

# Refugien: Potenzial der Wiederbesiedlung für benthische Makroinvertebraten

Autor: Klement Tockner, Eawag



## Hintergrund

Refugien sind Areale, von denen aus eine Wiederbesiedelung nach einem Störereignis (Hochwasser, Trockenheit, pulsartige anthropogene Belastung) erfolgt. Die Verfügbarkeit von Refugiallebensräumen gilt als Mass der ökologischen Stabilität und somit der Regenerationskapazität eines Lebensraumes (Resilienz). Auch erlaubt sie Aussagen über die Eignung eines Gewässers für eine geplante Revitalisierung.

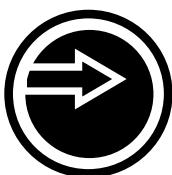
Der vorliegende Indikator bestimmt die potenzielle Verfügbarkeit von Refugiallebensräumen für die benthischen Makroinvertebraten. Die Bewertung basiert vorwiegend auf Resultaten anderer Indikator-Erhebungen.

Der Indikator ist für die Beurteilung der in Tabelle 1 gekennzeichneten Projektziele geeignet.

**Tabelle 1:** Eignung des Indikators für die Beurteilung der Projektziele.

Nutzen für Gesellschaft	Umwelt und Ökologie	Wirtschaft	Umsetzung
nachhaltige Trinkwasserversorgung	morphologische und hydraulische Variabilität	Budgeteinhaltung	politische Akzeptanz
hoher Erholungswert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturnaher Geschiebehaushalt</li> <li>• naturnahes Temperaturregime</li> <li>• longitudinale Vernetzung</li> <li>• laterale Vernetzung</li> <li>• vertikale Vernetzung</li> <li>• naturnahe Diversität und Abundanz Flora</li> <li>• naturnahe Diversität und Abundanz Fauna</li> <li>• funktionierende organische Kreisläufe</li> </ul>		Stakeholder-Partizipation

- ♦ = direkte Messgrößen: Indikatoren, welche das Projektziel direkt messen  
 • = indirekte Messgrößen: Indikatoren, die eine Gegebenheit messen, die sekundär vom Projektziel beeinflusst wird.



## Erhebung

**Messgrösse:**

Es werden drei indirekte Messgrößen erhoben:

- Vorkommen einer Mischfauna aus Oberflächen- und Grundwassertieren im oberflächennahen Grundwasser (lokale Refugien, vertikale Vernetzung)
- Uferlänge (lokale, regionale Refugien, laterale Vernetzung)
- Anzahl der flussauf gelegenen Zuflüsse, die sich in einem naturnahen Zustand befinden (regionale Refugien, Vernetzung mit dem Einzugsgebiet)

#### Aufnahmeverfahren:

##### *Vorkommen Mischfauna*

Siehe Indikator Nr. 22 „Mischfauna aus Oberflächen- und Grundwassertieren“

##### *Uferlänge*

Siehe Indikator Nr. 44 „Länge der Grenzlinie zwischen Wasser und Land“

##### *Relativer Anteil naturnaher Zuflüsse*

Die Naturnähe der oberhalb des Projektperimeters einmündenden Zuflüsse wird mittels der Methodik der Ökomorphologie (Stufe F, BUWAL 1998) beurteilt. Die Ordnungszahl des Hauptflusses bestimmt dabei, welche Zuflüsse einzubeziehen sind (Tabelle 2):

**Tabelle 2: Einbezug von Zuflüssen in die Erhebung.**

Ordnungszahl des Hauptflusses	zu untersuchende Zuflüsse
1 - 3	alle Zuflüsse bis zur Quelle
4 - 6	alle Zuflüsse bis max. 10 km oberhalb der Projektstrecke
7 - 8	alle Zuflüsse bis max. 20 km oberhalb der Projektstrecke

Diese Zuflüsse müssen nicht entlang ihrer ganzen Länge untersucht werden, sondern von ihrer Mündung in den Hauptfluss bis zur nächst grösseren Einmündung flussauf.

Die Berechnung der Endgrösse läuft in drei Schritten:

- a) Bestimmen der Totallänge aller untersuchter Abschnitte: Die Länge der untersuchten Zuflussabschnitte wird zu einer Totallänge aufsummiert.
- b) Bestimmen der Totallänge naturnaher Abschnitte: Über alle untersuchten Zuflüsse hinweg werden die Längen der als naturnah bewerteten Abschnitte zusammengezählt.
- c) Bestimmen des relativen Anteils naturnaher Zuflüsse: Die Totallänge der naturnahen Abschnitte wird durch die Totallänge aller untersuchten Abschnitte geteilt.

Zur Abschätzung der lokalen Refugien kann zusätzlich auch die Sauerstoffkonzentration mit Hilfe einer geeichten Messsonde in den Bettsedimenten gemessen und mit jener im Oberflächenwasser verglichen werden. Die Differenz weist einerseits auf die Nutzungsmöglichkeit der Lückenräume für die benthischen Makroinvertebraten hin. Andererseits gibt sie Aufschluss über die Austauschkapazität zwischen Oberflächen- und Grundwasser. Diese Aufnahmen sind fakultativ. Sie werden hier nicht in die

Bewertung einbezogen, sondern dienen der besseren Interpretation der Ergebnisse.

**Sekundäre Erhebungen:**

Präzise Lagebeschreibung und Ausgangspunkt der Unterstandsanalysen werden auf einem Protokollblatt festgehalten (z. B. mit GPS); Länge der analysierten Strecken messen (Messband, Laservermessungsgerät); Situation photographisch oder mit Skizzen festhalten.

**Zeitlicher und personeller Aufwand: (Tabelle 3)**

Aufwandstufe C

**Tabelle 3:** Geschätzter zeitlicher und personeller Aufwand der Erhebung.

Arbeitsschritt	Spezialisten		Helfer	
	Personen	Dauer pro Person (h)	Personen	Dauer pro Person (h)
Indikator Mischfauna (30 Bohrlöcher)	1	18	1	18
Indikator Uferlänge (pro Aufnahme von 1 Flusskilometer, beide Ufer)	1	3	1	2
Ökomorphologie Zuflüsse			1	9
Total Personenstunden (P-h)	21		29	

Bemerkungen: Die Dauer der Erhebung nimmt mit der Grösse des Fliessgewässers (Ordnungszahl) zu. Die Angaben hier entsprechen dem Aufwand bei kleineren Fliessgewässern (Ordnungszahl 1-6). Bei Gewässern der Ordnungszahl grösser 6 muss für die ökomorphologischen Erhebungen mit maximal 15 Stunden gerechnet werden.

Ist die Ökomorphologie der Zuflüsse bereits erhoben, dann reduziert sich der Arbeitsaufwand.

**Materialeinsatz:**

*Vorkommen Mischfauna*

Piezometer zum Einschlagen in das Sediment, bzw. bereits vorhandene Bohrlöcher (z. B. für die Grundwasserbeobachtung bei Trinkwasserfassungen), Membran- oder Kolbenpumpe mit anschliessbaren Schläuchen, Filtrationsanlage mit feinmaschigem ( $\leq 200 \mu\text{m}$ ) Netz, Stereolupe (Binokular) mit guter Lichtquelle

*Uferlänge*

Für die Aufnahmen eignet sich ein differentiales GPS (dGPS). Für die Auswertung wird ein geographisches Informationssystem (GIS) benötigt. Wird die historische Referenz bestimmt, wird historisches Kartenmaterial benötigt.

*Relativer Anteil naturnaher Zuflüsse*

Unterlagen zur Erhebung der Ökomorphologie (BUWAL 1998)

## Zeitpunkt und Häufigkeit der Erhebung:

### *Vorkommen Mischfauna*

Siehe Indikator Nr. 22 „Mischfauna aus Oberflächen- und Grundwassertieren“

### *Uferlänge*

Siehe Indikator Nr. 44 „Länge der Grenzlinie zwischen Wasser und Land“

### *Relativer Anteil naturnaher Zuflüsse*

Je eine einmalige Erhebung vor und nach der Projektumsetzung ist ausreichend. Erhebungen können im Prinzip ganzjährig durchgeführt werden, am besten aber von Frühjahr bis Herbst. Bei Schneelage und Hochwasser müssen die Aufnahmen ausgesetzt werden.

### **Besonderes:**

Es handelt sich um indirekte Aufnahmen. Die Verfügbarkeit von Refugien kann sich mit dem Gewässertypus ändern. In Tieflandflüssen spielen Totholzablagerungen eine wesentliche Rolle. Daher kann die Anzahl der betrachteten Refugien bei Bedarf erhöht werden (adaptiver Ansatz), wie etwa durch Messung der kleinräumigen Oberflächenheterogenität mit Hilfe eines „Profilers“ oder durch die Kartierung von Totholz in sandigen Gewässern. Dies stellen Zusatzinformationen dar, die nicht in die Bewertung des Indikators einbezogen werden. Die genaue Festlegung der Refugien hängt auch mit der Lage im Einzugsgebiet zusammen (siehe Tockner et al. 2006).



## Analyse der Resultate

Zur Bewertung des Indikators werden die drei erhobenen indirekten Größen standardisiert:

### *Vorkommen Mischfauna*

Das genaue Vorgehen zur Standardisierung ist im Steckbrief Nr. 22 „Mischfauna aus Oberflächen- und Grundwassertieren“ erklärt.

### *Uferlänge*

Die Standardisierung erfolgt wie im Steckbrief Nr. 44 „Länge der Grenzlinie zwischen Wasser und Land“ beschrieben.

### *Relativer Anteil naturnaher Zuflüsse*

Die Bewertung bzw. Standardisierung wird nach Tabelle 4 vorgenommen.

**Tabelle 4:** Matrix zur Ermittlung der Bewertungspunkte.

Anteil naturnaher Zuflussabschnitte (%)	Bewertungspunkte (= Natürlichkeitsgrad)				
	0.1	0.25	0.5	0.75	1
keine naturnahen Abschnitte vorhanden	< 20 % der Abschnitte naturnah	20-50 % der Abschnitte naturnah	50-80 % der Abschnitte naturnah	> 80% der Abschnitte naturnah	

Aus der Standardisierung resultiert je ein Wert zwischen 0 und 1. Zur Bestimmung des Endwerts werden die drei Werte gemittelt.



### Verbindung zu anderen Indikatoren

---

Wie oben beschrieben, setzt sich der Indikator u. a. aus den Indikatoren Nr. 22 „Mischfauna aus Oberflächen- und Grundwassertieren“ und Nr. 44 „Länge der Grenzlinie zwischen Wasser und Land“ zusammen.

Des Weiteren steht er mit folgenden Indikatoren in engem inhaltlichen Zusammenhang:

- Nr. 13: Hydraulik: Überflutungsdynamik: Dauer, Häufigkeit und Ausmass von Überflutungen
- Nr. 21: Makroinvertebraten: Artenzahl und Dichte der terrestrischen Uferarthropoden
- Nr. 23: Makroinvertebraten: taxonomische Zusammensetzung des Makrozoobenthos
- Nr. 26: organisches Material: Quantität von Totholz



### Anwendungsbeispiele

---

BUWAL (1998): Angaben zur ökomorphologischen Erhebung nach der Stufe F.

Tockner et al. (2006): Übersicht über die Ökologie von verzweigten Gewässern und weiterführende Literaturangaben zum Thema Refugien.



### Literatur

---

BUWAL. 1998. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend), Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 27. BUWAL, Bern. 49 pp.

Tockner, K., U. Karaus, A. Paetzold, C. Claret & J. Zettel. 2006. Ecology of braided rivers. IAS Special Publication.