

39

Übergangszonen: nahrungsspezifische energetische Kopplung zwischen Land und Wasser

Autor: Achim Paetzold, University of Sheffield



Hintergrund

Aquatische Insekten haben im Allgemeinen eine der Fortpflanzung dienende terrestrische Lebensphase (Emergenz). In dieser Zeit stellen sie eine wichtige Nahrungsquelle für zahlreiche am Ufer lebende Organismen wie Spinnen, Insekten und Vögel dar. Das Vorkommen und die hohe Dichte vieler Ufertiere sind zu einem grossen Teil von der Verfügbarkeit emergierender aquatischer Insekten abhängig. Räuberische Uferarthropoden, die sich von aquatischen Insekten ernähren, sind wiederum Beute für höhere Glieder in der terrestrischen Nahrungskette. Damit haben sie eine Schlüsselfunktion im Transfer aquatischer Energie ins terrestrische Nahrungsnetz.

Der vorliegende Indikator beschreibt den Anteil aquatischer Organismen in der Nahrung von Ufertieren als ein Mass für die energetische Vernetzung zwischen Wasser und Land. Der relative Anteil aquatischer Nahrung der dominanten Ufertiere zusammen mit deren Dichte liefert ein quantitatives Mass für den Transfer aquatischer Produktion in das terrestrische Nahrungsnetz.

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	hoher Erholungswert	morphologische und hydraulische Variabilität	Budgeteinhaltung	politische Akzeptanz
		naturnahe Geschiebehaushalt		Stakeholder-Partizipation
		naturnahe 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:

Relativer Anteil aquatischer Organismen in der Nahrung von Ufertieren (insbesondere Uferarthropoden), bestimmt auf Basis natürlicher Isotopensignale

Aufnahmeverfahren:

Der Anteil aquatischer Organismen in der Nahrung kann direkt über Mageninhaltsanalysen und Beobachtungen (z. B. bei Vögeln) ermittelt werden. Diese Methoden sind jedoch sehr arbeitsintensiv und ihr Einsatz ist nicht für alle Organismengruppen (z. B. Spinnen) geeignet. Deutlich effizienter ist hier der Einsatz von Tracern, wie stabilen Isotopen (δC^{13} , δN^{15}) oder Fettsäuren.

Hierzu müssen die folgenden Organismengruppen im Feld beprobt werden:

- Räuber: Räuberische Uferarthropoden. Laufkäfer, Spinnen und Ameisen stellen die Hauptkonsumentengruppen dar.
- Beutetiere: Potenzielle Nahrungsorganismen der Räuber. Darunter fallen aquatische und terrestrische Insekten.

Es sollten mehrere Individuen (> 15, idealerweise 20 - 40) von den Hauptkonsumentengruppen sowie den potenziellen Nahrungsorganismen gesammelt werden. Je nach Grösse werden immer 3 bis 5 Tiere derselben Organismengruppe in einer Probe für die Laboranalyse zusammengefasst.

Die Aufnahme der Räuber soll im Abstand von 0 - 2 m von der Wasseranschlagslinie erfolgen. Terrestrische Beuteorganismen werden dagegen über die Breite der gesamten Uferbank gesammelt. Die Länge des untersuchten Uferstreifens hängt von der Grösse des Gewässers ab: Es empfiehlt sich, eine Länge von etwa 7 mal der Gewässerbreite qualitativ abzusuchen.

Die aquatischen Insekten sollten entlang der Untersuchungsstrecke ufernah beprobt werden. Zur Isotopenanalyse eignen sich die letzten Larvalstadien am besten: Sie widerspiegeln das Isotopensignal zur Zeit der Emergenz, wo sie die Hauptnahrungsquelle der terrestrischen Räuber darstellen. Es sollten algenfressende („grazer“) und, falls vorhanden, detritivore Insektenlarven gesammelt werden, da diese sich deutlich im Isotopensignal unterscheiden können.

Die Proben werden tiefgefroren. Isotopenanalysen können an entsprechende Labors vergeben werden.

Um eine Bewertung des Indikators zu ermöglichen, müssen zusätzlich zu den Erhebungen in der Projektstrecke auch Aufnahmen in naturnahen Referenzgewässern durchgeführt werden (siehe Abschnitt Analyse der Resultate).

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)
Beprobung im Feld (für 15 Proben)	1	8	1	8
Aufbereitung der Proben (für 15 Proben)	1	8	1	16
Auswertung der Resultate		8		
Total Personenstunden (P-h)	24		24	

Bemerkungen: Je nach Gewässertyp kann der zeitliche Aufwand deutlich von den oben gemachten Angaben abweichen. In den 15 Proben sollen je 5 Proben der aquatischen und terrestrischen Nahrungsquellen sowie der Räuber enthalten sein.

Materialeinsatz:

Kicknetz für das Sammeln von Wasserinsekten, Exhaustor zum Sammeln der Uferarthropoden

Zeitpunkt und Häufigkeit der Erhebung:

Die Aufnahmen sollten vor und dann im ersten Jahr bzw. mehrere Jahre nach der Massnahme durchgeführt werden. Eine Aufnahme pro Erhebungszeitpunkt ist ausreichend. Messwiederholungen vor und nach der Projektumsetzung sollten aber zur gleichen Jahreszeit erfolgen, da der Anteil aquatischer Beute in der Nahrung der Uferarthropoden saisonal schwanken kann. Erhebungen sollten während der Aktivitätszeit der Uferorganismen (Frühling, Sommer und Herbst) durchgeführt werden.

Besonderes:

Für den Einsatz natürlich vorkommender Isotope (δC^{13} , δN^{15}) ist eine deutliche Separierung der aquatischen und terrestrischen Nahrungsquellen Voraussetzung. Dies muss im Vorfeld für jedes System getestet werden.



Analyse der Resultate

Vor der Isotopenanalyse müssen die Proben getrocknet und homogenisiert werden. Mittels mathematischer Mischmodelle kann der relative Nahrungsanteil quantifiziert werden (siehe Beispiel Abbildung 3). Eine Excel-Datei für diese Berechnung kann unter www.epa.gov/wed/pages/models/isotopes/isoerror1_04.xls heruntergeladen werden.

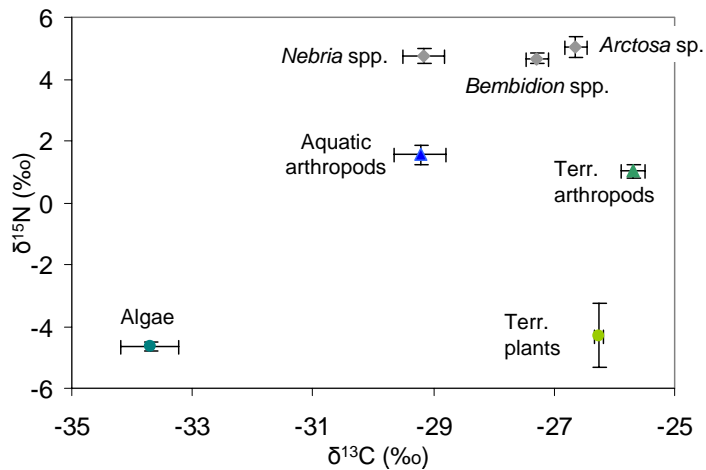


Abbildung 3: Natürliche Isotopensignale von Uferarthropden und von potenziellen Nahrungsquellen. Mittels einfacher Mischmodelle lassen sich die relativen Anteile der aquatischen und terrestrischen Nahrungsanteile berechnen (aus Paetzold et al. 2005).

Zur Bewertung und Standardisierung des Indikators werden die Aufnahmen in der Projektstrecke mit Daten aus natürlichen Referenzgewässern verglichen. Da zurzeit nur sehr wenig Information hinsichtlich der Ernährung der Ufertiere an verschiedenen Flusstypen vorliegt, müssen hierfür zusätzliche Aufnahmen an natürlichen Referenzgewässern durchgeführt werden (siehe Abschnitt Aufnahmevorgehen). Mit zunehmender Anwendung des Indikators in der Praxis soll die Datengrundlage aber kontinuierlich erweitert werden.

Der Anteil aquatischer Organismen in der Nahrung der räuberischen Uferarthropden der natürlichen Referenzgewässer legt den 1-Richtwert fest. Eine rein terrestrische Ernährung der Uferarthropden, d. h. ein Fehlen von jeglichen aquatischen Nahrungsbestandteilen, bedeutet eine energetische Entkopplung (0-Richtwert). Zwischen diesen Werten kann ein linearer Zusammenhang festgelegt werden.

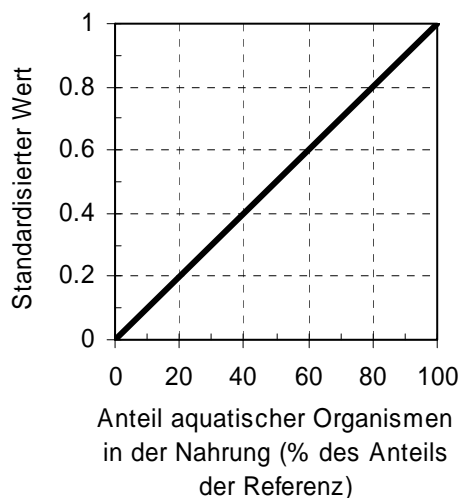


Abbildung 4: Graphik zur Standardisierung der Resultate.



Verbindung zu anderen Indikatoren

Es besteht eine Verbindung zu Indikator Nr. 21 „Artenzahl und Dichte der terrestrischen Uferarthropoden“.



Anwendungsbeispiele

Paetzold et al. (2005): Beschreibt den Nahrungsanteil aquatischer Organismen für Uferarthropoden (Laufkäfer, Spinnen und Ameisen) in einer naturnahen, verzweigten Schotteraue.

Sanzone et al. (2003): Es wird der Nahrungsanteil von Spinnen mittels Isotopenanalyse (künstliche Anreicherung) entlang eines Wüstenbaches dargestellt.



Literatur

Paetzold, A. 2005. Life at the edge - aquatic-terrestrial interactions along rivers. Dissertation ETH Zurich & Eawag Dübendorf. Diss. Nr. 15825.

Paetzold, A., C. Schubert & K. Tockner. 2005. Aquatic-terrestrial linkages along a braided river: Riparian arthropods feeding on aquatic insects. *Ecosystems* (Im Druck).

Phillips, D.L. & J.W. Gregg. 2001. Uncertainty in source partitioning using stable isotopes. *Oecologia* 127: 171-179

Sanzone, D.M., J.L. Meyer, E. Martí, E.P. Gardiner, J.L. Tank & N.B. Grimm. 2003. Carbon and nitrogen transfer from a desert stream to riparian predators. *Oecologia* 134: 238-250.