

# 15

## Hydraulik: quantitative Ausprägung der Wasserspiegelbreitenvariabilität

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 kanalisierten Gerinne mit geradlinigem Flusslauf alle Wasserspiegelbreiten nahe beim Mittelwert, während sie bei Flussaufweitungen mit Bänken stärker um den Mittelwert streuen.

Die Variabilität der Wasserspiegelbreite steht in sehr engem Zusammenhang mit der relativen Uferlänge und ist so ein sehr geeignetes Mass, die laterale Vernetzung eines Gewässers zu beurteilen. Ausserdem hängen Wasserspiegelbreite und die Verteilung der Abflusstiefe eng zusammen, sodass sich Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt (Geschiebetransportkapazität) ergeben. Auch die räumliche Verteilung unterschiedlicher Habitate und deren Bewohner werden massgeblich durch die Variabilität der Wasserspiegelbreite beeinflusst. Indirekt kann sich dies auch auf das Temperaturregime und auf die Qualität der Naherholung auswirken.

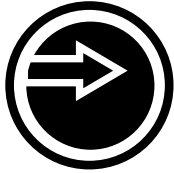
Ausserdem beschreibt die Variabilität der Wasserspiegelbreite die Flussmorphologie im Längsverlauf eines Fließgewässers auf einfache Art und Weise und bestimmt zugleich den für die verschiedenen Lebewesen zur Verfügung stehenden Raum.

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:

Messung der Wasserspiegelbreite (benetzte Breite) [m]

### Aufnahmeverfahren:

Die Wasserspiegelbreite wird an mindestens 50 Stellen in regelmässigen Abständen gemessen. Die Messung erfolgt senkrecht zur Fließrichtung. Der Mindestabstand zwischen den einzelnen Messungen beträgt 10 m, bei längeren Flussabschnitten maximal 50 m.

Bei verzweigten Fließgewässern werden die benetzten Breiten der einzelnen Wasserläufe gemessen und für jedes Querprofil aufaddiert.

Bei Flüssen mit grösseren Wasserspiegelbreiten empfiehlt sich der Einsatz von Laser-Distanzmessgeräten.

### 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)
Aufnahme im Feld (50 Messungen)			2	9
Datenauswertung (50 Messungen)	1	4		
Total Personenstunden (P-h)		4		18

### Materialeinsatz:

Messbänder oder Laser-Distanzmessgerät, Protokollblätter

### 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. Nächste Messung nach dem ersten Hochwasser, das die Gerinnemorphologie des revitalisierten Abschnitts verändert. Saisonale und ökologische Aspekte sind bei der Wahl des Messzeitpunktes nicht von entscheidender Bedeutung, der Abfluss muss aber berücksichtigt und protokolliert werden (Niedrigwasser- oder Mittelwasserabfluss). Die Messungen sollten aus Gründen der Vergleichbarkeit bei ähnlichen Abflussverhältnissen erfolgen. Jährliche bis vierteljährliche Messungen sind in der Regel ausreichend.

### Alternative Datenquelle:

Die Wasserspiegelbreiten grösserer schweizerischer Flüsse werden vom Bundesamt für Wasser und Geologie in regelmässigen Abständen erhoben. Allerdings empfiehlt es sich, die Variabilität der Wasserspiegelbreite vor und nach einer Flussrevitalisierung selbst zu messen und diese dann zu vergleichen. Auch bei diversen Umwelt-, Planungs- und Ingenieurbüros können Daten über die Wasserspiegelbreiten vorliegen. Auch können Luftbildaufnahmen verwendet werden, um die benetzten Breiten zu messen.



### Analyse der Resultate

---

Zur Bewertung der Verteilung der Flussbreiten wird der Variationskoeffizient  $VC_{\text{Wasserspiegelbreite}}$  berechnet:

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

$\sigma_{\text{Wasserspiegelbreite}}$  = Standardabweichung der gemessenen benetzten Flussbreiten  
 $\mu_{\text{Wasserspiegelbreite}}$  = Mittelwert der gemessenen benetzten Flussbreiten

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 rund 65 % und mehr entspricht dem 1-Richtwert. Dazwischen verläuft die Kurve linear (Abbildung 3).

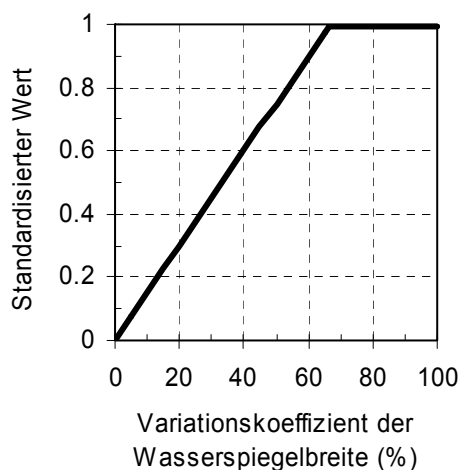


Abbildung 3: Graphik zur Standardisierung der Resultate.



## Verbindung zu anderen Indikatoren

---

Der Indikator „quantitative Ausprägung der Wasserspiegelbreitenvariabilität“ ist sehr stark mit dem weniger aufwändigem Indikator Nr. 14 „qualitative Ausprägung der Wasserspiegelbreitenvariabilität“ verwandt. Zusätzlich steht er mit folgenden anderen Indikatoren in Verbindung:

- Nr. 8: Fische: Altersstruktur von Fischpopulationen
- Nr. 9: Fische: Artenvorkommen und -häufigkeit
- Nr. 10: Fische: ökologische Gilden
- Nr. 11: Fischhabitats: Unterstände und Strukturen
- Nr. 12: Geschiebe: Geschiebehaushalt
- Nr. 16: Hydraulik: Variabilität der Fließgeschwindigkeit
- Nr. 19: Landschaft: Landschaftstrukturmasse: Vielfalt und räumliche Anordnung vorkommender Habitattypen
- Nr. 20: Landschaft: ästhetischer Landschaftswert
- Nr. 23: Makroinvertebraten: taxonomische Zusammensetzung des Makrozoobenthos
- Nr. 25: organisches Material: Aussetzen von Laubblättern zur Ermittlung des Rückhaltevermögens
- 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
- Nr. 44: Ufer: Länge der Grenzlinie zwischen Wasser und Land
- Nr. 50: Vegetation: Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften



## Anwendungsbeispiele

---

Hunzinger (1998): Dissertation über die Morphologie, den Geschiebehaushalt 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.

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



## 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. (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.
- 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.
- 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).