

## 5 > Lokale Aufweitung von Seiteneinmündungen

Marcelo Leite Ribeiro, Koen Blanckaert, Jean-Louis Boillat und Anton Schleiss

*Eine naturnahe Morphologie der Einmündungen von Seitengewässern erhöht die Vernetzung von Fließgewässern. Im vorliegenden Merkblatt wird aufgezeigt, wie sich durch eine lokale Aufweitung im Mündungsbereich eines Seitengewässers die Lebensraumvielfalt erhöhen sowie die Durchgängigkeit der Fließgewässer verbessern lässt. Diese Massnahmen sind meist kostengünstig, weil sie nur lokal durchgeführt werden.*

### Weniger Vernetzung nach Meliorationen

Die Flussmeliorationen in den Alpenregionen Europas verwandelten die grossen Fließgewässer mit ihren verzweigten Gerinnen und den alternierenden Bänken oft in kanalartige Gerinne. Den meisten korrigierten Fließgewässern, zum Beispiel dem Oberlauf der Rhone in der Schweiz, fehlt es an struktureller Vielfalt, an Kiesbänken und Inseln sowie an einem Wechsel von Abschnitten mit schnellem und ruhigem Abfluss. Bei den Flussmeliorationen sind sowohl die Hauptgewässer als auch die Einmündungen der Seitengewässer baulich gestaltet und kanalisiert worden. An der Rhone beispielsweise entstanden mehrheitlich glatte, schräg einmündende, gemauerte Kanäle, die teilweise einen künstlichen

Absatz bei der Einmündung aufweisen. Ziel dieser baulichen Gestaltung war es, einen optimalen Eintrag des Geschiebes der Seitenbäche in die Rhone zu erreichen. Solche Eingriffe im Einmündungsbereich der Seitengewässer haben die Vernetzung der Fließgewässer und ihren ökologischen Wert beträchtlich vermindert. Eine Untersuchung von 21 Einmündungen an der Rhone zeigte, dass ihre Ökomorphologie und Durchgängigkeit ungenügend sind (Abb. 1; Bourgeois 2006). Das Potenzial für Revitalisierungen ist gross: Mit lokalen Massnahmen können solche Mündungen morphologisch naturnah gestaltet und durchgängig gemacht werden.



Einmündung der Borgne in die Rhone (VS).

Foto: Marcelo Leite Ribeiro

### Kleiner Eingriff, grosse Wirkung

Einmündungen sind im natürlichen Zustand die Knotenpunkte von Fliessgewässern.

- > Aus hydraulischer Sicht: Die komplexe Dynamik von Fliessgewässern, zusammen mit einem unterschiedlichen Geschiebehalt, führt zur Bildung von Ablagerungs- und Erosionszonen, die bei Hochwasser regelmässig verändert werden.
- > Aus ökologischer Sicht: Für Fliessgewässer ist wichtig, dass die laterale und die longitudinale Vernetzung sowie der Eintrag von Geschiebe und von organischem Material gewährleistet sind. Im Einmündungsbereich von Seitengewässern entstehen auf kleinstem Raum vielfältige Ökosysteme, welche in anderen Fliessgewässerabschnitten nicht zu finden sind. Verantwortlich dafür sind Wechselwirkungen zwischen Abfluss, Geschiebebetrieb, Eintrag organischen Materials und Morphologie.
- > Aus landschaftlicher Sicht: Mündungsbereiche sind wichtige Landmarken in Flusslandschaften. Wo sie naturnah erhalten oder ausgestaltet sind, stellen sie oft beliebte Naherholungsgebiete dar.

Revitalisierungen können ihre ökologischen Ziele nicht vollständig erreichen, wenn die laterale und die longitudinale Vernetzung unterbrochen sind (MB4, Vernetzung von Fliessgewässern). Kleinräumige Massnahmen im Einmündungsbereich von Seitengewässern können somit eine grossräumige positive Auswirkung auf das Hauptgewässer oder sogar auf das ganze Einzugsgebiet haben (Abb.2, Box 1).

### Aufweitung von Seiteneinmündungen

Bei alpinen, geschiebeführenden Fliessgewässern ist wenig bekannt über die morphologischen und hydrodynamischen Prozesse an Einmündungen. Deshalb wurden im Rahmen des Projekts «Integrales Flussgebietsmanagement» Modellversuche durchgeführt. Untersucht wurden die Wechselwirkung zwischen dem Raumangebot von Einmündungen und dem Geschiebebetrieb sowie die im Mündungsbereich entstehende Morphologie. Die Entwicklung der Morphologie wurde für verschiedene Aufweitungsggrade der Einmündungen und für verschiedene Abflussverhältnisse von Seitengewässern und Hauptfluss erforscht. Dabei wurden folgende Masse von rechteckigen Aufweitungen mit einer Länge  $L_w$  in Fliessrichtung und einer seitlichen Breite  $B_w$  als Funktion der Gerinnebreite  $B_t$  des Seitengewässers untersucht (Abb. 3):

- > *Kleine Aufweitung*:  $L_w = 3 \cdot B_t$  und  $B_w = 2 \cdot B_t$
- > *Mittlere Aufweitung*:  $L_w = 3 \cdot B_t$  und  $B_w = 3 \cdot B_t$
- > *Grosse Aufweitung*:  $L_w = 4 \cdot B_t$  und  $B_w = 3 \cdot B_t$

In den Versuchen stellte sich bereits bei kleinen Aufweitungen eine vielfältige Morphologie ein (Abb. 4). Im Hauptgewässer wurde durch die Aufweitung der Einmündung die kiesbankartige Ablagerung unmittelbar nach der Einmündung nicht

### > Box 1: Ökologische Ziele, die mit lokalen Aufweitungen von Seiteneinmündungen erreicht werden können

#### Variabilität von Abflusstiefen, Abflussgeschwindigkeiten und Substrat erhöhen durch:

- > Förderung von Habitaten (z. B. für Wirbellose, Fische oder Pflanzen)
- > Schaffung von Rückzugsgebieten für den Fall von Hochwassern und bei Schwall/Sunk-Betrieb

#### Uferzonen gestalten durch:

- > Förderung der Vielfalt von Pflanzen- und Tierarten
- > Schaffung von Biodiversitätszentren

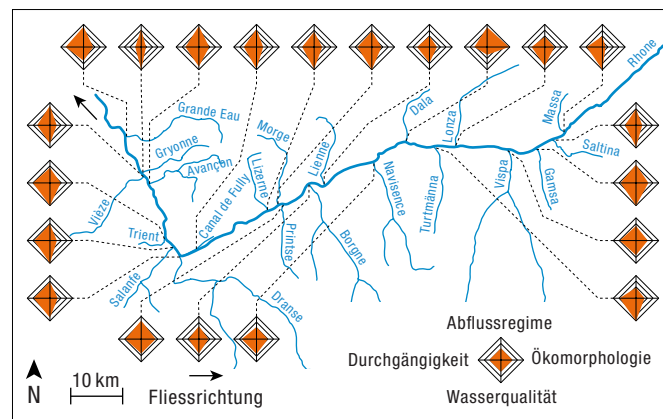


Abb. 1 Zustandserhebung der Einmündungen an der Rhone für die Kriterien Abflusshaushalt, Ökomorphologie, Wasserqualität und Durchgängigkeit (CH) gemäss Bourgeois (2006). Der orange Bereich zeigt den heutigen Zustand gegenüber dem unbeeinträchtigten Zustand (aufgestelltes Quadrat). Illustration nach Bourgeois 2006

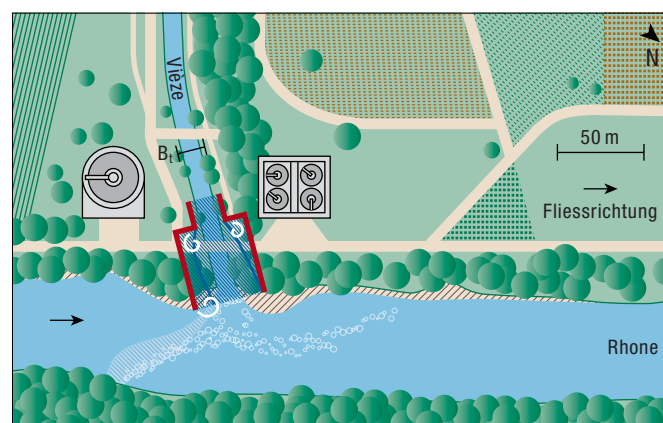


Abb. 2 Schematische Aufweitung eines Einmündungsbereichs (Vièze mit der Rhone, VS).  $B_t$ : Gerinnebreite. Illustration nach Marcelo Leite Ribeiro

vergrössert. Dies bedeutet, dass eine Aufweitung der Seitengewässereinmündungen die Hochwassergefahr im Hauptgewässer nicht erhöht. Lokale Eigenschaften der Aufweitung sind dafür verantwortlich: Die ursprünglich eingeschränkte Geschiebetransportkapazität wird durch eine leichte Auflandung und die Umlegung des Abflusskorridors des Hauptkanals rasch wieder ausgeglichen.

Durch eine Aufweitung der Einmündung kann sich ein natürlicher Einmündungswinkel einstellen. Für alpine Seitengewässer liegt dieser etwa zwischen 60 und 80 Grad. Die Modellversuche zeigten, dass bei einer kanalisiert Einmündung ein ausgeprägter Gewässersohlenversatz zwischen Hauptgerinne und Seitengewässer entsteht. Dies kann auch in der Natur beobachtet werden – selbst wenn keine Schwelle gebaut wurde – und ist ein starkes Hindernis für die Durchgängigkeit von Fliessgewässern. Bei grossen, bettbildenden Abflussmengen ( $HQ_2$  bis  $HQ_5$ ) entsteht dieser Gewässersohlenversatz trotz einer Aufweitung der Einmündung. Bei kleinen Abflussmengen hingegen bildet sich in der aufgeweiteten Einmündung ein verzweigtes Gerinne aus, sodass die Durchgängigkeit stark verbessert und nahezu optimal wird. Bei grossen, bettbildenden Abflussmengen entstehen in aufgeweiteten Einmündungen sowohl ein Hauptabflusskorridor als auch nicht überflutete Sand- und Kiesbänke sowie Stillwasserbereiche. Dabei ergeben sich verschiedene Abflusstiefen und Abflussgeschwindigkeiten (Abb. 4), was die Lebensraumvielfalt erheblich vergrössert. Zudem werden bei Hochwasser im Hauptgewässer die Sand- und Kiesbänke im Einmündungsbereich regelmässig überflutet.

Durch eine lokale Aufweitung des Zuflusses im Einmündungsgebiet lässt sich deshalb die Variabilität von Parametern, die für die Wiederherstellung von Habitaten wichtig sind, erhöhen, zum Beispiel Abflusstiefe (Abb. 4), Abflussgeschwindigkeit, Gewässersohlensubstrat (Abb. 3).

### Empfehlungen für die Praxis

Die Aufweitung von Einmündungen ist eine gute Massnahme bei Revitalisierungen, weil sie sowohl die Vielfalt an morphologischen Strukturen als auch die Durchgängigkeit und die Vernetzung der Fliessgewässer wiederherstellen kann. Zudem ist sie relativ günstig, weil sie lokal durchgeführt wird. Folgende Empfehlungen lassen sich aus den Modellversuchen ableiten:

- > Eine Aufweitung von 3-mal die Breite des Seitengewässers ( $B_w = 3 \cdot B_t$ ) und eine Länge von 4-mal die Breite des Seitengewässers ( $L_w = 4 \cdot B_t$ ) reicht aus, um die Revitalisierungsziele zu erreichen. Die Hochwassergefahr am Hauptgewässer wird dadurch nicht erhöht.
- > Bei den Laborexperimenten wurden lediglich rechteckige Aufweitungen im Mündungsbereich des Gewässers untersucht. Selbst derart einfache Bedingungen erbrachten

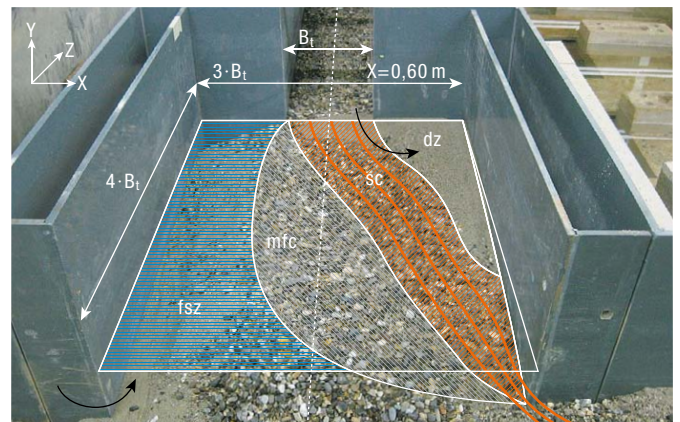


Abb. 3 Im Modellversuch beobachtete morphologische Entwicklung des aufgeweiteten Mündungsbereiches eines Seitengerinnes (Masse für Berechnung siehe S. 2;  $B_t$ : Gerinnebreite). Es entstehen Sand- und Feinkiesbänke (dz), welche regelmässig trocken fallen, Stillwasserbereiche (fsz), Abflusskorridore (mfc) und Zonen (sc), wo der Sedimenttransport stattfindet. Illustration nach Leite Ribeiro et al. 2011

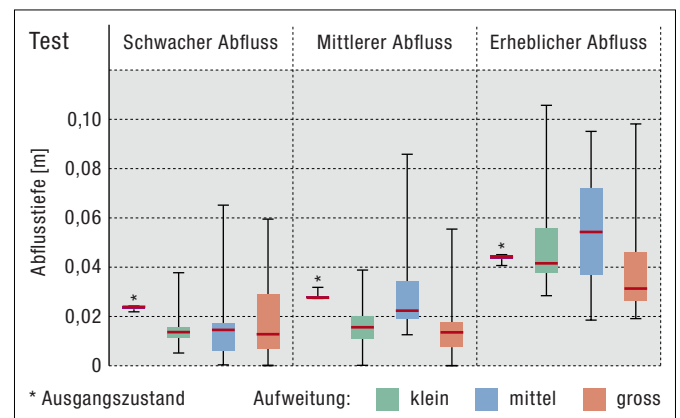


Abb. 4 Verteilung der Abflusstiefen in der Einmündung eines Seitengerinnes. Vergleich einer kanalisiert Einmündung mit drei Aufweitungen im Mündungsbereich (klein, mittel, gross) für drei Abflusszenarien (schwach, mittel, erheblich; definiert durch Abfluss des Seitengerinnes  $Q_t$  im Vergleich zum Hauptgerinne  $Q_m$ :  $Q_t/Q_m = 0,11$  (schwach),  $0,15$  (mittel) und  $0,20$  (erheblich)). Illustration nach Leite Ribeiro et al. 2011

zufriedenstellende Ergebnisse. Dennoch erweist sich eine progressive Aufweitung als funktionaler (Bidaud 2010).

- > In korrigierten Seitengewässern wurden häufig Geschiebesammler gebaut, um die Geschiebefracht zu vermindern und den Hochwasserschutz zu verbessern. In solchen Fällen sind Massnahmen zu prüfen, welche das der morphologischen Dynamik des Zuflusses entsprechende Geschieberegime wiederherstellen.

## Literatur

Benda, L., Poff, LN., Miller, D., Dunne, T., Reeves, G., Pess, G., Pollock, M., 2004: The Network Dynamics Hypothesis: How Channel Networks Structure Riverine Habitats. *BioScience* 54(4): 413–427.

Bidaud, L., 2010: Etude morphologique de confluences alpines. Application à la jonction du Rhône et de la Borgne, Travail de master, LCH-EPFL.

Bourgeois, M., 2006: Accroissement de la valeur naturelle de la vallée du Rhône par un raccordement optimal des affluents du Rhône, Travail de master, LCH-EPFL.

Leite Ribeiro, M., Blanckaert, K., Boillat, J.-L., Schleiss, A., 2011: Elargissement local de l'affluent dans une zone de confluence – Comportement morphologique et potentiel écologique. *Wasser Energie Luft*: 3/2011, 235–242.

## Impressum

### Konzept

In diesem Projekt arbeiteten Wasserbauerinnen und -bauer, Ökologinnen und Ökologen sowie Vertreterinnen und Vertreter von Behörden von Bund und Kantonen gemeinsam an Lösungen für die Behebung der vorhandenen Defizite in und an Fließgewässern. Im Rahmen des Projekts erforschten sie dynamische, vernetzte Lebensräume und entwickelten innovative Konzepte in der Umsetzung flussbaulicher Massnahmen. Ausführliche Informationen finden sich unter [www.rivermanagement.ch](http://www.rivermanagement.ch)

### Projekt

Das Projekt wurde vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) finanziell unterstützt und von vier Projektleitern an folgenden Institutionen durchgeführt:

Armin Peter, Eawag, Fischökologie und Evolution, Seestrasse 79, 6047 Kastanienbaum, [www.eawag.ch](http://www.eawag.ch)

Christoph Scheidegger, Eidg. Forschungsanstalt WSL, Biodiversität und Naturschutzbiologie, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, [www.wsl.ch](http://www.wsl.ch)  
Anton Schleiss, EPF-Lausanne, Laboratoire de Constructions Hydrauliques LCH-EPFL, Station 18, 1015 Lausanne, [www.lch.epfl.ch](http://www.lch.epfl.ch)

Roland Fäh, ETH Zürich, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie VAW-ETHZ, Gloriastrasse 37/39, 8092 Zürich, [www.vaw.ethz.ch](http://www.vaw.ethz.ch)

### Koordination

Sonia Angelone, Manuela Di Giulio

### Fachliche Begleitung

BAFU: Paul Dändliker, Manuel Epprecht, Werner Göggel, Susanne Haertel-Borer, Daniel Hefti, Jean-Pierre Jordan, Stephan Lussi, Olivier Overney, Markus Thommen  
Kantone: Lorenz Jaun (UR), Vinzenz Maurer (BE), Sandro Peduzzi (TI), Markus Zumsteg (AG)

Projekt: Sonia Angelone, Tobias Buser, Manuela Di Giulio, Roland Fäh, Armin Peter, Christopher Robinson, Christoph Scheidegger, Anton Schleiss

### Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

### Redaktion

Manuela Di Giulio, Sonia Angelone

### Übersetzung und sprachliche Bearbeitung

Jacqueline Dougoud

### Zitierung

Leite Ribeiro, M., Blanckaert, K., Boillat, J.-L., Schleiss, A., 2012: Lokale Aufweitung von Seiteneinmündungen. In: Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. BAFU, Bern. Merkblatt 5.

### Gestaltung und Illustrationen

[anamorph.ch](http://anamorph.ch): Marcel Schneeberger (AD), Patrik Ferrarelli

### PDF-Download

[www.bafu.admin.ch/uw-1211-d](http://www.bafu.admin.ch/uw-1211-d)

Diese Publikation ist auch in französischer und italienischer Sprache verfügbar. Die Originalsprache ist Deutsch.

© BAFU 2012



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU