

# EINFLUSS VON GEWÄSSER-RENATURIERUNGEN AUF DIE ANGELFISCHEREI

## EMPIRISCHE STUDIE IN VIER SCHWEIZER KANTONEN

Renaturierungsprojekte beeinträchtigter Bäche und Flüsse sind ein Schwerpunkt der Schweizer Gewässerpolitik. Seit 2020 wird schweizweit mit einer standardisierten Wirkungskontrolle untersucht, ob und wie die revitalisierten Gewässerabschnitte ihre kurz- und langfristigen Ziele erreichen. Die vorliegende Studie verwendet eine ergänzende Messgrösse, um die Strahlwirkung der Massnahmen zu messen: die Fischfangrate. Die Ergebnisse der empirischen Analyse sind deutlich: Die Fangraten in renaturierten Fischereistrecken sowie flussaufwärts/-abwärts davon sind höher als in Fischereistrecken, die nicht von Renaturierungen betroffen sind.

*Michele Baggio, Universität Connecticut*

### RÉSUMÉ

#### L'INFLUENCE DES RENATURATIONS DES COURS D'EAU SUR LA PÊCHE À LA LIGNE: UNE ÉTUDE EMPIRIQUE

Les projets de renaturation de ruisseaux et de rivières constituent un élément essentiel de la politique de gestion des eaux de la Suisse. En ce qui concerne les revitalisations de cours d'eau, ces questions sont étudiées au moyen de contrôles d'efficacité standardisés dans toute la Suisse depuis 2020. Il en va de même pour les mesures prises en vue de l'assainissement de la force hydraulique. La présente étude utilise une grandeur supplémentaire afin d'évaluer la portée des mesures des projets de revitalisation: le taux de capture dans quatre cantons suisses, c'est-à-dire le nombre moyen de captures par pêcheur lors d'une sortie de pêche. Il a ainsi été possible de mesurer un service écosystémique comportant un enjeu social. Les résultats de l'analyse empirique montrent que le taux de capture dans les parcours de pêche renaturés ainsi que dans les zones en amont et en aval de ceux-ci est plus élevé que dans les zones qui ne sont pas concernées directement par une renaturation. Cette amélioration significative à long terme est probablement due aux meilleures conditions écologiques et à la possibilité pour les poissons de mieux se déplacer. Dans cette étude, les mesures de renaturation qui mettent l'accent sur le rétablissement de la continuité et l'assainissement du régime de charriage se sont révélées particulièrement efficaces.

### EINLEITUNG

Flüsse und Bäche stellen für uns Menschen wichtige Ökosystemleistungen bereit, z. B. für die Wasserversorgung Haushalt oder Industrie, für die landwirtschaftliche Bewässerung und zur Stromerzeugung. Sie spielen auch eine zentrale Rolle für den Erhalt der biologischen Vielfalt und für Freizeitaktivitäten wie das Angeln. Die Eingriffe des Menschen in die Gewässer haben zu einer Beeinträchtigung der Ökosystemfunktionen geführt und zu einer Verringerung der Ökosystemleistungen für den Menschen. So kann beispielsweise die Gesundheit von Fischen durch die Verschlechterung des Fliessgewässerzustands und die Verringerung der Lebensraumqualität beeinträchtigt werden [1].

#### ERHEBLICHE ANSTRENGUNGEN, ...

In den letzten Jahren wurden erhebliche Anstrengungen unternommen, Fliessgewässer wieder in einen naturnahen Zustand zu versetzen. Ziel ist, ihr ökologisches Potenzial zu verbessern und ihren Erholungswert für die Gesellschaft zu erhöhen [2]. Renaturierungen sind in den USA [3], in vielen europäischen Ländern [4], Australien [5], Japan [6], China [7] und weiteren Ländern ein beliebtes Instrument. Auch die Schweiz ist im Be-

## RENATURIERUNG

Die Renaturierung von Fließgewässern, d. h. Revitalisierung sowie die Sanierung der Wasserkraft, ist eine weit verbreitete Massnahme zur Wiederherstellung des natürlichen Zustandes und der Funktionsfähigkeit von Fließgewässerökosystemen, die durch menschliche Aktivitäten beeinträchtigt wurden. Dazu gehören Massnahmen zur Wiederherstellung des natürlichen Abflusses, der Fischgängigkeit und des Geschiebehaushaltes, zur Verbesserung der Lebensraumvielfalt und der natürlichen Dynamiken von Fließgewässern und zur Wiederanbindung von Flüssen an ihre Überschwemmungsgebiete.

Um die Wirkung der Massnahmen in Bezug auf die kurz- und langfristigen Ziele der Renaturierungsprojekte zu überprüfen, werden sowohl für die Revitalisierung der Fließgewässer als auch für die Sanierung der Wasserkraft schweizweit einheitliche Methoden definiert und angewendet: Geschiebehaushalt [11], Schwall-Sunk [12], Fischgängigkeit [13] und Revitalisierung [9].

reich der Renaturierung der Gewässer aktiv. In den letzten vierzig Jahren wurden mehr als 1600 Revitalisierungsmassnahmen mit einer Gesamtlänge von 270 km umgesetzt [8]. Zwischen 2011 und 2090 sollen gemäss Plänen des Bundes weitere 4000 km Fließgewässer revitalisiert werden. Insgesamt wurden fünf Milliarden Franken dafür veranschlagt [9]. Bis 2030 muss die Fischgängigkeit von 970 Hindernissen an Wasserkraftanlagen und der Geschiebehaushalt an 500 Anlagen saniert werden. Bei 102 Wasserkraftanlagen sind die negativen Auswirkungen von Schwall und Sunk zu reduzieren [10].

## ... , ABER WENIG EMPIRISCHE BELEGE

Trotz der vielen durchgeführten Projekte weltweit gibt es nicht ausreichend empirische Belege dafür, ob und wie Renaturierungen die Ökosystemleistungen verbessern können [14, 15]. Dies liegt zum Teil daran, dass die Auswirkungen von Renaturierungen nicht einfach zu quantifizieren sind, und in einigen Fällen der Umfang und die Verfügbarkeit von Daten aus einem begrenzten Zeitraum nicht ausreichen, um konsistente Auswirkungen nachzuweisen. Daher ist es schwie-

rig, überzeugende quantitative Beweise für die Auswirkungen von Renaturierungsmassnahmen auf Ökosystemleistungen zu finden [16]. Renaturierungen müssen anhand ihrer Ziele und mit Hilfe verschiedener Indikatoren standardisiert evaluiert werden [9]. Dies erfordert grosse Datenmengen von vielen Renaturierungen über einen längeren Zeitraum. Ansonsten kann es schwierig sein, die Verbesserungen der Indikatoren mit ökologischen und womöglich ökonomischen Vorteilen zu verknüpfen [17].

## FISCHE ALS INDIKATOREN

Eine Möglichkeit, diese Fragen zu beantworten, ist die empirische Untersuchung der Auswirkungen auf objektiv messbare Ökosystemleistungen. Dies können z. B. Fischarten sein, die für die Berufs- oder Freizeitfischerei von Interesse sind [18]. Fischpopulationen gelten als Indikatoren für den Umweltzustand aquatischer Ökosysteme und werden mit einer Vielzahl von Ökosystemleistungen in Verbindung gebracht, die für den Menschen von Wert sind [19]. Einige Studien zeigen, dass sich der Nutzen von Revitalisierungsprojekten in Veränderungen der Fischpopulationen niederschlägt, z. B. in einer schnelleren Wiederbesiedlung verlassener Fließgewässer [20] oder in einer Zunahme der Fischbiomasse [z. B. 21, 22] und der Artenvielfalt [23]. Es gibt jedoch wenig empirische Belege dafür, dass diese Massnahmen die Verfügbarkeit von

Ökosystemleistungen [4, 24, 25] oder die Fischfangmengen der Angelfischerei erhöhen können.

## ANGELFISCHEREI ALS ÖKOSYSTEMDIENSTLEISTUNG

In diesem Artikel stellen wir eine umfassende empirische Untersuchung zu den Auswirkungen von Fließgewässerrenaturierungen auf eine bestimmte Ökosystemdienstleistung vor: die Angelfischerei. Dazu quantifizieren wir die Auswirkungen von Renaturierungsprojekten auf die Fangmenge pro Angelausflug. Renaturierungsmassnahmen wirken sich sowohl kurz- als auch langfristig auf viele verschiedene Aspekte eines Ökosystems aus, z. B. auf die Lebensgemeinschaften, den Fischbestand und damit möglicherweise auch auf die Fangraten. Kurzfristig können sie die Fischwanderung im Gewässersystem wieder ermöglichen, die Fischbestände lokal neu verteilen, was sich möglicherweise auch auf die Fangrate der Angelfischerei auswirkt. Langfristig können Renaturierungsmassnahmen die Wasserqualität verbessern, indem sie die Filtrationsleistung erhöhen [26]. Ausserdem können sie langsam und schnell fließende Strecken schaffen, die eine Vielzahl von Lebensräumen mit Kiesbänken oder Uferzonen bieten, in denen sich Fische verstecken oder laichen können [27, 28]. Dies fördert eine vielfältige Fischgemeinschaft und kann die Überlebensrate der Fische erhöhen, was

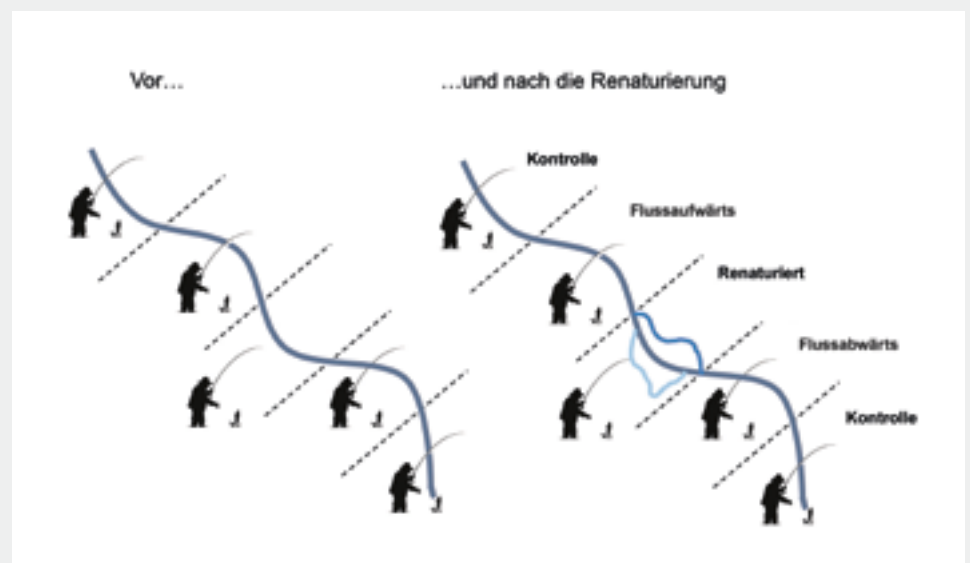


Fig. 1 Graphische Darstellung der in der Studie analysierten Fischereistrecken. Die untersuchten Fischereistrecken sind diejenigen, in denen die Renaturierungsmassnahmen stattgefunden haben, sowie den angrenzenden flussabwärts und -aufwärts liegenden Fischereistrecken. Die Kontrollabschnitte wurden als Fischereistrecken definiert, die nicht renaturiert wurden und nicht an einer renaturierten Fischereistrecke liegen.

wiederum zu höheren Fischbeständen und damit zu höheren Fangraten führen kann.

### FANGDATEN AUS VIER KANTONEN ÜBER 20 JAHREN

Um die kurz- und langfristigen Auswirkungen von Renaturierungsprojekten auf die Fangmengen der Angelfischerei zu untersuchen, haben wir einen Datensatz zusammengetragen, der detaillierte Informationen zur Angelfischerei und Fließgewässerrenaturierungen kombiniert. Vier Schweizer Kantone stellten detaillierte Daten zu Renaturierungsprojekten und zu Fangraten, d.h. die durchschnittliche Fangzahl pro Angler bei einem Angelausflug, zur Verfügung. Diese Daten sind besonders, weil sie aufwandskorrigierte Fangdaten von einer grossen Anzahl von Angelausflügen, die von vielen Anglern an verschiedenen Orten über einen Zeitraum von bis zu 20 Jahren unternommen wurden, umfassen. Und da im gleichen Zeitraum zahlreiche Renaturierungsprojekte realisiert wur-

den, haben wir die Möglichkeit, reale Mensch-Umwelt-Interaktionen direkt zu beobachten und so Auswirkungen der Renaturierungen auf die Fischpopulationen indirekt durch die Fangmengen zu quantifizieren.

### METHODEN

Um die Auswirkungen der Renaturierung von Fließgewässern auf die Angelfischerei quantifizieren zu können, muss zunächst verstanden werden, wie sich die Renaturierungen auf die Verfügbarkeit von Fischbeständen und das Verhalten der Angler auswirkt. Vor allem am Ort von Renaturierungen sind mindestens zwei Effekte möglich: Erstens eine ästhetische Verbesserung des Gebietes, die mehr Angler und Anglerinnen anzieht und die Fangrate beeinflussen könnte. Zweitens könnte die Verbesserung des Lebensraums für Wasserlebewesen die Grösse der Fischpopulation und damit die Fangmenge erhöhen. Dies kann sowohl in

den revitalisierten Gebieten als auch in den an sie angrenzenden Gebieten geschehen, im letzteren Fall spricht man von sogenannten *Spillover*-Effekten. Es ist unwahrscheinlich, dass eine Revitalisierung zu einer ästhetischen Verbesserung in den angrenzenden Gebieten führt und deshalb mehr Angler und Anglerinnen anzieht. Aufgrund der verbesserten Mobilität und des verbesserten Laichhabitats besteht jedoch die Möglichkeit eines positiven *Spillover*-Effektes auf die angrenzenden Strecken, der zu einer Erhöhung des Fischbestandes und letztlich der Fangraten führen könnte.

Auf der Grundlage der verfügbaren Daten aus vier Kantonen über einen Zeitraum von etwa zwanzig Jahren können wir die Fangraten vor und nach einer Renaturierung quantitativ vergleichen, und zwar zwischen renaturierten Fischereistrecken und solchen, die nicht davon betroffen sind. In dieser Studie sind renaturierte Fischereistrecken sowie diejenigen, die sich unmittelbar flussauf- und abwärts

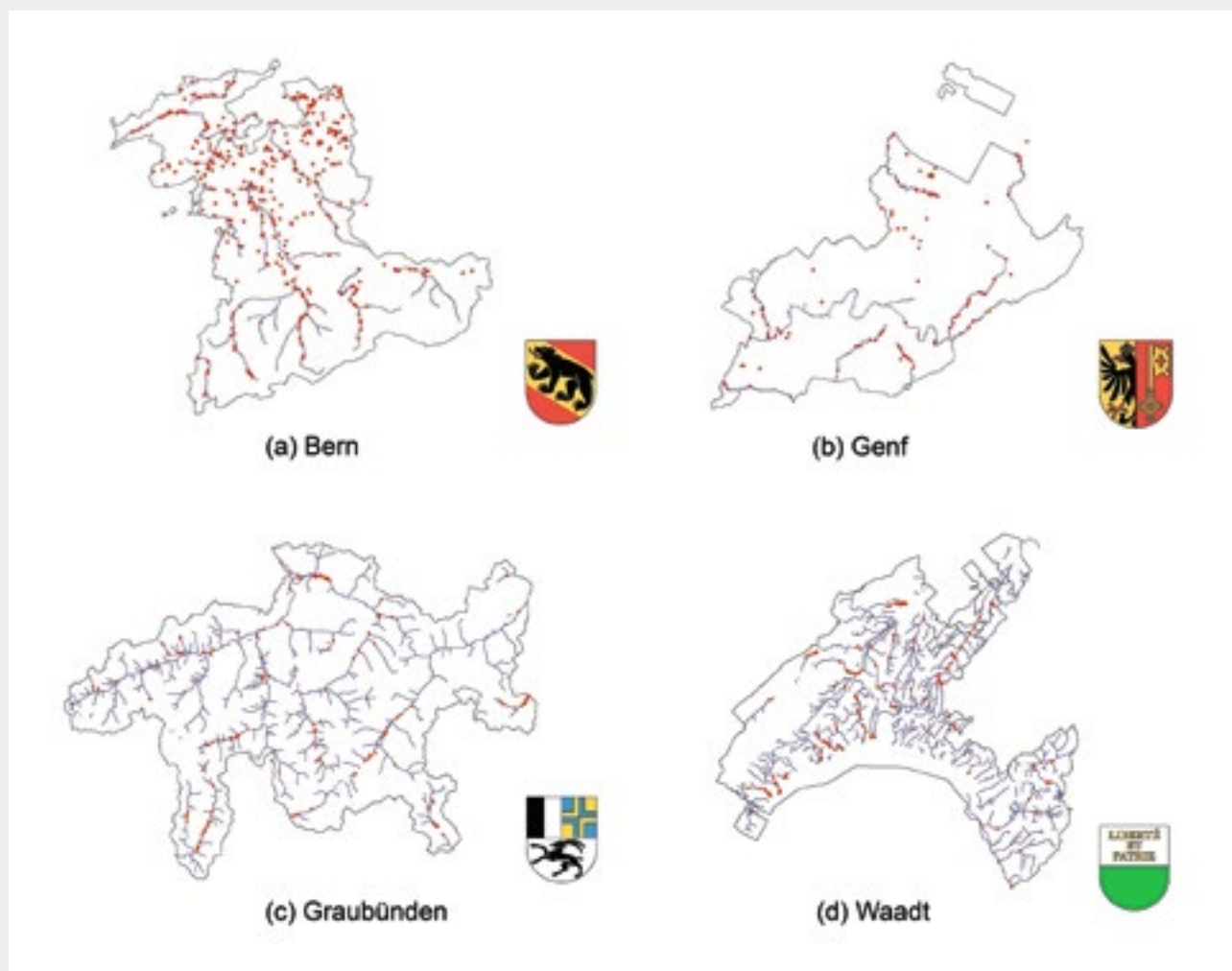


Fig. 2 Räumliche Verteilung der Renaturierungsprojekten und Fischereistrecken in den vier Kantonen. Die Punkte markieren die Standorte der Renaturierungen. Die Karten wurden auf Basis der durch die Kantone zur Verfügung gestellten Geodaten erstellt.



davon befinden, als untersuchte Fischereistrecken definiert. Die verbleibenden Abschnitte werden als Kontrollabschnitte definiert (Fig. 1; weitere Details zur Methodik [29]). Anschliessend vergleichen wir die Fangraten zwischen untersuchten Strecken und Kontrollabschnitten.

### RENATURIERUNGSPROJEKTE UND ANGRENZENDE GEWÄSSERSTRECKEN

Auf der Grundlage der vom Bundesamt für Landestopografie (*swisstopo*) zur Verfügung gestellten Daten über die Seen und das Fliessgewässernetz wurde ein Gewässernetz für jeden Kanton erstellt. Im jeweiligen Gewässernetz wurden die Renaturierungsprojekte verortet und darauf aufbauend die Nebenflüsse sowie die ober- und unterhalb gelegenen Gewässerstrecken bestimmt und die Verbindung zu anderen Flüssen hergestellt. Auf diese Weise können wir die Renaturierung zeitlich und räumlich katalogisieren und ihre Auswirkungen auf die Angelfischerei in den Regionen genauer untersuchen. Die Renaturierungsprojekte variieren in Art und Grösse und sind relativ gleichmässig über die Regionen verteilt, ohne sichtbare Häufungen in bestimmten Gebieten (Fig. 2).

Wir berücksichtigen nur diejenigen Renaturierungsprojekte, die in dem Zeitraum stattgefunden haben, für den auch Daten zur Angelfischerei vorliegen, und weniger als 100 Meter von der Fischereistrecke entfernt sind.

#### Kanton Bern

Für den Kanton Bern verbleiben nach dem Abgleich der Renaturierungsprojekte mit den Fischstrecken, für die Daten zur Angelfischerei vorliegen, 375 Projekte. Die Länge der Renaturierungsprojekte liegt zwischen weniger als einem Meter und 9,2 Kilometern mit einem Median von 200 m (Fig. 2a).

#### Kanton Genf

Für den Kanton Genf verbleiben 70 nutzbare Renaturierungsprojekte (Fig. 2b), deren Längen zwischen weniger als 2,3 m und 900 m mit einem Median von 160 m variieren.

#### Kanton Graubünden

Im Kanton Graubünden sind 108 renaturierte Strecken zu verzeichnen (Fig. 2c). Deren Längen variieren zwischen weniger als einem Meter und 4,2 km mit einem Median von 120 m.

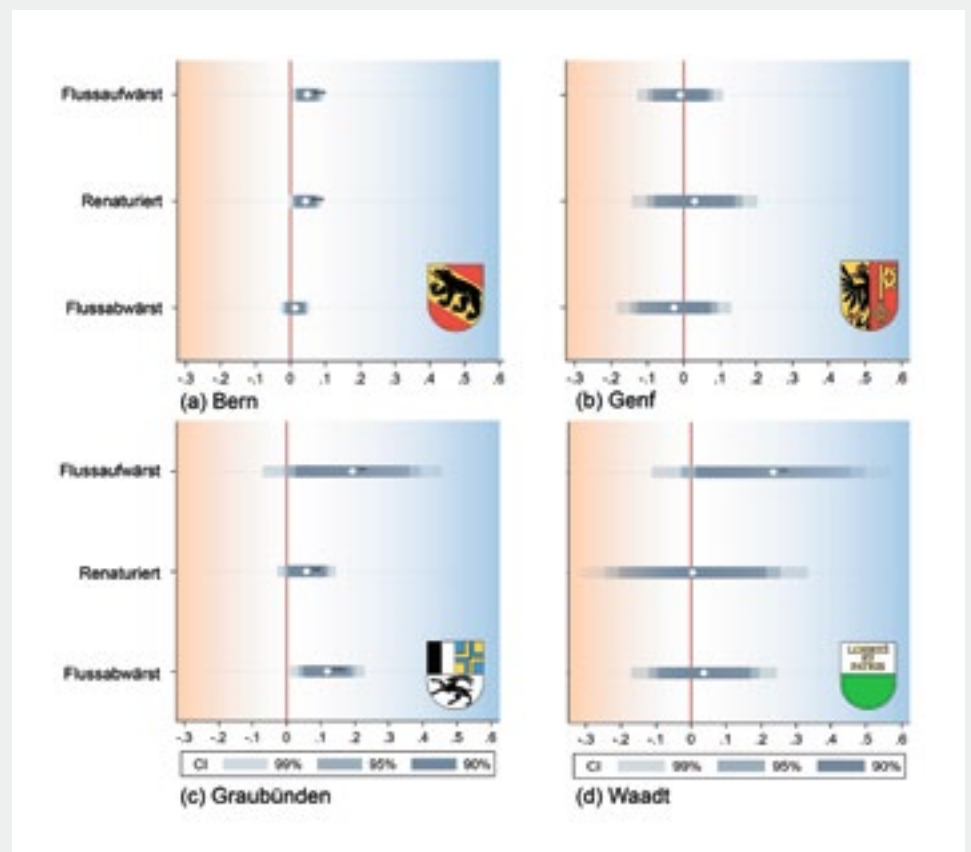


Fig. 3 Geschätzte Auswirkung von Renaturierungen auf die Fangraten. Die Punktschätzungen und das Vertrauensintervall (CI) geben die Veränderung der Fangraten an, die in den untersuchten Fischereistrecken im Vergleich zu den Kontrollstrecken beobachtet wurden. Die Analyse für die Kantone Bern und Graubünden berücksichtigt zusätzlich noch die Parameter Fischbesatz und Wetterbedingungen.

\*\*\*, \*\* und \* zeigen an, dass die statistischen Schätzungen mit 1%, 5% bzw. 10% signifikant sind.

#### Kanton Waadt

Für den Kanton Waadt liegen uns keine Angaben zur Länge der 125 verwendeten Renaturierungsprojekte vor (Fig. 3d).

### AUFWANDSKORRIGIERTE FANGDATEN AUS KANTONALEN FISCHEREI STATISTIKEN

Für jeden Fischereiabschnitt in den vier Kantonen liegen Daten zu einzelnen Angelausflügen vor. Die Daten beinhalten Datum, Ort und Anzahl gefangener Fische pro Art. Insgesamt ergeben sich für den Kanton Bern Daten zu mehr als 1,7 Mio., für den Kanton Graubünden zu etwa 1,4 Mio., für den Kanton Genf zu 165 000 und für den Kanton Waadt zu mehr als 280 000 Angelausflügen. Für die Zwecke dieser Studie haben wir die Fangausflüge in Seen aus den Daten ausgeschlossen.

Die Tabelle 1 zeigt die durchschnittlichen Fangraten für alle Fischereistrecken sowie für die renaturierten und die daran angrenzenden Fischereistrecken. Bei der Berechnung der Fangraten werden ausschliesslich die positiven Fänge berücksichtigt.<sup>1</sup>

Insgesamt weist der Kanton Waadt mit etwas mehr als fünf gefangenen Fischen pro Ausflug die höchste Fangrate auf. Der Kanton Bern weist mit 3,93 gefangenen Fischen pro Ausflug die zweithöchste Fangrate auf. Im Kanton Graubünden ist die Fangrate (2,79) etwas höher als im Kanton Genf (1,49). Die Fangraten in den renaturierten oder angrenzenden Fischereistrecken sind im Durchschnitt tiefer als in den Kontrollstrecken. Dies ist nicht verwunderlich, da sich die Funktionsfähigkeit ihrer Ökosysteme im Laufe der Zeit verschlechtert hat und sie deshalb renaturiert werden mussten. Es ist wichtig zu betonen, dass dies nicht bedeutet, dass Renaturierungen die Fangrate reduzieren, sondern dass sie in den zu sanierenden Fischereistrecken niedriger waren als in anderen Abschnitten.

Die Mehrheit der Fänge bestehen aus Bachforellen. Sie machen in Bern 27%, in Genf 60%, in Graubünden 74% und in der Waadt 84% des Gesamtfanges aus. Die

<sup>1</sup> Die Kantone Genf und Graubünden erheben auch Daten von Angelausflügen ohne Fangerfolg.

	Bern	Genf	Graubünden	Waadt
Zeitraum	1989–2015	2004–2015	1995–2012	1994–2015
Anzahl Renaturierungen	375	70	108	125
Anzahl Beobachtungen	659 520	158 809	1 144 105	228 828
Fangrate (Fische pro Ausflug)	3,93	1,49	2,79	5,17
Anzahl Ausflüge (pro Jahr)	990	631	360	53
<b>Durchschnittliche Fangrate</b>				
Renaturierte Strecken	2,72	0,86	2,38	4,88
Flussaufwärts einer Renaturierung	3,34	0,87	2,34	4,98
Flussabwärts einer Renaturierung	2,93	0,86	2,36	4,62
<b>Abschnitts-Eigenschaften (Durchschnitt)</b>				
Tägliche Niederschlagsmenge (mm)	3,19	2,05	3,24	3,50
Tägliche Lufttemperatur (°C)	11,20	13,38	10,12	12,86
Länge Fischerei-Abschnitt (m)	16 712	4 591	7 221	6 390

Tab. 1 Zusammenfassende Statistik.

(Anmerkung: Bei der Berechnung der Fangraten wurden nur erfolgreiche Fangausflüge berücksichtigt. Die Daten aus den Kantonen Genf und Graubünden enthalten auch Angelausflüge ohne Fangenerfolg. Für die vorliegende Statistik wurden diese Daten jedoch ausgeschlossen.)

Witterungsverhältnisse sind in den vier Kantonen recht homogen, auch wenn der Kanton Genf im Durchschnitt weniger Niederschläge und höhere Durchschnittstemperaturen aufweist als die anderen drei Kantone. Die Fischereistrecken sind im Kanton Bern deutlich länger als in den anderen Kantonen, während sie im Kanton Genf am kürzesten sind.

## ERGEBNISSE

### RENATURIERUNGSPROJEKTE ERHÖHEN DIE FANGRATEN

Die Analysen zeigen, dass Renaturierungen einen positiven und statistisch signifikanten Effekt auf die Fangrate haben (Fig. 3). Insbesondere entwickeln sich die Fangraten in den untersuchten Abschnitten im Vergleich zu denen in den Kontrollabschnitten mit der Zeit positiv. Vor allem im Kanton Graubünden, aber auch generell ist der Trend zu beobachten, dass sich die Fangraten in den Fischereistrecken flussauf und -abwärts der renaturierten Fischereistrecken im Laufe der Zeit verbessert haben. Dies deutet darauf hin, dass der grösste Nutzen aus einer verbesserten Mobilität der Fische zwischen den Fischereistrecken resultiert. Diese Zunahmen sind für die meisten Kantone signifikant. Im Kanton Bern finden sich schwache Hinweise auf eine signifikante Zunahme der Fangrate um 1,5% in den flussaufwärts gelegenen Fischereistrecken und einen ähnlichen Ef-

fekt in renaturierten Strecken mit einer Zunahme von 1,6%. Für die Kantone Bern und Genf kann flussabwärts von Renaturierungen keine erkennbare Veränderung festgestellt werden. Dies ist wahrscheinlich auf die im Vergleich zu den anderen Kantonen viel kürzere Erhebungsperiode der verfügbaren Daten zurückzuführen. Im Kanton Graubünden ist der signifikant positive Effekt deutlich ausgeprägt mit einer Fangzunahme um 15,8% in Abschnitten unmittelbar flussaufwärts einer Renaturierung. Der signifikante Effekt in den renaturierten Strecken ist mit einer Zunahme von 4,6% geringer, während der signifikante Effekt in den Strecken flussabwärts einer Renaturierung mit 9,6% ebenfalls gross ist. Für den Kanton Waadt finden wir einen signifikanten positiven Effekt in den flussaufwärts gelegenen Strecken mit einer Fangzunahme um 4,7% im Vergleich zu den Kontrollstrecken. In sanierten und flussabwärts von einer Sanierung gelegenen Strecken konnten keine erkennbaren Veränderungen festgestellt werden.

### POSITIVE WIRKUNGEN ENTWICKELN SICH IM LAUFE DER ZEIT

Grundlegende fischbiologische Überlegungen suggerieren, dass sich die Auswirkungen von Renaturierungen auf die Fangrate erst im Laufe der Zeit entwickeln. Diese Möglichkeit wurde durch die Entwicklung eines dynamischen Modells untersucht, das die Unterscheidung

zwischen kurz- und langfristigen Auswirkungen ermöglicht. Die Ergebnisse zeigen eine unmittelbare positive Wirkung, die wahrscheinlich auf die erhöhte Mobilität der Fische zwischen den Gewässerstrecken zurückzuführen ist. Ab dem dritten Jahr nach einer Renaturierung sind in den untersuchten Strecken höhere Fangraten zu verzeichnen (Fig. 4), was darauf hindeutet, dass sich die Habitatverbesserungen positiv auf die Rekrutierung<sup>2</sup> und das Überleben der Fische auswirken können. Die grössten und signifikantesten Effekte sind wiederum in Graubünden zu beobachten. Nach einer anfänglichen Zunahme von 13% steigt der Effekt über einen längeren Zeitraum auf 19% an. Im Kanton Bern finden sich positive Effekte auf die Fangrate zwischen 1 und 2%. Im Kanton Genf sind keine Effekte nachweisbar. Im Kanton Waadt ist der Effekt leicht signifikant und liegt zwischen 5 und 9%.

Insgesamt bestätigen diese Zahlen die Erkenntnisse aus der Literatur, dass es Zeit braucht, bis sich die ökologischen Funktionen nach einer Gewässerrenaturierung erholen und zu einer Zunahme der Fischbestände beitragen können.

### AUSWIRKUNGEN SPEZIFISCHER RENATURIERUNGSMASSNAHMEN IM KT. GR

Verschiedene Arten von Renaturierungen können unterschiedliche Effekte auf die Fangraten haben. In der Literatur gibt es keine eindeutigen Hinweise darauf, welche Renaturierungsmassnahmen für die Verbesserung von Ökosystemleistungen am wirksamsten sind. Obwohl die verfügbaren Daten keine detaillierte Bewertung der einzelnen Komponenten der Renaturierungsmassnahmen erlauben, wie z. B. Fischtreppe, ist es möglich, die Auswirkungen einiger breiterer gefassten Kategorien von Renaturierungsmassnahmen zu analysieren.

Anhand von Daten aus dem Kanton Graubünden haben wir die Renaturierungsprojekte in vier Hauptklassen eingeteilt und die Auswirkungen der verschiedenen Renaturierungsklassen auf die Fangraten abgeschätzt. Die Ergebnisse zeigen, dass Renaturierungen, die zur «Wiederherstellung der Längsvernetzung» oder zur «Verbesserung des Geschiebehaltungs» führen, eine signifikante Wirkung haben. Die «Wiederherstellung der Längsvernet-

<sup>2</sup> Zunahme der Individuenzahl einer Population, entweder durch Immigration oder Reproduktion.

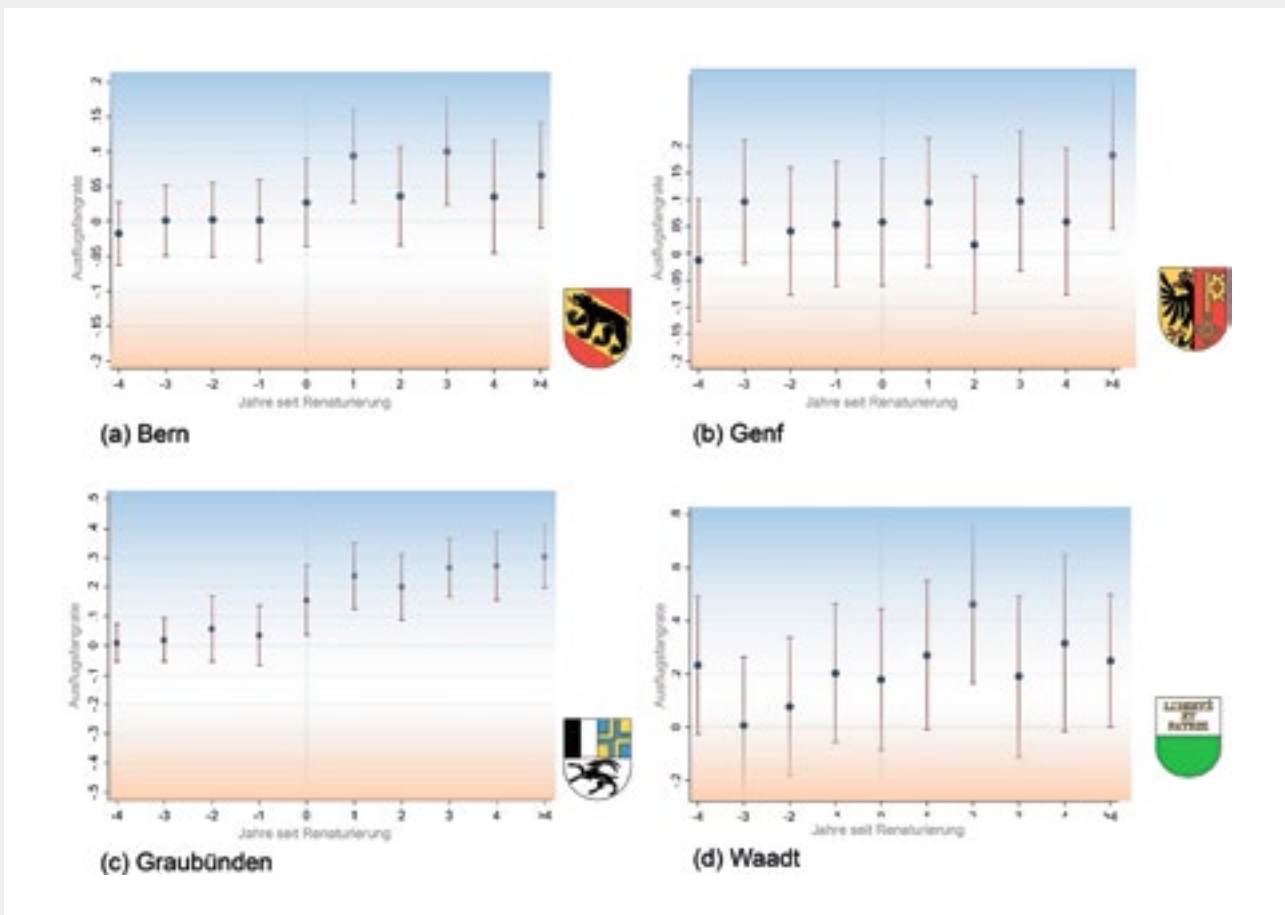


Fig. 4 Geschätzte Auswirkung der Renaturierungen auf die individuellen Fangraten im Laufe der Zeit. Dies zeigt die Auswirkung von Renaturierungen auf die Ausflugsfangraten in den Jahren vor und nach einer Renaturierung für flussaufwärts und -abwärts gelegene untersuchte Fischereistrecken. Die vertikalen Linien geben das 95% Vertrauensintervall an.

zung» hat mit einer Erhöhung der Fangrate um 8,3% die stärkste Wirkung. Eine «Verbesserung des Geschiebehaushaltes» erhöht die Fangrate um knapp 5%. Aufgrund der geringen Anzahl der beiden anderen Renaturierungsklassen in der Studie («Restwassersanierungen» und «Verbesserung der Morphologie und der Quervernetzung») konnten keine statistisch signifikanten Effekte auf die Fangrate gefunden werden.

#### KEINE AUSWIRKUNG VON RENATURIERUNGEN AUF ANGELAUSFLÜGE

Es wurde auch untersucht, ob sich die Renaturierungen auf die Gesamtzahl der Fahrten zu den untersuchten Fischereistrecken auswirken. Die in *Figur 5* dargestellten Ergebnisse zeigen, dass die Renaturierungen zu keiner signifikanten Veränderung der Gesamtzahl der Fahrten zu den revitalisierten Stellen geführt haben. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Erhöhung der Fangraten oder die Veränderung des ästhetischen Erscheinungsbildes der Gewässertrecken nicht wesentlich genug waren, um eine nach-

weisbare Veränderung der Gesamtzahl der Angelausflüge zu bewirken.

Dies bedeutet zudem nicht zwangsläufig, dass die Anglerinnen und Angler wegen der höheren Fänge auf den Besuch anderer Fanggebiete verzichten, sondern dass die Veränderung der Fangrate durch die Renaturierungen möglicherweise nicht gross genug ist, um die Gesamtzahl der Fahrten zu den Fangplätzen zu erhöhen.

#### SCHLUSSFOLGERUNGEN

In einer Welt knapper Ressourcen ist es wichtig, Investitionen in die Wiederherstellung von Ökosystemen und deren Ökosystemleistungen beurteilen zu können. Diese Analyse liefert solide Beweise dafür, dass Renaturierungen positive Auswirkungen auf wichtige Ökosystemleistungen wie die Angelfischerei haben können. Es konnte festgestellt werden, dass es signifikante Verbesserungen in den Fangraten gibt, die sich im Laufe der Zeit weiter positiv entwickeln. In dieser Studie sind die Effekte besonders ausgeprägt bei Renaturierungsprojekten,

die sich auf die Verbesserung der Längsvernetzung und des Geschiebehaushalts konzentrieren. Während die Angelfischerei eine wichtige Ökosystemleistung darstellt, haben Wiederherstellungsprojekte verschiedene Ziele, die derzeit mit standardisierten Methoden zur Wirkungskontrolle bewertet werden [9, 11, 12, 13]. Entscheidungsträger in Projekten müssen verschiedene Ziele berücksichtigen und überlegen, welche Art der Wiederherstellung am effektivsten wäre, um diese Ziele zu erreichen. Detaillierte Fischereistatistiken, d.h. solche, die die Fänge und den Fischereiaufwand erfassen, können die Auswirkungen verschiedener Projekte auf zusätzliche Ökosystemleistungen bewerten und weiter zu deren Akzeptanz beitragen.

Die vorliegende Studie konnte zeigen, dass die Erhebung von Fangraten, d.h. von aufwandskorrigierten Fischfangdaten, wichtige Erkenntnisse liefern kann, die weit über Fragen des Fischereimanagements hinausgehen. Es wurde festgestellt, dass der Detailgrad der vorhandenen Fischereistatistiken in den vier



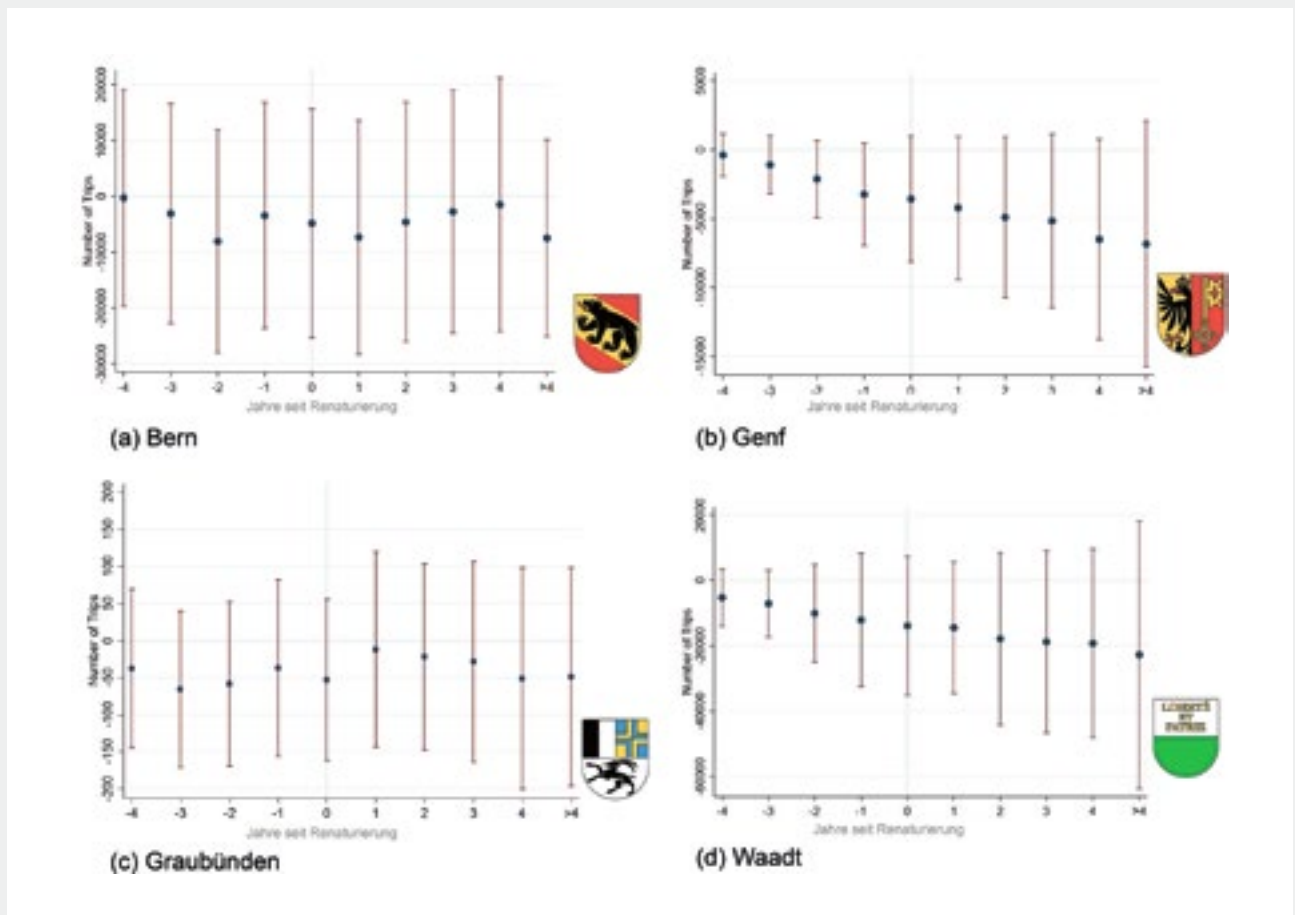


Fig. 5 Geschätzte Auswirkung der Renaturierungen auf die Gesamtzahl der Angelausflüge. Dies zeigt die Auswirkung von Fliessgewässerrenaturierungen auf die Gesamtzahl der Angelausflüge an, die in den Jahren vor und nach einer Renaturierung in flussaufwärts und -abwärts gelegenen untersuchten Fischereistrecken stattgefunden haben. Die vertikalen Linien geben das 95%-Vertrauensintervall an.



Die Erhebung von Fangraten, d. h. von aufwandskorrigierten Fischfangdaten, kann wichtige Erkenntnisse liefern, die weit über Fragen des Fischereimanagements hinausgehen. (© N. Schuler)

Kantonen sehr unterschiedlich ist. Eine Vereinheitlichung der Datenerhebung in Bezug auf Struktur, Umfang und Inhalt der Daten könnte von grossem Nutzen sein. Die Verfügbarkeit äusserst detaillierter Daten zu Renaturierungen und zur Fischerei, wie es im Kanton Graubünden üblich ist, würde es Forschenden, Entscheidungsträgerinnen und -trägern und Behörden ermöglichen, die Auswirkungen von Gewässerrenaturierungen auf die Angelfischerei mit einem höheren Grad an statistischer Genauigkeit zu untersuchen. Die Ausweitung der standardisierten Fischereidatenerhebung würde es – zusammen mit den Daten der schweizweiten Wirkungskontrolle der Renaturierungen – Forschenden weiter ermöglichen, auch Auswirkungen auf die Fischerei auf nationaler Ebene zu vergleichen.

**BIBLIOGRAPHIE**

[1] Woolsey, S. et al. (2005): Handbook for evaluating rehabilitation projects in rivers and streams. Technical report. Rhone-Thur project. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ

- [2] Palmer, M. A. et al. (2014): Ecological restoration of streams and rivers: shifting strategies and shifting goals. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 45, 247–269
- [3] Bernhardt, E. S. et al. (2007): Restoring rivers one reach at a time: results from a survey of us river restoration practitioners. *Restoration Ecology* 15(3), 482–493
- [4] Palmer, M. et al. (2010): River restoration, habitat heterogeneity and biodiversity: a failure of theory or practice?. *Freshwater biology* 55(s1), 205–222. 17
- [5] Price, P. et al. (2009): A national synthesis of river restoration projects. *Waterlines report series* (23)
- [6] Nakamura, K. et al. (2006): River and wetland restoration: lessons from Japan. *AIBS Bulletin* 56(5), 419–429
- [7] Yu, G.-a. et al. (2010): Restoration of an incised mountain stream using artificial step-pool system. *Journal of Hydraulic Research* 48(2), 178–187
- [8] Kurth, A.-M.; Schirmer, M. (2014): Thirty years of river restoration in Switzerland: implemented measures and lessons learned. *Environmental earth sciences* 72(6), 2065–2079
- [9] Weber, C. et al. (2019): Evaluating the outcome of restoration projects: collaborative learning for the future. Technical report. Federal Office for the Environment FOEN, Bern
- [10] Baumgartner, M. et al. (2018): Renaturierung der Schweizer Gewässer: Stand ökologische Sanierung Wasserkraft, Bundesamt für Umwelt BAFU
- [11] Nitsche, M.; Pfändler, M. (2024): Geschiebehaushalt – Massnahmen. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 2325: 68 S.
- [12] Tonolla, D. et al. (2017): Schwall-Sunk – Massnahmen. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1701: 133 S.
- [13] Wasser-Agenda 21 (2022): Methoden-standards für die Erhebung des Migrationspotentials/ Methodenstandards für Fischaufstiegszählungen mit Reusen / Methodenstandards für Fischaufstiegszählungen mit Zählbecken. Merkblätter «aus der Praxis – für die Praxis» V1.0. Dübendorf
- [14] Kaiser, N. N. et al. (2020a): Does river restoration increase ecosystem services?. *Ecosystem services* 46, 101206
- [15] Sinclair, J. S. et al. (2023): Primarily neutral effects of river restoration on macroinvertebrates, macrophytes, and fishes after a decade of monitoring. *Restoration Ecology* 31(3), e13840
- [16] Kaiser, N. N. et al. (2020b): Does river restoration increase ecosystem services?. *Ecosystem Services* 46, 101206
- [17] Bergstrom, J. C.; Loomis, J. B. (2017a): Economic valuation of river restoration: An analysis of the valuation literature and its uses in decision-making. *Water Resources and Economics* 17, 9–19
- [18] Roni, P. et al. (2008): Global review of the physical and biological effectiveness of stream habitat rehabilitation techniques. *North American Journal of Fisheries Management* 28(3), 856–890
- [19] Holmlund, C.; Hammer, M. (1999): Ecosystem services generated by fish populations. *Ecological economics* 29(2), 253–268
- [20] Albanese, B. et al. (2009): Does mobility explain variation in colonisation and population recovery among stream fishes?. *Freshwater Biology* 54(7), 1444–1460
- [21] Lorenz, A. W. et al. (2013): Do adult and yoy fish benefit from river restoration measures?. *Ecological Engineering* 61, 174–181
- [22] Palmer, M. A. (2009): Reforming watershed restoration: science in need of application and applications in need of science. *Estuaries and coasts* 32(1), 1–17
- [23] Baldigo, B. P. et al. (2010): Variable responses of fish assemblages, habitat, and stability to natural-channel-design restoration in catskill mountain streams. *Transactions of the American Fisheries*

## DANKSAGUNG

In erster Linie danken wir dem Bundesamt für Umwelt BAFU für die finanzielle Unterstützung während des gesamten Projekts. Insbesondere danken wir *Diego Dagani* für die Bereitstellung der biologischen Hintergrundinformationen und die Beratung sowie anderen Experten des BAFU, die Feedback und Kommentare für diesen Artikel geliefert haben.

Wir danken auch den kantonalen Behörden von Bern, Genf, Graubünden und der Waadt für die Bereitstellung der Daten. Wir danken *Charles Towe* und *Armin Peter* für ihren Beitrag an der Entwicklung der empirischen Strategie und der Analyse während des gesamten Projekts. *Sandro Steinbach* leistete ausgezeichnete Forschungsunterstützung.

*society* 139(2), 449–467

- [24] Lepori, F. (2005): Does restoration of structural heterogeneity in streams enhance fish and macroinvertebrate diversity?. *Ecological Applications* 15(6), 2060–2071
- [25] Palmer, M. A.; Filoso, S. (2009): Restoration of ecosystem services for environmental markets. *Science* 325(5940), 575–576
- [26] Filoso, S.; Palmer, M. A. (2011): Assessing stream restoration effectiveness at reducing nitrogen export to downstream waters. *Ecological Applications* 21(6), 1989–2006. 16
- [27] Bernhardt, E. S. et al. (2005): Synthesizing us river restoration efforts. *Science* 308(5722), 636–637
- [29] Baggio, M. et al. (2020): Evaluating the effects of river and stream restorations: Evidence from recreational fishing. *Land Economics* 96(1), 75–91
- [28] Wohl, E. et al. (2005): River restoration. *Water Resources Research* 41(10)

## Beschriftung von Einlaufschächten

### Rondelles « Ne polluez pas nos eaux »

Effektiver Schutz und Sensibilisierung durch Rondellen zur Beschriftung von Einlaufschächten, die direkt in einen Bach oder einen See fließen bzw. im Grundwasser versickern.



Une protection et une sensibilisation efficaces grâce à des rondelles pour l'étiquetage des grilles qui rejettent les eaux directement dans un cours d'eau ou un lac ou qui les infiltrent dans les eaux souterraines.

