

16

Hydraulik: Variabilität der Fliessgeschwindigkeit

Autor: Steffen Schweizer, Eawag



Hintergrund

Biologen und Flussökologen gehen davon aus, dass die Qualität des Lebensraums Fliessgewässer massgeblich von der Variabilität verschiedener hydraulischer Parameter wie Abflusstiefe, Fliessgeschwindigkeit, Korngrössenverteilung des Sohlenmaterials oder Wasserspiegelbreite abhängt. So liegen in einem Gerinne mit ebener Sohle alle mittleren Säulen-Fliessgeschwindigkeiten nahe bei der mittleren Fliessgeschwindigkeit. Bei Flussaufweitungen mit Bänken streuen die mittleren Säulen-Fliessgeschwindigkeiten dagegen stark um den Mittelwert.

Die Verteilung der Fliessgeschwindigkeit beeinflusst direkt den Geschiebehalt (Geschiebetransportkapazität), die Verfügbarkeit unterschiedlicher Habitate und damit auch die Struktur und Funktionalität der aquatischen Flora und Fauna.

Der vorliegende Indikator misst die Variabilität der Fliessgeschwindigkeit in einem Gewässerabschnitt als wichtige Grösse zur Beschreibung der unterschiedlichen Flusshabitate (z. B. Riffel, Becken (Pools), Rinnen (Runs)).

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 Geschiebehalt naturnahes Temperaturregime longitudinale Vernetzung laterale Vernetzung vertikale Vernetzung naturnahe Diversität und Abundanz Flora naturnahe Diversität und Abundanz Fauna funktionierende organische Kreisläufe		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:

Die Fliessgeschwindigkeit [m/s] wird bei Abflusstiefen kleiner 1 m in 40 % der Wassertiefe (40 % über der Flusssohle) gemessen. Bei Abflusstiefen grösser 1 m erfolgt die Messung in 20 % und 80 % Wassertiefe. Die Säulenfliessgeschwindigkeit ergibt sich aus dem Mittelwert dieser beiden Punktmessungen.

Aufnahmeverfahren:

Die lokalen Fliessgeschwindigkeiten werden in verschiedenen Querprofilen (senkrecht zur Fliessrichtung) gemessen. Querprofile werden alle 5 bis 100 m in regelmässigen Abständen aufgenommen, mindestens 20 Querprofile sind nötig. Innerhalb jedes Profils sollte die Säulenfliessgeschwindigkeit wie oben beschrieben alle 0.2 m bis 5 m bestimmt werden, möglichst an mindestens 10 Punkten je Querprofil. Bei schmalen Bächen (Breite < 2 m), wo innerhalb eines Querprofils weniger als an 10 Stellen gemessen werden kann, sollte eine grössere Anzahl an Querprofilen beprobt werden. Insgesamt sollte die Fliessgeschwindigkeit an mindestens 200 Stellen gemessen werden. Die Messungen sollten bei vergleichbaren Abflussverhältnissen bei mittlerem Niedrigwasser durchgeführt werden.

Zeitlicher und personeller Aufwand: (Tabelle 2)

Aufwandstufe C

Tabelle 2: Geschätzter zeitlicher und personeller Aufwand der Erhebung.

Arbeitsschritt	Spezialisten		Helfer	
	Personen	Dauer pro Person (h)	Personen	Dauer pro Person (h)
Messung im Feld (15 Querprofile)	1	10-18	1	10-18
Datenaufbereitung (15 Querprofile)	1	4-8		
Total Personenstunden (P-h)		14-26		10-18

Materialeinsatz:

Messband, Gerät zur Messung der Fliessgeschwindigkeit (Messflügel mit Stativ, Flowmeter), Protokollblätter. Bei tiefen Flüssen und tiefen Temperaturen empfiehlt sich das Verwenden von Stiefelhose und/ oder Boot

Zeitpunkt und Häufigkeit der Erhebung:

Mindestens zwei Erhebungen vor der Revitalisierung und dann mindestens drei Aufnahmen nach dem ersten Hochwasser, das die Gerinnemorphologie des revitalisierten Abschnitts verändert. Die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen vor und nach dem flussbaulichen Eingriff werden gemittelt (mittlerer VC vor und mittlerer VC nach der Massnahme, siehe unten). Weichen die bestimmten Variationskoeffizienten vor bzw. nach der Massnahme um mehr als 50 % vom mittleren VC ab, wird eine weitere

Erhebung empfohlen. Saisonale und ökologische Aspekte sind bei der Wahl des Messzeitpunktes nicht von entscheidender Bedeutung, der Abfluss oder die mittlere Abflusstiefe muss aber berücksichtigt und protokolliert werden. Die Messungen sollten bei vergleichbaren Abflussverhältnissen bei mittlerem Niedrigwasser durchgeführt werden. Jährliche bis vierteljährliche Messungen sind in der Regel ausreichend.

Alternative Datenquelle:

Bei diversen Umwelt-, Planungs- und Ingenieurbüros können Fließgeschwindigkeitsverteilungen aus früheren Untersuchungen vorliegen.



Analyse der Resultate

Zur Bewertung der Verteilung der Säulenfließgeschwindigkeiten wird der Variationskoeffizient berechnet $VC_{\text{Fließgeschwindigkeit}}$:

$$VC_{\text{Fließgeschwindigkeit}} = \frac{\sigma_{\text{Fließgeschwindigkeit}}}{\mu_{\text{Fließgeschwindigkeit}}} \cdot 100 \text{ [\%]}$$

$\sigma_{\text{Fließgeschwindigkeit}}$ = Standardabweichung der gemessenen Säulenfließgeschwindigkeiten

$\mu_{\text{Fließgeschwindigkeit}}$ = Mittelwert der gemessenen Säulenfließgeschwindigkeiten

In die Formel gehen alle gemessenen Säulenfließgeschwindigkeiten gleichwertig ein. Die Ergebnisse (Variationskoeffizienten) der einzelnen Untersuchungen vor und nach dem flussbaulichen Eingriff werden jeweils gemittelt (mittlerer VC vor und mittlerer VC nach der Massnahme).

Die Werte werden anschliessend standardisiert. Dabei entspricht ein Variationskoeffizient von 0 % dem 0-Richtwert. Ein Variationskoeffizient von rund 110 % und mehr entspricht dem 1-Richtwert. Dazwischen verläuft die Kurve linear (Abbildung 3).

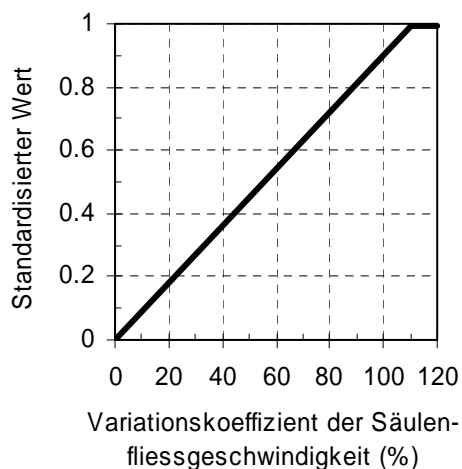


Abbildung 3: Graphik zur Standardisierung der Resultate.



Verbindung zu anderen Indikatoren

Die Variabilität der Fliessgeschwindigkeit hat direkten Einfluss auf die Eigenschaften der einzelnen Habitate und damit auf Abundanz, Struktur, Funktionalität, Diversität und Zusammensetzung der aquatischen Flora und Fauna. Folgende Indikatoren werden mittel- und unmittelbar von diesem Indikator beeinflusst:

- Nr. 8: Fische: Altersstruktur von Fischpopulationen
- Nr. 9: Fische: Artenvorkommen und -häufigkeit
- Nr. 10: Fische: ökologische Gilden
- Nr. 14: Hydraulik: qualitative Ausprägung der Wasserspiegelbreitenvariabilität
- Nr. 15: quantitative Ausprägung der Wasserspiegelbreitenvariabilität
- Nr. 17: Hydraulik: Variabilität der maximalen Abflusstiefe
- Nr. 19: Landschaft: Landschaftstrukturmasse: Vielfalt und räumliche Anordnung vorkommender Habitattypen
- Nr. 20: Landschaft: ästhetischer Landschaftswert
- Nr. 23: Makroinvertebraten: taxonomische Zusammensetzung des Makrozoobenthos
- Nr. 31: Refugien: Potenzial der Wiederbesiedlung für benthische Makroinvertebraten
- Nr. 33: Sohle: Dynamik der Sohlenstruktur
- Nr. 34: Sohle: innere Kolmation der Gewässersohle
- Nr. 35: Sohle: Qualität und Korngrößenverteilung des Substrats
- Nr. 36: Sohle: Sohlenstruktur
- Nr. 38: Temperatur: räumliche und zeitliche Temperaturheterogenität im Oberflächengewässer



Anwendungsbeispiele

In diversen Fisch- und Benthos-Habitatmodellierungen wird die Fliessgeschwindigkeit mitberücksichtigt, z. B.: Schneider (2001) oder Kemp et al. (1999).

Jowett (1993): Beschreibt eine Methode für die objektive Bestimmung von Habitaten (Riffel, Becken, Rinnen).

Lamouroux (1995): Modellierung der Verteilung der Fliessgeschwindigkeit in Flussabschnitten.

Schager & Peter (2002): Morphologisch-hydraulische Untersuchung verschiedener Fliessgewässer.



Literatur

Jowett, I. 1993. A method for objectively identifying pool, run and riffle habitats from physical measurements. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 27: 241-248.

Kemp, J.L., D.M. Harper & G.A. Crosa. 1999. Use of functional habitats to link ecology with morphology and hydrology in river rehabilitation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 9: 159-178.

Lamouroux N. 1995. Predicting velocity frequency distributions in stream reaches. *Water Resources Research* 31(9): 2367-2375.

- Schager, E. & A. Peter. 2002. Bachforellensömmerlinge Phase II. Teilprojekt-Nr. 01/12. Fischnetz-Publikation. Eawag Dübendorf. 218 pp.
- Schneider, M. 2001. Habitat- und Abflussmodellierung für Fließgewässer mit unscharfen Berechnungsansätzen. Weiterentwicklung des Simulationsmodells CASiMiR. Dissertation Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart. Mitteilungen 106. 146 pp.