teilziel 2a: Standorttypische Individuendichten	Wert	Teilziel 2b: Standorttypische Biomassen	Wert
Summe beobachtete Abweichung (BK - EK)	-224.2	Summe beobachtete Abweichung (BK - EK)	-214.2
Summe maximal mögliche Abweichung	-234.2	Summe maximal mögliche Abweichung	-226.7
Relative Abweichung	0.96	Relative Abweichung	0.94
Bewertung Individuendichten (Wert)	0.04	Bewertung Biomassen (Wert)	0.06
Bewertung Individuendichten (Beschreibung)	Schlecht	Bewertung Biomassen (Beschreibung)	Schlecht

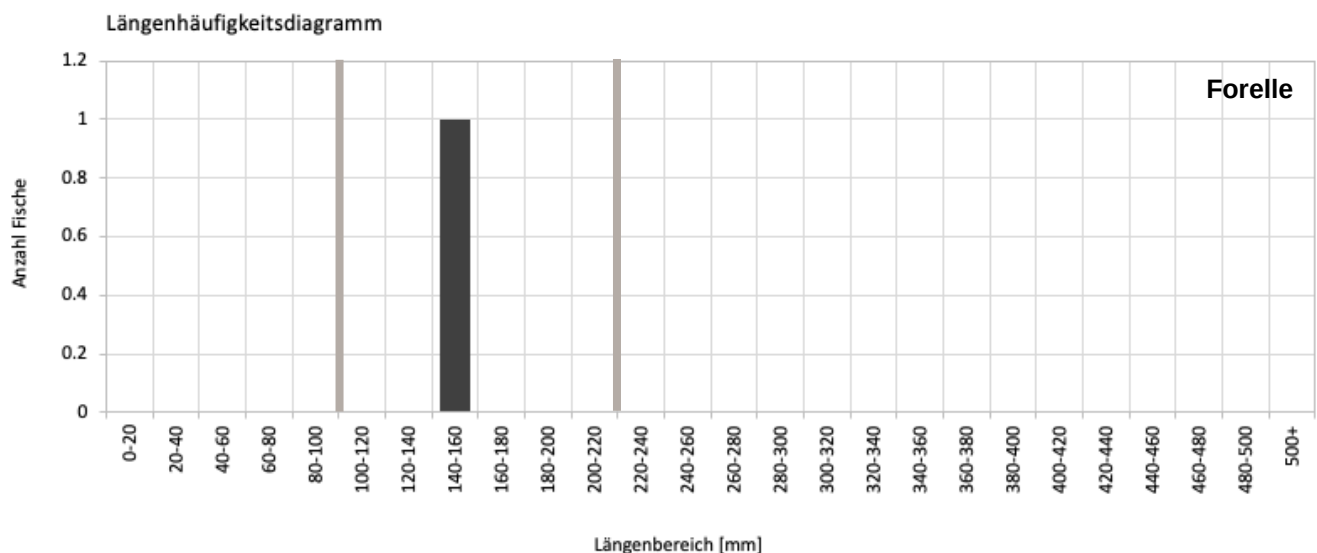
Es zeigt sich, dass für die meisten Arten deutlich weniger Fische gefangen wurden als dies im naturnahen Zustand erwartet worden wäre. Einzig die Barben und Alet überschreiten bei der BK die EK leicht. Insgesamt resultiert für die *Individuendichte* eine Bewertung von 0,04 und für die *Biomasse* eine Bewertung von 0,06.

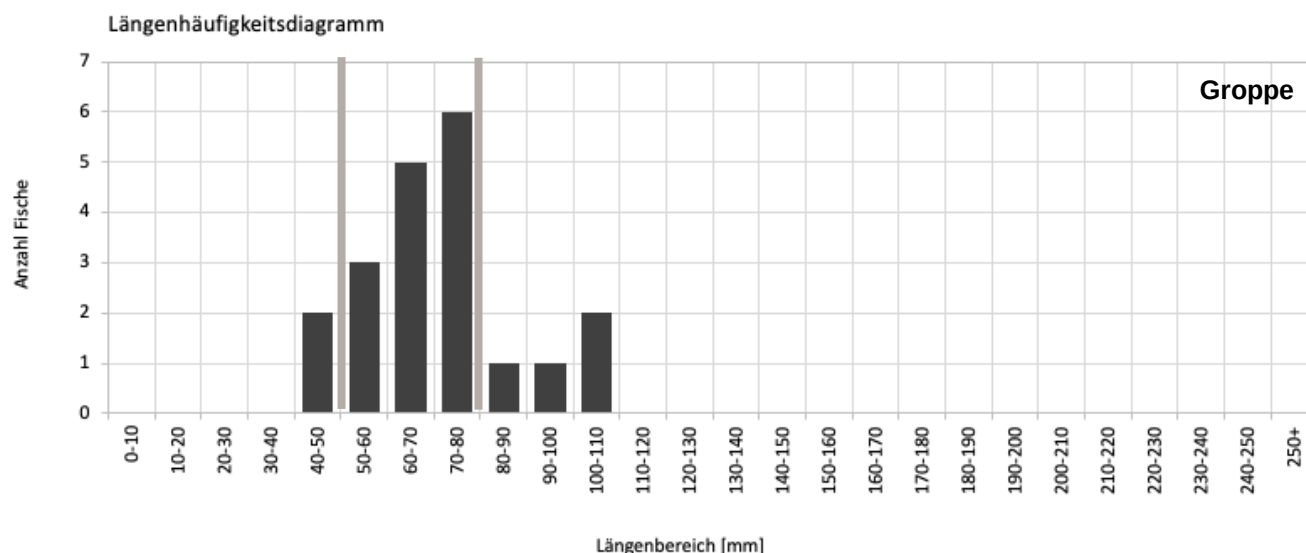
Schritt 6: Bewertung Unterziel 3 – Standorttypische Populationsstruktur (Kap. 5.4)

Für die Beurteilung des *Unterziels* 3 werden nur *standorttypische Indikatorarten* in ihrem Hauptverbreitungsgebiet (EK > 50) beurteilt, die auch gefangen wurden. Im Fall des Dorfbachs sind dies Forellen und Gropen. Für beide Arten werden die von FishAssess automatisch generierten Längenhäufigkeitsdiagramme betrachtet (Abbildung 15).

Abbildung 15

Längenhäufigkeitsdiagramme der Indikatorarten Forelle und Groppe im Dorfbach





Bei der Forelle wurde nur ein Individuum gefangen, welches der Altersklasse «übrige *Juvenile*» zuzuordnen ist. Dementsprechend sind *0⁺-Fische* und *adulte* Fische in die Kategorie «keine/fehlend», die Altersklasse übrige *Juvenile* in die Kategorie «Einzeltiere» einzustufen (Abbildung 16). Bei den Gropen sind alle Altersklassen als «Einzeltiere» zu werten, da die Häufigkeiten der einzelnen Altersklassen für ein Gewässer der Forellenregion deutlich unter den Erwartungen liegen.

Abbildung 16

Beurteilung des Auftretens der drei Altersklassen *0⁺-Fische*, übrige *Juvenile* und *Adultfische* im Dorfbach

EK = Erwartungskategorie, *BK* = Beobachtungskategorie

Artengruppe	Erwartung*		Beobachtung*		Einschätzung Anwender			Mittelwert Bewertung
	EK	n	BK	n	<i>0⁺-Fische</i>	Übrige <i>Juvenile</i>	Adulte Fische	
Forellen	100.0	261	0.0	1	Keine 0.00	Einzeltiere 0.25	Keine 0.00	0.08
Gropen	95.0	352	10.0	20	Einzeltiere 0.25	Einzeltiere 0.25	Einzeltiere 0.25	0.25

Die Beurteilungen der einzelnen Altersklassen beider Arten werden in FishAssess automatisch gemittelt (im Beispiel *0⁺-Fische* = 0.13, übrige juvenile Fische = 0.25, adulte Fische = 0.13). Anschliessend werden die drei Mittelwerte nochmals gemittelt. Der resultierende Wert (0,17) wird gemäss der *Wertfunktion* für die Populationsstruktur in eine Bewertung übersetzt. Insgesamt führt dies für die Populationsstruktur zur Bewertung 0,08 und der Klasseneinteilung «schlecht». Sämtliche Altersklassen beider Arten sind nur vereinzelt vorhanden oder fehlen komplett.

Abbildung 17

Bewertung der Populationsstruktur für den Dorfbach

Unterziel 3: Standorttypische Populationsstruktur	Wert
Bewertung 0+-Fische (Wert)	0.13
Bewertung übrige juvenile Fische (Wert)	0.25
Bewertung adulte Fische (Wert)	0.13
Mittelwert über alle Arten (Wert)	0.17
Bewertung Populationsstruktur (Wert)	0.08
Bewertung Populationsstruktur (Beschreibung)	Schlecht

Schritt 7: Beurteilung Unterziel 4 – Gesunde Fische (Kap. 5.5)

Anomalien wurden bei der Befischung keine festgestellt. Da dieses *Unterziel* nicht in die Gesamtbewertung einfließt, wird das Fehlen von Anomalien lediglich verbal festgehalten.

Schritt 8: Gesamtbewertung (Kap. 5.6)

Die Berechnung der Gesamtbewertung erfolgt in FishAssess automatisiert (Abbildung 18). Sie besteht aus mehreren Schritten:

- Schritt 1 – *Malus-Aggregation* der Bewertungen der *Teilziele* 1a und b: Beide *Teilziele* wurden mit 1, der bestmöglichen Beurteilung bewertet. *Teilziel* 1b würde nur bewertungsrelevant, wenn es niedriger bewertet würde als *Teilziel* 1a. Dies ist hier nicht der Fall. Für das *Unterziel* 1 resultiert folglich eine Bewertung von 1.
- Schritt 2 – *Additive Aggregation* der Bewertungen der *Teilziele* 2a und 2b: Der Mittelwert der Bewertungen der *Teilziele* 2a und 2b wird berechnet ($[0,043 + 0,055] / 2 = 0,049$).
- Schritt 3 – *Gewichtete additive Aggregation* der Bewertungen der *Unterziele* 1, 2 und 3: Die Bewertung des *Unterziels* 1 wird mit 2 gewichtet ($2 \times 1 = 2$), die des *Unterziels* 2 mit 4 ($4 \times 0,049 = 0,196$) und die des *Unterziels* 3 mit 1 ($1 \times 0,083 = 0,083$). Die Summe der gewichteten *Unterziele* wird durch 7 dividiert, was einen Wert von 0,325 ergibt.
- Schritt 4 – *Additiv-Minimum-Aggregation*: Der schlechtesten Bewertung wird ein zusätzliches Gewicht verliehen. Dazu wird der in Schritt 3 berechnete Wert mit 0,75 gewichtet ($0,75 \times 0,325 = 0,244$) und der minimale Wert aller *Unterziele* mit 0,25 ($0,25 \times 0,049 = 0,012$). Die beiden Werte werden addiert, was zu einer Gesamtbewertung von 0,256.

Die Gesamtbewertung von 0,256 entspricht einem unbefriedigenden Zustand. Einzig das *Unterziel* 1 Standorttypische Artenzusammensetzung wird mit «sehr gut» bewertet. Allerdings werden die *Unterziele* 2 (Standorttypische Dichten) und 3 (Standorttypische Populationsstruktur) mit «schlecht» bewertet. Es sind also grössere Defizite vorhanden. Die Beurteilung «unbefriedigend» entspricht deshalb auch der Einschätzung der Autoren für diesen Abschnitt.

Abbildung 18**Bewertung der Teil- und Unterziele sowie Gesamtbewertung für den Dorfbach**

<i>Teil- und Unterziele</i>	<i>Wert</i>	<i>Klasse</i>	<i>Zustand</i>
Teilziel 1a: Standorttypisches Artenspektrum	1.000	1	Sehr gut
Teilziel 1b: Standorttypisches Dominanzverhältnis	1.000	1	Sehr gut
Teilziel 2a: Standorttypische Individuendichten	0.043	5	Schlecht
Teilziel 2b: Standorttypische Biomassen	0.055	5	Schlecht
Unterziel 3: Standorttypische Populationsstruktur	0.083	5	Schlecht
<i>Oberziel: Standorttypischer Fischbestand</i>	<i>Wert</i>	<i>Klasse</i>	<i>Zustand</i>
Gesamtbewertung*	0.256	4	Unbefriedigend

A 2.2 Maggia (Kanton TI) – Korrektur der erwarteten Dichten

Die naturnahe Befischungsstrecke der Maggia liegt im Gewässeroberlauf (Abbildung 19). Sie wurde 2019 im Rahmen von NAWA TREND quantitativ befischt und mit der Methode von 2004 beurteilt. Gefangen wurden ausschliesslich Forellen und Groppen.

Es resultierte eine gute Bewertung, die aus Sicht der Autoren grundsätzlich zutrifft.

Abbildung 19

Maggia: Blick vom oberen Streckenende



Tabelle 14

Spezifische Details zur Befischung

Gewässer	Maggia	Ort	Menzonio (TI)
Höhe	633 m. ü. M.	Datum	27.8.2019
Gefälle	24,2 ‰	Koordinaten Start	2'693'261 1'135'217
Benetzte Breite	24,62 m	Koordinaten Ende	2'693'344 1'135'355
Temperatur	15 °C	Länge der Befischungsstrecke	160 m

Schritte 1 und 2: Zuweisung Grosseinzugsgebiet und Herleitung Fischregion (Kap. 5.2)

Die Maggia ist Teil des Grosseinzugsgebietes Ticino, liegt auf 633 m ü. M., weist ein mittleres Gefälle von 24,2 ‰ auf und die benetzte Breite beträgt 24,6 m. Die mittlere Temperatur des Wassers liegt im wärmsten Sommermonat bei ca. 15 °C. Der im FishAssess berechnete Wert für die *Fischregion* liegt bei 1,190, was der oberen Forellenregion entspricht. Aus Sicht der Autoren ist diese Einteilung richtig und wurde deshalb nicht angepasst.

Schritte 3 und 4: Herleitung Standorttypisches Artenspektrum und Bewertung Teilziele 1a und 1b – Standorttypisches Artenspektrum und Dominanzverhältnis (Kap. 5.2)

Gefangen wurden Forellen (EK-G = 180) und Groppen (EK-G = 180). Bei den Forellen handelt es sich um atlantische Forellen, obwohl natürlicherweise Forellenarten des Po-Einzugsgebiets erwartet würden (Marmorata oder adriatische Forelle). Die verschiedenen Forellenarten werden als *Geschwisterarten* mit ähnlicher Nische für

die Auswertung als Forellen zusammengefasst (siehe Tabelle 3). Neben Forellen und Groppen sind in der oberen Forellenregion keine weiteren Fischarten zu erwarten.

Da bei den Befischungen sowohl Groppen als auch Forellen gefangen wurden, konnten alle erwarteten Arten nachgewiesen werden. Das heisst, der *Beobachtungswert* stimmt mit dem *Erwartungswert* überein (Abbildung 20). Dies führt zur bestmöglichen Bewertung (1) des *Teilziels* 1a. Da keine *standortfremden Arten* festgestellt wurden, erhält auch das *Teilziel* 1b die bestmögliche Bewertung von 1.

Abbildung 20

Bewertung des Artenspektrums und des Dominanzverhältnisses in der Maggia

<i>Teilziel 1a: Standorttypisches Artenspektrum</i>	<i>Wert</i>	<i>Teilziel 1b: Standorttypisches Dominanzverhältnis</i>	<i>Wert</i>
F1: Beobachtungswert (beobachtete Arten)	360.0	F1: Summe typische Arten [N_0 /ha]	2000
F2: Erwartungswert (erwartete Arten)	360.0	F2: Summe atypische Arten [N_0 /ha]	0
Differenz F1/F2	0.0	Anteil der typischen Arten	100.0%
Anteil F1	100.0%	Bewertung Dominanzverhältnis (Wert)	1.000
Bewertung Artenspektrum (Wert)	1.000	Bewertung Dominanzverhältnis (Beschreibung)	Sehr gut
Bewertung Artenspektrum (Beschreibung)	Sehr gut		

Schritt 5: Bewertung Teilziele 2a und 2b – Standorttypische Individuendichten und Biomassen (Kap. 5.3)

Für die Bewertung des *Unterziels* 2 werden nur erwartete Arten beurteilt, die auch gefangen wurden. Im vorliegenden Beispiel sind dies Forellen und Groppen.

Für die Maggia stellt sich die Frage, ob die im FishAssess hinterlegten *Erwartungswerte* angepasst werden sollen. Es ist bekannt, dass Gewässer der Alpensüdflanke (Tabelle 8) natürlicherweise eine geringere Produktivität aufweisen (Alpengewässer, granitisch, kühl). Eine Korrektur der *Erwartungswerte* für die beiden Arten ist demnach sinnvoll. Die Autoren gingen davon aus, dass natürlicherweise ca. 50 % weniger Forellen vorkommen (entspricht der vorgeschlagenen Korrektur aus Tabelle 8). Bei den Groppen wurde mit derselben Begründung ein Korrekturfaktor von 0,2 verwendet (entspricht der vorgeschlagenen Korrektur aus Tabelle 8). Die erwartete Dichte für die Forellen wurde manuell auf 1600 N/ha herabgesetzt, jene der Groppen auf 960 N/ha. Beim Generieren der *Beobachtungsklassen* berücksichtigt FishAssess diese Korrekturen automatisch.

Bei beiden Arten wurden etwas weniger Fische gefangen, als dies im naturnahen Zustand erwartet worden wäre (Abbildung 21). Die Differenz zwischen *Beobachtungs-* und *Erwartungswert* ist bei der Forelle klein (*Individuendichte*: BK-EK = -5; *Biomasse*: BK-EK = 0), bei der Groppe etwas grösser (*Individuendichte*: EK-BK = -17,5; *Biomasse*: EK-BK = -17,5).

Abbildung 21

Herleitung der Bewertung für die Individuendichten und Biomassen in der Maggia

EK = Erwartungsklasse, BK = Beobachtungsklasse, ID = Individuendichte, BM = Biomasse

Artengruppe	Indikator-art	Erwartungswert (EW)								Beobachteter Wert (BW)				Artspezifische Abweichung Erwartungsklasse (EK)	
		Individuendichte			Biomasse		Korrektur Erwartungswert			Individuendichte		Biomasse		ID	BM
		EK	min n/ha	max n/ha	min kg/ha	max kg/ha	min n/ha	Begründung	BK	n/ha	BK	kg/ha			
Forellen	Ja	90.0	1600	INF	80.0	INF	1600.00	Alpensüdflanke	85.0	1401	100.0	130.32	-5.0	0.0	
Groppen	Ja	90.0	960	INF	6.4	INF	960.00	Alpensüdflanke	72.5	599	72.5	3.86	-17.5	-17.5	

Die resultierende Bewertung «sehr gut» (2a = 0,88, 2b = 0,90; Abbildung 22) ist sinnvoll. Ohne Korrektur beim Unterziel 2 wäre die Bewertung «mässig» (2a = 0,43, 2b = 0,56), was aus Sicht der Autoren zu streng wäre.

Abbildung 22

Berechnung der relativen Abweichung von den Erwartungswerten und ihre Bewertung für die Maggia

EK = Erwartungsklasse, BK = Beobachungsklasse

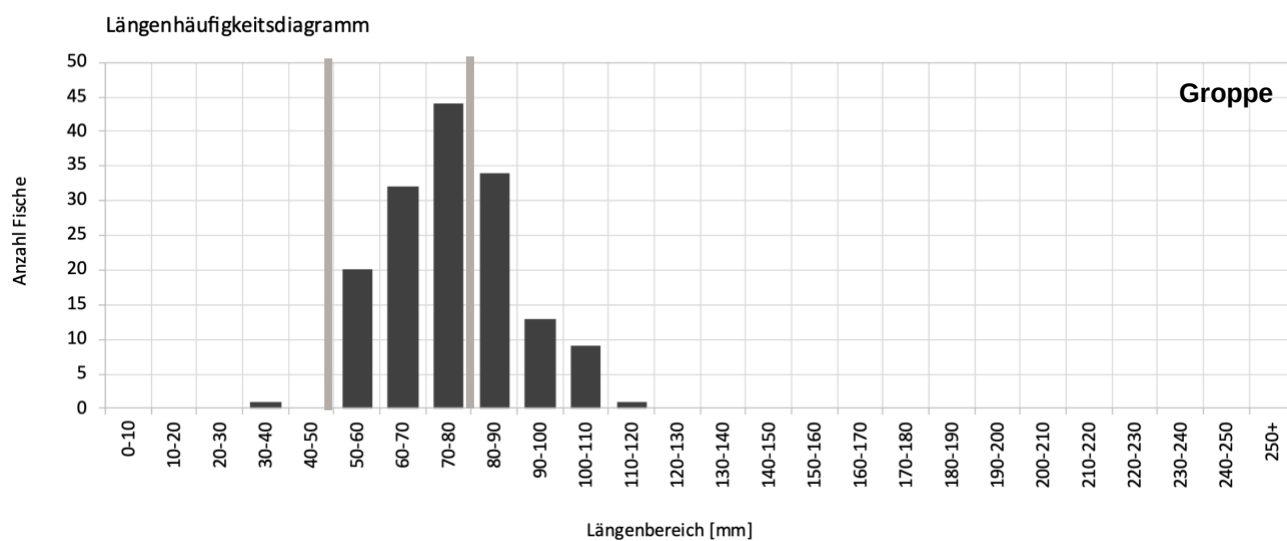
Teilziel 2a: Standorttypische Individuendichten	Wert	Teilziel 2b: Standorttypische Biomassen	Wert
Summe beobachtete Abweichung (BK - EK)	-22.5	Summe beobachtete Abweichung (BK - EK)	-17.5
Summe maximal mögliche Abweichung	-180.0	Summe maximal mögliche Abweichung	-180.0
Relative Abweichung	0.13	Relative Abweichung	0.10
Bewertung Individuendichten (Wert)	0.88	Bewertung Biomassen (Wert)	0.90
Bewertung Individuendichten (Beschreibung)	Sehr gut	Bewertung Biomassen (Beschreibung)	Sehr gut

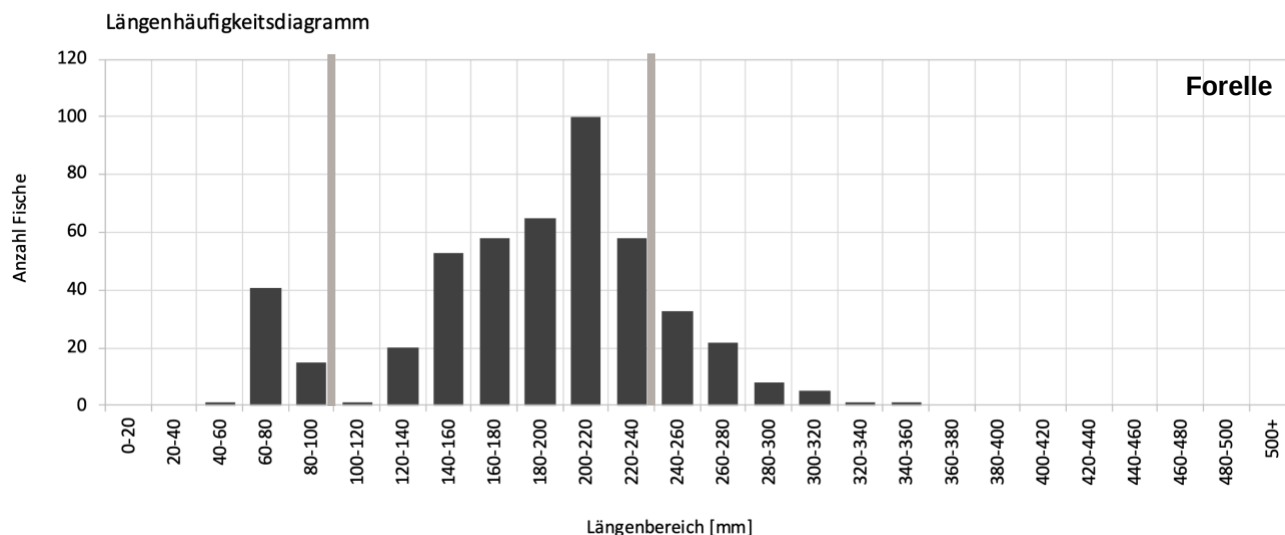
Schritt 6: Bewertung Unterziel 3 – Standorttypische Populationsstruktur (Kap. 5.4)

Sowohl Forellen als auch Gropen weisen eine Erwartungsklasse > 50 auf und sind Indikatorarten. Deshalb wird die Altersstruktur beider Arten beurteilt (Abbildung 23).

Abbildung 23

Längenhäufigkeitsdiagramme der Indikatorarten Arten Groppe und Forelle in der Maggia





Bei den Forellen wird das Vorkommen von 0^+ -Fischen als «schwaches Vorkommen» eingestuft (Abbildung 24). Für die Groppen wurde bezüglich der 0^+ -Fische die Beurteilung «Einzeltiere» gewählt. Übrige *juvenile* und *adulte* Fische werden bei beiden Arten als «ausreichend vertreten» eingestuft.

Abbildung 24

Beurteilung des Auftretens der drei Altersklassen 0^+ -Fische, übrige Juvenile und Adultfische in der Maggia

EK = Erwartungsklasse, BK = Beobachtungsklasse

Artengruppe	Erwartung*		Beobachtung*		Einschätzung Anwender			Mittelwert Bewertung
	EK	n	BK	n	0^+ -Fische	Übrige Juvenile	Adulte Fische	
Forellen	90.0	630	85.0	552	Schwach 0.50	Ausreichend 1.00	Ausreichend 1.00	0.83
Groppen	90.0	378	72.5	236	Einzeltiere 0.25	Ausreichend 1.00	Ausreichend 1.00	0.75

Insgesamt führt dies für die Populationsstruktur zur Bewertung 0,72 und der Klasseneinteilung «gut» (Abbildung 25). Bei beiden Arten sind kleinere Defizite bei den 0^+ -Fischen auszumachen.

Abbildung 25

Bewertung der Populationsstruktur für die Maggia

Unterziel 3: Standorttypische Populationsstruktur	Wert
Bewertung 0^+ -Fische (Wert)	0.38
Bewertung übrige juvenile Fische (Wert)	1.00
Bewertung adulte Fische (Wert)	1.00
Mittelwert über alle Arten (Wert)	0.79
Bewertung Populationsstruktur (Wert)	0.72
Bewertung Populationsstruktur (Beschreibung)	Gut

Schritt 7: Beurteilung Unterziel 4 – Gesunde Fische (Kap. 5.5)

Für *Unterziel 4* werden nur Forellen mit einer Länge von > 10 cm beurteilt, Groppen werden nicht beurteilt (siehe Kap. 5.5). Lediglich 0,2 % der Forellen mit einer Länge von > 10 cm zeigten Anomalien (Abbildung 26). Demzufolge waren bezüglich Anomalien keine negativen Auffälligkeiten feststellbar.

Abbildung 26**Auftreten von Anomalien in der Maggia**

Artengruppe	Anzahl Fische (E) >100 mm	Anzahl mit Anomalien	Anteil mit Anomalien	Bewertung (Beschreibung)
Forellen	425	1	0.2%	Keine/kaum Anomalien

Schritt 8: Gesamtbewertung (Kap. 5.6)

Alle Teil- und *Unterziele* erhalten eine gute oder sehr gute Bewertung (Abbildung 27). Die Berechnung der Gesamtbewertung erfolgt in FishAssess automatisiert in mehreren Schritten:

- Schritt 1 – *Malus-Aggregation* der Bewertungen der *Teilziele* 1a und b: Beide *Teilziele* wurden mit 1 bewertet. *Teilziel 1b* würde nur bewertungsrelevant, wenn es niedriger bewertet würde als *Teilziel 1a*. Dies ist hier nicht der Fall. Für das *Unterziel 1* resultiert folglich eine Bewertung von 1.
- Schritt 2 – *Additive Aggregation* der Bewertungen der *Teilziele* 2a und 2b: Der Mittelwert der Bewertungen der *Teilziele* 2a und 2b wird berechnet ($[0,875 + 0,903] / 2 = 0,889$).
- Schritt 3 – *Gewichtete additive Aggregation* der Bewertungen der *Unterziele* 1, 2 und 3: Die Bewertung des *Unterziels 1* wird mit 2 gewichtet ($2 \times 1 = 2$), jene des *Unterziels 2* mit 4 ($4 \times 0,889 = 3,556$) und jene des *Unterziels 3* mit 1 ($1 \times 0,722 = 0,722$). Die Summe der gewichteten *Unterziele* wird durch 7 dividiert, was einen Wert von 0,897 ergibt.
- Schritt 4 – *Additiv-Minimum-Aggregation*: Der schlechtesten Bewertung wird ein zusätzliches Gewicht verliehen. Dazu wird der in Schritt 3 berechnete Wert mit 0,75 gewichtet ($0,75 \times 0,897 = 0,673$) und der minimale Wert aller *Unterziele* mit 0,25 ($0,25 \times 0,722 = 0,180$). Die beiden Werte werden addiert, was zu einer Gesamtbewertung von 0,853 führt.

Die Gesamtbewertung von 0,853 entspricht einem sehr guten Zustand. Lediglich minimale Defizite bei der *Individuendichte* und *Biomasse* sowie bei der Populationsstruktur treten auf. Diese sind aber gering, weshalb die Beurteilung «sehr gut» auch der Einschätzung der Autoren für diesen Abschnitt entspricht.

Abbildung 27**Bewertung der Teil- und Unterziele sowie Gesamtbewertung für die Maggia**

Teil- und Unterziele	Wert	Klasse	Zustand
Teilziel 1a: Standorttypisches Artenspektrum	1.000	1	Sehr gut
Teilziel 1b: Standorttypisches Dominanzverhältnis	1.000	1	Sehr gut
Teilziel 2a: Standorttypische Individuendichten	0.875	1	Sehr gut
Teilziel 2b: Standorttypische Biomassen	0.903	1	Sehr gut
Unterziel 3: Standorttypische Populationsstruktur	0.722	2	Gut
Oberziel: Standorttypischer Fischbestand			
	Wert	Klasse	Zustand
Gesamtbewertung*	0.853	1	Sehr gut

A 2.3 Allaine (Kanton JU) – Gewässer mit artenreichem Fischbestand

Die Befischungsstrecke der Allaine liegt in Boncourt kurz vor der Grenze zu Frankreich. Sie liegt im Siedlungsgebiet und wurde vor einigen Jahren revitalisiert (Abbildung 28). Das Gewässer ist bekannt für den guten Strömerbestand. Hier wird es als Beispiel für ein artenreiches Gewässer herangezogen. Die Allaine wurde 2019 im Rahmen des NAWA TREND quantitativ befischt und mit der Methode von 2004 beurteilt. Die Allaine wurde als gut bewertet. Aus Sicht der Autoren ist diese Bewertung grundsätzlich nachvollziehbar. Es fehlen zwar einige Arten, die Individuendichten sind aber mehrheitlich gut.

Abbildung 28

Allaine: Blick vom oberen Streckenende



Tabelle 15

Spezifische Details zur Befischung

Gewässer	Allaine	Ort	Boncourt (JU)	
Höhe	364 m. ü. M.	Datum	20.08.2019	
Gefälle	3,2 ‰	Koordinaten Start	2°56'7861	1°26'1'223
Benetzte Breite	9,94 m	Koordinaten Ende	2°56'7802	1°26'1'083
Temperatur	20,2 °C	Länge der Befischungsstrecke	156 m	

Schritte 1 und 2: Zuweisung Grosseinzugsgebiet und Herleitung Fischregion (Kap. 5.2)

Die Allaine ist Teil des Grosseinzugsgebietes des Doubs. Sie weist eine benetzte Breite von 9,9 m und ein mittleres Gefälle von 3,2 ‰ auf. Die Befischungsstrecke liegt auf 364 m ü. M. Die mittlere Temperatur des Wassers liegt im wärmsten Sommermonat bei ca. 20,2 °C. Der im FishAssess berechnete Wert für die *Fischregion* liegt bei 2,27, was der oberen Äschenregion entspricht. Aus Sicht der Autoren ist diese Einteilung richtig und wurde deshalb nicht angepasst.

Schritte 3 und 4: Herleitung Standorttypisches Artenspektrum und Bewertung Teilziele 1a und 1b – Standorttypisches Artenspektrum und Dominanzverhältnis (Kap. 5.2)

Insgesamt wurden 12 Fischarten gefangen (Alet, Forelle, Barbe, Elritze, Groppe, Gründling, Rotaugen, Rotfeder, Schmerle, Sonnenbarsch, Stichling und Strömer). Rotaugen, Rotfeder, Sonnenbarsch und Stichling werden

natürlicherweise nicht erwartet, und wurden von den Autoren als nicht *standorttypisch* eingestuft. Alle anderen beobachteten Arten werden an dem Standort *zwingend erwartet*.

Im naturnahen Zustand wären gemäss Autoren zusätzlich noch folgende Arten zu erwarten: Schneider (*zwingend*), Aal (*zwingend*), Bachneunauge (*zwingend*), Hasel (*nicht zwingend*) und Äsche (*zwingend*). Ein substanzieller Anteil der erwarteten Arten wurde also nicht nachgewiesen. Dementsprechend wird das *Teilziel 1a* mit 0,537 nur mässig bewertet (Abbildung 29). Das *Teilziel 1b* wird etwas besser bewertet, so waren 94,9 % der gefangenen Fische *standorttypisch*, was zu einer Bewertung von 0,769 und der Klasseneinteilung «gut» führt.

Abbildung 29

Bewertung des Artenspektrums und des Dominanzverhältnisses in der Allaine

<i>Teilziel 1a: Standorttypisches Artenspektrum</i>	<i>Wert</i>	<i>Teilziel 1b: Standorttypisches Dominanzverhältnis</i>	<i>Wert</i>
F1: Beobachtungswert (beobachtete Arten)	747.7	F1: Summe typische Arten [N_0 /ha]	21725
F2: Erwartungswert (erwartete Arten)	1168.6	F2: Summe atypische Arten [N_0 /ha]	1173
Differenz F1/F2	420.8	Anteil der typischen Arten	94.9%
Anteil F1	64.0%	Bewertung Dominanzverhältnis (Wert)	0.769
Bewertung Artenspektrum (Wert)	0.537	Bewertung Dominanzverhältnis (Beschreibung)	Gut
Bewertung Artenspektrum (Beschreibung)	Mässig		

Schritt 5: Bewertung Teilziele 2a und 2b – Standorttypische Individuendichten und Biomassen (Kap. 5.3)

Für die Bewertung des Unterziels 2 werden nur erwartete Arten bewertet, die auch gefangen wurden. Fehlende Arten, wie im vorliegenden Fall beispielsweise die Äsche, werden bereits beim *Teilziel 1a* berücksichtigt. Im Fall der Allaine werden deshalb die Dichten von Alet, Barbe, Elritze, Forelle, Groppe, Gründling, Schmerle und Strömer bewertet.

Eine Anpassung der *Erwartungswerte* wäre bei einem artenreichen Gewässer wie der Allaine grundsätzlich zu prüfen. Im vorliegenden Fall war aus Sicht der Autoren eine Anpassung allerdings nicht notwendig. Es wurden weniger Forellen, Gründlinge und Schmerlen gefangen, als dies im naturnahen Zustand erwartet worden wäre (BK deutlich niedriger als EK; Abbildung 30). Für die anderen Arten waren die Abweichungen der erwarteten und beobachteten *Individuendichten* und Biomassen klein.

Abbildung 30

Herleitung der Bewertung für die Individuendichten und Biomassen in der Allaine

EK = Erwartungsklasse, BK = Beobachtungsklasse, ID = Individuendichte, BM = Biomasse

Artengruppe	Indikator-art	Erwartungswert (EW)						Beobachteter Wert (BW)				Artspezifische Abweichung Erwartungsklasse (EK)	
		Individuendichte			Biomasse			Individuendichte		Biomasse		ID	BM
		EK	min n/ha	max n/ha	min kg/ha	max kg/ha		BK	n/ha	BK	kg/ha		
Alet	Nein	86.4	1680	INF	114.0	INF		80.0	1425	75.0	79.60	-6.4	-11.4
Barben	Ja	37.8	195	INF	15.0	INF		67.5	445	87.5	62.51	0.0	0.0
Elritzen	Nein	75.8	7000	INF	12.0	INF		85.0	10054	100.0	30.37	0.0	0.0
Forellen	Ja	35.0	700	INF	35.0	INF		7.5	161	30.0	32.00	-27.5	-5.0
Groppen	Ja	42.2	1275	INF	8.5	INF		75.0	3134	32.5	6.95	0.0	-9.7
Gründlinge	Nein	86.4	3480	INF	18.0	INF		0.0	6	0.0	0.21	-86.4	-86.4
Schmerlen	Nein	88.0	12000	INF	24.0	INF		27.5	2257	52.5	9.20	-60.5	-35.5
Strömer	Ja	90.6	2432	INF	51.2	INF		100.0	4243	100.0	80.39	0.0	0.0

Die im FishAssess resultierende Bewertung «gut» (2a = 0,67, 2b = 0,73) ist insgesamt aus Sicht der Autoren nachvollziehbar (Abbildung 31).

Abbildung 31

Berechnung der relativen Abweichung von den Erwartungswerten und ihre Bewertung für die Allaine

EK = Erwartungsklasse, BK = Beobachtungsklasse

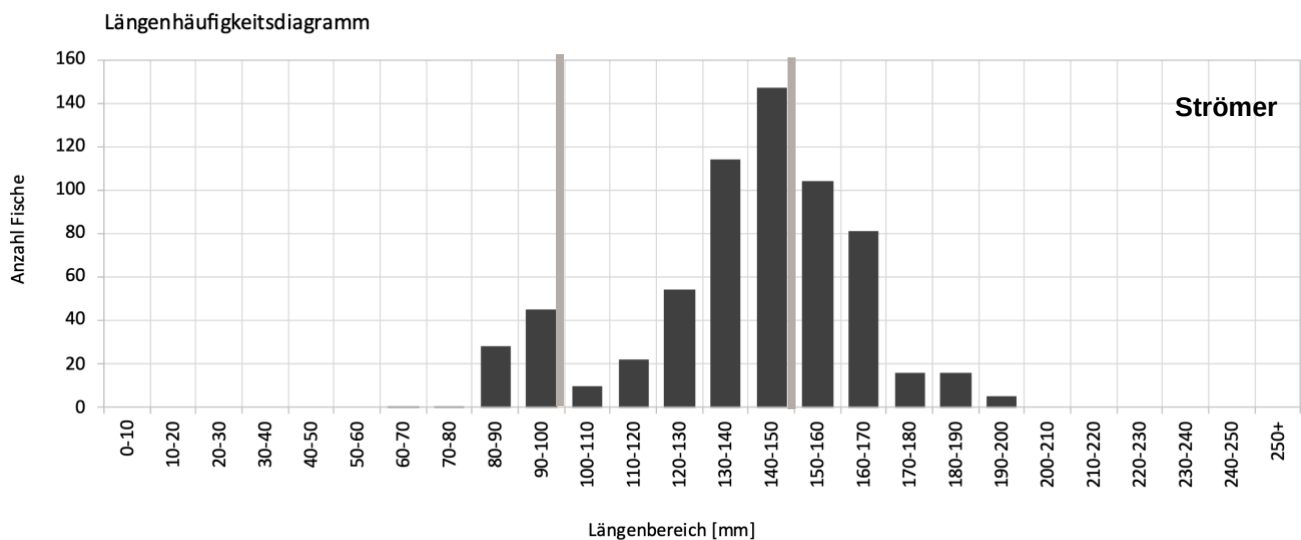
Teilziel 2a: Standorttypische Individuendichten	Wert	Teilziel 2b: Standorttypische Biomassen	Wert
Summe beobachtete Abweichung (BK - EK)	-180.8	Summe beobachtete Abweichung (BK - EK)	-148.0
Summe maximal mögliche Abweichung	-542.2	Summe maximal mögliche Abweichung	-542.2
Relative Abweichung	0.33	Relative Abweichung	0.27
Bewertung Individuendichten (Wert)	0.67	Bewertung Biomassen (Wert)	0.73
Bewertung Individuendichten (Beschreibung)	Gut	Bewertung Biomassen (Beschreibung)	Gut

Schritt 6: Bewertung Unterziel 3 – Standorttypische Populationsstruktur (Kap. 5.4)

Nur der Strömer hat an der Allaine eine Erwartungsklasse > 50 und ist eine Indikatorart. Es wird nur das Längenhäufigkeitsdiagramm des Strömers beurteilt (Abbildung 32).

Abbildung 32

Längenhäufigkeitsdiagramm der Indikatorart Strömer in der Allaine



Beim Strömer wird das Vorkommen von 0⁺-Fischen als schwach eingestuft (Abbildung 33). Übrige juvenile und adulte Fische werden demgegenüber als «ausreichend vertreten» eingestuft.

Abbildung 33

Beurteilung des Auftretens der drei Altersklassen 0⁺-Fische, übrige Juvenile und Adultfische in der Allaine

EK = Erwartungsklasse, BK = Beobachtungsklasse

Artengruppe	Erwartung*		Beobachtung*		Einschätzung Anwender			Mittelwert Bewertung
	EK	n	BK	n	0 ⁺ -Fische	Übrige Juvenile	Adulte Fische	
Strömer	90.6	377	100.0	658	Schwach 0.50	Ausreichend 1.00	Ausreichend 1.00	0.83

Insgesamt führt dies für die Populationsstruktur zur Bewertung 0,78 und der Klasseneinteilung «gut». Kleinere Defizite sind bei den 0⁺-Fischen vorhanden (Abbildung 34).

Abbildung 34

Bewertung der Populationsstruktur für die Allaine

Unterziel 3: Standorttypische Populationsstruktur	Wert
Bewertung 0+-Fische (Wert)	0.50
Bewertung übrige juvenile Fische (Wert)	1.00
Bewertung adulte Fische (Wert)	1.00
Mittelwert über alle Arten (Wert)	0.83
Bewertung Populationsstruktur (Wert)	0.78
Bewertung Populationsstruktur (Beschreibung)	Gut

Schritt 7: Beurteilung Unterziel 4 – Gesunde Fische (Kap. 5.5)

Für Unterziel 4 werden Alet, Barbe und Forelle beurteilt. Alet und Barben zeigen beide eine leicht erhöhte Prävalenz der Anomalien (Abbildung 35).

Abbildung 35

Auftreten von Anomalien in der Allaine

Artengruppe	Anzahl Fische (E) >100 mm	Anzahl mit Anomalien	Anteil mit Anomalien	Bewertung (Beschreibung)
Alet	84	3	3.6%	Wiederkehrende Anomalien
Barben	58	2	3.4%	Wiederkehrende Anomalien
Forellen	20	0	0.0%	Keine/kaum Anomalien

Schritt 8: Gesamtbewertung (Kap. 5.6)

Alle *Teil-* und *Unterziele* erhalten eine mässige oder gute Bewertung (Abbildung 36). Die Berechnung der Gesamtbewertung erfolgt nun in mehreren Schritten:

- Schritt 1 – *Malus-Aggregation* der Bewertungen der *Teilziele* 1a und b: Die Bewertung für das *Teilziel* 1b ist mit 0,769 höher als für das *Teilziel* 1a, weshalb hier die Bewertung von 1a (Bewertung = 0,537) übernommen wird.
- Schritt 2 – *Additive Aggregation* der *Teilziele* 2a und 2b: Der Mittelwert der Bewertungen der *Teilziele* 2a und 2b wird berechnet ($[0,667 + 0,727] / 2 = 0,697$).
- Schritt 3 – *Gewichtete additive Aggregation* der Bewertungen der *Unterziele* 1, 2 und 3: Die Bewertung des *Unterziels* 1 wird mit 2 gewichtet ($2 \times 0,537 = 1,074$), jene des *Unterziels* 2 mit 4 ($4 \times 0,697 = 2,788$) und jene des *Unterziels* 3 mit 1 ($1 \times 0,778 = 0,778$). Die Summe der gewichteten *Unterziele* wird durch 7 dividiert, was einen Wert von 0,663 ergibt.
- Schritt 4 – *Additiv-Minimum-Aggregation*: Der schlechtesten Bewertung wird ein zusätzliches Gewicht verliehen. Dazu wird der in Schritt 3 berechnete Wert mit 0,75 gewichtet ($0,75 \times 0,663 = 0,497$) und der minimale Wert aller *Unterziele* mit 0,25 ($0,25 \times 0,537 = 0,134$). Die beiden Werte werden addiert, was zu einer Gesamtbewertung von 0,631 führt.

Die Gesamtbewertung von 0,631 entspricht knapp einem guten Zustand. Dieses Ergebnis ist aus Sicht der Autoren nachvollziehbar. Die Bewertung liegt an der Grenze zwischen einem guten und einem mässigen Zustand. Es fehlen wichtige Arten und für gewissen Arten sind die *Individuendichten* und *Biomasse* eher gering (Forellen, Gründlinge, Schmerle). Insgesamt dominieren in dieser Strecke eher wenig sensible Arten. Zudem wurden «wiederkehrende Anomalien» beobachtet. Gleichzeitig zeigte die Dichte für eine Mehrzahl der Arten kaum Abweichungen von den natürlicherweise erwarteten Werten (Alet, Barben, Elritzen, Groppen, Strömer). Die Populationsstruktur des Strömers wird gut bewertet.

Abbildung 36

Bewertung der Teil- und Unterziele sowie Gesamtbewertung für die Allaine

<i>Teil- und Unterziele</i>	<i>Wert</i>	<i>Klasse</i>	<i>Zustand</i>
Teilziel 1a: Standorttypisches Artenspektrum	0.537	3	Mässig
Teilziel 1b: Standorttypisches Dominanzverhältnis	0.769	2	Gut
Teilziel 2a: Standorttypische Individuendichten	0.667	2	Gut
Teilziel 2b: Standorttypische Biomassen	0.727	2	Gut
Unterziel 3: Standorttypische Populationsstruktur	0.778	2	Gut
<i>Oberziel: Standorttypischer Fischbestand</i>			
	<i>Wert</i>	<i>Klasse</i>	<i>Zustand</i>
Gesamtbewertung*	0.631	2	Gut

A 3 Erwartungswerte

Sämtliche *Erwartungswerte* stammen primär aus Degiorgi, F. und Raymond, J.C. (2000). Sie bilden *Erwartungswerte* ab, die anhand von Befischungen und Experteneinschätzungen in Frankreich ermittelt wurden. Diese Annahmen wurden anhand eines Testdatensatzes von rund 1303 quantitativen Befischungen an 1202 Standorten in der Schweiz geprüft. Beim Rotaugen wurden diese Referenzwerte nie erreicht, weshalb bei dieser Art der *Erwartungswert* auf die Hälfte korrigiert wurde. Bei Cagnetta und Steinbeisser lagen keine *Erwartungswerte* aus Frankreich vor, diese wurden gemäss den Befischungsergebnissen des Testdatensatzes eingeschätzt. Zusätzlich gab es einige Südkarten, zu welchen sowohl aus Frankreich als auch auf Basis des Testdatensatzes zu wenig Daten vorlagen um *Erwartungswerte* zu definieren. Hier wurden die *Erwartungswerte* der Nordarten übernommen (beispielsweise nördliche und südliche Äsche). Zwischen den Klassengrenzen aus Degiorgi, F. und Raymond, J.C. (2000) wurde linear interpoliert.

Tabelle 16

Angaben in N/ha pro Art und Erwartungsklasse (EK), resp. Beobachtungsklasse (BK); INF = nach oben hin unbegrenzt; – = keine Daten vorliegend oder nicht bewertbar

Art	Erwartungsklasse/ Beobachtungsklasse	Erwartungswerte (N/ha) bei 100% Ernteertrag																					
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
Aal	untere Limite [N/ha]	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	32	36	40	48	56	64	72	80	
	obere Limite [N/ha]	2	4	8	12	16	20	24	28	32	36	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Äsche	untere Limite [N/ha]	0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	144	168	192	216	240	288	336	384	432	480	
	obere Limite [N/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Alet	untere Limite [N/ha]	0	56	112	168	224	280	336	392	448	504	560	672	784	896	1008	1120	1344	1568	1792	2016	2240	
	obere Limite [N/ha]	56	112	224	336	448	560	672	784	896	1008	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Atlantischer Lachs	untere Limite [N/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	obere Limite [N/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Atlantischer Stör	untere Limite [N/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	obere Limite [N/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Barbe	untere Limite [N/ha]	0	26	52	78	104	130	156	182	208	234	260	312	364	416	468	520	624	728	832	936	1040	
	obere Limite [N/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Barbo canino	untere Limite [N/ha]	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	240	280	320	360	400	480	560	640	720	800	
	obere Limite [N/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Bitterling	untere Limite [N/ha]	0	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360	432	504	576	648	720	864	1008	1152	1296	1440	
	obere Limite [N/ha]	36	72	144	216	288	360	432	504	576	648	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Blicke	untere Limite [N/ha]	0	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	720	840	960	1080	1200	1440	1680	1920	2160	2400	
	obere Limite [N/ha]	60	120	240	360	480	600	720	840	960	1080	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Brachsmen	untere Limite [N/ha]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200	240	280	320	360	400	
	obere Limite [N/ha]	10	20	40	60	80	100	120	140	160	180	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Cagnetta	untere Limite [N/ha]	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2400	2800	3200	3600	4000	
	obere Limite [N/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Elritze	untere Limite [N/ha]	0	350	700	1050	1400	1750	2100	2450	2800	3150	3500	4200	4900	5600	6300	7000	8400	9800	11200	12600	14000	
	obere Limite [N/ha]	350	700	1400	2100	2800	3500	4200	4900	5600	6300	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Felchen	untere Limite [N/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	obere Limite [N/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Flussbarsch, Egli	untere Limite [N/ha]	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	72	84	96	108	120	144	168	192	216	240	
	obere Limite [N/ha]	6	12	24	36	48	60	72	84	96	108	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Forelle	untere Limite [N/ha]	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2400	2800	3200	3600	4000	
	obere Limite [N/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Ghiozzo	untere Limite [N/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	obere Limite [N/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Groppe	untere Limite [N/ha]	0	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1800	2100	2400	2700	3000	3600	4200	4800	5400	6000	
	obere Limite [N/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Gründling	untere Limite [N/ha]	0	116	232	348	464	580	696	812	928	1044	1160	1392	1624	1856	2088	2320	2784	3248	3712	4176	4640	
	obere Limite [N/ha]	116	232	464	696	928	1160	1392	1624	1856	2088	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Hasel	untere Limite [N/ha]	0	56	112	168	224	280	336	392	448	504	560	672	784	896	1008	1120	1344	1568	1792	2016	2240	
	obere Limite [N/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Hecht	untere Limite [N/ha]	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	48	56	64	72	80	96	112	128	144	160	
	obere Limite [N/ha]	4	8	16	24	32	40	48	56	64	72	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Karpfen	untere Limite [N/ha]	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	48	56	64	72	80	96	112	128	144	160	
	obere Limite [N/ha]	4	8	16	24	32	40	48	56	64	72	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	

Tabelle 17

Fortsetzung: Pro Art und Erwartungsklasse erwartete Individuendichte

Angaben in N/ha pro Art und Erwartungsklasse (EK), resp. Beobachtungsklasse (BK); INF = nach oben hin unbegrenzt; – = keine Daten vorliegend oder nicht bewertbar

Art	Erwartungsklasse/ Beobachtungsklasse	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Kaulbarsch	untere Limite [N/ha]	0	126	252	378	504	630	756	882	1008	1134	1260	1512	1764	2016	2268	2520	3024	3528	4032	4536	5040
	obere Limite [N/ha]	126	252	504	756	1008	1260	1512	1764	2016	2268	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Laube	untere Limite [N/ha]	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	12000	14000	16000	18000	20000	24000	28000	32000	36000	40000
	obere Limite [N/ha]	1000	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000	16000	18000	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Maifische	untere Limite [N/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	obere Limite [N/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moderlieschen	untere Limite [N/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	obere Limite [N/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nase	untere Limite [N/ha]	0	192	384	576	768	960	1152	1344	1536	1728	1920	2304	2688	3072	3456	3840	4608	5376	6144	6912	7680
	obere Limite [N/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Neunaugen	untere Limite [N/ha]	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	240	280	320	360	400	480	560	640	720	800
	obere Limite [N/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Pigo	untere Limite [N/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	obere Limite [N/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Roi du Doubs, Apron	untere Limite [N/ha]	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	32	36	40	48	56	64	72	80
	obere Limite [N/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Rotauge	untere Limite [N/ha]	0	170	340	510	680	850	1020	1190	1360	1530	1700	2040	2380	2720	3060	3400	4080	4760	5440	6120	6800
	obere Limite [N/ha]	170	340	680	1020	1360	1700	2040	2380	2720	3060	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Rotfeder	untere Limite [N/ha]	0	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	96	112	128	144	160	192	224	256	288	320
	obere Limite [N/ha]	8	16	32	48	64	80	96	112	128	144	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Schlammpeitzger	untere Limite [N/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	obere Limite [N/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schleie	untere Limite [N/ha]	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	72	84	96	108	120	144	168	192	216	240
	obere Limite [N/ha]	6	12	24	36	48	60	72	84	96	108	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Schmerle, Bartgrundel	untere Limite [N/ha]	0	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4800	5600	6400	7200	8000	9600	11200	12800	14400	16000
	obere Limite [N/ha]	400	800	1600	2400	3200	4000	4800	5600	6400	7200	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Schneider	untere Limite [N/ha]	0	12	24	36	48	60	74	88	102	116	130	154	178	202	226	250	300	350	400	450	500
	obere Limite [N/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Sofie	untere Limite [N/ha]	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	72	84	96	108	120	144	168	192	216	240
	obere Limite [N/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Steinbeisser	untere Limite [N/ha]	0	67.5	135	202.5	270	337.5	405	472.5	540	607.5	675	790	905	1020	1135	1250	1500	1750	2000	2250	2500
	obere Limite [N/ha]	67.5	135	270	405	540	675	810	945	1080	1215	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Stichling	untere Limite [N/ha]	0	46	92	138	184	230	276	322	368	414	460	552	644	736	828	920	1104	1288	1472	1656	1840
	obere Limite [N/ha]	46	92	184	276	368	460	552	644	736	828	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Strömer	untere Limite [N/ha]	0	76	152	228	304	380	456	532	608	684	760	912	1064	1216	1368	1520	1824	2128	2432	2736	3040
	obere Limite [N/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Triotto	untere Limite [N/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	obere Limite [N/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trüsche	untere Limite [N/ha]	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	48	56	64	72	80	96	112	128	144	160
	obere Limite [N/ha]	4	8	16	24	32	40	48	56	64	72	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Wels	untere Limite [N/ha]	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	48	56	64	72	80	96	112	128	144	160
	obere Limite [N/ha]	4	8	16	24	32	40	48	56	64	72	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF

A 3.2 Erwartungswerte für die Biomasse

Tabelle 18

Pro Art und Erwartungsklasse erwartete Biomasse

Angaben in kg/ha pro Art und Erwartungsklasse (EK), resp. Beobachtungsklasse (BK); INF = nach oben hin unbegrenzt; – = keine Daten vorliegend oder nicht bewertbar

Art	Erwartungsklasse/ Beobachtungsklasse	Erwartungswerte (kg/ha) bei 100% Ernteertrag																					
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
Aal	untere Limite [kg/ha]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	24	28	32	36	40	
	obere Limite [kg/ha]	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Äsche	untere Limite [kg/ha]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	24	28	32	36	40	
	obere Limite [kg/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Alet	untere Limite [kg/ha]	0	3.8	7.6	11.4	15.2	19	22.8	26.6	30.4	34.2	38	45.6	53.2	60.8	68.4	76	91.2	106.4	121.6	136.8	152	
	obere Limite [kg/ha]	3.8	7.6	15.2	22.8	30.4	38	45.6	53.2	60.8	68.4	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Atlantischer Lachs	untere Limite [kg/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	obere Limite [kg/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Atlantischer Stör	untere Limite [kg/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	obere Limite [kg/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Barbe	untere Limite [kg/ha]	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	32	36	40	48	56	64	72	80	
	obere Limite [kg/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Barbo canino	untere Limite [kg/ha]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	24	28	32	36	40	
	obere Limite [kg/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Bitterling	untere Limite [kg/ha]	0	0.08	0.16	0.24	0.32	0.4	0.48	0.56	0.64	0.72	0.8	0.96	1.12	1.28	1.44	1.6	1.92	2.24	2.56	2.88	3.2	
	obere Limite [kg/ha]	0.08	0.16	0.32	0.48	0.64	0.8	0.96	1.12	1.28	1.44	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Blicke	untere Limite [kg/ha]	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3	3.6	4.2	4.8	5.4	6	7.2	8.4	9.6	10.8	12	14.4	16.8	19.2	21.6	24	
	obere Limite [kg/ha]	0.6	1.2	2.4	3.6	4.8	6	7.2	8.4	9.6	10.8	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Brachsmen	untere Limite [kg/ha]	0	0.8	1.6	2.4	3.2	4	4.8	5.6	6.4	7.2	8	9.6	11.2	12.8	14.4	16	19.2	22.4	25.6	28.8	32	
	obere Limite [kg/ha]	0.8	1.6	3.2	4.8	6.4	8	9.6	11.2	12.8	14.4	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Cagnetta	untere Limite [kg/ha]	0	0.15	0.3	0.45	0.6	0.75	0.9	1.05	1.2	1.35	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3	3.6	4.2	4.8	5.4	6	
	obere Limite [kg/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Elritze	untere Limite [kg/ha]	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3	3.6	4.2	4.8	5.4	6	7.2	8.4	9.6	10.8	12	14.4	16.8	19.2	21.6	24	
	obere Limite [kg/ha]	0.6	1.2	2.4	3.6	4.8	6	7.2	8.4	9.6	10.8	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Felchen	untere Limite [kg/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	obere Limite [kg/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Flussbarsch, Egli	untere Limite [kg/ha]	0	0.8	1.6	2.4	3.2	4	4.8	5.6	6.4	7.2	8	9.6	11.2	12.8	14.4	16	19.2	22.4	25.6	28.8	32	
	obere Limite [kg/ha]	0.8	1.6	3.2	4.8	6.4	8	9.6	11.2	12.8	14.4	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Forelle	untere Limite [kg/ha]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200	
	obere Limite [kg/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Ghiozzo	untere Limite [kg/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	obere Limite [kg/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Groppe	untere Limite [kg/ha]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	24	28	32	36	40	
	obere Limite [kg/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Gründling	untere Limite [kg/ha]	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3	3.6	4.2	4.8	5.4	6	7.2	8.4	9.6	10.8	12	14.4	16.8	19.2	21.6	24	
	obere Limite [kg/ha]	0.6	1.2	2.4	3.6	4.8	6	7.2	8.4	9.6	10.8	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Hasel	untere Limite [kg/ha]	0	2.2	4.4	6.6	8.8	11	13.2	15.4	17.6	19.8	22	26.4	30.8	35.2	39.6	44	52.8	61.6	70.4	79.2	88	
	obere Limite [kg/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Hecht	untere Limite [kg/ha]	0	0.4	0.8	1.2	1.6	2	2.4	2.8	3.2	3.6	4	4.8	5.6	6.4	7.2	8	9.6	11.2	12.8	14.4	16	
	obere Limite [kg/ha]	0.4	0.8	1.6	2.4	3.2	4	4.8	5.6	6.4	7.2	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
Karpfen	untere Limite [kg/ha]	0	1.2	2.4	3.6	4.8	6	7.2	8.4	9.6	10.8	12	14.4	16.8	19.2	21.6	24	28.8	33.6	38.4	43.2	48	
	obere Limite [kg/ha]	1.2	2.4	4.8	7.2	9.6	12	14.4	16.8	19.2	21.6	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	

Fortsetzung: Pro Art und Erwartungsklasse erwartete Biomasse

vorliegend oder nicht bewertbar

Art	Erwartungsklasse/ Beobachtungsklasse	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Kaulbarsch	untere Limite [kg/ha]	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3	3.6	4.2	4.8	5.4	6	7.2	8.4	9.6	10.8	12	14.4	16.8	19.2	21.6	24
	obere Limite [kg/ha]	0.6	1.2	2.4	3.6	4.8	6	7.2	8.4	9.6	10.8	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Laube	untere Limite [kg/ha]	0	3.15	6.3	9.45	12.6	15.75	18.9	22.05	25.2	28.35	31.5	37.8	44.1	50.4	56.7	63	75.6	88.2	100.8	113.4	126
	obere Limite [kg/ha]	3.15	6.3	12.6	18.9	25.2	31.5	37.8	44.1	50.4	56.7	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Maifische	untere Limite [kg/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	obere Limite [kg/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moderlieschen	untere Limite [kg/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	obere Limite [kg/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nase	untere Limite [kg/ha]	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	84	98	112	126	140	168	196	224	252	280
	obere Limite [kg/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Neunaugen	untere Limite [kg/ha]	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.24	0.28	0.32	0.36	0.4	0.48	0.56	0.64	0.72	0.8
	obere Limite [kg/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Pligo	untere Limite [kg/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	obere Limite [kg/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Roi du Doubs, Apron	untere Limite [kg/ha]	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2
	obere Limite [kg/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Rotauge	untere Limite [kg/ha]	0	2.5	5	7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
	obere Limite [kg/ha]	2.5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Rotfeder	untere Limite [kg/ha]	0	0.08	0.16	0.24	0.32	0.4	0.48	0.56	0.64	0.72	0.8	0.96	1.12	1.28	1.44	1.6	1.92	2.24	2.56	2.88	3.2
	obere Limite [kg/ha]	0.08	0.16	0.32	0.48	0.64	0.8	0.96	1.12	1.28	1.44	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Schlammpeitzger	untere Limite [kg/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	obere Limite [kg/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schleie	untere Limite [kg/ha]	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3	3.6	4.2	4.8	5.4	6	7.2	8.4	9.6	10.8	12	14.4	16.8	19.2	21.6	24
	obere Limite [kg/ha]	0.6	1.2	2.4	3.6	4.8	6	7.2	8.4	9.6	10.8	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Schmerle, Bartgrundel	untere Limite [kg/ha]	0	0.8	1.6	2.4	3.2	4	4.8	5.6	6.4	7.2	8	9.6	11.2	12.8	14.4	16	19.2	22.4	25.6	28.8	32
	obere Limite [kg/ha]	0.8	1.6	3.2	4.8	6.4	8	9.6	11.2	12.8	14.4	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Schneider	untere Limite [kg/ha]	0	0.06	0.12	0.18	0.24	0.3	0.36	0.42	0.48	0.54	0.6	0.72	0.84	0.96	1.08	1.2	1.44	1.68	1.92	2.16	2.4
	obere Limite [kg/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Sofie	untere Limite [kg/ha]	0	0.8	1.6	2.4	3.2	4	4.8	5.6	6.4	7.2	8	9.6	11.2	12.8	14.4	16	19.2	22.4	25.6	28.8	32
	obere Limite [kg/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Steinbeisser	untere Limite [kg/ha]	0	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10
	obere Limite [kg/ha]	0.25	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Stichling	untere Limite [kg/ha]	0	0.04	0.08	0.12	0.16	0.2	0.24	0.28	0.32	0.36	0.4	0.48	0.56	0.64	0.72	0.8	0.96	1.12	1.28	1.44	1.6
	obere Limite [kg/ha]	0.04	0.08	0.16	0.24	0.32	0.4	0.48	0.56	0.64	0.72	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Strömer	untere Limite [kg/ha]	0	1.6	3.2	4.8	6.4	8	9.6	11.2	12.8	14.4	16	19.2	22.4	25.6	28.8	32	38.4	44.8	51.2	57.6	64
	obere Limite [kg/ha]	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Triotto	untere Limite [kg/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	obere Limite [kg/ha]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trüsche	untere Limite [kg/ha]	0	1.2	2.4	3.6	4.8	6	7.2	8.4	9.6	10.8	12	14.4	16.8	19.2	21.6	24	28.8	33.6	38.4	43.2	48
	obere Limite [kg/ha]	1.2	2.4	4.8	7.2	9.6	12	14.4	16.8	19.2	21.6	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
Wels	untere Limite [kg/ha]	0	0.8	1.6	2.4	3.2	4	4.8	5.6	6.4	7.2	8	9.6	11.2	12.8	14.4	16	19.2	22.4	25.6	28.8	32
	obere Limite [kg/ha]	0.8	1.6	3.2	4.8	6.4	8	9.6	11.2	12.8	14.4	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF

A 4 Anwendungshilfe

Tabelle 20

Anwendungshilfe für einen Schnellüberblick

Es ist ein systematischer Ansatz: Alle Bewertungen der Teilziele beruhen auf der Einstufung der Fischregion (FR). Die Fischregion definiert für jede Art die Erwartungsklasse (EK), welche die Auftretenswahrscheinlichkeit und auch die zu erwartenden Dichten einer Art festlegt. Dasselbe System erlaubt im Umkehrschluss auch eine Einordnung der beobachteten Dichten einer Art in eine Beobachtungsklasse (BK). Die Anwendungshilfe soll der Anwenderin oder dem Anwender aufzeigen, zu welchen Punkten Angaben gemacht werden müssen, was wo berücksichtigt wird bzw. zu beachten ist und was wie beurteilt bzw. bewertet wird. Sie ist somit besonders hilfreich bei der Auswertung mit der Anwendung FishAssess (FA).

	Fischregion (FR)	Parameter/ Teilziel 1a Artenspektrum	Parameter/ Teilziel 1b Dominanz- verhältnis	Parameter/ Teilziele 2a und 2b Individuendichte und Biomasse	Parameter/ Unterziel 3 Populations- struktur	Parameter/ Unterziel 4 Anomalien
Welche Arten werden berücksichtigt?	–	alle gefangenen und zusätzlich zu erwartenden standorttypischen Arten	alle gefangenen Arten	gefangene standorttypische Arten	gefangene, standorttypische Indikatorarten im Hauptverbreitungsgebiet (EK > 50)	Aal, Alet, Äsche, Barbe, Forelle, Nase > 10 cm
Welche Angaben müssen in FishAssess (FA) gemacht werden?	benetzte Breite, Gefälle, Höhenlage, Wassertemperatur im wärmsten Monat	standorttypische Art (Ja/Nein) Vorkommen einer Art (zwingend / nicht zwingend)	keine, wird automatisch generiert	allfällige Korrekturen der erwarteten Dichten (inkl. Begründung)	die Beurteilungen pro Altersklasse und Art müssen angegeben werden	keine, wird automatisch generiert
Was gilt es zu beachten?	Einordnung in ein kontinuierliches System von 1 (Forellenregion) bis 4 (Brachmsenregion)	unterschiedliche Gewichtungen der Erwartungsklassen (EK): Indikatorarten = EK × 2 zwingend vorhandene Art = EK × 1 nicht zwingend vorhandene Art = EK × 0,5	Malus-Aggregation mit Bewertung Teilziel 1b – dieses Teilziel erhält nur Einzug in die Bewertung wenn es schlechter bewertet wird als Teilziel 1a, in diesem Falle findet eine Mittelwertbildung statt	Gewichtung der EK aus Parameter 1a ist hier nicht mehr gültig	Längenfrequenzdiagramme können für jede zu beurteilende Art erstellt werden und sind unerlässlich für die Beurteilung	–
Ist eine Korrekturmöglichkeit gegeben?	Ja, die FR kann angepasst werden, sollten Bearbeitende sie nicht korrekt finden	Indirekt – eine Anpassung der FR bedingt eine Verschiebung der EK aller Arten	Indirekt – falls bei Parameter 1a gefangene Arten als standortfremd eingetragen werden	Ja, die Dichten können bei Bedarf und bei guten lokalen Gewässerkenntnissen korrigiert werden	Nein – eine Einschätzung durch Bearbeitende ist erforderlich	Nein – nicht bewertungsrelevant
Was wird bewertet/ beurteilt?	–	Anteil der gefangenen standorttypischen Arten (gewichtet nach EK) an den erwarteten Arten	Anteil der standorttypischen Fische (N/ha) am Gesamtfang	Die beobachteten Dichten (gemäss Beobachtungsklasse = BK) werden mit den erwarteten Dichten (gemäss EK) verglichen	Die Populationsstruktur der zu beurteilenden Arten	Wird nicht bewertet, aber verbale Umschreibung der Prävalenz der zu beurteilenden Arten (Anteil von Anomalien betroffen)
Bewertung?	wird nicht bewertet	(Summe EK gefangene Arten) / (Summe EK erwartete Arten), Übertragung des Endwerts in die Wertfunktion	(Summe N/ha standorttypische Arten / Summe N/ha aller Arten), Übertragung des Endwerts in die Wertfunktion	1 – (Summe BK – Summe EK) / (Summe EK), Übertragung des Endwerts in die Wertfunktion	Mittlung der Beurteilungen aller Altersklassen einer Art, dann Mittelung über alle Arten, Übertragung des Endwerts in die Wertfunktion	wird nicht bewertet