

17

Hydraulik: Variabilität der maximalen Abflusstiefe

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 streuen in einem Gerinne mit ebener Sohle die maximalen Abflusstiefen kaum, während sie bei Flussaufweitungen mit Bänken stark variieren.

Die Variabilität der maximalen Abflusstiefe beeinflusst den Geschiebehalt (Geschiebetransportkapazität), die Verfügbarkeit unterschiedlicher Habitate und damit auch die Struktur und Funktionalität der aquatischen Flora und Fauna. Indirekt können auch das Temperaturregime und die Erholungsqualität beeinflusst werden.

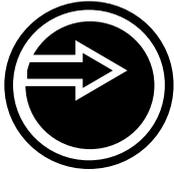
Der vorliegende Indikator misst die Variabilität der maximalen Abflusstiefe in einem Gewässerabschnitt als wichtige Grösse zur Beschreibung der unterschiedlichen Flusshabitate.

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:

Maximale Abflusstiefe in verschiedenen Querprofilen [m]

Aufnahmeverfahren:

Die Abflusstiefe wird in verschiedenen Querprofilen (senkrecht zur Fliessrichtung) gemessen. Querprofile werden in regelmässigen Abständen alle 5 bis 50 m aufgenommen, mindestens 25 Querprofile sind nötig. Innerhalb jedes Querprofils sollte die Abflusstiefe alle 0.2 m bis 1 m gemessen werden, möglichst an mindestens 10 Punkten je Querprofil. Bei schmalen Bächen (Breite < 2 m), bei denen innerhalb eines Querprofils weniger als an 10 Stellen gemessen werden kann, sollte eine grössere Anzahl an Querprofilen beprobt werden. Insgesamt sollte die Abflusstiefe an mindestens 250 Stellen gemessen werden. Für jedes Querprofil wird aus den Messwerten dann die maximale Abflusstiefe bestimmt. Die Messungen sollten bei vergleichbaren Abflussverhältnissen bei mittlerem Niedrigwasser durchgeführt werden.

Zeitlicher und personeller Aufwand: (Tabelle 2)

Aufwandstufe B

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 (25 Querprofile)	1	9	1	9
Datenaufbereitung (25 Querprofile)	1	4		
Total Personenstunden (P-h)	13		9	

Materialeinsatz:

Messband, Messstab, 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 Messungen 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 bei der Wahl des Messzeitpunktes sind nicht von entscheidender Bedeutung, der Abfluss muss aber berücksichtigt und protokolliert werden (Niedrigwasser-, Mittelwasserabfluss). Die Messungen sollten aus Gründen der Vergleichbarkeit bei ähnlichen Abflussverhältnissen erfolgen. Jährliche bis vierteljährliche Messungen sind in der Regel ausreichend.

Besonderes:

Der Indikator ist nur für Flüsse mit mittlerer Abflusstiefe von mehr als 0.2 m geeignet.

Alternative Datenquelle:

Die Querprofile grösserer schweizerischer Flüsse werden vom Bundesamt für Wasser und Geologie in regelmässigen Abständen erhoben. Allerdings empfiehlt es sich, die Abflusstiefenverteilungen vor und nach einer Revitalisierung selbst zu messen und diese dann zu vergleichen. Auch bei diversen Umwelt-, Planungs- und Ingenieurbüros können Querprofilaten vorliegen.



Analyse der Resultate

Zur Bewertung der Verteilung der maximalen Abflusstiefen wird der Variationskoeffizient $VC_{\max.Tiefe}$ der maximalen Abflusstiefen berechnet:

$$VC_{\max.Tiefe} = \frac{\sigma_{\max.Tiefe}}{\mu_{\max.Tiefe}} \cdot 100 [\%]$$

$\sigma_{\max.Tiefe}$ = Standardabweichung der gemessenen maximalen Abflusstiefen

$\mu_{\max.Tiefe}$ = Mittelwert der gemessenen maximalen Abflusstiefen

Dabei werden die Ergebnisse (Variationskoeffizienten) der einzelnen Untersuchungen vor und nach dem flussbaulichen Eingriff 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 100 % und mehr entspricht dem 1-Richtwert. Dazwischen verläuft die Kurve linear (Abbildung 3).

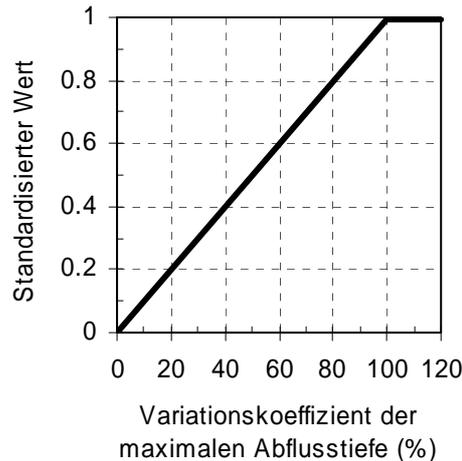


Abbildung 3: Graphik zur Standardisierung der Resultate.



Verbindung zu anderen Indikatoren

Die maximale Abflusstiefenverteilung 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. 11: Fischhabitate: Unterstände und Strukturen
- Nr. 12: Geschiebe: Geschiebehalt
- Nr. 14: Hydraulik: qualitative Ausprägung der Wasserspiegelbreitenvariabilität
- Nr. 15: Hydraulik: quantitative Ausprägung der Wasserspiegelbreitenvariabilität
- Nr. 16: Hydraulik: Variabilität der Fliessgeschwindigkeit
- Nr. 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. 37: Sohle: Verbauungsgrad und -art der Sohle
- Nr. 38: Temperatur: räumliche und zeitliche Temperaturheterogenität im Oberflächengewässer



Anwendungsbeispiele

Hunzinger (1998): Dissertation über die Morphologie, den Geschiebehalt und Grundsätze zur Bemessung von Flussaufweitungen.

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

Zarn (1997): Dissertation über den Einfluss der Flussbettbreite auf die Wechselwirkung zwischen Abfluss, Morphologie und Geschiebetransportkapazität.

Lamouroux (1998): Modellierung der Abflusstiefenverteilung von Flussabschnitten

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



Literatur

Hunzinger, L.M. 1998. Flussaufweitungen - Morphologie, Geschiebehalt und Grundsätze zur Bemessung. Dissertation ETH Zürich. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich Nr. 159. 206 pp. (z. B. auf p. 152ff)

Kemp, J.L., D.M. Harper & G.A. Crosta. 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. 1998. Depth probability distributions in stream reaches. Journal of hydraulic engineering 124: 224-227.

Maddock, I. 1999. The importance of physical habitat assessment for evaluating river health. Freshwater Biology 42(2): 373-391.

Schager, E. & A. Peter. 2002. Bachforellensommerlinge 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.

Zarn, B. 1997. Einfluss der Flussbettbreite auf die Wechselwirkung zwischen Abfluss, Morphologie und Geschiebetransportkapazität. Dissertation an der ETH Zürich. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich Nr. 154 (z. B. auf p. 207ff).