



Sohle: Sohlenstruktur

Autor: Lukas Hunzinger, Schälchli, Abegg + Hunzinger



Hintergrund

Ein Fließgewässer kann in verschiedene Habitatsstrukturen unterteilt werden, in welchen unterschiedliche hydraulische Bedingungen (Fliesstiefe, Fließgeschwindigkeit) herrschen. Je grösser die Vielfalt an Strukturen ist, desto vielfältiger kann die Biozönose zusammengesetzt sein.

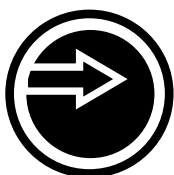
Im natürlichen Gewässer bilden sich morphologische Strukturen durch Sohlenveränderungen im Hochwasserfall. In revitalisierten Gewässern muss die Bildung von Strukturen unter Umständen durch künstliche Einbauten gefördert werden.

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	● naturnaher Geschiebehaushalt		Stakeholder-Partizipation
	● naturnahes Temperaturregime		
	● longitudinale Vernetzung		
	● laterale Vernetzung		
	● vertikale Vernetzung		
	● naturnahe Diversität und Abundanz Flora		
	● naturnahe Diversität und Abundanz Fauna		
	● funktionierende organische Kreisläufe		

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



Erhebung

Messgröße:

Anzahl Strukturen auf dem untersuchten Gewässerabschnitt. Die folgenden Sohlenstrukturen (Strukturtypen) werden einbezogen:

- Bank: lokale Sedimentablagerung, bei Niederwasser nicht überströmt
- Kolk: lokale Erosionsform in der Sohle, durch Sekundärströmungen und Wirbel gebildet
- Rinne: lang gezogener, tiefer und langsam durchflossener Gerinneabschnitt
- Furt: breiter, flacher und langsam durchflossener Gerinneabschnitt mit geringem Längsgefälle
- Schnelle: steiler, rasch durchflossener Gerinneabschnitt mit hohem Längengefälle
- Hinterwasser: benetzter, bei Niederwasser nicht durchströmter Bereich
- Flachwasser: schwach durchströmte Zone entlang des Ufers oder entlang einer Kiesbank
- Stufe: künstlicher oder natürlicher Absturz mit anschliessendem Becken
- Becken: grösseres Kolkloch im Anschluss an eine Stufe

Rinne, Furt und Schnelle bilden zusammen eine Furt-Kolk-Sequenz („riffle-pool-sequence“). Sie ist typisch für flachere Fließgewässer (Gefälle $J < 3\%$). Stufen-Becken-Sequenzen („step-pool-sequences“) sind natürliche Formen in steilen Gewässern ($J > 1\%$), erscheinen durch künstliche Schwellen aber auch in flacheren Fließgewässern.

Aufnahmeverfahren:

Die einzelnen Strukturen werden identifiziert und ihre Position im Situationsplan festgehalten.

Die Strukturen sollten bei Niederwasserverhältnissen aufgenommen werden. Für grössere Gewässer ist eine Aufnahme mit Hilfe von grossmassstäblichen Luftbildern effizienter als die Erhebung im Feld. Die Auswertung von Luftbildern muss im Feld überprüft werden.

Zeitlicher und personeller Aufwand:

Kleines Gewässer: Aufwandstufe A (Tabelle 2)

Tabelle 2: Geschätzter zeitlicher und personeller Aufwand der Erhebung (kleines Gewässer).

Arbeitsschritt	Spezialisten		Helfer	
	Personen	Dauer pro Person (h)	Personen	Dauer pro Person (h)
Vorbereitung Feldaufnahmen	1	2		
Aufnahme im Feld pro km	1	2		
Datenaufbereitung, Situationsplan			1	4
Auswertung	1	4		
Total Personenstunden (P-h) (für 1 km)		8		4

Grosses Gewässer (z. B. Reuss): Aufwandstufe B (Tabelle 3)

Tabelle 3: Geschätzter zeitlicher und personeller Aufwand der Erhebung (grosses Gewässer).

Arbeitsschritt	Spezialisten		Helfer	
	Personen	Dauer pro Person (h)	Personen	Dauer pro Person (h)
Fotoflug inkl. Vorb.	1	8		
Vorbereitung Feldaufnahmen	1	2		
Aufnahme im Feld pro km	1	2		
Datenaufbereitung, Situationsplan			1	6
Total Personenstunden (P-h) (für 1 km)	18		6	
Bemerkungen: Fremdkosten Fotoflug ca. Fr. 2'000.-				

Materialeinsatz:

Situationsplan, Digitalkamera, Hubschrauber (bei grösseren Gewässern)

Zeitpunkt und Häufigkeit der Erhebung:

Erste Erhebung vor der Revitalisierung, zweite Erhebung nach dem ersten Hochwasser ($\geq HQ2$), das die Gerinnemorphologie des revitalisierten Abschnitts verändert. Aufnahme bei Niederwasserabfluss. Bei der Aufnahme von Luftbildern ist die mögliche Abdeckung durch Laub zu beachten.

Besonderes:

Die Zuordnung von Strukturen ist nicht immer eindeutig und erfordert Erfahrung des Beobachters. Verschiedene ungeübte Beobachter können zu signifikant unterschiedlichen Ergebnissen gelangen.



Analyse der Resultate

Es wird die Anzahl Strukturen je Strukturtyp pro Einheitslänge bestimmt. Als Einheitslänge wird eine Länge $L_E = 12 \times B$ definiert. Dies entspricht der mittleren Wellenlänge von alternierenden Bänken bzw. Mäandern. Die Bewertungsklassen und die Zuordnung von dimensionslosen, standardisierten Werten sind in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4: Bewertungsklassen und Zuordnung von standardisierten Werten.

Bewertungsklassen	standardisierter Wert
keine Strukturen (ebene Sohle) oder nur ein Strukturtyp vorhanden	0
vereinzelte, räumlich getrennte Strukturen vorhanden	0.25
verschiedene morphologische Strukturen vorhanden mit einer Dichte von 4-8 Strukturen pro Einheitslänge	0.5
alle morphologischen Strukturen einer Furt-Kolk- oder einer Stufen-Becken-Sequenz vorhanden mit einer Dichte von 8-12 Strukturen pro Einheitslänge	0.75
alle morphologischen Strukturen einer Lauf-Hinterlauf- oder einer Stufen-Becken-Sequenz vorhanden mit einer Dichte von 12 Strukturen oder mehr pro Einheitslänge	1



Verbindung zu anderen Indikatoren

Es besteht eine Verbindung zu den folgenden Indikatoren:

- Nr. 16: Hydraulik: Variabilität der Fliessgeschwindigkeit
- Nr. 17: Hydraulik: Variabilität der maximalen Abflusstiefe
- Nr. 33: Sohle: Dynamik der Sohlenstruktur
- Nr. 35: Sohle: Qualität und Korngrößenverteilung des Substrats



Anwendungsbeispiele

Reaktivierung des Geschiebehaushalts der Aare zwischen der Emme und dem Rhein. Monitoring und Erfolgskontrolle. Erfassen der morphologischen Strukturen im Referenzzustand 1998. Schälchli, Abegg + Hunzinger, im Auftrag der Kantone Solothurn, Bern und Aargau (1999, Bericht unveröffentlicht).

Reaktivierung des Geschiebehaushalts der Aare zwischen der Wigger und dem Rhein. Monitoring und Erfolgskontrolle. Erfassen der morphologischen Strukturen und Vergleich mit dem Referenzzustand. Schälchli, Abegg + Hunzinger, im Auftrag der Baudirektion des Kantons Aargau (2004, Bericht unveröffentlicht).

Trübung und Schwall im Alpenrhein. Untersuchung der Auswirkungen des Abfluss- und Trübeschwalls auf die Strömungsverhältnisse, den Geschiebetrieb, das Substrat, die Kolmation, die Fische, das Makrozoobenthos und das Phytobenthos. Schälchli, Abegg + Hunzinger, im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein (2001, Bericht unveröffentlicht).



Literatur

Hunzinger, L.M. 1998. Flussaufweitungen - Morphologie, Geschiebehaushalt und Grundsätze zur Bemessung. Dissertation ETH Zürich. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich Nr. 159. 206 pp.

Poole, G.C., C.A. Frissell & S.C. Ralph. 1997. In-stream habitat unit classification: inadequacies for monitoring and some consequences for management. Journal of the American Water Resources Association 33(4): 879-96.