

Das Teilmodell „Arthropoden“

Überblick

Arthropoden tragen wesentlich zur Biodiversität von Fließgewässersystemen bei und sind eine wichtige funktionelle Komponente von Flussauen-Ökosystemen. Aus diesem Grund haben wir ein Teilmodell des IFRM konstruiert, das die Abundanz der drei wichtigsten Arthropoden (Spinnen, Laufkäfer, Kurzflügelkäfer) und die totale Abundanz aller Arthropoden vorhersagt. Das Teilmodell ist ein einfaches statistisches Modell basierend auf den Daten von Paetzold, Yoshimura und Tockner (2007). Eingabegrößen des Modells sind die Flussmorphologie und die Sohlenkolmation (wird zur Abschätzung der Uferkolmation verwendet), die beide vom Teilmodell „Morphologie und Hydraulik“ vorhergesagt werden.

Zusammenfassung von Daten und früheren Resultaten

Das Ziel der Untersuchung von Paetzold et al. (2007) war die Bestimmung des Effekts morphologischer und hydrologischer Veränderungen (Kanalisation und Schwall-Sunk Betrieb) auf die Abundanz und Diversität terrestrischer Arthropoden. Zwölf unterschiedlich stark beeinträchtigte Flussabschnitte an sieben mittelgrossen bis grossen Flüssen in der Schweiz und Norditalien wurden beprobt.

Generell war die totale Abundanz auf natürlichen Kiesbänken am grössten, während sie an Stecken, die sowohl kanalisiert als auch durch Schwall-Sunk Betrieb beeinträchtigt waren, am kleinsten war. Die Abundanz von Spinnen wurde sowohl durch die Kanalisation als auch durch Schwall-Sunk Betrieb beeinflusst, während die Abundanz von Kurzflügelkäfern nur durch Schwall-Sunk Betrieb beeinflusst wurde. Laufkäfer wurden durch keinen der einzelnen Faktoren signifikant beeinflusst, aber die Abundanz war an den Strecken geringer, die sowohl kanalisiert waren als auch Schwall-Sunk Betrieb ausgesetzt waren.

Um die mechanistischen Ursachen dieser Differenzen zu ergründen wurde Kanalisation und Schwall-Sunk Betrieb in Bezug gesetzt zur Dauer und Häufigkeit von Überflutungen und zum Grad der Kolmation. Paetzold et al. (2007) fanden, dass Kanalisation die Dauer und Häufigkeit von Überflutungen und den Grad der Kolmation erhöhte. Der Grund war, dass die kanalisierten Strecken nur kleine und niedrige Kiesbänke aufwiesen, während natürliche Strecken Habitatsflächen oberhalb des mittleren Wasserspiegels aufwiesen. Zusätzlich stieg der Wasserspiegel in kanalisierten Strecken wegen der kleineren Querschnittsfläche schneller mit zunehmendem Abfluss an als in natürlichen Strecken. An Strecken ohne Schwall-Sunk Betrieb reduzierte eine Kanalisation die Kolmation geringfügig, wahrscheinlich als Folge der häufigeren Hochwasserereignisse, die das feine Sediment aus der Flusssohle auswaschen. Bei natürlichen und kanalisierten Strecken erhöhte sich die Kolmation mit Schwall-Sunk Betrieb. Das wurde vermutlich durch das veränderte Sedimentregime der regulierten Flüsse verursacht. Stauseen halten grössere Sedimentteilchen zurück und die täglichen Abflussänderungen können zu einer Ablagerung feiner Sedimentteilchen entlang der Uferlinie führen.

Paetzold et al. schliessen, dass “die Verfügbarkeit von Kieshabitaten oberhalb des Wasserspiegels bei hohem Abfluss und Kolmation wichtige Faktoren sind, die die Abundanz von kiesbankbewohnenden Arthropoden beeinflussen.”

Modellentwicklung

Da das Teilmodell “Morphologie und Hydraulik“ des IFRM die räumliche Dimension nicht explizit auflöst, kann es keine räumliche Verteilung der Überflutungsdynamik beschreiben. Aus diesem Grund wurde Morphologie und Kolmation als externe Einflussgrösse für das Teilmodell „Uferfauna“ gewählt. Damit verlieren wir die direkte Beschreibung des Effekts der Überflutungsdynamik auf die Arthropoden-Abundanz. Wegen des oben beschriebenen Zusammenhangs von Überflutungsdynamik mit der Morphologie können wir den Effekt aber indirekt beschreiben. Wir berücksichtigten auch Schwall-Sunk Betrieb nicht explizit als eine externe Einflussgrösse, da deren Effekt hauptsächlich indirekt über die Kolmation zu wirken scheint, die direkter durch Revitalisierungsmassnahmen beeinflusst wird.

Wir führten multiple Regressionsanalysen durch, um die Abhängigkeit der Arthropoden-Abundanz von abiotischen Einflussfaktoren zu untersuchen. Wir benutzten ein schrittweises Reduktionsverfahren, um herauszufinden, welche Einflussfaktoren und Interaktionen den grössten Teil der Varianz der Daten erklären können. Alle Regressionen wurden nach einer Quadratwurzeltransformation der Daten durchgeführt, um die Normalität und konstante Varianz der Residuen (Abweichung der Modellresultate von den gemessenen Werten) zu verbessern.

Wir fanden für alle Spezies signifikante Unterschiede zwischen natürlichen und kanalisierten Flussabschnitten (Tabelle 2.4.1). Zusätzlich reduzierte die Kolmation die Abundanz aller Spezies für beide Morphologien, ausser für die Spinnen an den kanalisierten Flussabschnitten, wo die Abundanz bereits sehr gering war. Kurzflügelkäfer konnten am besten prognostiziert werden (Abbildung 1), mit einem R_{adj}^2 Wert von 0.80. Laufkäfer wurden am schlechtesten prognostiziert mit $R_{adj}^2 = 0.29$.

Um unrealistisch hohe Abundanzen bei sehr geringen Kolmationswerten zu vermeiden, ist im Modell eine Obergrenze für die Vorhersage der Abundanzen eingefügt. Diese Obergrenze entspricht den maximal in der Natur gefundenen Abundanzen (an Stellen mit sehr geringer Kolmation).

Tabelle: Zusammenfassung der Regressionsresultate

	natürlich	kanalisiert	R_{adj}^2	Standard Abw. von ϵ
Spinnen	$(5.96 - 0.06 \text{ kolm} + \epsilon_{\text{spid}})^2$	$(0.87 + \epsilon_{\text{spid}})^2$	0.64	0.51
Kurzflügelkäfer	$(4.36 - 0.04 \text{ kolm} + \epsilon_{\text{rove}})^2$	$(3.52 - 0.04 \text{ kolm} + \epsilon_{\text{rove}})^2$	0.80	0.36
Laufkäfer	$(5.00 - 0.03 \text{ kolm} + \epsilon_{\text{ground}})^2$	$(4.01 - 0.03 \text{ kolm} + \epsilon_{\text{ground}})^2$	0.29	0.80

kolm = Kolmation als % der Uferlinie
 ϵ = Residualterm der Regression
 R_{adj}^2 = adjusted R^2 Wert

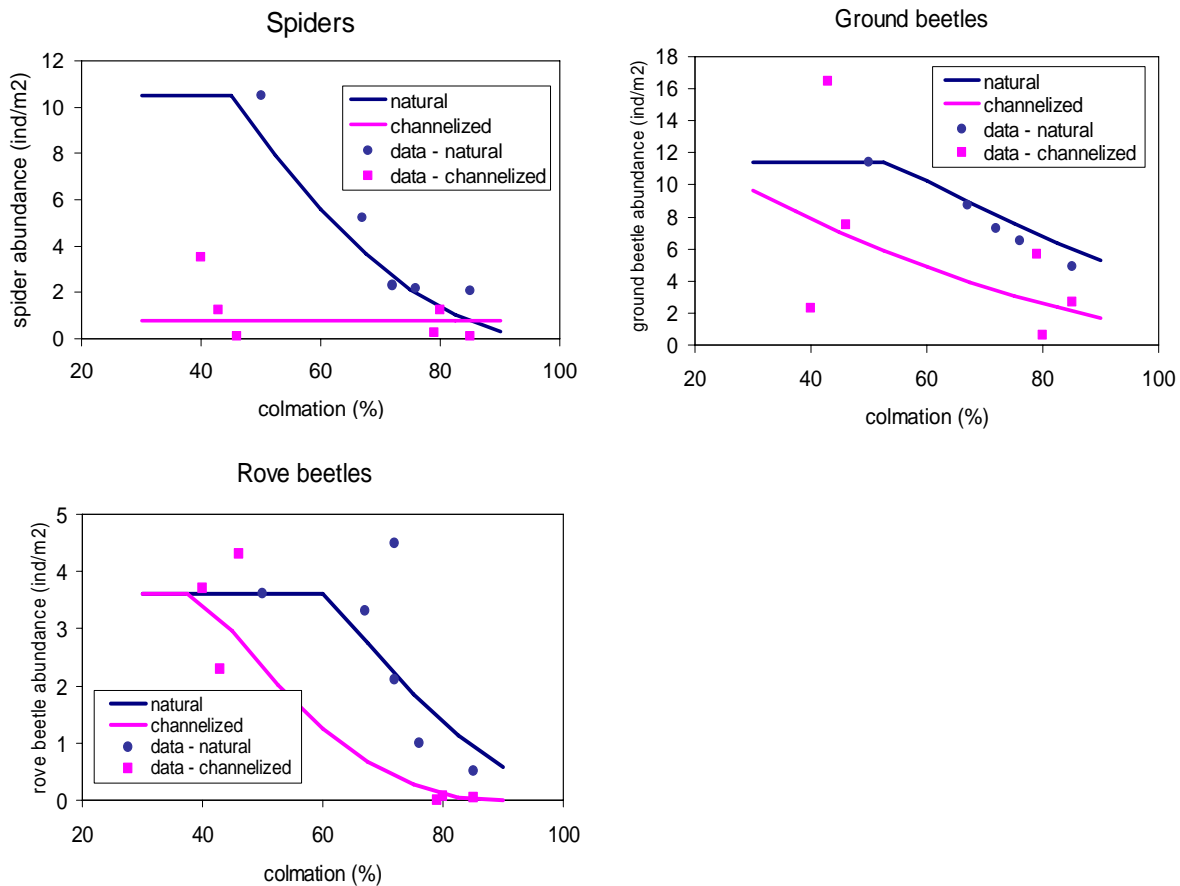


Abbildung: Vorhergesagte gegen beobachtete Abundanzen für die drei Arthropodengruppen (spider = Spinnen, ground beetles = Laufkäfer, rove beetles = Kurzflügelkäfer) und für alle Arthropoden.

Implementation

Das in der ersten Tabelle beschriebene Modell wurde direkt als Teilmodell "Uferfauna" des IFRM verwendet, einschliesslich des Unsicherheitsterms ϵ . Da die Kolmation entlang des Ufers etwa doppelt so gross ist wie das der Sohle, multiplizierten wir die aus dem Teilmodell „Morphologie und Hydraulik“ gewonnenen Kolmationswerte mit einem normalverteilten Konversionsfaktor mit Mittelwert 2 und Standardabweichung 0.25.

Die folgende Tabelle zeigt die in diesem Teilmodell verwendeten Unsicherheiten.

Tabelle: Berücksichtigung der Unsicherheiten im IFRM

Knoten	Verteilung	Einheiten	Median	Standardabweichung
Verhältnis Uferkolmation zu Sohlenkolmation	Normal	-	2	0.25
Unsicherheit für die Quadrawurzel der Abundanz an Kurzflügelkäfer	Normal	-	0	0.358
Unsicherheit für die Quadrawurzel der Abundanz der Laufkäfer	Normal	-	0	0.8
Unsicherheit für die Quadrawurzel der Abundanz der Spinnen	Normal	-	0	0.507

Literatur

Paetzold A., Yoshimura C. und Tockner K. 2007. Riparian arthropod responses to flow regulation and river chanelisation. *Submitted to Journal of Applied Ecology*.