



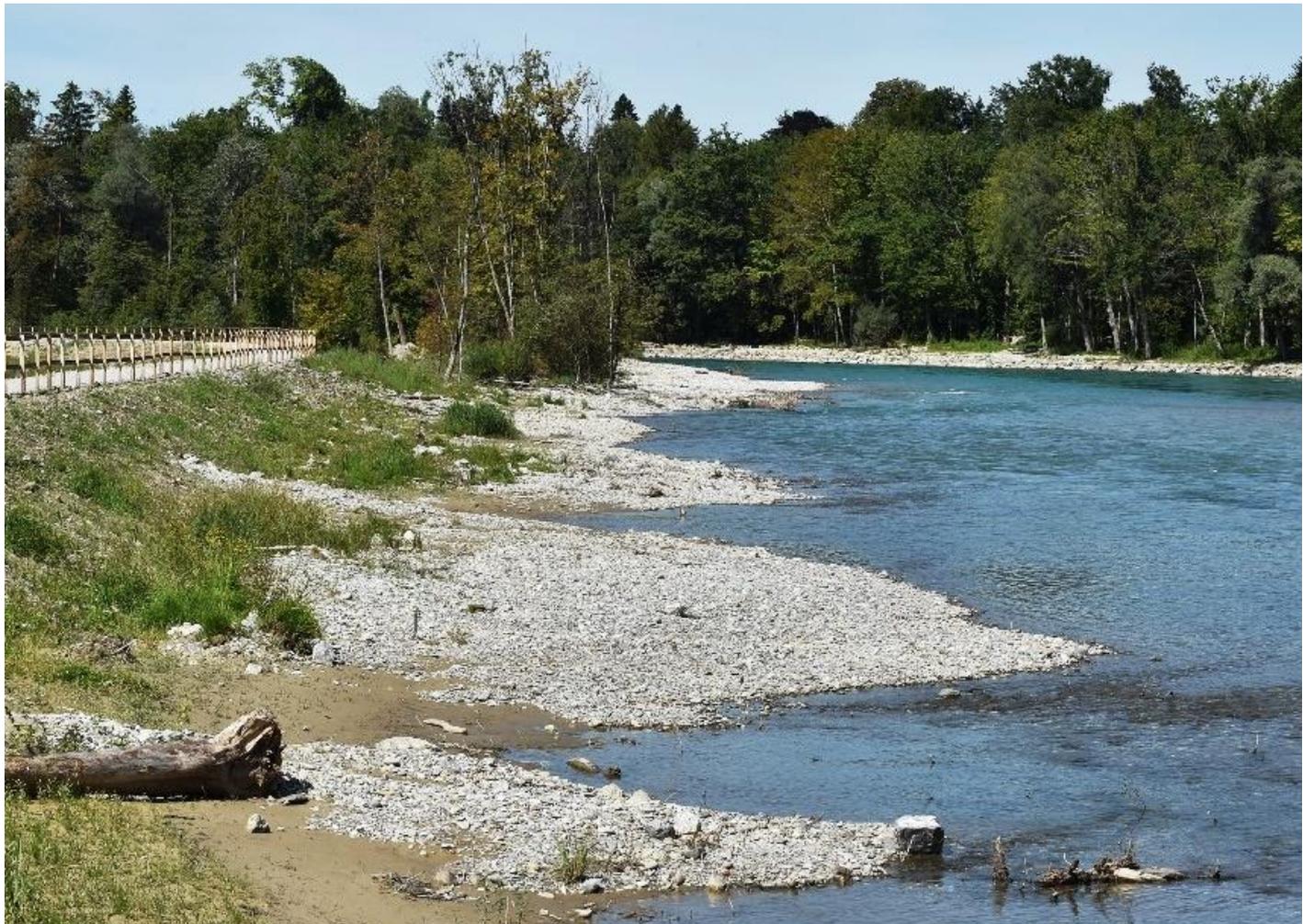
# Bewertung von Eingriff und Ersatz in Fließgewässer-Lebensräumen: Methode BESB<sub>F</sub>

## Leitfaden

Wirtschafts-, Energie- und Umweltdirektion (WEU)

Bau- und Verkehrsdirektion (BVD)

02/2024



**Herausgeber:**

Wirtschafts-, Energie- und Umweltdirektion (WEU) und Bau- und Verkehrsdirektion (BVD) des Kantons Bern, Forum Gewässer

**Methode:**

Heiko Zeh, Sigmaplan AG

David Tanno, Limnex AG

Christoph Bühler, Hintermann & Weber AG

**Fachliche Begleitung / Anregungen:**

Willy Müller, Amt für Landwirtschaft und Natur LANAT, Fischereiinspektorat

Karin Gafner, Amt für Landwirtschaft und Natur LANAT, Fischereiinspektorat

Kurt Röstli, Amt für Landwirtschaft und Natur LANAT, Abteilung Naturförderung

Damian Stoffel, Tiefbauamt TBA, Obergeringenieurkreis I

Adrian Fahrni, Tiefbauamt TBA, Obergeringenieurkreis II

Jörg Bucher, Tiefbauamt TBA, Obergeringenieurkreis III

Demian Schneider, Tiefbauamt TBA, Obergeringenieurkreis IV

Vinzenz Maurer, Amt für Wasser und Abfall AWA

Anna Belser, Abteilung Gefahrenprävention, BAFU

Christine Weber, Eawag, Abteilung Oberflächengewässer, Forschungsgruppe Flussrevitalisierung

Sabine Fink, WSL, Gruppe Biodiversität, Programm Wasserbau und Ökologie

Ursula Boos, Monbijou Recht

Steffen Schweizer, Grimsel Hydro

**Bericht:**

Pascale Affolter, Amt für Umwelt und Energie AUE, Abteilung Koordination Umwelt und Nachhaltige Entwicklung

Christoph Bühler, Hintermann & Weber AG Basel

**Redaktion:**

Franziska Witschi, Büro Witschi

Vorgeschlagene Zitierung:

Forum Gewässer BE (Hrsg.) 2023: *Bewertung von Eingriff und Ersatz in Fließgewässer-Lebensräumen: Methode BESBF. Leitfaden.*

Titelbild: Renaturierung Selhofenzopfen-Wehrliau, Tiefbauamt des Kantons Bern

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zugehörige Dokumente:</b> .....	<b>5</b>
<b>Rechtliche Grundlagen</b> .....	<b>6</b>
<b>Glossar, Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>7</b>
<b>1. Zusammenfassung / Rahmenbedingungen in Kürze</b> .....	<b>8</b>
1.1 Hintergrund.....	8
1.2 Prinzip und Kriterien .....	9
1.3 Bilanzierung Ausgangs- und Endzustand .....	10
1.4 Plausibilisieren der Resultate .....	11
1.5 Eignung der Methode.....	12
<b>2. Prozessschema</b> .....	<b>13</b>
<b>3. Einführung</b> .....	<b>14</b>
3.1 Ausgangslage.....	14
3.2 Anwendungsbereich der Methode BESBF.....	15
3.3 Vergleich- und Verrechenbarkeit mit BESBT.....	16
3.4 Grundsätze für die Wahl von Ersatzmassnahmen .....	18
3.5 Prinzip der Bilanzierung .....	19
<b>4. Die Methode im Detail</b> .....	<b>20</b>
4.1 Definition Perimeter .....	20
4.1.1 Bilden von Abschnitten .....	23
4.1.2 Abgrenzung Fließgewässerperimeter.....	23
4.1.3 Teilflächen für die Bewertung.....	26
4.1.4 Perimeter Spezialfälle .....	27
4.2 Die drei Kriterien.....	36
4.2.1 Kriterium 3 «Biodiversität» .....	38
4.2.2 Kriterium 4 «Morphologie» .....	46
4.2.3 Kriterium 5 «Abfluss- und Geschiebedynamik».....	58
4.3 Berechnung Punktebilanz .....	66
4.3.1 Berechnung des Biotopwerts eines Lebensraums .....	68
4.3.2 Längsvernetzung .....	70
4.3.3 Verminderungsfaktoren.....	77
4.3.4 Berechnung der Biotoppunkte einer Fläche.....	78
4.3.5 Bilanzierung der Punkte .....	78
4.4 Plausibilisierung der Biotopwerte .....	80
4.5 Gutachterlicher Spielraum.....	81
<b>5. Literatur</b> .....	<b>83</b>
<b>6. Anhang</b> .....	<b>86</b>
6.1 Wertstufen der drei Bewertungskriterien von BESBF, allgemeine Definition.....	86
6.2 Kalkulationstabelle (Excel mit automatischen Berechnungsfunktionen) .....	88
6.3 Grundlagen Kriterium 3 «Biodiversität» .....	90

6.3.1	Wanderverhalten der Fischarten .....	90
6.3.2	Artenvielfalt nach Fischregion .....	93
6.3.3	Wertstufen K3 für weitere Artengruppen .....	94
6.3.4	Vereinfachte Bewertung Kriterium 3 «Biodiversität» anhand «Flagship Species» .....	96
6.4	Grundlagen Kriterium 4 «Morphologie» .....	99
6.4.1	Katalog Mesohabitate .....	99
6.4.2	Plausibilitätskontrolle Ergebnis Kriterium 4 «Morphologie» .....	103
6.5	Beispiele Kriterium 5 «Abfluss- und Geschiebedynamik» .....	115
6.6	Beispiele Biotopwerte für 24 Fließgewässer der Schweiz .....	117
6.7	Visualisierung Punkteverlust .....	125

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Eignung der Methode BESBF <sub>F</sub> .	12
Tab. 2: Bedingte Eignung der Methode BESBF <sub>F</sub>	12
Tab. 3: Nicht-Eignung der Methode BESBF <sub>F</sub>	12
Tab. 4: Grundsätzliches zur Anwendung der Methode BESBF <sub>F</sub>	12
Tab. 5: Parallelen und Differenzen zwischen den beiden Bewertungsmethoden	17
Tab. 6: Bewertung Rechenbeispiel Kander Hondrich	31
Tab. 7: Beispiel Flächenaufteilung / Annahmen Lebensräume Erosionsparzelle (Endzustand)	35
Tab. 8: Punktzahl je Wertstufe und Kriterium	37
Tab. 9: Wertstufen und Punkte Kriterium 3 «Biodiversität»	40
Tab. 10: Empfehlungen für die Erhebung von Artengruppen	42
Tab. 11: Zuordnung der Wertstufen des Teilkriteriums 4.1 «Ökomorphologie»	48
Tab. 12: Wertstufen und Ausprägungen des Teilkriteriums 4.2 «Linienführung»	49
Tab. 13: Wertstufen und Ausprägungen des Teilkriteriums 4.3 «Sohlensubstrat»	50
Tab. 14: Wertstufen und Ausprägungen des Teilkriteriums 4.4 «Strukturvielfalt»	51
Tab. 15: Wertstufen und Ausprägungen des Teilkriteriums 4.5 «Durchgängigkeit»	52
Tab. 16: Richtwerte zur Beurteilung des Teilkriteriums 4.5 «Durchgängigkeit»	52
Tab. 17: Wertstufen und Ausprägungen des Teilkriteriums 4.6 «Uferbestockung»	54
Tab. 18: Beispiel: Zuweisung Wertstufe zu Kriterium 4 «Morphologie»	55
Tab. 19: Wertstufen Kriterium 4 «Morphologie»	55
Tab. 20: Kriterien zur Vergabe der Wertstufen 4 und 5 für Kriterium 4 «Morphologie»	56
Tab. 21: Wertstufen Fallbeispiel Aufwertung Hüsenbach	57
Tab. 22: Neun Bewertungsindikatoren gemäss HYDMOD-F und Bewertungsschema	61
Tab. 23: Beschreibung der neun Bewertungsindikatoren gemäss HYDMOD-F [29]	61
Tab. 24: Ausprägungen Teilkriterium 5.1 «Hydrologie»	62
Tab. 25: Ausprägungen Teilkriterium 5.2 «Geschiebedynamik»	63
Tab. 26: Wertstufen Kriterium 5 «Abfluss- und Geschiebedynamik»	64
Tab. 27: Kriterien zur Vergabe der Wertstufen 4 und 5 für K5	65
Tab. 28: Punktzahl je Zwischen-Wertstufe und Kriterium	70

Tab. 29: Schlüssel für die Vergabe der Wertsteigerung bei längsvernetzenden Massnahmen	72
Tab. 30: Distanzabhängige %-Anteile anrechenbarer Punkte sowie Streckenfaktoren	74
Tab. 31: Beispiele Bewertung Längsvernetzung mit einheitlicher bzw. variabler Sohlenbreite	75
Tab. 32: Reichweite Wertsteigerung Beispiel Längsvernetzung Zulg	76
Tab. 33: Verminderungsfaktoren $BESB_F$ und $BESB_T$	77
Tab. 34: Kategorien der Fischarten BE nach Wanderbedürfnis und Aktionsradius	90
Tab. 35: Wertstufen und Punkte Kriterium 3 «Biodiversität», Artengruppe Fische	94
Tab. 36: Wertstufen und Punkte Kriterium 3 «Biodiversität», Artengruppe Makrophyten	95
Tab. 37: Wertstufen und Punkte Kriterium 3 «Biodiversität»: «Flagship Species»	96
Tab. 38: Kriterium 4 «Morphologie»: Schnell fliessende Habitats	99
Tab. 39: Kriterium 4 «Morphologie»: Langsam fliessende Mesohabitats	101
Tab. 40: Mindestlänge von Fliessgewässerabschnitten für die Vergabe der Wertstufen 3 - 5	103
Tab. 41: Beispiele mit Begründung der Wertstufen für Teilkriterien von K5	115
Tab. 42: Beispiele zur Aggregierung der Wertstufen über die Teilkriterien K5.1 und K5.2	116
Tab. 43: Beispiele Biotopwerte für 24 Fliessgewässer der Schweiz	118

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Beispiel einer Bewertung mit $BESB_F$ an der Kander bei Hondrich/Augand.	9
Abb. 2: Kriterienset Methode $BESB_F$	10
Abb. 3: Ablaufdiagramm Berechnung Biotoppunkte	13
Abb. 4: Prinzip der Bilanzierung anhand eines Rechenbeispiels	19
Abb. 5: Festlegung Perimeter Eingriff und Ersatz	20
Abb. 6: Festlegung des Projektperimeters	21
Abb. 7: Einteilung des Projektperimeters in Abschnitte ähnlicher Ausprägung	21
Abb. 8: Festlegung aquatische Lebensräume	22
Abb. 9: Festlegung Teilflächen mit einheitlichen Lebensraumtypen	22
Abb. 10: Lebensraummosaik im Gewässerraum des Allier, Frankreich	24
Abb. 11: Beispiele für die Abgrenzung $BESB_F$ - $BESB_T$	25
Abb. 12: Aufstau oberhalb und Verlust der benetzten Fläche unterhalb der Wasserentnahme	27
Abb. 13: Verlust benetzter Fläche (rote Pfeile) bei Wasserentnahmen	29
Abb. 14: Verlust benetzter Fläche auf der Restwasserstrecke der Kander	30
Abb. 15: Kraftwerk Augand, Erosionsparzelle Sack zwischen Kander und Fahrweg.	33
Abb. 16: Beispiel für Veränderungen der Biotopwerte	34
Abb. 17: Schematische Darstellung der Bewertung von Kriterium 3 „Biodiversität“	39
Abb. 18: Die sechs Teilkriterien des Kriteriums 4 «Morphologie»	47
Abb. 19: Beispiele für die Bewertungsstufen der Ökomorphologie gemäss MSK	47
Abb. 20: Schematische Darstellung möglicher Linienführungen von Fliessgewässern	49
Abb. 21: Ökomorphologisch stark beeinträchtigter Abschnitt mit geplantem Durchstich	49
Abb. 22: Beispiel Mesohabitats am revitalisierten Hüsenbach	51
Abb. 23: Ausschnitt aus der Bestockungskarte des BAFU	53

Abb. 24: Beispiele für Beschattung. Abbildung aus Känel et al. (2010), abgeändert	54
Abb. 25: Vorgehen zur Bewertung von Teilkriterium 5.1 «Hydrologie»	59
Abb. 26: Karte zur Beeinträchtigung der Geschiebeführung	60
Abb. 27: Detail Ablaufdiagramm Berechnung Biotopwert Ausgangszustand	66
Abb. 28: Detail Ablaufdiagramm Berechnung Biotopwerte Endzustand	67
Abb. 29: Detail Berechnung zusätzliche Biotoppunkte pro Abschnitt mit Längsvernetzung	68
Abb. 30: Wertzuwachs in Abhängigkeit der neu besiedelbaren Fließstrecke	73
Abb. 31: Längsvernetzung Zulg von Steffisburg bis Choléri	76
Abb. 32: Vergleich Biotopwerte von Fließgewässer- und terrestrischen Lebensräumen	80
Abb. 33: Potenzielles Artenspektrum in den verschiedenen Fischregionen	93
Abb. 34: Punkteverlust Beeinträchtigung und äquivalente Fläche terrestrisches Habitat	125
Abb. 35: Visualisierung äquivalente Ausdehnung Ersatzflächen	126

### **Zugehörige Dokumente:**

[Kalkulationstabelle \(Excel\)](#)

[Checkliste Anwendung \(PDF; ab Sommer 2024 als APP verfügbar\)](#)

[Fallbeispiele \(PDF\)](#)

## Rechtliche Grundlagen

SR 451	Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG)
SR 451.1	Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV)
SR 721.100	Bundesgesetz über den Wasserbau (WNG)
SR 721.100.1	Verordnung über den Wasserbau (WBV)
SR 721.80	Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte (WRG)
SR 721.801	Verordnung über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte (WRV)
SR 814.01	Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG)
SR 814.011	Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV)
SR 814.20	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG)
SR 814.201	Gewässerschutzverordnung (GSchV)
SR 923.0	Bundesgesetz über die Fischerei (BGF)
SR 923.01	Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF)
BSG 426.11	Naturschutzgesetz (NSchG)
BSG 426.111	Naturschutzverordnung (NSchV)
BSG 751.11	Gesetz über Gewässerunterhalt und Wasserbau (WBG)
BSG 751.111.1	Wasserbauverordnung (WBV)
BSG 820.111	Kantonale Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (KUVPV)
BSG 821.0	Kantonales Gewässerschutzgesetz (KGSchG)
BSG 821.1	Kantonale Gewässerschutzverordnung (KGV)
BSG 921.11	Kantonales Waldgesetz (KWaG)
BSG 921.111	Kantonale Waldverordnung (KWaV)

## Glossar, Abkürzungsverzeichnis

AUE	Amt für Umwelt und Energie des Kantons Bern
AWA	Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BESBF	Bewertung von Eingriff und Ersatz in Fließgewässer-Lebensräumen: Methode BESBF. Forum Gewässer BE 2023. Die Abkürzung «BESBF» (eigentlich für «Bewertung von schützenswerten Biotopen») ist abgeleitet von der Bezeichnung «BESB», welche ursprünglich von der sigmaplan AG für ihre Methodenergänzung (2018) eingeführt wurde und sich seither als Bezeichnung für die für die terrestrische Methode von Hintermann & Weber (2017) etabliert hat.
BESBT	Bewertungsmethode für Eingriffe in schutzwürdige Lebensräume (auch «BESB» genannt). Hintermann & Weber AG 2017
BESB+	Methodenergänzung Fließgewässer «BESB+», Sigmaplan AG 2018
Biotoppunkt	Mass für den «ökologischen Wert» einer oder mehrerer Teilflächen: Biotopwert je Teilfläche (Lebensraum) multipliziert mit der Fläche dieses Lebensraums.
Biotopwert	Mass für die Qualität eines Lebensraums innerhalb einer Teilfläche: Summe der Punktwerte gemäss den Wertstufen aller drei Bewertungskriterien.
Biozönose	Gemeinschaft von Arten in einem abgrenzbaren Lebensraum
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
EZG	Einzugsgebiet
FLOZ	Flussordnungszahl: Gibt den Grad der Verzweigung in einem Gewässernetz an. In der Schweiz werden die Flussordnungszahlen nach Strahler angewendet: Flüsse erster Ordnung sind die äussersten Zuflüsse. Fliessen zwei Flüsse gleicher Ordnung zusammen, erhält der Zusammenfluss eine Ordnungszahl, die um eins höher liegt, fliessen zwei Gewässer mit unterschiedlicher FLOZ zusammen, überträgt sich die höhere auf das resultierende Gewässer.
GBL	Gewässer- und Bodenschutzlabor
GSchG	Gewässerschutzgesetz
HYDMOD-F	Modul «Hydrologie – Abflussregime» des Modul-Stufen-Konzepts, Stufe F (BUWAL 1998): Beurteilt und klassiert wird der Natürlichkeitsgrad des Abflussregimes anhand von neun Bewertungsindikatoren, welche verschiedene Charakteristika aus den Bereichen Niedrigwasser-, Mittelwasser- und Hochwasserregime abdecken.
IBCH	Indice Biologique Suisse (BAFU 2019). 5-stufiger Index für die Bewertung des Gewässerzustands in fünf Qualitätsklassen, basierend auf einer Erhebung der aquatischen Kleintierfauna.
InfoSpecies	Schweizerisches Informationszentrum für Arten
NSG	Naturschutzgebiet
MSK	Modul-Stufen-Konzept: Sammlung von Methoden zur Erhebung und Beurteilung des Gewässerzustands. Stufe F: Flächendeckend im Sinne einer groben, übersichtsbezogenen Zustandsbeschreibung und -beurteilung gemäss GschV Anhang 1 und 2. Stufe S: Systembezogen; standardisierte Methoden zur Ursachenanalyse und Erfolgskontrollen. Die Stufen werden in Modulen anhand von verschiedenen Kriterien bewertet. Die Module sind: «Hydrologie», «Ökomorphologie», «Höhere Wasser- und Sumpfpflanzen», «Algen», «Makrozoobenthos», «Fische», «Wasserchemie» und «Ökotoxikologie».
NPA	National Prioritäre Arten
OIK	Oberingenieurkreis
TBA	Tiefbauamt des Kantons Bern
Wertstufe	Mass für die qualitative Ausprägung eines Bewertungskriteriums; mit ganzzahliger Skala zwischen 0 und 5. Jeder Wertstufe ist eine Punktzahl zugeordnet, die einen Beitrag zum Biotopwert leistet.
WKW	Wasserkraftwerk

## 1. Zusammenfassung / Rahmenbedingungen in Kürze

### 1.1 Hintergrund

**Bauvorhaben im und am Gewässer unterliegen der Ersatzpflicht nach Art. 18 Abs. 1ter NHG. Die Bewertungsmethode BESBF ist ein Instrument zur Konkretisierung dieser Ersatzpflicht. Die Bewertung eines technischen Eingriffs mit diesem Werkzeug zeigt aus fachlicher Sicht auf, in welcher Qualität und in welcher Quantität Ersatzmassnahmen für Fliessgewässer-Lebensräume zu leisten sind: Die Bewertung mittels BESBF ergibt sowohl für den Eingriff als auch für die vorgesehenen Ersatzmassnahmen eine Anzahl Biotoppunkte, welche den «Wert» von Eingriff bzw. Ersatz miteinander vergleichbar machen.**

Heute wird zur Bewertung von terrestrischen Lebensräumen in der Regel die «Bewertungsmethode für Eingriffe in schutzwürdige Lebensräume» [21] (in der Folge als «BESBT» bezeichnet) angewandt. Die Methode ist jedoch nicht dazu geeignet, Eingriff und Ersatz in aquatischen Lebensräumen zu bewerten. Der Kanton Bern hat deshalb die vorliegende Methode zur Bewertung von Eingriff und Ersatz an Fliessgewässern «BESBF» entwickeln lassen. Mit dieser Methode können nun auch aquatische Lebensräume beurteilt werden. Die Wirkung technischer Eingriffe einerseits und von Ersatzmassnahmen nach NHG andererseits lässt sich mit BESBF quantifizieren.

Grundsätzlich besteht für eine Bewertung von Eingriff und Ersatz die freie Methodenwahl durch die Trägerschaft eines Bauvorhabens. Es gibt daher keine Pflicht, für die Bewertung von Eingriffen in schutzwürdige Fliessgewässer-Lebensräume nach Art. 18 Abs. 1bis NHG die vorliegende Methode zu verwenden. **BESBF eignet sich jedoch aufgrund ihrer guten Nachvollziehbarkeit sowie der Kombinierbarkeit mit der Methode BESBT für die breite Anwendung in allen Fliessgewässer-Lebensräumen der Schweiz.**

Die Massnahmenkaskade nach NHG ist grundlegend für die Kompensation technischer Eingriffe - völlig unabhängig von der Wahl des Bewertungsinstruments. Ersatzmassnahmen sind erst dann angezeigt, wenn ein Lebensraum weder geschont werden kann noch wiederherstellbar ist:

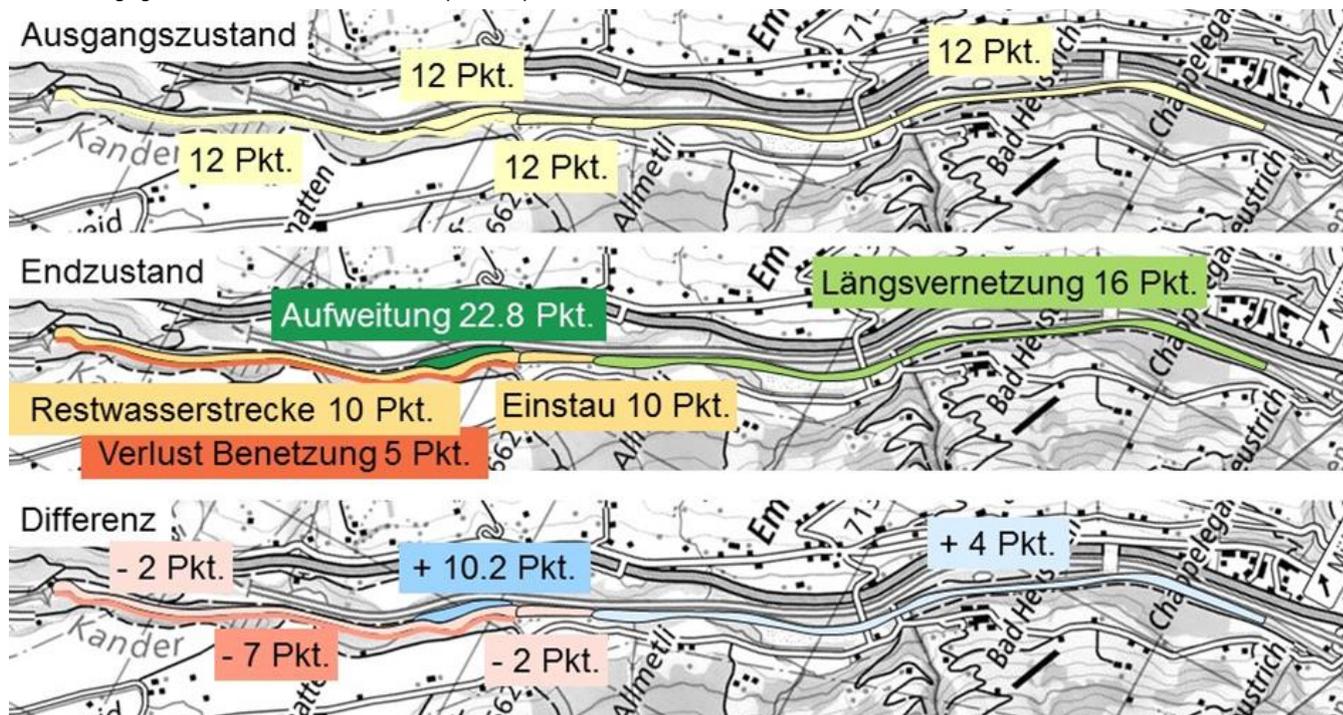
1. Vermeiden der Beeinträchtigung, bestmögliche Schonung,
2. Wiederherstellung,
3. angemessener Ersatz.

Angemessener Ersatz ist zunächst Realersatz in Art, Erscheinung und Funktion an einem anderen Standort in derselben Gegend. Von Realersatz kann nur in begründeten Fällen abgewichen werden.

In solchen ist qualitativ und quantitativ möglichst gleichwertiger Ersatz zu leisten. Weiter ist der beeinträchtigte resp. zerstörte Lebensraum möglichst durch einen vergleichbaren Lebensraum (Biototyp) zu ersetzen, damit der Zweck von Art. 18 1ter NHG erfüllt ist.

Abb. 1 zeigt ein Beispiel einer Bewertung mit BESBF an der Kander bei Hondrich/Augand. Gegenüber dem Ausgangszustand resultiert im Endzustand einerseits eine Verschlechterung durch eine neue Restwasserstrecke mit Aufstau und dem Verlust an benetzter Breite der Kander. Andererseits werden auch wesentliche Verbesserungen erzielt, in dem das Gerinne aufgeweitet und die Längsvernetzung wiederhergestellt wird. Entsprechend ergibt sich aus der Summe der Differenzen insgesamt eine positive Bilanz.

Abb. 1: Beispiel einer Bewertung mit BESBF an der Kander bei Hondrich/Augand.  
 Angegeben sind die erzielten Biotopwerte pro Gewässerabschnitt.



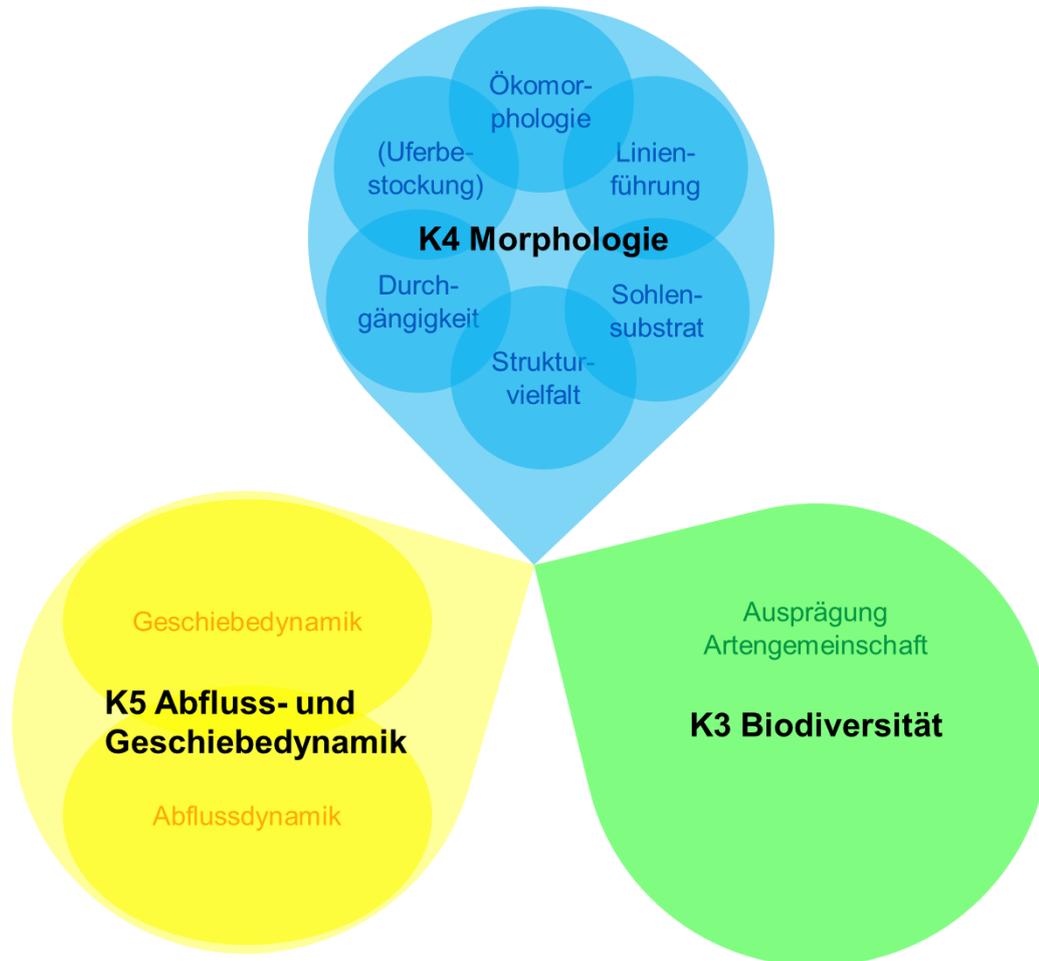
## 1.2 Prinzip und Kriterien

**Sowohl für die Gewässerabschnitte mit Eingriffen als auch für solche mit Ersatzmassnahmen werden die ökologischen Werte in Form von sogenannten Biotoppunkten berechnet.** Für jeden Abschnitt bzw. jede Teilfläche mit einheitlicher Ausprägung des aquatischen Lebensraums werden die Biotoppunkte sowohl im Ausgangszustand als auch im Endzustand ermittelt. Die Differenz aus den Punktzahlen zwischen Ausgangs- und Endzustand ergibt das ökologische Defizit (bei Eingriffen) oder den ökologischen Mehrwert (bei Ersatzmassnahmen). Letztlich wird also der Wertverlust durch Eingriffe mit dem Wertgewinn durch Ersatzmassnahmen verglichen.

Die Punkteskalen der «terrestrischen» Methode BESBT und der Fliessgewässer-Methode BESBF sind dieselben. Dadurch werden terrestrische und aquatische Lebensräume miteinander vergleich- und verrechenbar. BESBF basiert ebenfalls auf drei Bewertungskriterien mit je sechs Wertstufen (Stufen 1 bis 5 plus Stufe 0). Das Kriterienset von BESBF unterscheidet sich hingegen von jenem der terrestrischen Methode. Beurteilt werden in BESBF die drei Kriterien gemäss Abb. 2.

Die BESBT-Kriterien K1 «Entwicklungszeit» und K2 «Seltenheit» werden bei BESBF durch die Kriterien K4 «Morphologie» und K5 «Abfluss- und Geschiebedynamik» ersetzt bzw. sind teilweise darin integriert (siehe Kap. 4.2).

Abb. 2: Kriterienset Methode BESBF



### 1.3 Bilanzierung Ausgangs- und Endzustand

Die Bewertung der Fließgewässer-Lebensräume bzw. die Bilanzierung der Naturwerte zwischen Ausgangs- und Endzustand der Lebensräume geschieht in folgenden Arbeitsschritten (siehe auch Abb. 3, Prozessschema):

- Der Projektperimeter (mit Eingriffsflächen und Ersatzflächen) wird in Teilflächen mit gleichartigen Lebensraumtypen unterteilt.
- Pro Teilfläche werden die Wertstufen der drei Bewertungskriterien ermittelt und daraus ein Biotopwert berechnet.
- Aus der Multiplikation der Biotopwerte mit der Flächenausdehnung der Teilfläche (bzw. des Lebensraumtyps) ergibt sich eine Punktzahl (Biotoppunkte).
- Diese Berechnung erfolgt für jede Teilfläche einmal für den Ausgangszustand (vor den technischen Eingriffen) und einmal für den prognostizierten Endzustand (nach den technischen Eingriffen oder nach realisierten Ersatzmassnahmen). Beim Endzustand sind allfällige Verbesserungen durch längsvernetzende Massnahmen, aber auch Verzögerungen durch lange Entwicklungszeiten neuer Lebensräume speziell zu veranschlagen.
- Pro Teilfläche wird die Punktedifferenz Ausgangszustand minus Endzustand berechnet. Die Summe der Punktedifferenzen über alle Teilflächen ergibt die Gesamtpunktebilanz an Punkten.
- Damit die Qualität der Lebensräume aus Sicht des Natur- und Heimatschutzrechts durch ein Projekt nicht verringert ist, muss die Gesamtpunktebilanz der Punkte grösser als Null sein.

## 1.4 Plausibilisieren der Resultate

**Die Methode BESBF ergibt eine gutachterliche Bewertung nach festen Kriterien.** Die Plausibilität der Ergebnisse wurde anhand von Praxis-Beispielen und für unterschiedliche Projektsituationen ausführlich getestet. Das Vorgehen, die Kriterien und die Regeln für die Bewertung sind in diesem Leitfaden umfassend beschrieben. Sie lassen der gutachtenden Person an verschiedener Stelle einen gewissen Spielraum, um situationsgerecht ausgewählte Aspekte höher oder geringer gewichten zu können (Kap. 4.5). **Dieser Spielraum ist kein Nachteil der Methode, solange eine konkrete Bewertung gut begründet ist.** Die Begründung der gewählten Wertstufen und allfälliger Auslegungen der Bewertungskriterien ist ein zentraler Punkt bei der Anwendung von BESBF.

Aufgrund des unvermeidlichen Spielraums bei der Bewertung ist es wichtig, die Resultate einer Plausibilitätsprüfung zu unterziehen. Dies kann auf verschiedene Weise erfolgen. **In jedem Fall ist es unerlässlich, die Bewertung innerhalb einer Fachgruppe zu erläutern und zu diskutieren.** Die Fachgruppe soll Personen aus der Projektplanung, den Behörden und allenfalls weiteren Interessengruppen umfassen. Die verwendeten Wertstufen, die berücksichtigten Artengruppen, die verwendeten Optionen oder getroffenen Abweichungen von den hier beschriebenen Regeln sind offenzulegen und zu rechtfertigen.

Bereits vorgängig - also noch bevor die eigentliche Bewertung durchgeführt wird - ist mit den Fachbehörden das Vorgehen bei diversen Arbeitsschritten abzustimmen, so zumindest:

- Inhaltliche Stossrichtung und Örtlichkeit für Ersatzmassnahmen
- Abgrenzung Projektperimeter, Einflussbereich der Massnahmen
- Vorgehen beim Ermitteln der benetzten Fläche
- Zu berücksichtigende oder zu erhebende Grundlagen für die Bewertung (Wasserabfluss, Morphologie, Flora-Fauna-Daten)
- Im Vordergrund stehende Naturwerte (Organismengruppen, besondere Arten)

**Die Methode BESBF ist fachlich anspruchsvoll.** An verschiedener Stelle verwendet sie auch quantitative Ansätze und liefert letztlich ein Resultat in Form einer errechneten Punktzahl. Die «quantitative» Methode BESBF ist durch eine qualitative Einschätzung durch Fachleute (Fachstellen und Dritte) zu plausibilisieren.

## 1.5 Eignung der Methode

Die folgenden Tabellen beschreiben, für welche Situationen und Projekte eine Bewertung mit der Methode BESBF geeignet ist und wann bevorzugt auf andere Methoden zurückgegriffen werden sollte.

Tab. 1: Eignung der Methode BESBF.

<b>Eignung</b>
Rechtlich: Bewertung von Eingriff und Ersatz nach NHG
Ökologisch: Bewertung von aquatischen Lebensräumen der Fließgewässer
Geografisch: Kanton Bern (erfolgreich getestet), aber auf ganze Schweiz übertragbar
Projekttypen: Wasserbau, Wassernutzung inkl. Restwasserstrecken an einzelnen oder wenigen Standorten
Besonderer Vorteil: Kombinierte Verwendung mit der Methode BESBT für terrestrische Lebensräume (sofern im gleichen Projekt auch terrestrische Lebensräume im Uferbereich zu bewerten sind)
Fließgewässertypen: mittlere und grosse Fließgewässer, grosse Projekte

Tab. 2: Bedingte Eignung der Methode BESBF

<b>Bedingte Eignung</b>
Bewertung von Wasserentnahmen bzw. Restwasserstrecken für zahlreiche Standorte und ganze Einzugsgebiete (Schutz- und Nutzungsplanung)
Kleine Fließgewässer, Bäche (BESBF funktioniert, der Aufwand ist aber im Vergleich mit grossen Projekten verhältnismässig hoch).

Tab. 3: Nicht-Eignung der Methode BESBF

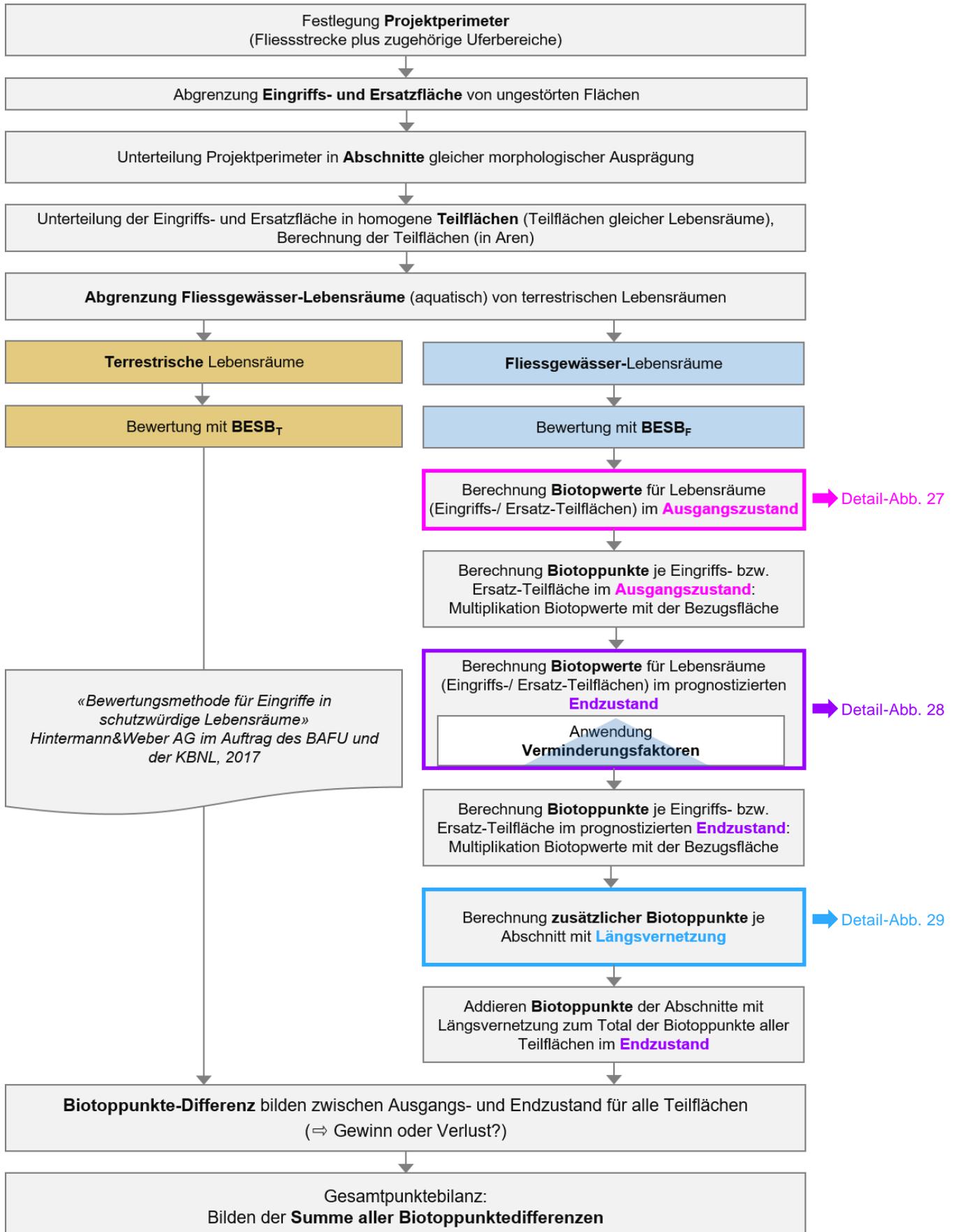
<b>Keine Eignung</b>
Bewertung von Eingriff und Ersatz in und an stehenden Gewässern / Seen oder bei Quellen
Ersatz von Wald bei Rodungen im Sinne des Waldgesetzes
Beurteilung der Beeinträchtigung der Landschaft
Bewertung von ökologischem Ausgleich nach Art. 18b NHG
Kleinprojekte

Tab. 4: Grundsätzliches zur Anwendung der Methode BESBF

<b>Wichtige Vorbehalte</b>
Die Bewertungsmethode BESBF lässt - wie alle anderen Bewertungsmethoden zu Lebensräumen auch - einen gutachterlichen Spielraum.
Die Wahl von Kriterien bzw. Wertstufen oder die situationsgerechte Anpassung der Beurteilungsregeln muss detailliert und nachvollziehbar begründet werden.
Die Bewertung mit BESBF kann <u>keine</u> Interessenabwägung vor(weg)nehmen. Diese erfolgt durch die zuständige Leitbehörde des Verfahrens, in welchem ein Projekt genehmigt werden soll.
Die Methode macht keine Aussagen zur Wirtschaftlichkeit oder zur Verhältnismässigkeit von Ersatzmassnahmen (keine monetäre oder politische Betrachtung).
Bei der Bewertung des Endzustands handelt es sich immer um eine (gut begründete) Annahme.
Der Entscheid, ob bestimmte Ersatzmassnahmen zulässig und angemessen sind, verbleibt in jedem Fall bei den zuständigen Fachstellen. Die Wahl der Ersatzmassnahmen ist deshalb vor Einreichung des Vorhabens zur Bewilligung mit den Fachstellen abzusprechen!

## 2. Prozessschema

Abb. 3: Ablaufdiagramm Berechnung Biotoppunkte



### 3. Einführung

Der vorliegende Leitfaden begründet und erläutert die Bewertungsmethode BESBF.

Dieses einführende Kapitel enthält wichtige Grundlagen für die Verwendung der Methode, während das umfangreiche Kapitel 4 die Hintergrundinformationen zu den einzelnen Bestandteilen und Schritten der Methode bereitstellt. Diese sind nicht chronologisch aufgebaut und lassen sich deshalb nicht als direkte Anleitung für die Bewertung eines Fliessgewässers nutzen.

Als Schritt-für-Schritt-Anleitung zum Vorgehen dient die «Checkliste BESBF». Die chronologische Abfolge der wichtigsten Beurteilungsschritte ist zudem Abb. 3 sowie Abb. 27, Abb. 28 und Abb. 29 zu entnehmen.

#### 3.1 Ausgangslage

Die «Bewertungsmethode für Eingriffe in schutzwürdige Lebensräume» [21] (in der Folge als «BESBT» bezeichnet) wurde im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU und der Konferenz der Beauftragten für Natur- und Landschaftsschutz KBNL durch die Hintermann & Weber AG erarbeitet und 2017 publiziert. Diese Methodik ergänzt und aktualisiert den BAFU-Leitfaden «Wiederherstellung und Ersatz im Natur- und Landschaftsschutz» von 2002. Die Methode BESBT wurde für terrestrische Lebensräume konzipiert. Sie ist nicht geeignet zur Bewertung von Eingriff und Ersatz in aquatischen Lebensräumen.

Auch Bauvorhaben im und am Gewässer unterliegen der Ersatzpflicht nach Art. 18 Abs. 1ter NHG. Damit besteht sowohl seitens der Gesuchstellenden und Projektverfassenden als auch seitens der kantonalen Fachstellen ein dringender Bedarf an einer Methode zur Bewertung von Eingriff und Ersatz an Fliessgewässern. Die Beurteilung, ob vorgeschlagene Ersatzmassnahmen angemessen sind, soll von allen Beteiligten mit den gleichen Kriterien und Wertmassstäben erfolgen. Die Methodik muss sowohl für Wasserkraftprojekte als auch für Wasserbaupläne und für die unterschiedlichen Lebensraum- und Gewässertypen im Kanton Bern anwendbar sein.

Der Renaturierungsfonds des Kantons Bern hat deshalb 2014 die Firma Sigmaplan AG, Bern, beauftragt, zu prüfen, wie die Methode BESBT zur Anwendung auf aquatische Lebensräume angepasst werden könnte. 2018 hat Sigmaplan einen entsprechenden Werkstattbericht («Methodenergänzung Fliessgewässer BESB+», in der Folge als «BESB+» bezeichnet) zuhanden des Fischereiinspektorats (FI) eingereicht. Das FI gelangte in der Folge an das Amt für Umwelt und Energie (AUE) mit dem Wunsch, die Methodenergänzung zu publizieren. BESB+ wurde pragmatisch als methodische Präzisierung von BESBT erarbeitet und kam in diversen Projekten erfolgreich zum Einsatz. Von verschiedener Seite wurde der Ansatz jedoch als noch zu wenig spezifisch für Fliessgewässer kritisiert.

Im Kanton Bern beschäftigen sich verschiedene Fachstellen mit der Nutzung, dem Schutz und dem Unterhalt von Fliessgewässern. Wasserbau, Wassernutzung, Fischerei, Gewässerökologie, aquatische Lebensräume, aber auch die ufernahen terrestrischen Lebensräume und Wald sowie Waldrecht sind die betroffenen relevanten Themen. Eine Methode zur Bewertung von Eingriff und Ersatz nach NHG an Fliessgewässern muss aus Sicht aller beteiligter Fachstellen geeignet sein bzw. auf deren Arbeitsschwerpunkte eingehen. Aus diesem Grund haben die betroffenen Fachstellen des Tiefbauamts, des Amts für Wasser und Abfall und des Amts für Landwirtschaft und Natur (Abteilung Naturförderung und Fischereiinspektorat) unter der Leitung des AUE als Koordinationsstelle für ämterübergreifende Umweltbelange das «Forum Gewässer» gebildet.

Begleitet durch das Forum Gewässer haben die Büros Hintermann & Weber AG, Limnex AG und Sigmaplan AG die ursprüngliche methodische Ergänzung «BESB+» grundlegend überarbeitet und zu einer eigenständigen Methodik BESBF erweitert. BESBF wurde anhand von konkreten Vorhaben (Wasserbau, Wasserkraftwerke) getestet und optimiert. Für die Methodenentwicklung ebenfalls beigezogen wurde die Sektion Hochwasserschutz des Bundesamts für Umwelt BAFU. Die Methode BESBF liegt nun in einer ersten, gefestigten Version vor, welche das Forum Gewässer als kantonalen Leitfaden publizieren kann.

**Die Methode BESBF ist fachlich anspruchsvoll und deshalb nur Personen mit guten Kenntnissen der Fliessgewässerökologie empfohlen. Die erstmalige Anwendung verlangt Einarbeitungszeit.**

### 3.2 Anwendungsbereich der Methode BESB<sub>F</sub>

Die Bewertungsmethode BESB<sub>F</sub> ist ein Instrument zur Konkretisierung der Ersatzpflicht nach Art. 18 Abs. 1ter NHG. **Die Bewertung eines technischen Eingriffs mit diesem Werkzeug zeigt aus fachlicher Sicht auf, in welcher Qualität und in welcher Quantität Ersatzmassnahmen zu leisten sind:** Die Bewertung mittels BESB<sub>F</sub> ergibt sowohl für den Eingriff als auch für die vorgesehenen Ersatzmassnahmen eine Anzahl Biotoppunkte, welche den «Naturwert» von Eingriff bzw. Ersatz miteinander vergleichbar machen.

Fliessgewässer gelten im Sinne von NHG/NHV in den allermeisten Fällen als schützenswert: Ihre Uferbereiche bzw. die Ufervegetation sind explizit im NHG/NHV als besonders schützenswert aufgeführt (Art. 18 NHG, NHV). Ihre Schutzwürdigkeit wird zudem generell aufgrund der nach Fischereigesetzgebung gefährdeten Fische und Krebse oder aufgrund von Beständen von Arten der Roten Listen oder national prioritären Arten (NPA) geltend gemacht (Art. 14 NHV).

Grundsätzlich besteht für eine Bewertung von Eingriff und Ersatz die freie Methodenwahl durch die Trägerschaft eines Vorhabens. Es besteht damit keine Pflicht, für die Bewertung von Eingriffen in schützenswürdige Lebensräume nach Art. 18 Abs. 1bis NHG die vorliegende Methode zu verwenden. Aufgrund ihrer guten Nachvollziehbarkeit sowie der Kombinationsmöglichkeit mit der Methode BESB<sub>T</sub> empfehlen wir die Methode BESB<sub>F</sub> für folgende Anwendungsbereiche:

- rechtlich: für die Bewertung von Eingriff und Ersatz nach Natur- und Heimatschutzgesetz NHG
- ökologisch: für die Bewertung von aquatischen Lebensräumen der Fliessgewässer
- geografisch: für die Anwendung im Kanton Bern (erfolgreich getestet), aber auf ganze Schweiz übertragbar
- projektypisch: für den Wasserbau sowie für die Wassernutzung inkl. Restwasserstrecken an einzelnen oder wenigen Standorten, für mittlere und grosse Projekte

#### Restwasser

Zur Bewertung von Wasserentnahmen bzw. Restwasserstrecken (Schutz- und Nutzungsplanung) ist BESB<sub>F</sub> einsetzbar, sofern die dazu entwickelten Präzisierungen beachtet werden. Sie betreffen insbesondere

- das Vorgehen für die Abgrenzung der Fläche mit aquatischen Lebensräumen sowie
- die Einschränkungen für hohe Wertstufen bei den Kriterien K4 «Morphologie» und K5 «Abfluss- und Geschiebedynamik».

Mit dem letztgenannten Punkt wird verhindert, dass Bewertungen von naturbelassenen, aber steilen und im felsigen Untergrund eingetieften Fliessgewässern im Gebirge zu übersteigerten Biotopwerten führen. Solche Fliessgewässer können auch bei naturbelassener Abflussdynamik kaum zusätzliche Flächen überfluten oder Ufer erodieren. **Diese «Punktebremse» beschränkt also den Biotopwert in Fällen, wo der Aufwertungsspielraum beschränkt ist, da wenig Raum für dynamische Prozesse besteht.**

Für Konzessionserneuerungen von Kraftwerkssystemen mit zahlreichen, über ein grosses Einzugsgebiet verteilten Fassungen und Zentralen (z.B. Schutz- und Nutzungsplanung SNP) funktioniert BESB<sub>F</sub> zwar grundsätzlich, dürfte aber in vielen Fällen zu detailliert sein. Für diese Situationen wurde von Grimsel-Hydro die Methode «KWO-plus» entwickelt und erfolgreich angewendet (Schweizer et al., [34]). Zur Bewertung solcher Vorhaben kann daher auf diese oder auf weitere Methoden zurückgegriffen werden (z.B. Basler E. & Partner 2005 [8]).

#### Grossprojekte

Grossprojekte wie Talsperren, (Pump-)Speicherkraftwerke oder geplante Neufassungen von unbeeinflussten Gewässern lassen sich ebenfalls mit BESB<sub>F</sub> bewerten. **Die Bewertung erfordert jedoch einen Begleitprozess unter Einbezug der Fachstellen.** In bestimmten Projektsituationen können leicht abweichende Bewertungsvarianten bzw. Sonderlösungen unplausible Bewertungsergebnisse verhindern, sofern sie als Konsens akzeptiert und fachlich vertretbar sind. Ein Beispiel wäre die Verwendung der bei Restwasserabfluss benetzten Fläche gemäss Art. 31-33 GSchG als Ausgangszustand (anstelle der benetzten Fläche unter naturbelassenen Abflussmengen), wenn das Restwasserregime die weitgehende

## Leitfaden

Intaktheit des Fliessgewässerlebensraums bereits gewährleistet. Für die Bewertung relevant wäre dann ein geringerer Verlust an benetzter Breite bzw. an trockenfallender Fläche.

### Stillgewässer und Quell-Lebensräume

Einseitig oder beidseitig an Fliessgewässer angeschlossene Altarme (bzw. Seitenarme) können mit BESB<sub>F</sub> bewertet werden. Auch für Flussdeltas mit einem Mosaik an flusstypischen Lebensräumen ist die Methode geeignet (siehe Kap. 4.1.4, Spezialfall Erosionsparzelle). Für terrestrische Uferlebensräume von isolierten Altarmen und kleinen Stillgewässern ist die Methode BESB<sub>T</sub> anzuwenden.

*Nicht* geeignet ist BESB<sub>F</sub> zur Bewertung von aquatischen Lebensräumen in Stillgewässern und von Quellen. Die bei BESB<sub>F</sub> verwendeten Bewertungskriterien bezüglich Morphologie sowie Abfluss- und Geschiebedynamik sind nicht auf Stillgewässer übertragbar. Qualitätsmerkmale für Stillgewässer wie Sedimentaufbau, Strömungsverhältnisse, Temperaturschichtung oder Pegelschwankungen werden in BESB<sub>F</sub> unzureichend oder gar nicht berücksichtigt. Damit besteht für die Beurteilung aquatischer Lebensräume von Stillgewässern derzeit noch eine methodische Lücke. Das Büro AquaPlus AG entwickelt aktuell zusammen mit dem Kanton Zürich eine entsprechende Methode. Für Quellen steht eine eigene Bewertungsmethode<sup>1</sup> zur Verfügung.

### Wald, ökologischer Ausgleich, Landschaftsqualität

Die Methode BESB<sub>F</sub> kann weder für den Ersatz von Wald bei Rodungen im Sinne des Waldgesetzes noch zur Beurteilung der Beeinträchtigung von Landschaft oder zur Bewertung des ökologischen Ausgleichs nach Art. 18b NHG eingesetzt werden.

## 3.3 Vergleich- und Verrechenbarkeit mit BESB<sub>T</sub>

Erklärtes Ziel der «aquatischen» Methode BESB<sub>F</sub> ist die Kompatibilität mit der «terrestrischen» Methode BESB<sub>T</sub>, so dass die Biotoppunkte aus aquatischen Lebensräumen mit denjenigen aus terrestrischen Lebensräumen verrechenbar sind: In Fliessgewässer-Lebensräumen mit einem Mosaik aus aquatischen und terrestrischen Bereichen und kleinräumigen Übergängen müssen die entsprechenden Flächen in derselben «Währung» bewertet werden können. Das heisst, dass für BESB<sub>F</sub> die Punkteskala aus BESB<sub>T</sub> übernommen wurde und somit identisch ist.

Das Kriterienset von BESB<sub>F</sub> unterscheidet sich jedoch von jenem der terrestrischen Methode: Bei Fliessgewässern sind Unberührtheit und insbesondere natürliche Dynamik in jeder Situation als Idealzustand anzustreben. Sie kommen in den gegenüber BESB<sub>T</sub> angepassten Bewertungskriterien 4 «Morphologie» und 5 «Hydrologie» zum Ausdruck. Dagegen eignen sich die BESB<sub>T</sub>-Kriterien 1 «Entwicklungszeit» und 2 «Seltenheit» für Fliessgewässer wenig bzw. sind nur implizit in den neuen BESB<sub>F</sub>-Kriterien enthalten. Diese beiden Kriterien erscheinen bei BESB<sub>F</sub> deshalb nicht.

**Als Grundlage für die Entwicklung des Kriterienkatalogs wurden bereits etablierte Methoden konsultiert**, welche auf einzelne Eigenschaften von Fliessgewässern detaillierter eingehen, nämlich:

- Fischbonitierung
- SNP-Bilanzierung
- Ökobilanzierung
- Ökomorphologie von Flüssen
- Ökomorphologie Stufe S sowie weitere Methoden gemäss Modul-Stufen-Konzept (MSK)
- Fischgewässer und Flussordnungszahl (FLOZ)
- Erfolgskontrolle bei Fliessgewässerrevitalisierungen
- Bewertung der Biotoptypen Baden-Württembergs zur Bestimmung des Kompensationsbedarfs in der Eingriffsregelung für Fliessgewässer
- Fischertrags-Differenz-Bonitierungsmethode (DIF-BONIT)

<sup>1</sup> <https://www.quell-lebensraeume.ch/de/information#A1&lang=de>

Leitfaden

Die Methode für terrestrische Lebensräume BESB<sub>T</sub> arbeitet mit drei Modulen (A: Biotoptypen, B: Arten, C: Biotopverbund). Eine solche inhaltliche Unterteilung der Methode in Module wird bei BESB<sub>F</sub> nicht vorgenommen:

- Das BESB<sub>T</sub>-Modul B fokussiert auf die Gestaltung und langfristige Pflege der Habitate spezieller Arten mit ganz besonderen Ansprüchen, die sich durch Gestaltungsmaßnahmen direkt beeinflussen lassen (z.B. Bereitstellen von Nistmöglichkeiten). Solch spezifische Massnahmen zur Förderung einzelner Arten sind bei den Fliessgewässern von untergeordneter Bedeutung, da mit der Förderung einer natürlichen Dynamik gleichzeitig eine ganze Reihe charakteristischer Arten gefördert wird. Deshalb orientieren sich die Wiederherstellungs-, Aufwertungs- und Ersatzmassnahmen für Fliessgewässer an der Natürlichkeit und der unbeeinflussten Dynamik als Zielzustand für Fliessgewässer. Die fachlichen Argumente und Überlegungen, die im BESB<sub>T</sub>-Modul B enthalten sind, sind jedoch in die Wertstufen des BESB<sub>F</sub>-Kriteriums 3 «Biodiversität» eingeflossen.
- Das BESB<sub>T</sub>-Modul C «Biotopverbund» ist implizit in der Methodik BESB<sub>F</sub> enthalten. Fliessgewässer-Lebensräume sind immer auch Verbindungsachsen für wassergebundene Organismen. Die Stärkung des Biotopverbundes der Fliessgewässer wird in BESB<sub>F</sub> durch die Beurteilung der Längsvernetzung berücksichtigt - sofern diese durch das Projekt verändert wird. Zum einen erfolgt dies als methodische Erweiterung «Längsvernetzung» (grosser Wirkungsradius in Bezug auf Organismen), zum anderen beim Kriterium 4 «Morphologie» (lokale Auswirkungen auf die Ökomorphologie).

In Tab. 5 werden die **Parallelen sowie die Differenzen zwischen BESB<sub>F</sub> und BESB<sub>T</sub>** zusammengefasst.

Tab. 5: Parallelen und Differenzen zwischen den beiden Bewertungsmethoden für aquatische bzw. terrestrische Lebensräume, BESB<sub>F</sub> bzw. BESB<sub>T</sub>.

<b>Parallelen zu BESB<sub>T</sub></b>
Analog konzipiert wie das BESB <sub>T</sub> -Modul A «Biotoptypen».
Drei Kriterien für die Bewertung.
Jedes Kriterium mit 5 Wertstufen (plus Stufe 0 für annähernd unbesiedelbare Biotope).
Die 5 bzw. 6 Wertstufen sind im Grundsatz vergleichbar formuliert.
Exponentielle Punkteskala (hohes Gewicht für die wertvollsten Biotope).
Punktwert gemäss Formel «Punkte = Fläche x Biotopwert» für jede Teilfläche.
Ermitteln der Punktbilanz «Vorher – Nachher» für jede Teilfläche mit Eingriff oder Ersatz.
Hohe Anforderungen für hohe Wertstufen.
Verminderungsfaktor bei Ersatzmassnahmen mit grossem Zeitbedarf bis zur Ausprägung des Lebensraumtyps.
Ausweichmöglichkeiten zur Bewertung der Biodiversität bei Mangel an Grundlagendaten.

### Differenzen zu BESB<sub>T</sub>

Der für die Bewertung relevante Perimeter ist in einem eigenen Arbeitsschritt nach vorgegebenen Regeln zu ermitteln.

Keine Unterteilung der Methode in drei Module A «Biotope», B «Arten» und C «Vernetzung».

Die Längsvernetzung wird bei Bedarf in einem separaten, ergänzenden Bewertungsschritt abgehandelt.

Das Kriterienset von BESB<sub>F</sub> basiert zum Teil auf angepassten Kriterien:

K3 – Biodiversität\*

K4 – Morphologie

K5 – Abfluss- und Geschiebedynamik

*\*Hinweis: Das Kriterium 3 «Biodiversität» ist in beiden Methoden enthalten, allerdings wurden für BESB<sub>F</sub> die Anforderungen an die Wertstufen angepasst.*

Die maximale Wertstufe 5 ist auch für Ersatzmassnahmen erreichbar.

Nicht das Kriterium K3 Biodiversität wird doppelt gewichtet, sondern das Kriterium K4 Morphologie.

## 3.4 Grundsätze für die Wahl von Ersatzmassnahmen

**Eine Bewertung mit BESB<sub>F</sub> kann die Diskussion mit den Fachstellen nicht ersetzen, welche Ersatzmassnahmen im konkreten Fall sinnvoll, zulässig und angemessen sind und ob der angegebene Zielzustand tatsächlich erreichbar ist. Die Methode ist lediglich das Instrument, welches die Wirkung von Eingriffen und Ersatzmassnahmen quantifiziert, um nachvollziehbar aufzuzeigen, ob der Ersatz bezogen auf den Eingriff ausreichend ist. Insofern stellt BESB<sub>F</sub> die Grundlagen für die erwähnte Diskussion bereit.**

Die Massnahmenkaskade nach NHG ist grundlegend für die Wahl von Ersatzmassnahmen - völlig unabhängig von der Wahl des Instruments zur Zuweisung von Wertpunkten. Ersatzmassnahmen werden erst dann zum Thema, wenn ein Lebensraum weder geschont werden kann noch wiederherstellbar ist:

1. Vermeiden der Beeinträchtigung - bestmögliche Schonung
2. Wiederherstellung
3. angemessener Ersatz

Angemessener Ersatz ist zunächst Realersatz in Art, Erscheinung und Funktion an einem anderen Standort in derselben Gegend. Von Realersatz kann nur in begründeten Fällen abgewichen werden - in solchen ist qualitativ und quantitativ möglichst gleichwertiger Ersatz zu leisten. Der beeinträchtigte resp. zerstörte Lebensraum muss möglichst durch einen vergleichbaren Lebensraum (Biotoptyp) ersetzt werden, damit der Zweck von Art. 18 1ter NHG erfüllt ist. Die Angemessenheit, die ökologische Gleichwertigkeit und die Äquivalenz des Ersatzes müssen in jedem Fall durch die zuständige Fachstelle beurteilt werden! Es ist daher notwendig, die Fachstellen bereits vor der Anwendung der Methode oder spätestens zur Überprüfung der Resultate nach erfolgter Bewertung beizuziehen und insbesondere ihre Einschätzung dazu einzuholen, ob der Ersatz als angemessen beurteilt werden kann, *bevor* der Ersatz mit einem Projekt zur Genehmigung eingereicht wird.

**Die Grundsätze für die Wahl von Ersatzmassnahmen können bezüglich Fließgewässer wie folgt präzisiert werden:**

- Bei Eingriffen in Fließgewässer ist ein Ersatz mit terrestrischen Lebensräumen möglich, welche einen klaren Bezug zu Fließgewässern haben: flussbegleitende Lebensraumtypen wie Pionierlebensräume auf Kies oder Sand, Auen- und Ufergehölze, Flussröhricht, vernässte Uferbereiche und dergleichen.
- Ist eine unmittelbare Nachbarschaft des Ersatzes zum Eingriff nicht möglich, hat der Ersatz bevorzugt innerhalb desselben Gewässersystems (Einzugsgebiet) zu liegen. Ist dies ebenfalls nicht möglich, sind Massnahmen in einem anderen Einzugsgebiet, aber zugunsten desselben Gewässertyps zu bevorzugen.

Damit ist auch klar, dass die Ergebnisse der Methode BESBF

- keine Interessenabwägung vorwegnehmen, sondern nur Grundlagen für deren Durchführung liefern kann. Die Interessenabwägung muss durch die zuständige Leitbehörde des Verfahrens, in welchem das jeweilige Projekt genehmigt werden soll, vorgenommen werden.
- keine Aussagen über die Wirtschaftlichkeit oder die Verhältnismässigkeit von Ersatzmassnahmen machen kann.

### 3.5 Prinzip der Bilanzierung

Sowohl für die Gewässerabschnitte mit Eingriffen als auch für solche mit Ersatzmassnahmen werden die ökologischen Werte in Form von sogenannten Biotoppunkten berechnet.

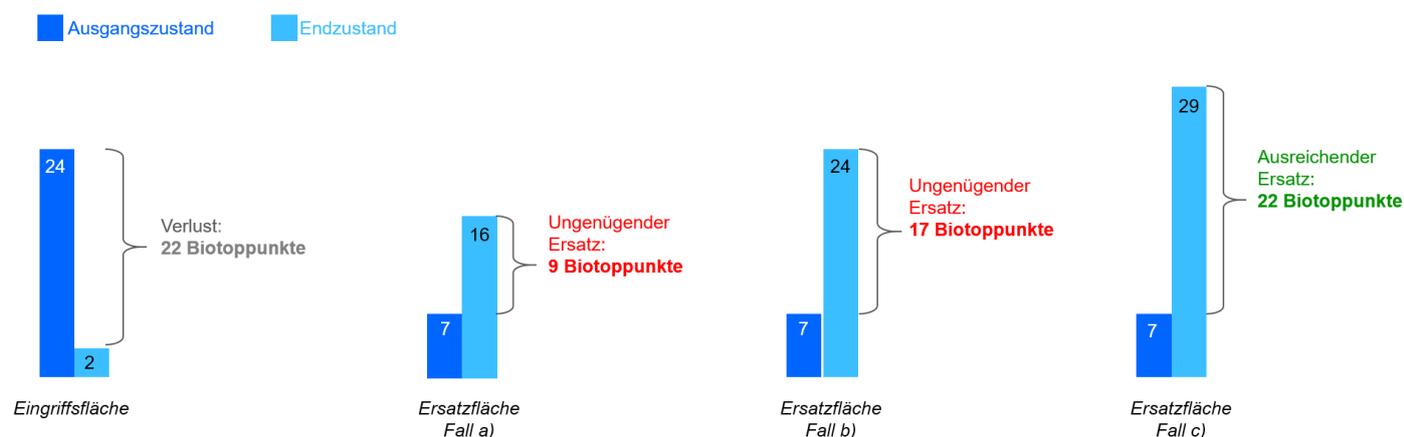
Für jeden Abschnitt bzw. jede Teilfläche mit homogener (einheitlicher) Ausprägung des aquatischen Lebensraums werden die Biotoppunkte sowohl im Ausgangszustand als auch im Endzustand ermittelt. Die Differenz aus den Punktzahlen zwischen Ausgangs- und Endzustand ergibt das ökologische Defizit (bei Eingriffen) oder den ökologischen Mehrwert (bei Ersatzmassnahmen). Dabei ist der Endzustand eine Prognose der bewertenden Fachperson.

Zu beachten ist, dass sowohl bei den Eingriffs- als auch bei den Ersatzflächen nicht nur der Endzustand, sondern auch der Ausgangszustand in die Bilanzierung einfließen. **Für degradierte Gewässerabschnitte besteht daher grundsätzlich ein höheres Potenzial, durch aufwertende Massnahmen einen Mehrwert zu erzielen.**

Letztlich wird also der Wertverlust durch Eingriffe mit dem Wertgewinn durch Ersatzmassnahmen verglichen. Der Wertverlust muss durch Wertgewinne andernorts mindestens ausgeglichen werden. Ist der Wertgewinn geringer als der Wertverlust, sind zusätzliche Ersatzmassnahmen nötig. Entweder muss der Perimeter mit Ersatzmassnahmen vergrössert oder die Qualität des Ersatzbiotops gesteigert werden.

Im Beispiel (Abb. 4) entsteht auf dem Gewässerabschnitt mit Eingriffen ein Verlust von 22 Biotoppunkten. Die Ersatzmassnahme gemäss Fall (a) vermag erst 9 Punkte zu kompensieren. Ihre Fläche müsste um das  $22 / 9 = 2.4$ -fache gesteigert werden. Im Fall (b) wird zwar ein Punktwert von ebenfalls 24 erreicht – also ein identischer Wert wie auf der Eingriffsfläche im Ausgangszustand. Weil aber die Fläche im Ausgangszustand bereits 7 Biotoppunkte aufwies, sind erst 17 von 22 Biotoppunkten kompensiert. Nur im Fall (c) ist die Kompensation des Eingriffs mit 22 Punkten vollständig.

Abb. 4: Prinzip der Bilanzierung anhand eines Rechenbeispiels



**Die Bewertungsmethode stellt sicher, dass sowohl die Qualität als auch die Fläche der Lebensräume innerhalb eines Projektperimeters im Endzustand (nach dem Eingriff) in der Gesamtbilanz gegenüber dem Ausgangszustand (vor dem Eingriff) aus fachlicher Sicht unvermindert bleiben.**

## 4. Die Methode im Detail

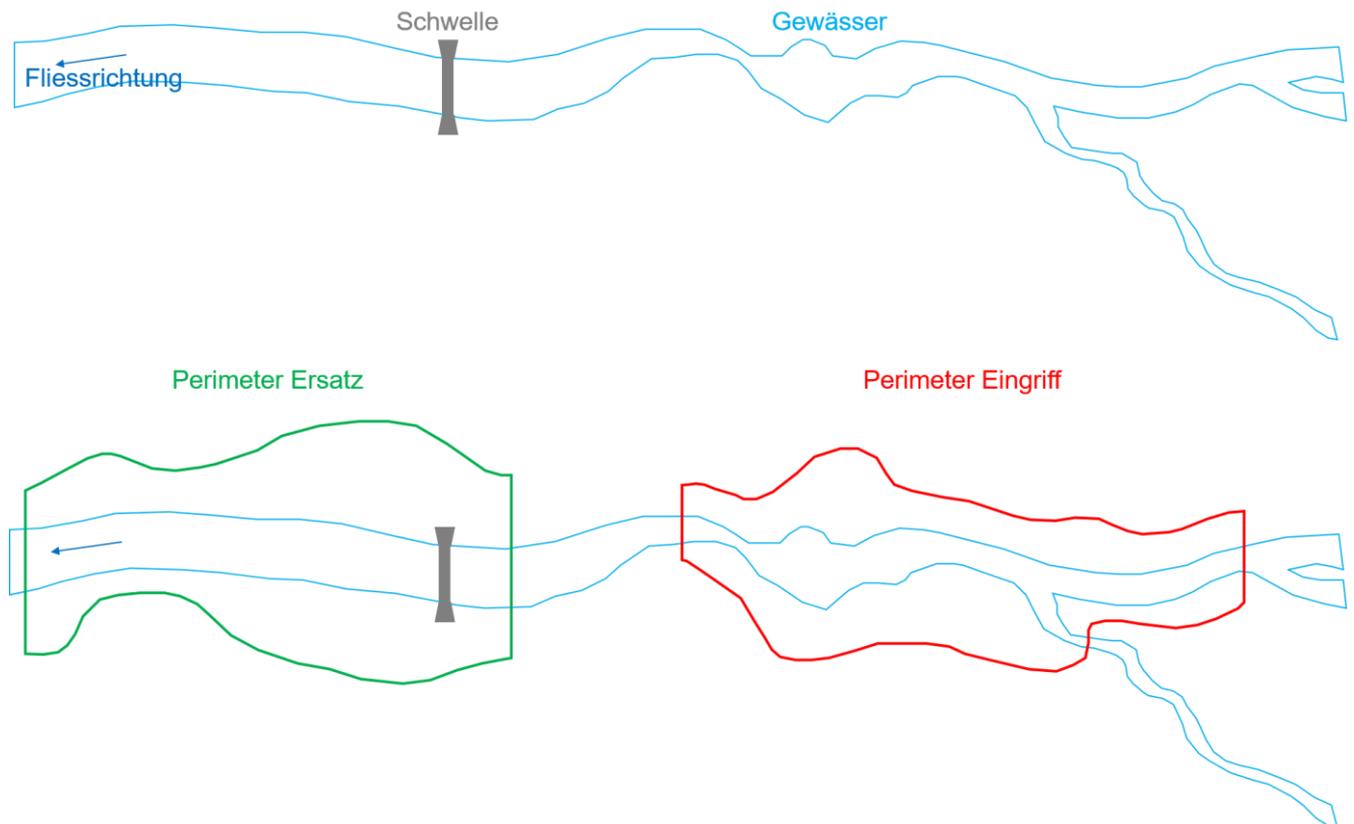
Im vorliegenden Kapitel werden die Überlegungen, die der Methode  $BESB_F$  zugrunde liegen, detailliert erläutert und begründet. Es enthält weiterführende und ergänzende Informationen zu den Prinzipien und den einzelnen Elementen der Methode, jedoch werden diese Elemente nicht als einzelne Prozessschritte eingeordnet und chronologisch zum Bewertungsprozess verknüpft. Mit der «Checkliste  $BESB_F$ » liegt für das Vorgehen bei Bewertung und Bilanzierung eine separate Anleitung vor.

### 4.1 Definition Perimeter

Das Vorgehen ist wie folgt:

- Am Gewässer sind die Fläche des Eingriffs sowie die vorgesehene Fläche mit Ersatzmassnahmen festzulegen.

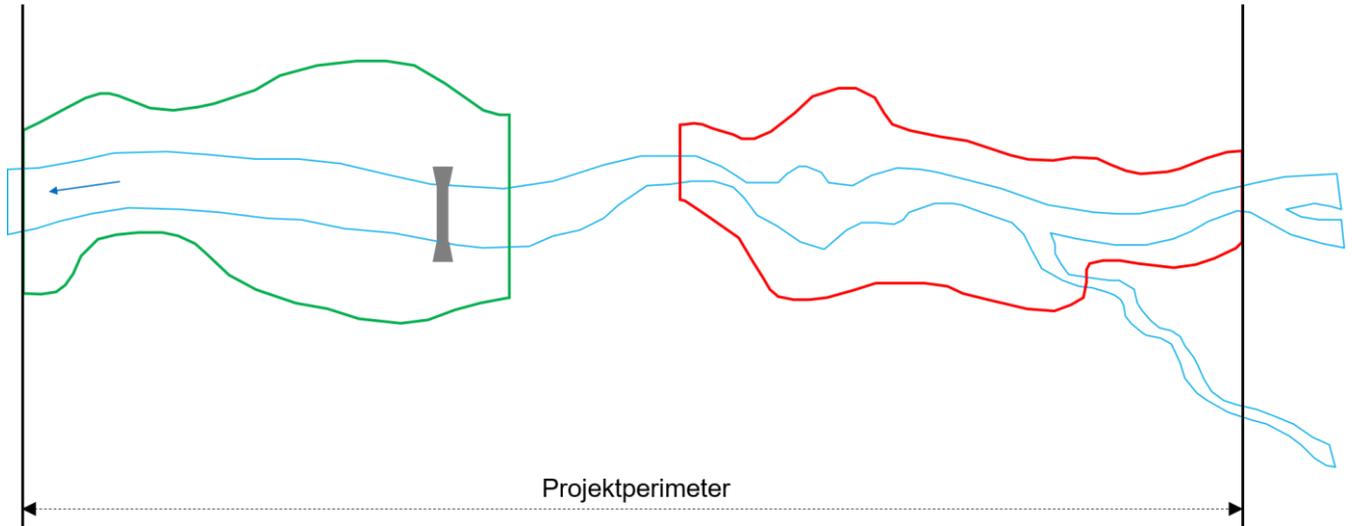
Abb. 5: Festlegung Perimeter Eingriff und Ersatz



Leitfaden

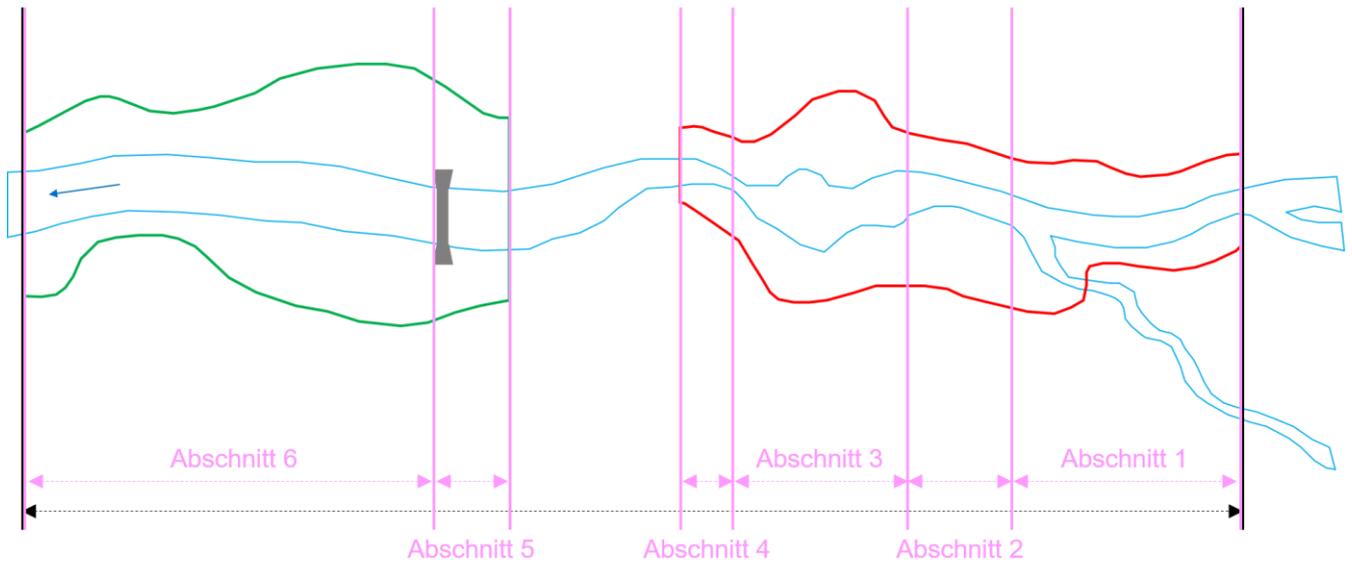
- Der Anfang und das Ende der Flächen mit Eingriffs- bzw. Ersatzmassnahmen entlang des Fließgewässers definieren den Projektperimeter.

Abb. 6: Festlegung des Projektperimeters



- Die Fließstrecke im Projektperimeter ist in Abschnitte mit ähnlicher Morphologie und ähnlichen Auswirkungen der Eingriffe zu gliedern. Dieser Schritt wird in Kap. 4.1.1 näher beschrieben. Die hier definierten Abschnitte werden später jeweils separat mit BESBF bewertet.

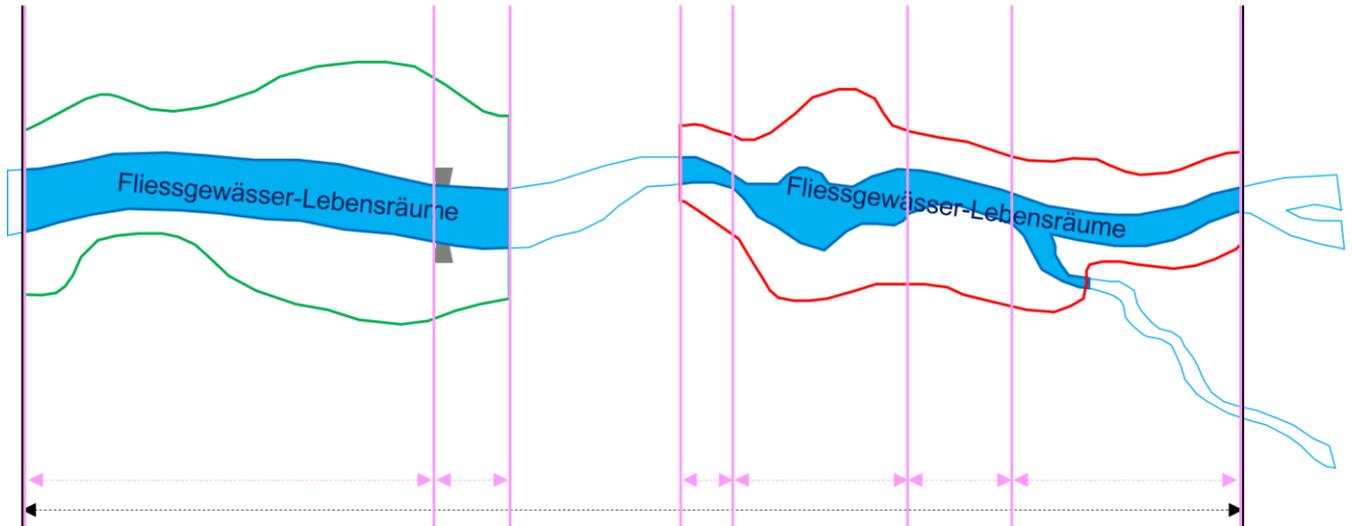
Abb. 7: Einteilung des Projektperimeters in Abschnitte ähnlicher Ausprägung



Leitfaden

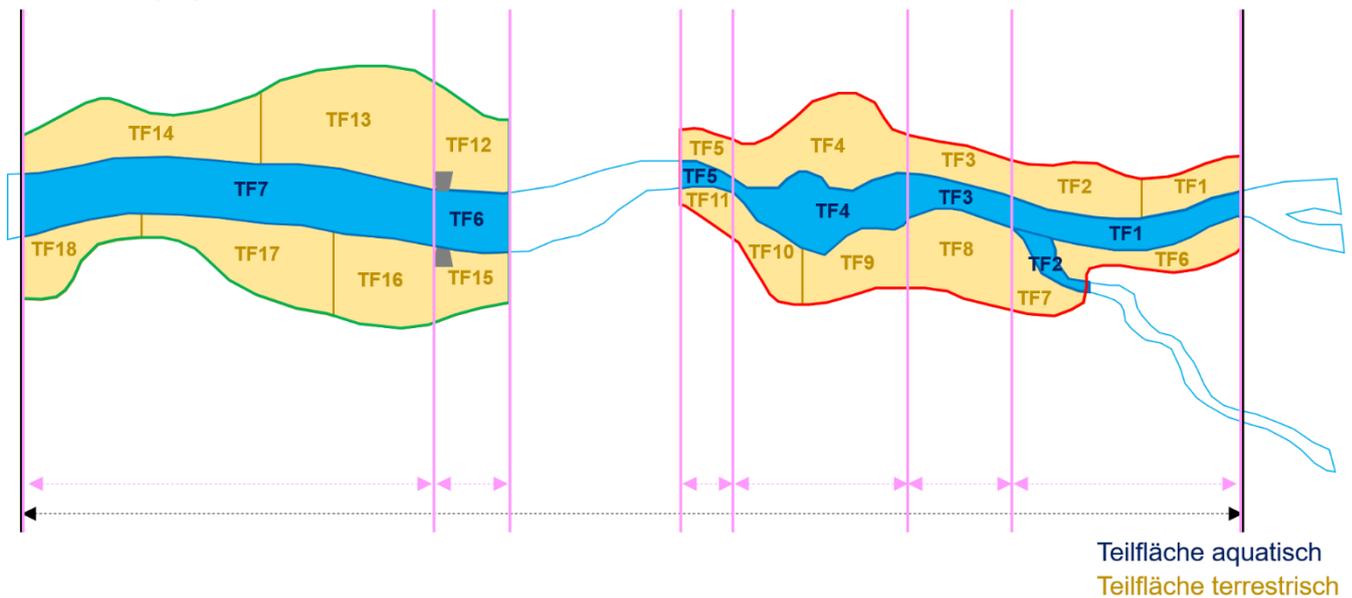
- Die Fließgewässer-Lebensräume (aquatisch) sind von den terrestrischen Lebensräumen abzugrenzen. Dieser Schritt wird in Kap. 4.1.2 näher beschrieben.

Abb. 8: Festlegung aquatische Lebensräume



- Die terrestrischen Lebensräume im Eingriffs- und im Ersatzperimeter sind in jedem Abschnitt weiter in Teilflächen mit einheitlichen Lebensraumtypen (z.B. gemäss der Typologie von Delarze et al. 2015 [11]) unterteilt. Für die aquatischen Lebensräume werden die zuvor definierten Gewässerabschnitte als separat zu bewertende Teilflächen (TF) übernommen. Dieser Schritt wird in Kap 4.1.3 näher erläutert.

Abb. 9: Festlegung Teilflächen mit einheitlichen Lebensraumtypen



Für die Mindestgrösse der Teilflächen gibt es keine Vorgaben. Sie ist je nach Projekt festzulegen. Die Präzision ist so zu wählen, dass die gebildeten Teilflächen bzw. Lebensraumtypen ökologisch relevant sind und dass die Anzahl der zu beurteilenden Teilflächen überschaubar bleibt.

Kap. 4.1.4 zeigt zwei Spezialfälle für die Definition der Flächen im Endzustand auf: Restwasserstrecken und Erosionsparzellen.

#### 4.1.1 Bilden von Abschnitten

In der Regel ist es zweckmässig, die Strecke des Fliessgewässers, welche von einem Projekt betroffen ist, in mehrere Abschnitte zu unterteilen. Damit soll erreicht werden, dass die Verhältnisse innerhalb eines Abschnittes möglichst einheitlich und damit eindeutiger zu beurteilen sind. Die Abgrenzung der Abschnitte erfolgt gutachterlich gemäss den folgenden Leitgedanken:

- Die Abschnitte bilden die voraussichtlichen Projektauswirkungen ab. Das heisst, ein Abschnitt endet dort, wo keine Wirkung des Eingriffs mehr erkennbar ist (z.B. Stauwirkung einer Sperre) oder wo das Ausmass der Wirkung deutlich ändert (z.B. Veränderung der vom Fliessgewässer benetzten Fläche).
- Die Abschnitte beginnen bzw. enden an Übergängen zwischen stark unterschiedlichen Lebensräumen (z.B. beim Eintritt eines flachen, offenen Gewässerabschnitts in eine steile, eingetiefte Schlucht).
- Bei längeren Fliessgewässerabschnitten wird empfohlen, die Abschnittswechsel gemäss der Methode Ökomorphologie Stufe F zu bilden. Bei einer Mindestlänge von 25 m erfolgt ein Abschnittswechsel, wenn die Bewertungsstufe eines der Hauptkriterien (Sohl-/Uferverbauung, Breitenvariabilität oder Uferbereich) wechselt.
- Abschnittswechsel sind dort sinnvoll, wo seitliche Zuflüsse einmünden, weil z.B. bei Restwasserstrecken der Grad der Beeinträchtigung mit jeder Einmündung abnimmt (evtl. Klassenwechsel bei K5).
- Die Bildung von Abschnitten kann auch gestützt auf vermutete Wechsel der Wertstufen bei den Kriterien 3 «Biodiversität» (Vorkommen von Arten, Fischregion) oder Kriterium 5 «Abfluss- und Geschiebedynamik) erfolgen.

#### 4.1.2 Abgrenzung Fliessgewässerperimeter

Die Methode BESBF ist auf die Beurteilung von Lebensräumen ausgelegt, die zum Fliessgewässer gehören (hier als aquatische Lebensräume bezeichnet). Weil die durch das Fliessgewässer benetzte Fläche nicht konstant ist und im Jahresverlauf erheblich schwanken kann, ist diese Grenzlinie nicht immer offensichtlich. **Nachfolgend wird beschrieben, welche Flächen als aquatische und welche Flächen als terrestrische Lebensräume gelten.**

Die randlichen Linien des Fliessgewässers sind grundsätzlich durch die Sohle des Gerinnes gegeben. **Zum Fliessgewässer zählen damit sowohl die dauernd als auch die nur zeitweise benetzten Bereiche des Gerinnes.** Für die grosse Mehrheit der Fliessgewässer in der Schweiz ist der Rand der Gewässersohle durch Uferböschungen markiert und die Abgrenzung damit relativ scharf definiert.

Diese Abgrenzungsweise des Fliessgewässers hat zur Folge, dass mit der Methode BESBF nicht der gesamte Gewässerraum im Sinne Art. 36a GSchG abgedeckt werden kann, da dieser auch terrestrische Lebensräume umfasst. Bei naturnahen, verzweigten Gewässern mit flachen Ufern führt die geringe Frequenz bzw. Dauer von Überflutungen dazu, dass sich am Übergang zu den terrestrischen Bereichen Kiesfluren, Auenwälder, Röhricht und andere Feuchtlebensräume bilden.

Für BESBF ist eine detaillierte Erfassung wie beim Lebensraummosaik im Gewässerraum des Allier (dargestellt in Abb. 10) möglich, aber in der Regel nicht zielführend. Es reicht aus, die (z.B. grün umrandete) Gesamtfläche zu ermitteln und den Anteil des einzelnen Lebensraums wie Weide, Silberweidenauenwald, Schwarz-/Weissdorngebüsch, Seitengerinne) als Prozentanteile abzuschätzen und diese Lebensräume einzeln zu bewerten. Das ist sowohl beim Lebensraummosaik im Ausgangszustand, bei einem Ufergehölz oder Waldbestand mit starken Unterschieden bei den Altersklassen als auch bei einer Erosionsparzelle im Endzustand möglich.

Leitfaden

Abb. 10: Lebensraummosaik im Gewässerraum des Allier, Frankreich

Aus: Vegetation succession processes and fluvial dynamics of a mobile temperate riparian ecosystem: the lower Allier River (France), Fig. 3 [15]

**Water / eau**

 Lotic & lentic water / eau lotique & lentique (69.6 ha)

**Bare soil / sol nu**

 Gravel / gravier (16.1 ha)

 Sand / sable (0.8 ha)

 Silt / limon (0.9 ha)

**Pioneer phase / phase pionnière**

 Pioneer grass / herbe pionnière (7.4 ha)

 Pioneer Sedum sp. & moss / Sedum sp. pionnier & mousse (3.2 ha)

 Pioneer forbs / phorbes pionnières (1.6 ha)

 Pioneer shrubs / arbustes pionniers (0.2 ha)

**Herb phase / phase herbacée**

 Reed / roseau (2.1 ha)

 Forbs incl. *Rubus* sp. / phorbes incl. *Rubus* sp. (0.2 ha)

 Grassland, pasture / prairies, pâturage (94.8 ha)

**Shrub phase / phase arbustive**

 Willow shrub / saulaie arbustive (4.1 ha)

 Black poplar shrub / peupleraie arbustive à *Populus nigra* (2.0 ha)

 Willow-poplar shrub / saulaie & peupleraie arbustives (0.1 ha)

 *Prunus-Crataegus* shrub / fruticées à *Prunus-Crataegus* (35.7 ha)

**Forest phase / phase arborée**

 White willow forest / saulaie arborée à *Salix alba* (8.9 ha)

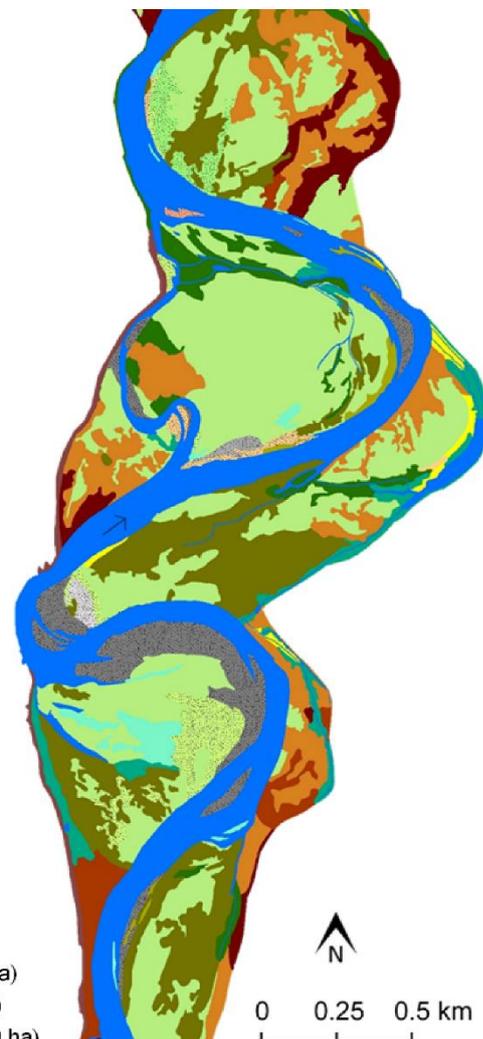
 Black poplar forest / peupleraie arborée à *Populus nigra* (44.8 ha)

 Willow-poplar forest / saulaies & peupleraies arborées (11.6 ha)

 Willow-poplar/oak-elm forest / forêt de bois tendres & de bois durs (6.5 ha)

 Oak-elm forest / chênaie alluviale à *Quercus robur* & *Ulmus* sp. (14.0 ha)

 Oak-*Robinia* forest / chênaie alluviale à *Quercus robur* & *robineraies* (4.0 ha)



**Die Methode BESBF<sub>F</sub> kann nur Flächen bewerten, die zum Fließgewässer im engeren Sinne gehören, also die aquatischen Lebensräume. Terrestrische Lebensräume sind dagegen mit der Methode BESBF<sub>T</sub> zu bewerten.** Dies ist auch dann der Fall, wenn es sich um feuchte Lebensräume direkt im Uferbereich des Fließgewässers handelt, zum Beispiel Weidengebüsche, Rohrglanzgrasbestände oder Hochstaudenfluren.

**Vorgehen für eine plausible Abgrenzung dynamischer Gewässer inklusive ihrer Randbereiche:**

- Uferbereiche, die aufgrund wiederholter Überschwemmungsereignisse pro Saison **weitestgehend vegetationsfrei** bleiben (kaum terrestrische Gefässpflanzen), sind dem Fließgewässer zuzurechnen. Sie werden mit der Methode BESBF<sub>F</sub> bewertet und bilanziert. Es handelt sich in der Regel um Sand- oder Kiesflächen, die in der schweizerischen Typologie der Lebensräume (Delarze et al. 2015) dem Typ 3.2 «Alluvionen und Moränen» angehören, aber keinen Bewuchs aufweisen.
- Uferbereiche oder auch Inseln im Fließgewässer, die aufgrund seltener Überschwemmungsereignisse **dauernd mit terrestrischer Vegetation** bewachsen sind, gehören zwar zur Gewässersohle, werden aber als terrestrische Lebensräume aufgefasst. Die Vegetation kann dabei auch nur spärlich vorhanden sein. In der CH-Typologie sind dies nebst Alluvionen und Moränen (3.2) auch Ufervegetation und Feuchtgebiete (2.X), einige Typen der Gebüsche (z.B. 5.3.6), Auenwälder (6.1) sowie feuchte Trittfuren (7.1.1). Wo diese Lebensraumtypen gut ausgeprägt und insbesondere flächig vorhanden sind, sollen sie mit BESBF<sub>T</sub> bewertet werden.

Leitfaden

- Auch schmale Streifen mit **permanenter Ufervegetation** (mit Ausdehnung von 1 bis 2 Metern Breite) werden mit  $BESB_T$  als Krautsaum bewertet. Schmale Krautsäume können als Flächenanteil der Ufervegetation in einer separaten Zeile der Kalkulationstabelle aufgeführt und bewertet werden. Bei weitgehend vegetationslosen Kiesstreifen, wie sie häufig an der Gewässerrandlinie vorhanden sind, wird davon ausgegangen, dass sie bei Mittelwasser benetzt sind. Sie werden wie bei der Methode Ökomorphologie Stufe F der Sohlenbreite bzw. dem Fließgewässer zugeschlagen, d.h. mit  $BESB_F$  bewertet.
- Bei **Restwasserabschnitten** ist für die Bewertung mit  $BESB_F$  diejenige Fläche (aquatische Lebensräume) massgebend, die bei mittlerem Abfluss benetzt wird (siehe dazu Kap. 4.1.3).

Abb. 11 zeigt anhand einiger Beispiele den Verlauf der Grenzlinie zwischen aquatischen und terrestrischen Lebensräumen (**hellblau gestrichelt**). Sie sind entsprechend mit  $BESB_F$  (aquatisch) bzw.  $BESB_T$  (terrestrisch) zu bewerten. Der Gewässerraum ist ebenfalls dargestellt (**hellbraun gestrichelt**). Er enthält bei naturnahen Gewässern auch terrestrische Lebensräume. Der blaue Pfeil gibt die Fließrichtung des Wassers an.

Abb. 11: Beispiele für die Abgrenzung  $BESB_F$  |  $BESB_T$   
Oben links: Vorderrhein bei Versam (GR); oben rechts: Birs bei Aesch (BL);  
unten links: Allondon bei Dardagny (GE); unten rechts: Oberlauf der Rabiusa, Safiental (GR).



Leitfaden

Links: Schilsbach bei Flums (SG); rechts: Werdenberger Binnenkanal (SG).



### 4.1.3 Teilflächen für die Bewertung

Für eine Bewertung sowohl mit  $BESB_F$  als auch mit  $BESB_T$  wird vorausgesetzt, dass die Teilflächen (mit aquatischen oder terrestrischen Lebensräumen) eine einheitliche Ausprägung haben. Deshalb müssen für jeden Fließgewässer-Abschnitt gemäss Kap. 4.1.1 bzw. 4.1.2 die Flächen abgegrenzt werden, die denselben Lebensraumtyp aufweisen (Abb. 7). **Es werden sowohl aquatische als auch terrestrische Lebensraumtypen abgegrenzt (Abb. 8). Diese Abgrenzung generiert die Teilflächen für die nachfolgende Bewertung (Abb. 9).** Die Abgrenzung der Teilflächen bzw. die Ermittlung ihrer Ausdehnung kann im GIS vorgenommen werden.

Es besteht keine Vorgabe für eine Mindestgrösse einer Fläche, die bewertet werden muss. Die **Empfehlung, als Flächeneinheit Aren zu verwenden**, gibt einen Anhaltspunkt. Die Nutzenden der Methode sollen eine Präzision wählen, die einerseits Lebensräume von ökologischer Relevanz umfassen und andererseits den Aufwand für die Bewertung in einem angemessenen Rahmen halten.

#### 4.1.4 Perimeter Spezialfälle

**BESB<sub>F</sub>** bezieht sich wie BESB<sub>T</sub> für die Bewertung eines Eingriffes oder einer Ersatzmassnahme immer auf eine Fläche. Durch Multiplikation des Biotopwerts mit der Fläche eines bestimmten Lebensraumtyps ergibt sich eine Punktzahl (Biotoppunkte, Kap. 4.3.2), die den Wert des Lebensraumtyps im Untersuchungsgebiet insgesamt anzeigt. Die für die Beurteilung der Lebensräume relevante Fläche entspricht grundsätzlich dem Fliessgewässerperimeter (Kap. 4.1.2). **Diese Fläche kann anhand von Luftbildern / Orthofotos in der Regel gut nachvollziehbar ausgeschieden werden.**

Die Ausdehnung aquatischer Lebensräume kann - abhängig von der Gerinnemorphologie und den Abflussmengen – zeitlich sehr variabel sein. In solchen Fällen ist ein anderes Vorgehen nötig, um eine angemessene Beurteilung zu gewährleisten. Je nach Ausgangslage/Projektsituation können zwei Spezialfälle unterschieden werden:

- Spezialfall Wassernutzung
- Spezialfall Erosionsparzelle

#### Spezialfall Wassernutzung

Merkmale:

- Die benetzte Fläche zwischen Ausgangszustand und Endzustand (Projektzustand) wird durch den Eingriff (Wasserentnahme / Restwasser, Wasserrückgabe) deutlich verändert.
- Als Fläche mit aquatischen Lebensräumen gilt die Gewässerfläche, welche bei einem mittleren Jahresabfluss (MQ) benetzt wird.

Abb. 12: Aufstau oberhalb und Verlust der benetzten Fläche unterhalb der Wasserentnahme des KW Augand (Foto Simon Urfer, Sigmoplan)



In Restwasserstrecken ergibt sich als Folge der Wasserausleitung die Situation, dass sich die benetzte Fläche zwischen Ausgangszustand und Endzustand (Projektzustand) durch den Eingriff (Wasserentnahme / Restwasser, Wasserrückgabe) deutlich verändert. Durch die Wasserentnahme nimmt innerhalb der Gerinnesohle die benetzte Fläche ab. Die trockenfallenden Areale werden je nach Anlagetyp zeitweise noch benetzt (z.B. bei Wehrüberfall), können aber ihre Funktion als Fliessgewässerlebensraum nur noch eingeschränkt erfüllen. Aufgrund dieser eingriffsbezogenen Veränderung der aquatischen Lebensraumgrösse müssen die verschiedenen Teilflächen detaillierter ermittelt werden, als dies mit der Abgrenzungsregel des Fliessgewässerperimeters gemäss Kap. 4.1.2 erfolgt.

#### Vorgehen Bewertung mit BESB<sub>F</sub>

Diejenigen Bereiche, die von veränderter Benetzung betroffen sind (neu trockenfallende oder neu benetzte Flächen), werden separat ausgewiesen und bewertet. Abb. 13 zeigt die Abnahme der benetzten Fläche bei einer Wasserentnahme schematisch: Die aquatischen Lebensräume im Ausgangszustand (ohne Wasserentnahme) sind hellblau eingefärbt, die unter Restwasserregime noch ständig benetzte Zone dunkelblau. Die roten Pfeile markieren den Bereich der ursprünglichen aquatischen Lebensräume (hellblau), welcher unter Restwasserbedingungen trockenfällt. Die hellbraun gestrichelt markierte Fläche wird auch im Ausgangszustand nur gelegentlich überflutet. Sofern sie dauernd mit terrestrischer Vegetation bewachsen ist, wird sie mit BESB<sub>T</sub> bewertet. Für die folgende Erläuterung des Spezialfalls spielt dieser Bereich keine Rolle.

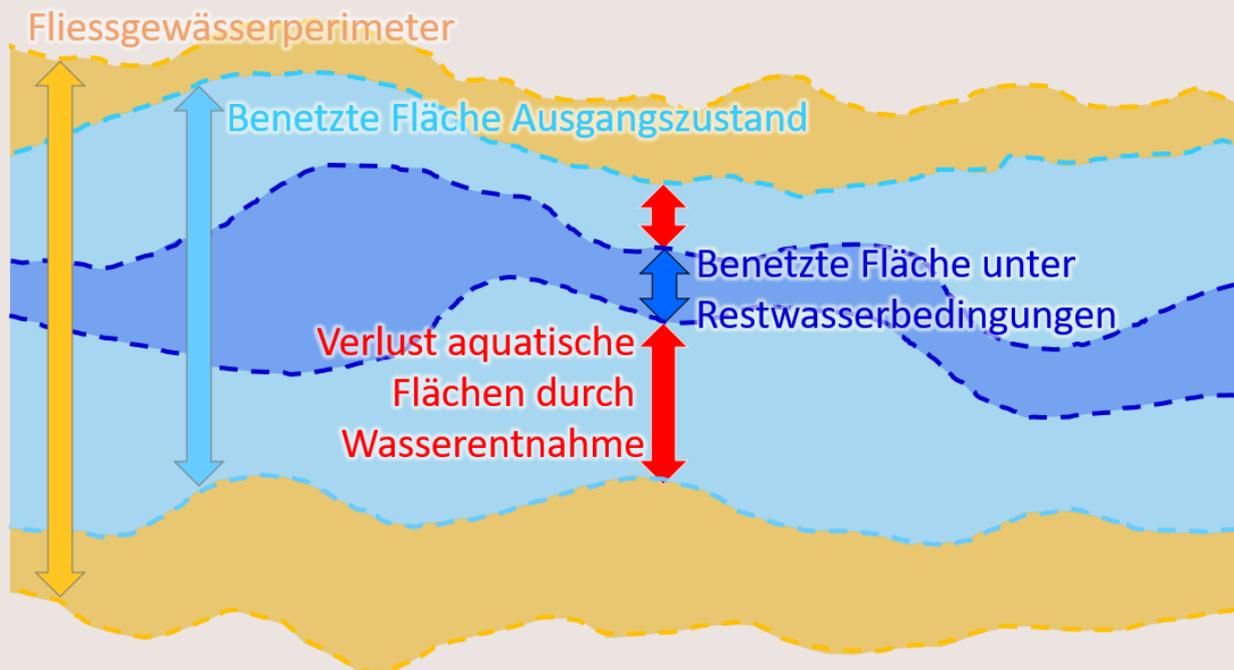
Im Ausgangszustand werden die Kriterien K3-K5 für alle aquatischen Lebensräume des betroffenen Abschnitts bewertet (hellblaue inkl. dunkelblaue Fläche gemäss Abb. 13).

**Im Endzustand (mit Wasserentnahme) erfolgt eine separate Bewertung der trockenfallenden Fläche (hellblau mit roten Pfeilen markiert) und der verbleibenden ständig benetzten Fläche (dunkelblau) mit den BESB<sub>F</sub>-Kriterien K3-K5:**

- Die verbleibende ständig benetzte Fläche (dunkelblaue Zone gemäss Abb. 13) entspricht dem mittleren jährlichen Abfluss unter Restwasserbedingungen. Diese Fläche wird mit den Kriterien BESB<sub>F</sub>-K3-K5 bepunktet.
- Die trockenfallende Fläche (mit roten Pfeilen markierte hellblaue Zone gemäss Abb. 13) entspricht der Differenz zwischen der benetzten Fläche im Ausgangszustand und der reduzierten benetzten Fläche mit der Wassernutzung. Sie ist als Folge der Wasserentnahme höchstens noch temporär benetzt (z.B. Wehrüberlauf, Hochwasser). Es handelt sich um einen degradierten aquatischen Lebensraum und die Fläche wird deshalb weiterhin mit BESB<sub>F</sub> bewertet. Der «aquatische Wert» dieser Fläche kann je nachdem sehr gering sein. Insbesondere die Kriterien K3 «Biodiversität» und K5 «Abfluss- und Geschiebedynamik» sind auf diesen (temporär) trockenfallenden Flächen gegenüber dem Ausgangszustand stark verändert. Dagegen ändert sich das Kriterium K4 «Morphologie» gegenüber dem Ausgangszustand in der Regel nicht besonders stark, sofern keine baulichen Eingriffe durchgeführt werden (K4 ist «am Bagger orientiert»).

Eine Bewertung der trockenfallenden Fläche mit der Methode für terrestrische Lebensräume (BESB<sub>T</sub>) ist in gut begründeten Situationen denkbar (z.B. wenn das Abflussregime eine Vegetationsentwicklung erlaubt). Aufgrund von anlagebedingten Störungen (Stauraum- und Entsander-spülungen, Grundablasskontrollen) und natürlicherweise auftretenden Ereignissen (Wehrüberlauf, Hochwasser) können diese trockenfallenden Flächen aber auch für terrestrische Organismen meist nur instabile Lebensräume bilden. In vielen Fällen handelt es sich um einen durch die Wasserentnahme künstlich geschaffenen, wechsellassen Bereich, welcher weder als komplett terrestrisch noch komplett aquatisch eingestuft werden kann.

Abb. 13: Verlust benetzter Fläche (rote Pfeile) bei Wasserentnahmen



Die benetzte Fläche bei Restwasser und die trockenfallende Fläche werden in der **Kalkulationstabelle** als separate Zeilen aufgeführt. Die Ersatzpflicht ergibt sich gemäss der regulären Bewertung, d.h. aus der Differenz der Wertpunkte beider Flächen im Ausgangs- und Endzustand.

Mit dieser differenzierten Betrachtung der ständig benetzten und der trockenfallenden Flächen kann der methodische Grundsatz  $\text{Fläche}_{\text{Ausgangszustand}} = \text{Fläche}_{\text{Endzustand}}$  beibehalten werden. Ob allerdings bei einer nach Art. 31–33 GSchG konformen Restwasserregelung die ständig benetzte Fläche überhaupt zu bilanzieren ist oder als unversehrt zu betrachten gilt, muss mit den Beteiligten projektspezifisch geklärt werden.

#### Restwasser: Welche Verluste sind zu bewerten?

Die Methode  $\text{BESB}_F$  kann bei Bedarf die quantitativen Verluste an aquatischem Lebensraum aus Sicht NHG bewerten. Dabei sind in der Praxis verschiedene Möglichkeiten angewendet worden, um die Verluste zu quantifizieren:

- Flächen-Verlust im Vergleich zum natürlichen Ausgangszustand einer Restwasserstrecke (hellblauer Bereich in Abb. 13).
- dito, aber zuzüglich der Qualitätsminderung für den benetzten Bereich wegen geringerer Abflussdynamik, geringerer Fliesstiefe, ggf. unnatürlicher Erwärmung, etc. (dunkelblauer Bereich in Abb. 13).

Ob die Verluste gemäss a) überhaupt veranschlagt werden müssen, ist umstritten. Es kann argumentiert werden, dass die Mindestrestwassermengen nach GSchG die ökologischen Funktionen des Fließgewässers ausreichend gewährleisten. Aus Sicht der Natur- und Heimatschutzgesetzgebung steht aber fest, dass allein der Verlust an Fläche eines schutzwürdigen Lebensraums eine Beeinträchtigung darstellt und somit ersatzpflichtig ist.

Die Methode  $\text{BESB}_F$  funktioniert mit beiden Ansätzen a) und b) und liefert verhältnismässige Resultate (siehe nachfolgendes Rechenbeispiel Kander Hondrich).

## Anwendungs- bzw. Rechenbeispiel Kander Hondrich

Abb. 14: Verlust benetzter Fläche auf der Restwasserstrecke der Kander unterhalb des KW Augand



- Die Fläche zwischen benetzter Fläche  $MQ_{rest}$  im Endzustand und den randlichen Linien des Gewässers (benetzte Fläche  $MQ_{nat}$ ) im Ausgangszustand wurde im vorliegenden Anwendungsbeispiel mit  $BESB_F$  bewertet (siehe Tab. 6). Beide Punktzahlen werden mit der jeweiligen Fläche multipliziert und die Ergebnisse addiert. Daraus resultieren die Biotoppunkte im Endzustand.
- Der Verlust an Naturwert beträgt in diesem Beispiel -350 Biotoppunkte.

Tab. 6).

- Im Ausgangszustand resultiert aus den Kriterien K3-K5 ein Biotopwert von 12 für die gesamte benetzte Fläche  $MQ_{nat}$  (hellblaue inkl. dunkelblaue Zone gemäss Abb. 13). Die Multiplikation des Biotopwerts mit der Gesamtfläche ergibt schliesslich die Biotoppunkte im Ausgangszustand.
- Im Endzustand erfolgt eine separate Bewertung der trockenfallenden Fläche (hellblaue Zone gemäss Abb. 13) und der bei Restwasser benetzten Fläche  $MQ_{rest}$  (dunkelblaue Zone gemäss Abb. 13).
- Aus den Kriterien K3-K5 resultiert für die auch bei Restwasser ständig benetzte Zone ein Biotopwert von 10, zwei Punkte unter dem Ausgangszustand.
- Die trockenfallende Zone kann projektspezifisch und je nach Ausprägung mit  $BESB_F$  oder  $BESB_T$  bewertet werden. Die trockenfallende Zone wird in diesem Abschnitt der Kander mit  $BESB_F$  bewertet, weil mit dem vorgesehenen Abflussregime sich höchstens punktuell Pioniervegetation entwickeln wird. Der Biotopwert wird mit einem Wert von 5 Punkten tief angesetzt. Diese Fläche wird zukünftig temporär trockenfallen und zu selten überspült, so dass sie nur sehr eingeschränkt als Lebensraum für Gewässerorganismen (z.B. Makrozoobenthos) nutzbar ist. Insbesondere die Kriterien K5 (Abfluss- und Geschiebedynamik Stufe 0: 0 Pkt.) und K3 (Biodiversität: Stufe 1: 1 Pkt.) sind auf dieser Teilfläche stark betroffen und nehmen geringe Wertstufen an. Demgegenüber ändert sich die Wertstufe bei K4 (Morphologie Stufe 2: 4 Pkt.) praktisch nicht, da keine baulichen Eingriffe erfolgen.
- Beide Punktzahlen werden mit der jeweiligen Fläche multipliziert und die Ergebnisse addiert. Daraus resultieren die Biotoppunkte im Endzustand.
- Der Verlust an Naturwert beträgt in diesem Beispiel -350 Biotoppunkte.

Tab. 6: Bewertung Rechenbeispiel Kander Hondrich

	Ausgangszustand	Endzustand	
Abschnittlänge	1'000 m	1'000 m	
Mittlere benetzte Breite	10 m	7 m	
Trockenfallender Bereich	-	3 m Breite	
Fläche ständig benetzt	100 a	70 a	
Fläche trocken	-	30 a	
Biotopwert ständig benetzt	12	10	
Biotopwert trocken	-	5	
Biotoppunkte	1'200	850	- 350

Berechnung: Ausgangszustand: 100 a x 12 Punkte = 1'200 Punkte

Endzustand: (70 a x 10 Punkte) + (30 a x 5 Punkte) = 850 Punkte

Das Anwendungsbeispiel zeigt, dass eine Restwasserstrecke nicht nur aufgrund von Merkmalsänderungen von K3 Biodiversität und K4 Morphologie, sondern auch von K5 Abfluss- und Geschiebedynamik in mehrere Abschnitte zu unterteilen und differenziert zu bewerten ist (siehe Kap. 4.1.1). Weitere Abschnittswchsel erfolgen zudem projektspezifisch aufgrund von Merkmalswechseln nicht nur beim Abfluss, sondern auch aufgrund des Geschiebes, der Morphologie, des Gewässerraums, der Restriktionen im Gewässerraum, der Steilheit, des Untergrundes etc.

### Ermitteln der benetzten Fläche

Um die Fläche mit aquatischen Lebensräumen festzulegen, müssen Daten zur benetzten Fläche bei mittlerem Abfluss (MQ) vorliegen, und zwar sowohl für den Ausgangszustand vor als auch für den Endzustand, d.h. nach erfolgtem Eingriff in das Fliessgewässer.

Der mittlere Abfluss (MQ) kann anhand von bestehenden Messdaten hergeleitet werden, sofern im Projektperimeter oder in der Nähe eine hydrologische Messstation vorhanden ist. Für die grossen Talflüsse der Schweiz trifft dies in der Regel zu. Falls keine Messdaten vorhanden sind, lässt sich der mittlere Abfluss anhand der Daten im Geoportal des Bundes<sup>2</sup> approximativ bestimmen. Für das Gewässernetz der Schweiz wurden die mittleren natürlichen, monatlichen und jährlichen Abflüsse modelliert und die zugehörigen Abflussregimetypern ermittelt. Damit besteht für mittelgrosse Gewässer flächendeckend eine Datengrundlage zu den mittleren Abflüssen (MQ) (Karte «Mittlere Abflüsse (m<sup>3</sup>/s) und Regime»). Für Gewässer mit Einzugsgebieten kleiner als 3 km<sup>2</sup> und grösser als 500 km<sup>2</sup> liegen dagegen keine Abflusswerte vor. Generell gilt, dass Messungen von hydrometrischen Stationen eine genauere Datengrundlage darstellen als modellierte Werte.

Nachfolgend werden einige Ansätze erläutert, wie die benetzte Fläche eines Fliessgewässers bei mittlerem Abfluss ermittelt werden kann.

### **Wo weder Messdaten noch modellierte Werte zur Verfügung stehen, müssen Angaben zur benetzten Fläche bei einem mittleren Abfluss MQ spezifisch für das Projekt hergeleitet werden:**

- Anhand der Messung von ökohydraulischen Parameter (Benetzung, Strömung, Wassertiefe) bei verschiedenen Abflüssen an definierten Querprofilen. Die Erhebung der benetzten Breite bei Mittelwasserabfluss erfordert eine repräsentative Auswahl von Mesohabitaten sowie von Gleit-/Flachufern, sodass der Verlust an benetzter Breite messbar wird. Die Ausdehnung der benetzten Fläche bei Mittelwasserabfluss sollte im Bezug zum Mesohabitat auf die gesamte Restwasserstrecke hochgerechnet werden.

<sup>2</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/karten.html>

- Gelegentlich sind Querprofil-Messungen aus früheren Vermessungen bereits bei den Behörden vorhanden und können bezogen werden.
- Alternativ können an vermessenen Querprofilen die Abflüsse mit der Software HECRAS modelliert werden.
- Bei kanalisierten Gewässern kann vereinfachend angenommen werden, dass bei einem MQ in der Regel die gesamte Sohle benetzt ist und dass die benetzte Breite von Böschungsfuss zu Böschungsfuss reicht.
- Wo die Abflussmengen bekannt sind, lässt sich mit hydraulischen Modellen die Ausdehnung der benetzten Fläche basierend auf Daten zur Geomorphologie des Flusses modellieren. Diese sind ziemlich genau und werden beispielsweise beim Hochwasserschutz angewendet.

**Bei naturnahen Gewässern ohne detaillierte Angaben zur abflussabhängigen benetzten Fläche muss die für  $BESB_F$  erforderliche Fläche mit aquatischen Lebensräumen abgeschätzt werden.**

Es wird empfohlen, das Vorgehen zur Ermittlung des Verlustes an benetzter Breite mit den Fachstellen abzusprechen.

## Spezialfall Erosionsparzelle

Merkmale:

- Typisch bei Fliessgewässer-Revitalisierungen mit Auendynamik
- Abflussregime bleibt unverändert, aber die benetzte Fläche ändert infolge von Modifikationen am Gerinne (z.B. Renaturierungen mit eigendynamischen Flächen, gewisse Varianten von Hochwasserschutz).
- Keine scharfe Abgrenzung der Teilflächen bzw. Lebensraumtypen im Endzustand, sondern Schätzung der prozentualen Flächenanteile der auentypischen Lebensraumtypen an der Gesamtfläche der Erosionsparzelle

Abb. 15: Kraftwerk Augand, Erosionsparzelle Sack zwischen Kander und Fahrweg.  
Foto Simon Urfer, Sigmaphan



Erosionsparzellen sind Flächen, die zukünftig aufgrund dynamischer Prozesse erodiert werden (sollen). Ihr Endzustand ist weder inhaltlich noch bezüglich räumlicher Gliederung genau vorhersehbar. Zum Endzustand der Erosionsparzelle werden deshalb Annahmen getroffen. Bei Erosionsparzellen ist jeder Einzelfall separat einzuschätzen, da sie sich je nach ihrer Länge, Breite, Lage (Prallhang, Gleithang, ...) und Gefälle unterschiedlich entwickeln werden. Abb. 10 vermittelt einen Eindruck, wie fließgewässertypische Lebensräume bei natürlicher Dynamik angeordnet sein können.

**Für eine Erosionsparzelle muss also eine Vorhersage gemacht werden, wie sich das entstehende Mosaik von aquatischen und terrestrischen Auenlebensräumen zusammensetzen wird.** In der Kalkulationstabelle bzw. der Dokumentation ist anzugeben, welche künftigen Lebensräume erwartet werden, wie gross deren geschätzter Flächenanteil an der ganzen Erosionsfläche ist und welche Biotopwerte je Lebensraum zu erwarten sind (siehe Tab. 7). Um den Biotopwert der Erosionsparzelle zu ermitteln und auf einem Plan darzustellen, wird ein nach Flächenanteilen gewichteter Mittelwert der Biotopwerte aller Lebensraumtypen berechnet (siehe Tab. 7, Spalte ganz rechts mit Wert 24.2). Dazu werden alle Teilflächen mit ihrem Biotopwert multipliziert, diese Werte aufsummiert und die Summe durch die Gesamtfläche der Erosionsparzelle dividiert.

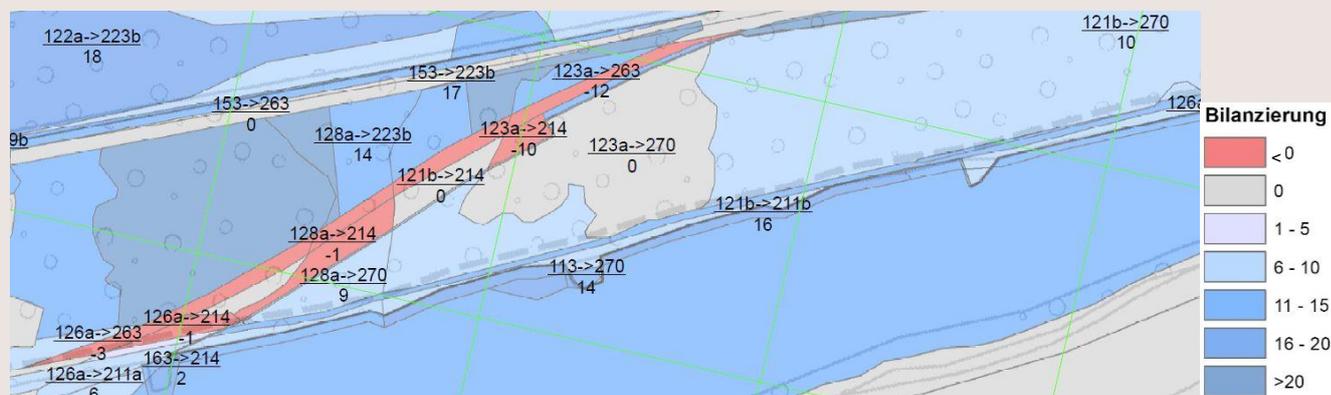
Tab. 7 stellt das Beispiel Fahrhubel dar, eine Erosionsparzelle mit prozentualen Flächenanteilen der Ziel-Lebensräume in einem Abschnitt der Aare. Hier wird aufgezeigt, dass

- innerhalb der Erosionsparzelle das (zukünftig doppelt so breite) Fließgewässer mit  $BESB_F$  bewertet wird,
- terrestrische Lebensräume innerhalb der Erosionsparzelle mit  $BESB_T$  bewertet und dabei ihren prozentualen Flächenanteilen entsprechend berücksichtigt werden (Alluvionen mit Pioniervegetation, Flussröhricht, Weidengebüsch/Grauerlenauenwald, Eschen-Auenwald, Auenwälder im Übergangsstadium),
- je nach vermuteter Dauer des Entwicklungsprozesses bis zum jeweiligen Ziel-Lebensraumtyp andere Verminderungsfaktoren angewendet werden (Alluvionen mit Pioniervegetation, Weidengebüsch/Grauerlenauenwald, Eschen-Auenwald; siehe Kap. 0).

Für die Bewertung von Erosionsparzellen ist es zweckmässig, den gesamten Ausgangszustand mit allen Flächen und Lebensräumen für sich und dann den Endzustand für sich zu bewerten. Die sonst übliche Gegenüberstellung des Ausgangs- und Endzustandes jeder Teilfläche in der Kalkulationstabelle ist hier nicht sinnvoll, weil die Abgrenzungen der Teilflächen nicht kongruent sind. Werden die Biotopwerte im GIS den Flächen zugeordnet und der Ausgangszustand mit dem Endzustand überlagert, so kann die positive bzw. negative Veränderung der Biotopwerte dennoch visualisiert und plausibilisiert werden (siehe Abb. 16, Fallbeispiel Thalgut–Chesselau [27]).

Häufig sind bei Erosionsparzellen aquatische und terrestrische Lebensräume eng benachbart vorhanden. Wie in Tab. 7 aufgezeigt, wird deshalb mit beiden Methoden bewertet, sowohl mit  $BESB_F$  für die aquatischen Teilflächen als auch mit  $BESB_T$  für die terrestrischen. Vor allem bei Eingriffen in oder Aufwertungen von Auen-Lebensräumen ist diese kombinierte Anwendung der beiden Methoden notwendig. In Abb. 16 werden am Beispiel der Chesselau die positiven Veränderungen (Erosionsparzelle, Waldaufwertung = blau) bzw. die negativen Veränderungen (Sicherungsbauwerke = rot) der Biotopwerte im Vergleich zum Ausgangszustand dargestellt. Ebenfalls angegeben sind die erwarteten Veränderungen der Lebensraumtypen (projektinterne Codierung) und die Stärke der Veränderung des Biotopwerts (siehe Tab. 7).

Abb. 16: Beispiel für Veränderungen der Biotopwerte zwischen Ausgangs- und Endzustand im Bereich einer entstehenden Erosionsparzelle (Naturaqua 2019).



Tab. 7: Beispiel Flächenaufteilung / Annahmen Lebensräume Erosionsparzelle (Endzustand)

BESB <sub>F</sub>	% Eigenschaft (Nummer: Lebensraumtyp nach Delarze et al.)	Anteil	Fläche (ha)	Biodiversität (K3)		Morphologie (K4)		Abluss- und Geschiebedynamik (K5)		Verminderungsfaktor	Biotopwert	Biotoppunkte	flächenproport. Mittelwert	
				Stufe	Pkt.	Stufe	Pkt.	Stufe	Pkt.					
				Entwicklungszeit (K1)		Seltenheit (K2)		Biodiversität (K3)						Ausprägung (K4)
		Stufe	Pkt.	Stufe	Pkt.	Stufe	Pkt.	Stufe	Pkt.					
40	1.2 langfristig alternierende bis verzweigte Aare mit Seitenarmen, bei Mittelwasser benetzte Fläche (etwa doppelt so gross wie heute); gute Qualität	0.140	8.7	4	8	4	16	4	16	0.9	36	312	24.2	
	mittel-/langfristig alternierende Aare, bei Mittelwasser benetzte Fläche, Zwischenwert: mittlere-gute Qualität	0.130	8.1	3-4	6	3-4	12	3-4	12	0.95	28.5	230		
	kurz- mittelfristig alternierende Aare, bei Mittelwasser benetzte Fläche, Zwischenwert: mittlere - gute Qualität	0.130	8.1	3	4	3-4	12	3	8	1	24	193		
BESB <sub>T</sub>	3.2.1 langfristige Alluvionen mit Pioniervegetation: Kiesbänke, Inseln, Pionierkrautfluren, punktuell Pioniergebüsch -> BESB <sub>T</sub> -Richtwert Alluvionen mit Pioniervegetation gute Qualität K1: Stufe 3; K2: 4; K3:3, regionalisierter Seltenheitswert im Mittel-land K2 = Stufe 5	0.065	4.0	4	8	5	16			3	8	0.75	24	97
	mittel-langfristige Alluvionen mit Pioniervegetation	0.06	3.7	3	4	5	16			3	8	0.8	22.4	83
	kurz- mittelfristige Alluvionen mit Pioniervegetation	0.125	7.7	2	2	5	16			3	8	0.9	23.4	181
	2.2 Flussröhricht und Grosseggenried (zeitweise durchströmt, gute Qualität)	0.020	1.2	4	8	4	8	4	16			0.75	24	30
	3.1 langfristig Grundwasseraufstösse, alte Gerinne und Giessen, Auenweiher und -tümpel (gute Qualität)	0.030	1.9	4	8	3	4			4	16	0.75	21	39
	5.3.6 langfristig Weidengebüsche in Tieflagen und 6.1.3 Grauerlen-Auenwald (Weichholzauenwald, gute Qualität)	0.040	2.5	4	8	3	4	4	16			0.75	21	52
	15 mittel-/langfristig Weidengebüsche in Tieflagen und Grauerlen-Auenwald (Weichholzauenwald; Zwischenwert: mittlere-gute Qualität)	0.035	2.2	3	4	3	4	3-4	12			0.8	16	35
	kurz- mittelfristig Weidengebüsche in Tieflagen und Grauerlen-Auenwald (Weichholzauenwald, Zwischenwert: mittlere-gute Qualität)	0.075	4.6	2	2	3	4	3-4	12			0.9	16.2	75
	6.1.4 langfristig Eschen-Auenwald (Hartholzauenwald, gute Qualität)	0.050	3.1	4	8	3	4	4	16			0.75	21	65
	10 mittelfristig Eschen-Auenwald (Hartholzauenwald, Zwischenwert: mittlere-gute Qualität)	0.050	3.1	3	4	3	4	3-4	12			0.8	16	50
5 6.1 Auenwälder in Übergangsstadien (gute Qualität, nicht mehr forstwirtschaftlich genutzt)	0.050	3.1	3	4	3	4	4	16			0.8	19.2	60	
100		1.000	62										1'501	

## 4.2 Die drei Kriterien

→ Siehe dazu Anhang 6.1

Die Methode BESB<sub>F</sub> basiert auf denselben Grundprinzipien wie die Methode BESB<sub>T</sub> (Kap. 3.3). Es werden drei Qualitätskriterien beurteilt, welche für die Charakteristik aquatischer Lebensräume ausschlaggebend sind (siehe Abb. 2):

- Kriterium 3 «Biodiversität»
- Kriterium 4 «Morphologie»
- Kriterium 5 «Abfluss- und Geschiebedynamik»

Die BESB<sub>T</sub>-Kriterien K1 «Entwicklungszeit» und K2 «Seltenheit» erscheinen bei BESB<sub>F</sub> also nicht. Sie werden durch die Kriterien K4 «Morphologie» und K5 «Abfluss- und Geschiebedynamik» ersetzt bzw. sind teilweise darin integriert.

### Erläuterungen

Die natürliche, ungestörte Dynamik ist zentral für den ökologischen Wert eines Fliessgewässers und damit angestrebtes Ziel bei der Wiederherstellung, der Aufwertung oder beim Ersatz aquatischer Lebensräume. Das heisst auch, dass Veränderungen ständig und innerhalb relativ kurzer Zeit stattfinden können und sollen. Die Besiedlung der aquatischen Lebensräume durch Wasserwirbellose oder Phytobenthos, aber auch durch Fische erfolgt relativ rasch (in wenigen Wochen bis maximal wenigen Jahren). Auf der anderen Seite benötigen jedoch gerade eigendynamische Entwicklungen von Fliessgewässern eine gewisse Zeit. Das BESB<sub>T</sub>-Kriterium K1 «Entwicklungszeit» kann diese Unterschiede nicht differenziert bewerten. Dagegen berücksichtigt das Kriterium K4 «Morphologie» beispielsweise die längere Entwicklungsdauer von ökomorphologischen Merkmalen wie Linienführung oder Uferstrukturen und bewertet diese höher. Das Kriterium K1 «Entwicklungszeit» bleibt insofern in K4 enthalten. Auf langfristige Entwicklungen angewiesene Lebensräume wie Altarme in Auen werden ebenfalls sachgerecht mit hohen Biotopwerten versehen, wenn die Uferbereiche und Verlandungszonen mit der terrestrischen Methode BESB<sub>T</sub> bewertet und wenn die Präsenz von Arten der Roten Liste\* beim Kriterium 3 «Biodiversität» einbezogen wird.

Die Seltenheit eines Lebensraumtyps kann bei Fliessgewässer-Lebensräumen nicht ausschliesslich anhand von morphologischen Kriterien bestimmt werden, sondern muss immer auch unter Berücksichtigung der Zusammensetzung der Biozönose eruiert werden. Das BESB<sub>T</sub>-Kriterium K2 «Seltenheit» kommt daher auch im Kriterium K3 «Biodiversität» zum Ausdruck. Das Kriterium Seltenheit fliesst ebenfalls bei den Kriterien K4 und K5 indirekt mit ein, indem bei der Vergabe der höchsten Wertstufe auch das ökologische Potenzial im Sinne von Art. 33a GSchV mitberücksichtigt wird. Seltene Fliessgewässertypen zeichnen sich durch einen hohen Natürlichkeitsgrad, durch besondere (seltene) Artengemeinschaften (v.a. Rote Liste-Arten\* bzw. National Prioritäre Arten) sowie durch ein hohes ökologisches Potenzial aus (z.B. besondere Vernetzungsfunktion im Gewässersystem). Die Seltenheit von Fliessgewässerlebensräumen korreliert bis zu einem gewissen Grad mit der Flussordnungszahl FLOZ, also ihrer Lage im Fliessgewässersystem. Gewässer mit hoher FLOZ – also grosse und allein deshalb seltene Gewässer – generell hoch zu bewerten, würde aber zu kurz greifen, auch wenn ein Zusammenhang häufig gegeben ist (siehe Prüfliste in **Anhang 6.4.2**). Grundsätzlich sollten aber Fliessgewässer aller FLOZ hohe Biotopwerte erreichen können, wenn sie naturnah ausgeprägt sind.

**Jedes der drei Bewertungskriterien hat fünf Wertstufen. Jeder Wertstufe ist eine Punktzahl zugeordnet, die mit ansteigender Wertstufe exponentiell zunimmt (Tab. 8).** In speziellen Fällen sind auch Zwischen-Wertstufen möglich (siehe Kap. 4.3.1).

Zusätzlich zu den fünf Wertstufen gibt es eine sechste «Stufe 0». Sie wird vergeben, wenn im Gewässerabschnitt lebensfeindliche Bedingungen herrschen, d.h. wenn sie für die meisten Organismen praktisch unbesiedelbar sind (z.B. Betonkanal). Als Ersatzmassnahme sind solche Lebensraumtypen nicht zulässig.

Leitfaden

Tab. 8: Punktzahl je Wertstufe und Kriterium

	Kriterium 3 Biodiversität	Kriterium 4 Morphologie	Kriterium 5 Abfluss- und Geschiebe- dynamik
Wertstufe 0	0	0	0
Wertstufe 1	1	2	1
Wertstufe 2	2	4	2
Wertstufe 3	4	8	4
Wertstufe 4	8	16	8
Wertstufe 5	16	32	16

Das Kriterium 4 Morphologie wird im Normalfall doppelt gewichtet, sowohl im Ausgangszustand als auch im Endzustand. Die Punktzahlen sind verglichen mit den zwei anderen Kriterien dort also doppelt so hoch angesetzt. In begründeten Fällen kann anstelle von Kriterium 4 auch das Kriterium 3 «Biodiversität» doppelt gewichtet werden (siehe Kap. 4.3.1).

Der Biotopwert von Eingriffs- und Ersatzflächen, auf denen neue Lebensräume geschaffen werden sowie von wiederhergestellten Lebensräumen auf Eingriffsflächen ist mit einem Verminderungsfaktor zu multiplizieren. Dieser berücksichtigt so den verminderten Wert des Lebensraums bis zum Zeitpunkt der vollen Entwicklung (siehe Kap. 0).

**Erläuterungen**

K3 «Biodiversität»: Die fünf Wertstufen des Kriteriums 3 «Biodiversität» orientieren sich an den Bewertungsklassen gemäss Modul-Stufen-Konzept (MSK) des BAFU [4]. Dabei wurden diejenigen bewertungsrelevanten Eigenschaften übernommen, welche auf Artendiversität, Artenzusammensetzung sowie auf Vorkommen und Bestandesgrößen von Ziel- und Leitarten fokussieren.

K4 «Morphologie»: Die Wertstufen des Kriteriums 4 «Morphologie» beurteilen die Natürlichkeit des Fließgewässers unter Berücksichtigung der natürlichen Gegebenheiten (z.B. steiler Gebirgsbach, Wiesenbach, Giessen etc.). Je naturnaher die Morphologie ist, desto höher die Wertstufe nach BESB<sub>F</sub>.

K5 «Abfluss- und Geschiebedynamik»: Die Wertstufen des Kriteriums K5 «Abfluss- und Geschiebedynamik» werden ebenfalls entsprechend dem Grad der Natürlichkeit des Abflussregimes sowie des Geschiebetriebs vergeben. Die Wertstufen für das Teilkriterium K5.1 «Hydrologie» basieren auf dem Bewertungsschema von HYDMOD-F [29], diejenigen für das Teilkriterium K5.2 «Geschiebedynamik» wurden aus der strategischen Planung zur Sanierung des Geschiebehaushalts des Kantons Bern [13] abgeleitet.

**Anhang 6.1** enthält die allgemeinen Definitionen der Wertstufen für die drei Kriterien K3, K4 und K5 als Übersicht. Für K3 und K4 sind diese allgemeinen Definitionen der Wertstufen praktisch identisch mit denjenigen für terrestrische Lebensräume in der Methode BESB<sub>T</sub>. Dies verdeutlicht die gemeinsame konzeptionelle Basis der beiden Methoden BESB<sub>T</sub> und BESB<sub>F</sub>. Wie die Wertstufen bei BESB<sub>F</sub> in einer Bewertung effektiv zu verwenden sind, zeigen die nachfolgenden konkretisierten Definitionen.

#### 4.2.1 Kriterium 3 «Biodiversität»

→ Siehe dazu Anhänge 6.1 und 6.3.1 - 6.3.4

Analog zu BESB<sub>T</sub> wird mit dem Kriterium 3 «Biodiversität» die Qualität der Artengemeinschaft beurteilt.

##### Für das Kriterium 3 wertsteigernd wirken:

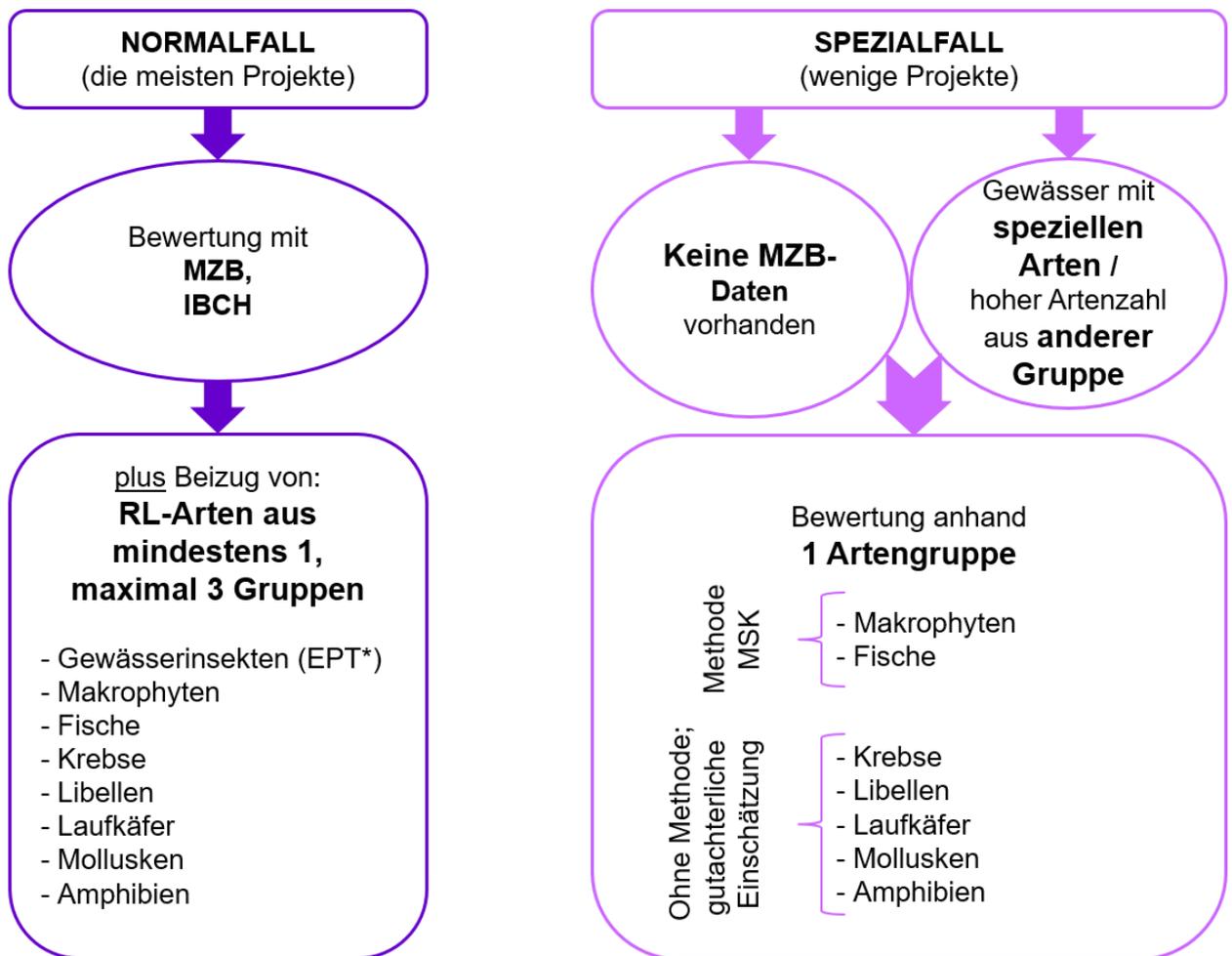
- eine grosse Artenvielfalt
- die Präsenz ökologisch anspruchsvoller Arten
- die Präsenz geschützter, gefährdeter oder National Prioritärer Arten (NPA)
- im Fall von Ersatzmassnahmen: gesteigerte Häufigkeit der anspruchsvollen bzw. geschützten, gefährdeten oder National Prioritären Arten und der Arten und mit nachweislicher Bindung an das Biotop (Reproduktion)

**Die Anforderungen an die Wertstufen des Kriteriums 3 sind so definiert, dass hohe Wertstufen nur in gut begründeten Fällen zugeteilt werden können. Zwingend erforderlich sind dazu eine gute Datengrundlage (Ausgangszustand) sowie eine aussergewöhnliche Qualität der Ersatzmassnahmen (Endzustand).**

##### Definition der Wertstufen (Abb. 17)

- Normalfall Makrozoobenthos:  
Die Zuweisung der Wertstufe erfolgt anhand des Makrozoobenthos (MZB) gemäss Tab. 9. Dazu ist der IBCH-Index zu berechnen. Weiter braucht es Daten auf Artniveau von mindestens einer, maximal von drei Organismengruppen, so dass die Präsenz von Arten der Roten Liste berücksichtigt werden kann.
- Spezialfall: Andere Organismengruppen:  
Seltener Fall, falls Daten zum Makrozoobenthos fehlen ODER falls das Gewässer spezielle Arten oder hohe Artenzahlen einer anderen Artengruppe aufweist. Die Zuweisung der Wertstufe erfolgt anhand weiterer Artengruppen. Im Fall von Makrophyten oder Fischen erfolgt die Bewertung anhand der entsprechenden Methoden gemäss Modulstufenkonzept (MSK; Anhang 6.3.3). Im Fall anderer Artengruppen erfolgt die Bewertung durch die gutachtende Person.
- Bewertungsregeln: Zur Bewertung des Kriteriums Biodiversität ist eine Reihe von Regeln zu berücksichtigen – sie sind nach dem Kap. «Grundlagen für die Bewertung» einzeln aufgeführt.

Abb. 17: Schematische Darstellung der Bewertung von Kriterium 3 „Biodiversität“



\* Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera

### Erläuterung

Die Definition der fünf Wertstufen konkretisiert die allgemein formulierten Vorgaben, wie sie auch für die terrestrischen Lebensräume gelten. Sie erfolgt zudem stark angelehnt an die Definitionen für die Bewertungsklassen gemäss MSK. **Anders als beim MSK geht es beim Kriterium 3 aber nicht um eine gewässerökologische Gesamtbewertung, sondern um die Bewertung der Artengemeinschaft aus Sicht Naturschutz.** Die Bewertung nach MSK umfasst bereits die Vielfalt der Arten. Die Zielarten des Naturschutzes dagegen sind im MSK je nach Artengruppe noch nicht explizit berücksichtigt. Deshalb wurde BESBF mit Kriterien zur Präsenz von Rote Liste\*-Arten bzw. national prioritären Arten ergänzt. Die entsprechenden Anforderungen für die Vergabe der Wertstufe sind in BESBF so formuliert, dass es keine Rolle spielt, ob es sich bei den Rote Liste\*- / National Prioritären Arten (NPA) um Arten des Makrozoobenthos oder aber Arten anderer Organismengruppen handelt. Die Zahl der gefährdeten Arten lässt sich über mehrere fließgewässertypische Artengruppen kumuliert betrachten – maximal aber über drei verschiedene Artengruppen gemäss Tab. 10.

### Grundlagen für die Bewertung

#### Normalfall: Makrozoobenthos

Das Makrozoobenthos (MZB) ist die organismische «Grundausrüstung» eines jeden Fließgewässers und eignet sich zur Beurteilung des Kriteriums 3 in allen Fließgewässern. Es deckt insbesondere auch in kleinen und mittelgrossen Gewässern einen wesentlichen Teil der Artenvielfalt ab, welche in einem

Leitfaden

Gewässer anzutreffen und von Auge erkennbar ist. **In Fließgewässern «übernimmt» das Makrozoobenthos für die Bewertung also jene Rolle, welche die Gefässpflanzen in terrestrischen Lebensräumen haben.** Für die Bewertung anhand MZB müssen allerdings Daten vorliegen, welche eine Berechnung des Qualitätsindex für Gewässer IBCH<sup>3</sup> [4] erlauben. Im Kanton Bern verfügt das Gewässer- und Bodenschutzlabor des Amts für Wasser und Abfall AWA über Daten zu MZB (geo.apps.be.ch/Gewässerqualität/Messstellen Biologie). Eine allfällige Datenerhebung ist mit der Methode durchzuführen, wie sie im Modul-Stufen-Konzept (MSK) des BAFU [4] beschrieben ist.

**Der Index IBCH [4] auf Basis des MZB liefert eine umfassende gewässerökologische Betrachtung.** Zwar geht eine solche Betrachtung über das Ziel des Kriteriums 3 hinaus, doch stellt die Anwendung des IBCH einen adäquaten Einbezug der Biodiversität als Bewertungskriterium sicher. Artenvielfalt und Qualität der Artengemeinschaft (auf Habitatqualität sensitive Arten) werden damit differenziert nach Abflussregimetypp beurteilt. Mit dem Einbezug der Abflussregimetypen in die neue Methode zur Berechnung des Indexes ist sichergestellt, dass prägende standörtliche Unterschiede (z.B. der Höhengradient) bei der Beurteilung bereits berücksichtigt sind. In den IBCH nicht direkt miteinbezogen sind naturschutzfachlich besondere Arten. Deshalb sind ergänzend die seltenen und gefährdeten Arten (Rote Liste\* Status, NPA) angemessen zu berücksichtigen, sofern Daten vorliegen.

Tab. 9: Wertstufen und Punkte Kriterium 3 «Biodiversität»

Ausprägung Makrozoobenthos	Wertstufe	Punkte
Artengemeinschaft schlecht (IBCH Klasse 5)	0	0
Artengemeinschaft ungenügend (IBCH Klasse 4)	1	1
Artengemeinschaft mittel (IBCH Klasse 3)	2	2
Artengemeinschaft a) mittel (IBCH Klasse 3) <b>und</b> mind. zwei Rote-Liste-Arten* vorhanden <b>oder</b> b) gut - sehr gut (IBCH Klasse 1-2), aber ohne Rote-Liste-Arten*	3	4
Artengemeinschaft a) gut - sehr gut (IBCH Klasse 1-2) <b>und</b> mind. zwei Rote-Liste-Arten* vorhanden <b>oder</b> b) mind. drei Rote-Liste-Arten* vorhanden Reproduktion der Rote-Liste-Arten* für den betrachteten Teilabschnitt plausibel (Habitatqualität)	4	8
Artengemeinschaft gut - sehr gut (IBCH Klasse 1-2) <b>und</b> mind. vier Rote-Liste-Arten* vorhanden Reproduktion der Rote-Liste-Arten* für den betrachteten Teilabschnitt plausibel (Habitatqualität)	5	16

### Erläuterungen

Datenerhebung MZB in grossen Talflüssen:

Die Anwendbarkeit der IBCH-Methode ist auf Gewässer beschränkt, bei denen mindestens ein Drittel der untersuchten Fläche mit Watstiefeln begehbar ist. **Bei der Bewertung des Kriteriums 3 «Biodiversität» in grossen Talflüssen müssen die IBCH-Stufen bzw. die BESBF-Wertstufen mittels anderer Grundlagen gutachterlich eingeschätzt werden.** Anstelle von Daten aus Standard-Erhebungen nach IBCH-Methode sollen möglichst ähnlich ermittelte Makrozoobenthos-Daten verwendet werden (Taxa-Listen). Eine Methode zur Erhebung von Makrozoobenthos in grossen Flüssen ist auf der Webseite des Modul-Stufen-Konzepts verfügbar<sup>4</sup> und sollte als Vorlage dienen. Aufgrund grosser Wassertiefe und starker Strömung ist für einzelne Proben eine Spezialausrüstung nötig (z.B. langstielige Kescher, Taucherausrüstung und mit Gewicht beschwerte Kescher). In begründeten Fällen kann der Bereich der Probenahme allenfalls unter den geforderten Anteil von einem Drittel Fläche verringert werden (Beschränkung auf ufernahe Bereiche). Die dem IBCH-Index zugrunde liegenden Parameter «Diversitätsklasse» und «Indikatorgruppe» können dennoch orientierend beigezogen werden. Die gefährdeten Arten oder NPA können dagegen auf unveränderte Weise bewertet werden (Tab. 9).

<sup>3</sup> Indice Biologique Suisse. 5-stufiger Index für die Bewertung des Gewässerzustands in fünf Qualitätsklassen

<sup>4</sup> <https://modul-stufen-konzept.ch/grosse-fluessgewaesser>

## Leitfaden

Generell ist ein Zusammenhang zwischen dem Kriterium 4 «Morphologie» und der vorhandenen Artenvielfalt (**Artenzahl**) zu erwarten. Das Vorkommen der **besonderen Arten** hingegen - geschützte und seltene (Rote Liste\*) Arten oder NPA wird als Bestandteil der Wertstufen in Kriterium 3 berücksichtigt. Um die Anzahl der Rote Liste\*-Arten bzw. der NPA zu ermitteln, können nebst MZB auch Arten weiterer gewässertypischer Organismengruppen herangezogen werden, sofern Daten vorliegen. Es sind dies insbesondere die in der Tab. 10 aufgeführten Gruppen. In gut begründeten Fällen sind weitere Gruppen zulässig, sofern die Rote Liste\*-Art / NPA charakteristisch für Fliessgewässer ist, d.h. Fliessgewässerlebensräume nutzt (z.B. Brutvögel, Heuschrecken).

Es dürfen maximal drei verschiedene Organismengruppen berücksichtigt werden, um die Anzahl Rote Liste\*- / National Prioritärer Arten für die Wertstufe des Kriteriums 3 zu ermitteln!

Bei der Interpretation der Ergebnisse von MZB-Erhebungen muss beachtet werden, dass die erfasste Artengemeinschaft nicht ausschliesslich den lokalen Gewässerzustand an der Probestelle abbildet, sondern bis zu einem gewissen Grad auch den Zustand des Einzugsgebiets oberhalb der Probestelle. Arten können z.B. in kanalisierten Gewässerabschnitten an einer Probestelle deshalb auftreten, weil oberhalb der Probestelle günstige Habitate bestehen und nicht, weil die Probestelle eine hohe Lebensraumqualität aufweist. **Die hohen Wertstufen 4 und 5 dürfen für K3 deshalb nur dann vergeben werden, wenn aufgrund der Habitatqualität im beurteilten Teilabschnitt eine Reproduktion der Rote Liste\*-Arten / NPA plausibel ist. Ebenfalls aus diesem Grund wird für die Wertstufen 4 und 5 ein hoher Wert für die gesamte Artengemeinschaft IBCH in Kombination mit der Präsenz von Rote Liste\*-Arten / NPA verlangt.**

Seltener Fall bei fehlenden MZB-Daten oder speziellem Artengefüge eines Gewässers: Weitere Organismengruppen

Nebst Makrozoobenthos sollen in speziellen Situationen (mit absehbar hohen Naturwerten) auch weitere Artengruppen verwendet werden, um die Wertstufe des Kriteriums 3 festzulegen. Die gefährdeten Arten aus diesen zusätzlichen Artengruppen fliessen in die Bewertung mit ein (Tab. 10). **Die Fachbehörden formulieren hier ihre Anforderungen.** Generell sind die Artbeobachtungen gemäss den nationalen Datenbanken zu konsultieren, um schützenswerte Arten für die Beurteilung des Kriteriums 3 zu berücksichtigen.

Eine gute Alternative zum Makrozoobenthos MZB sind Makrophyten oder Fische. Auch dort ist seitens Modul-Stufen-Konzept eine bewährte Standard-Methode mit fünfstufiger Bewertungsskala vorhanden. **Ein Wechsel von MZB zu Fischen oder Makrophyten ist dann zulässig, wenn Makrophyten oder Fische für den Naturwert des betrachteten Fliessgewässers eine vermutlich herausragende Rolle spielen** (z.B. weil ein üppiger Bewuchs mit Laichkräutern und Flussröhricht bekannt oder augenfällig ist). Für die Bewertung von K3 «Biodiversität» anhand der Fische oder der Makrophyten sind die entsprechenden Methoden gemäss Modul-Stufen-Konzept anzuwenden. Die damit ermittelte MSK-Klasse bildet die Grundlage für die Zuweisung der Wertstufe anhand der Tabellen in Anhang 6.3.3 (Fische, Makrophyten).

Bei einer Bewertung des K3 mit Fischen oder Makrophyten ist der Einbezug weiterer Organismengruppen nicht vorgesehen (auch nicht für die Anzahl Rote Liste\*- / national prioritären Arten), weil davon ausgegangen wird, dass bei einer Bewertung anhand von Fischen oder Makrophyten keine weiteren Datenquellen zur Verfügung stehen (insbesondere keine Makrozoobenthos-Daten). Die Anforderungen an die Anzahl gefährdeter Arten wurde entsprechend festgelegt.

**Für den Beizug von Makrophyten oder Fischen gelten folgende Einschränkungen:**

- Bewertung anhand von Makrophyten gemäss MSK: in jedem Fall nur für kleine bis mittelgrosse (watbare) Gewässer in kolliner bis submontaner Lage mit Abfluss < 10'000 l/s und Gefälle < 2%. Für die Bildung der 5 Stufen wird nur der Teilaspekt «Hohe Qualität Arten» gemäss Indikator-Set 5 des MSK [24] verwendet.

Leitfaden

- Bewertung anhand von Fischen gemäss MSK [10]: in jedem Fall nur dann, wenn Fließgewässerstrecken unterhalb der Forellenregion betroffen sind.

Tab. 10 empfiehlt je nach Situation Artengruppen zur Erhebung in aquatischen Lebensräumen. Grau unterlegt sind diejenigen Artengruppen mit Priorität. Für diese bestehen etablierte Bewertungskonzepte gemäss MSK des Bundes. Eine Zuordnung der 5 Wertstufen im Kriterium 3 ist deshalb einfach möglich. Für alle anderen Organismengruppen besteht im Rahmen der vorliegenden Bewertungsmethode kein gefestigtes Vorgehen, um bezüglich Biodiversität fünf Wertstufen nach naturschutzfachlichen Kriterien vorzunehmen. Die Zuordnung zu den Wertstufen müsste in Anlehnung an Tab. 9 gutachterlich erfolgen und wäre gut zu begründen.

Tab. 10: Empfehlungen für die Erhebung von Artengruppen  
 grau hinterlegt: prioritäre Gruppen mit etablierter Bewertungsmethodik (Modul-Stufen-Konzept MSK)

Makrozoobenthos	Für alle Fließgewässertypen, Höhenlagen und Flussordnungszahlen empfohlen.
Fische	Nur Fließgewässerstrecken unterhalb der Forellenregion; oft sind bestehende Daten verfügbar.
Makrophyten	Für kleine bis mittelgrosse (watbare) Gewässer bis und mit montaner Stufe, mit Abfluss < 10'000 l/s und Gefälle < 2%; besonders dann, wenn Präsenz von Makrophyten offensichtlich.
Krebse	Nur wenn Grund zur Annahme für ein Vorkommen einheimischer Arten besteht (in benachbarten Gewässern oder alte Nachweise).
Libellen	Vor allem Gewässer in Tieflagen, die gut besonnte und strömungsberuhigte Stellen aufweisen (mit oder ohne Vegetation).
Laufkäfer	Grössere Fließgewässer mit ausgedehnten Flachuferzonen, Kies- und Sandbänken.
Mollusken	Nur wenn Grund zur Annahme für ein Vorkommen besonderer Arten besteht (gemäss benachbarter Gewässern oder bestehender Nachweise).
Amphibien	Fließgewässer bis und mit montaner Stufe, sofern Flutmulden, mindestens zeitweise abgetrennte Hinterwasser oder Kolke bestehen.

Vegetationslose Kiesbänke und Schwemmebenen wirken zwar öde und wertlos, können aber eine reiche und sehr spezialisierte und seltene Fauna aufweisen (zahlreiche Arten der Laufkäfer und weiterer Käferfamilien, Heuschrecken, Brutvögel und weitere Organismengruppen). Bei Projekten, bei denen bestehende Sand- und Kiesfluren in bedeutender Ausdehnung betroffen sind, sind Abklärungen zur Fauna angezeigt, um diese Flächen zutreffend bewerten zu können.

Falls weder ausreichende Daten zum MZB noch zu einer anderen Artengruppe vorhanden sind, ist eine vereinfachte Bewertung möglich -> siehe unten bei «Weitere Regeln».

## Regeln für die Bewertung

### Datengrundlage Makrozoobenthos

Für die Beurteilung des Kriteriums 3 zu betrachten ist die gesamte Fließgewässerstrecke, auf der Eingriffe stattfinden. Um Grundlagen für die Beurteilung zum Makrozoobenthos zu erhalten, reicht allerdings ein einzelner Gewässerabschnitt mit entsprechenden Erhebungen nach IBCH-Standard und mit Bestimmungen der Gewässerinsekten auf Artniveau bereits aus. In aller Regel sind die so erzielten Resultate auf eine längere Strecke anschliessend an die Probestelle gut übertragbar. Falls der von Eingriffen betroffene Gewässerabschnitt mehrere Teilstrecken mit stark unterschiedlicher Ökomorphologie aufweist, **ist die Probenahme dort vorzunehmen, wo das höchste Potenzial für die Biodiversität vermutet wird.** Meist sind dies die Teilstrecken mit der besten Ökomorphologie. Ausgehend von diesem «Maximalwert» sind für die weiteren Teilstrecken allenfalls verminderte Diversitäten anzunehmen und bei der Bewertung entsprechend einzusetzen.

## Leitfaden

### Monotone Fliessgewässer

**Vorbehalte für monotone Fliessgewässer:** Abschnitte, die aufgrund einer naturfernen Ökomorphologie für Gewässerorganismen schlecht besiedelbar sind (Gesamtbewertung Kriterium 4 «Morphologie» mit Wertstufe 0 bis 2), erhalten bei K3 «Biodiversität» maximal die Wertstufe 2 zugeteilt. **Stufe 3 ist bei K3 also nur dann zulässig, wenn gleichzeitig das Kriterium 4 «Morphologie» mindestens die Wertstufe 3 erreicht.** Dies gilt auch dann, wenn im Abschnitt Organismen beobachtet wurden, die typisch für naturnahe Gewässer bzw. höhere Wertstufen sind. Diese Regel wirkt als «Punktbremse». Sie verhindert beispielsweise, dass stark kanalisierte und begradigte Fliessstrecken bei K3 hohe Wertstufen erreichen, nur weil dort sporadisch auch seltenere Fischarten auftreten, oder vereinzelt sensible MZB-Arten vorkommen, die aus einem höherwertigen Oberlauf eingeschwemmt werden.

Fliessgewässerabschnitte, die aufgrund **anthropogener Ursachen** für Makrozoobenthos gänzlich unbesiedelbar sind, erhalten ohne weitere Abklärungen die Wertstufe 0 (Null) zugewiesen. Beispiele sind Abschnitte mit komplett verbauter, undurchlässiger Sohle (Betonkanal) oder Abschnitte mit extremem Abflussregime (periodisches Austrocknen, Spülen).

#### \*Rote Liste-Arten

Als Rote Liste-Arten gelten alle fliessgewässertypischen Arten, die in einer der Roten Listen des Bundes **mit einem Gefährdungsstatus VU oder höher** aufgeführt sind. Die Anzahl der Rote Liste-Arten kann über mehrere Artengruppen kumuliert betrachtet werden, maximal aber über drei verschiedene Artengruppen gemäss der Tab. 10. Anstelle der Gefährdung nach Roten Listen kann auch die nationale Priorität der Arten verwendet werden. In diesem Fall sind alle Arten der **Prioritätskategorien 1 bis und mit 3** zu zählen. (Zumindest im Fall der Makrozoobenthos-Arten resultieren sowohl mit den Roten Listen als auch mit der Liste National Prioritärer Arten in den meisten Fällen die gleichen Wertstufen gemäss Tab. 9.)

#### Ersatzmassnahmen: Bewertung

Zur Festlegung einer Wertstufe des Kriteriums 3 «Biodiversität» für Ersatz-Teilflächen muss abgeschätzt werden, inwieweit sich durch die Ersatzmassnahme am Fliessgewässer die Biodiversität im Endzustand verändert. Diese Beurteilung ist oft schwierig und unsicher: **Die Wahrscheinlichkeit einer Besiedlung durch eine Art ist unter anderem abhängig vom bereits vorhandenen Artenpool im Fliessgewässer und seinem Einzugsgebiet.** Dieser Artenpool ist oft nur unvollständig bekannt. Die Wertstufe des Kriteriums 3 im Endzustand einer Ersatz-Teilfläche soll deshalb nicht nur anhand der Artenzahl und den gefährdeten Arten, sondern auch anhand einer verbesserten Reproduktion und der gesteigerten Häufigkeit von im Ausgangszustand bereits vorhandenen Arten bestimmt werden.

**Damit eine im Vergleich zum Ausgangszustand höhere Wertstufe des Kriteriums 3 erreicht werden kann, muss die Qualität der Lebensräume im Endzustand so gestaltet sein, dass sie die Besiedlung oder die Bestandesgrösse charakteristischer und besonderer Fliessgewässer-Organismen begünstigt.** Anzustreben sind:

- hohe Artenvielfalt generell,
- ökologisch anspruchsvolle Arten,
- gefährdete Arten,
- gesteigerte Dichte oder Bestandesgrösse von anspruchsvollen und gefährdeten Arten und von Arten mit nachweislicher Bindung an das Biotop (Reproduktion).

Die Wahrscheinlichkeit einer positiven Entwicklung in diesem Sinn wird gesteuert durch:

- die Auswahl des Fliessgewässer-Abschnitts (Artenpool des Gewässersystems, Nachbarschaft zu qualitativ guten Abschnitten) und
- die Art und Qualität der Massnahmen.

**Verbesserte Lebensräume:** Ein Anheben der Wertstufe ist daher auch in Fällen gerechtfertigt, wo das Artenspektrum bzw. die Artenzahl oder die vorkommenden gefährdeten Arten vermutlich konstant bleibt, aber davon auszugehen ist, dass für viele Arten bessere Reproduktionsbedingungen entstehen (erhöhte Substratvielfalt, geeignete Körnungen, mehr Jungfischhabitats, Einstände, mehr Fischnährtiere, etc.), so dass die Anzahl Individuen der charakteristischen Arten deutlich ansteigen dürfte. **Für Ersatzmassnah-**

## Leitfaden

**men ohne wesentliche Steigerung der Artenvielfalt gilt deshalb die Faustregel, dass bei einer ausreichend grossen und qualitativ guten morphologischen Aufwertung des Gerinnes die Bewertung des Kriteriums 3 Biodiversität um eine Wertstufe erhöht werden darf.**

**Artförderung:** Artspezifische, d.h. stark auf einzelne Zielarten ausgerichtete Fördermassnahmen können eine Steigerung der Wertstufe von K3 ebenfalls begründen, wenn damit Arten der Roten Liste oder National Prioritäre Arten begünstigt werden. In gut begründeten Fällen mit Fördermassnahmen für solche Arten ist es zudem zulässig, bei der Berechnung des Biotopwerts das Kriterium 3 «Biodiversität» anstelle des Kriteriums 4 «Morphologie» doppelt zu gewichten (**siehe auch Kap. 4.3.1**). Betont sei dies deshalb, weil damit die Denkweise und die Argumente aus dem Modul B «Arten» der terrestrischen Methode BESB<sub>T</sub> in die Bewertung einfließen, obwohl für die aquatische Methode BESB<sub>F</sub> kein Modul B existiert.

### Ersatzmassnahmen: Verminderungsfaktoren

Der Biotopwert von neu geschaffenen oder aufgewerteten Lebensräumen ist mit einem Verminderungsfaktor zu multiplizieren. Dieser berücksichtigt den verminderten Wert des Lebensraums bis zum Zeitpunkt der vollen Entwicklung. Verminderungsfaktoren sind demnach für die Bewertung des Endzustandes von Teilflächen zu vergeben und vor allem für Ersatzmassnahmen relevant. Details zum Umgang mit Verminderungsfaktoren sind im Kap. 0 beschrieben.

### Längsvernetzung

Werden Wanderhindernisse für Fische und Krebse abgebaut, hat dies für die Organismen eines Fließgewässers positive Folgen, selbst wenn die Ökomorphologie oder das Abflussregime unverändert bleiben. **Aus diesem Grund soll der Effekt längsvernetzender Massnahmen unabhängig von weiteren Aufwertungsmassnahmen berechenbar sein.** Die Folgen der Längsvernetzung werden zudem beim Kriterium 5 «Morphologie» einbezogen, dort aber nur sehr lokal, in direktem Umfeld des Hindernisses und als eines von mehreren Qualitätsmerkmalen. Für die Biodiversität kann die Längsvernetzung dagegen auf weit längerer Fließstrecke bedeutende Verbesserungen nach sich ziehen. Für die Wertsteigerung durch Längsvernetzung gelten spezielle Regeln (siehe Kap. 4.3.2).

### Vereinfachte Bewertung

Bei ungenügender Datenlage zum Makrozoobenthos und anderer Artengruppen ist eine Bewertung des Kriteriums 3 «Biodiversität» allenfalls anhand alternativer Merkmale möglich. In erster Linie kann die Präsenz einzelner Zeigerarten (Leitarten) stellvertretend für die Qualität der Biodiversität herangezogen werden. Dies können fallweise Tier- oder Pflanzenarten sein. Dabei wird entweder auf bestehende Beobachtungen der nationalen Datenzentren (InfoSpecies), auf Kenntnisse von GebietskennerInnen oder auf eigens durchgeführte Begehungen im Gelände abgestützt. Eine Tabelle mit den **«Flagship-Arten»** ist im **Anhang 6.3.4** aufgeführt. Weitere alternative Hinweise sind die Seltenheit des Fließgewässertyps, die Fischregion sowie die Wassertemperatur und -qualität.

### Wassertemperatur und chemische Qualität

Die Qualität des Wassers ist unabhängig von der Qualität des Fließgerinnes ein zentraler Faktor für den Lebensraum von Wasserorganismen. Die Temperatur des Wassers und seine chemische Qualität (pH, Sauerstoffgehalt, Schwebstoffe, Schadstoffe) sind grundsätzlich messbar, in ihrem gesamtheitlichen Effekt auf die Gewässerorganismen aber nur schwer zu qualifizieren.

Für BESB<sub>F</sub> wird davon ausgegangen, dass sich die Wasserqualität in der Zusammensetzung der Artengemeinschaft niederschlägt und auf diese Weise in die Bewertung mit einfließt. Insbesondere der Makrozoobenthos-Index IBCH [4] wurde dahingehend konzipiert, dass er auch die chemische Qualität des Wassers anzuzeigen vermag. **Aus diesem Grund sind die Wassertemperatur und die chemische Wasserqualität nicht als separate Bewertungskriterien eingeführt worden.** Auch spielen sie für die Wahl der Wertstufe bei keinem der anderen Kriterien K4 «Morphologie» oder K5 «Abfluss- und Geschiebedynamik» eine Rolle.

Wo ein Projekt mittels vereinfachter Bewertung beurteilt wird, könnte die chemische Wasserqualität allenfalls herangezogen werden. Eine gute Wasserqualität und normaler Temperaturbereich wären Argumente für einen nicht grundsätzlich beeinträchtigten Fließgewässerabschnitt.

## Leitfaden

### Folgende Merkmale geben Hinweise auf die Natürlichkeit der Wassertemperatur:

- Natürliches Temperaturregime: Typischer Jahres- und Tagesverlauf; Einhaltung der saisonalen Temperaturansprüche von Leitfischarten (Schadensschwellen- und Letaltemperaturen für See-/Bachforelle, Äschen, Barbe)
- Minderung der Natürlichkeit der Wassertemperatur: Wärmeeinleitung/-entnahme, Einleitung (ARA, Strasse, Bergwasser); Wasserentnahme, Uferverbauung, Entfernung Ufervegetation, Gewässerkorrektur, Eindolung

### Neozoen

Im Vergleich zu den Neophyten terrestrischer Lebensräume ist die Artenzahl der Neozoen der Fließgewässer derzeit noch überschaubar (45 Arten für das Makrozoobenthos, Stand 2023). Wie bei den Neophyten gibt es einige Arten, die ergänzend zur Gemeinschaft der autochthonen Arten in unauffälliger Individuenstärke vorkommen. Diese sollen keine negative Wirkung auf die Bewertung haben und dürfen beim Ermitteln der Diversitätsklasse mitberücksichtigt werden. **Nur einige wenige IBCH-Taxa vermehren sich invasiv** (Corbiculidae, Dreissenidae, Corophiidae, Janiridae, Mysidae, Cambaridae, Potamopyrgus antipodarum). Sie können die Artengemeinschaft dominieren und dadurch autochthone Arten verdrängen, insbesondere die Arten der sensiblen IBCH-Taxa. **In der Folge führen diese invasiven Neozoen zu einer Verminderung der IBCH-Indexwerte, ohne dass ein spezieller Malus-Faktor dafür eingeführt werden muss** [38]. Aktuell sind problematische Bestände von Neozoen noch auf die grösseren Fließgewässer (Rhein, Aare, Limmat, Glatt, Rhone) beschränkt. Solche könnten sich aber in absehbarer Zeit auch auf weitere mittelgrosse Flüsse ausdehnen.

### Einbezug von Störungen

Störungen führen dazu, dass die Qualität eines Lebensraums vermindert ist – gegenüber einem Zustand ohne Störungen. Störungen beeinträchtigen die Organismen im Lebensraum, sei es direkt (z.B. durch Licht, Lärm oder die Anwesenheit von Menschen) oder eher indirekt (z.B. durch Tritt, Erosion, Wassertrübung). Der Einfluss von Störungsquellen ist bei der Definition der Wertstufen des Kriteriums 3 «Biodiversität» nicht explizit aufgeführt. Darauf wurde bewusst verzichtet. Nach der Logik der Methode sind Störungen aber für die Bewertung relevant, wenn sie sich auf die Wertstufe des Kriteriums 3 «Biodiversität» auswirken. Sie müssen eine gewisse Schwelle überschreiten, denn: nicht in allen Biotopen gilt der Grundsatz der ungeschmälernten Erhaltung. Gutachtende Personen sollen sich bei Störungen bewusst machen und angeben, welche der typischen Organismen eines Lebensraums durch eine Störung wie stark beeinträchtigt sind. **Ist dieser Bezug gegeben und fachlich gut begründet, sollen Störungen in die Bewertung mit BESBF integriert werden.** Beispielsweise könnte ein Gewässerabschnitt oder ein Uferstreifen entlang einem Radweg bis zur Wirkungsdistanz von offensichtlichen Störungen (z.B. Nachtbeleuchtung, Freizeitnutzungen) als Teilfläche ausgewiesen und mit einer verminderten Wertstufe K3 beurteilt werden. Vorausgesetzt wäre die Präsenz von Arten, die nachweislich sensitiv auf die Störungen reagieren.

## 4.2.2 Kriterium 4 «Morphologie»

→ Siehe dazu Anhang 6.4

Das bei der Bewertung terrestrischer Lebensräume in BESB<sub>T</sub> verwendete Kriterium 4 «Besonderheiten der Ausprägung» wurde für BESB<sub>F</sub> neu formuliert, um den Eigenheiten der Fließgewässer-Lebensräume gerecht zu werden. Dieses BESB<sub>F</sub>-Kriterium 4 «Morphologie» übernimmt und erweitert Elemente aus bereits bestehenden, etablierten Methoden. Die Bewertung basiert auf Kriterien, welche im Feld oder anhand von Luftbildern und Kartenmaterial eingeschätzt werden können. Dies ermöglicht einerseits die Verwendung von bereits bestehenden Grundlagen und gewährleistet andererseits eine gewisse Vergleichbarkeit mit Resultaten anderer Methoden.

**Als leitendes Prinzip für die Bewertung des Kriteriums 4 gilt grundsätzlich der Grad der Naturnähe eines Gewässerabschnitts.** Je naturnäher die Ausprägung, desto höher fällt die Bewertung aus. Dabei ist zu beachten, dass je nach Gewässertyp andere Ausprägungen als standortgerecht resp. naturnah gelten.

Das leitende Prinzip der Naturnähe gilt nur bis zur Wertstufe 4 ohne Vorbehalt. Für die Vergabe der höchsten Wertstufe 5 gelten zusätzliche Bedingungen, denn sie ist nach der generellen Logik der BESB-Methodik Lebensräumen mit einzigartiger Ausprägung vorbehalten. Hier wird zusätzlich zu einem hohen Grad an Naturnähe auch ein hohes ökologisches Potenzial bzw. eine hohe Bedeutung des Gewässers im lokalen und regionalen Kontext mitberücksichtigt. Nur solche Abschnitte, die ein besonders grosses ökologisches Potenzial aufweisen, können die Wertstufe 5 erreichen.

Die Bewertung des Kriteriums 4 erfolgt in folgenden Schritten:

- Vergabe der Wertstufen für jedes der Teilkriterien K4.1–K4.5, ev. K4.6 (Abb. 18) aufgrund einer Feldbegehung sowie aufgrund von Kartenmaterial und ergänzenden Grundlagen (Luftbilder, Fallstudien, UVB etc.).
- Aggregation zur Gesamtbewertung des Kriteriums 4 «Morphologie»: Vergabe der Biotoppunkte für K4 als Wertstufen-Mittelwert über alle Teilkriterien.

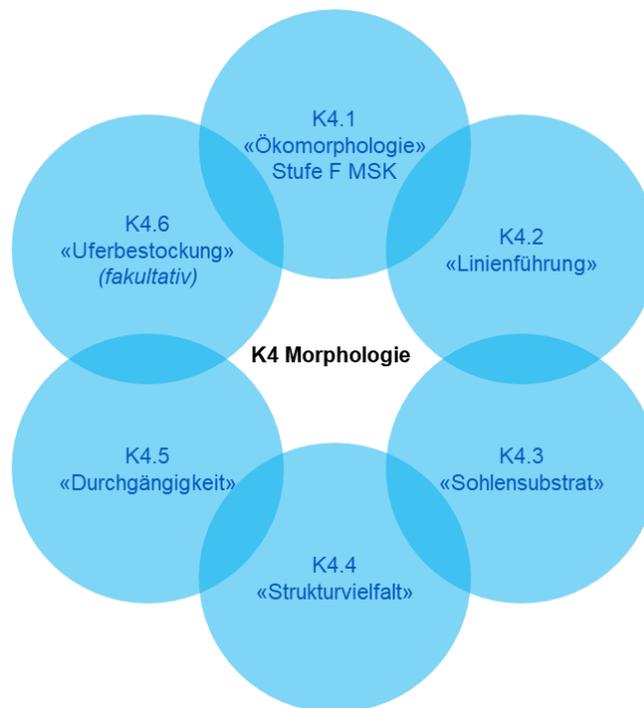
Das Kriterium 4 «Morphologie» wird für die Bewertung doppelt gewichtet (und nicht das Kriterium 3 «Biodiversität» wie in der Methode BESB<sub>T</sub>): Zum einen ist die geforderte Datenqualität zur Beurteilung des Kriterium 3 «Biodiversität» schwieriger zu erhalten als für das Kriterium «Morphologie», zum anderen sind die notwendigen Prognosen zum Endzustand von K3 mit grösseren Unsicherheiten behaftet (Besiedlungswahrscheinlichkeit von Arten). Projektbezogen und in Absprache mit den Fachstellen können Abweichungen von dieser Regel sinnvoll sein, d.h. eine doppelte Gewichtung von K3 statt K4 ist in gut begründeten Fällen zulässig (siehe Kap. 4.3.1).

Nachfolgend werden die einzelnen Teilkriterien und deren Bewertung beschrieben. Anschliessend wird die Gesamtbewertung von K4 erläutert sowie die Möglichkeit, das ökologische Potenzial in die Bewertung einzubeziehen. Schliesslich folgen Anregungen zur Plausibilitätskontrolle.

### Teilkriterien und Definition der Wertstufen

Das Kriterium 4 «Morphologie» besteht aus sechs Teilkriterien. Die Teilkriterien 4.1–4.5 sind obligatorisch, das Teilkriterium 4.6 «Uferbestockung» ist fakultativ. Jedem Teilkriterium wird für den betrachteten Gewässerabschnitt eine Wertstufe zugewiesen. Pro Teilkriterium stehen fünf von sechs Wertstufen zur Auswahl (0 - 4): **Die höchste Wertstufe (Stufe 5) kann erst im Rahmen der Gesamtbewertung von K4 vergeben werden, sofern die entsprechenden Bedingungen erfüllt sind.**

Abb. 18: Die sechs Teilkriterien des Kriteriums 4 «Morphologie»



#### Teilkriterium 4.1 «Ökomorphologie» (Modul-Stufen-Konzept MSK Stufe F)

Die Ökomorphologie beinhaltet die strukturelle Ausprägung eines Fließgewässers und seiner Ufer. Die Bewertung der Ökomorphologie basiert auf dem MSK-Modul Ökomorphologie Stufe F [22]. Gemäss MSK wird die Ökomorphologie in 5 Klassen eingeteilt:

- Natürlich/naturnah (Klasse I)
- Wenig beeinträchtigt (Klasse II)
- Stark beeinträchtigt (Klasse III)
- Künstlich/naturfremd (Klasse IV)
- Eingedolt (Klasse V)

Angaben zur Ökomorphologie auf Stufe F sind für weite Teile des Gewässernetzes der Schweiz vorhanden und können für den von einem Eingriff betroffenen Perimeter ohne grossen Aufwand recherchiert werden. Die verschiedenen MSK-Bewertungsklassen der Ökomorphologie werden in Abb. 19 anhand von Fallbeispielen illustriert. Wie die MSK-Bewertungsklassen zur Ökomorphologie den BESBF-Wertstufen zugeordnet sind, ist aus Tab. 11 ersichtlich.

Abb. 19: Beispiele für die Bewertungsstufen der Ökomorphologie gemäss MSK



Ökomorphologie Klasse I „natürlich/naturnah“



Ökomorphologie Klasse II „wenig beeinträchtigt“

Leitfaden



Ökomorphologie Klasse III „stark beeinträchtigt“



Ökomorphologie Klasse IV „künstlich, naturfremd“



Ökomorphologie Klasse V „ingedolt“.

Tab. 11: Zuordnung der Wertstufen des Teilkriteriums 4.1 «Ökomorphologie» zu den Bewertungsklassen nach MSK Stufe F

BESBF-Wertstufe	Ausprägung Ökomorphologie nach MSK-Klassierung
Stufe 0	Klasse V, eingedolt
Stufe 1	Klasse IV, naturfremd/künstlich
Stufe 2	Klasse III, stark beeinträchtigt
Stufe 3	Klasse II, wenig beeinträchtigt
Stufe 4	Klasse I, natürlich/naturnah

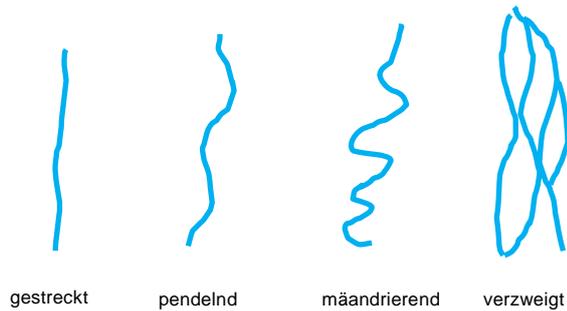
Teilkriterium 4.2 «Linienführung»

Die Linienführung beschreibt die übergeordnete Morphologie eines Fließgewässerabschnitts. Die natürliche Linienführung eines Fließgewässers hängt stark vom Gelände ab. So weisen steile Gewässer tendenziell eine gestreckte Linienführung auf, während sich in flachen Abschnitten Verzweigungen oder auch Mäander ausbilden können. Abb. 20 zeigt schematisch häufige Typen der Linienführung. Von diesen Kategorien sind selbstverständlich auch Zwischenformen und Kombinationen möglich. Stark verbaute Gewässer sind in der Regel geometrisch einfach und geradlinig monoton.

Das Teilkriterium 4.2 kann am besten anhand von Kartenmaterial und Luftbildern bewertet werden. Gegebenenfalls können auch historische Kartenwerke (z.B. Dufourkarte, Siegfriedkarte etc.) zum Vergleich hinzugezogen werden, z.B. um Defizite durch Verbauungen und Begradigungen besser aufzuzeigen.

Leitfaden

Abb. 20: Schematische Darstellung möglicher Linienführungen von Fließgewässern



Bewertet wird mit K4.2 die Naturbelassenheit der Linienführung unter Berücksichtigung der natürlichen Gegebenheiten (z.B. steiler Gebirgsbach, Wiesenbach, Giessen etc.). Je naturnaher die Linienführung ist, desto höher die Wertstufe nach BESBF. Die Einteilung der Wertstufen nach BESBF ist in Tab. 12 aufgeführt.

Tab. 12: Wertstufen und Ausprägungen des Teilkriteriums 4.2 «Linienführung»

BESBF-Wertstufe	Ausprägung Linienführung
Stufe 0	vollständig kanalisiert
Stufe 1	stark verändert, mehrheitlich geradlinig/begradigt, > 50% der Strecke im Teilabschnitt verändert
Stufe 2	wesentlich verändert, 30–50% der Strecke im Teilabschnitt verändert
Stufe 3	stellenweise beeinträchtigt, 10–30% der Strecke im Teilabschnitt verändert
Stufe 4	naturbelassen oder höchstens minimal verändert

Das Beispiel Kander-Mäander in Abb. 21 soll verdeutlichen, dass mit K4.2 «Linienführung» im Gegensatz zu K4.1 «Ökomorphologie» nicht Sohle, Uferverbauung, Breitenvariabilität und Uferraum bewertet werden, sondern die Laufform des Gewässers. Im Falle der Kander erreicht der Mäanderbogen in seiner Linienführung eine hohe Wertstufe für K4.2, ist jedoch gleichzeitig ökomorphologisch stark beeinträchtigt. Der geplante Mäanderdurchstich wurde übrigens u.a. wegen der Bürgerinitiative «Rettet den Mäanderbogen» verworfen.

Abb. 21: Ökomorphologisch stark beeinträchtiger Abschnitt mit geplantem Durchstich des letzten Mäanderbogens im Kandertal bei Frutigen



### Teilkriterium 4.3 «Sohlensubstrat»

Als Sohlensubstrat wird die Zusammensetzung der Korngrössen der Fliessgewässersohle bezeichnet. Das Teilkriterium 4.3 «Sohlensubstrat» soll entweder auf der Basis von bestehenden Untersuchungen oder im Rahmen einer Feldbegehung möglichst bei Niederwasserverhältnissen eingeschätzt und fotografisch dokumentiert werden. Bei gewissen Projekten ist es ggf. sinnvoll, weiterführende Aufnahmen durchzuführen. Dies ist jedoch im Einzelfall zu prüfen. Es ist aber davon auszugehen, dass die gutachterliche Einschätzung durch eine Fachperson für die meisten Fälle ausreichend ist.

Bewertet wird mit K4.3 die Natürlichkeit der Korngrössenzusammensetzung unter Berücksichtigung des Gewässertyps, da in Gewässern mit geringem Gefälle (z.B. Wiesen- und Waldbäche, Gräben, Giessen, Quell- oder Moorbäche) nicht dieselbe Heterogenität der Korngrösse als natürlich einzustufen ist wie etwa bei Gebirgsbächen, Talflüssen etc.

Bei einigen Gewässertypen dominieren unter natürlichen Verhältnissen monoton sandig-schlammige Fraktionen. Daher ist in solchen Fällen der Bemessungsstabsstab nicht die Variabilität der Korngrössen, sondern der Grad der Naturnähe in Abhängigkeit des Gewässertyps. Die Einteilung der Wertstufen nach BESBF erfolgt gemäss Tab. 13.

Tab. 13: Wertstufen und Ausprägungen des Teilkriteriums 4.3 «Sohlensubstrat»

BESBF-Wertstufe	Ausprägung Sohlensubstrat
Stufe 0	vollständig hartverbaute/naturfremde/ausgeräumte Sohle
Stufe 1	stark anthropogen beeinträchtigte Sohle mit wenigen Geschiebe-Ablagerungen
Stufe 2	teilweise verbaute Sohle, unnatürliche Dominanz einzelner Fraktionen
Stufe 3	wenig beeinträchtigte Sohle, nur vereinzelt standortfremd oder künstlich strukturiert
Stufe 4	naturnahe und standorttypische Gewässersohle

### Teilkriterium 4.4 «Strukturvielfalt»

Unter Strukturvielfalt wird die Formenvielfalt von Strukturelementen in einem Fliessgewässerabschnitt verstanden. Dazu gehören Strukturen der Sohle (z.B. Kolke, Störsteine, Schnellen, Kies- und Sandbänke) sowie Strukturen am Ufer (z.B. unterspülte Ufer, Baumstrünke, Totholz, überhängende Vegetation). **Es gibt einen generellen Zusammenhang zwischen der Strukturvielfalt eines Gewässers und seiner Biodiversität. Je grösser das Angebot an standorttypischen Strukturen in einem Fliessgewässer ist, desto mehr Organismen finden darin potenziell einen Lebensraum.**

Damit die Strukturvielfalt für einen Gewässerabschnitt bewertet werden kann, muss zuerst definiert werden, welche Strukturen unter naturnahen Verhältnissen im Gewässerabschnitt zu erwarten wären. Die zu erwartenden Strukturen variieren abhängig von Höhenlage, Gefälle, Abflussregime, Linienführung, Substrat und dem Hauptlebensraumtyp (Wald, Offenland). Bei einem stark vom Menschen beeinflussten Gewässer ist die Frage nach den natürlicherweise zu erwartenden Strukturen nicht immer einfach zu beantworten. Als Hilfe kann ein Referenzabschnitt herangezogen werden, der den Erwartungen entspricht. Für die Beurteilung von K4.4 ist eine Feldbegehung des zu beurteilenden Fliessgewässerabschnitts durch eine Fachperson angezeigt. Die Begehung sollte idealerweise bei Niederwasser durchgeführt werden. Die Bewertung der Strukturvielfalt erfolgt qualitativ. Dabei werden sämtliche Sohlen- und Uferstrukturen berücksichtigt.

In *mittleren und grösseren Fliessgewässern* erfolgt die Bewertung der Strukturvielfalt vor allem anhand der Mesohabitate. Als Mesohabitate werden Strukturen mit begrenzter räumlicher Ausdehnung bezeichnet, welche sich voneinander durch ihr Gefälle, ihre Strömungsgeschwindigkeiten und ihre Tiefen unterscheiden [27]. Auf einem Fliessgewässerabschnitt können mehrere, mitunter viele verschiedene Mesohabitate vorkommen, abhängig vom Gewässertyp und von der gewählten Abschnittslänge. Als Hilfe für die Bewertung von K4.4 dient der Mesohabitat-Katalog in **Anhang 6.4.1**. Er illustriert häufig vorkommende Mesohabitate mit verschiedenen Fliessgeschwindigkeiten. Die Definitionen und Schema-Zeichnungen stammen aus Arend [1] und Armantrout [2]. Der Katalog hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit und muss je nach Situation durch zusätzliche Strukturen/Habitate ergänzt werden (siehe unten). Die Unterteilung eines Fliessgewässerabschnitts in verschiedene Mesohabitattypen ist in Abb. 22 anhand des Vorhabens «Revitalisierung Hüsenbach» illustriert. Für eine gute Bewertung geht es nicht darum, dass

Leitfaden

möglichst viele Mesohabitate in einem Abschnitt (bzw. abschnittübergreifend) vorkommen, sondern darum, dass möglichst die standorttypischen Habitattypen vorkommen.

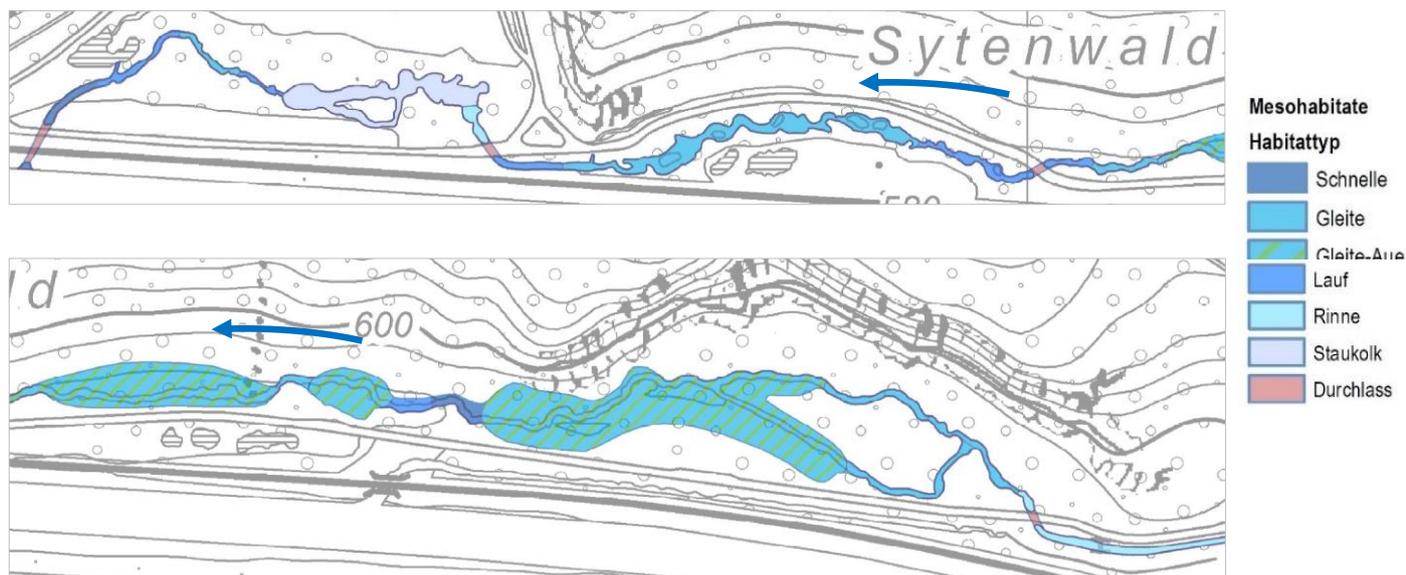
In *kleinen Fliessgewässern* lässt sich die Strukturvielfalt mit dem Mesohabitat-Ansatz nicht in jedem Fall adäquat beschreiben. Hier stehen häufig die kleineren Strukturen im Vordergrund, die in grösseren Fliessgewässern weniger stark gewichtet werden. Dazu zählen beispielsweise:

- Störsteine (submers, emers),
- Steingruppen,
- überhängende oder schwimmende Ufervegetation (lebend),
- Totholz (Zweige, Äste, Wurzelstöcke, Baumstämme oder ganze Bäume).

Gerade das Totholz spielt als Struktur in Fliessgewässern allgemein, insbesondere aber bei kleinen Fliessgewässern eine bedeutende Rolle für die darin lebenden Organismen. Die Häufigkeit und Vielfalt dieser kleinen Strukturen, die beim grossräumigeren Mesohabitat-Ansatz weitgehend übergangen werden, soll daher bei der Bewertung der kleinen Fliessgewässer unbedingt beachtet werden.

**Ausgehend von den erhobenen Daten soll die Strukturvielfalt in einer Gesamtschau pro Abschnitt gemäss Tab. 14 gutachterlich eingestuft werden. Als Bemessungsmassstab gilt die unter naturnahen Verhältnissen zu erwartende, standorttypische Strukturvielfalt (Grad der Naturnähe).**

Abb. 22: Beispiel Mesohabitate am revitalisierten Hüsenbach gemäss Erfolgskontrolle 2019 [37]. Die beiden Abbildungen stellen ein fortlaufendes Gewässer dar, die obere Abbildung zeigt die Fortsetzung der unteren Abbildung. Die Fliessrichtung ist mit einem blauen Pfeil angegeben. Die Kurzbezeichnung «Gleite-Aue» ist definiert als «renaturierter Hüsenbach in der Ausprägung des Mesohabitats Gleite, begleitet von Schilf und Grosseggrieden in der überschwemmten Grauerlen-Talau».



Tab. 14: Wertstufen und Ausprägungen des Teilkriteriums 4.4 «Strukturvielfalt»

BESBF-Wertstufe	Ausprägung Strukturvielfalt
Stufe 0	keine Strukturelemente, degradierter, künstlicher Lebensraum
Stufe 1	wenig Strukturvielfalt, sehr monoton
Stufe 2	mittlere Strukturvielfalt
Stufe 3	wenig beeinträchtigte Strukturvielfalt, heterogen
Stufe 4	natürliche/naturnahe Strukturvielfalt, sehr heterogen

### Teilkriterium 4.5 «Durchgängigkeit»

K4.5 beurteilt die Durchgängigkeit bzw. deren Beeinträchtigung durch künstliche Wanderhindernisse. Das Teilkriterium richtet sich vor allem nach den Ansprüchen von Fischen. Dazu wird beurteilt, inwieweit die Durchwanderbarkeit für die potenziell vorkommenden Arten und deren Altersstadien in einem Gewässerabschnitt beeinträchtigt ist. Dabei geht es nur um Beeinträchtigungen durch menschliche Eingriffe am Gewässer. Die Definition der Wertstufen ist an die Bewertung der Durchgängigkeit im Rahmen der Differenzbonitieremethode des Kantons Bern [19] angelehnt. Die Definition der Wertstufen ist in Tab. 15 aufgeführt.

Tab. 15: Wertstufen und Ausprägungen des Teilkriteriums 4.5 «Durchgängigkeit»

BESBF -Wertstufe	Ausprägung Längsvernetzung / Durchgängigkeit
Stufe 0	vollständig unterbrochen (für alle Arten und Altersklassen)
Stufe 1	stark beeinträchtigt (für die meisten Arten und/oder Altersklassen unterbrochen)
Stufe 2	wesentlich beeinträchtigt (für kleine Altersklassen oder gewisse Arten, z.B. Groppen, unterbrochen)
Stufe 3	wenig beeinträchtigt
Stufe 4	für alle vorkommenden Arten und Altersklassen möglich

Für die Beurteilung von K4.5 können in Anlehnung an Göggel & Wagner [17] die Richtwerte in Tab. 16 verwendet werden. Informationen zu den Absturzhöhen sind teilweise in den bestehenden Kartierungen der Ökomorphologie nach MSK vorhanden. Die restlichen Parameter müssen ggf. im Rahmen einer Feldbegehung abgeschätzt werden.

Die Beurteilung der Durchgängigkeit soll hier aufgrund der *künstlichen* Wanderhindernisse für Fische erfolgen. In Fällen, wo die Längsvernetzung aufgrund von *natürlichen* Hindernissen beeinträchtigt oder unterbrochen ist (z.B. Wasserfall), soll das Teilkriterium 4.5 nicht bewertet werden, da dies zu einer Verfälschung der Bewertungsergebnisse führen würde.

Tab. 16: Richtwerte zur Beurteilung des Teilkriteriums 4.5 «Durchgängigkeit»  
in Anlehnung an Göggel & Wagner 2006 (Ökomorphologie Stufe S)

BESBF -Wertstufe	Absturzhöhe	Kolktiefe	Tiefwasserbereiche direkt oberhalb Absturz
Stufe 0	> 70 cm	< Absturzhöhe	keine
		> Absturzhöhe	keine
Stufe 1	35 – 70 cm (Forellenregion) ca. 30 cm (Kleinfischarten/Cypriniden)	> Absturzhöhe	vorhanden
Stufe 2	< 35 cm (Forellenregion) 15 – 30 cm (Kleinfischarten/Cypriniden)	> Absturzhöhe	vorhanden
Stufe 3	< 15 cm	> Absturzhöhe	vorhanden
Stufe 4	Fischdurchgängiges Gewässer, keine Hindernisse		

Das Teilkriterium 4.5 «Durchgängigkeit» überlappt thematisch mit der Bewertung der Längsvernetzung, die im Fall des gezielten Abbaus von Wanderhindernissen für Fische vorzunehmen ist (vgl. Kap. 4.3.2.). Teilkriterium 4.5 bewertet dabei die Durchgängigkeit lokal, also nur im Gewässerabschnitt, wo sich ein Wanderhindernis befindet. Die Längsvernetzung bewertet hingegen die weitreichende Wirkung einer längsvernetzenden Massnahme auf die Fischfauna im gesamten Gewässerbereich, der nach Entfernen des Hindernisses neu zugänglich wird.

### Fakultativ: Teilkriterium K4.6 «Uferbestockung»

Das Ziel dieses Teilkriteriums besteht darin, Gewässerabschnitte mit ausgeprägter Bestockung aufgrund des positiven, indirekten Effekts auf die Wassertemperatur (Beschattung) zusätzlich gewichten zu können. Das gilt sowohl für die Bewertung des Ausgangs- als auch des Endzustands (z.B. Bewertung von

Leitfaden

Massnahmen zur Klimaanpassung). Bemessungsgrundlage ist dabei immer der naturnahe Zustand resp. die Abweichung davon. Wie auch bei den anderen Teilkriterien ist eine gutachterliche Einschätzung zu diesem Referenzzustand erforderlich.

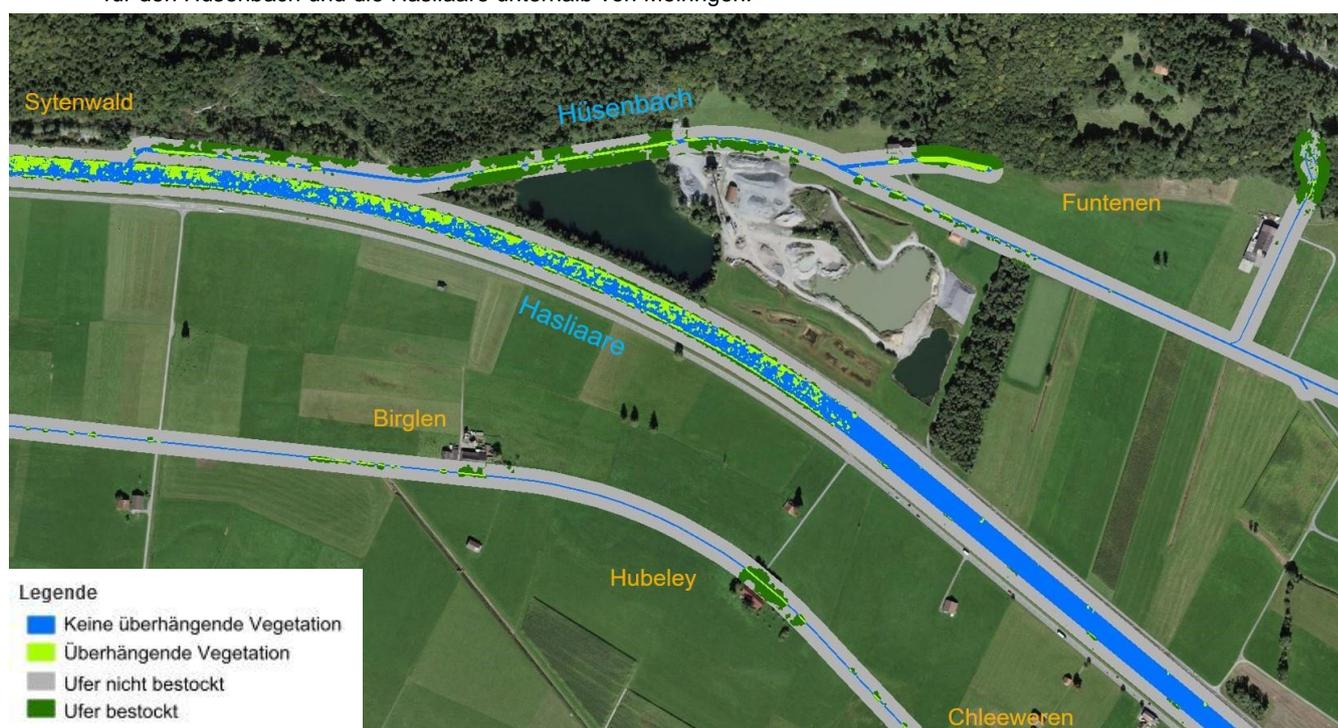
**Ob dieses Teilkriterium für das Kriterium 4 «Morphologie» zweckdienlich ist oder nicht, ist projektspezifisch zu entscheiden.** Wo ein hoher Bestockungsgrad der Ufer bzw. eine damit verbundene starke Beschattung der Wasserfläche die Situation im Fließgewässerlebensraum verbessert, kann das Teilkriterium verwendet werden. In allen Situationen jedoch, wo eine zu starke Beschattung aus naturschutzfachlicher Sicht kontraproduktiv wäre, ist das Teilkriterium wegzulassen. Dies trifft dort zu, wo besonnte Abschnitte für naturschutzfachlich bedeutende Arten (z.B. Libellen, Makrophyten) unerlässlich sind oder wo eine Bestockung den Schutzzielen angrenzender Flächen zuwiderlaufen würde (Moore, Trockenwiesen, Wasser- und Zugvogelreservate).

**Erläuterung**

Die Uferbestockung erfüllt zahlreiche wichtige Funktionen (Lebensraum, Landschaftsgliederung, Nahrung für Wassertiere, Puffer zur Umgebung, Kühlung durch Schattenwurf). Ihre grosse Bedeutung geht auch darauf zurück, dass natürliche Gewässer unterhalb der Waldgrenze im naturbelassenen Zustand überwiegend bestockt waren. Mit den sich abzeichnenden klimatischen Veränderungen wird insbesondere die Beschattungsfunktion der Ufergehölze zunehmend beachtet. Ihr Schattenwurf wirkt sich signifikant auf die Wassertemperatur im Fließgewässer aus. Insbesondere während sommerlicher Hitzeperioden kann eine gute Beschattung kritische Wassertemperaturen für Fische und andere Organismen verhindern. Verschiedene Studien konnten zeigen, dass durch Beschattung die Wassertemperatur um mehrere Grad vermindert werden kann [12] [29]. Stark bestockte und dementsprechend auch stark beschattete Abschnitte können daher wertvolle Kälte-Refugien darstellen.

Die Bewertung dieses Teilkriteriums basiert auf der Bestockungskarte des Bundesamts für Umwelt (BAFU). Die Bestockung wurde dabei als die Vegetation definiert, die mindestens 2.5 m hoch ist und sich innerhalb eines Uferstreifens von 15 m Breite entlang der Flüsse und Seen befindet. Erfasst wurde sowohl die Bestockung im Uferstreifen (Ufer bestockt/nicht bestockt) als auch über der Wasserfläche (überhängende Vegetation/keine überhängende Vegetation). Die Bestockung wurde für alle offenen Bäche und Flüsse mit einer Breite ab 1 m ausgewiesen. Abb. 24 zeigt für den Hüsenbach sowie die Hasliaare unterhalb von Meiringen beispielhaft einen Ausschnitt aus der Bestockungskarte. Der Bestockungsanteil ist in fünf Klassen angegeben. Die Bestockungskarte ist auf [www.map.geo.admin.ch](http://www.map.geo.admin.ch) in zwei separaten Layern zu finden (Stichworte: «Bestockungskarte», «Uferbestockung der Flüsse»).

Abb. 23: Ausschnitt aus der Bestockungskarte des BAFU für den Hüsenbach und die Hasliaare unterhalb von Meiringen.



Leitfaden

Mit dem Teilkriterium K4.6 bewertet wird der Bestockungsanteil entlang eines Gewässerabschnitts unter Berücksichtigung der natürlichen Gegebenheiten. Die Ufer der meisten kleinen und mittleren Gewässer wären im naturbelassenen Zustand bestockt. Daher kann die fünfstufige Skala der Bestockungskarte grundsätzlich auf die BESBF-Wertstufen übertragen werden. **Je grösser der Bestockungsanteil, desto höher ist der Natürlichkeitsgrad und damit auch die Wertstufe nach BESBF.** Tab. 17 führt die für BESBF verwendeten Bestockungskategorien gemäss Bestockungskarte des BAFU als Bewertungshilfe auf.

Bei den Flusslandschaften der grossen Talflüsse weicht die natürliche Situation allerdings von dieser vereinfachten Betrachtung ab. So sind die Kiesbänke und flachen Ufer oft nicht oder nur lückig bestockt. Die Ufervegetation beginnt erst in einigem Abstand zur Uferlinie. Das führt dazu, dass der Bestockungsanteil gemäss der BAFU-Karte abschnittsweise gering ist, obwohl das Gewässer eigentlich von Wald gesäumt wird. In solchen Situationen muss gegebenenfalls von der hier vorgeschlagenen Wertstufen abgewichen oder auf das Teilkriterium verzichtet werden.

Bei Gewässern oberhalb der Waldgrenze ist das Teilkriterium K4.6 nicht relevant. Eine Uferbestockung aus Gehölzen fehlt dort natürlicherweise.

Tab. 17: Wertstufen und Ausprägungen des Teilkriteriums 4.6 «Uferbestockung»

BESBF -Wertstufe	Ausprägung der Uferbestockung
Stufe 0	0% Bestockungsanteil
Stufe 1	> 0 – 25% Bestockungsanteil
Stufe 2	> 25 – 50% Bestockungsanteil
Stufe 3	> 50 – 75% Bestockungsanteil
Stufe 4	> 75 – 100% Bestockungsanteil

Abb. 24: Beispiele für Beschattung. Abbildung aus Känel et al. (2010), abgeändert



Keine Beschattung (Stufe 0)



Sonnig, Beschattung 20 - 40% (Stufe 1-2)



Halbschattig (Stufe 3)



Schattig, Beschattung > 80% (Stufe 4)

## Gesamtbewertung Kriterium 4 «Morphologie»

Für die Gesamtbewertung von K4 wird der Mittelwert über die Wertstufen der Teilkriterien gebildet. Die Bildung des Mittelwerts führt zu einem gewissen Ausgleich von weit auseinanderliegenden Teilbewertungen. In den meisten Fällen wird so eine realistische Gesamtbewertung erzielt. Tab. 18 zeigt anhand eines Rechenbeispiels die Aggregation der Teilkriterien zu einer Gesamtbewertung von K4. Nicht-ganzzahlige Ergebnisse werden nach üblichen mathematischen Regeln gerundet.

Tab. 18: Beispiel: Zuweisung Wertstufe zu Kriterium 4 «Morphologie»  
 (Wertstufen-Mittelwert der Teilkriterien)

Kriterium K4 <sub>FG</sub>	BESB <sub>F</sub> -Wertstufe (als Beispiel)
K4.1 «Ökomorphologie»	Stufe 3
K4.2 «Linienführung»	Stufe 2
K4.3 «Sohlensubstrat»	Stufe 4
K4.4 «Strukturvielfalt	Stufe 4
K4.5 «Durchgängigkeit»	Stufe 4
K4.6 «Uferbestockung» ( <i>fakultativ</i> )	Stufe 1
<b>Gesamtbewertung K4 (Mittel)</b>	<b>Stufe 3</b> (18 / 6 = 3)

Der Wertstufen-Mittelwert aus den Teilkriterien bildet die Wertstufe für K4. In Tab. 19 können die entsprechenden Wertstufen-Punkte abgelesen werden. Wie oben erörtert wird K4 «Morphologie» in der Regel doppelt gewichtet und ist dadurch für die Punktbilanz eines Projekts besonders wichtig. Mit den Teilkriterien K4.1 bis K4.6 kann bei naturbelassenen Gewässern maximal Wertstufe 4 (16 Punkte) erreicht werden. Handelt es sich beim untersuchten Fließgewässer um ein natürliches Gewässer, welches ein besonders hohes ökologisches Potenzial aufweist (siehe folgenden Abschnitt), kann allenfalls sogar die höchste Wertstufe – Stufe 5 – vergeben werden.

Tab. 19: Wertstufen Kriterium 4 «Morphologie»

Wertstufe (Mittel K4.1 – K4.6)	Punkte
0	0
1	2
2	4
3	8
4	16
5 Natürliche Gewässer (Stufe 4) <b>plus grosses ökologisches Potenzial</b>	32

## Einbezug des ökologischen Potenzials bzw. der ökologischen Bedeutung

**Das ökologische Potenzial spielt für das Kriterium 4 nur dann eine Rolle, wenn eine Vergabe der maximalen Wertstufe 5 in Betracht gezogen wird – also bei naturnah ausgeprägten Gewässern.** Das ökologische Potenzial wird gemäss der Vollzugshilfe Renaturierung (Strategische Planung) des BAFU [16] definiert:

Im Fall eines naturnah ausgeprägten Gewässers entspricht das Potenzial seiner ökologischen Bedeutung im heutigen Zustand. Diese ist hoch, wenn das Gewässer mit seiner Ausprägung für die Biodiversität in der umgebenden Landschaft entscheidend ist. Sie ist geringer, wenn der Beitrag des Gewässers zur Biodiversität der Umgebung gering ist – trotz naturnaher Ausprägung.

Im Fall eines nicht naturnah ausgeprägten Gewässers entspricht das ökologische Potenzial dagegen der ökologischen Bedeutung in einem gedachten Referenzzustand, in dem die vom Menschen verursachten Beeinträchtigungen soweit beseitigt sind, als dies mit verhältnismässigen Kosten möglich ist.

Leitfaden

**Übertragen auf das Kriterium 4 im BESBF-System wird bei Eingriffen in naturnahe Gewässer das ökologische Potenzial bzw. die ökologische Bedeutung im Ausgangszustand beurteilt. Bei Ersatzmassnahmen dagegen geht es um das ökologische Potenzial bzw. um die ökologische Bedeutung, wie sie im naturnahen Endzustand erreicht sein wird.**

Eine etablierte Methode zur einheitlichen Ermittlung des ökologischen Potenzials existiert nicht. Bis zu einem gewissen Grad besteht zwar eine Korrelation mit der Flussordnungszahl, dieses Kriterium allein kann das ökologische Potenzial eines Fliessgewässers jedoch nicht beschreiben.

Die Strategische Planung Revitalisierung [16] listet einige Kriterien für ein grosses ökologisches Potenzial auf. Gewässer oder Abschnitte mit hohem ökologischem Potenzial

- liegen demnach beispielsweise in Bundesinventaren oder sonstigen Schutzgebieten (z.B. kantonale Naturschutzgebiete),
- weisen ein grosses Potenzial für eine flussmorphologische Entwicklung auf und / oder
- haben eine besondere Vernetzungsfunktion im regionalen bis überregionalen Gewässersystem.

Gemäss dem Bericht der Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie des Ständerats [25] ist das ökologische Potenzial eines naturnahen Gewässers in der Regel gering, wenn es sich in steilem Gelände befindet.

Diese oben angeführten Angaben zur Bewertung des ökologischen Potenzials aus der Literatur werden für die Bewertung nach BESBF grundsätzlich übernommen (Zusammenstellung in Tab. 20), können aber im Einzelfall erweitert werden.

Tab. 20: Kriterien zur Vergabe der Wertstufen 4 und 5 für Kriterium 4 «Morphologie»

Wertstufe 4	Abschnitt / Standort klar überdurchschnittlich, mit prägenden Besonderheiten
	Ökologisches Potenzial bzw. ökologische Bedeutung gering-mittel: naturnahes Gewässer
	In steilem Gelände (Gewässer > 15% Gefälle)
	In mässig steilem Gelände (Gewässer 5-15% Gefälle) (ev. Stufe 5)
Wertstufe 5	Abschnitt mit hohem ökologischem Potenzial bzw. hoher ökologischer Bedeutung, Entwicklung zu einzigartiger Ausprägung möglich
	Relativ flacher Abschnitt (< 5% Gefälle)
	Innerhalb Auen nationaler Bedeutung, NSG, Auen kant./regionaler Bedeutung, Quellbäche
	Potenzial für pendelnden, mäandrierenden oder verzweigten Lauf
	Vergrösserung Gewässerraum auf Biodiversitäts-/Pendelbandbreite inkl. Laufverlagerung möglich
	Besondere Vernetzungsfunktion im regionalen bis überregionalen Gewässersystem, ohne natürliche Hindernisse, Anbindung an Hauptgewässer
	Tendenziell eher für (frei fliessende) FLOZ 4 bis 9 grosse Gewässer mit regionaler bis überregionaler Bedeutung im Fliessgewässersystem
Mindestlänge-/grösse: Bach > 500 m; Fluss beidseitig > 1000 m oder > 5 ha	

Im Projekt «Auenaufwertung Hüsenbach» wirkt sich das ökologische Potenzial beispielsweise auf die Wertstufenvergabe aus. Gemäss Methode erfolgt die Gesamtbewertung des Kriteriums 4 in einem ersten Schritt über die Mittelwertbildung der Teilkriterien. Die Revitalisierung des Hüsenbachs befindet sich in einer Aue von nationaler Bedeutung (Sytenwald). Durch die Vernetzung mit dem Talfluss Hasliaare und dem Brienersee kommt der Aue somit im regionalen Kontext ein grosses Gewicht zu. Im revitalisierten Zustand kann aufgrund dieser Rahmenbedingungen von einem hohen ökologischen Potenzial ausgegangen werden. Die Wertstufe 5 wäre somit gerechtfertigt. Wegen noch verbleibender Restriktionen (erhöhter Bahndamm, Hauptfluss abgetrennt, Damm innerhalb Aue) kann im Endzustand allerdings nicht die höchste Wertstufe vergeben werden. Aufgrund des hohen ökologischen Potenzials wird in diesem Fall jedoch eine Zwischen-Wertstufe 4-5 (24 Pkt.) angewendet.

Leitfaden

Tab. 21: Wertstufen Fallbeispiel Aufwertung Hüsenbach

Teilkriterium	Wertstufe
4.1 Ökomorphologie	Stufe 4
4.2 Linienführung	Stufe 4
4.3 Sohlensubstrat	Stufe 3
4.4 Strukturvielfalt	Stufe 4
4.5 Durchgängigkeit	Stufe 4
4.6 Uferbestockung	nicht relevant

	Wertstufe	Wertstufen-Punkte
Mittelwert	Stufe «3.8» => 4	16
Aufgrund hohen ökologischen Potenzials, aber mit verbleibenden Restriktionen:	Zwischen-Wertstufe 4-5	24

**Plausibilitätskontrolle zum Ergebnis Kriterium 4 «Morphologie»**

Die Herleitung der Wertstufe zum Kriterium 4 ist komplex, weil viele Merkmale eine Rolle spielen. So kann das Bedürfnis bestehen, das Ergebnis auf anderem Weg noch einmal kritisch zu prüfen. Zu diesem Zweck dienen die Prüflisten im **Anhang 6.4.2**. Auch die notwendigen Mindestlängen von Erosionsparzellen zum Erreichen der Wertstufen 3 bis 5 sind in **Anhang 6.4.2** aufgeführt.

### 4.2.3 Kriterium 5 «Abfluss- und Geschiebedynamik»

→ Siehe dazu Anhänge 6.1 und 6.5

Die Abflussdynamik sowie die Geschiebedynamik bestimmen die Morphologie und die ökologische Funktionsfähigkeit von Fliessgewässern massgeblich. **Eine naturnahe Abfluss- und Geschiebedynamik ist daher eine Grundvoraussetzung für ökologisch wertvolle und funktionsfähige Fliessgewässer.**

Diese Parameter sind somit bedeutend, um Eingriffe in Fliessgewässer zu beurteilen. Aus diesem Grund wurde für BESBF ein neues Kriterium 5 «Abfluss- und Geschiebedynamik» entwickelt. Dabei werden die zwei Teilkriterien Hydrologie (K5.1) und Geschiebetrieb (K5.2) separat bewertet und anhand einer zwei-dimensionalen Matrix zu einer Gesamtbewertung für K5 aggregiert.

**Als leitendes Prinzip für die Gesamtbewertung der Abfluss- und Geschiebedynamik nach BESBF gilt der Grad der Naturnähe. Je naturnäher die Dynamik eines Gewässers ist, desto höher die Wertstufe.** Das Prinzip der Naturnähe gilt jedoch nur bis zur Wertstufe 4 ohne Vorbehalt. Für die Vergabe der höchsten Wertstufe 5 sind zusätzliche Qualitäten gefordert, denn die Wertstufe 5 ist gemäss der generellen Logik der BESB-Methode Lebensräumen mit einzigartiger Ausprägung vorbehalten. Für die Wertstufe 5 werden daher zusätzlich zum Grad der Naturnähe auch die morphologischen Merkmale des betreffenden Abschnitts mitberücksichtigt. **Nur Abschnitte, die ein grosses Potenzial für dynamische Prozesse und flussmorphologische Entwicklung aufweisen, können die Wertstufe 5 erreichen.**

Das vorliegende Kapitel ist in vier Abschnitte gegliedert: Grundlagen – Definition der Wertstufen – Gesamtbewertung Kriterium 5 – Plausibilitätskontrolle zum Ergebnis.

## Grundlagen

### Teilkriterium 5.1 «Hydrologie»

**Die methodische Grundlage für K5.1 bildet das Modul Hydrologie des Modul-Stufen-Konzeptes, kurz HYDMOD-F [29]. Die Anwendung von HYDMOD-F ist je nach Datensituation nicht immer möglich und deshalb nicht zwingend. Die HYDMOD-Klassen lassen sich allenfalls auch gutachterlich festlegen (siehe Abschnitt «vereinfachte Bewertung»).**

HYDMOD-F beschreibt die hydrologischen Verhältnisse und beurteilt die Auswirkungen von Eingriffen auf das Abflussregime. Die Methode wird breit angewendet und hat sich in den letzten Jahren insbesondere im Zusammenhang mit Wasserkraftprojekten in BLN-Gebieten als gängige Methode etabliert.

Um die für HYDMOD-F notwendigen Datenauswertungen sowie die kartographische Umsetzung zu vereinfachen, stellt das BAFU ein elektronisches Hilfsmittel (HYDMOD-FIT) sowie GIS-Hilfsdateien kostenlos zur Verfügung<sup>5</sup>.

**Für die Bewertung nach HYDMOD-F werden langjährige Messreihen (idealerweise 10 Jahre) von öffentlichen oder privaten Abflussmessstationen (Bund, Kantone, Kraftwerke, u.a.) verwendet.** Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass oftmals keine direkten Abflussmessungen im Projektperimeter vorhanden sind. Diese können jedoch anhand der Daten von nahegelegenen Messstationen berechnet werden. Für die grossen Talflüsse und z.T. auch bei mittelgrossen Gewässern sind in der Regel Messstationen vorhanden, auf deren Basis HYDMOD-F angewendet werden kann.

Die Methode HYDMOD-F stützt die Bewertung der meisten Indikatoren auf einem Referenzzustand ab. Das bedeutet, dass für eine Bewertung die Abflussganglinien sowohl für einen hydrologisch unbeeinflussten Referenzzustand als auch für den zu beurteilenden Zustand benötigt werden. Der Referenzzustand unterscheidet sich je nach Projekt. Ist ein Gewässer unbeeinflusst, so gilt der heutige Zustand als Referenz. Bei hydrologisch beeinflussten Gewässern (z.B. durch Stauseen) sind teilweise historische Messreihen vorhanden (meist Zeitraum 1920 – 1940), welche als Referenzzustand verwendet werden

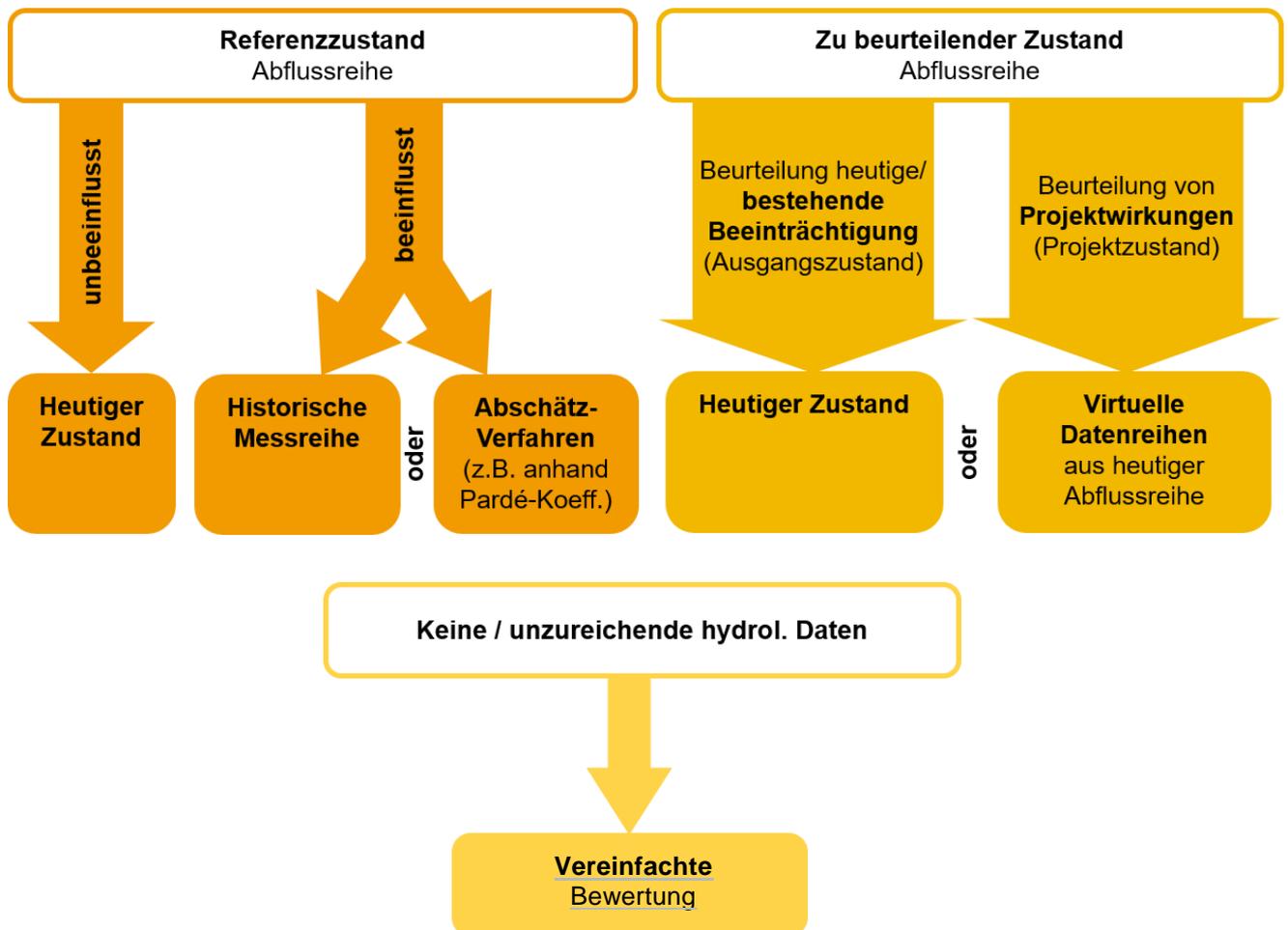
<sup>5</sup> <https://modul-stufen-konzept.ch/mediathek/elektronische-hilfsmittel-de/>

Leitfaden

können. Wenn keine Daten zum natürlichen Abflussregime vorhanden sind, kann der Referenzzustand mit Schätzverfahren angenähert werden. Dazu kann beispielsweise anhand der standorttypischen Pardé-Koeffizienten eine Abflussganglinie im Sinne einer Approximation berechnet werden.

Der zu beurteilende Zustand entspricht häufig dem Ist-Zustand und ist daher einfacher herzuleiten. Bei Projekten, bei denen der zukünftige, nach technischen Eingriffen resultierende Zustand beurteilt wird, werden in der Regel sogenannte virtuelle Datenreihen aus den heutigen Abflussganglinien generiert. Dies wird häufig bei Wassernutzungen gemacht, wobei der zukünftige Zustand basierend auf den technischen Eckwerten des Projekts aus den vorhandenen Abflussdaten simuliert wird.

Abb. 25: Vorgehen zur Bewertung von Teilkriterium 5.1 «Hydrologie»

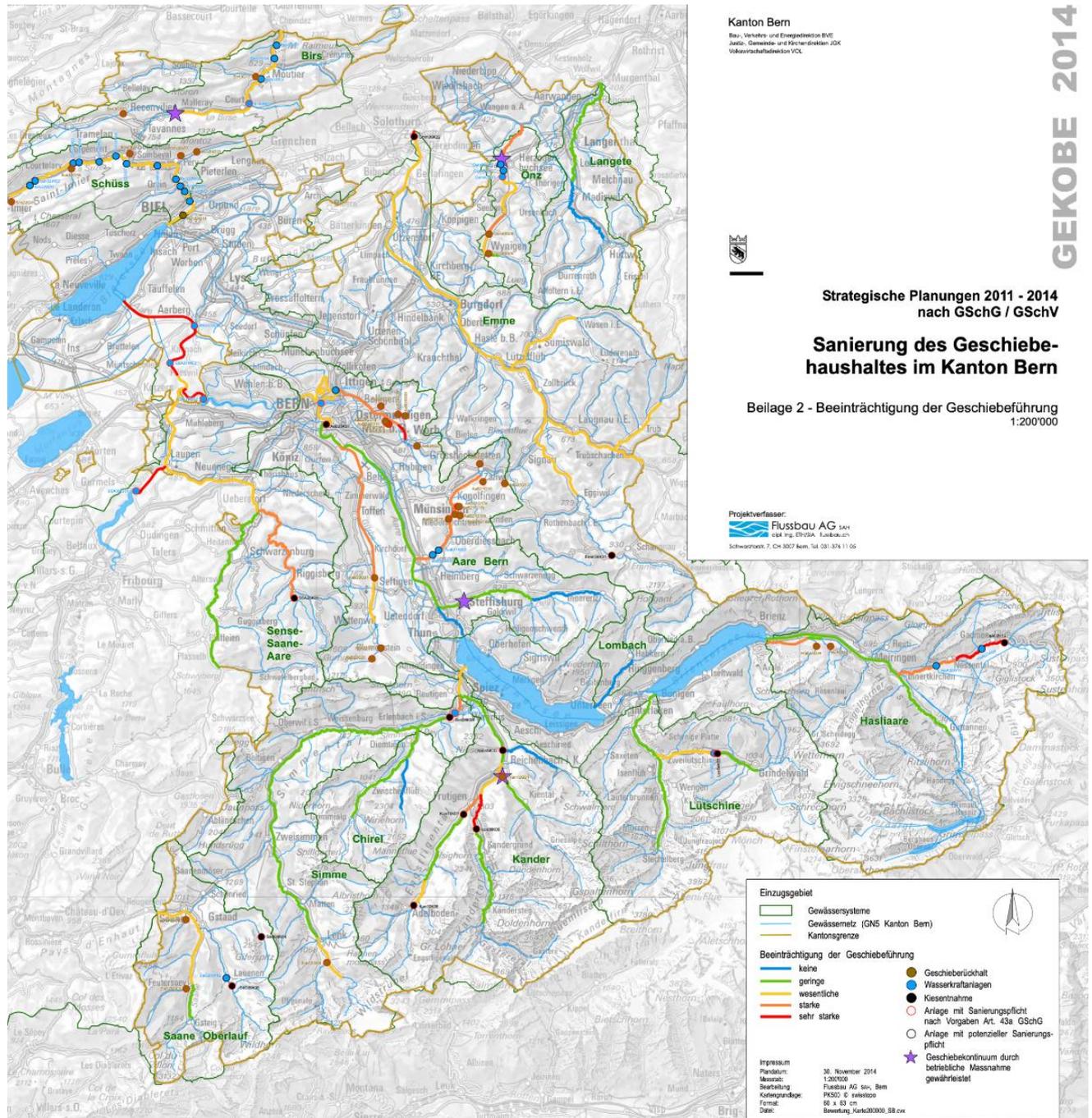


Leitfaden

**Teilkriterium 5.2 «Geschiebedynamik»**

**Die Bewertung des Teilkriteriums 5.2 stützt sich auf das Gewässerentwicklungskonzept des Kantons Bern (GEKOBÉ 2014, [13]).** Für die Sanierung des Geschiebehaushalts wurden die Geschiebedaten zahlreicher Gewässer im Kanton erhoben und stehen nun auch für eine Bewertung des K5.2 zur Verfügung (Abb. 26). Für die Bewertung von Gewässern, welche im Rahmen dieser Sanierungsplanung nicht beurteilt worden sind, soll der Geschiebehaushalt anhand von vorhandenen Grundlagen (Kartenmaterial, Fallstudien, Projektberichte) qualitativ eingeschätzt werden.

Abb. 26: Karte zur Beeinträchtigung der Geschiebeführung gemäss Sanierung des Geschiebehaushalts Kanton Bern (GEKOBÉ 2014<sup>6</sup>)



<sup>6</sup> <https://www.bvd.be.ch/de/start/themen/wasser/gewaesserentwicklung.html>

## Definition der Wertstufen

### Teilkriterium 5.1 «Hydrologie»

Für die Bewertung von K5.1 wird grundsätzlich das Modul HYDMOD-F angewendet. Damit ist ein einheitliches Vorgehen gewährleistet. Anhand der Daten aus den langjährigen Abflussmessreihen im Projektperimeter werden neun Teilindikatoren berechnet und bewertet (Tab. 33).

Das Modul Hydrologie ist als eingriffsbezogener Ansatz konzipiert und bewertet den Natürlichkeitsgrad eines Abflussregimes anhand von neun Bewertungsindikatoren aus den Bereichen Mittelwasser-, Hochwasser- und Niedrigwasserregime sowie Kurzzeiteffekte wie Schwall/Sunk, Spülungen oder Regenwassereinleitungen. In Tab. 22 sind die neun Indikatoren gemäss HYDMOD-F gegliedert nach Bereich zusammenfassend aufgelistet. Jeder dieser Indikatoren wird einzeln nach einer 5-stufigen Skala bewertet (vgl. «Bewertungsschema», [29]). Die Gesamtbewertung über alle Indikatoren erfolgt nach einer im Modul Hydrologie beschriebenen Aggregationsregel, wobei die Gesamtbewertung ebenfalls nach der gleichen 5-stufigen Skala erfolgt. Die einzelnen Indikatoren werden in Tab. 23 kurz erläutert.

Tab. 22: Neun Bewertungsindikatoren gemäss HYDMOD-F und Bewertungsschema aus den Bereichen Mittelwasser-, Hochwasser- und Niedrigwasserregime sowie Kurzzeiteffekte [29]

Bereich	Bewertungsindikatoren Hydmod	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 3	Klasse 2	Klasse 1	nicht relevant
Mittelwasserregime	1. Mittelwasser-Abflussverlauf						
Hochwasserregime	2. Hochwasserhäufigkeit						
	3. Hochwasser-Saisonalität						
Niedrigwasserregime	4. Niedrigwasserabfluss						
	5. Niedrigwasser-Saisonalität						
Kurzzeiteffekte	6. Dauer Niedrigwasserperioden						
	7. Schwall/Sunk-Phänomen						
	8. Spülung und Entleerung						
	9. Regenwassereinleitungen						

#### Bewertungsschema

Klasse 1	blau	natürlich/naturnah
Klasse 2	grün	wenig verändert
Klasse 3	gelb	wesentlich verändert
Klasse 4	orange	stark verändert
Klasse 5	rot	naturfern

Tab. 23: Beschreibung der neun Bewertungsindikatoren gemäss HYDMOD-F [29]

HYDMOD-Indikator	Beschreibung
Mittelwasser-Abflussverlauf	Der Bewertungsindikator beschreibt die Natürlichkeit der mittleren Abflüsse und ihres Jahresverlaufs.
Hochwasserhäufigkeit	Der Bewertungsindikator beschreibt die mittlere Häufigkeit von Hochwassern im beeinflussten Zustand, definiert als langjähriger Mittelwert der jährlichen Anzahl Hochwasserabflüsse oberhalb des Hochwasserswellenwertes des Referenzzustands.
Hochwasser-Saisonalität	Der Bewertungsindikator beschreibt das zeitliche Auftreten des jährlich maximalen Tagesabflusses unter Berücksichtigung des jeweiligen Abflussregimetyps. Die Saisonalität wird dabei durch zwei Parameter beschrieben, 1. das mittlere Datum des Auftretens (Erwartungswert) und 2. die Variabilität des Datum des Auftretens.
Niedrigwasserabfluss	Der Bewertungsindikator beschreibt die Differenz der Abflussmenge Q347 im beeinflussten Zustand gegenüber dem natürlicherweise herrschenden Wert Q347 im Referenzzustand.
Niedrigwasser-saisonalität	Unter Niedrigwasser-Saisonalität wird das zeitliche Auftreten des jährlich minimalen Tagesabflusses verstanden. Die Saisonalität wird durch zwei Parameter beschrieben, 1. das mittlere Datum des Auftretens (Erwartungswert) und 2. die Variabilität des Datums des Auftretens.

Leitfaden

Dauer von Niederwasserperioden	Als Niedrigwasserperioden werden jene zusammenhängenden Zeitabschnitte definiert, während derer der Abfluss kleiner oder gleich der natürlichen, unbeeinflussten Abflussmenge $Q_{347}$ ist. Pro Jahr wird die Dauer der längsten zusammenhängenden Niedrigwasserperiode bestimmt und daraus der langjährige Mittelwert $dQ_{347}$ berechnet.
Schwall/Sunk-Phänomen	Der Bewertungsindikator beschreibt das Schwall/Sunk-Phänomen anhand von zwei Indikatorwerten: 1. Intensität des Schwallimpulses (definiert durch Schwall/Sunkverhältnis, ergänzt mit einem Korrekturfaktor für die Pegeländerungsrate) und 2. hydraulischer Stress (definiert als Verhältnis von Schwallabfluss zu mittlerem jährlichem Abfluss $MQ$ , ergänzt mit Korrekturfaktor für die Fläche des Einzugsgebiets).
Spülungen/ Entleerungen	Der Bewertungsindikator beschreibt die hydrologische Beeinflussung durch Spülungen und Entleerungen von Stauräumen. Als Bewertungsgrößen berücksichtigt werden 1. der hydraulische Stress durch Spülungen/Entleerungen (definiert als normierter Spülabfluss im Verhältnis zum mittleren jährlichen Abfluss im Referenzzustand) und 2. die Häufigkeit von Spülungen und Entleerungen.
Regenwassereinleitungen	Der Bewertungsindikator beschreibt die Häufigkeit von Regenwassereinleitungen aus der Siedlungswasserwirtschaft. Es handelt sich hierbei um zusätzliche, künstliche Hochwasserereignisse.

**Die 5 Zustandsklassen nach HYDMOD-F werden für die Gesamtbewertung des Teilkriteriums K5.1 «Hydrologie» durch eine zusätzliche, sechste Zustandsklasse ergänzt.** Diese wird für hydrologisch besonders stark degradierte Gewässerabschnitte vergeben, welche ein naturfernes Abflussregime aufweisen (entspricht Hydmod Klasse 5) und entnahmebedingt mindestens temporär trockenfallen (z.B. Nulldotierung bei Fassung). Tab. 24 führt die sechs Zustandsklassen der Hydrologie und deren Ausprägung für Teilkriterium 5.1 von BESBF auf.

Für die Übertragung der Klassen in die BESBF-Wertstufen siehe Tab. 26.

Tab. 24: Ausprägungen Teilkriterium 5.1 «Hydrologie»

Hydmod-Klasse	Ausprägung K5.1
Klasse 5	Hydmod Klasse 5 <u>und</u> (temporäres) entnahmebedingtes Trockenfallen
Klasse 5	Abflussregime naturfern, aber ganzjährig wasserführend
Klasse 4	Abflussregime stark verändert
Klasse 3	Abflussregime wesentlich verändert
Klasse 2	Abflussregime wenig verändert
Klasse 1	Abflussregime natürlich/naturnah

Gutachterliche Aggregation:

Im Modul HYDMOD-F ist grundsätzlich vorgegeben, wie die Werte der neun Bewertungsindikatoren zur Gesamtbewertung des Teilkriteriums «Hydrologie» aggregiert werden. Es ist möglich, von dieser Aggregationsregel gemäss HYDMOD -F abzuweichen. Die in HYDMOD -F verwendete Aggregationsregel führt erfahrungsgemäss bei Wassernutzungsprojekten häufig zu konservativen bzw. pessimistischen Einschätzungen der Hydrologie. Ebenso reagieren gewisse Indikatoren von HYDMOD -F nicht in jeder Situation genügend sensitiv auf zielgerichtete, ökologisch begründete Spezialdotierungen, wie sie in der Schweiz zum Teil bereits umgesetzt werden (z.B. künstliche Hochwasser, dynamische Dotierungen). Der Experteneinschätzung kommt nebst der rein empirischen Bewertung von HYDMOD -F daher eine grosse Bedeutung zu.

Vereinfachte Bewertung:

**In Situationen, in welchen überhaupt keine oder unzureichende hydrologische Daten vorhanden sind, kann eine vereinfachte Bewertung erfolgen.** Dies ist ebenso zulässig, wenn der hydrologische

Leitfaden

Zustand des betrachteten Gewässers offensichtlich ist (z.B. völlig naturnahes Gewässer, keine bekannten Nutzungen) oder in Fällen, wo eine hydrologische Beeinträchtigung offensichtlich ist (z.B. unterhalb von Staueisen). In diesen Fällen wird eine gutachterliche Einschätzung des hydrologischen Zustandes anhand verfügbarer Informationen vorgenommen. Die qualitative Bewertung der Hydrologie erfolgt aber ebenfalls nach dem Bewertungsraster von HYDMOD-F, wobei der hydrologische Zustand mit einer Zustandsklasse gemäss Tab. 22 bewertet wird.

Dazu können verschiedene Informationsquellen verwendet werden:

- Kartenmaterial zu hydrologischen Eingriffen (Wasserrückgaben, ARA, Einleitungen; [www.map.geo.admin.ch](http://www.map.geo.admin.ch), kantonaler GIS-Server)
- Konzessionstexte, Umweltverträglichkeitsberichte, GEP, Fallstudien

Teilkriterium 5.2 «Geschiebedynamik»

K5.2 «Geschiebedynamik» wird anhand einer 5-stufigen Skala bewertet (gemäss GEKOBÉ 2014, [13]). **Berücksichtigt werden dabei alle bekannten Eingriffe in den Geschiebehaushalt im Einzugsgebiet: Fassungen, Geschiebesammler, Kiesentnahmen, Ufer- und Sohlenverbauungen.** Die relevante Beurteilungsgrösse für K5.2 ist die erforderliche Geschiebefracht (ausgedrückt in m<sup>3</sup>/Jahr), welche notwendig ist, um die Ansprüche von Tieren und Pflanzen an ihre Lebensräume zu erfüllen. Sie entspricht ungefähr 80% der Geschiebefracht, die im natürlichen Zustand des Fließgewässers vorhanden wäre (Referenzzustand). **Die höchste Wertstufe bei Teilkriterium 5.2 erreichen nur Gewässer mit völlig naturbelassenem Geschiebetrieb, was vor allem auf höher gelegene Gewässer ausserhalb des Siedlungsraumes und ohne jegliche Nutzung zutrifft. Talflüsse und Gewässer des Mittellandes erreichen diese Wertstufe selten.** Die Wertstufen für das Teilkriterium 5.2 sind in Tab. 25 aufgeführt.

Tab. 25: Ausprägungen Teilkriterium 5.2 «Geschiebedynamik»

Beeinträchtigung Geschiebetrieb	Geschiebeführung (nach GEKOBÉ 2014)	Ausprägungen
Sehr starke	~ Null	Geschiebetrieb nahezu vollständig unterbrochen (Talsperre, Laufkraftwerke Mittellandflüsse, keine Seitenerosion), überwiegend Uferverbauungen oder Dämme, vollkommen eingeschränkte Seitenerosion, grosser Geschieberückhalt u.a. durch Schwellen
Starke	< 50% der erforderlichen Geschiebeführung	Geschiebetrieb stark beeinträchtigt (nur bei sehr hohen Abflüssen oder Spülungen/Entleerungen gewährleistet), abschnittsweise Uferverbauungen oder Damm, eingeschränkte Seitenerosion, punktueller Geschieberückhalt durch Schwellen, Reduktion um > 50% gegenüber Referenzzustand
Wesentliche	≥ 50% der erforderlichen Geschiebeführung	Geschiebetrieb beeinträchtigt (Fassung, Geschiebesammler), teilweise mittlere bis grosse Verzögerung. Reduktion um 20-50% gegenüber dem potenziellen natürlichen Geschiebeaufkommen
Geringe	≥ erforderliche Geschiebeführung	Geschiebetrieb mehrheitlich naturnah, Geschiebefracht entspricht etwa 80% der Fracht im Referenzzustand, keine Uferverbauungen, tolerierte natürliche Prozesse wie Seitenerosion oder Sedimentation
Keine	≥ Geschiebeführung im Referenzzustand	Geschiebetrieb naturbelassen, keine Defizite vorhanden. Weitgehend unbeeinflusstes Einzugsgebiet

Ein Geschiebetrieb, der durch natürliche Faktoren reduziert ist (z.B. Seeausflüsse), wird **nicht** als Beeinträchtigung gewertet. Inwieweit Gletscherseen im Hochgebirge als natürlich zu bewerten sind, muss im Einzelfall geprüft werden. Sie können bedingt durch den Klimawandel erst kürzlich entstanden sein und

Leitfaden

sowohl als Geschiebesenke als auch dämpfend auf Hochwasser wirken. Bei ansonsten naturnahen Gewässern könnte in solchen Spezialfällen für K5.2 eine Zwischen-Wertstufe 4-5 angewendet werden.

Bei modernen Wasserfassungen wird bei Hochwasser i.d.R. die Fassung geöffnet, so dass die Geschiebedurchgängigkeit weiterhin grösstenteils gewährleistet ist. **Damit resultiert in der Gesamtbewertung von K5 also auch bei einer Unterschreitung der Restwassermenge nach Art. 31-33 GSchG nicht unbedingt eine sehr tiefe Wertstufe, weil Abfluss- und Geschiebeführung in Kombination miteinander bewertet werden** (siehe folgenden Abschnitt «Gesamtbewertung»).

**Gesamtbewertung Kriterium 5 «Abfluss- und Geschiebedynamik»**

Die Resultate aus den beiden Teilkriterien Abfluss- bzw. Geschiebedynamik werden zu einer Gesamtbewertung des Kriteriums K5 kombiniert. Wie die sechs Wertstufen in Abhängigkeit der beiden Teilkriterien vergeben werden, ist in Tab. 26 und Tab. 27 beschrieben.

**Die höchste Wertstufe (Stufe 5) kann gemäss der generellen BESBF-Logik nur für Gewässer vergeben werden, die hinsichtlich beider Teilkriterien (Abfluss und Geschiebe) völlig naturbelassen sind und zusätzlich auch ein hohes Potenzial für dynamische Prozesse aufweisen.** Ein solches ist beispielsweise in naturnahen Schwemmebenen oder in Auenlebensräumen vorhanden, wo das Gewässer genügend Raum für morphogene Prozesse hat. Künstliche Restriktionen wie Uferverbauungen oder Nutzungen im Gewässerraum (Brücken, Strassen, Gebäude, weitere Infrastruktur), Nutzungsdruck (z.B. Landwirtschaft) oder Massnahmen zum Geschieberückhalt wirken hier limitierend. In gewissen Spezialfällen können aber auch natürliche Gegebenheiten bezüglich Dynamik einschränkend wirken. **So werden beispielsweise steile, naturbelassene Gewässer in Schluchten mit anstehendem Fels trotz unbeeinflusstem Geschiebe- und Abflussregime nicht mit Wertstufe 5 bewertet, da in solchen Abschnitten oftmals ein eingeschränktes Potenzial für morphogene Prozesse besteht.** Die Wertstufe 0 für stark degradierte Gewässer bedingt ein künstliches Trockenfallen des Gewässers (temporär oder dauernd) und einen deutlich beeinträchtigten Geschiebetrieb. Unterhalb von Wasserfassungen mit nutzungsbedingtem, temporärem Trockenfallen, jedoch mit Geschiebetrieb bei Hochwasser (Wehrüberfall, Öffnung Grundablass) resultiert die Wertstufe 1.

Tab. 26: Wertstufen Kriterium 5 «Abfluss- und Geschiebedynamik»

Abflusssdynamik (K5.1) gemäss Hydmod-F	Geschiebedynamik (K5.2) gemäss GEKOB 2014					Wertstufe	Punkte
	Sehr starke Beeinträchtigung	Starke Beeinträchtigung	Wesentliche Beeinträchtigung	Geringe Beeinträchtigung	Keine Beeinträchtigung		
Künstl. trocken (temporär / dauernd)	Stufe 0	Stufe 0	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 1	0	0
Naturfern (Hydmod Klasse 5)	Stufe 1	Stufe 1	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 2	1	1
Stark verändert (Hydmod Klasse 4)	Stufe 2	Stufe 2	Stufe 2	Stufe 2	Stufe 2	2	2
Wesentlich verändert (Hydmod Klasse 3)	Stufe 2	Stufe 2	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 3	3	4
Wenig verändert (Hydmod Klasse 2)	Stufe 2	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 4	4	8
Natürlich / naturnah (Hydmod Klasse 1)	Stufe 3	Stufe 3	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 4	5	16
Naturbelassene Abfluss- und Geschiebedynamik (Stufe 4) <b>plus grosses Potenzial für morphogene dynamische Prozesse</b> vorhanden (z. B. Aufweitungen, Mäander, Schwemmebenen, Auen), keine morphologischen (natürlichen oder künstlichen) Restriktionen -> siehe Tab. 28						Stufe 5	

Leitfaden

Die höchste Wertstufe für das Kriterium 5 «Abfluss- und Geschiebedynamik» wird nur vergeben, wenn das beurteilte Gewässer den Parametern gemäss Tab. 27 entspricht. Es wird davon ausgegangen, dass grosse Restriktionen im Gewässerraum wie Infrastrukturanlagen von nationaler Bedeutung oder geschlossene Siedlungen und Industrieanlagen nur mit unverhältnismässigen Kosten beseitigt werden können.

Tab. 27: Kriterien zur Vergabe der Wertstufen 4 und 5 für K5

Wertstufe 4	Abfluss- und Geschiebedynamik naturnah oder geringfügig beeinträchtigt
	Steiles Gewässer (> 15% Gefälle), mit gestreckter Linienführung, teils auf anstehendem Fels («Geschiebetransit»). Teils ist nur eine Erosion der Ufer oder Seitenhänge möglich. Mässig steiles Gewässer (5-15% Gefälle), maximal Zwischenstufe 4-5.
	Flacher Abschnitt, wo sich die Dynamik von Erosion und Sedimentation ökologisch auswirken kann, z.B. bei Aufweitungen, Flachstrecken, Verzweigungen, Mäandern oder Auengebieten etc., aber Restriktionen vorhanden wie Uferverbauungen, fehlende/beeinträchtigte Ufervegetation, Nutzungen im Gewässerraum wie Strassen, Brücken, (Fuss-)Wege, Landwirtschaft oder Geschieberückhaltmassnahmen.
Wertstufe 5	Abfluss- und Geschiebedynamik naturnah, einzigartiger Abschnitt mit hohem Potenzial für morphogene Prozesse
	Keine natürlichen Restriktionen: hohes Potenzial für dynamische Prozesse wie in naturnahen Schwemmebenen oder Auenlebensräumen mit genügend Raum; i. d. R. flacher Abschnitt (< 5% Gefälle), wo sich die Dynamik von Erosion und Sedimentation ökologisch auswirken kann; Wiederherstellung Auendynamik, Überschwemmungs-, Erosions- und Sedimentationsprozesse möglich.
	Keine künstlichen Restriktionen vorhanden wie Uferverbauungen oder Nutzungen im Gewässerraum (Brücken, Strassen, Gebäude, weitere Infrastruktur), Nutzungsdruck (Landwirtschaft) oder Geschieberückhaltmassnahmen,
	Oder: künstliche Restriktionen wie Einzelgebäude oder lokale Infrastrukturanlagen werden im Rahmen des Projekts beseitigt.
	Mindestlänge- bzw. -grösse ist gegeben: Bach > 500 m; Fluss beidseitig > 1000 m oder > 5 ha

**Plausibilitätskontrolle zum Ergebnis Kriterium 5 «Abfluss- und Geschiebedynamik»**

Im **Anhang 6.5** sind fünf Bewertungsbeispiele zum Kriterium 5 aufgeführt inkl. Aggregation der Wertstufen über die Teilkriterien K5.1 und K5.2. Dabei wurde die Wertstufe aufgrund von einfach zugänglichen Informationen und Merkmalen zum Gewässerabschnitt vergeben – ohne eine Anwendung von HYDMOD-F. Diese Beispiele zeigen, dass das Kriterium 5 auch ohne HYDMOD-F funktionieren kann. Sie lassen sich auch für eine grobe Plausibilitätskontrolle des Bewertungsergebnisses heranziehen.

### 4.3 Berechnung Punktebilanz

Nachdem die Wertstufen der einzelnen Kriterien K3 bis K5 festgelegt worden sind, erfolgt die eigentliche Bewertung und Bilanzierung zwischen Ausgangs- und Endzustand. Die einzelnen Schritte von der Bewertung bis zur Bilanzierung sind in den folgenden Kap. 4.3.1 bis 4.3.5 ausführlich beschrieben.

Das Vorgehen ist in Abb. 27 , Abb. 28 und Abb. 29 grafisch dargestellt.

Abb. 27: Detail Ablaufdiagramm Berechnung Biotopwert Ausgangszustand  
(gilt gleichermaßen für Eingriffs- und Ersatzflächen)



Abb. 28: Detail Ablaufdiagramm Berechnung Biotopwerte Endzustand

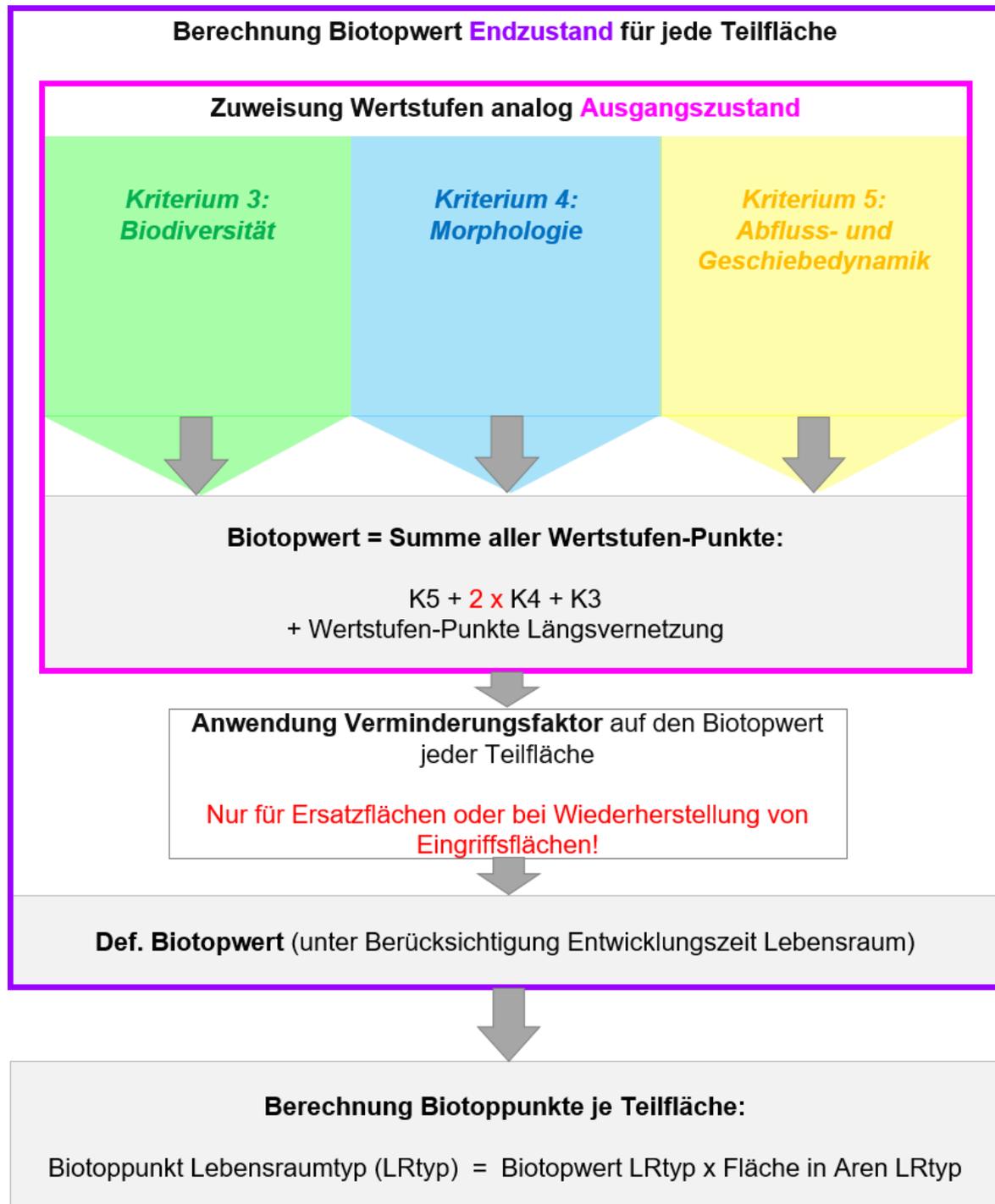
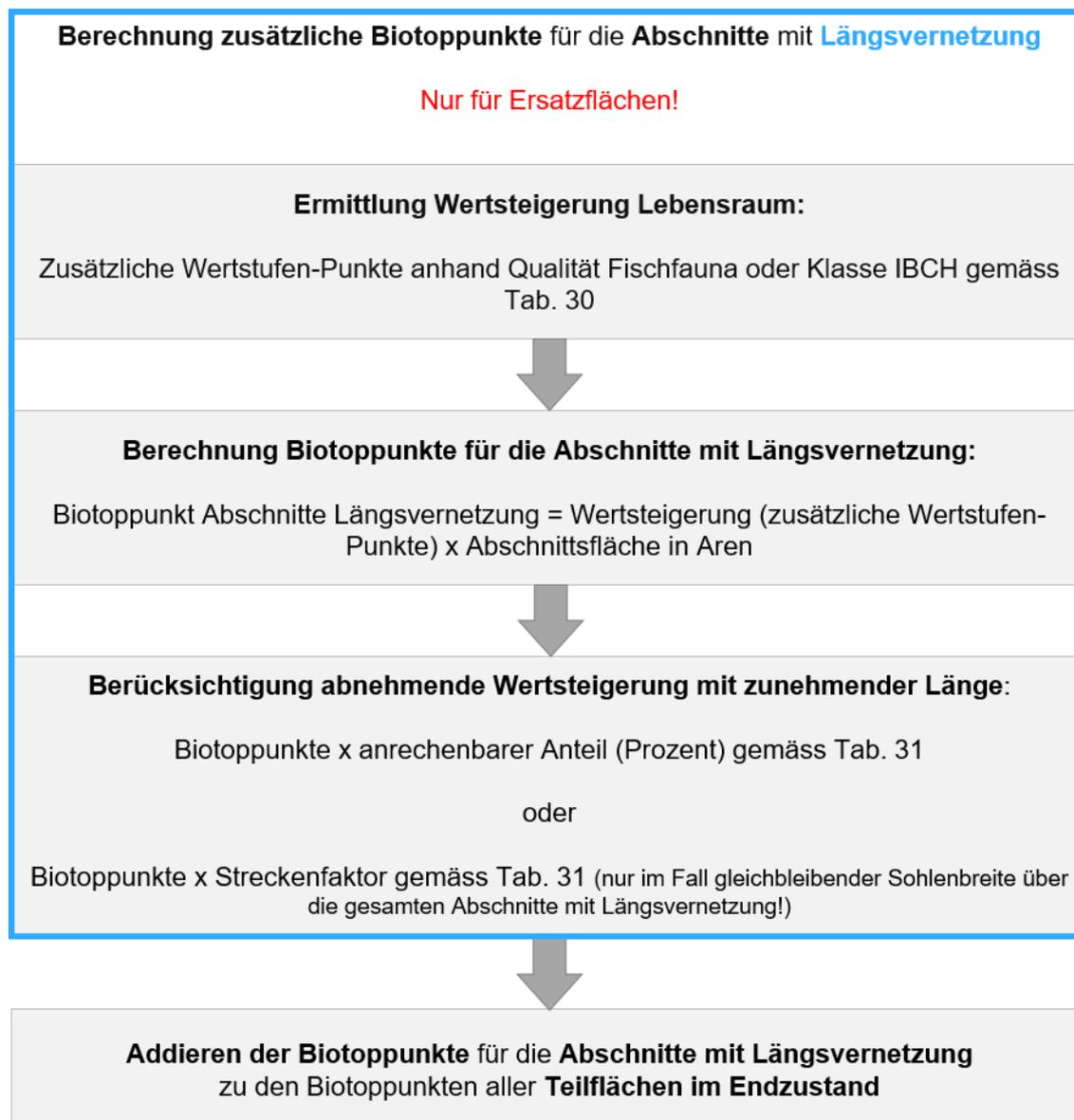


Abb. 29: Detail Berechnung zusätzliche Biotoppunkte pro Abschnitt mit Längsvernetzung



In der bereitgestellten Kalkulationstabelle wird die Berechnung von Wertstufen-Punktzahl, Biotopwert und Biotoppunkten automatisch vorgenommen. Voraussetzung dafür ist die manuelle Eingabe von Wertstufen und der Flächengrösse der Teilflächen sowie der Verminderungsfaktoren für die Teilflächen bzw. Lebensräume im Endzustand.

#### 4.3.1 Berechnung des Biotopwerts eines Lebensraums

**Der Biotopwert drückt die Qualität eines Lebensraums (bzw. einer Teilfläche) aus.** Er wird anhand der Wertstufen der drei Bewertungskriterien ermittelt. Für jedes einzelne Bewertungskriterium resultiert zunächst eine Wertstufen-Punktzahl. Diese Punktzahlen werden anschliessend über alle drei Kriterien zum Biotopwert für den betrachteten Lebensraum aufsummiert.

Aus drei Kriterien und jeweils fünf Wertstufen (ohne die sechste Wertstufe 0 gerechnet) ergeben sich 125 mögliche Kombinationen von Wertstufen und ein theoretischer Wertebereich von 4 bis 64 Punkten gemäss Punkteskala (Tab. 8).

## Doppelte Gewichtung Kriterium 4

Im Gegensatz zu BESB<sub>T</sub> wird bei BESB<sub>F</sub> in der Regel nicht das Kriterium K3 «Biodiversität», sondern das Kriterium K4 «Morphologie» doppelt bewertet, sowohl im Ausgangszustand als auch im Endzustand. Die doppelte Gewichtung des Kriteriums 4 ist in der elektronischen Kalkulationstabelle bereits so programmiert.

Für diese doppelte Gewichtung sind drei - mehrheitlich praktische - Gründe massgeblich:

- Während die Bedingungen (Standort, Strukturen, Bewirtschaftung, Vernetzung) für die Ansiedlung von Arten in terrestrischen Lebensräumen gut bekannt sind, ist es ungleich schwieriger, die Besiedlung von neu geschaffenen aquatischen Lebensräumen durch bestimmte Organismen zu prognostizieren oder gar zu planen.
- Für die Bewertung des Kriteriums K3 «Biodiversität» sind die notwendigen Daten zu Gewässerorganismen (insbesondere Makrozoobenthos und Fische) häufig nicht oder nicht in der erforderlichen Qualität verfügbar. Daten zur Ökomorphologie hingegen sind relativ einfach in guter Qualität zu erheben und liegen für weite Teile des Fliessgewässernetzes der Schweiz bereits vor.
- Die Qualität der Morphologie ist bereits ein grober Indikator für die Artenvielfalt des entsprechenden Fliessgewässerabschnitts.

**Es gibt allerdings bestimmte Situationen, in denen es sinnvoll ist, anstelle der Morphologie das Kriterium 3 «Biodiversität» doppelt zu gewichten.** Dies trifft zu,

- wenn mit artspezifischen Fördermassnahmen Arten der Roten Liste oder National Prioritäre Arten begünstigt werden können (z.B. Ansiedlung ausgedehnter Laichkraut-Bestände in Stillwasser-Bereichen oder Erweiterung des Lebensraums für eine gefährdete Art mit Reproduktionsnachweis) oder
- wenn die Datengrundlage zur Biodiversität ausserordentlich gut ist (ausführliche Erhebungen zu mehreren Artengruppen vorliegend).

## Biotopwert Null

Naturferne Gewässerabschnitte, die für gewässertypische Organismen kaum nutzbar sind, können auch geringere Biotopwerte als die Punktzahl 4 erhalten. Im Extremfall sinkt der Biotopwert auf «0». Ein solcher Wert gilt per Definition für komplett verbaute, versiegelte Gewässersohlen und -ufer oder eingedolte Gerinne oder wiederholt durch Wasserentnahmen trockenfallende Gewässer.

## Zwischen-Wertstufen

Die Wertstufen 0 bis 5 lassen sich aufgrund der Definition meist eindeutig ermitteln. Es gibt jedoch Grenzfälle, wo dies nicht gelingt. Aufgrund der exponentiellen Skala hat die Zuordnung der Wertstufen besonders bei den höheren Wertstufen 3 bis 5 und grossen Teilflächen grosse Auswirkungen auf den Biotopwert bzw. die Biotoppunkte einer Teilfläche. Deshalb sollen in Fällen, wo keine eindeutige Zuordnung der Wertstufe möglich ist, Zwischen-Wertstufen verwendet werden (Tab. 28). Insbesondere beim Kriterium 4 «Morphologie» können Zwischen-Wertstufen dann sinnvoll sein, wenn eine reine Mittelwertbildung über mehrere Kriterien nicht sachgerecht ist. Dies kann zum Beispiel zutreffen, wenn einzelne der sechs Teilkriterien von K4 höher zu gewichten sind als andere.

## Leitfaden

Tab. 28: Punktzahl je Zwischen-Wertstufe und Kriterium

	Kriterium 3 Biodiversität	Kriterium 4 Morphologie	Kriterium 5 Abfluss- und Geschiebe- dynamik
Wertstufe 2-3	3	6	3
Wertstufe 3-4	6	12	6
Wertstufe 4-5	12	24	12

Werden Zwischen-Wertstufen verwendet, sind die Gründe dafür nachvollziehbar zu erläutern.

### 4.3.2 Längsvernetzung

Eine Längsvernetzung im Sinne von BESBF liegt dann vor, wenn Wanderhindernisse für Fische und Krebse entfernt werden, so dass die ober- und unterhalb des Hindernisses liegenden Gewässerabschnitte für Fische und Krebse neu zugänglich werden. Wichtig: Eine Längsvernetzung wird unabhängig von allfälligen weiteren (Aufwertungs-)Massnahmen beurteilt, die in demselben Abschnitt erfolgen.

Das Besondere an der Längsvernetzung ist, dass die Massnahme (Entfernen eines Hindernisses) weit über den Bereich hinaus wirksam ist, an der Veränderungen der Hydrologie oder der Morphologie erfolgen. Deshalb muss die Längsvernetzung gesondert beurteilt werden.

**Der Effekt der Längsvernetzung wird für die gesamten Fließgewässerabschnitte beurteilt, auf welche sie sich auswirkt. Die zusätzlichen Punkte für die Längsvernetzung ergeben sich durch eine Punktzahl für die Wertsteigerung des Lebensraums multipliziert mit einer Flächenausdehnung (gemäss Reichweite der Wertsteigerung, abnehmend mit grösserer Distanz zum entfernten Hindernis). Diese Punktzahl wird zur Summe der Biotoppunkte im Endzustand addiert (siehe Abb. 29).**

#### Grundsätze für die Bewertung

- Durch den Rückbau eines Hindernisses wird grundsätzlich der gesamte anschliessende Gewässerabschnitt bis zum nächstfolgenden Hindernis aufgewertet. Deshalb wird dieser gesamte Streckenabschnitt für die Bewertung längsvernetzender Massnahmen betrachtet.
- Bei der Bewertung der Längsvernetzung von Fließgewässern wird primär eine fischereibiologische Sicht eingenommen. Für viele Wirbellose sind Hindernisse wie Abstürze oder Staustufen ein viel geringeres Problem. Allenfalls sind auch Krebse für die Bewertung relevant, wobei dort Krebspest und invasive gebietsfremde Arten die Bewertung wesentlich beeinflussen können.
- Längsvernetzung bringt aus Sicht der Fischfauna immer einen Mehrwert, sofern einheimische Fische im Gewässer vorhanden sind – oder zumindest potenziell dort leben können. Alle einheimischen Fischarten der Fließgewässer wandern mehr oder weniger regelmässig entlang des Flusslaufs. Diese Bewegungen flussauf- und -abwärts kommen in verschiedenen Entwicklungsphasen des Fisches vor. Oft haben sie Habitatwechsel zum Ziel, die für den Ablauf des Lebenszyklus unerlässlich sind.
- Hindernisse verwehren den Fischen den Zugang zu einem Gewässerabschnitt. Für die Bewertung wird davon ausgegangen, dass die Besiedlung abgetrennter Gewässerabschnitte vom tieferliegenden (artenreicheren) Abschnitt flussaufwärts in aufwärts gelegene (artenärmere) Abschnitte hinein erfolgt. Kleinere Gewässer werden damit ausgehend von den grösseren Gewässern erschlossen. Der Wertzuwachs wird deshalb nur für den Abschnitt oberhalb des ehemaligen Hindernisses berechnet. In Situationen, wo die Besiedlung nachgewiesenermassen in die umgekehrte Richtung stattfindet, darf die Bewertung umgekehrt erfolgen. Der Wertzuwachs würde in diesem Fall für den

## Leitfaden

flussabwärts gelegenen Gewässerabschnitt berechnet. **Generell gilt: Der Wertzuwachs wird für den artenärmeren Flussabschnitt ermittelt - gewöhnlich für den aufwärts liegenden Abschnitt.**

- e) Wird der positive Effekt der Vernetzung bewertet, sind zwei Aspekte zu unterscheiden:
- das Ausmass, in dem die Qualität des Fischlebensraums durch die Vernetzung gesteigert wird (als Steigerung des Biotopwerts für den betroffenen Abschnitt zu interpretieren),
  - die Reichweite, mit der die vernetzende Massnahme wirkt (Abschnittslänge, für den die Steigerung des Biotopwerts resultiert).

### Ausmass der Wertsteigerung

Die Wertsteigerung pro Flächeneinheit (Are) soll davon abhängen

1. wie viele Fischarten vom Abbau des Hindernisses profitieren,
2. ob ein Mindestumfang an neuem Lebensraum erschlossen wird, der für die Fische nutzbar ist,
3. wie hoch die Qualität der neu verbundenen Fischlebensräume ist.

Diese drei Kriterien sollen entscheiden, wie hoch die Wertsteigerung pro Are ausfällt. Die Wertsteigerung kann 2, 4, 8 oder 16 Punkte pro Are betragen. Welcher Punktezuwachs verwendet wird, wird nach den Kriterien gemäss Tab. 29 festgelegt (definiert nach fischökologischen Aspekten). Diese Wertsteigerung wird später mit der anrechenbaren Fläche des vernetzten Gewässerabschnitts multipliziert. So ergeben sich zusätzliche Biotoppunkte, welche zu den Biotoppunkten aller Teilflächen im Endzustand addiert werden und so in die Punktbilanz einfließen (siehe Abb. 29).

Die Wertsteigerung durch Längsvernetzung lässt sich mit der Erhöhung der Wertstufe eines Beurteilungskriteriums vergleichen: Eine erhöhte Wertstufe führt dazu, dass im Endzustand mehr Punkte vorhanden sind als im Ausgangszustand. Die Stufen der Wertsteigerung entsprechen denn auch genau den Punktesprüngen, die durch die Übergänge der Wertstufen beim Kriterium 3 entstehen würden (siehe Tab. 29, erste Spalte). Dementsprechend lässt sich die Längsvernetzung auch mit der elektronischen Tabellenvorlage ganz einfach in die Bilanz integrieren.

### Bewertungsschlüssel Wertsteigerung Fließgewässerabschnitt

Obige Kriterien für die Wertsteigerung sollen miteinander kombiniert zur Anwendung kommen (siehe Tab. 29).

Überlegungen zum Vorgehen:

Um eine bestimmte Wertsteigerung zu erreichen, werden Bedingungen (Spalte «Bedingungen, Situation Gewässer» in Tab. 29) an den Artenzuwachs (Punkt 1) und / oder an die Qualität des neu erschlossenen Gewässerabschnitts (Punkte 2 und 3) gestellt. **Für eine hohe Wertsteigerung müssen entweder viele Fischarten oder gefährdete Fischarten vom Hindernisabbau profitieren (d.h. in den oberstrom erschlossenen Gewässerabschnitt einwandern können) oder die Qualität des Lebensraums im neu erschlossenen Abschnitt muss hoch sein.** Fischartenzuwachs und Lebensraumqualität mit einer «Entweder-Oder-Abfrage» zu trennen macht deshalb Sinn, weil der Fischartenreichtum kleiner und schnellfliessender Gewässer naturgemäss limitiert ist. Diese Gewässer können keine hohen Artenzahlen erreichen, dennoch soll auch für diese Gewässer (u.a. alle Gewässer der Forellenregion) ein hoher Punktezuwachs erreichbar sein. Dies ist über eine hohe Lebensraumqualität des neu erschlossenen Abschnitts möglich.

**In den Fällen, wo Angaben zu den im Fließgewässer vorhandenen Fischarten fehlen und eine entsprechende Erhebung unverhältnismässig ist, lässt sich die Wertsteigerung grob anhand der Fischregion und wenigen weiteren Merkmalen festlegen.** Diese Zuweisung ist in der Spalte «Fischregion» der Tab. 29 beschrieben. Von diesem groben Ansatz ausgeschlossen sind Fälle mit sehr hohem Punktezuwachs (+16 Punkte). Dort sind gute Datengrundlagen zwingend.

Der Bewertungsschlüssel über Fischregionen rechtfertigt sich durch den Umstand, dass die Fischregionen klar mit der zu erwartenden Artenvielfalt an Fischen verknüpft sind. Eine Schätzung der maximalen Artenzahlen gemäss Tabelle in **Anhang 6.3.2** ergibt (exkl. Arten der Südschweiz):

- Forellenregion: 6 Charakterarten; potenziell 7 zusätzliche Begleitarten

Leitfaden

- Äschenregion: 17 Charakterarten; potenziell 6 zusätzliche Begleitarten
- Barbenregion: 24 Charakterarten; potenziell 6 zusätzliche Begleitarten
- Brachmenregion: 21 Charakterarten; potenziell 2 zusätzliche Begleitarten

Tab. 29: Schlüssel für die Vergabe der Wertsteigerung bei längsvernetzenden Massnahmen

Zuwachs Wertstufen-Punkte	Bedingungen, Situation Gewässer	Fischregion
+2 Punkte <u>Zum Vergleich:</u> Entspricht dem Zuwachs in der Gröszenordnung der Erhöhung von Stufe 2 → 3 des Kriteriums 3, zu 50%	1) Der neu erschlossene Abschnitt wird nach Abbau des Hindernisses durch keine neuen einheimischen Fischarten besiedelt, <u>und</u> 2) der neu erschlossene Abschnitt ist < 1 km lang oder sein IBCH° ist schlechter als «mässig».	Forellenregion
+4 Punkte <u>Zum Vergleich:</u> Entspricht Erhöhung Stufe 2 → 3 zu 100%	1) <u>Entweder:</u> Der neu erschlossene Abschnitt wird durch keine neuen einheimischen Fischarten besiedelt, aber der Abschnitt ist > 1 km lang und sein IBCH° mindestens «mässig» 2) <u>oder:</u> Der erschlossene Abschnitt durch maximal 2 neue einheimische Fischarten besiedelt, wobei keine davon gefährdet (RL°°).	Forellenregion (und > 1 km Streckenlänge)
+8 Punkte <u>Zum Vergleich:</u> Entspricht einer Erhöhung der Stufe 3 → 4	1) <u>Entweder:</u> Der neu erschlossene Abschnitt wird durch keine neuen Fischarten besiedelt, aber der Abschnitt ist >1 km lang und sein IBCH° mindestens «mässig» <u>und</u> der Bestand mindestens einer gefährdeten Fischart profitiert 2) <u>oder</u> durch mehr als zwei neue einheimische Fischarten besiedelt 3) <u>oder</u> durch mindestens eine neue gefährdete Fischart besiedelt (RL°°).	Äschen- oder Barben- oder Brachmenregion (sofern IBCH* mindestens «mässig»)
+16 Punkte <u>Zum Vergleich:</u> Entspricht einer Erhöhung der Stufe 4 → 5	1) Der IBCH° des neu erschlossenen Abschnitts ist «gut» bis «sehr gut» <u>und</u> der neu erschlossene Abschnitt wird... 2) <u>entweder</u> mindestens durch sechs neue einheimische Fischarten besiedelt 3) <u>oder</u> durch mindestens drei neue gefährdete Fischarten besiedelt (RL°°).	Keine Zuweisung der Wertstufe allein aufgrund der Fischregion möglich

IBCH°: Qualitätsklassen gemäss BAFU (2019)

RL°°: Arten der Roten Liste mit Gefährdungsstatus VU od. höher (d.h. ohne Status NT).

### Reichweite der Wertsteigerung (Flächenausdehnung)

**Durch den Rückbau eines Hindernisses wird grundsätzlich der gesamte anschliessende Gewässerabschnitt bis zum nächstfolgenden Hindernis aufgewertet. Auf dieser gesamten Strecke ist eine Wertsteigerung vorhanden. Die Wertsteigerung nimmt aber mit zunehmender Distanz zum Hindernis ab.** Denn: Je grösser die Distanz zum entfernten Hindernis wird, desto geringer ist der Anteil der Fische, die neu stromaufwärts bis dorthin gelangen und diesen Lebensraum nutzen werden. Unmittelbar beim Hindernis sind 100% der Steigerung des Biotopwerts aus Tab. 29 anrechenbar, während mit zunehmender Distanz dieser Anteil allmählich abnimmt und gegen Null strebt (Abb. 30).

Leitfaden

Nur zu wenigen Fischarten liegen genauere Kenntnisse zu Distanzen betreffend Aktionsradius und Wanderbewegungen vor. Um für die Zuordnung einer Reichweite der Wertsteigerung keine Scheingenaugigkeit zu erzeugen, werden die Fischarten einer von drei groben Kategorien zugeordnet:

Kat. 1 = kaum Wanderbedürfnis, kleine Lebensräume oder Aktionsradien,

Kat. 2 = kaum Wanderbedürfnis, aber grosse Lebensräume oder Aktionsradien zutreffend,

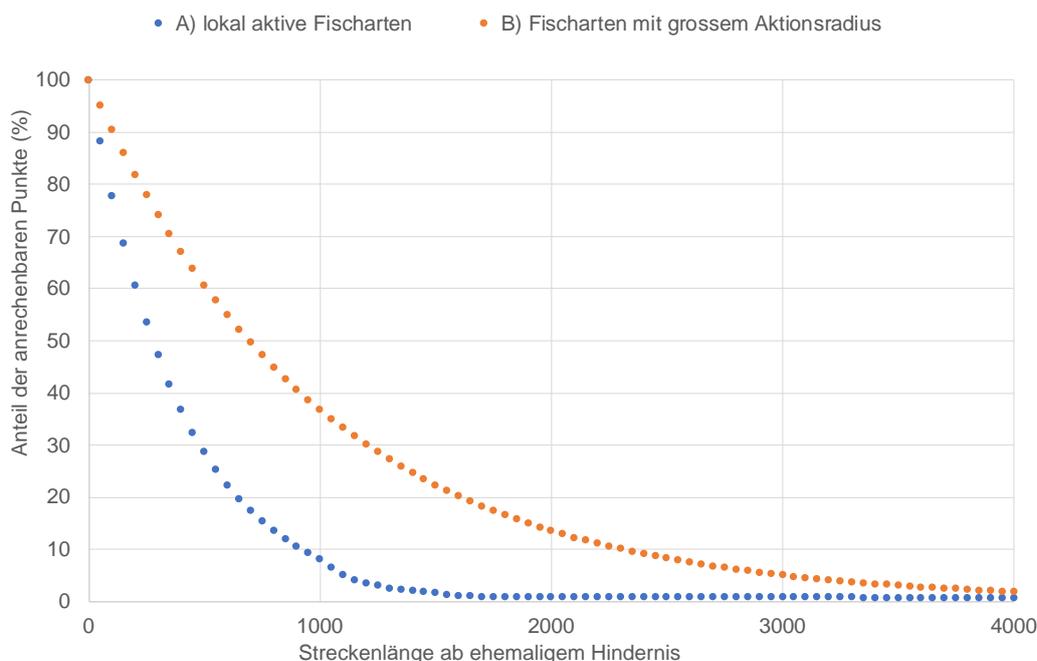
Kat. 3 = Wanderungen finden über grössere Distanzen (>>1 km) statt und sind für die Fortpflanzung essentiell.

Die Zuordnung der Fischarten zu den drei Kategorien erfolgt gemäss der Tabelle in **Anhang 6.3.1**. Für das Bewerten der Längsvernetzung werden die Kategorien 2 und 3 zusammengelegt, so dass nur lokal aktive Fischarten einerseits (Kat. 1) von Fischarten mit grossen Aktionsradien und / oder relevanten Wanderbewegungen andererseits (Kat. 2 und 3) unterschieden werden.

Die Reichweite der Wertsteigerung wird für diese zwei Gruppen mit zwei separaten Distanz-Punkte-Funktionen ermittelt (Abb. 30). Die Kurven geben an, welcher Anteil der Wertsteigerung je nach Distanz vom Hindernis noch angerechnet wird. Wann welche der beiden Kurven angewendet wird, ist im Detail wie folgt festgelegt:

- Kurve A gemäss Abb. 30 wird angewendet, wenn ausschliesslich lokal aktive Fischarten profitieren (Kat. 1 gemäss Anhang 6.3.1). Kurve A berücksichtigt eine Wertsteigerung bis zirka einen Kilometer Distanz ab ehemaligem Wanderhindernis.
- Kurve B gemäss Abb. 30 wird angewendet, wenn mindestens eine einheimische Fischart mit grösserem Aktionsradius profitiert (Kat. 2 und Kat. 3 gemäss Anhang 6.3.1). Kurve B berücksichtigt eine Wertsteigerung bis rund drei Kilometer Distanz ab ehemaligem Wanderhindernis. Der erzielte Punktezuwachs bei langen Gewässerabschnitten ist verglichen mit der Kurve A rund doppelt so hoch.
- In Tab. 30 sind für die beiden Kurven A und B die distanzabhängigen Streckenfaktoren aufgeführt, welche für eine vereinfachte Berechnung der Wertsteigerung verwendet werden können (funktioniert nur bei konstanter Sohlenbreite im ganzen Fließgewässerabschnitt).

Abb. 30: Wertzuwachs in Abhängigkeit der neu besiedelbaren Fließstrecke



Leitfaden

Tab. 30: Distanzabhängige %-Anteile anrechenbarer Punkte sowie Streckenfaktoren bei Längsvernetzung

Streckenlänge (m)	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
Punkteanteil gemäss Kurve A	100	88.2	77.9	68.7	60.6	53.5	47.2	41.6	36.7	32.4	28.6	25.2	22.3	19.7	17.3	15.3
Streckenfaktor gemäss Kurve A		1.00	0.94	0.89	0.84	0.79	0.75	0.71	0.67	0.64	0.61	0.58	0.55	0.53	0.50	0.48
Punkteanteil gemäss Kurve B	100	95.1	90.5	86.1	81.9	77.9	74.1	70.5	67.0	63.7	60.6	57.7	54.9	52.2	49.6	47.2
Streckenfaktor gemäss Kurve B		1.00	0.98	0.95	0.93	0.91	0.89	0.86	0.84	0.83	0.81	0.79	0.77	0.75	0.74	0.72
Streckenlänge (m)		800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500
Punkteanteil gemäss Kurve A		13.5	11.9	10.5	9.3	8.0	6.5	5.1	4.0	3.5	3.0	2.5	2.2	2.0	1.8	1.6
Streckenfaktor gemäss Kurve A		0.46	0.44	0.42	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27
Punkteanteil gemäss Kurve B		44.9	42.7	40.6	38.7	36.8	35.0	33.3	31.6	30.1	28.6	27.2	25.9	24.6	23.4	22.3
Streckenfaktor gemäss Kurve B		0.71	0.69	0.68	0.66	0.65	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53
Streckenlänge (m)		1550	1600	1650	1700	1750	1800	1850	1900	1950	2000	2050	2100	2150	2200	2250
Punkteanteil gemäss Kurve A		1.3	1.1	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8
Streckenfaktor gemäss Kurve A		0.26	0.26	0.25	0.24	0.24	0.23	0.22	0.22	0.21	0.21	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19
Punkteanteil gemäss Kurve B		21.2	20.2	19.2	18.3	17.4	16.5	15.7	14.9	14.2	13.5	12.9	12.2	11.6	11.1	10.5
Streckenfaktor gemäss Kurve B		0.52	0.51	0.50	0.49	0.48	0.48	0.47	0.46	0.45	0.44	0.44	0.43	0.42	0.41	0.41
Streckenlänge (m)		2300	2350	2400	2450	2500	2550	2600	2650	2700	2750	2800	2850	2900	2950	3000
Punkteanteil gemäss Kurve A		0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Streckenfaktor gemäss Kurve A		0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14
Punkteanteil gemäss Kurve B		10.0	9.5	9.1	8.6	8.2	7.8	7.4	7.1	6.7	6.4	6.1	5.8	5.5	5.2	5.0
Streckenfaktor gemäss Kurve B		0.40	0.39	0.39	0.38	0.38	0.37	0.36	0.36	0.35	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32
Streckenlänge (m)		3050	3100	3150	3200	3250	3300	3350	3400	3450	3500	3550	3600	3650	3700	3750
Punkteanteil gemäss Kurve A		0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Streckenfaktor gemäss Kurve A		0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11
Punkteanteil gemäss Kurve B		4.7	4.5	4.3	4.1	3.9	3.7	3.5	3.3	3.2	3.0	2.9	2.7	2.6	2.5	2.3
Streckenfaktor gemäss Kurve B		0.32	0.32	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27
Streckenlänge (m)		3800	3850	3900	3950	4000	4050	4100	4150	4200	4250	4300	4350	4400	4450	4500
Punkteanteil gemäss Kurve A		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Streckenfaktor gemäss Kurve A		0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Punkteanteil gemäss Kurve B		2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1
Streckenfaktor gemäss Kurve B		0.26	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23
Streckenlänge (m)		4550	4600	4650	4700	4750	4800	4850	4900	4950	5000	5050	5100	5150	5200	5250
Punkteanteil gemäss Kurve A		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Streckenfaktor gemäss Kurve A		0.10	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08
Punkteanteil gemäss Kurve B		1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5
Streckenfaktor gemäss Kurve B		0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.19
Streckenlänge (m)		5300	5350	5400	5450	5500	5550	5600	5650	5700	5750	5800	5850	5900	5950	6000
Punkteanteil gemäss Kurve A		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
Streckenfaktor gemäss Kurve A		0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07
Punkteanteil gemäss Kurve B		0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
Streckenfaktor gemäss Kurve B		0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17
Streckenlänge (m)		6050	6100	6150	6200	6250	6300	6350	6400	6450	6500	6550	6600	6650	6700	6750
Punkteanteil gemäss Kurve A		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Streckenfaktor gemäss Kurve A		0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Punkteanteil gemäss Kurve B		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Streckenfaktor gemäss Kurve B		0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15
Streckenlänge (m)		6800	6850	6900	6950	7000	7050	7100	7150	7200	7250	7300	7350	7400	7450	7500
Punkteanteil gemäss Kurve A		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Streckenfaktor gemäss Kurve A		0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Punkteanteil gemäss Kurve B		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Streckenfaktor gemäss Kurve B		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14

### Ermittlung der Punkte

Um den durch die Längsvernetzung erzielten Punktezuwachs insgesamt zu ermitteln, wird die neu erschlossene Fließstrecke in Abschnitte von 50 Metern Länge aufgeteilt. Zuerst werden pro 50 m-Abschnitt die Wasserfläche und die zusätzlich anrechenbaren Punkte bestimmt. Je weiter man sich vom Hindernis entfernt, desto stärker sinkt gemäss Kurve die pro 50 m-Abschnitt anrechenbare Punktzahl. Das Vorgehen erfolgt über die gesamte Fließstrecke bis zum nächstfolgenden Hindernis oder bis zu einer Distanz, ab welcher die anrechenbare Punktzahl nahe 0 ist (ca. 2'000 m für Kurve A, ca. 4'000 m für Kurve B).

Die Summe dieser abschnittweisen Punktwerte ergibt den Punktezuwachs insgesamt. Im ersten Berechnungsbeispiel in Tab. 31 werden die errechneten 43 Punkte zu den Biotoppunkten aller Teilflächen im Endzustand dazugezählt.

Leitfaden

**In Fällen, wo die Sohlenbreite über den ganzen Fliessgewässerabschnitt konstant ist, kann eine vereinfachte Berechnung erfolgen:** Die Gesamtfläche des Abschnitts wird einfach mit dem distanzabhängigen Streckenfaktor (Faktorenwerte gemäss Tab. 30) und mit der Wertsteigerung gemäss Tab. 29 multipliziert.

Wie die Biotoppunkte berechnet werden, die sich aus einer wiederhergestellten Längsvernetzung ergeben, ist nachfolgend in zwei Anwendungsbeispielen beschrieben.

Berechnungsbeispiele einheitliche und variable Sohlenbreite

Angegeben sind die Zahlenwerte für einen 400 Meter langen Fliessgewässerabschnitt. Im ersten Beispiel ist die mittlere Sohlenbreite über den gesamten Abschnitt konstant. Hier ist eine vereinfachte Berechnung mittels Streckenfaktor möglich. Im zweiten Beispiel haben die acht 50 m-Abschnitte zum Teil unterschiedliche Sohlenbreiten. Hier müssen die zusätzlichen Punkte abschnittsweise berechnet und dann aufsummiert werden.

In diesen Beispielen ergeben sich im Endzustand (bei realisierter Längsvernetzung) 43 bzw. 48 Punkte, die in die Gesamtbilanz als Effekt der Längsvernetzung einfließen.

Tab. 31: Beispiele Bewertung Längsvernetzung mit einheitlicher bzw. variabler Sohlenbreite

<b>Beispiel mit <u>einheitlicher</u> Sohlenbreite</b>								
Angenommene Wertsteigerung: 2 Punkte								
	Abs. 1	Abs. 2	Abs. 3	Abs. 4	Abs. 5	Abs. 6	Abs. 7	Abs. 8
Streckenlänge (m), kumuliert	50	100	150	200	250	300	350	400
Mittlere Sohlenbreite (m)	8	8	8	8	8	8	8	8
Anrechenbarer Anteil (%) Punkte, Kurve A	100	88.2	77.9	68.7	60.6	53.5	47.2	41.6
Streckenfaktor	1	0.941	0.887	0.837	0.791	0.748	0.709	0.672
Wasserfläche (Aren), kumuliert	4	8	12	16	20	24	28	32
zusätzliche Punkte pro Abschnitt	8	7.1	6.2	5.5	4.9	4.3	3.8	3.3
<b>Punkte für ganze Strecke, kumuliert</b>	<b>8</b>	<b>15.1</b>	<b>21.3</b>	<b>26.8</b>	<b>31.6</b>	<b>35.9</b>	<b>39.7</b>	<b>43.0</b>
<p><i>Beispielhafte Berechnung der Punkte, z.B. Abs. 4: Fläche = 50 m x 8 m = 4 Aren, multipliziert mit 2 Punkten Wertzuwachs/Are = 8 Punkte, multipliziert mit dem anrechenbaren Anteil in 150-200 m Distanz gemäss Kurve A, Abb. 31 (68.7%) ergibt 5.5 Punkte für diesen Abschnitt. Die Summe der Punkte aller Abschnitte 1 bis 8 ergibt <b>43.0 Punkte</b>.</i></p> <p><i>Direkte Berechnung mit Streckenfaktor:                  32 Aren * 0.6722/Are * 2 Punkte = <b>43.0 Punkte</b></i></p>								
<b>Beispiel mit <u>variabler</u> Sohlenbreite</b>								
Angenommene Wertsteigerung: 2 Punkte								
	Abs. 1	Abs. 2	Abs. 3	Abs. 4	Abs. 5	Abs. 6	Abs. 7	Abs. 8
Streckenlänge (m), kumuliert	50	100	150	200	250	300	350	400
Mittlere Sohlenbreite (m)	8	6	6	10	15	12	9	9
Anrechenbarer Anteil (%) Punkte, Kurve A	100	88.2	77.9	68.7	60.6	53.5	47.2	41.6
Wasserfläche (Aren), kumuliert	4	7	10	15	22.5	28.5	33	37.5
zusätzliche Punkte pro Abschnitt	8	5.3	4.7	6.9	9.1	6.4	4.3	3.6
<b>Punkte für ganze Strecke, kumuliert</b>	<b>8</b>	<b>13.3</b>	<b>18.0</b>	<b>24.8</b>	<b>33.9</b>	<b>40.4</b>	<b>44.6</b>	<b>48.3</b>
<p><i>Direkte Berechnung mit Streckenfaktor nicht möglich (wegen variabler Sohlenbreite).</i></p>								

### Berechnungsbeispiel Längsvernetzung Zulg

Durch die geplante Absenkung der Müllerschwelle, die Erstellung eines Fischpasses und die damit erreichte Längsvernetzung der Zulg bis Choleri können Äsche und evtl. Barbe aus der Aare aufwärts wandern und die rund 5 km natürliche Zulgstrecke temporär nutzen. In den teilweise sehr flachen Abschnitten dürften sich Kleinst-Populationen auch dauerhaft etablieren. Mit Sicherheit wird ebenfalls die Seeforelle profitieren. Damit beträgt der Zuwachs der Wertstufen-Punkte +8 gemäss Tab. 29.

Die zusätzliche erschlossene Fließgewässerstrecke besitzt eine Länge von 5'036 m. Sie liegt in der unteren Forellenregion, langfristig werden weitere Aarefische von der neu erschlossenen Strecke profitieren. Damit ist die Kurve B gemäss Abb. 30 massgeblich. Die Zulg weist in den betroffenen Abschnitten eine konstante Sohlenbreite von 5 m auf. Damit kann auf die vereinfachte Berechnung mittels Streckenfaktor zurückgegriffen werden.

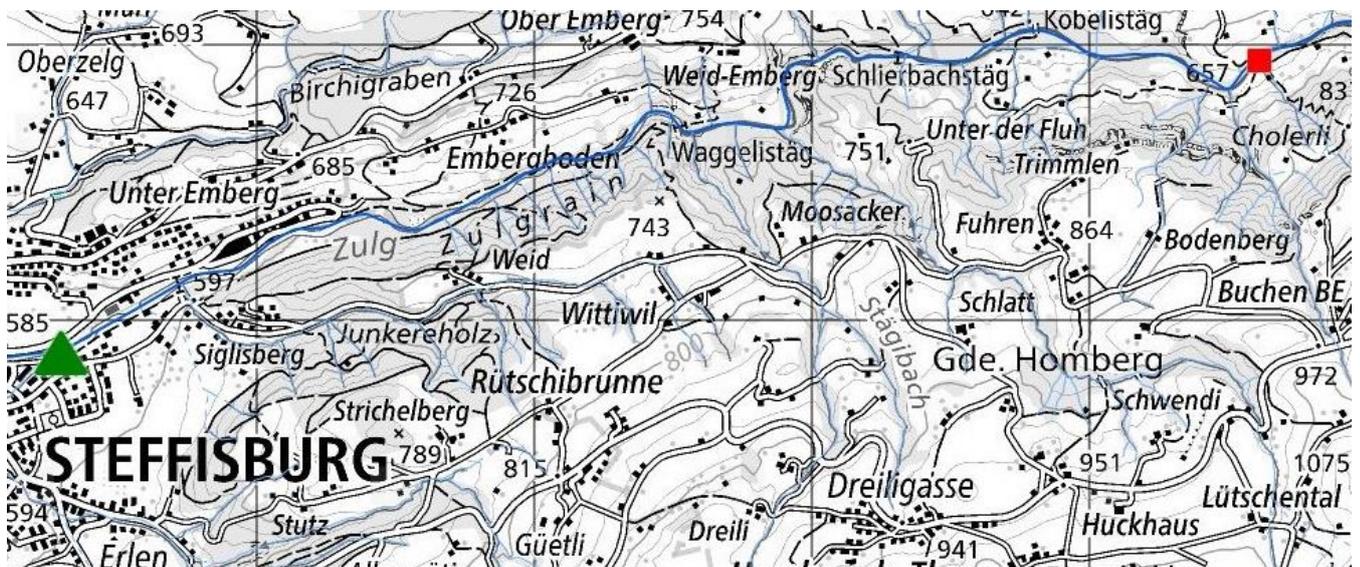
Die zusätzlichen 403 Biotoppunkte für die Abschnitte mit Längsvernetzung berechnen sich entsprechend wie folgt:

Fläche mit Längsvernetzung = 5'036 m (Streckenlänge) x 5 m (Sohlenbreite) = 25'180 m<sup>2</sup>

251.8 (Fläche in a) x 0.20 (Streckenfaktor Kurve B) = 50.36 (anrechenbarer Flächenanteil in a)

50.36 (anrechenbarer Flächenanteil in a) x 8 Wertstufen-Punkte = 403 zusätzliche Biotoppunkte.

Abb. 31: Längsvernetzung Zulg von Steffisburg bis Choleri



Tab. 32: Reichweite Wertsteigerung Beispiel Längsvernetzung Zulg

Streckenlänge (m)	4850	4900	4950	5000	5050	5100	5150
Punkteanteil (%) gemäss Kurve A	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Streckenfaktor gemäss Kurve A	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08
Punkteanteil (%) gemäss Kurve B	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6
Streckenfaktor gemäss Kurve B	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20

### 4.3.3 Verminderungsfaktoren

Bei neu geschaffenen Lebensräumen, die bis zur Entwicklung des funktionsfähigen Biotops einen längeren Zeitraum benötigen (z.B. aufgrund eigendynamischer Prozesse), muss der Biotopwert reduziert werden (siehe auch Abb. 28). Die Punktereduktion ist notwendig a) bei Ersatzflächen mit einer Entwicklungszeit der Lebensräume von mehr als 5 Jahren sowie auch b) auf Eingriffsflächen, die im Endzustand wiederhergestellt werden: Wenn beispielsweise auf einer Strecke die Ufervegetation wegen Bauarbeiten an der Sohle gerodet und nach Bauende wieder angepflanzt wird. Auch in diesem Fall dauert es mehrere Jahre, bis der ursprüngliche Lebensraum wiederhergestellt ist. Die Punktereduktion wird mittels Multiplikation des Biotopwerts mit einem Verminderungsfaktor ermittelt. Massnahmen mit eigendynamischen Prozessen sind aus ökologischer Sicht jedoch grundsätzlich anzustreben. Solche Massnahmen müssen deshalb trotz Verminderungsfaktor genügend Biotoppunkte einbringen, um für eine Anwendung attraktiv zu bleiben. In BESBF wird dies berücksichtigt, indem schwächere Verminderungsfaktoren verwendet werden. Zudem erzielen solche Massnahmen bei den drei Bewertungskriterien ohnehin hohe Wertstufen.

Der Verminderungsfaktor wurde ursprünglich für terrestrische Lebensraumtypen und deren Entwicklungszeit festgelegt. Die meisten der terrestrischen Lebensräume erreichen auf Ersatzflächen ihre Zielqualität (d.h. ihren vollen Biotopwert) erst nach abgeschlossener Entwicklung. **Bei aquatischen Lebensräumen mit einer natürlichen Dynamik ist das anders. Alle Stadien, vom Initialzustand (Kiesbank, Pionierlebensraum) über Zwischenstadien mit unterschiedlichem Bewuchs bis hin zum voll entwickelten Auen- oder Bruchwald sind naturschutzfachlich wertvoll. Sie alle sind Bestandteil des angestrebten Ziel- oder Endzustands.** Daher wurden für die Methode BESBF die Verminderungsfaktoren für aquatische Lebensräume, welche aus solchen Prozessen hervorgehen, abgeschwächt. In Tab. 33 werden die Verminderungsfaktoren BESBF denjenigen von BESBT gegenübergestellt.

Tab. 33: Verminderungsfaktoren BESBF und BESBT

	Benötigte Entwicklungszeit	< 5 Jahre	5 – 10 Jahre	10 – 25 Jahre	25 – 50 Jahre	> 50 Jahre
Verminderungsfaktor BESBF für den Biotopwert von Ersatzmassnahmen, je nach Entwicklungsdauer bis zum funktionsfähigen Lebensraum		1.00	1.00	0.95	0.90	0.85
Verminderungsfaktor BESBT		1.00	0.90	0.80	0.75	0.70

#### Verminderungsfaktoren werden bei Fließgewässern nach der folgenden Regel angewendet:

- Gehen Ersatzlebensräume in fließgewässertypischer Weise aus einer eigendynamischen Entwicklung ausgehend von einem Pionierstadium hervor (= «Erosionsparzelle»), ist der «BESBF-Verminderungsfaktor» gemäss Tab. 33 zu verwenden.
- Entstehen Ersatzlebensräume (bzw. wiederhergestellte Lebensräume auf Eingriffsflächen) durch bautechnische Gestaltung, d.h. durch aktives, künstliches Schütten, Abtragen, Säen, Anpflanzen etc., sind die Verminderungsfaktoren gemäss Skala BESBT anzuwenden.

#### Erläuterungen

Dank abgeschwächten Verminderungsfaktoren werden keine Anreize gesetzt, z.B. in Wasserbauprojekten durch eine ingenieurtechnische Endgestaltung dynamische Prozesse zu «überspringen», um höhere Punktzahlen zu erzielen. Ein fortlaufender, eigendynamischer Entwicklungsprozess bis zu einer Aue mit vielfältigen flusstypischen Überganglebensräumen braucht mehr Zeit, ist aus ökologischer Sicht aber gerade erstrebenswert. Die Verminderungsfaktoren für terrestrische Lebensräume honorieren diesen Prozess zu wenig. Der Grundgedanke, dass die Qualität von Lebensraumtypen mit langer Entwicklungszeit erst verzögert zum Tragen kommt, trifft dennoch

zu. Ein vollständiger Verzicht auf den Verminderungsfaktor wäre nicht gerechtfertigt. Werden als Aufwertungsmassnahme z.B. Buhnen und Blockverbauungen an den Ufern entfernt, wird es trotz unverzüglich zugelassener Eigendynamik einige Jahre dauern, bis Hochwasser eintreten, Ufer erodieren und bedeutsame Flächen mit Pionierstadien (Kiesbänke, Hinterwasser) entstanden sind.

In der BESBF-Skala werden für eigendynamische Prozesse, die eine Entwicklungszeit von weniger als zehn Jahren benötigen, noch keine Verminderungsfaktoren angewandt (Faktor = 1). Der Faktor nimmt anschliessend mit zunehmender Entwicklungszeit weniger stark ab als bei bautechnisch gestalteten Prozessen: Der maximale Verminderungsfaktor beträgt nicht 0.7 wie bei BESBT, sondern 0.85. Eine eigendynamische Entwicklung eines Gewässerabschnittes wird so gegenüber einer aktiven, bautechnischen Gestaltung vorteilhaft bewertet.

#### 4.3.4 Berechnung der Biotoppunkte einer Fläche

Für den «Wert» eines Lebensraums (bzw. einer Teilfläche) ist nicht nur der Lebensraumtyp (Biotoptyp) und seine Ausprägung (Biotopwert) massgebend, sondern auch die Flächenausdehnung, in welcher der Lebensraum vorhanden ist. Die Biotoppunkte einer einheitlich ausgeprägten Teilfläche ergeben sich also aus ihrem Biotopwert, multipliziert mit ihrer Fläche:

$$\text{Biotoppunkte Lebensraum} = \text{Biotopwert des Lebensraums} \times \text{Fläche des Lebensraums}$$

Zu beachten: Im Fall von Flächen mit Ersatzmassnahmen sind die erzielten Biotoppunkte allenfalls noch mit einem Verminderungsfaktor zu reduzieren. Mit dem Verminderungsfaktor wird berücksichtigt, dass der Zielzustand eines Biotops erst mit mehr oder weniger Verzögerung eintritt. Bevor der Zielzustand erreicht ist, hat die Fläche einen geringeren ökologischen Wert (siehe Kap. 0).

*Hinweis: In der elektronischen Tabellenvorlage zur Berechnung der Punktebilanz muss für den Endzustand bei sämtlichen Teilflächen ein Verminderungsfaktor eingesetzt werden, weil ansonsten keine Biotoppunkte berechnet werden. Es gelten jedoch nur bei Ersatzmassnahmen mit jahrelanger Verzögerung des Zielzustandes «wirksame» Verminderungsfaktoren (d.h. < 1). In allen anderen Fällen wird der Verminderungsfaktor 1 eingesetzt, welcher nicht zu einer Punktereduktion führt.*

#### 4.3.5 Bilanzierung der Punkte

**Finden in einem Lebensraum technische Eingriffe oder Aufwertungsmassnahmen statt, wird dies die Qualität des Lebensraums (Biotopwert) und bzw. die erzielten Biotoppunkte der Fläche verändern.** Diese Veränderungen werden quantifiziert, indem die Biotoppunkte zwischen Ausgangs- und Endzustand der Fläche verglichen werden. Eingriffe werden Verluste erzeugen (negative Punktebilanz auf dieser Fläche), Ersatzmassnahmen werden Gewinne erzielen (positive Punktebilanz). Die Summe dieser Punktebilanzen über alle Teilflächen des Vorhabens ergibt die Gesamt-Punktebilanz des Vorhabens.

Welche Masseinheit für die Fläche verwendet wird, ist im Prinzip unerheblich, solange es überall dieselbe ist. Für übersichtliche Punktzahlen werden hier Aren als Masseinheit empfohlen.

Die Gesamt-Punktebilanz errechnet sich wie folgt:

$$\begin{aligned} & \text{Gesamt-Punktebilanz Vorhaben} \\ & = \\ & (\text{Biotoppunkte Endzustand} - \text{Biotoppunkte Ausgangszustand} [\text{über alle Flächen des Lebensraums } x]) \\ & + \\ & (\text{Biotoppunkte Endzustand} - \text{Biotoppunkte Ausgangszustand} [\text{über alle Flächen des Lebensraums } y]) \\ & + \\ & (\text{Biotoppunkte Endzustand} - \text{Biotoppunkte Ausgangszustand} ([\text{über alle Flächen des Lebensraums } z]) \\ & + \dots \\ & \text{zusätzliche Biotoppunkte für den Gewässerabschnitt } p \text{ mit Längsvernetzung} \\ & + \\ & \text{zusätzliche Biotoppunkte für den Gewässerabschnitt } q \text{ mit Längsvernetzung} \\ & + \dots \end{aligned}$$

**Für die Berechnung der Biotoppunkte  $BESB_F$  sowie die Kombination mit Biotoppunkten  $BESB_T$  kann die elektronische Vorlage der Kalkulationstabelle (Excel). Diese Kalkulationstabelle ist im Anhang 6.2 abgebildet. Die Struktur dieser Excel-Tabelle und die darin hinterlegten Formeln zeigen grundlegend, wie die Bilanzierung funktioniert. Das grundsätzlich einfache Prinzip der Methode wird mit dieser Tabelle gut ersichtlich:**

- Jede Tabellen-Zeile steht für eine Lebensraum-Teilfläche, die separat bewertet wird.
- Pro Lebensraum-Teilfläche anzugeben ist erstens, ob es sich um eine Eingriffs- oder eine Ersatzfläche handelt («Eingriff» bzw. «Ersatz» eingeben) und zweitens, wie gross deren Flächenausdehnung ist (vorzugsweise in Aren).
- Für jede Lebensraum-Teilfläche (d.h. pro Tabellen-Zeile) werden dann durch die gutachtende Person die Wertstufen der drei Kriterien angegeben, und zwar einmal für den Ausgangszustand und einmal für den Endzustand (nach Realisierung des Projekts bzw. der Massnahmen). Dabei sind grundsätzlich ganzzahlige Werte zu verwenden. Ab Stufe 2 sind in gut begründeten Fällen auch Zwischenwerte möglich (2.5, 3.5, 4.5), siehe dazu Kap. 4.3.1.
- Für den Endzustand muss zudem ein Verminderungsfaktor eingetragen werden, damit die Berechnung funktioniert.
- Pro Lebensraum-Teilfläche werden dann automatisch die Biotopwerte und die Differenz der Biotopwerte zwischen Ausgangs- und Endzustand berechnet. Die Gesamtbilanz des Projekts ergibt sich aus der Summe der Differenzen der Biotopwerte.

## 4.4 Plausibilisierung der Biotopwerte

### Analogie zu terrestrischen Lebensräumen

Der Gewässerraum umfasst in der Regel nicht nur aquatische, sondern auch terrestrische Lebensräume; entsprechend betreffen technische Eingriffe und Massnahmen im Bereich von Fließgewässern beide Kategorien von Lebensräumen. Je nach Eigenschaft der betroffenen Teilfläche - aquatisch oder terrestrisch - ist diese mit der Methode BESBF oder aber mit der Methode BESBT zu bewerten. Beide Methoden sind innerhalb der gleichen Projektbewertung anwendbar. Ihr konzeptioneller Aufbau und ihre Punktzählung sind identisch bzw. kompatibel. Das heisst: Unabhängig davon, ob mit BESBF oder mit BESBT bewertet wird, stehen die resultierenden Biotopwerte in einem plausiblen Verhältnis zueinander.

Abb. 32 zeigt vier bewertete Fließgewässerabschnitte mit verschiedenen hohen Biotopwerten (für die Begründung siehe **Anhang 6.5**) und zur Plausibilisierung einige terrestrische Lebensraumtypen, die vergleichbare Biotopwerte erzielen. **Ein ähnlich hoher Punktwert bedeutet, dass eine ähnlich hohe naturschutzfachliche Wertigkeit vorliegt.**

Abb. 32: Vergleich Biotopwerte von Fließgewässer- und terrestrischen Lebensräumen

	<p>K3 = St. 3 (4 Pkt.)                  K4 = St. 0 (0 Pkt.)                  K5 = St. 3 (4 Pkt.)  <b>Biotopwert 8 Pkt.</b></p>		<p>K1 = St. 2 (2 Pkt.)                  K2 = St. 1 (1 Pkt.)                  K3 = St. 2 (4 Pkt.)  <b>Biotopwert 7 Pkt.</b></p>
<p>Kander (Frutigen), stark verbaut aber mit Vorkommen der Seeforelle</p>	<p>Durchschnittliche Talfettwiese (Fromentalwiese), ohne Besonderheiten (blütenarm)</p>		
	<p>K3 = St. 2 (2 Pkt.)                  K4 = St. 1 (2 Pkt.)                  K5 = St. 3 (4 Pkt.)  <b>Biotopwert 8 Pkt.</b></p>		<p>K1 = St. 2 (2 Pkt.)                  K2 = St. 1 (1 Pkt.)                  K3 = St. 2 (4 Pkt.)  <b>Biotopwert 7 Pkt.</b></p>
<p>Grüne, Sohle mit Schwellen verbaut, Ufer mit Blockwurf befestigt, ohne typische Ufervegetation.</p>	<p>Durchschnittshecke (mesophiles Gebüsch), ohne Besonderheiten</p>		
	<p>K3 = St. 3 (4 Pkt.)                  K4 = St. 3 (8 Pkt.)                  K5 = St. 2 (2 Pkt.)  <b>Biotopwert 14 Pkt.</b></p>		<p>K1 = St. 3 (4 Pkt.)                  K2 = St. 2 (2 Pkt.)                  K4 = St. 3 (8 Pkt.)  <b>Biotopwert 14 Pkt.</b></p>
<p>Hasliaare (Innertkirchen): Vorkommen der Seeforelle, Breitenvariabilität (Richtwert Flüsse für engste/breiteste Stelle 1: 1.5), beidseitig Bühnen</p>	<p>Feuchte Hochstaudenflur im Mittelland, mit Spierstaude und Nachweis des Violetten Silberfalters (Brenthis ino)</p>		

Leitfaden

 <p>Thurmündung</p> <p>K3 = St. 4 (8 Pkt.)              K4 = St. 4 (16 Pkt.)              K5 = St. 2 (2 Pkt.)  <b>Biotopwert 26 Pkt.</b></p>	 <p>Orchideen-Buchenwald im Jura</p> <p>K1 = St. 5 (16 Pkt.)              K2 = St. 2 (2 Pkt.)              K3 = St. 3 (8 Pkt.)  <b>Biotopwert 26 Pkt.</b></p>
	 <p>Mittleuropäischer Halbtrockenrasen im Jura</p> <p>K1 = St. 4 (8 Pkt.)              K2 = St. 4 (8 Pkt.)              K3 = St. 3 (8 Pkt.)  <b>Biotopwert 24 Pkt.</b></p>

### Exemplarische Richtwerte

Für terrestrische Lebensräume der Schweiz besteht eine etablierte Typologie, die «TypoCH» gemäss Delarze et al. [11]. Sie umfasst über 100 Lebensraumtypen (Biototypen), die anhand ihrer Standorteigenschaften und einer charakteristischen Artengemeinschaft relativ gut voneinander abgrenzbar sind. Auf der Basis dieser Typologie ist es möglich, für jeden Lebensraumtypen den Biotopwert anzugeben, der voraussichtlich erzielt wird. Für die Methode BESBF<sub>T</sub> wurden solche Richtwerte abgeschätzt und in einer Tabelle zusammengestellt. In der TypoCH sind zwar auch Gewässerlebensräume berücksichtigt. Die dort aufgeführten Lebensraumtypen werden aber nur summarisch behandelt. Einerseits erlaubt die geringe Zahl der Gewässerlebensraumtypen bei TypoCH keine differenzierte Klassierung nach naturschutzfachlicher Qualität und andererseits sind die Artengemeinschaften der aquatischen Lebensraumtypen viel weniger scharf charakterisiert als bei den terrestrischen Lebensräumen.

Damit eine zumindest grobe Plausibilisierung von erzielten Biotopwerten dennoch möglich ist, werden die Biotopwerte für Fliessgewässer in **Anhang 6.6** anhand einer Serie realer Beispiele illustriert. Die entsprechende Tabelle enthält 24 Beispiele aus der gesamten Schweiz, nämlich:

- je 8 Fliessgewässer aus den drei Grossregionen Jura, Mittelland und Alpen,
- pro Grossregion Beispiele aus verschiedenen Fischregionen (Forellenregion einerseits und andere Fischregionen andererseits),
- pro Grossregion Beispiele mit variierender Gewässerbreite und Ökomorphologie.

In jedem Beispiel ist jeweils für die drei Bewertungskriterien angegeben, welche Wertstufe bzw. Punktzahl erreicht wird und welcher Biotopwert sich insgesamt ergibt. **Diese exemplarischen Richtwerte zeigen, dass es einen groben Zusammenhang zwischen der optisch sofort wahrnehmbaren ökomorphologischen Qualität und dem Biotopwert gibt.**

### 4.5 Gutachterlicher Spielraum

BESBF<sub>F</sub> arbeitet mit ausführlich formulierten Regeln und liefert ein quantitatives Ergebnis. **Dennoch beruht die Methode auf der Expertise der Bewertenden. Die Methode BESBF<sub>F</sub> erzeugt ein «standardisiertes Gutachten» und gibt die Regeln vor, wie die Punktbilanz eines Vorhabens zu berechnen ist.** In einigen Punkten besteht für die Bewertenden Spielraum, der je nach Situation - oder auch je nach Gutachtendem - unterschiedlich wahrgenommen werden kann bzw. muss.

Deshalb gilt, wie bereits in Kap. 3.4 erläutert:

Die Begleitung durch die zuständigen Fachstellen und die Prüfung der Plausibilität der Bewertung durch Dritte ist unerlässlich, damit keine unplausiblen Ergebnisse entstehen, welche zu falschen Folgerungen führen und die Bewilligungsfähigkeit eines Vorhabens in Frage stellen könnten.

Unterstützend zur Beurteilung, ob eine Bewertung plausibel ist, kann Anhang 6.7 beigezogen werden: Er visualisiert einen angenommenen Punkteverlust, welcher sich aus der Differenz zwischen den Biotoppunkten im Ausgangszustand und denjenigen im Endzustand ergibt, als Fläche.

Die wichtigsten Vorgaben zum Umgang mit Spielraum bei BESBF sind:

- Bei der Unterteilung des Fliessgewässers in Abschnitte und Teilflächen wird gewissermassen die «Auflösung» (räumliche Präzision) festgelegt, mit welcher die Beurteilung erfolgt. Je nach Umfang des Projekts und nach den naturräumlichen Voraussetzungen ist diese Auflösung feiner oder gröber zu wählen, so dass ein Gleichgewicht zwischen Effizienz, Übersichtlichkeit und ausreichender Genauigkeit entsteht. Ausreichende Genauigkeit bedeutet, dass schützenswerte Lebensräume im Sinn des NHG effektiv ausgewiesen werden und in der Bewertung gebührend Gewicht erhalten.
- Die Biotoppunkte ergeben sich aus der Multiplikation des Biotopwerts eines Lebensraums mit dessen Fläche. Klar ist: je grösser die Fläche, desto höher die Punktzahl. Weil Fliessgewässer dynamisch sind, ist die Flächenausdehnung der Lebensräume nicht immer offensichtlich. **Für die Akzeptanz des Bewertungsergebnisses ist zentral, dass die Ermittlung der Fläche mit aquatischen Lebensräumen nachvollziehbar dokumentiert wird.** Im Übrigen kann es Fälle geben, in welchen unter Konsens aller Beteiligten ein anderes Vorgehen gewählt wird, um diese Fläche festzulegen.
- Die Anwendung von Zwischen-Wertstufen beeinflusst die Biotoppunktzahl. Zwischen-Wertstufen sind dann sinnvoll, wenn 1. die Zuordnung einer Wertstufe nicht eindeutig möglich ist und 2. der Entscheid zwischen zwei Wertstufen grosse Auswirkungen auf die Punktebilanz hat, d.h. in der Regel bei grossen Teilflächen von hoher Qualität (siehe Kap. 4.3.1).
- Ob in einem Projektperimeter schützenswerte Lebensräume nach NHG erkennbar sind oder nicht, hängt auch vom Umfang und der Qualität der Datengrundlagen ab. Welche Grundlagen zu verwenden oder eigens zu erheben sind, liegt im Ermessen der Genehmigungsbehörde bzw. der zuständigen Fachstelle. Spielraum besteht dagegen bei der Interpretation von Datengrundlagen, welche zwar nicht oder nur teilweise für den Projektperimeter, aber für benachbarte Gewässerabschnitte vorliegen und aus diesen extrapoliert werden müssen (z.B. Angaben zu Abfluss- und Geschiebedynamik (K5) oder zum Vorkommen von Rote Liste- / National Prioritären Arten). Bei den Rote Liste- / National Prioritären Arten wird der Effekt eines unterschiedlichen Umfangs der Datengrundlagen insofern begrenzt, dass beim Kriterium K3 «Biodiversität» maximal drei verschiedene Artengruppen berücksichtigt werden dürfen, um die Anzahl Rote Liste- / National Prioritärer Arten zu ermitteln (Kap. 4.2.1).

Leitfaden

## 5. Literatur

- [1] Arend, K. K., 1999: Macrohabitat identification. In: Bain, M. B., Stevenson, N. J. Aquatic Habitat Assessment – Common Methods. American Fisheries Society, 75-93.
- [2] Armantrout, N. B., 1998: Glossary of aquatic habitat inventory terminology. American Fisheries Society.
- [3] BAFU (Hrsg.), 2019: Indikator-Set 1 – Habitatvielfalt. In: Wirkungskontrolle. Revitalisierung – Gemeinsam lernen für die Zukunft. Steckbrief 1, V1.02.
- [4] BAFU (Hrsg.), 2019: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung von Fließgewässern (IBCH\_2019). Makrozoobenthos – Stufe F. Umwelt-Vollzug Nr. 1026. 1. aktualisierte Ausgabe, November 2019; Erstausgabe 2010.
- [5] BAFU, 2007: Die Thur. Geschiebehalt Thur und Einzugsgebiet. Bericht zu Zielen und Massnahmen. Kantone Appenzell Innerrhoden, Appenzell Ausserrhoden, St. Gallen, Thurgau und Zürich, Bundesamt für Umwelt.
- [6] BAFU, 2013: Auswertungen zum Gewässernetz. Excel-Tabelle zum Download: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/karten/gewaessernetz-der-schweiz.html>
- [7] BAFU / info fauna 2022: Rote Liste der Fische und Rundmäuler. Gefährdete Arten der Schweiz. Bundesamt für Umwelt (BAFU); info fauna (CSCF). Aktualisierte Ausgabe 2022. Umwelt-Vollzug Nr. 2217: 37 S.
- [8] Basler E. & Partner, 2005: Ausnahmen von den Mindestrestwassermengen im Rahmen einer Schutz- und Nutzungsplanung (Art. 32 Bst. c GSchG). Bericht des Bundesamts für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).
- [9] Broadmeadow, S. B., Jones, J. G., Langford, T. E. L., Shaw, P. J., Nisbet, T. R., 2001: The influence of riparian shade on lowland stream water temperatures in southern England and their viability for brown trout. River Res. Applic. 27: 226–237.
- [10] BUWAL, 2004 (Hrsg.): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Fische Stufe F (flächendeckend). Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 44.
- [11] Delarze, R., Gonseth, Y., Eggenberg, S., Vust, M., 2015: Lebensräume der Schweiz. Ökologie - Gefährdung - Kennarten. ott verlag.
- [12] Dönni, W., Spalinger, L., Knutti, A., 2017: Erhaltung und Förderung der Wanderfische in der Schweiz – Zielarten, Einzugsgebiete, Aufgaben. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt.
- [13] Flussbau AG, 2014: Gewässerentwicklungskonzept Kanton Bern - GEKOBE.2014. Strategische Planungen nach GSchG/GSchV, Sanierung des Geschiebehalt im Kanton. Schlussbericht – Allgemeiner Teil im Auftrag des AWA, TBA, LANAT und AGR.
- [14] Flussbau AG, 2015: Strategische Planung. Sanierung Geschiebehalt Einzugsgebiet Thur. Schlussbericht im Auftrag des AWEL.
- [15] Garofano-Gomez, V., Metz, M., Egger, G., Díaz-Redondo, M., Hortobágyi, B., et al., 2017: Vegetation succession processes and fluvial dynamics of a mobile temperate riparian ecosystem: the lower Allier River (France). Géomorphologie: relief, processus, environnement 23 (3): 187-202.
- [16] Göggel W. 2012: Revitalisierung Fließgewässer. Strategische Planung. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Hrsg: Bundesamt für Umwelt. Umwelt-Vollzug Nr. 1208.
- [17] Göggel, W., Wagner, T., 2006: Ökomorphologie Stufe S (systembezogen). Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer gemäss dem Modul-Stufen-Konzept. Hrsg: Bundesamt für Umwelt, Eawag: Das Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs.
- [18] Guthruf, J., 1996: Populationsdynamik und Habitatwahl der Äsche (*Thymallus thymallus* L.) in drei verschiedenen Gewässern des schweizerischen Mittellandes. Diss. ETH Zürich.

Leitfaden

- [19] Guthruf, J., 2011: Methode zur Quantifizierung von Ersatzmassnahmen bei der Projektierung von Wasserkraftanlagen. Aquatica GmbH im Auftrag des Fischereiinspektorat des Kantons Bern.
- [20] Haeberli, W., Schleiss, A., Linsbauer, A., Künzler, M., Butler, M., 2012: Gletscherschwund und neue Seen in den Schweizer Alpen – Perspektiven und Optionen im Bereich Naturgefahren und Wasserkraft. Wasser Energie Luft – 104. Jahrgang, Heft 2, S.93-102.
- [21] Hintermann & Weber AG, 2017: Bewertungsmethode für Eingriffe in schutzwürdige Lebensräume. Im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU und der Konferenz der Beauftragten für Natur- und Landschaftsschutz KBNL.
- [22] Hütte, M., Niederhauser, P., 1998: Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend). Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 27. Hrsg: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL.
- [23] Känel, B., Göggel, W., Weber, C., Meier, W., 2010: Methode zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer-Vegetation im Kanton Zürich. Hrsg: Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich AWEL, Abteilung Gewässerschutz.
- [24] Känel, B., Michel, C., Reichert, P., 2017: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrophyten - Stufe F (flächendeckend) und Stufe S (systembezogen). Entwurf. Hrsg: Bundesamt für Umwelt BUWAL.
- [25] Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie des Ständerates (UREK), 12. August 2008: Bericht zur Parlamentarischen Initiative Schutz und Nutzung der Gewässer. BBI 2008 8043.
- [26] Moosmann, L., Schmid, M., Wuest, A., 2005: Einfluss der Beschattung auf das Temperaturregime der Orbe. Eawag: Das Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs.
- [27] Naturaqua PBK, 2019: Umweltverträglichkeitsbericht zum Wasserbauplan Thalgut – Chesselau km 198'750 - 201'930. Im Auftrag des Tiefbauamtes des Kantons Bern, Oberingenieurkreis II.
- [28] Peter, A., 1992: Analyse von Fischmikrohabitaten zur Beurteilung der strukturellen Komplexität eines Fliessgewässers. Eawag: Das Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs, Jahresbericht.
- [29] Pfandler, M., Dübendorfer, C., Zysser, A., 2011: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Hydrologie – Abflussregime Stufe F (flächendeckend). Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1107.
- [30] Regierungsrat des Kantons Bern, 2019: Konzessionsverfügung. Gemeinden Aeschi bei Spiez, Wimmis und Spiez, Wasserkraftrecht Nr. 23036, Kander. Konsortium Hondrich - Wasserkraftwerk Hondrich. Wasserkraftkonzession. RRB-13.03.2019, Geschäfts-Nr. 2019.BVE.40.
- [31] Roux, A.L., Copp, G.H., 1993: Peuplement de poisson. In: Amoros, C., Petts, G.E. (Hrsg.): Hydrosystemes fluviaux. Masson, Paris: 151–166.
- [32] Schager, E., Peter, A., 2004. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Fische Stufe F (flächendeckend). Mitteilungen zum Gewässerschutz: Vol. 44.
- [33] Schälchli, Abegg + Hunzinger KIG, 2005. Geschiebe- und Schwebstoffproblematik in Schweizer Fliessgewässern. Studie im Auftrag des BAFU.
- [34] Schweizer, S., Schwegler, B., Rohrer, M., Meyer, M., Schläppi, S., Baumgartner, J., Berger, B., Fahner, S., Fankhauser, A., Zeh Weissmann, H., Niedermayr, A., Roullier, Ch., Döring, M., 2019: Das Triftprojekt – ein Überblick zu Projekt, Ökologie und Partizipation. Wasser Energie Luft, 111. Jahrgang, Heft 4.
- [35] Sigmaplan AG, 2019: Bericht zur Umweltverträglichkeit gemäss Art.7 ff UVPV. Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulg. Im Auftrag der Abt. Tiefbau und Umwelt der Gemeinde Steffisburg.
- [36] Sigmaplan AG, 2019: Bericht zur Umweltverträglichkeit gemäss Art.7 ff UVPV. Neubau Wasserkraftwerk Hondrich. Im Auftrag Konsortium Hondrich - Wasserkraftwerk Hondrich.
- [37] Sigmaplan AG, 2020, im Auftrag der Schwellenkorporation Meiringen: Wasserbauprojekt Aufwertung Hüsenbach / Sytenwald. Erfolgskontrolle Ökologie. Erste Folgeerhebungen 2019/2020.

Leitfaden

Autoren: Thomas Wagner, Andrea Wiedmer, Heiko Zeh Weissmann (Sigmaphan AG); Andreas Jaun (InfoNatura); Beatrice Lüscher, Biologin; Dr. Peter Büsser (Büro für fischbiologische Fragestellungen); Daniela Schmocker (IMPULS AG).

- [38] Stucki, P., Martinez, N., Kury, D., Roth, T., 2019: PROJEKT IBCH\_update. Überarbeitung Modul Makrozoobenthos Stufe F / IBCH. Aquabug, Hintermann & Weber AG, Life Science AG im Auftrag des BAFU. Verfügbar auf: <https://www.modul-stufen-konzept.ch/fg/module/mzb/index>.
- [39] Ulmann, P., 1998: The importance of habitat diversity and connectivity for fishes in the tiess river with special emphasis on temporarily isolated pools. Diss EtH No. 12697.

## 6. Anhang

### 6.1 Wertstufen der drei Bewertungskriterien von BESBF, allgemeine Definition

Die in den folgenden Tabellen enthaltenen Definitionen der Wertstufen lehnen sich möglichst eng an die Definitionen gemäss Bewertungsmethoden für terrestrische Lebensräume BESBT an. Die Analogie der beiden Methoden soll damit zum Ausdruck kommen. Diese allgemeine Definition soll zudem helfen, die spezifischeren Definitionen gemäss Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu popularisieren.

K3 «Biodiversität»			
Lebensraum im Ausgangszustand		Lebensraum Ersatzmassnahme	
Stufe 0 (0 Pkt.)	Besiedlung durch Organismen kaum möglich <u>oder</u> vorwiegend durch standortfremde Arten erfolgt.	Stufe 0 (0 Pkt.)	Nicht zulässig
Stufe 1 (1 Pkt.)	Kaum charakteristische Arten, nur häufige Generalisten.	Stufe 1 (1 Pkt.)	Spontane Ansiedlung einer charakteristischen natürlichen Artengemeinschaft unwahrscheinlich.
Stufe 2 (2 Pkt.)	Charakteristische, jedoch häufige Arten prägend; keine gefährdeten Arten.	Stufe 2 (2 Pkt.)	Spontane Ansiedlung der häufigsten Standortspezialisten wahrscheinlich (typische, aber gewöhnliche Arten, die oft in grosser Menge auftreten, z.B. die Eintagesfliege <i>Ephemera danica</i> ).
Stufe 3 (4 Pkt.)	Entweder: Charakteristische Arten dominant <u>oder</u> Artenzahl für den LR-Typ überdurchschnittlich <u>oder</u> mind. eine gefährdete Art vorhanden.	Stufe 3 (4 Pkt.)	Spontane Ansiedlung diverser Standortspezialisten dank besonders günstiger Voraussetzungen und Massnahmen wahrscheinlich.
Stufe 4 (8 Pkt.)	Entweder: Standortspezialisten überwiegend <u>oder</u> : Artenzahl spitzenmässig* <u>oder</u> : mind. zwei gefährdete Arten vorhanden.	Stufe 4 (8 Pkt.)	Spontane Ansiedlung diverser Standortspezialisten dank besonders günstiger Voraussetzungen und Massnahmen wahrscheinlich; zusätzlich ist die Ansiedlung gefährdeter Arten wahrscheinlich.
Stufe 5 (16 Pkt.)	Entweder: Artenzahl bei mehreren Artengruppen spitzenmässig* <u>oder</u> : mind. drei gefährdete Arten <u>oder</u> : mind. eine Singularität vorhanden (gesamtschweizerisch gefährdete Arten, von denen überregional, d.h. gem. biogeogr. Region, nur noch wenige Fundorte bekannt sind)  *spitzenmässig heisst: für den Lebensraumtyp aussergewöhnlich hoch; mit diversen charakteristischen, spezialisierten und beschränkt verbreiteten Arten.	Stufe 5 (16 Pkt.)	Stufe 5 ist mit Ersatzmassnahmen bei Fließgewässern allenfalls zu erreichen, wenn National Prioritäre oder gefährdete Arten voraussichtlich in grossem Bestand gesichert werden können.
K4 «Morphologie»			
Lebensraum im Ausgangszustand		Lebensraum Ersatzmassnahme	
Stufe 0 (0 Pkt.)	Weitgehend versiegelte oder verbaute Sohle/Ufer.	Stufe 0 (0 Pkt.)	Nicht zulässig.
Stufe 1 (2 Pkt.)	Standort aufgrund bedeutender Beeinträchtigungen rudimentär ausgeprägt oder degradiert.	Stufe 1 (2 Pkt.)	Erreichbare Qualität des Biotops aufgrund ungünstiger Rahmenbedingungen stark eingeschränkt.
Stufe 2 (4 Pkt.)	Mittelmässige Ausprägung, ohne Besonderheiten, eher mit kleineren Beeinträchtigungen.	Stufe 2 (4 Pkt.)	Standort ohne nachteilige Startbedingungen, ökomorphologisch überwiegend wenig beeinträchtigt.

Leitfaden

Stufe 3 (8 Pkt.)	Gute Ausprägung, aber höchstens mit kleineren Besonderheiten. Zum Beispiel: Ökomorphologie: wenig beeinträchtigt; Linienführung: stellenweise beeinträchtigt, 10 – 30 % verändert; Sohlensubstrat: Teilweise standortfremde, künstlich strukturierte Sohle; Strukturvielfalt: wenig beeinträchtigte, heterogen; Längsvernetzung/Durchgängigkeit: wenig beeinträchtigt; Beschattung: Halbschattig: 60 - 80 % der Gewässerfläche	Stufe 3 (8 Pkt.)	Lokalität und technische Ausführung der Massnahmen für Standortpotenzial und Zielarten sehr geeignet; klar überdurchschnittliche Qualität des späteren Biotops zu erwarten.
Stufe 4 (16 Pkt.)	Klar überdurchschnittliche Ausprägung, mit markanten Besonderheiten. Natürliches/naturnahes Gewässer.	Stufe 4 (16 Pkt.)	Lokalität und technische Ausführung der Massnahmen optimal (spezielle Anstrengungen unternommen); Ersatzbiotop von sehr guter Qualität wahrscheinlich, hoher Natürlichkeitsgrad und Dynamik.
Stufe 5 (32 Pkt.)	Einzigartige Ausprägung, annähernd dem Idealzustand entsprechend. Naturbelassenes Gewässer sowie hohes ökologisches Potenzial (z.B. grosse Bedeutung des Gewässers im regionalen Kontext, Entwicklung zu einzigartiger Ausprägung möglich, relativ flacher Abschnitt (< 5% Gefälle), innerhalb Auen nationaler Bedeutung, o.ä.)	Stufe 5 (32 Pkt.)	Bei Fließgewässern allenfalls mit Massnahmen von grosser Ausdehnung zu erreichen, mit welchen eine annähernd natürliche Struktur und Dynamik hergestellt wird und im Endzustand ein hohes ökologisches Potenzial besteht. Nur in besonderen und gut begründeten Ausnahmefällen und bei gesicherter Kontinuität der Ersatzmassnahmen möglich.

K5 «Abfluss- und Geschiebedynamik»

Gleiche Definitionen für Ausgangszustand und für Ersatzmassnahme

Stufe 0 (0 Pkt.)	Kein Abfluss: <u>entnahmebedingt</u> (nicht klimawandel-bedingt) trockenfallend, zumindest temporär. Geschiebetrieb vollständig unterbrochen.
Stufe 1 (1 Pkt.)	Naturfern: sowohl Abflussregime als auch Geschiebetrieb deutlich beeinträchtigt, eines von beidem stark.
Stufe 2 (2 Pkt.)	Stark verändert: sowohl Abflussregime als auch Geschiebetrieb mehr oder weniger stark beeinträchtigt.
Stufe 3 (4 Pkt.)	Insgesamt wesentlich beeinträchtigt, aber entweder Abflussregime oder Geschiebetrieb in gutem Zustand.
Stufe 4 (8 Pkt.)	Natürliche oder naturnahe Abfluss- und Geschiebedynamik, nur geringfügig beeinträchtigt
Stufe 5 (16 Pkt.)	Einzigartiger Abschnitt mit hohem Potenzial für flussmorphologische Entwicklung. Natürliche / naturnahe Abfluss- und Geschiebedynamik, keine natürlichen oder unnatürlichen Restriktionen.



Leitfaden

Punktzahlen nach Wertstufe, Werte für den Verminderungsfaktor

		0	1	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
		Stufe 0*	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 2-3*	Stufe 3	Stufe 3-4*	Stufe 4	Stufe 4-5*	Stufe 5
<b>Aquatische Lebensräume</b>										
<b>Kriterium 4: Morphologie</b>	Wert	0	2	4	6	8	12	16	24	32
<b>Kriterium 5: Hydrologie &amp; Geschiebe</b>	Wert	0	1	2	3	4	6	8	12	16
<b>Kriterium 3: Biodiversität</b>	Wert	0	1	2	3	4	6	8	12	16

Verminderungsfaktor, je nach Entwicklungsdauer (bei Ersatzmassnahmen oder Wiederherstellung von Lebensräumen)

	< 5 Jahre	5 - 10 J.	10 - 25 J.	25 - 50 J.	> 50 J.
Verminderungsfaktoren bei eigendynamischer Entwicklung	- 1.00	1.00	0.95	0.90	0.85
Verminderungsfaktoren bei bautechnischer Endgestaltung	- 1.00	0.90	0.80	0.75	0.70

**Terrestrische Lebensräume**

		Stufe 0*	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5			
<b>Kriterium 1: Entwicklungszeit</b>	Wert Ist-Zustand	-	1	2	3	4	6	8	12	16
	Wert Ersatz	-	1	2	3	4	6	8	12	16
<b>Kriterium 2: Seltenheit (Biotoptyp)</b>	Wert Ist-Zustand	-	1	2	3	4	6	8	12	16
	Wert Ersatz	-	1	2	3	4	6	8	12	16
<b>Kriterium 3: Biodiversität</b>	Wert Ist-Zustand	0	2	4	6	8	12	16	24	32
	Wert Ersatz	0	2	4	6	8	12	16	-	-
<b>Kriterium 4: Besonderheiten</b> als Alternative zu Kriterium 3 möglich	Wert Ist-Zustand	0	2	4	6	8	12	16	24	32
	Wert Ersatz	0	2	4	6	8	12	16	24	32

Verminderungsfaktor, je nach Entwicklungsdauer (bei Ersatzmassnahmen oder Wiederherstellung von Lebensräumen)

	< 5 Jahre	5 - 10 J.	10 - 25 J.	25 - 50 J.	> 50 J.
Verminderungsfaktoren	- 1.00	0.90	0.80	0.75	0.70

## 6.3 Grundlagen Kriterium 3 «Biodiversität»

### 6.3.1 Wanderverhalten der Fischarten

Tab. 34 enthält die Einteilung der im Kanton Bern vorkommenden Fischarten in drei Kategorien gemäss ihrem Wanderbedürfnis und ihren Ansprüchen an die Grösse ihres Lebensraums, d.h. ihres Aktionsradius.

Dazu wurden die Kategorien nach Ulmann [39] punktuell ergänzt durch die Einstufung der Arten gemäss Dönni et al. [12] sowie durch neuere Erkenntnisse aus der Wissenschaft (pers. Mitt. Daniel Bernet, Fischereiinspektorat Kt. BE). Die Kategorisierung der Gefährungsklassen wurde gemäss Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF) übernommen (entspricht der Einstufung gemäss Rote Liste RL [7]).

Tab. 34: Kategorien der Fischarten BE nach Wanderbedürfnis und Aktionsradius

Art	Gefährdung		Informationen zum Wanderverhalten	Kategorie nach Ulmann [39]	Kategorie für Bewertung
	VBGF Anh. 1	RL			
Aal	1	VU	Langdistanz-Wanderfisch: katadrom; Zielart gemäss Dönni et al. [12]	l	3
Aesche	2	VU	Zielart gemäss Dönni et al. [12]; Kurzdistanzwanderer; wichtig ist, dass die notwendigen Habitate untereinander verbunden sind (Juvenil-, Adult-, Laichhabitat); wichtig sind auch längs- vernetzte Seitengewässer an Hauptgewässern; Linlokken (1993) beschreibt Wanderungen von > 100 km in verschiedenen Gewässern; in der Aare zwischen Thun und Bern sind Wanderungen mit Distanzen von 10 km belegt (Guthruf [18])	s	3
Alet	NG	LC	kA zu Ortswechselln gefunden	s	1
Bachforelle	4	NT	kA zu Ortswechselln gefunden; *Zielart nach Dönni et al. [12], aber Einstufung wegen künstlichem Besatz schwierig; Kategorie ist bei wichtigen autochthonen Populationen anzupassen (fallweise beurteilen)	-	1*
Bachneunauge	2	EN	typischer Vertreter für eine anspruchsvolle Art hinsichtlich Lebensraum- und Laichplatzbedürfnis; gute Längs- vernetzung ist für diesen eher schlechten Schwimmer zentral; bereits kleinste Wanderhindernisse können fatal sein	-	2
Bachsaibling	-	-	nicht einheimisch	-	-
Barbe	4	NT	Zielart gemäss Dönni et al. [12]; Laich- wanderung die Flüsse hoch	m	3
Bartgrundel	4	LC	lokal, aber: sie ist nach einer Verbes- serung der Wasserqualität auch einer der ersten Fische, die das Gewässer	s	1

Leitfaden

			wieder besiedeln. Dabei kann ihre Population um ca. 1.5 km pro Jahr vorrücken		
Bitterling	2	EN	lokal, aber auf Vorkommen von Muscheln angewiesen	s	2
Blaubandbärb- ling	-	-	nicht einheimisch	-	-
Blicke	4	NT	kA zu Ortswechselln gefunden	s	1
Brachsmen	NG	LC	Wanderverhalten wird unterschätzt; gemäss DWA sind Wanderungen bis 160 km nachgewiesen; beim Fischzählbecken WKW Hagneck diverse Brachsmen, die vom See hoch in den Fluss wanderten	s	2
Dorngrundel	DU	VU	lokal	s	2
Elritze	NG	LC	kA zu Ortswechselln gefunden	s	1
Felchen	4, NT	NT	See	-	1
Flussbarsch (Egli)	NG	LC	Wanderverhalten wird unterschätzt; gemäss DWA sind Wanderungen bis 170 km nachgewiesen	s	2
Forellenbarsch	-	-	nicht einheimisch	-	-
Gefleckter Tolstolob	-	-	nicht einheimisch	-	-
Giebel	-	-	nicht einheimisch	-	-
Groppe	4	NT	lokal	s	1
Gründling	NG	LC	kA zu Ortswechselln gefunden	s	1
Hasel	NG	LC	vor Beginn der Laichzeit unternehmen sie kurze Wanderungen stromaufwärts	s	3
Hecht	NG	LC	Ortswechsel zw. offenem und flachem Wasser; genügsam, aber GB: bis 100 km Wanderung nachgewiesen	s	2
Kanad. Seefo- relle	-	-	nicht einheimisch	-	-
Karausche	-	-	nicht einheimisch	-	-
Karpfen	4	VU	kA zu Ortswechselln gefunden	s	2
Laube	NG	LC	in Seen und grossen Flüssen; grosse Populationsbewegungen in Frühling und Herbst zwischen Fluss und See	s	2
Moderlieschen	3	NT	lokal	s	1
Nase	1	CR	Zielart gemäss Dönni et al. [12]; Laichwanderung die Flüsse hoch	m	3
Regenbogenfo- relle	-	-	nicht einheimisch	-	-
Rotaug	NG	LC	in Seen und grossen Flüssen; grosse Populationsbewegungen in Frühling und Herbst zwischen Fluss und See	-	2
Rotfeder	NG	LC	lokal	s	1
Schleie	NG	LC	kA zu Ortswechselln gefunden	s	1
Schneider	3	VU	kA zu Ortswechselln gefunden	s	2
Schwarzfeder	-	-	nicht einheimisch	-	-

Leitfaden

Seeforelle	2	EN	Laichwanderung die Flüsse hoch; Zielart gemäss Dönni et al. [12]	m	3
Seesaibling	3	VU	See	-	1
Silberner Tolstolob	-	-	nicht einheimisch	-	-
Sonnenbarsch	-	-	nicht einheimisch	-	-
Stichling	4	NT	lokal	s	1
Strömer	3	VU	kA zu Ortswechseln gefunden	-	2
Trüsche	NG	LC	Laichwanderung die Flüsse hoch	m	3
Weisser Amur	-	-	nicht einheimisch	-	-
Wels	NG	NT	keine Wanderungen, grössere Aktionsräume	s	2
Zander	-	-	nicht einheimisch	-	-

Gefährdungsstatus:

0 = ausgestorben

1 = vom Aussterben bedroht

2 = stark gefährdet

3 = gefährdet

4 = potenziell gefährdet

NG = nicht gefährdet

DU = Datenlage ungenügend

Kategorie für Bewertung auf der Grundlage von Ulmann [39], ergänzt durch eigene Recherchen:

1 = Aktivität vor allem lokal, kaum Wanderungen

2 = kaum Wanderungen, aber grössere Abschnitte für eine Population nötig und/oder RL-Art

3 = Wanderungen finden über grössere Distanzen statt und/oder sind für Fortpflanzung essentiell

kA: keine Angaben

Distanz-Kategorien nach Ulmann [33]: s = no significant distances, m = mid-distance, l = long-distance



### 6.3.3 Wertstufen K3 für weitere Artengruppen

#### Fische

Die Bewertung des Kriteriums 3 «Biodiversität» anhand von Fischen gemäss Modul-Stufen-Konzept MSK [32] ist in **jedem Fall nur für Fließgewässerstrecken unterhalb der Forellenregion** zulässig.

Es ist eine vollständige Beurteilung gemäss der Methode des MSK für Fische [10] durchzuführen. Damit wird die MSK-Klasse ermittelt, die in untenstehender Tabelle erwähnt ist und für die Zuweisung der Wertstufe benötigt wird.

**Ausser den Fischen werden keine anderen Organismengruppen in die Beurteilung miteinbezogen.** Dies gilt auch für die Anzahl Rote Liste- / National Prioritäre Arten mit Ausnahme der Krebse, die bei der Anzahl Rote Liste- / National Prioritäre Arten berücksichtigt werden dürfen.

Tab. 35: Wertstufen und Punkte Kriterium 3 «Biodiversität», Artengruppe Fische

Wertstufe	Artengruppe	Ausprägung
Stufe 0 (0 Pkt)	Fische	Artengemeinschaft schlecht (MSK-Klasse = 5)
Stufe 1 (1 Pkt)	Fische	Artengemeinschaft unbefriedigend (MSK-Klasse = 4)
Stufe 2 (2 Pkt)	Fische	Artengemeinschaft mässig (MSK-Klasse = 3)
Stufe 3 (4 Pkt)	Fische	Artengemeinschaft a) mässig (MSK-Klasse = 3) & mindestens eine Rote Liste-Art* vorhanden, <b>oder</b> b) gut (MSK-Klasse = 2), aber ohne Rote Liste-Art*
Stufe 4 (8 Pkt)	Fische	Artengemeinschaft a) gut (MSK-Klasse = 2) <b>und</b> mindestens zwei Rote Liste-Arten* vorhanden, <b>oder</b> b) sehr gut (MSK-Klasse = 1), aber ohne Rote Liste-Art*
Stufe 5 (16 Pkt)	Fische	Artengemeinschaft gut oder sehr gut (MSK-Klasse 1 oder 2) <b>und</b> mindestens vier Rote Liste-Arten* vorhanden

\* nur Fische und Krebse; Status VU od. höher

#### Makrophyten

Die Bewertung des Kriteriums 3 «Biodiversität» anhand von Makrophyten gemäss MSK ist in jedem Fall **nur zulässig für kleine bis mittelgrosse (watbare) Gewässer in kolliner bis submontaner Lage** mit Abfluss < 10'000 l/s und Gefälle < 2%. Für die Bildung der 5 Stufen wird nur der Teilaspekt «Hohe Qualität Arten» gemäss Indikator-Set 5 des Modul-Stufen-Konzepts für Makrophyten [24] verwendet.

Es ist eine vollständige Beurteilung gemäss der Methode des MSK [4] durchzuführen. Damit wird die MSK-Klasse ermittelt, die in untenstehender Tabelle erwähnt ist.

**Ausser den Makrophyten (Gefässpflanzen und Moose) werden keine anderen Organismengruppen in die Beurteilung miteinbezogen.** Dies gilt auch für das Ermitteln der Anzahl Rote Liste- / National Prioritäre Arten.

Leitfaden

Tab. 36: Wertstufen und Punkte Kriterium 3 «Biodiversität», Artengruppe Makrophyten

Wertstufe	Artengruppe	Ausprägung
Stufe 0 (0 Pkt)	Makrophyten	Lebensraum anthropogen bedingt für Makrophyten unbesiedelbar
Stufe 1 (1 Pkt)	Makrophyten	MSK-Klasse für «Hohe Qualität Arten»* = 5 (schlecht)
Stufe 2 (2 Pkt)	Makrophyten	MSK-Klasse für «Hohe Qualität Arten»* = 4 (ungenügend)
Stufe 3 (4 Pkt)	Makrophyten	MSK-Klasse für «Hohe Qualität Arten»* = 3 (mässig)
Stufe 4 (8 Pkt)	Makrophyten	MSK-Klasse für «Hohe Qualität Arten»* = 2 (gut)
Stufe 5 (16 Pkt)	Makrophyten	MSK-Klasse für «Hohe Qualität Arten»* = 1 (sehr gut)

\* Naturschützerische Gesamtbewertung gemäss MSK Makrophyten (Känel et al. 2017)

Leitfaden

### 6.3.4 Vereinfachte Bewertung Kriterium 3 «Biodiversität» anhand «Flagship Species»

Bedingungen:

1. Die Art kommt im beurteilten Abschnitt vor, und
2. der beurteilte Gewässerabschnitt bildet für mindestens eine der aufgeführten Arten einen Lebensraum mit geeigneten Bedingungen.

Tab. 37: Wertstufen und Punkte Kriterium 3 «Biodiversität»: «Flagship Species»

Stufe 3 (4 Pkt. / 8 Pkt.):						
Gruppe	Art	Name wissenschaftlich	RL	Prioriäre Art	Quelle	Bemerkungen
Gefässpflanzen	Kleiner Merk	Berula erecta	LC	-	Känel et al. 2017	nur bei flächigen Beständen (> 1 m2)
Gefässpflanzen	Hornblatt	Ceratophyllum sp.	LC+	-	Känel et al. 2017	
Gefässpflanzen	Süssgras	Glyceria fluitans/notata	LC	-	Känel et al. 2017	
Gefässpflanzen	Fischkraut	Groenlandia densa	NT	-	Känel et al. 2017	
Gefässpflanzen	Tannenwedel	Hippuris vulgaris	NT	-	Känel et al. 2017	
Gefässpflanzen	Gelbe Schwertlilie	Iris pseudacorus	LC	-	Känel et al. 2017	
Gefässpflanzen	Wassermintze	Mentha aquatica	LC	-	Känel et al. 2017	
Gefässpflanzen	Tausendblatt	Myriophyllum spicatum/verticillatum	NT	-	Känel et al. 2017	
Gefässpflanzen	Brunnenkresse	Nasturtium officinale	LC	-	Känel et al. 2017	nur bei flächigen Beständen (> 1 m2)
Gefässpflanzen	Rohrglanzgras	Phalaris arundinacea	LC	-	Känel et al. 2017	nur bei flächigen Beständen (> 5 m2)
Gefässpflanzen	Schilf	Phragmites australis	LC	-	Känel et al. 2017	nur bei flächigen Beständen (> 5 m2)
Gefässpflanzen	Laichkraut	Potamogeton sp, [breitblättrige]: P. alpinus, crispus, lucens, natans, perfoliatus]	LC+	-	Känel et al. 2017	
Gefässpflanzen	Igelkolben	Sparganium erectum	NT	-	Känel et al. 2017	
Gefässpflanzen	Sumpfschwertlilie	Stachys palustris	LC	-	Känel et al. 2017	
Gefässpflanzen	Blauer Wasser-Ehrenpreis	Veronica anagallis-aquatica	LC	-	Känel et al. 2017	nur bei flächigen Beständen (> 1 m2)
Gefässpflanzen	Bachbungen-Ehrenpreis	Veronica beccabunga	LC	-	Känel et al. 2017	nur bei flächigen Beständen (> 1 m2)
Fische	Barbe		NT	4	NPA	
Fische	Groppe		NT	4	NPA	
Fische	Strigione		NT	4	NPA	
Libellen	Gemeine Keiljungfer	Gomphus vulgatissimus	LC	-	Delarze et al.	
Libellen	Gestreifte Quelljungfer	Cordulegaster bidentata	LC	-	Libellenschutz.ch	
Libellen	Kleine Zangenlibelle	Onychogomphus forcipatus forcipatus	LC	-	Libellenschutz.ch	
Libellen	Kleiner Blaupfeil	Orthetrum coerulescens	NT	n	UZL	
Libellen	Prachtlibellen	Calopteryx sp.	LC	-	Delarze et al.	inkl. Calopteryx virgo meridionalis im TI

Leitfaden

Libellen	Zweigestreifte Quelljungfer	<i>Cordulegaster boltonii</i>	LC	-	Libellenschutz.ch	
Mollusken						
Säuger	Biber		LC	-	Delarze et al.	muss im Abschnitt leben; nur Spurenfunde nicht ausreichend
Vögel	Wasseramsel		LC	3	NPA	muss Brutvogel sein
<b>Stufe 4 (8 Pkt. / 16 Pkt.):</b>						
<i>Gruppe</i>	<i>Art</i>	<i>Name wissenschaftlich</i>	<i>RL</i>	<i>Prioriäre Art</i>	<i>Quelle</i>	<i>Bemerkungen</i>
Gefässpflanzen		<i>Carex riparia</i>	NT	-	Känel et al. 2017	nur bei flächigen Beständen (> 1 m <sup>2</sup> )
Gefässpflanzen		<i>Eleocharis sp.</i>	NT+		Känel et al. 2017	nur bei flächigen Beständen (> 1 m <sup>2</sup> )
Gefässpflanzen		<i>Najas minor/marina</i>	NT/E N	- / 3	Känel et al. 2017	
Gefässpflanzen		<i>Potamogeton nodosus</i>	VU	4	Känel et al. 2017	
Gefässpflanzen		<i>Ranunculus fluitans</i>	NT	-	Känel et al. 2017	nur bei flächigen Beständen
Gefässpflanzen		<i>Butomus umbellatus</i>	VU	4	Känel et al. 2017	ohne angepflanzte Vorkommen
Gefässpflanzen		<i>Carex pseudocyperus</i>	VU	4	Känel et al. 2017	
Gefässpflanzen		<i>Glyceria maxima</i>	VU	4	Känel et al. 2017	
Gefässpflanzen		<i>Ranunculus lingua</i>	VU	4	Känel et al. 2017	ohne angepflanzte Vorkommen
Amphibien	Feuersalamander		VU	4	NPA	Fließgewässer muss Larvengewässer sein
Fische	Äsche		EN	1	NPA	
Fische	Dorngrundel		VU	4	NPA	
Fische	Hundsbarbe		VU	3	NPA	
Fische	Schneider		VU	4	NPA	
Fische	Strömer		VU	4	NPA	
Fische	Südbarbe		VU	3	NPA	
Krebse	Edelkrebs		VU	3	NPA	
Libellen	Grüne Flussjungfer	<i>Ophiogomphus cecilia</i>	VU	3	NPA	= Grüne Keiljungfer
Libellen	Westliche Zangenlibelle	<i>Onychogomphus forcipatus unguiculatus</i>	EN	4	NPA	
Mollusken	Kleinste Erbsenmuschel	<i>Pisidium tenuilineatum</i> Stelfox, 1918	VU	3	NPA	
Mollusken	Quell-Blasenschnecke	<i>Physa fontinalis</i> ; ganzes Mittelland	VU	3	NPA	
Reptilien	Ringelnatter		VU	3	UZL	
Säuger	Brandtfledermaus		VU	1	NPA	
Säuger	Nymphenfledermaus		VU	4	NPA	
Säuger	Wasserspitzmaus		VU	4	NPA	
Vögel	Eisvogel		VU	1	NPA	muss Brutvogel sein
Vögel	Gänsesäger		VU	2	NPA	muss Brutvogel sein; nur grössere Flüsse
Vögel	Reiherente		VU	2	NPA	muss Brutvogel sein; nur grössere Flüsse

Leitfaden

Vögel	Zwergtaucher		VU	2	NPA	muss Brutvogel sein
<b>Stufe 5 (16 Pkt. / 32 Pkt.):</b>						
Gruppe	Art	Name wissenschaftlich	RL	Prioriäre Art	Quelle	Bemerkungen
Gefässpflanzen		Cicuta virosa	EN	3	Känel et al. 2017	
Gefässpflanzen		Hottonia palustris	EN	3	Känel et al. 2017	ohne angepflanzte Vorkommen
Gefässpflanzen		Littorella uniflora	EN	3	Känel et al. 2017	
Gefässpflanzen		Sagittaria sagittifolia	EN	3	Känel et al. 2017	
Gefässpflanzen		Sium latifolium	CR	2	Känel et al. 2017	
Amphibien	Geburtshelferkröte		EN	3	UZL	
Amphibien	Gelbbauchunke		EN	3	UZL	
Fische	Aal		CR	2	NPA	
Fische	Bachneunauge		EN	2	NPA	
Fische	Bitterling		EN	3	NPA	
Fische	Ghiozzo		EN	3	NPA	
Fische	Nase		CR	1	NPA	
Fische	Pigo		CR	2	NPA	
Fische	Seeforelle		EN	1	NPA	autochthones Vorkommen bedingt
Krebse	Dohlenkrebs		EN	2	NPA	
Krebse	Steinkrebs		EN	2	NPA	
Libellen	Gebänderte Heidelibelle	Sympetrum pedemontanum	EN	3	NPA	
Libellen	Gelbe Keiljungfer	Gomphus simillimus	EN	3	NPA	
Libellen	Helm-Azurjungfer	Coenagrion mercuriale	EN	3	UZL	
Mollusken	Gemeine Bachmuschel	Unio crassus	CR	1	NPA	
Säuger	Fischotter		CR	1	NPA	
Vögel	Flussregenpfeifer		EN	1	NPA	muss Brutvogel sein; keine Durchzügler, Wintergäste o.ä.
Vögel	Flussuferläufer		EN	1	NPA	muss Brutvogel sein; keine Durchzügler, Wintergäste o.ä.

Leitfaden

## 6.4 Grundlagen Kriterium 4 «Morphologie»

### 6.4.1 Katalog Mesohabitate

#### Schnell fließende Mesohabitate

Tab. 38: Kriterium 4 «Morphologie»: Schnell fließende Habitate

<b>Kaskade</b>		
Turbulenz	hoch, Weisswasser	
Mittlere Fließgeschwindigkeit	hoch, > 0.5 m/s	
Korngrösse	> 25 cm oder anstehender Fels	
Gefälle	> 7%	
Beschrieb	Serie kleinerer Abstürze/Stufen und Kolke; gestuftes Längsprofil	
<b>Schnelle</b>		
Turbulenz	beträchtlich, Weisswasser, Wellen brechen Wasseroberfläche	
Mittlere Fließgeschwindigkeit	hoch, > 0.5 m/s	
Korngrösse	> 6cm, grössere Steine emers	
Gefälle	4-7%	
Beschrieb	oft Stufen und kleine Kolke hinter grösseren Steinen; planares Längsprofil	
<b>Riffle (Furt)</b>		
Turbulenz	mittel, kein/wenig Weisswasser, hoch bei verengtem Querschnitt, Wellen, die die Wasseroberfläche nicht brechen	
Mittlere Fließgeschwindigkeit	mittel, 0.2-0.5 m/s	
Korngrösse	0.2-25 cm, grössere Steine submers oder teilweise emers	
Gefälle	1-4%	
Beschrieb	Gerades oder konvexes Längsprofil	
<b>Stufe / Absturz</b>		
Turbulenz	hoch, Weisswasser	
Mittlere Fließgeschwindigkeit	± frei fallend über eine vertikale Kante	
Korngrösse	oft anstehender Fels	
Gefälle	≤ 100%	
Beschrieb	Wasserfall	

Leitfaden

<b>Sheet</b>		
Turbulenz	keine, wenig	
Mittlere Fließgeschwindigkeit	gleichförmig	
Korngrösse	glatter, anstehender Fels	
Gefälle	variabel	
Beschrieb	sehr seicht	
<b>Schussrinne</b>		
Turbulenz	hoch	
Mittlere Fließgeschwindigkeit	hoch	
Korngrösse	anstehender Fels	
Gefälle	2-30%	
Beschrieb	enge Felsrinnen	
<b>Gleite</b>		
Turbulenz	keine	
Mittlere Fließgeschwindigkeit	gering bis mittel, < 0.5 m/s, gleichförmig	
Korngrösse	< 6cm, grössere Steine submers oder teilweise emers	
Gefälle	< 1%	
Beschrieb	breites Gewässerbett ohne Talweg, gewöhnlich den Übergang zwischen Kolk und Riffle bildend, keine grösseren Fließhindernisse	
<b>Lauf (Rinner)</b>		
Turbulenz	gering	
Mittlere Fließgeschwindigkeit	relativ hoch	
Korngrösse	variabel, > 1.5 cm	
Gefälle	> 4%	
Beschrieb	kommt über eindeutigem Talweg vor, uniformes Gewässerbett, keine grösseren Fließhindernisse	
<b>Flachwasser</b>		
Turbulenz	keine	
Mittlere Fließgeschwindigkeit	gering bis stehend	
Korngrösse	> 6cm	
Gefälle	gering	
Beschrieb	gewöhnlich in Begleitung von Furten; entlang des Ufers oder einer Kiesbank	

Leitfaden

**Langsam fließende Mesohabitate**

Tab. 39: Kriterium 4 «Morphologie»: Langsam fließende Mesohabitate

<b>Zentralkolk</b>		
Lage	Hauptströmung	
Auslöser	Verengung des Gewässerquerschnitts	
Korngrösse	sehr variabel	
Längsschnitt	tiefster Punkt in der Mitte oder oben	
Querschnitt	tiefster Punkt in der Mitte	
Beschrieb	der Kolk nimmt > 60% der Wasserspiegelbreite ein	
<b>Lateralkolk (diverse)</b>		
Lage	ufernah	
Auslöser	teilweise Blockierung des Gewässerbetts (Steine, Fels, Baumstamm, Wurzelstock) engt den Querschnitt von einer Seite her ein	
Korngrösse	variabel	
Längsschnitt	tiefster Punkt in der Mitte oder oben	
Querschnitt	tiefster Punkt entlang des Hindernis	
Beschrieb	der Kolk nimmt i. d. R. < 60 % der Wasserspiegelbreite ein	
<b>Hinterwasser (diverse)</b>		
Lage	ufernah oder hinter Störsteinen	
Auslöser	Erosionswirbel unterhalb eines Hindernisses (Steine, Baumstamm, Wurzelstock) am Gewässerrand oder hinter Störsteinen	
Korngrösse	eher kleinere Korngrößen	
Längsschnitt	tiefster Punkt in der Mitte oder oben	
Querschnitt	tiefster Punkt in der Mitte	
Beschrieb	tief, bei Niederwasser nicht durchströmt	
<b>Rinne</b>		
Lage	Hauptströmung	
Auslöser	starke Querschnittsverengung in geradem Abschnitt	
Korngrösse	sehr grobkörnig, Wände oft anstehender Fels	
Längsschnitt	uniform, lang und eng	
Querschnitt	uniform, U-förmig	
Beschrieb	langsam und gleichförmig fließend, tief	

Leitfaden

<b>Mündungskolk / Zusammenfluss</b>		
Lage	Hauptströmung	
Auslöser	Zusammentreffen zweier oder mehrerer Gewässerrinnen	
Korngrösse	variabel	
Längsschnitt	tiefster Punkt in der Mitte	
Querschnitt	tiefster Punkt in der Mitte	
Beschrieb	höhere Strömung/ Turbulenz als die meisten anderen Kolktypen	
<b>Stufenkolk / Becken</b>		
Lage	Hauptströmung	
Auslöser	vertikaler Fall des Wassers über ein die ± ganze Breite umfassendes Hindernis	
Korngrösse	variabel	
Längsschnitt	tiefster Punkt in der Mitte	
Querschnitt	tiefster Punkt in der Mitte	
Beschrieb	oft gross und tief (> 1 m), unterhalb von natürlichen und künstlichen Stufen	
<b>Staukolk</b>		
Lage	Hauptströmung	
Auslöser	Aufstauung unterhalb eines ± die ganze Breite umfassendes Hindernis (Baumstamm, Erdrutsch, Wehr)	
Korngrösse	Kies, Sand	
Längsschnitt	variabel	
Querschnitt	variabel	
Beschrieb	temporär	
<b>Nebengerinnenkolk</b>		
Lage	ufernah	
Auslöser	Geschiebeablagerung	
Korngrösse	< 1.5 cm, Sand, Silt	
Längsschnitt	tiefster Punkt unten	
Querschnitt	tiefster Punkt in der Mitte	
Beschrieb	ausserhalb des Hauptgerinnes, evtl. isoliert und austrocknend	
<b>Tümpel</b>		
Lage	oft ufernah, isoliert vom Hauptgewässer	Kein Bild
Korngrösse	variabel	
Beschrieb	kolk- oder flachwasserartig	
<b>Seitengerinne</b>		
Turbulenz	gering-mittel	Kein Bild
Korngrösse	variabel	
Gefälle	variabel	
Beschrieb	Nebengerinne, deutlich kleiner als Hauptarm	

## 6.4.2 Plausibilitätskontrolle Ergebnis Kriterium 4 «Morphologie»

### Ableich mit Merkmalen aus diversen Methoden

Für das Kriterium K4 Morphologie werden in der Folge anhand von Prüflisten konkrete Merkmalsausprägungen aufgelistet, welche die Zuordnung zu einer Wertstufe erleichtern. Als Grundlage dazu dienten eine Reihe bereits etablierter Methoden, die auf einzelne Eigenschaften von Fliessgewässern detaillierter eingehen: Fischbonitierung, Prioritätensetzung Renaturierungsfonds, SNP-Bilanzierung, Ökobilanzierung, Ökomorphologie von Flüssen, Ökomorphologie Stufe S, Fischgewässer und Flussordnungszahl, Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fliessgewässerrevitalisierungen, Bewertung der Biotoptypen Baden-Württembergs zur Bestimmung des Kompensationsbedarfs in der Eingriffsregelung für Fliessgewässer. Insbesondere wurde die Fischertrags-Differenz-Bonitierungsmethode (DIF-BONIT) so weit möglich integriert.

### Mindestwerte für Gewässerabschnittslänge bei Erosionsparzellen

Je länger und grösser ein Fliessgewässerabschnitt ist, desto höher sind in der Regel der damit verbundene ökologische Wert, die Biodiversität und das ökologische Potenzial. Bei Abschnitten mit Eigendynamik braucht es (neben einer gewissen Zeitdauer) auch eine gewisse Länge und Breite, damit die gewünschten Prozesse ablaufen können. Damit beim Kriterium 4 «Morphologie» (und Kriterium 5 «Abfluss- und Geschiebedynamik») beim Spezialfall Erosionsparzellen die hohen Wertstufen 3 bis 5 geltend gemacht werden können, sollen in etwa die Mindestlängen bzw. -grössen gemäss Tab. 40 erfüllt sein.

Tab. 40: Mindestlänge von Fliessgewässerabschnitten für die Vergabe der Wertstufen 3 - 5 beim Kriterium K4 Morphologie und bei K5 Abfluss- und Geschiebedynamik beim Spezialfall Erosionsparzellen

Wertstufe Kriterium 4 (und K5)	Voraussetzung für die Vergabe der Wertstufe
Wertstufe 3 (8/4 Pkt.)	Bach < 200 m Fluss einseitig < 100 m oder < 1 ha Gesamtfläche
Wertstufe 4 (16/8 Pkt.)	Bach 200 m – 500 m Fluss ein- oder beidseitig 100 m – 1000 m oder 1 bis 5 ha Gesamtfläche
Wertstufe 5 (32/16 Pkt.) Hohes ökologisches Potenzial	Bach > 500 m Fluss beidseitig (!) > 1000 m oder > 5 ha Gesamtfläche

Zur weiteren Orientierung wird der Praxisleitfaden zur Wirkungskontrolle von Revitalisierungen, Indikator-Set 1 – Habitatvielfalt [3], empfohlen.

Leitfaden

**Prüfliste: Merkmale Kriterium 4 «Morphologie», Ausgangszustand**

Um die Wertstufe des Kriteriums 4 «Morphologie» festzulegen, sind im Abschnitt 4.2.2 fünf Teilkriterien zu bewerten. In vielen Fällen dürfte damit ein intuitiv überzeugendes Ergebnis der Bewertung erreicht werden. In anderen Fällen kann das Bedürfnis bestehen, das Ergebnis zu validieren. Die nachfolgende Prüfliste (Autor: H. Zeh, sigmaplan AG) dient diesem Zweck:

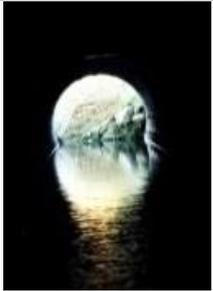
- Die Plausibilitätskontrolle ignoriert die fünf Teilkriterien und erfolgt als Gesamtbetrachtung, angelehnt an die grundsätzliche Definition der Wertstufen in der verwandten Methode für terrestrische Lebensräume BESB<sub>T</sub> (Anhang 6.1)
- Die Plausibilitätskontrolle stützt sich auf die Präsenz oder Absenz von konkret ausformulierten Eigenschaften und technischen Merkmalen.
- Repräsentative Fotos aus zahlreichen Beispielen unterstützen eine intuitive Plausibilitätskontrolle.
- Die Fotos erlauben einen Vergleich und eine grobe Eichung der Bewertung des Kriteriums 4 «Morphologie» mit ähnlichen Gewässerabschnitten aus anderen Projekten.
- Die Prüfliste präzisiert einige morphologische Merkmale, die in den Teilkriterien nur unscharf beschrieben sind, z.B. «stark beeinträchtigte Ökomorphologie».
- Die Prüfliste hilft, die Verwendung von Zwischenstufen zu begründen (wenn Merkmale aus zwei aufeinanderfolgenden Wertstufen in gleicher Häufigkeit zutreffen).

Eine analog aufgebaute Prüfliste zur Plausibilitätskontrolle des Ergebnisses **für das Kriterium 4 im Endzustand** folgt weiter unten.

Vorgehen

Was trifft auf eine konkrete Projektsituation zu? Überall dort ist ein Kreuzchen zu setzen. Die Stufe mit den meisten Kreuzchen ist die Stufe, die die Situation am treffendsten wiedergibt. Stimmt die methodisch berechnete Stufe mit der in der Prüfliste ermittelten Stufe überein, ist das Ergebnis plausibilisiert. Stimmen sie nicht überein, ist zu überprüfen, weshalb.

○ Lebensraumtyp im Ist-Zustand ◇ Lebensraumtyp mit Beeinträchtigung

○ ◇ <b>Stufe 0</b> (0 Pkt.): Weitgehend versiegelte oder verbaute (Ufer-) Flächen/Abschnitt		
○ ◇ Ökomorphologie: eingedolt		
○ ◇ Sohlensubstrat: Vollständig hart-verbaute naturfremde ausgeräumte Sohle	<u>unnatürliche Sohle</u> (z.B. abgeplästert, betoniert)	
○ ◇ Längsvernetzung/Durchgängigkeit:	<u>keine</u> Fischdurchgängigkeit, vollständig unterbrochen (für alle Arten und Altersklassen)	
○ ◇ <b>Stufe 0-1</b> (1 Pkt.): s.o.		
○ ◇ Ökomorphologie: eingedolt		eingedolt = Biotopwert «0»
○ ◇ Sohlensubstrat: Vollständig hart-verbaute naturfremde ausgeräumte Sohle	<u>natürliche Sohle</u>	
○ ◇ Längsvernetzung/Durchgängigkeit:	<u>fischgängig</u>	

○ ◇ <b>Stufe 0</b> (0 Pkt.): Weitgehend versiegelte oder verbaute (Ufer-) Flächen/Abschnitt	
○ ◇ Ökomorphologie: siehe oben	
○ ◇ Linienführung: vollständig kanalisiert	Regelprofil, Vollausbau, künstlicher (Doppel-)Damm; Laufstrukturen (s. Stufe 5) keine
○ ◇ Sohlensubstrat: Vollständig hart-verbaute naturfremde ausgeräumte Sohle	unnatürliche Sohle (z.B. abgeplästert, betoniert). Keine Variabilität der Korngrößen; Richtwert Bäche für Sohlenverbauung > 60%,
○ ◇ Strukturvielfalt: Keine Strukturelemente, degradiertes, künstlicher Lebensraum	Strukturelemente fast gänzlich fehlend (sehr monoton). Uferstrukturen (s. Stufe 5) bei Niedrigwasser: keine und/oder keine Unterstände (s. Stufe 5). Variabilität (s. Stufe 5) keine bis sehr wenig, Breite (Richtwert Verhältnis engste und breiteste Stelle 1:1), Tiefe, Strömungsdiversität keine, gleichmässig fliessend oder stehendes Gewässer, glatte Wasseroberfläche, lineare Strömung; Ökohydraulik < 10%, keine Fliessgeschwindigkeit -> Ökohydraulische Messergebnisse/Unterindikatoren bewerten: max. Tiefe (NQ), benetzte Breite (MQ), Benthos, maximale Fliessgeschwindigkeit

Leitfaden

	(MQ) in Abweichung vom natürlichen Abfluss bzw. je nach Projektanforderung vom Referenzabfluss gemäss Art. 31 - 33 GSchG			
○ ◇ Längsvernetzung/Durchgängigkeit: vollständig unterbrochen (für alle Arten und Altersklassen)	keine Fischdurchgängigkeit. Richtwerte Absturzhöhe > 70 cm, Kolkentiefe < Absturzhöhe, Tiefwasserbereich direkt oberhalb Absturz nicht vorhanden			
○ ◇ Uferbestockung:	keine; vollsonnig: keine Ufervegetation vorhanden oder Uferbestockung weniger als 20% der Gewässerfläche			
				
Ufermauern am Hünibach	Kraftwerks-Kanal	Stadtbach (Bern)	Kander (Frutigen)	Schwelle an der Zulg (ca. 4 m)

○ ◇ Stufe 1 (2 Pkt.): Standort aufgrund bedeutender Beeinträchtigungen rudimentär ausgeprägt oder degradiert.			
○ ◇ Ökomorphologie: naturfremd/künstlich	Richtwert Verbauungsgrad Böschungsfuss Bäche und Flüsse > 60%, Material durchlässig, z.B. strukturierter Blocksatz ohne Hinterbeton, max. 2:3 steile Böschung; Uferbereich/Raumbedarf aus gewässergerechtem* Uferbewuchs ca. 5-10% oder gewässerfremde Ufervegetation: artenarme Fettwiesen, Kunstwiese, Acker		
○ ◇ Linienführung: stark verändert, mehrheitlich geradlinig/begradigt, > 50% verändert	regelprofilierter Ufer, künstlicher Damm; Laufstrukturen (s. Stufe 5) sehr wenig. Stufen-Becken-Sequenzen („step-pool-sequences“) durch künstliche Schwellen in flacheren Fließgewässern mit Gefälle < 3%		
○ ◇ Sohlensubstrat: Stark anthropogen beeinträchtigte Sohle mit wenigen Ablagerungen	mehrere Korngrößenfraktionen fehlen, monoton, mittlere bis grosse Kolmation. Richtwert Bäche für Sohlenverbauung 30-60%,		
○ ◇ Strukturvielfalt: wenig Strukturvielfalt	Uferstrukturen (s. Stufe 5) bei Niedrigwasser: sehr wenige und/oder keine bis einzelne Unterstände (s. Stufe 5); Variabilität (s. Stufe 5) wenig: Breite (Richtwert Flüsse für engste/breiteste Stelle 1: 1.1), Tiefe, Korngrößen, Strömungsdiversität: sehr gering. Ökohydraulik 10-80%		
○ ◇ Längsvernetzung/Durchgängigkeit: stark beeinträchtigt (für die meisten Arten und/oder Altersklassen unterbrochen)	Richtwert Absturzhöhe 35-70 cm, Kolkentiefe > Absturzhöhe, Tiefwasserbereich direkt oberhalb Absturz vorhanden		
○ ◇ Uferbestockung	Uferbestockung 20-40% der Gewässerfläche. Sonnig: von Aufgang bis Untergang, immer jedoch während der wärmsten Stunden		
			
Aare (Muri/Chesselau): Beton-Leitwerke können als eigene Fläche erfasst werden	Emme (Burgdorf), Buhne als strukturierter Blocksatz ohne Hinterbeton		
			
Glatt: Richtwert Verbauungsgrad Böschungsfuss Bäche und Flüsse > 60%, Material durchlässig		Bach beim Flughafen Meiringen	

Leitfaden

<p>○ <b>Stufe 2</b> (4 Pkt.): Abschnitt/Standort mittelmässig, ohne Besonderheiten, eher mit kleineren Beeinträchtigungen.</p>	
<p>○ <b>Ökomorphologie:</b> stark beeinträchtigt</p>	<p>abschnittsweise Verbauung der Sohle und des Böschungsfusses. Richtwert Verbauungsgrad Böschungsfuss Bäche und Flüsse 30-60%, Material undurchlässig</p> <p>Uferbereich/Raumbedarf aus gewässergerechtem* Uferbewuchs 10-30% (s. Stufe 3) oder hauptsächlich gewässerfremde Ufervegetation; wie Magerwiesen, artenreiche Fettwiese/Weide</p>
<p>○ <b>Linienführung:</b> wesentlich verändert, 30–50% verändert</p>	<p>stellenweise begradigt, Laufform gestreckt, pendelnd monoton; Profil mit Buhneausbau; Laufstrukturen (s. Stufe 5) eingeschränkt</p>
<p>○ <b>Sohlensubstrat:</b> Teilweise verbaute Sohle, unnatürliche Dominanz von einzelnen Fraktionen</p>	<p>Einzelne Korngrößenfraktionen fehlen vollständig, geringe Variabilität, mittlere Kolmation; Richtwert Bäche für Sohlenverbauung 10-30%</p>
<p>○ <b>Strukturvielfalt:</b> mittlere Strukturvielfalt</p>	<p>Uferstrukturen (s. Stufe 5) bei Niedrigwasser: eingeschränkt und/oder einzelne Unterstände (s. Stufe 5); z.B. Zwischenräume im (formwilden) Blockwurf</p> <p>Variabilität (s. Stufe 5) mässig: Breite (Richtwert Flüsse für engste/breiteste Stelle 1: 1.3), Tiefe, Korngrößen. Eingeschränkte Variabilität der Wasserspiegelbreite: Ufer im Bereich des Böschungsfusses verlaufen nicht parallel, sind aber oftmals stark begradigt. Nur kleine Ausbuchtungen mit geringer Wirkung auf das Strömungsprofil. Häufig Verlauf in tiefergelegtem Profil mit gleichmässiger Uferböschung, wobei der Böschungsfuss nicht oder nur abschnittsweise verbaut ist. Strömungsdiversität: gering, kaum verschiedene Fließgeschwindigkeiten, wenig Richtungsänderungen. Ökohydraulik 81-100%</p>
<p>○ <b>Längsvernetzung/Durchgängigkeit:</b> wesentlich beeinträchtigt (für kleine Altersklassen unterbrochen)</p>	<p>Richtwerte Forellenregion Absturzhöhe &lt;35 cm, Kolkentiefe &gt; Absturzhöhe, Tiefwasserbereich direkt oberhalb Absturz vorhanden. Richtwerte Region mit Kleinfischarten und Cypriniden Absturzhöhe 15 - 30 cm, Kolkentiefe &gt; Absturzhöhe, Tiefwasserbereich direkt oberhalb Absturz vorhanden</p>
<p>○ <b>Uferbestockung</b></p>	<p>Absonnig: in der überwiegenden Zeit zwischen Sonnenauf- und untergang, in den wärmsten Stunden des Tages jedoch beschattet, 40-60% der Gewässerfläche</p>
	
<p>Kander (Kanderbrücke) mit nur kleinen Ausbuchtungen mit geringer Wirkung auf das Strömungsprofil</p> <p>Oeygräbli</p> <p>Begradigte Enstlige</p>	
	
<p>Hasliaare mit Richtwert Verbauungsgrad Böschungsfuss Bäche und Flüsse 30-60%, Material undurchlässig</p> <p>Emme (Burgdorf), dito</p>	

<p>○ <b>Stufe 3</b> (8 Pkt.): Abschnitt/Standort gut ausgeprägt, aber höchstens mit kleineren Besonderheiten.</p>	
<p>○ <b>Ökomorphologie:</b> wenig beeinträchtigt</p>	<p>Richtwert Verbauungsgrad Böschungsfuss Bäche und Flüsse 30-60%, Material durchlässig</p> <p>Uferbereich/Raumbedarf aus gewässergerechtem/-fremden* Uferbewuchs 30-60% gewässergerechte/-typische Ufervegetation / Auenlebensräume (vereinfacht gemäss BUWAL 2002): Hartholzauze; Eschen-Auenwälder, Auenwälder im Übergangsstadium, übrige Wälder/Gehölze und Mäntel im Auenbereich; Weichholzauze: Weidengebüsche und Mäntel, Grauerlen-Auenwälder und Mäntel, Erlenbruchwälder; gehölzfreie Aue: Pionierkrautfluren, Flachmoore (Ried, Röhricht, Schilf, Pfeifengras, Sumpfdotter/Spierstaudenfluren); vegetationslose Aue: nackte Sedimente (Geröll, Schotter; Kies/Sand, Schlick/ Lehm), gewässergerechter/-fremder Uferbewuchs</p>
<p>○ <b>Linienführung:</b> stellenweise beeinträchtigt, 10–30% verändert</p>	<p>Laufform schwach gewunden, schlängelnd, unregelmässig; verfallenes Regelprofil; Laufstrukturen (s. Stufe 5) wenig beeinträchtigt</p>
<p>○ <b>Sohlensubstrat:</b> Teilweise standortfremde, künstlich strukturierte Sohle</p>	<p>Einzelne Korngrößenfraktionen kommen nur vereinzelt vor, mittlere Variabilität, leichte Kolmation.</p> <p>Richtwert Bäche für Sohlenverbauung 5-10%</p>
<p>○ <b>Strukturvielfalt:</b> wenig beeinträchtigt</p>	<p>Uferstrukturen (s. Stufe 5) bei Niedrigwasser: wenig beeinträchtigt und/oder einige bis viele Unterstände (s. Stufe 5); Variabilität (s. Stufe 5) gut: Breite (Richtwert Flüsse für engste/breiteste Stelle 1: 2), Tiefe, Korngrößen, Strömungsdiversität mässig, beidseitig Buhnen mit künstlicher Strömungsdiversität. Ökohydraulik 101-130%</p>

Leitfaden

<p>○ ◇ Längsvernetzung/Durchgängigkeit: mässig beeinträchtigt (für gewisse Arten, z.B. Groppen, beeinträchtigt)</p>	<p>Richtwerte Forellenregion Absturzhöhe &lt; 15 cm, Kolkentiefe &gt; Absturzhöhe, Tiefwasserbereich direkt oberhalb Absturz vorhanden. Kolkentiefe &gt; Absturzhöhe, Tiefwasserbereich direkt oberhalb Absturz vorhanden</p>		
<p>○ ◇ Uferbestockung</p>	<p>Halbschattig: mehr als die Tageshälfte und immer während der Mittagszeit beschattet, Uferbestockung 60-80% der Gewässerfläche</p>		
			
<p>Schüss bzw. Aare (Chesselaue und Muri):</p>	<p>tolerierte Erosion an Steilufer</p>	<p>Sandbank im Bühnenfeld</p>	<p>Kiesbank zwischen Bühnen</p>
			
<p>Zulg bzw. Hasliaare (Innertkirchen): Breitenvariabilität (Richtwert Flüsse für engste/breiteste Stelle 1: 2), beidseitig Bühnen</p>			

<p>○ ◇ <b>Stufe 4</b> (16 Pkt.): Abschnitt/Standort klar überdurchschnittlich, mit prägenden Besonderheiten.</p>	
<p>○ ◇ Ökomorphologie: natürlich, naturnah</p>	<p>höchstens punktuelle Verbauung des Böschungsfusses; Richtwert Verbauungsgrad Böschungsfuss Bäche und Flüsse &lt; 10%, Material undurchlässig  Uferbereich/Raumbedarf Bäche gewässergerecht*; Flussraum (mind. Flussbreite) gewässergerechter Uferbewuchs &gt; 60% oder natürliche, gut ausgeprägte Aue (s. Stufe 3)</p>
<p>○ ◇ Linienführung: vollständig naturbelassen, z.B. pendelnd, mäandrierend, verzweigt, steil/gestreckt</p>	<p>schlängelnd, unregelmässig, Laufform gewunden; Nebengerinne, Altarm; Naturprofil, kein Damm am Fluss; ausgeprägte Laufstrukturen wie Inseln, Aufweitungen, Gabelungen, Verengungen, Sturzbäume</p>
<p>○ ◇ Sohlensubstrat: Natürliche und standorttypische Gewässersohle</p>	<p>Gesamtes Spektrum von Korngrößenfraktionen vorhanden, grosse Variabilität (Sortierung), keine Kolmation Sohlenverbauung Bäche: keine</p>
<p>○ ◇ Strukturvielfalt (klein-/grossräumig), Mosaik, Dynamik: ausgeprägt</p>	<p>ausgeprägte Strukturvielfalt, mosaikartig, sehr heterogen Schnell fließende Mesohabitate: Kaskade, Schnelle, Riffle (Furt), Stufe/Absturz, Sheet, Schussrinne, Gleite, Lauf (Rinner), Flachwasser, Zentralkolk, Lateralkolk, Hinterwasser, Rinne, Mündungskolk/Zusammenfluss, Stufenkolk/Becken, Staukolk, Nebengerinnenkolk, Tümpel, Seitengerinne Flussmorphologisch natürliche Laufstrukturen wie Bank, Kolk, Rinne, Furt, Schnelle, Hinterwasser, Flachwasser, Stufe und Becken. Furt-Kolk-Sequenzen „rifflepool-sequence“ sind typisch für flachere Fließgewässer mit Gefälle &lt; 3%, Stufen-Becken-Sequenzen („step-pool-sequences“) sind natürliche Formen in steilen Gewässern mit Gefälle &gt; 3% Uferstrukturen bei Niedrigwasser ausgeprägt (natürliches Ufer, Abbruchufer, Gleitufer, Breitenerosion, Unterspülungen z.B. von Wurzeln, Totholz, Holzansammlung, Ufersporn, Makrophyten) und/oder Unterstände sehr viele (tiefe Stellen, Kolke, Löcher in Prallufem etc.; Steine, Blöcke, Bäume, Äste im Gerinne; Wasserpflanzen; unterspülte Ufer, aufgelöste Uferlinie und/oder Wirkung der Ufervegetation als Unterstände bei MW und NW durch überhängende Äste, Gras, Durchwurzelung der Ufer etc. sehr gut  Variabilität sehr hoch: Breite (Richtwert Flüsse für engste/breiteste Stelle &gt; 1:2), Tiefe, Korngrößen (heterogen, locker, ausgeprägte Sortierung), Strömungsdiversität sehr hoch, häufige Wirbel, Wellen, Gischt, turbulent, Schnellen, stille Buchten, flaches Gleitufer, „pools+riffles“. Ökohydraulik*: natürlich/naturnah &gt; 130%</p>
<p>○ ◇ Längsvernetzung/Durchgängigkeit: für alle vorkommenden Arten und Altersklassen möglich</p>	<p>Fischdurchgängiges Haupt- und Seitengewässer, Aue mit Seitenarmen, einseitig angeschlossener Altarm, Altarm (bei Hochwasser), etc.  Keine künstlichen Hindernisse vorhanden</p>
<p>○ ◇ Uferbestockung</p>	<p>Schattig: fast vollständige Uferbestockung, ≥ 80% der Gewässerfläche</p>

Leitfaden

			
Mesohabitate an Aubanne (Nyon)	Önz	Emme	Thurmündung

**\* Beschaffenheit des Uferbereichs:**  
 Gewässergerecht: Kies/Geröll/Fels, Standorte mit natürlicherweise geringer oder keiner Vegetation (vorwiegend im Gebirge zu finden); Röhricht/Ried, Wald, Bäume/Sträucher mit extensiv bewirtschafteter Wiese oder Hochstauden dichter und abwechslungsreicher Bestand (> 25% der Fläche bedeckt) von einheimischen Bäumen und Sträuchern, offene Flächen mit extensiv bewirtschafteter Wiese (höchstens 2 Schnitte pro Jahr) oder Hochstauden  
 Gewässerfremd: monotone Hochstaudenflur, Feuchtigkeits- und nährstoffliebende mehrjährige Kräuter bis 1 m Höhe, Bestockung nur rudimentär, extensiv bewirtschaftete Wiese, Wiese wird höchstens 2x pro Jahr geschnitten, Bestockung fehlt weitgehend (< 25%); alleeähnliche Bestockung, monotone, geradlinige Bepflanzung mit regelmässigen Abständen  
 Künstlich: Uferbereich vorhanden (schräge Böschung), aber vollständig verbaut, allenfalls ist eine Spaltenvegetation vorhanden

**Stufe 5 (32 Pkt.):** Der Abschnitt erfüllt die Qualitätsanforderungen gemäss Stufe 4, wie oben beschrieben.

**Zusätzlich:** Abschnitt mit hohem ökologischem Potenzial, Entwicklung zu einzigartiger Ausprägung möglich; das heisst:

- Relativ flacher Abschnitt (< 5% Gefälle)
- innerhalb Auen nationaler Bedeutung, NSG, Auen kantonaler/regionaler Bedeutung
- Potenzial für pendelnden, mäandrierenden oder verzweigten Lauf
- Vergrößerung Gewässerraum auf Biodiversitäts- / Pendelbandbreite inkl. Laufverlagerung möglich
- besondere Vernetzungsfunktion im regionalen bis überregionalen Gewässersystem, ohne natürliche Hindernisse, Anbindung an Hauptgewässer
- Tendenziell eher für (frei fließende) FLOZ 4 bis 9, grosse Gewässer mit regionaler bis überregionaler Bedeutung im Fließgewässersystem
- Mindestlänge-/grösse: Bach > 500 m; Fluss beidseitig > 1000 m oder > 5 ha

Vorschlag Aggregation:

- ☞ Stufe 4-5 (24 Pkt.) mind. 3 von 6 Anforderungen erfüllt
- ☞ Stufe 5 (32 Pkt.) mind. 4 von 6 Anforderungen erfüllt

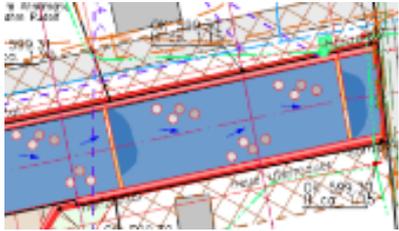
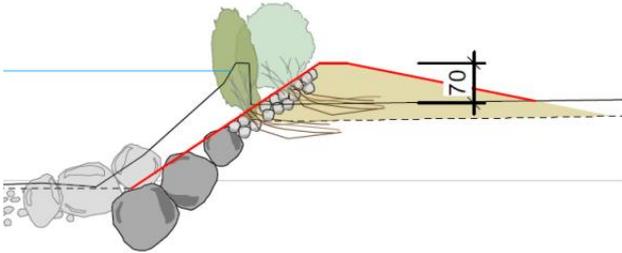
Flüsse und Auen mit Dynamik:

			
Kander (Augand)	Ova da Rossegg (GR)	Kander (Gasterental)	Schwarzwasser

Leitfaden

**Prüfliste: Merkmale Kriterium 4 «Morphologie», Endzustand**

Was trifft auf die gefragte Situation zu? Überall dort ein Kreuzchen setzen. Die Stufe mit den meisten Kreuzchen ist die Stufe, die die Situation am adäquatesten wiedergibt. Stimmt die methodisch berechnete Stufe mit der in der Prüfliste (Autor: H. Zeh, sigmaplan AG) ermittelten Stufe überein, ist das Ergebnis plausibilisiert. Stimmen sie nicht überein, ist zu überprüfen, weshalb.

<p><input type="checkbox"/> <b>Stufe 1 (2 Pkt.): Standort aufgrund bedeutender Beeinträchtigungen rudimentär ausgeprägt oder degradiert.</b></p>		
<p><input type="checkbox"/> <b>Ökomorphologie:</b> künstlich, naturfremd - stark beeinträchtigt (in Abschnitten von Gewässeraufwertungen mit Restriktionen oder zur sichernder Infrastruktur)</p>	<p>Richtwert Verbauungsgrad Böschungsfuss Bäche und Flüsse &gt; 60%, Material durchlässig z.B. strukturierter Blocksatz ohne Hinterbeton, max. 2:3 steile Böschung</p> <p>Uferbereich/Raumbedarf aus gewässergerechtem* Uferbewuchs ca. 5-10% oder gewässerfremde Ufervegetation; artenarme Fettwiesen, Kunstwiese, Acker</p>	
<p><input type="checkbox"/> <b>Linienführung:</b> stark verändert, mehrheitlich geradlinig/begradigt, &gt; 50% verändert</p>	<p>Laufform geradlinig, begradigt; regelprofilierte Ufer, künstlicher Damm; Laufstrukturen (s. Stufe 5) sehr wenig. Stufen-Becken-Sequenzen („step-pool-sequences“) durch künstliche Schwellen in flacheren Fließgewässern mit Gefälle &lt; 3%</p>	
<p><input type="checkbox"/> <b>Sohlensubstrat:</b> Stark anthropogen beeinträchtigte Sohle mit wenigen Ablagerungen</p>	<p>mehrere Korngrößenfraktionen fehlen, monoton, mittlere bis grosse Kolmation</p> <p>Richtwert Bäche für Sohlenverbauung 30-60%</p> <p>Hochwasser auf Staustrecke führt zu tolerierten Sturzbäumen</p>	
<p><input type="checkbox"/> <b>Strukturvielfalt:</b> Minimale Strukturelemente, sehr monoton</p>	<p>Uferstrukturen (s. Stufe 5) bei Niedrigwasser: sehr wenige und/oder keine bis einzelne Unterstände (s. Stufe 5); Variabilität (s. Stufe 5) wenig: Breite (Richtwert Flüsse für engste/breiteste Stelle 1: 1.1), Tiefe, Korngrößen, Strömungsdiversität: sehr gering. Ökohydraulik 10-80%</p>	
<p><input type="checkbox"/> <b>Längsvernetzung/Durchgängigkeit:</b> stark beeinträchtigt (für die meisten Arten und/oder Altersklassen unterbrochen)</p>	<p>Richtwert Absturzhöhe 70-120 cm, Kolkentiefe &gt; Absturzhöhe, Tiefwasserbereich direkt oberhalb Absturz vorhanden</p>	
<p><input type="checkbox"/> <b>Uferbestockung</b></p>	<p>Uferbestockung &lt; 20% der Gewässerfläche. Vollsonnig: von Aufgang bis Untergang</p>	
		
<p>Grüne (Ausgangszustand)</p>	<p>Stark beeinträchtigter Abschnitt an der Grüene</p>	<p>Hochwasserschutzprojekt Grüene mit Belebungssteinen im kanalisiertem Abschnitt</p>
		
<p>Kander, Frutigen</p>	<p>Stufe 1 (2 Pkt.) Hochwasserschutzprojekt: Geplante Uferrevitalisierung und Mikrobuhnen mit Strukturierung Böschungsfuss auf 550 m Länge</p>	

Leitfaden

<p><b>☐ Stufe 2 (4 Pkt.):</b> Standort erfüllt die Mindestanforderungen; ohne nachteilige Startbedingungen.</p>	
<p><b>☐ Ökomorphologie:</b> überwiegend wenig beeinträchtiger Abschnitt (&gt; 50%)</p>	<p>Richtwert Verbauungsgrad Böschungsfuss Bäche und Flüsse 30-60%, Material undurchlässig Uferbereich/Raumbedarf aus gewässergerechtem* Uferbewuchs 10-30% (s. Stufe 3) oder hauptsächlich gewässerfremde Ufervegetation; wie Magerwiesen, artenreiche Fettwiese/Weide</p>
<p><b>☐ Linienführung:</b> wesentlich verändert, 30-50% verändert</p>	<p>stellenweise begradigt, Laufform gestreckt, pendelnd monoton; Profil mit Bühnenausbau; Laufstrukturen (s. Stufe 5) eingeschränkt</p>
<p><b>☐ Sohlensubstrat:</b> Einzelne Korngrößenfraktionen fehlen vollständig, geringe Variabilität, mittlere Kolmation</p>	<p>Einzelne Korngrößenfraktionen fehlen vollständig, geringe Variabilität, mittlere Kolmation Richtwert Bäche für Sohlenverbauung 10-30%,</p>
<p><b>☐ Strukturvielfalt:</b> wenig Strukturvielfalt, einzelne Strukturelemente vorhanden</p>	<p>Uferstrukturen (s. Stufe 5) bei Niedrigwasser: eingeschränkt und/oder einzelne Unterstände (s. Stufe 5); z.B. Zwischenräume im (formwilden) Blockwurf  Variabilität (s. Stufe 5) mässig: Breite (Richtwert Flüsse für engste/breiteste Stelle 1: 1.3), Tiefe, Korngrößen. Eingeschränkte Variabilität der Wasserspiegelbreite: Ufer im Bereich des Böschungsfusses verlaufen nicht parallel, sind aber oftmals stark begradigt. Nur kleine Ausbuchtungen mit geringer Wirkung auf das Strömungsprofil. Häufig Verlauf in tiefergelegtem Profil mit gleichmässiger Uferböschung, wobei der Böschungsfuss nicht oder nur abschnittsweise verbaut ist. Strömungsdiversität: gering, kaum verschiedene Fließgeschwindigkeiten, wenig Richtungsänderungen. <u>Ökohydraulik 81-100%</u>  Hochwasser auf Staustrecke führt zu Sturzbäumen und Überflutungsdynamik evtl. mit Ufererosionen</p>
<p><b>☐ Längsvernetzung/Durchgängigkeit:</b> wesentlich beeinträchtigt (für kleine Altersklassen unterbrochen)</p>	<p>Richtwerte Forellenregion Absturzhöhe 35-70 cm, Kolkentiefe &gt; Absturzhöhe, Tiefwasserbereich direkt oberhalb Absturz vorhanden. Richtwerte Region mit Kleinfischarten und Cypriniden Absturzhöhe ca. 30 cm, Kolkentiefe &gt; Absturzhöhe, Tiefwasserbereich direkt oberhalb Absturz vorhanden</p>
<p><b>☐ Uferbestockung</b></p>	<p>Sonnig: in der überwiegenden Zeit zwischen Sonnenauf- und untergang, immer jedoch in den wärmsten Stunden des Tages in voller Sonne, 20-40% der Gewässerfläche</p>
	
<p>Einseitige Gewässeraufweitung beim Scherlibach auf einer Länge von ca. 200 m (vorher-nachher)</p>	<p>Bühnen an der Emme</p>
<p>Richtwert Verbauungsgrad Böschungsfuss Bäche und Flüsse 30-60%</p>	
	
<p>Instream-Massnahmen im alten Hüsenbach</p>	<p>Giesse (Belp)</p>
	
<p>Aare (Muri)</p>	<p>Aare (Muri)</p>
	
<p>Sanierung nicht fischdurchgängige Schwellen beim Jäunli (vorher-nachher)</p>	
<p>Blockschwellen, Räumlich gekrümmte Blockschwelle an der Grüene</p>	

Leitfaden

<p><input type="checkbox"/> <b>Stufe 3</b> (8 Pkt.): Lokalität und technische Ausführung der Massnahmen bieten sehr gute Standortbedingungen; klar überdurchschnittliche Qualität des späteren Biotops zu erwarten.</p>	
<p><input type="checkbox"/> Ökomorphologie: wenig beeinträchtigt</p>	<p>Raumbedarf: Erweiterung auf minimalen Raumbedarf (Hochwasserschutz) oder Breite des Uferbereichs im Ausgangszustand um 200% vergrössert</p> <p>Uferbereich/Raumbedarf aus gewässergerechtem/-fremden Uferbewuchs 30-60% Gewässerrechte/-typische Ufervegetation / Auenlebensräume (vereinfacht gemäss BUWAL 2002): Hartholzauze; Eschen-Auenwälder, Auenwälder im Übergangsstadium, übrige Wälder/Gehölze und Mäntel im Auenbereich; Weichholzauze: Weidengebüsche und Mäntel, Grauerlen-Auenwälder und Mäntel, Erlenbruchwälder; gehölzfreie Aue: Pionierkrautfluren, Flachmoore (Ried, Röhrlich, Schilf, Pfeifengras, Sumpfdotter/Spierstaudenfluren); vegetationslose Aue: nackte Sedimente (Geröll, Schotter; Kies/Sand, Schlack/ Lehm), gewässergerechter/-fremder Uferbewuchs, naturnahe Ufervegetation mit Einschränkung Hochwasserschutz; Flusstypische Lebensräume grossteils vorhanden</p> <p>Richtwert Verbauungsgrad Böschungsfuss Bäche und Flüsse 30-60%, Material durchlässig</p>
<p><input type="checkbox"/> Linienführung: stellenweise beeinträchtigt, 10–30% verändert</p>	<p>pendelnd, vielfältig, Laufform schwach gewunden, schlängelnd, unregelmässig; Laufstrukturen (s. Stufe 4) wenig beeinträchtigt</p>
<p><input type="checkbox"/> Sohlensubstrat: Teilweise standortfremde, künstlich strukturierte Sohle</p>	<p>Einzelne Korngrössenfraktionen kommen nur vereinzelt vor, mittlere Variabilität, leichte Kolmation</p>
<p><input type="checkbox"/> Strukturvielfalt: mittel</p>	<p>Gewässerprofil (Ufer, Böschung): Vielfältige Gleit- und Prallufer sowie Böschungsneigung, auentypische Vegetation, Rückbau Hartverbau; grosse Aufweitung; Abflachung des Uferbereichs; vereinzelt Uferstrukturen (Sturzbäume, Unterstand, Verengungen, Breitenerosion); Ufererosion, Anlandung, Prall-/Gleitufer, Sand-/Kiesbank. Gestaltung/Eigendynamik: Abschnittsweise Eigendynamik. Ökohydraulik 101-130%</p>
<p><input type="checkbox"/> Längsvernetzung/Durchgängigkeit: mässig beeinträchtigt (für gewisse Arten, z.B. Groppen, beeinträchtigt)</p>	<p>Längsvernetzung: wenig beeinträchtigte Fischdurchgängigkeit (Adulte und Jungfische der Zielarten, für gewisse Arten (z.B. Groppen) beeinträchtigt. Richtwerte Forellenregion Absturzhöhe &lt; 35 cm, Kolkentiefe &gt; Absturzhöhe, Tiefwasserbereich direkt oberhalb Absturz vorhanden. Richtwerte Region mit Kleinfischarten und Cypriniden Absturzhöhe 15-30 cm, Kolkentiefe &gt; Absturzhöhe, Tiefwasserbereich direkt oberhalb Absturz vorhanden. Wiederanbinden an Hauptgewässer oder von Seitengewässern, Aufwertung Gewässer als Wanderkorridor</p> <p>Umfassende Wiederherstellung der Längsvernetzung (Mündungsbereiche, Haupt-/Seitengewässer) durch Sohlrampen, Treppe von räumlich gekrümmten Blockschwellen (&lt; 40 cm): Fischdurchgängigkeit für Adulte und Jungfische der Zielarten, durchgängig für weitere (schwimmchwache) Arten, z.B. Groppe, Fischpass bei Stauwehr</p>
<p><input type="checkbox"/> Uferbestockung</p>	<p>Absonnig: überwiegend in der Sonne, in den heissesten Stunden jedoch beschattet, 40-60% der Gewässerfläche</p>
<p><input type="checkbox"/> Mindestlänge- bzw. -grösse (Richtwerte):</p>	<p>Bach &lt; 200 m und Fluss einseitig &lt; 100 m oder &lt; 1 ha</p>
	
<p>Ausgedolter Fuchsenriedbach 160 m, temporäre Wasserführung</p>	<p>Aareufer: Statt Längsverbau Buhnen und Kiesbankschüttung 50 m</p>
	
<p>Revitalisierung Chänerechbach 90 m, Uferbereich auf 20 m vergrössert (vorher-nachher)</p>	<p>Instream-Massnahmen in Giesse</p>
	<p>Emme-Aufweitung</p>
	
<p>Revitalisierte Mündung des Entenbächli 80 m, um 2 m vertieft für ausreichende Wassertiefe bei tiefem Seespiegel</p>	<p>Baumbuhnen an der Aare</p>

Leitfaden

<p><input type="checkbox"/> <b>Stufe 4</b> (16 Pkt.): Lokalität und technische Ausführung der Massnahmen aussergewöhnlich, optimal; Ersatzabschnitt von sehr guter Qualität (spezielle Anstrengungen unternommen).</p>		
<p><input type="checkbox"/> <b>Ökomorphologie:</b> natürlich, naturnah</p>	<p>vollständiger Rückbau der Sohl- und Böschungsverbauung; gut ausgeprägte Aue Erweiterung auf des für die Erhaltung der Biodiversität benötigten Raumes Uferbereich/Raumbedarf aus gewässerrechter*/-typischer Ufervegetation / Auenlebensräume (vereinfacht gemäss BUWAL 2002, s. Stufe 3) oder Flussraum (mind. Flussbreite): gewässergerechter/-fremder Uferbewuchs &gt; 60%</p>	
<p><input type="checkbox"/> <b>Linienführung:</b> vollständig naturbelassen, z.B. mäandrierend, verzweigt</p>	<p>Laufform gewunden, schlängelnd, pendelnd, unregelmässig, steil/gestreckt Nebengerinne, Altarm; naturähnliches Profil bis Naturprofil, kein Damm am Fluss Laufstrukturen (Inseln, Aufweitungen, Gabelungen, Verengungen)</p>	
<p><input type="checkbox"/> <b>Sohlensubstrat:</b> Natürliche und standorttypische Gewässersohle</p>	<p>Gesamtes Spektrum von Korngrößenfraktionen vorhanden, grosse Variabilität (Sortierung), keine Kolmation Korngrößen (heterogen, locker, ausgeprägte Sortierung); vollständiger Rückbau der Sohlverbauung</p>	
<p><input type="checkbox"/> <b>Strukturvielfalt</b> (klein-/grossräumig), Mosaik, Dynamik: ausgeprägt</p>	<p>ausgeprägte Strukturvielfalt, mosaikartig, sehr heterogen flussmorphologisch natürliche Laufstrukturen wie Bank, Kolk, Rinne, Furt, Schnelle, Hinterwasser, Flachwasser, Stufe und Becken. Furt-Kolk-Sequenzen „rifflepool-sequence“ sind typisch für flachere Fließgewässer mit Gefälle &lt; 3%, Stufen-Becken-Sequenzen („step-pool-sequences“) sind natürliche Formen in steilen Gewässern mit Gefälle &gt; 3% Schnell fließende Mesohabitate: Kaskade, Schnelle, Riffle (Furt), Stufe/Absturz, Sheet, Schussrinne, Gleite, Lauf (Rinner), Flachwasser, Zentralkolk, Lateralkolk, Hinterwasser, Rinne, Mündungskolk/Zusammenfluss, Stufenkolk/Becken, Staukolk, Nebengerinnenkolk, Tümpel, Seitengerinne Eigendynamik: Initialisierungsmassnahmen, Eigendynamik, Erosions- und Sedimentationsprozesse; sehr grosse Aufweitung; Auen, Ufervegetation: natürliche Ufervegetation; ungestörte, der Dynamik ausgesetzte flusstypische Lebensräume (Auen, Feuchtgebiete etc.), Veränderung der Vegetation durch Erosion oder Flussablagerungen.  Uferstrukturen bei Niedrigwasser ausgeprägt (natürliches Ufer, Abbruchufer, Gleitufer, Breitenerosion, Unterspülungen z.B. von Wurzeln, Totholz, Holzansammlung, Ufersporn, Makrophyten) und/oder Unterstände sehr viele (tiefe Stellen, Kolke, Löcher in Prallufem etc.; Steine, Blöcke, Bäume, Sturzbäume, Äste im Gerinne; Wasserpflanzen; unterspülte Ufer, aufgelöste Uferlinie, Zwischenräume im Blockwurf) und/oder Wirkung der Ufervegetation als Unterstände bei MW und NW durch überhängende Äste, Gras, Durchwurzelung der Ufer etc. sehr gut  Variabilität sehr hoch: Breite (Richtwert Flüsse für engste/breiteste Stelle &gt; 1:2), Tiefe, Strömungsdiversität: sehr hoch, häufige Wirbel, Wellen, Gischt, turbulent, Schnellen, stille Buchten, flaches Gleitufer, "pools+riffles"; Ökohydraulik &gt; 130%</p>	
<p><input type="checkbox"/> <b>Längsvernetzung/Durchgängigkeit:</b> für alle vorkommenden Arten und Altersklassen möglich</p>	<p>Fischdurchgängiges Mündungsbereich von Haupt- und Seitengewässer, Aue mit Seitenarmen, einseitig angeschlossener Altarm, Altarm (bei Hochwasser), Umgehungsgewässer bei Stauwehr etc.</p>	
<p><input type="checkbox"/> <b>Uferbestockung</b></p>	<p>Schattig: fast vollständige Uferbestockung, ≥ 80% der Gewässerfläche</p>	
<p><input type="checkbox"/> <b>Mindestlänge- bzw. -grösse</b> (Richtwerte): Bach 200 m – 500 m und Fluss einseitig 100 – 1000 m oder 1 - 5 ha</p>		
		
<p>Revitalisierung Walebach</p>	<p>Ausdolung Huebbach auf 70 m und Revitalisierung 200 m. Gewässerraum von 11 m mit naturnahem Bach</p>	<p>Einseitige Aufweitung Epsemoos (Hochwasserschutzprojekt Hagneck), 700 m, ca. 10 ha, davon dynamischer Bereich ca. 5 ha</p>
		
<p>Altarm der Aare (Mühleberg), Eisvogelwand, Sturzbäume (für Fische und Sitzwarte Eisvogel) auf Restfläche zwischen Abspanngerüsten. Überflutungsdynamik; kombiniert mit einseitiger Aufweitung von 105 m, Altarm 55 m, Gesamtfläche 0.35 ha</p>		

Leitfaden



Neuer Seitenarm im Gauchert Aare 370 m, ca. 5 ha (dynamischer Bereich eher weniger), inkl. Kiesbänke als Laichgebiete für die Fische. Insel mit Eigenentwicklung von Auenwaldtypen. Unbefestigtes Prallufer mit Erosionsprozessen



Wiederherstellung Auendynamik Obermad, Oberhasli Steinwasser 275 m, Wendenwasser 320 m; 3 ha



Wiederherstellung Auendynamik Schwandi-Ey (bei Frutigen) 400 m lang und bis zu 120 m breit



Aufweitung/Seitengerinne Bumisey, Simme, einseitige Flussaufweitung ca. 4.8 ha, Sukzession, freie Laufentwicklung

**Stufe 5 (32 Pkt.):** Abschnitt mit hohem ökologischem Potenzial; in besonderen und gut begründeten Ausnahmefällen und bei gesicherter Kontinuität der Ersatzmassnahmen möglich

- innerhalb Auen nationaler Bed., NSG, Auen kantonaler/regionaler Bedeutung
- Potenzial für pendelnden, mäandrierenden oder verzweigten Lauf
- Vergrößerung Gewässerraum auf Biodiversitäts-/Pendelbandbreite inkl. Laufverlagerung möglich
- besondere Vernetzungsfunktion im reg. bis überreg. Gewässersystem, ohne natürliche Hindernisse, Anbindung an Hauptgewässer
- Tendenziell eher für (frei fließende) FLOZ 4 bis 9, grosse Gewässer mit regionaler bis überregionaler Bedeutung im Fließgewässersystem
- Mindestlänge-/grösse: Bach > 500 m; Fluss beidseitig > 1000 m oder > 5 ha

Vorschlag Aggregierung:

- ☞ Stufe 4-5 (24 Pkt.) mind. 4 von 6 Anforderungen erfüllt
- ☞ Stufe 5 (32 Pkt.) mind. 5 von 6 Anforderungen erfüllt



Kander-Augand, beidseitig, 1.6 km, 15 ha, eigendynamische Flusslandschaft. Im Augand zeigt sich ein vielseitiges, verzweigtes Gerinne mit lebendigen, sich selbständig verbreiternden Ufern und einem angrenzenden Auenwald, der gelegentlich überflutet wird. Die Dynamik des Gerinnes in Bezug auf die Sohlen- und Uferstruktur ist sehr gross und entspricht einem natürlichen Gerinne. Die Ufer haben sich - ganz im Sinne des projektspezifischen Hochwasserschutzes - in den letzten vier Jahren in einzelnen Abschnitten um bis zu 20 Meter selbständig erodiert.

Leitfaden



Geplante Dynamisierung Aue nationaler Bedeutung Sandey beidseitig, 1,5 km Länge, 14 ha von 54 ha



Hüsenbach: neuer Verlauf von 1.35 km Länge durch Aue nationaler Bedeutung Sytenwald; K4 Stufe 4-5 (24 Pkt.)

Leitfaden

## 6.5 Beispiele Kriterium 5 «Abfluss- und Geschiebedynamik»

Zur Illustration möglicher Ergebnisse der Bewertung zum Kriterium 5 sind nachfolgend fünf Fallbeispiele aufgeführt. Bei diesen Beispielen wurden die Wertstufen anhand von einfach zugänglichen Informationen und Merkmalsausprägungen vergeben. Die gewählte Wertstufe ist jeweils angegeben und begründet. Diese fünf Beispiele können zur Plausibilitätskontrolle der Bewertung der Abfluss- und Geschiebedynamik herangezogen werden.

Tab. 41: Beispiele mit Begründung der Wertstufen für Teilkriterien von K5  
Abfluss- und Geschiebedynamik

Kriterien	Begründung Bewertungsstufe von K5	Foto Beispiel
<b>Thurmündung</b>		
K5.1 Abflussdynamik	<ul style="list-style-type: none"> <li>wenig verändert: Die Thur mit ihren rasch auftretenden Hochwassern ist seit jeher ein Wildfluss (BAFU 2007). Im EZG sind gemäss geo.admin.ch diverse WKW festzustellen.</li> </ul>	
K5.2 Geschiebedynamik	<ul style="list-style-type: none"> <li>starke Beeinträchtigung: Der Geschiebetrieb im EZG ist stark beeinflusst und teils unterbrochen. Thurmündung: Sohlenerosion mit Zunahme der Geschiebeführung in Fließrichtung. Bei der Mündung in den Rhein ist die Geschiebeführung abhängig von den Kiesentnahmen, die aus Hochwasserschutzgründen in unregelmässigen Abständen durchgeführt werden (vgl. BAFU 2007).</li> <li>Vorbehalt: Die Beurteilung der Geschiebedynamik im Thurmündungsbereich erfolgte ohne Abstimmung mit dem AWEL.</li> </ul>	
<b>Stufe 2 (2 Pkt.): insgesamt stark verändert</b>		
<b>Hasliaare (Innertkirchen)</b>		
K5.1 Abflussdynamik	<ul style="list-style-type: none"> <li>stark verändert, Abschnitt gut, kleinere Besonderheiten. Restwasserstrecke mit grossem Zwischeneinzugsgebiet.</li> <li>Spülung/Entleerung: sehr selten, bei Hochwasser; Spülung Räterichsbodenstausee vor einigen Jahren, Beeinträchtigungen mit Monitoring und Massnahmen minimiert.</li> <li>Gemäss Kap. 3.3. weist der Abschnitt eine geringe Beeinträchtigung auf.</li> <li>Oberhalb viele und längere Abschnitte ohne Uferverbauungen, tolerierte natürliche Prozesse wie Seitenerosion oder Sedimentation.</li> </ul>	
K5.2 Geschiebedynamik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Murgänge Spreitlauri und Rotlauri mit grösseren Ereignissen, Geschieberückhalte-räume bei Gutttannen und oberhalb Innertkirchen.</li> </ul>	
<b>Stufe 2 (2 Pkt.): stark verändert</b>		
<b>Grüne (bei Ramsei)</b>		
K5.1 Abflussdynamik	<ul style="list-style-type: none"> <li>wenig verändert</li> </ul>	
K5.2 Geschiebedynamik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gemäss Abb. Gekobe Geschiebehaushalt in Kap. 3.3. weist der Abschnitt eine wesentliche Beeinträchtigung auf.</li> <li>punktuelle Geschieberückhalt durch Schwellen</li> </ul>	
<b>Stufe 3 (4 Pkt.): insgesamt wesentlich beeinträchtigt, aber entweder Abflussregime oder Geschiebetrieb in gutem Zustand.</b>		
<b>Kander (Frutigen)</b>		
K5.1 Abflussdynamik	<ul style="list-style-type: none"> <li>wesentlich verändert (vgl. Fallbeispiel Kander Hondrich)</li> </ul>	
K5.2 Geschiebedynamik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gemäss Abb. Gekobe Geschiebehaushalt in Kap. 3.3. weist der Abschnitt eine geringe Beeinträchtigung auf.</li> </ul>	
<b>Stufe 3 (4 Pkt.): insgesamt wesentlich beeinträchtigt, aber entweder Abflussregime oder Geschiebetrieb in gutem Zustand.</b>		

Leitfaden

**Kander (Gasterental)**

- K5.1 Abflussdynamik
- Natürlich/naturnah
  - Abschnitt überdurchschnittlich, prägende Besonderheiten.
  - Gemäss Abb. Gekobe Geschiebehaushalt in Kap. 3.3. weist der Abschnitt keine Beeinträchtigung auf.
- K5.2 Geschiebedynamik
- Geschiebetrieb naturbelassen, keine Defizite vorhanden. Weitgehend unbeeinflusstes Einzugsgebiet.
  - Potenzial für flussmorphologische Entwicklung, dynamische Prozesse können sich auswirken.



**Stufe 5 (16 Pkt.):** Natürlicher oder zumindest naturnaher Abfluss sowie Geschiebetrieb. Natürliche Aue, jedoch mit wenigen Restriktionen (Brücke, Fahrstrasse). Diese haben jedoch einen sehr geringen Einfluss, evt. Extra-Abschnitt mit Brücke

Tab. 42: Beispiele zur Aggregierung der Wertstufen über die Teilkriterien K5.1 und K5.2 zur Gesamtbewertung von K5 Abfluss- und Geschiebedynamik

Abflussdynamik (K5.1)	Beispiele	Geschiebedynamik (K5.2)				
		Sehr starke Beeinträchtigung	Starke Beeinträchtigung	Wesentliche Beeinträchtigung	Geringe Beeinträchtigung	Keine Beeinträchtigung
Künstl. trocken (temporär/dauernd)		Stufe 0 (0 Pkt.)	Stufe 0 (0 Pkt.)	Stufe 0 (0 Pkt.)	Stufe 1 (1 Pkt.)	Stufe 1 (1 Pkt.)
naturfern (Hydmod Klasse 5)		Stufe 1 (1 Pkt.)	Stufe 1 (1 Pkt.)	Stufe 1 (1 Pkt.)	Stufe 2 (2 Pkt.)	Stufe 2 (2 Pkt.)
stark verändert (Hydmod Klasse 4)	Hasliaare (Innertkirchen.)	Stufe 2 (2 Pkt.)	Stufe 2 (2 Pkt.)	Stufe 2 (2 Pkt.)	Stufe 2 (2 Pkt.) Hasliaare (I.)	Stufe 2 (2 Pkt.)
wesentlich verändert (Hydmod Klasse 3)	Kander (Frutigen)	Stufe 2 (2 Pkt.)	Stufe 2 (2 Pkt.)	Stufe 2 (2 Pkt.)	Stufe 3 (4 Pkt.) Kander (F.)	Stufe 3 (4 Pkt.)
wenig verändert (Hydmod Klasse 2)	Grüne Thurmündung	Stufe 2 (2 Pkt.)	Stufe 2 (2 Pkt.) Thurmün-	Stufe 3 (4 Pkt.) Grüne	Stufe 4 (8 Pkt.)	Stufe 4 (8 Pkt.)
natürlich/naturnah (Hydmod Klasse 1)	Kander (Gasterental)	Stufe 3 (4 Pkt.)	Stufe 3 (4 Pkt.)	Stufe 3 (4 Pkt.)	Stufe 4 (8 Pkt.)	Stufe 4 (8 Pkt.)
Naturbelassene Abfluss- und Geschiebedynamik (Stufe 4) <b>plus</b> grosses Potenzial für dynamische Prozesse (z.B. Aufweitungen, Mäander, Schwemmebenen, Auen), keine morphologischen (natürliche oder künstliche) Restriktionen						<b>Stufe 5 (16 Pkt.) Kander (G.)</b>

## 6.6 Beispiele Biotopwerte für 24 Fließgewässer der Schweiz

Die Biotopwerte für Fließgewässer werden nachfolgend anhand einer Serie realer Beispiele illustriert. Die Liste umfasst 24 Beispiele aus der gesamten Schweiz:

- je 8 Fließgewässer aus den drei Grossregionen Jura, Mittelland und Alpen
- pro Grossregion Beispiele aus verschiedenen Fischregionen
- pro Grossregion Beispiele mit variierender Gewässerbreite und Ökomorphologie

Für jedes Beispiel ist für die drei Bewertungskriterien angegeben, welche Wertstufe bzw. Punktzahl erreicht wird und welcher Biotopwert sich insgesamt ergibt.

Erläuterungen Begriffe:

Rote Liste	Anzahl vorhandener Arten der Roten Liste Makrozoobenthos (Eintags-, Stein-, Köcherfliegen)
Stufe / Punkte	Erzielte Wertstufe/erzielte Punktzahl gemäss dieser Wertstufe
Einzelbewertung	Liste der Teilkriterien für Kriterium 4 «Ökomorphologie»
MSK	Wertstufe für Teilkriterium Ökomorphologie gemäss Modul-Stufen-Konzept, Stufe F
Linie	Wertstufe für Teilkriterium Linienführung
Sohle	Wertstufe für Teilkriterium Sohlensubstrat
Struktur	Wertstufe für Teilkriterium Strukturvielfal
Durchgängigkeit	Wertstufe für Teilkriterium Durchgängigkeit
Uferbestockung	Wertstufe für Teilkriterium Uferbestockung
Gesamtbewertung	Erzielte Wertstufe nach Synthese aller Teilkriterien

Leitfaden

Tab. 43: Beispiele Biotopwerte für 24 Fließgewässer der Schweiz

Datenquelle: Biodiversitätsmonitoring Schweiz, Bundesamt für Umwelt BAFU, Stand 2020

	Fischregion	K3 Biodiversität			K4 «Morphologie» (zählt doppelt)			K5 Abfluss- und Geschiebedynamik		Biotopwerte
		IBCH-Klasse	#Rote Liste	Stufe / Punkte	Einzelbewertung	Gesamtbe- wertung	Stufe / Punkte	Hydrologieklasse / Geschiebedynamik	Stufe / Punkte	
<b>Mittelland</b>										
Grand Canal (FR)	Andere	Unbefriedigend	0	1 / 1 Pkt	MSK: 1 Linie: 0 Sohle: 3 Struktur: 1 Durchgängigkeit: 4 Uferbestockung: 0	1.5	2 / 4 Pkt	3 / starke Beeinträchtigung  künstlicher Kanal	2 / 2 Pkt	<b>7 Pkt</b>
Diessbach (BE)	Andere	Gut  IBCH-Wert überraschend gut. Das Gewässer ist weiter aufwärts in viel besserem Zustand, so dass ev. Arten nach unten abgeschwemmt werden.	0	3 / 4 Pkt	MSK: 1 Linie: 0 Sohle: 0 Struktur: 0 Durchgängigkeit: 1 Uferbestockung: 2	0.7	1 / 2 Pkt	2 / sehr starke Beeinträchtigung	2 / 2 Pkt	<b>8 Pkt</b>
Niederwiesenbach (ZH)	Andere	Mässig	2	3 / 4 Pkt	MSK: 3 Linie: 3 Sohle: 4 Struktur: 3 Durchgängigkeit: 4 Uferbestockung: 3	3.3	3 / 8 Pkt	2 / geringe Beeinträchtigung	4 / 8 Pkt	<b>20 Pkt</b>

Leitfaden

	Fischregion	K3 Biodiversität			K4 «Morphologie» (zählt doppelt)			K5 Abfluss- und Geschiebedynamik		Biotopwerte
		IBCH-Klasse	#Rote Liste	Stufe / Punkte	Einzelbewertung	Gesamtbewertung	Stufe / Punkte	Hydrologieklasse / Geschiebedynamik	Stufe / Punkte	
<b>Mittelland</b>										
 Venoge (VD)	Andere	Mässig	0	2 / 2 Pkt	MSK: 4 Linie: 4 Sohle: 4 Struktur: 4 Durchgängigkeit: 4 Uferbestockung: 3	3.8	4 / 16 Pkt	2 / geringe Beeinträchtigung	4 / 8 Pkt	<b>26 Pkt</b>
 Bergere (VD)	Forelle	Mässig	0	2 / 2 Pkt	MSK: 2 Linie: 1 Sohle: 2 Struktur: 1 Durchgängigkeit: 1 Uferbestockung: 3	1.7	2 / 4 Pkt	2 / starke Beeinträchtigung	2 / 2 Pkt	<b>8 Pkt</b>
 Liechtguetgrabe Zufluss (BE)	Forelle	Sehr gut	0	3 / 4 Pkt	MSK: 2 Linie: 0 Sohle: 2 Struktur: 1 Durchgängigkeit: 1 Uferbestockung: 3	1.5	2 / 4 Pkt	1 / geringe Beeinträchtigung	4 / 8 Pkt	<b>16 Pkt</b>
 Kobelwiserbach (SG)	Forelle	Sehr gut	0	3 / 4 Pkt	MSK: 4 Linie: 4 Sohle: 4 Struktur: 3 Durchgängigkeit: 0 Uferbestockung: 4	3.2	3 / 8 Pkt	1 / wesentliche Beeinträchtigung	3 / 4 Pkt	<b>16 Pkt</b>

Leitfaden

	Fischregion	K3 Biodiversität			K4 «Morphologie» (zählt doppelt)			K5 Abfluss- und Geschiebedynamik		Biotopwerte
		IBCH-Klasse	#Rote Liste	Stufe / Punkte	Einzelbewertung	Gesamtbe- wertung	Stufe / Punkte	Hydrologieklasse / Geschiebedynamik	Stufe / Punkte	
<b>Mittelland</b>										
Wohlensee Zufluss (BE)	Forelle	Gut	0	3 / 4 Pkt	MSK: 3 Linie: 4 Sohle: 4 Struktur: 3 Durchgängigkeit: 3 Uferbestockung: 4	3.5	4 / 16 Pkt	1 / keine Beeinträchtigung	4 / 8 Pkt	<b>28 Pkt</b>
<b>Jura</b>										
Lac de Biemme Zufluss (NE)	Andere	Mässig	0	2 / 2 Pkt	MSK: 1 Linie: 0 Sohle: 2 Struktur: 1 Durchgängigkeit: 4 Uferbestockung: 1	1.5	2 / 4 Pkt	3 / sehr starke Beeinträchti- gung	2 / 2 Pkt	<b>8 Pkt</b>
Sorbe (JU)	Andere	Gut	1	4 / 8 Pkt	MSK: 2 Linie: 2 Sohle: 2 Struktur: 2 Durchgängigkeit: 4 Uferbestockung: 2	2.3	2 / 4 Pkt	1 / geringe Beeinträchtigung	3 / 4 Pkt	<b>16 Pkt</b>
Areuse (NE)	Andere	Gut	1	4 / 8 Pkt	MSK: 3 Linie: 4 Sohle: 4 Struktur: 4 Durchgängigkeit: 4 Uferbestockung: 3	3.7	4 / 16 Pkt	2 / geringe Beeinträchtigung	4 / 8 Pkt	<b>32 Pkt</b>

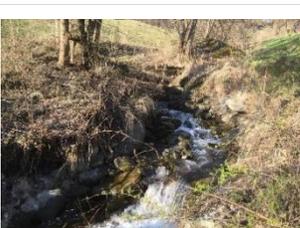
Leitfaden

	Fischregion	K3 Biodiversität			K4 «Morphologie» (zählt doppelt)			K5 Abfluss- und Geschiebedynamik		Biotopwerte
		IBCH-Klasse	#Rote Liste	Stufe / Punkte	Einzelbewertung	Gesamtbe- wertung	Stufe / Punkte	Hydrologieklasse / Geschiebedynamik	Stufe / Punkte	
<b>Jura</b>										
	Andere	Gut	6	5 / 16 Pkt	MSK: 4 Linie: 4 Sohle: 4 Struktur: 4 Durchgängigkeit: 4 Uferbestockung: 2	3.7	4 / 16 Pkt	5 / sehr starke Beeinträchti- gung  Restwasserstrecke unterhalb Talsperre	1 / 1 Pkt	<b>33 Pkt</b>
	Forelle	Gut	0	3 / 4 Pkt	MSK: 3 Linie: 3 Sohle: 4 Struktur: 3 Durchgängigkeit: 4 Uferbestockung: 3	3.3	3 / 8 Pkt	1 / keine Beeinträchtigung	4 / 8 Pkt	<b>20 Pkt</b>
	Forelle	Sehr gut	0	3 / 4 Pkt	MSK: 4 Linie: 4 Sohle: 4 Struktur: 4 Durchgängigkeit: 4 Uferbestockung: 4	4	4 / 16 Pkt	1 / keine Beeinträchtigung	4 / 8 Pkt	<b>28 Pkt</b>
	Forelle	Gut	0	3 / 4 Pkt	MSK: 3 Linie: 4 Sohle: 4 Struktur: 3 Durchgängigkeit: 4 Uferbestockung: 3	3.5	4 / 16 Pkt	1 / keine Beeinträchtigung	4 / 8 Pkt	<b>28 Pkt</b>

Leitfaden

	Fischregion	K3 Biodiversität			K4 «Morphologie» (zählt doppelt)			K5 Abfluss- und Geschiebedynamik		Biotopwerte
		IBCH-Klasse	#Rote Liste	Stufe / Punkte	Einzelbewertung	Gesamtbe- wertung	Stufe / Punkte	Hydrologieklasse / Geschiebedynamik	Stufe / Punkte	
<b>Jura</b>										
 Chalière (BE)	Forelle	Gut	1	4 / 8 Pkt	MSK: 3 Linie: 4 Sohle: 4 Struktur: 4 Durchgängigkeit: 4 Uferbestockung: 4	3.8	4 / 16 Pkt	1 / keine Beeinträchtigung	4 / 8 Pkt	<b>32 Pkt</b>
<b>Alpen</b>										
 Massa (VS)	Andere	Unbefriedigend	0	1 / 1 Pkt	MSK: 1 Linie: 0 Sohle: 0 Struktur: 0 Durchgängigkeit: 4 Uferbestockung: 1	1.0	1 / 2 Pkt	5 / sehr starke Beeinträchti- gung  Hartverbautes Gewässer «Schussrinne»	1 / 1 Pkt	<b>4 Pkt</b>
 Canal du Syndicat (VS)	Andere	Unbefriedigend	0	1 / 1 Pkt	MSK: 2 Linie: 1 Sohle: 4 Struktur: 1 Durchgängigkeit: 4 Uferbestockung: 0	2.0	2 / 4 Pkt	4 / starke Beeinträchtigung  künstlicher Kanal	2 / 2 Pkt	<b>7 Pkt</b>
 Ova da Bernina (GR)	Andere	Gut	0	3 / 4 Pkt	MSK: 3 Linie: 4 Sohle: 4 Struktur: 4 Durchgängigkeit: 4 Uferbestockung: 0	3.2	3 / 8 Pkt	1 / keine Beeinträchtigung	4 / 8 Pkt	<b>20 Pkt</b>

Leitfaden

	Fischregion	K3 Biodiversität			K4 «Morphologie» (zählt doppelt)			K5 Abfluss- und Geschiebedynamik		Biotopwerte
		IBCH-Klasse	#Rote Liste	Stufe / Punkte	Einzelbewertung	Gesamtbe- wertung	Stufe / Punkte	Hydrologieklasse / Geschiebedynamik	Stufe / Punkte	
Alpen										
 Lonza (VS)	Andere	Sehr gut	1	4 / 8 Pkt	MSK: 4 Linie: 4 Sohle: 4 Struktur: 4 Durchgängigkeit: 4 Uferbestockung: 0	3.3	3 / 8 Pkt	1 / keine Beeinträchtigung	4 / 8 Pkt	<b>24 Pkt</b>
 Chratzlibach (GR)	Forelle	Mässig	0	2 / 2 Pkt	MSK: 2 Linie: 2 Sohle: 2 Struktur: 2 Durchgängigkeit: 1 Uferbestockung: 3	2.0	2 / 4 Pkt	1 / geringe Beeinträchtigung	4 / 8 Pkt	<b>14 Pkt</b>
 Turbachbach (BE)	Forelle	Sehr gut	0	3 / 4 Pkt	MSK: 3 Linie: 4 Sohle: 4 Struktur: 3 Durchgängigkeit: 0 Uferbestockung: 0	2.3	2 / 4 Pkt	1 / wesentliche Beeinträchti- gung	3 / 4 Pkt	<b>12 Pkt</b>
 Printse affluent (VS)	Forelle	Gut	0	3 / 8 Pkt	MSK: 2 Linie: 4 Sohle: 4 Struktur: 3 Durchgängigkeit: 4 Uferbestockung: 2	3.2	3 / 8 Pkt	1 / keine Beeinträchtigung	4 / 8 Pkt	<b>24 Pkt</b>

Leitfaden

	Fischregion	K3 Biodiversität			K4 «Morphologie» (zählt doppelt)			K5 Abfluss- und Geschiebedynamik		Biotopwerte
		IBCH-Klasse	#Rote Liste	Stufe / Punkte	Einzelbewertung	Gesamtbewertung	Stufe / Punkte	Hydrologieklasse / Geschiebedynamik	Stufe / Punkte	
Alpen										
 <p>Walibach (VS)</p>	Forelle	Gut	3	5 / 16 Pkt	MSK: 4 Linie: 4 Sohle: 4 Struktur: 4 Durchgängigkeit: 4 Uferbestockung: 0	3.3	3 / 8 Pkt	1 / keine Beeinträchtigung	4 / 8 Pkt	<b>32 Pkt</b>

## 6.7 Visualisierung Punkteverlust

Technische Eingriffe in Fließgewässer führen zu einem Verlust an «Naturwerten», ausgedrückt durch Biotoppunkte. Der Verlust ergibt sich aus den Biotoppunkten im Ausgangszustand im Vergleich mit den Biotoppunkten im Endzustand. Um zu beurteilen, ob ein bestimmter Punkteverlust plausibel ist bzw. ob die damit verbundenen Aufwertungsmassnahmen verhältnismässig erscheinen, können die Angaben in diesem Anhang hilfreich sein.

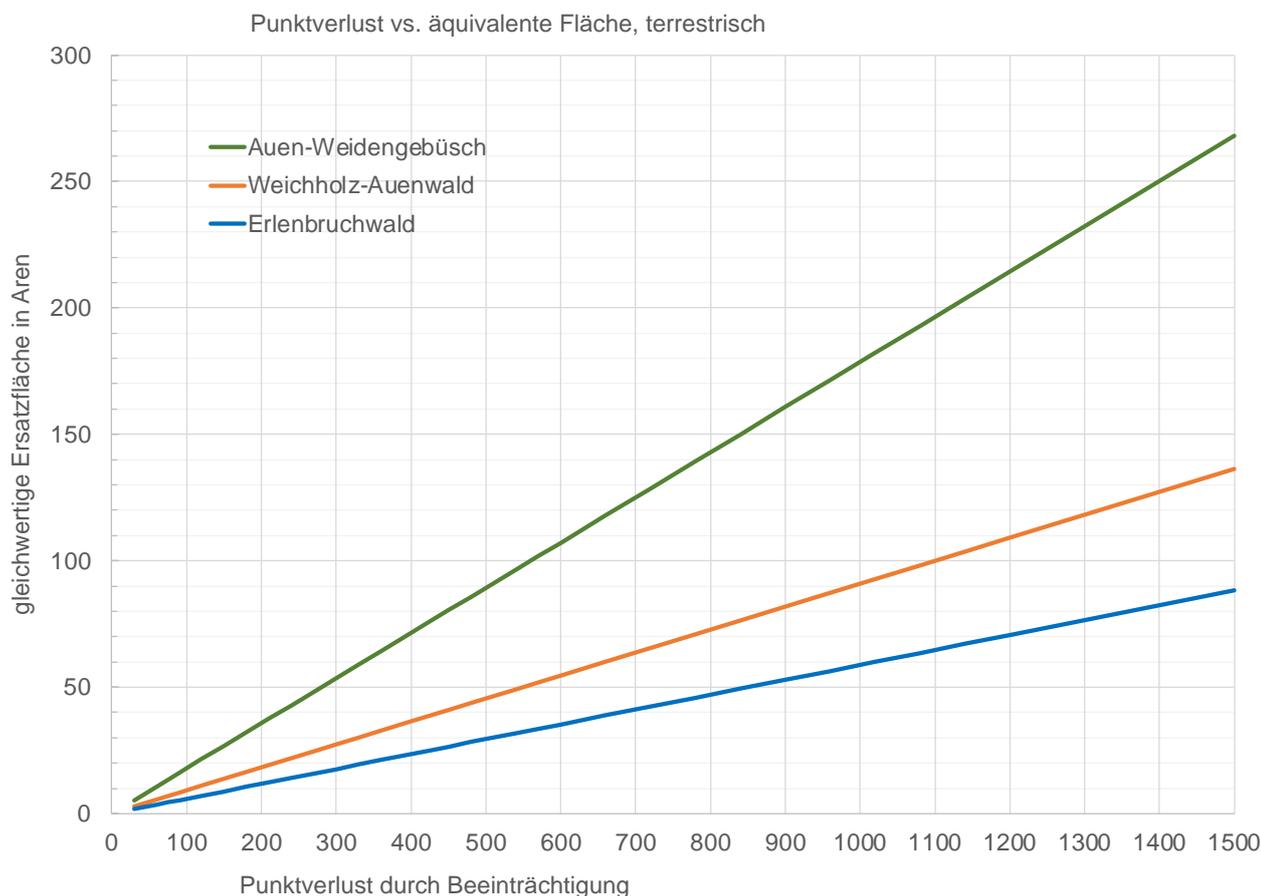
Hier lässt sich nachschlagen, wieviel Fläche an terrestrischem Habitat einem bestimmten Punkteverlust gleichkommt. Die Angabe als terrestrische Fläche vereinfacht die Plausibilitätskontrolle des Punkteverlusts. Terrestrische Lebensräume sind für viele Menschen anschaulicher und besser fassbar als aquatische Lebensräume.

**Anhand der untenstehenden Grafik lässt sich zu bestimmten Punkteverlusten bzw. Punktedefiziten (x-Achse) ablesen, wieviel aufgewertete Fläche eines terrestrischen (aber gewässertypischen) Lebensraums anzulegen wäre, um das Punktedefizit zu kompensieren.** Die Angaben sind für drei verschiedene terrestrische Lebensraumtypen eingezeichnet. Dabei wird als fiktive Annahme von einem Biotopwert im Ausgangszustand von 7 Punkten pro Are ausgegangen. Dies entspricht dem «Wert» einer Fettwiese oder einem mesophilen Gebüsch mittlerer Qualität. Die Wertsteigerung pro Are beträgt dann:

- Auen-Gebüsch: 5.6 Punkte (Biotopwert von 12.6 Punkten/Are)
- Weichholz-Aue: 11.0 Punkte (Biotopwert von 18.0 Punkten/Are)
- Erlenbruchwald: 17.0 Punkte (Biotopwert von 24.0 Punkten/Are)

Lesebeispiel: Für ein Punktedefizit von 560 Biotoppunkten müssten rund 100 Aren Fettwiese zu Auen-Weidengebüsch aufgewertet werden. Bei einer Aufwertung zu Weichholz-Auenwald bräuchte es etwa 50 Aren und bei Erlenbruchwald wären es etwas mehr als 30 Aren. Eine Vorstellung dieser Flächenausdehnung in Nachbarschaft zu einem Fließgewässer gibt die Abbildung auf der folgenden Seite.

Abb. 34: Punkteverlust Beeinträchtigung und äquivalente Fläche terrestrisches Habitat



Leitfaden

Abb. 35: Visualisierung äquivalente Ausdehnung Ersatzflächen  
für Punkteverlust angrenzend an Fließgewässer

