Simone Knecht, Olivier Hartmann, Guido Derungs

Strukturierungsmassnahmen im Wasserbau – Neue Anwendungshilfen

Zusammenfassung

Viele Gewässer in der Schweiz können aufgrund von fehlendem Raum und fehlender Geschiebe-/Abflussdynamik keine oder nur wenig vielfältige Lebensräume ausbilden. Mit gezielten Strukturierungsmassnahmen kann die Lebensraumvielfalt an Fliessgewässern mit Struktureinbauten vergrössert werden. Wissen und Erfahrungen zu diesem Thema bündelt das Projekt «Strukturierungsmassnahmen im Wasserbau» von Wasser-Agenda 21. Die erarbeiteten Produkte unterstützen die Praktikerinnen und Praktiker bei der wirkungsvollen und nachhaltigen Planung und Umsetzung von entsprechenden Massnahmen. Zahlreiche Bautypenblätter liefern vielfältige Ideen für das zukünftige Vorhaben und Projekte. Dieser Artikel erläutert die erarbeiteten Produkte, welche für Planende, Fachstellen und Baustellenkader entwickelt wurden.

Mit einer breit abgestützten Projektorganisation, bestehend aus kantonalen Fachstellen für Wasserbau und Fischerei, dem BAFU, einer Vielzahl von Ingenieur- und Ökobüros, der Berner Fachhochschule und weiteren Hochschulen wurde das Projekt entwickelt und ausgearbeitet.

Résumé

De nombreux cours d'eau en Suisse ne peuvent pas ou peu former des habitats diversifiés en raison du manque d'espace et de la dynamique de charriage/décharge. Des mesures de structuration ciblées permettent d'augmenter la diversité des habitats dans les cours d'eau grâce à des aménagements structurels. Le projet « Mesures de structuration dans l'aménagement des cours d'eau » d'Agenda 21 pour l'eau rassemble des connaissances et des expériences sur ce thème. Les produits élaborés aident les praticiens à planifier et à mettre en œuvre de manière efficace et durable les mesures correspondantes. De nombreuses fiches de type de construction fournissent des idées variées pour le projet et les projets futurs. Cet article explique les produits élaborés pour les planificateurs, les services spécialisés et les cadres de chantier.

Le projet a été développé et élaboré avec une organisation de projet largement soutenue, composée de services cantonaux d'aménagement des eaux et de pêche, de l'OFEV, d'un grand nombre de bureaux d'ingénieurs et d'écologistes, de la Haute école spécialisée bernoise et d'autres hautes écoles.

1. Einleitung und Hintergrund

Fliessgewässer sind zentrale Elemente der belebten Natur, prägen die Landschaft, transportieren Wasser und Geschiebe und bilden Lebensräume für zahlreiche Pflanzen und Tiere. Ein naturnahes Fliessgewässer ist dynamisch und verändert seine Morphologie je nach Wassermenge und Sedimenthaushalt, was zu einer Vielfalt von Kleinhabitaten und artenreicher Flora und Fauna führt. Naturnahe Gewässer sind für den Erhalt der Biodiversität zentral: Rund 80 Prozent aller in der Schweiz bekannten Pflanzen- und Tierarten kommen in Gewässern und den angrenzenden Ufer- und Auenlebensräumen vor. Die gestaltenden Hochwasser waren jedoch auch Anlass für menschliche Eingriffe. Fliessgewässer wurden reguliert, kanalisiert und eingeengt, um Abflüsse zu kontrollieren und Kulturland zu gewinnen. Durch den Mangel an Raum, Verbauungen und eine fehlende Abflussdynamik wurden viele Lebensräume zerstört. Die gewässertypische Biodiversität wurde stark reduziert.

Das Gewässerschutzgesetz verpflichtet die Kantone zur Revitalisierung von Fliessgewässern und zu einer naturnahen Gestaltung von Hochwasserschutzmassnahmen. Im Vordergrund stehen Wasserbauprojekte, die den gesamten Gewässerraum einbeziehen, eigendynamische Prozesse auslösen resp. zulassen und den Gewässerraum sowohl morphologisch als auch ökologisch aufwerten. Projekteinschränkungen (zum Beispiel durch räumliche Restriktionen) können aber dazu führen, dass keine eigendynamischen Prozesse entstehen können. In der Praxis kommt es ergänzend zum Einbau von Strukturierungsmassnahmen. Mit solchen Struktureinbauten können Gewässerabschnitte trotz Restriktionen morphologisch und ökologisch aufgewertet werden.

2. Wirkung von Strukturierungsmassnahmen

Das Hauptziel beim Einbau von Strukturen in Fliessgewässern ist, lokale Dynamiken anzustossen, die im Laufe der Zeit zur Bildung von Teillebensräumen (Mesohabitaten) und Unterständen im Umfeld dieser Strukturen führen. Dadurch entsteht ein vielfältiges, standorttypisches Mosaik an Teillebensräumen, das sich durch unterschiedliche Strömungsverhältnisse und Wassertiefen auszeichnet *(Bild 1)*. Aquatische Organismen sind auf diese Vielfalt angewiesen, da sie je nach Lebensphase unterschiedliche Mesohabitate nutzen.

Die Wahl der Strukturierungsmassnahmen sowie deren Gestaltung (Platzierung, Dichte und gegenseitige Wechselwirkungen) bestimmt dabei, wie stark die morphologischen und ökologischen Effekte in einem Wasserbauprojekt ausfallen. Neben den ökologi-

Bild 1: Strukturvielfalt durch Struktureinbauten am Scherlibach, Kanton Bern. Foto: Kanton Basel-Stadt.

Box 1: Was sind Strukturierungsmassnahmen?

Als Strukturierungsmassnahmen werden Massnahmen bezeichnet, die auf bauliche Art und Weise die hydraulischen und morphologischen Bedingungen in Fliessgewässern sowie aquatische Habitate längerfristig verbessern und diversifizieren sollen *(Aeschlimann, 2021)*. Bei Strukturierungsmassnahmen handelt es sich um einfache oder komplexe Holz- oder Steinstrukturen, teilweise kombiniert mit lebenden Pflanzen. Sie können lokal und kleinräumig, aber auch in grosser Zahl und miteinander korrespondierend im Gewässer eingebaut werden und auf die Wiederherstellung bestimmter Gewässerfunktionen ausgerichtet sein.

schen Vorteilen lassen sich durch Struktureinbauten auch wasserbauliche Ziele erreichen, etwa die Lenkung der Strömung oder die Stabilisierung der Ufer.

Mit der Strukturierung eines Gewässers wird eine Vielzahl an ökologischen Zielen erreicht, welche die lokalen Populationen stärken und die Artenvielfalt erhöhen:

- Schaffung und Diversifizierung von Mesohabitaten
- Reaktivierung zyklischer Naturprozesse
- Verbesserung der Selbstreinigungskraft
- Kühlung der Gewässer und Erhöhung der Klimaresilienz
- Rückhalt von Wasser, Geschiebe und Nährstoffen

3. Anwendungsgebiet von Strukturierungsmassnahmen

Strukturierungsmassnahmen entfalten ihr Potenzial insbesondere dort, wo natürliche Prozesse eingeschränkt oder nicht mehr vorhanden sind. In regulierten oder begradigten Gewässerabschnitten mit ungenügender Geschiebe- und Totholzdynamik ist es dem Fliessgewässer nicht möglich, strukturreiche Lebensräume selbst auszubilden. Strukturierungsmassnahmen bieten in solchen Fällen gezielte Impulse für mehr morphologische Vielfalt und eine verbesserte Habitatqualität – etwa durch unterschiedliche Fliessgeschwindigkeiten, Tiefenvariabilität oder Rückzugsräume für aquatische Organismen.

Strukturierungsmassnahmen können sowohl im Rahmen von Gewässerunterhaltsarbeiten als auch begleitend bei der Umsetzung von Wasserbauprojekten eingebaut werden. Strukturierungsmassnahmen eignen sich unter Umständen als schnell umsetzbare, temporäre Massnahme, um das Gewässer aufzuwerten, bis grossräumigere Wasserbau-/Revitalisierungsprojekte umgesetzt werden. Entsprechend ist die Vorgehensweise für die Projektplanung anzupassen.

Die Anwendung solcher Massnahmen ist aber nicht in jedem Fall sinnvoll. Entscheidend sind die örtlichen Gegebenheiten und die konkreten Projektziele. Im erarbeiteten Handbuch (Kapitel 2.2) werden geeignete Kriterien für die Umsetzung von Strukturierungsmassnahmen aufgelistet. Dazu gehören u. a. freifliessende Gewässerstrecken, Strukturmangel, ungenügende Anbindung ans Gewässernetz, Potenzial zur Förderung seltener Arten oder als Trittsteinbiotop, kein trockenfallendes oder gestautes Gewässer oder nicht ausreichend gute Wasserqualität.

Das Handbuch enthält auch Hilfestellungen zur Planung von Massnahmen: Eignet sich ein Gewässer für Strukturierungsmassnahmen, erfolgt die Wahl und die Dimensionierung des geeigneten Bautyps bzw. der Bautypenkombinationen. Es ist zentral, die Charakteristik des Zielgewässers zu berücksichtigen. Dazu ist eine pragmatische Bestandsaufnahme des Gewässers und seiner Umgebung durchzuführen. Bei der Planung gilt es die örtlichen Gegebenheiten und gewässerspezifischen Eigenschaften beim Design der einzubauenden Strukturen zu berücksichtigen. Es ist zu beachten, dass die Planungs- und Bewilligungsabläufe je nach Kanton unterschiedlich sind und frühzeitig zu klären sind. Da es sich beim Einbau von Strukturen um technische Eingriffe in Gewässer-/Uferlebensräume handelt, ist dafür nach Art. 8 des Bundesgesetzes über die Fischerei eine fischereirechtliche Bewilligung der zuständigen kantonalen Behörde einzuholen. Das Einholen von weiteren Bewilligungen ist mit den zuständigen kantonalen Bewilligungsbehörden zu prüfen. Die für den Wasserbau zuständige kantonale Fachstelle ist stets beizuziehen.

Die Ausführungen im nachfolgend beschriebenen Handbuch und den Bautypenblättern fokussieren sich auf den Einbau von Strukturierungsmassnahmen in kleinen bis mittleren Fliessgewässern mit einer natürlichen Sohlenbreite von 1 bis 15 m. Es eignen sich insbesondere Gewässer im Mittelland, des Juras und der Voralpen bis zu einem Längsgefälle von ca. 5 Prozent. Bei Anwendungen in grösseren oder steileren Gewässern sind weitere Anforderungen zu beachten, welche nicht Bestandteil des vorliegenden Projekts sind.

4. Anwendungshilfen

Schweizweit wurden Strukturierungsmassnahmen bereits in verschiedenen Projekten umgesetzt und es sind vielfältige Praxiserfahrungen vorhanden. Das vorliegende Projekt wurde von verschiedenen Kantonen lanciert, damit schweizweit das vorhandene Wissen in Zusammenhang mit Strukturierungsmassnahmen zusammengetragen wird.

Das Projekt bezweckt nachfolgende Ziele:

- Übersicht der möglichen Strukturierungsmassnahmen im Sinne von «Best Practice».
- Ideen und Inspiration für die Planung liefern und Unterstützung bei der praktischen Umsetzung.
- Praxisnahe Werkzeuge und Hintergrundinformationen für Planung, Bau und Wirkungskontrolle zur Verfügung zu stellen.
- Aufzeigen der Voraussetzungen, wann eine Anwendung zielführend resp. nicht zielführend ist.
- Aufzeigen von Wissenslücken sowie von positiven und negativen Erfahrungen im Sinne von «Lessons Learned».

In Zusammenarbeit mit Fachexpertinnen und Fachexperten von Ingenieur- und Ökobüros sowie der Berner Fachhochschule hat Wasser-Agenda 21 ein Handbuch, 17 Bautypenblätter sowie eine Fallbeispielsammlung erarbeitet. Sie stehen alle auf www.plattform-renaturierung.ch/revitalisierung/planung-umsetzung/strukturierungsmassnahmen/ *(QR-Code in Bild 5)* als kostenlose Downloads zur Verfügung.

In die Projektorganisation wurden erfahrene Fachleute aus der Schweizer Privatwirtschaft, dem Bundesamt für Umwelt BAFU, von kantonalen Fachstellen und aus der Wissenschaft integriert. Damit wurde sichergestellt, dass das Projekt breit abgestützt ist und das Wissen praxisnah abgebildet werden kann.

Die Verwendung der Produkte ist für Mitarbeitende kantonaler Fachstellen (Wasserbau und Fischerei), Planerinnen und Planer (Ingenieur-/Ökobüros), Baustellenkader (Bauführerinnen und Bauführer sowie Vorarbeiterinnen und Vorarbeiter) als auch Studierende und Auszubildende bestimmt. Die Publikationen sollen als Hilfe bei der Umsetzung direkt im Gewässer oder als Werk zur Inspiration dienen. Nachfolgend werden die erarbeiteten Produkte vorgestellt.

4.1 Handbuch

Das Handbuch richtet sich an alle, die Strukturierungsmassnahmen effektiv und verantwortungsvoll planen und umsetzen wollen. Es bildet die zentrale Grundlage für das Arbeiten mit den weiteren Produkten des Projekts und vermittelt bestehende theoretische Grundlagen zu Planung, Bau und Wirkungskontrolle von Strukturierungsmassnahmen. Die Kapitel des Handbuchs wurden von erfahrenen Expertinnen und Experten verfasst. Vielfältige Aspekte werden vertieft beschrieben, so dass das Verständnis für die Zusammenhänge in Bezug auf Strukturierungsmassnahmen für die Lesenden geschärft wird.

So wird beschrieben, welche ökologischen und hydraulischen Ziele mit Strukturierungsmassnahmen verfolgt werden können und unter welchen Voraussetzungen diese sinnvoll sind. Weiter werden die Eigenschaften und der Zweck von Mesohabitaten (Kolke,

Stufen/Becken, Flachwasser etc.) und Unterständen beschrieben, vgl. auch *Bild 2*. Praxisbeispiele zeigen auf, wie verschiedene Strukturen wirkungsvoll kombiniert werden können. Das Handbuch enthält Informationen, welche Aspekte bei der Materialwahl oder beim Unterhalt der eingebauten Strukturen von Bedeutung sind.

Umschrieben wird auch der oftmals unterschätzte Aspekt der ökologischen «Wirkungskontrolle». Das Handbuch liefert Kriterien und Methoden, wie die Wirkung einzelner oder Kombinationen von Strukturierungsmassnahmen überprüft und dokumentiert werden können.

Ein wesentlicher Bestandteil sind auch die Aspekte des Hochwasserschutzes, welche es bei der Planung von Strukturierungsmassnahmen zu berücksichtigen gilt. Entsprechend werden Aspekte hinsichtlich der Sicherheit sowie über die Auswirkungen eines Versagens von Strukturierungsmassnahmen beleuchtet.

Wichtig zu erwähnen sind auch die «Lessons Learned», welche die Erfahrungen verschiedener Expertinnen und Experten zu unterschiedlichen Aspekten in Bezug auf Strukturierungsmassnahmen beinhalten. Zudem enthält das Handbuch ein umfangreiches Glossar mit Fachbegriffen und ein ausführliches Literaturverzeichnis.

		Mesohabitate /Sohlenstrukturen								
		1 **Bank:** lokale Sedimentablagerung, bei Niederwasser nicht überströmt, in der Flussmitte oder entlang des Ufers.	2 **Kolk:** lokale Erosionsform in der Sohle, durch Sekundärströmungen und/oder Wirbel gebildet.	3 **Rinne:** langgezogener, tiefer und langsam durchflossener Gerinneabschnitt. Benetzte Breite klein im Verhältnis zur Abflusstiefe (< 10 - 12).	4 **Furt:** breiter, flacher und langsam durchflossener Gerinneabschnitt mit geringem Längsgefälle. Benetzte Breite grösser im Verhältnis zur Abflusstiefe (> 10 - 12).	5 **Schnelle:** steiler, rasch durchflossener Gerinneabschnitt mit hohem Längsgefälle.	6 **Hinterwasser:** benetzter, bei Niederwasser nicht durchströmter Bereich (»Sackgasse«).	7 **Flachwasser:** schwach durchströmte Zone entlang des Ufers oder entlang einer Kiesbank.	8 **Stufe:** natürlicher oder künstlicher Absturz mit anschliessendem Becken. Die Stufe beginnt im Oberwasser dort, wo der Abfluss auf den Absturz hin beschleunigt ist und endet, wo der Strahl ins Unterwasser eintaucht. Daran schliesst dann das Becken an.	9 **Becken:** grösseres Kolkloch im Anschluss an eine Stufe.
A01	Totholzinseln	●	●					●		
A02	Unterströmte Stammhölzer		●				●	●		
A03	Lebende bestockte Abweiser	●				●	●	●		
A04	Biogene maschinelle Ufersicherung (BMU)			●						
A05	Holz-Querriegel		●		●				●	●
B01	Faschinen	●		●		●	●	●		
B02	Pfahlstrukturen	●								
B03	Raubäume		●				●	●		
B04	Wurzelstock		●					●		
C01	Lenkbuhnen	●				●	●	●		
C02	Strömungstrichter		●	●	●			●	●	●
C03	Stein-Querriegel		●		●				●	●
D01	Struktursteine		●							
D02	Kies-Geröll-Schüttungen	●						●		

Bild 2: Zusammenstellung der Eignung der verschiedenen Bautypen zur Förderung der Mesohabitate.

4.2 Bautypenblätter

Für 17 Strukturierungsmassnahmen wurden sogenannte «Bautypenblätter» erstellt. Die Auflistung der Bautypen ist in *Bild 3* ersichtlich. Beschrieben werden diejenigen Bautypen resp. Strukturen, welche die Bildung von gewässertypischen Mesohabitaten fördern, effektiv sind und für welche Erfahrungswerte vorliegen.

Die Bautypenblätter enthalten praxisnahe Inhalte, welche für die Planung und die bauliche Umsetzung der jeweiligen Strukturierungsmassnahme wichtig sind. In zusammengefasster Form werden das Anwendungsgebiet und die ökologischen Ziele beschrieben. Es sind Informationen zum Bau enthalten und es wird auf weiterführende Informationen verwiesen. Die Bautypen werden mit Skizzen illustriert *(Bild 4)*. Darin ersichtlich sind sowohl Aspekte betreffend die Bauweise als auch die Wirkung der Struktur in Bezug auf die Strömung und die Gewässermorphologie. Die Bautypenblätter sind im A3-Format gestaltet, damit sie in ausgedruckter Version auch von Praktikerinnen und Praktikern vor Ort am Gewässer verwendet werden können.

4.3 Fallbeispielsammlung

Die webbasierte Fallbeispielsammlung komplettiert das Produktportfolio. Auf www.plattform-renaturierung.ch/renaturierung/hilfsmittel/strukturierungsmassnahmen werden bereits realisierte Praxisbeispiele gesammelt und auf einer Karte dargestellt. So soll der Austausch von Wissen und Erfahrung weiter gefördert werden. Mittels Filterfunktionen zu Gewässergrösse, Projektzielen oder zum Baujahr können die entsprechenden Projekte der gewünschten Strukturierungsmassnahme angezeigt werden.

Ein Beschrieb des Projekts listet die umgesetzten Massnahmen auf und liefert Anga-

Kategorie	Bautypenblatt
A. Komplexe Holzstrukturen	01. Totholzinseln
	02. Unterströmte Stammhölzer
	03. Lebende bestockte Abweiser
	04. Biogene maschinelle Ufersicherung (BMU)
	05. Holz-Querriegel Typ Wurzelsohlgurt
B. Einfache Holzstrukturen	01. Faschinen
	02. Pfahlstrukturen
	03. Raubäume
	04. Wurzelstöcke
	a. einzeln
	b. Cluster
C. Komplexe Steinstrukturen	01. Lenkbuhnen
	02 Strömungstrichter
	03. Stein-Querriegel
	a. in Kiessohle
	b. Furter-Riegel
	c. auf Felssohle
D. Einfache Steinstrukturen	01. Struktursteine
	02. Kies-Geröll-Schüttungen

Bild 3: Zusammenstellung der 17 ausgewählten Strukturierungsmassnahmen.

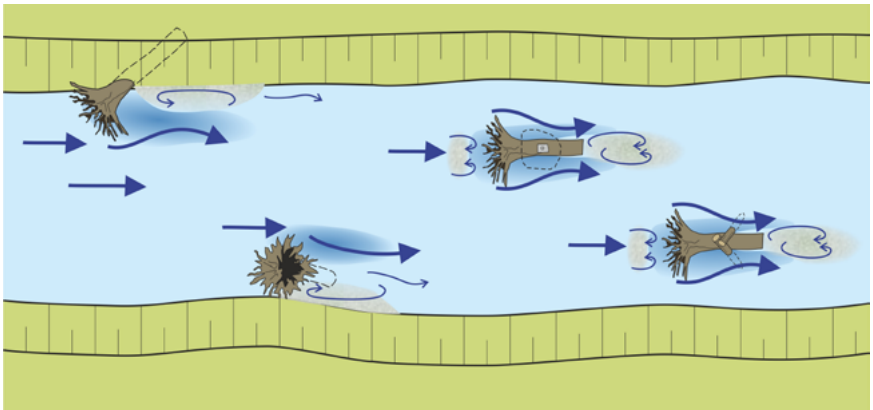

Bild 4: Skizze des Bautypenblattes «Wurzelstock einzeln»: Wurzelstöcke kommen in natürlichen Flüssen sehr häufig vor. Sie ragen oft in die Strömung hinein und sammeln dort Treibholz, Blätter und anderes Material an (Skizze: Wasser-Agenda 21, Foto: Wurzelstöcke am Gäbelbach, Kanton Bern, Emch+Berger AG Bern).

Bild 5: QR-Code zum Download der Arbeitshilfen

ben zum Projektziel, Projektunterlagen, Bildern zu verschiedenen Entwicklungszuständen, Informationen zum Bau und Erfahrungsbericht zur Wirkungsweise der Massnahmen. Die Sammlung an Fallbeispielen soll Wasserbaupflichtige und Fachpersonen inspirieren und unterstützen – zum Beispiel dabei, die richtige Massnahme entsprechend den Charakteristika des Gewässers zu finden oder diese möglichst wirkungsvoll einzubauen.

Die Beispielsammlung wird laufend erweitert. Diesbezüglich ist Wasser-Agenda 21 auf Unterstützung angewiesen. Wer gerne Erfahrungen – positive oder negative – teilen möchte, darf sich gerne bei simone.knecht@wa21.ch melden. Der Aufwand für die Fachleute bleibt minimal, da die notwendigen Angaben von Wasser-Agenda 21 und dem Kanton Basel-Stadt aufbereitet und zusammengefasst werden.

5. Ausblick und Dank

Die vorliegenden Produkte mit den Tipps und Tricks werden bereits vielseitg genutzt – sei es als Inspiration für mögliche Massnahmen oder als konkrete Anleitung für die Umsetzung. Ziel ist es, die Produkte und Bautypenblätter laufend zu optimieren und neue Erkenntnisse und Erfahrungen in die Produkte einzuarbeiten. Feedback zu den Produkten per E-Mail an renaturierung@wa21.ch ist sehr willkommen. Besten Dank für das Mitdenken und Mitgestalten!

Informationen zu Projekt und Produkten zum Download sind in Deutsch und Französisch via QR-Code in *Bild 5* zu finden.

Wir bedanken uns bei allen Projektbeteiligten und insbesondere bei den Finanzgebenden.

Artikel-Titelbild:
▹ © LANAT – Renaturierungsfonds des Kantons Bern