

Landschaft: Landschaftstrukturmasse: Vielfalt und räumliche Anordnung vorkommender Habitattypen

Autorin: Sigrun Rohde, Departement Bau, Verkehr, Umwelt, Kanton Aargau, Abteilung Landschaft und Gewässer



Hintergrund

Die in einem Gebiet vorhandenen Habitattypen, Grenzstrukturen und Nachbarschaftsbeziehungen bestimmen sowohl das Wander- bzw. Ausbreitungsverhalten von Organismen als auch Material- und Energieflüsse. Es besteht also eine enge Verbindung zwischen der Struktur einer Landschaft und den darin ablaufenden ökologischen Prozessen und Funktionen.

Landschaftsstrukturmasse („landscape metrics“) messen die Vielfalt und die räumliche Anordnung der Habitate und Strukturen (Landschaftskomposition und -konfiguration). Sie widerspiegeln damit die physikalische und ökologische Integrität eines Gebietes.

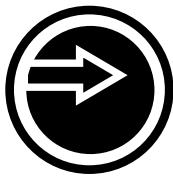
Mittels der Landschaftsstrukturmasse lässt sich die Landschaftsstruktur von kanalisierten, aufgeweiteten und naturnahen Flussabschnitten vergleichen und somit die erreichte Naturnähe eines revitalisierten Fliessgewässerabschnittes bestimmen.

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	<ul style="list-style-type: none"> • morphologische und hydraulische Variabilität 	Budgeteinhaltung	politische Akzeptanz
•	hoher Erholungswert	<ul style="list-style-type: none"> • naturnaher Geschiebehaushalt 		Stakeholder-Partizipation
		<ul style="list-style-type: none"> • naturnahes Temperaturregime 		
		<ul style="list-style-type: none"> • longitudinale Vernetzung 		
		<ul style="list-style-type: none"> • laterale Vernetzung 		
		<ul style="list-style-type: none"> • vertikale Vernetzung 		
		<ul style="list-style-type: none"> • naturnahe Diversität und Abundanz Flora 		
		<ul style="list-style-type: none"> • naturnahe Diversität und Abundanz Fauna 		
		<ul style="list-style-type: none"> • 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: (Tabelle 2)

Tabelle 2: Landschaftsstrukturmasse.

	Struktur-mass	Definition ¹	Bezug zu Ökosystemfunktionen und -prozessen
Landschafts-komposition	PR	Patch Richness: misst die Habitatvielfalt	Habitatvielfalt ist die Voraussetzung für Artenvielfalt.
	% area	Flächenanteil eines Habitattyps an der Gesamtfläche	Die Fläche eines Lebensraumes hat einen grossen Einfluss auf die Populationsgrösse einer Art.
Landschafts-konfiguration	MSI	Mean Shape Index: misst die Komplexität einer Fläche im Vergleich zu einer Standardform (Kreis bzw. Quadrat)	Die Artenzahl wird nicht nur durch die Grösse einer Fläche, sondern auch durch ihre Form beeinflusst.
	medPS	Median Patch Size: Mittlere Flächengrösse (Median)	Die Flächengrösse ist ein Schlüsselfaktor hinsichtlich der Habitatemignung.
	MNN	Mean Nearest Neighbour: misst den Abstand zwischen zwei Flächen des gleichen Habitattyps	Die Entfernung zwischen geeigneten Lebensräumen bestimmt Austausch- und Ausbreitungsfunktionen (Genfluss, Wiederbesiedlung etc.).
	MPI	Mean Proximity Index: misst den Isolations- bzw. Fragmentierungsgrad. Neben der Distanz zur nächstgelegenen Fläche des gleichen Habitattyps wird auch die Grösse der einzelnen Flächen berücksichtigt.	siehe oben
	IJI	Interspersion and Juxtaposition Index: misst Nachbarschaftsverhältnisse. IJI = 100 wenn alle Habitattypen gleichermassen an alle anderen Habitattypen angrenzen.	Viele Arten sind auf die Verzahnung verschiedener Habitattypen angewiesen.
	ED	Edge Density: Grenzliniendichte. Standardisierung der gesamten Grenzlinie zwischen verschiedenen Habitattypen auf eine Flächeneinheit (m/ ha).	<ul style="list-style-type: none">Der Wasseraustausch ist abhängig von der Uferlänge.Die Fläche des Übergangsbereichs zwischen Wasser und Substrat ist positiv mit dem Stickstoffrückhalt korreliert.Bei Fischen, aquatischen Wirbellosen und auetypischen Laufkäfern ist die Artenvielfalt positiv mit der Uferlänge korreliert.

¹ Siehe auch McGarigal & Marks (1995)

Aufnahmeverfahren:

Erstellung digitaler Habitattypenkarten des revitalisierten Abschnittes sowie einer regulierten/ kanalisierten und einer naturnahen Referenz, vorzugsweise basierend auf Luftbildern (z. B. CIR 1:5'000). Zur Bestimmung der regulierten Referenz kann eine der folgenden zwei Möglichkeiten gewählt werden:

- In der zu revitalisierenden Strecke wird der Zustand vor der Revitalisierung erhoben.
- Es wird ein vergleichbarer, regulierter Abschnitt oberhalb der revitalisierten Strecke betrachtet.

Für die Kartierung werden folgende Kartiereinheiten (Habitattypen) und Zusatzmerkmale vorgeschlagen, die sich in einem dreistelligen Habitatcode (X:Y:Z) zusammenfassen lassen (Tabelle 3):

Tabelle 3: Elemente des Habitatcodes.

Habitattyp (X)	
1	Wasser
2	vegetationslose Kies- / Sandbank
3	Kies- / Sandbank mit Pioniergebäck
4	Auengebüsche und -wälder
5	nicht autotypische Gebüsche
6	nicht autotypische Wälder/ Forst
7	anthropogen geprägte Habitattypen

Vegetationsbedeckung (Y)	
0	0-5 %
1	5-10 %
2	10-20 %
3	20-40 %
4	40-60 %
5	60-80 %
6	80-100 %

Vegetationshöhe (Z)	
0	0 m
1	0-1 m
2	1-3 m
3	3-5 m
4	>5 m

Beispiel: 321 = Kies- / Sandbank mit Pioniergebäck, 10-20 % Vegetationsbedeckung und einer Vegetationshöhe von 0-1 m.

Dabei kann die Liste der Habitattypen und Zusatzmerkmale natürlich den örtlichen Gegebenheiten und Fragestellungen entsprechend ergänzt, verändert oder gekürzt werden.

Abschliessend erfolgt die Berechnung der Landschaftsstrukturmasse mittels geeigneter Software (siehe unten). Auch hier gilt, dass je nach Fragestellung bzw. örtlicher Gegebenheit nur ein Teil der Landschaftsstrukturmasse relevant sein kann.

Zeitlicher und personeller Aufwand: (Tabelle 4)

Aufwandstufe C

Tabelle 4: Geschätzter zeitlicher und personeller Aufwand der Erhebung.

Arbeitsschritt	Spezialisten		Helper	
	Personen	Dauer pro Person (h)	Personen	Dauer pro Person (h)
Habitatotypenkartierung (Erstkartierung, Wiederholungskartierungen benötigen in der Regel weniger Zeit)	1	kanalisiert: ca. 5 revitalisiert: ca. 9 naturnah: 18 - 36		
Analyse Landschaftsstruktur			1	0.75 pro Gebiet
Total Personenstunden (P-h)		32 - 50		0.75

Bemerkungen: Der Aufwand für die Kartierung ist stark von der Struktur der Landschaft abhängig.

Materialeinsatz:

- GIS
- Software zur Berechnung der Landschaftsstrukturmasse, z. B. PatchAnalyst 3.1, eine anwenderfreundliche Erweiterung zu ArcView. Kostenloser Bezug unter:
<http://flash.lakeheadu.ca/~rrempel/patch/index.html>

Zeitpunkt und Häufigkeit der Erhebung:

Mit der Habitatotypenkartierung sollte nach Möglichkeit der (Spät-) Sommerspekt (nach dem Sommerhochwasser) erfasst werden. Wichtig ist jedoch, dass die Aufnahmezeitpunkte des revitalisierten Abschnittes und der regulierten und naturnahen Referenz vergleichbar sind.

Revitalisierte Strecke

Aufnahme 2-3 Jahre nach der Revitalisierung, danach alle 5-10 Jahre

Regulierte Referenzstrecke

Eine Aufnahme ist ausreichend. Je nach Lage der regulierten Referenzstrecke (siehe Abschnitt Aufnahmeverfahren) unterscheidet sich der Zeitrahmen der Aufnahme:

- a) Erhebung Ausgangszustand in der zu revitalisierenden Strecke: Eine Aufnahme vor der Revitalisierung ermöglicht einen vorher-nachher-Vergleich. Die Aufnahme kann im Jahr der Revitalisierung oder 1-2 Jahre vorher erfolgen. Zu beachten ist jedoch der jahreszeitliche Aufnahmezeitpunkt (siehe oben).
- b) Erhebung in einem vergleichbaren, regulierten Abschnitt oberhalb der Revitalisierung: Aufnahme 2-3 Jahre nach der Revitalisierung. Damit wird eine Beurteilung des ökologischen „Nettogewinns“ ermöglicht, denn auch eine regulierte Strecke hat theoretisch das Potenzial, sich zu einer ökologisch wertvollen Fläche zu entwickeln.

Naturnahe Referenzstrecke

Befindet sich die naturnahe Strecke am gleichen Fließgewässer wie die revitalisierte Strecke, empfiehlt sich dasselbe Vorgehen wie für die revitalisierte Strecke.

Befindet sich die naturnahe Referenzstrecke an einem anderen Fliessgewässer, so ist eine Aufnahme ausreichend. Diese kann sowohl vor als auch nach der Revitalisierung erfolgen.

Alternative Datenquelle:

Habitat- / Biotoptypenkarten liegen z. T. bei der Auenberatungsstelle und der WSL (Sigrun Rohde, Felix Kienast) vor.



Analyse der Resultate

Für den Vergleich zwischen kanalisierten, revitalisierten und naturnahen Abschnitten lassen sich die einzelnen Landschaftsstrukturmasse wie folgt zu einer einzigen Grösse, der so genannten „Manhattan-Masszahl“, zusammenfassen:

$$d_{ij} = \frac{\sum_k |x_{ik} - x_{jk}|}{\sum_k}$$

Dabei ist x_{ik} der Wert des Strukturmasses k für den Untersuchungstyp i (revitalisierter Abschnitt) und x_{jk} der Wert des Strukturmasses k für den Untersuchungstyp j (kanalisierte bzw. naturnaher Abschnitt).

Bei einer Erfolgskontrolle zeigt die Manhattan-Masszahl d_{ij} die erreichte Naturnähe eines Revitalisierungsprojektes. Die anschliessende Standardisierung zu einem Wert zwischen 0 und 1 ermöglicht die Ermittlung des Natürlichkeitsgrades verschiedener Projekte.

$$\text{standardisierte Manhattan-Masszahl} = \frac{d_{ij(\text{revitalisiert-kanalisiert})}}{\sum d_{ij}}$$

Die standardisierte Manhattan-Masszahl wird anhand der Tabelle 5 den in der vorliegenden Anleitung verwendeten Veränderungskategorien zugeordnet:

Tabelle 5: Zuordnung der standardisierten Manhattan-Masszahl zu den Veränderungskategorien.

standardisierte Manhattan-Masszahl	Veränderungskategorie
0 - 0.25	+ leichte Verbesserung
0.25 - 0.6	++ mittlere Verbesserung
0.6 - 1	+++ starke Verbesserung

Das Rechenbeispiel in Tabelle 6 zeigt die Berechnung der Manhattan-Masszahl d_{ij} . Eine globale Bewertung sollte jedoch immer unter Berücksichtigung der zugrunde liegenden Werte der einzelnen Landschaftsstrukturmasse vorgenommen werden.

Tabelle 6: Rechenbeispiel.

Landschaftsstrukturmasse k	Emme kanalisiert	Emme revitalisiert	Sense naturnah	IWert revitalisiert - Wert kanalisiert	IWert revitalisiert - Wert naturnah
Untersuchungstyp					
PR (Habitatdiversität)	4	17	18	13.00	1.00
MSI	4.73	2.41	2.07	2.32	0.34
medPS	0.63	0.02	0.05	0.61	0.03
MNN	41.3	37.2	59.6	4.10	22.40
MPI	3.75	328.3	372.99	324.55	44.69
IJI	61.31	68.57	66.02	7.26	2.55
ED	1081.3	1459.84	1221.28	378.54	238.56
Summe	$\sum_k x_{ik} - x_{jk} $			730.38	309.54
Manhattan Masszahl (d _{ij})				104.34	44.22

Standardisierung zur Ermittlung des erreichten Natürlichkeitsgrades (0= kanalisiert, 1= naturnah):

$$\text{stand. Manhattan-Masszahl} = \frac{d_{ij}(\text{revitalisiert-kanalisiert})}{\sum d_{ij}} = \frac{104.34}{148.56} = 0.7023$$

Bewertung als „starke Verbesserung“ (+++).

Verbindung zu anderen Indikatoren



Der Indikator hängt stark mit den folgenden Größen zusammen:

- Nr. 21: Makroinvertebraten: Artenzahl und Dichte der terrestrischen Uferarthropoden
- Nr. 41: Ufer: Übergangszonen: Zusammensetzung und Dichte von Kleinsäugern in Übergangszonen
- Nr. 52: Vegetation: zeitliches Mosaik

Anwendungsbeispiele



Rohde (2005): Erfolgskontrolle der Gerinneaufweitungen an der Thur (Gütighausen), Emme (Aefligen), Moesa (Grono, Lostallo) und Rhone (Ile Falcon, Chippis).

Literatur



- Rohde, S. 2005. Flussaufweitungen lohnen sich! Ergebnisse einer Erfolgskontrolle aus ökologischer Sicht. Wasser, Energie, Luft 3/4: 105-111.
 Rohde, S. 2005. Gerinneaufweitungen - Hochwasserschutz und Ökologie. natur + mensch 4: 12-17.

McGarigal, K. & B. Marks. 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, General Technical Report, PNW-GTR-351, Portland, Oregon. 123 pp.