



Der Fischotter im Oberengadin: IST-Zustand 2021 und Machbarkeitsstudie für ein systematisches Monitoring zur Untersuchung der Auswirkungen auf die Fischbestände

Andreas Kranz, Lukáš Poledník, Bernardino Cocchiararo und AJF-Mitarbeiter
2022

Publikationsversion AJF-Website, Juni 2023

Auftraggeber

Amt für Jagd und Fischerei Graubünden
Ringstrasse 10
7001 Chur
Schweiz

Auftragnehmer

alka-kranz Ingenieurbüro für Wildökologie und Naturschutz e. U.
Am Waldgrund 25
8044 Graz
Österreich
FN 287742 a LG Graz
Tel.: +43 664 2522017
andreas.kranz@alka-kranz.eu

Zitiervorschlag

Kranz A., Poledník L. und Cocchiararo B., 2022: Der Fischotter im Oberengadin: IST-Zustand 2021 und Machbarkeitsstudie für ein systematisches Monitoring zur Untersuchung der Auswirkungen auf die Fischbestände. Endbericht im Auftrag des Amtes für Jagd und Fischerei in Graubünden, 73 Seiten inklusive Anhang.

Anschrift der Verfasser

Andreas Kranz & Lukaš Poledník: alka-kranz Ingenieurbüro für Wildökologie und Naturschutz e. U. Am Waldgrund 25, 8044 Graz, Österreich.
Berardino Cocchiararo: Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt, Zentrum für Wildtiergenetik, Fachgebiet Naturschutzgenetik, Clamecystasse 12, 63571 Gelnhausen, Deutschland.

Titelbild © Sven Zacek

Danksagung

Diese Studie entstand in enger Abstimmung mit Mitarbeitern des Amtes für Jagd und Fischerei in Graubünden, insbesondere Andrea Baumann, Linard Jäger und Thomas Wehrli. Sie haben den Fischotter im Engadin entdeckt und mit grossem Engagement dokumentiert. Diese Daten wurden in die vorliegende Studie soweit sinnvoll und notwendig integriert. Weiters haben sie diese Studie gegengelesen und wertvolle Hinweise zum besseren Verständnis beigetragen sowie ergänzende Fragen gestellt. In ähnlicher Weise hat Christof Angst von Info Fauna CSCF (Fischotterfachstelle) wertvolle Diskussionsbeiträge geliefert. Ihnen allen sei hier gebührend gedankt.

Inhalt

Hinweis: Inhalte zu weiterführenden Projektoptionen und entsprechenden Arbeitsaufwendungen sind für AJF-interne Zwecke bestimmt bleiben dieser Publikationsversion des Berichtes deshalb vorenthalten.

Zusammenfassung.....	3
1. Hintergrund & Aufgabenstellung	4
2. Untersuchungsgebiet	7
3. Material & Methoden	16
3.1. Erhebungen im Freiland	16
3.2. Nahrungsökologische Untersuchungen	17
3.3. DNA-Extraktion, mitochondriale Artbestimmung, Mikrosatellitengenotypisierung	18
3.4. Analyse der Verwandtschaftsverhältnisse	19
4. Ergebnisse	21
4.1 Ergebnisse der genetischen Analyse	21
4.2 Nachweise und Lebensraum im Februar 2021.....	22
4.3 Nachweise und Lebensraum im Mai 2021	26
4.4 Nachweise und Lebensraum im Juni 2021	30
4.5 Nachweise und Lebensraum im November 2021	34
4.2 Nahrungsspektrum.....	38
5. Diskussion.....	49
5.1 Otterbestand und Otterpräsenz.....	49
5.2 Lebensraum	50
5.3 Lebensraumtragfähigkeit und mögliche Populationsentwicklung.....	52
5.4 Aktuelle Auswirkungen auf Fische	53
5.5 Rahmenbedingungen und Konsequenzen für die Freilandarbeit	55
6. Schlussfolgerungen.....	57
7. Literatur	58

Zusammenfassung

Das Fischottervorkommen im Engadin stellt das erste der Schweiz im Zuge der natürlichen Wiederbesiedlung dar. Es besteht nachweislich seit Herbst 2017. Durch die Rückkehr des Topprädators werden erhebliche Auswirkungen auf den Forellenbestand erwartet. Ebenso sind solche für den Äschenbestand nicht auszuschließen und das Äschenvorkommen im Oberengadin ist immerhin von nationalem Interesse. Deshalb wurde der Ist-Zustand im Jahre 2021 dokumentiert und eine Machbarkeitsstudie für ein längerfristiges Monitoring ausgearbeitet.

Das Untersuchungsgebiet betraf das Oberengadin und hier im Wesentlichen das Haupttal des Inns. Im Februar, Mai, Juni und November 2021 wurden umfangreiche Freilanderhebungen durchgeführt, um die Präsenz des Otters zu dokumentieren und den Lebensraum auf seine Lebensraumtragfähigkeit für den Otter und in Hinblick auf die Bearbeitbarkeit zu begutachten. Um erste Einblicke in die Nahrungsökologie zu bekommen wurden 128 Kotproben des Otters auf Beutereste analysiert; weiters wurden 32 Losungen (Kot) genetisch analysiert, um die anwesenden Otter zu identifizieren.

Alle gesammelten Daten weisen darauf hin, dass der Otter nach wie vor in sehr geringer Zahl im Oberengadin vorkommt. Nachweislich haben sich hier 2021 ein adultes Weibchen sowie mehrere offensichtlich primär durchwandernde männliche Otter aufgehalten. Der Schwerpunkt der Otterpräsenz lag zwischen Samedan und S-chanf.

Die bei weitem noch nicht ausgeschöpfte Lebensraumtragfähigkeit wird als durchaus gut eingeschätzt und es wird mit einem Anstieg des Otterbestandes in den nächsten Jahren gerechnet.

Die nahrungsökologischen Untersuchungen haben noch keine Hinweise für eine gezielte Prädation an Laichplätzen ergeben. Generell wurden Bachforellen fünfmal häufiger in der Nahrung nachgewiesen als Äschen. Die vom Otter erbeuteten Forellen war etwas größer als sonst beschrieben und in einem kleinen Nebengewässer des Inn wurde eine stark abnehmende Tendenz bei den Forellen festgestellt. Beides sind erste Indizien für mögliche Auswirkung des Otters auf seine Hauptbeuteart.

1. Hintergrund & Aufgabenstellung

Wiederbesiedlung

Nach jahrzehntelanger Abwesenheit wurde der Fischotter im Herbst 2017 im Oberengadin zufällig über Fotofallen von Thomas Wehrli, Mitarbeiter des Amtes für Jagd und Fischerei in Graubünden (AJF), nachgewiesen (Angst & Weinberger 2020). In der Folge wurden an mehreren Brücken Fotofallen installiert und ebendort auch weitere Nachweise in Form von Losungen und Spuren dokumentiert. Im Herbst 2018 gelang der erste und bislang einzige zweifelsfreie Reproduktionsnachweis (zwei Jungtiere). Wie weit der Fischotter zwischenzeitlich seinen ehemaligen Lebensraum im Oberengadin wieder erschlossen hat, ist bisher nur unzureichend bekannt¹.

Das Vorkommen hat nur über den Inn zum Otterbestand in Tirol eine Verbindung, von wo auch die Wiederbesiedlung erfolgt sein wird und von wo der Zuzug weiterer Otter zu erwarten ist. An den Nachbarbewässern nördlich, südlich und westlich des Engadins gibt es keine etablierten Ottervorkommen.

Mögliche Auswirkungen

Durch die Rückkehr des Fischotter sind wesentliche Auswirkungen auf Fischbestände möglich bzw. zu erwarten (Kruuk 1995). Das Ausmass wird erst dann im vollen Umfang sichtbar, wenn wie im Engadin nach jahrzehntelanger Abwesenheit der Topprädator wieder zurückkehrt. Zwischenzeitlich haben sich Fischbestände ohne den Einfluss des Otters etabliert.

Bislang haben diverse Studien und Forschungsprojekte vor allem auf das Nahrungsspektrum des Otters und die Auswirkung der Beute auf den Otterbestand fokussiert. Die Auswirkungen des Otters auf Fischbestände wurden sehr wenig untersucht. Kruuk (1995) zeigte für den 13 km langen Bach «Beltie Burn» in Schottland, der bei seiner Mündung in den Dee zirka 12 m breit ist, dass der Otter dort für den Bestand an Salmoniden, primär Bachforellen, der begrenzende Faktor ist und er argumentiert, dass diese Situation für viele kleinere Fließgewässer typisch sei.

Zwischenzeitlich gibt es insbesondere aus Österreich mehrere Studien, die die Frage des Einflusses auf die Fischbestände aufgegriffen haben (Kranz *et al.* 2003, Kranz *et al.* 2017, Kranz & Ratschan 2017, Kranz & Poledník 2018, Kranz *et al.* 2019, Kranz & Rechberger 2021, Kranz *et al.* 2022). Es zeigt sich, dass der Einfluss des Otters für Forellen sehr erheblich sein kann. Entscheidend ist aber, ob im konkreten Fall der Fischotter tatsächlich der begrenzende Faktor für die Fischbestände ist. Mitunter setzen das Nahrungsangebot der Fische, Laichplätze, Fischkrankheiten, Winterhochwässer etc. die Latte für die Fischbestandshöhe. Lebensraumdefizite wie fehlende Gewässerkontinuen (grössere Forellen werden am Abwandern gehindert, etc.) und Restwasserstrecken können die Auswirkungen des Otters auf Fischbestände massiv verschärfen. Ob und unter welchen Umständen der Otter zum begrenzenden Faktor für die Äsche (*Thymallus thymallus*) werden kann, ist bislang nicht untersucht worden.

Generell wird erwartet, dass die Wechselwirkungen zwischen Räuber und Beute während der Etablierungsphase des Fischotterbestandes sehr dynamisch verlaufen, wie sich an einem Forellengewässer in Kärnten gezeigt hat (Kranz *et al.* 2020). In den ersten Jahren nach der Rückkehr des Fischotters wird seine Wirkung auf die Fische eine ganz andere sein als später, wenn sich die Fische an die Anwesenheit des Otters wieder gewöhnt haben. In der Folge sollten sich die Interaktionen zwischen den Fischarten und innerhalb der Arten (Kannibalismus) mit zunehmender Präsenz des Fischotters verändern, weil dieser in die verschiedenen Arten und Altersklassen unterschiedlich stark eingreifen wird.

¹ Die vom AJF gesammelten Rohdaten sind kartographisch im Anhang aufgearbeitet und zeigen die positiven Nachweisorte je Jahreszeit von Herbst 2017 bis Herbst 2020.

Mögliche Konflikte

Vor dem Hintergrund stark abnehmender Fischbestände, insbesondere in der Forellenregion, und des sich ausbreitenden Fischotters kommt es in Österreich seit 20 Jahren und in Bayern in der jüngeren Vergangenheit zu erheblichen Konflikten zwischen Naturschutz und Angelfischerei. In Ostösterreich kam in vielen kleineren Fließgewässern das Sportangeln praktisch zum Erliegen.

In welchem Ausmaß der Otter dazu tatsächlich beiträgt ist Gegenstand heftiger Diskussionen und zwischenzeitlich werden Otter in mehreren Bundesländern wieder zum Abschuss freigegeben. Der Inn im Engadin, die Talseen sowie kleinere Bergseen sind sehr attraktive und beliebte Angelgewässer und insofern sind auch hier Konflikte absehbar.

Abgesehen von diesem Nutzungskonflikt (Abb. 1.1) stellt sich die Frage, ob der Fischotter auch für andere geschützte Arten zu einem Problem werden könnte. Das Vorkommen der Äsche im Oberengadin wird als von nationaler Bedeutung in der Schweiz eingestuft (BAFU Aktionsplan Äsche).



Abb. 1.1 Beispiel für einen Nutzungskonflikt in Österreich (Kranz *et al.* 2019): Diese prachtvolle, autochthone Bachforelle wurde 2013 mit der Fliege in einem kleinen, vom Hauptgewässer fragmentierten Bach (Bild rechts) gefangen. 2014-2015 hat der Otter das Gebiet besiedelt, der Forellenbestand hat drastisch abgenommen und Forellen über 25 cm konnten hier auch mittels Elektrofischungen 2017-2019 nicht mehr nachgewiesen werden. Offensichtlich, wenn auch de facto nicht dokumentiert, hat der Fischotter zu dieser Situation geführt. Die Forellen sind hier zwar durch den Fischotter nicht gefährdet – es findet Reproduktion statt und es gibt zahlreiche Jungfische – das Angeln ist aber völlig uninteressant geworden, weshalb hier von einem klassischen konkurrenzbedingten Nutzungskonflikt zu sprechen ist.

Dringlichkeit

Besondere Brisanz erfährt die Frage nach dem Einfluss des Fischotters im Oberengadin, weil hier seit knapp zwei Jahrzehnten die Fangzahlen der Forellen rückläufig, jene der Äschen sogar stark rückläufig sind. Es besteht die Sorge, dass ein allfälliger Rückgang des Fischbestandes durch die hinzugekommene Anwesenheit des Otters beschleunigt werden könnte, bzw. bereits beschleunigt wird. Da Otter schon 2018 im Oberengadin reproduziert haben, ist auch offen, wie weit verbreitet der Otter unterdessen im Oberengadin ist und mit welcher Bestandsgrösse zu rechnen ist.

Ziele

Um die Komplexität der Wechselwirkungen zwischen Räuber (Fischotter) und Beute (Fische etc.) in Ausmass und Dynamik zu verstehen, erscheint es unerlässlich, die Otterpräsenz, die Prädation auf diverse Arten und Größen möglichst genau über ein längerfristiges Monitoring zu erfassen. Dieses Monitoring sollte möglichst gleich mit der Wiederbesiedlung einsetzen.

Wie sollte so ein Monitoring aussehen? Was ist hier unter den alpinen Bedingungen - das Untersuchungsgebiet stellt das in Europa höchstgelegene Vorkommen von Fischottern dar – in

Anbetracht von Vereisung, Schneehöhen und Zugänglichkeit (Lawinengefahr) überhaupt möglich? Und wie weit ist die Besiedlung des Otters schon fortgeschritten?

Um das zu klären und um dann eine bestmögliche Basis für ein längerfristiges Monitoring zu haben, wurde diese Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben, die auch das Ziel hat, den Ist-Zustand zu beschreiben und die bereits vorhandenen Daten und Informationen zu sichern.

Die Aufgabenstellung der vorliegenden Studie umfasst daher folgende Aspekte:

- Kartierung der Otteranwesenheit im Winter und während der Vegetationsperiode;
- zahlenmässige Abschätzung des Otterbestandes über Otternachweise im Freiland;
- Illustration, welche Ergebnisse mit den diversen Methoden konkret unter diesen alpinen Bedingungen bewerkstelligt werden könnten;
- die aktuelle Otterpräsenz im Bereich von Laichplätzen;
- Pilotstudie zur Nahrungsökologie des Otters: welche Arten und allenfalls auch Grössen werden wo und in welchem Ausmaß erbeutet (Illustration der Möglichkeiten);
- Abschätzung, inwieweit der Fischotter bereits gegenwärtig zum Rückgang von Forellen und Äsche beitragen könnte;
- Erfassung von Faktoren, die für Freilandhebungen in diesem Umfeld von Relevanz sind;
- Projektskizze und Aufwandsabschätzung zum längerfristigen Monitoring der Räuber-Beute-Interaktionen.

Der Arbeitsauftrag umfasste nicht die genetische Analyse von Losungen, um daraus Rückschlüsse auf den Otterbestand machen zu können. Die hier dennoch durchgeführten Analysen erfolgten auf Initiative des Auftragnehmers.

2. Untersuchungsgebiet

Das Oberengadin (Kanton Graubünden, Schweiz) ist ein inneralpines Hochtal von 1.600 bis 1.900 Meter über dem Meer. Auf Grund der Höhenlage ist die durchschnittliche Jahrestemperatur niedrig. Bei Samedan (TR2) liegt sie bei nur 2,0° C, in Sils Maria (TR1) sogar nur bei 1,6° C. Die Abgeschlossenheit gegen die erwärmenden ozeanischen Luftströmungen bedingt ein heiteres und ruhiges Winterklima. Diese beiden Faktoren, Luftruhe und grosse Klarheit des Himmels, begünstigen die Entstehung tiefer Kältegrade in dem hochgelegenen Tal. So sinkt im Engadin das Januarmittel auf -9.9° C (Zürich -0.5° C). (<https://www.ueila.ch/wetter/temperaturen.htm>).

Ursprünglich, und im Auftrag so festgelegt, sollten sich die Erhebungen des Jahres 2021 auf das Innthal oberhalb von S-chanf beschränken. Bei S-chanf beginnt ein zirka 10-km langer Schluchtabschnitt, der eine erhöhte Gefährdung durch Lawinen aufweist und in dem überdies Rotwild und Gämsen einen Wintereinstand haben und nicht gestört werden sollten. In Begleitung und mit Unterstützung der Mitarbeiter des Amtes für Jagd und Fischerei konnten dennoch drei Erkundungen auch in dieser Schlucht gemacht werden.

Das tatsächliche Untersuchungsgebiet erstreckt sich demnach auf das Innthal von Maloja bis vier Kilometer oberhalb von Zernez. Die Erhebungen konzentrierten sich auf den Inn, die grossen Seen im Innthal sowie die diversen Begleitgewässer und Altarme im Talboden. Grössere Zuflüsse wurden nur insoweit in das Untersuchungsgebiet miteinbezogen als sie für die Abschätzung der aktuellen Situation und auch für das Design einer Langzeitstudie für nötig erachtet wurden.

Das Untersuchungsgebiet hat im Innthal eine Längserstreckung von zirka 41 km und eine Höhererstreckung von 1.800 m.ü.M. bei Maloja bis 1.500 m.ü.M. unweit oberhalb von Zernez (Abb. 2.1). Bei Maloja ergiesst sich der dort 2 m breite Inn in den Silser See.

Vor dem Hintergrund der zu bearbeitenden Fragen wurde das gesamte Untersuchungsgebiet in drei ökologisch begründete Teilräume untergliedert: der Oberlauf (14,5 km) mit den grossen Seen, der Mittellauf (19 km) mit zahlreichen Altarmen und Begleitgewässern sowie die Schluchtstrecke im Unterlauf (7,5 km). Tabelle 2.1 listet einige Kennziffern zu diesen Gebieten.

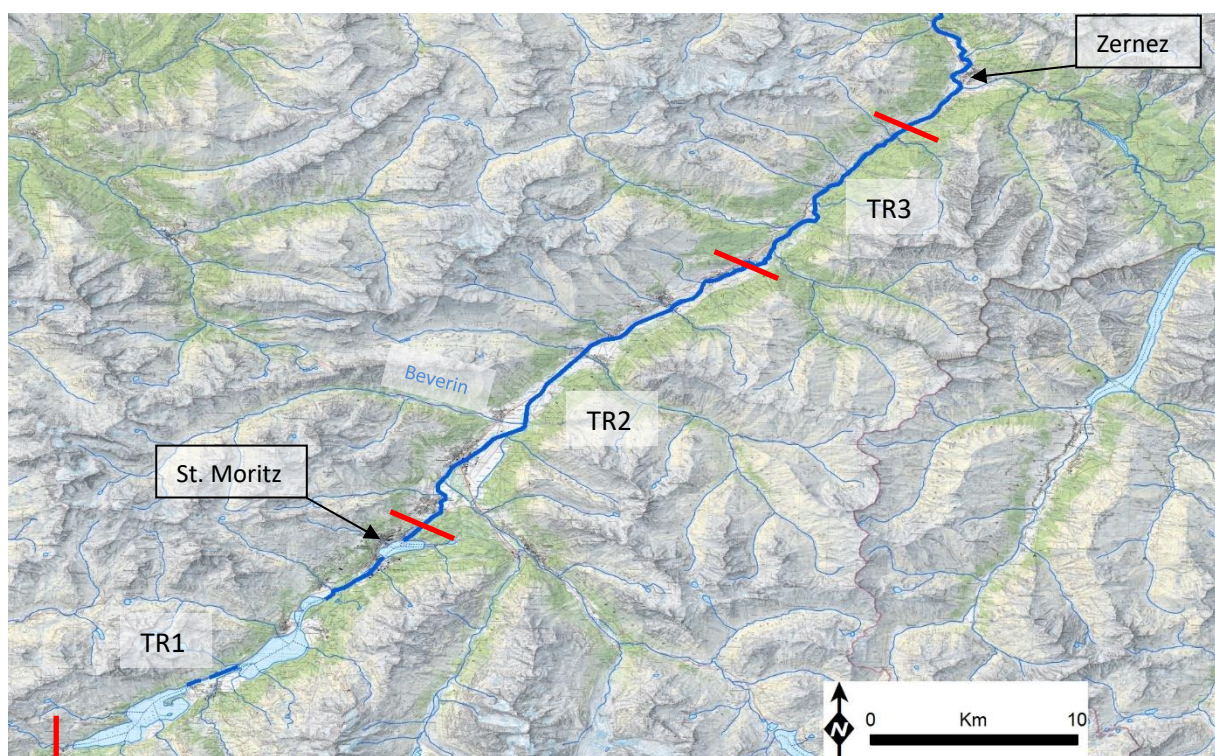


Abb. 2.1 Das Untersuchungsgebiet zwischen Malojapass im Westen und Zernez im Osten mit den drei Teilräumen

Tab. 2.1 Kenndaten zu den Habitaten in den drei Teilräumen (Breite bezieht sich auf Fließgewässer am unteren Ende des jeweiligen Abschnittes).

Name	Länge	Breite	Umfang	Bemerkung
Oberlauf mit Seen (oberster Teilraum)				
Inn	0,6 km	3 m		teils begradigt teils natürlich
Silser See	4,8 km		13,8 km	
Inn	1,9 km	6 m		begradigt, mit kleinem See
Silvaplana See	4,6 km		11,9 km	
Inn	2,9 km	13 m		Edelkrebs; 1,7 km im Siedlungsbereich
St. Moritzer See	1,2 km		4,3 km	
Ova da Fedoz Zufluss in Silser See	0,9 km	10 m +		Furkationstyp
Lej Ovis-chel See (1.800 m ü. M.)			0,5 km	Fläche 0,5 ha
Abfluss Lej Ovis-chel	0,5 km	2 m		
Lej Marsch (1.824 m ü. M.)			0,4 km	1 ha Vorkommen von Edelkrebs
Abfluss Lej Marsch	0,2 km	0,5 m		
Lej da Staz (1.810 m ü. M.)			0,8 ha	4 ha Vorkommen von Rotfeder
Abfluss Lej da Staz	0,8 km	1 m		
Mittellauf breiter Talboden mit Altarmen & Nebengewässern (mittlerer Teilraum)				
Inn von Celerina bis La Punt	12 km	24 m		Schwallbetrieb, mit Nebengewässern
Inn von La Punt bis S-chanf	7 km	32 m		Schwallbetrieb, überwiegend naturnahe, ohne Nebengewässer im Talboden
Beverin (Zufluss)	4,7 km	15 m		reguliert bis naturnahe
Unterlauf Schluchtstrecke (unterster Teilraum)				
Inn	7,5 km			Schwallbetrieb, Restwasserstrecke
Vallember Zufluss	0,6 km	4 m		natürlich bis naturnahe

Der oberste Teilraum (TR1) umfasst die drei grossen Seen (Silser See, Silvaplana/Champfer und St. Moritzer See) und den Inn ebendort. Der nur ca. 2 m breite Inn oberhalb des Silser Sees wurde auf einer Länge von 600 m in die Untersuchungen einbezogen (Abb. 2.2); weiter bachaufwärts verläuft er in sehr steilem nicht begehbarem Gelände (wasserfallartig). Der Silser See (Abb. 2.3) ist der grösste der drei Seen, zu einem Gutteil sind die Ufer sehr steil, teils nicht begehbar, auf der Südseite gibt es aber auch flache und moorige Bereiche. Die dort mündende Ova da Fedoz (Abb. 2.4) wurde auf einer Länge von 870 m bis zur Brücke im Ort Isola untersucht. Der Inn zwischen Silser und Silvaplana See hat eine Länge von ca. 1.900 m und verläuft dort begradigt (Abb. 2.5), beinhaltet aber eine seeartige Erweiterung (Lej Giazöl). Der Silvaplana See (Abb. 2.6) ist in seinen Ufern ähnlich dem Silser See, wenn auch etwas weniger steil und tief in Ufernähe. Der Inn zwischen Silvaplana und St. Moritzer See hat eine Länge von 2,9 km, von diesen befinden sich 1,7 km im Ort St. Moritz (Abb. 2.7). Der obere Teil fließt zunächst zwischen Wiesen, dann im Wald. Der St. Moritzer See ist vor allem an der Westseite durch die Ortschaft geprägt. In diesem obersten Teilraum wurden weiters drei kleine Bergseen (Lej Ovis-chel, Lej Marsch und Lej da Staz (Abb. 2.8) und deren Abflüsse (Abb. 2.9) bis zu einem der drei Talseen untersucht.



Abb. 2.2 Inn vor Mündung
in den Silser See (3. Juni 2021)



Abb. 2.3 Silser See Südufer im Juni und Nordufer im November 2021



Abb. 2.4 Ova da Fedoz am Südufer des Silser Sees (Juni 2021)



Abb. 2.5 Inn zwischen Silser und Silvaplaner See (17. Februar und 10. November 2021)



Abb. 2.6 Silvaplaner See (4. Juni und 10. November 2021)



Abb. 2.7 Inn zwischen Silvaplaner See und St. Moritzer See (4. Mai und 12. November 2021)

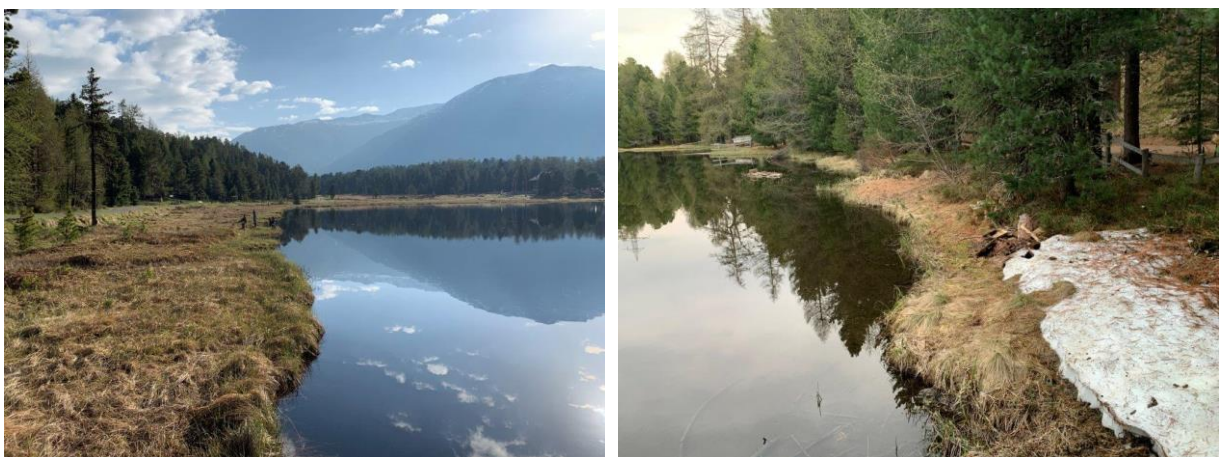


Abb. 2.8 links Lej da Staz (bedeutsames Vorkommen der Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*) und rechts Lej Marsch (Vorkommen des Edelkrebses) am 4. Juni 2021



Abb. 2.9 Abfluss vom Lej Ovis-Chel zum Inn (4. Juni 2021)

Am Ausfluss des St. Moritzer Sees wird Wasser zur Stromerzeugung ausgeleitet. Unmittelbar anschliessend folgt eine ca. 1,2 km lange Restwasserstrecke in einem engen Schluchtabschnitt. Der Inn verläuft durch Verbauung teilweise unterirdisch, dieses Stück ist auch von der dort verlaufenden Hauptstrasse geprägt.

Mit der Rückleitung des Wassers knapp oberhalb von Celerina beginnt der mittlere Teilraum (TR2). Ab hier ist der Inn vom Schwallbetrieb des Kraftwerkes geprägt. Zwischen Celerina (1.750 m) und S-chanf (1.650 m) verläuft das Inntal flach und breit und es münden in diesem Abschnitt auch einige grössere Flüsse. Von diesen wurden der Unterlauf des Beverin ([Abb. 2.10](#)) auf einer Länge von 4,7 km in die Untersuchung einbezogen, nicht aber Ova da Chamuera und der Gletscherfluss Flaz. Der Verlauf des Inns (knapp 18 km) ist in diesem mittleren Teilbereich teils stark anthropogen überprägt ([Abb. 2.11](#)), teils naturnahe ([Abb. 2.12](#)). Ab der Mündung des Beverins wurde der Inn im letzten Jahrzehnt auf einer Länge von 1,7 km revitalisiert. Das Flussbett ist dort aufgeweitet und weist teilweise einen furkationsartigen Verlauf auf ([Abb. 2.13](#)).

Im Bereich zwischen Celerina und S-chanf gibt es im Talboden altarmähnliche Stillgewässer ([Abb. 2.14](#) und [Abb. 2.15](#)) und überwiegend Inn-parallele Aubäche sowie mit Innwasser dotierte künstlich angelegte Fliessgewässer. Die künstlichen Fliessgewässer sind teils im Zuge der Inn-Revitalisierung im letzten Jahrzehnt neu angelegt ([Abb. 2.16](#)), teils sind sie viele Jahrzehnte alt ([Abb. 2.17](#)).

Der unterste Teilraum (TR3) ist eine Schluchstrecke des Inn ([Abb. 2.18](#)). Die Gewässermorphologie ist natürlich, aber vom Kraftwerk bei S-chanf geprägt (Restwasser). Darüber hinaus wurde ein Zufluss, der Vallember, auf einer Länge von 600 m untersucht ([Abb. 2.19](#)).



Abb. 2.10 Beverin (Zufluss zum Inn bei Bever) im TR2 (4. Juni und 11. November 2021)



Abb. 2.11 Begradigter Inn im TR2 (18. Februar oberhalb La Punt und 4. Mai 2021 bei Celerina)



Abb. 2.12 Naturnaher Inn im TR2 (11. November bei Samedan und am 5. Juni bei Zuoz)



Abb. 2.13 Revitalisierter Innabschnitt unterhalb der Mündung des Beverin (4. Juni 2021)



Abb. 2.14 Altarmähnliche Stillgewässer im Talboden des Inn in TR2 bei Samedan (Mai 2021)



Abb. 2.15 Stillgewässer im Talboden des Inn bei Bever (Mai 2021)



Abb. 2.16 Neue im Zuge der Inn Revitalisierung angelegte Begleitgewässer im TR2 (im Februar und im Juni 2021)



Abb. 2.17 Alte, künstliche Begleitgewässer im Talboden des Inn im TR2 (links oben bei Bever im Mai 2021, rechts oben unterhalb Samedan im Juni 2021, unten bei La Punt im Juni 2021).



Abb. 2.18 Inn im Schluchtabschnitt (TR3) zwischen S-chanf und Zernez (im Februar, Mai und Juni 2021)



Abb. 2.19 Zufluss Vallember bei Chapella im TR3 im Mai 2021

3. Material & Methoden

3.1. Erhebungen im Freiland

Die Erhebungen wurden von Andreas Kranz, Lukáš Poledník und Mitarbeitern des AJF Graubünden durchgeführt. Die Ufer des Inn wurden mit Wathosen begangen, die der Nebengewässer teilweise auch mit normalen Stiefeln.

Die Marschrouten und Nachweispunkte des Fischotters wurden GPS-mässig erfasst. Es war das Ziel, Otter primär über ihre Losungen und Trittsiegel nachzuweisen. Frassreste wurden ergänzend berücksichtigt. Die Losungen wurden altersmässig über den augenscheinlichen Feuchtegehalt in drei Kategorien eingeteilt: frisch (weniger als 24 Stunden alt), mittelalt (zirka 24 bis 48 Stunden alt) und alt (>48 Stunden alt). 92 Losungen wurden einzeln nummeriert und für die nahrungsökologischen Untersuchungen in Plastiksäcke verpackt. Weitere 29 Proben aus dem Untersuchungsgebiet sowie eine Probe aus dem Bergell und zwei aus der Lombardei wurden unter Verwendung von Einweghandschuhen in Behältnisse mit einer Pufferlösung verfrachtet, um sie genetisch untersuchen zu können. Dabei wurden nicht ausschliesslich frische und mittelalte Losungen gesammelt, sondern auch alte. Drei der Losungen wurden im Schnee gefunden, was die Altersschätzung erschwerte.

Begleitend zur Fischotternachweissuche wurde der Lebensraum fotografisch dokumentiert. In [Tabelle 3.1](#) werden Dauer und Zeitraum der Begehungen gelistet.

Zur Dokumentation des Suchaufwandes wurden in den drei Teilräumen folgende Habitate ausgeschieden:

TR1 (Oberlauf oberhalb von St. Moritz):

- Inn
- Seen (3 Talseen und 3 Bergseen)
- Zuflüsse aus den Bergen

TR2 (Mittellauf Celerina bis S-chanf)

- Inn
- Altarme und künstliche Stillgewässer im Tal
- Natürliche Zuflüsse
- Talraum-Fliessgewässer, Gräben und Kanäle

TR3 (Unterlauf Schlucht unterhalb S-chanf)

- Inn
- Zuflüsse aus den Bergen

Die abgesuchten Strecken sind in Shape-Files dokumentiert und können bei Bedarf in Zukunft auch auf detailliertere Lebensräume aufgeteilt werden.

Tabelle 3.1 Termine der Freilanderhebungen 2021

		Manntage
Wintererhebung	17. bis 20. Februar	8
Frühjahrserhebung	4. bis 6. Mai	6
Sommererhebung	3. bis 5. Juni	6
Herbsterhebung	10. bis 12. November	6

3.2. Nahrungsökologische Untersuchungen

Beutetiere können auf Art-, Gattungs-, Familien oder auch nur Klassenniveau bestimmt werden. Einen Einfluss auf die Genauigkeit der Ansprache haben folgende Aspekte:

- Unterschiedliche Morphologie der Knochen verschiedener bzw. auch nahe verwandter Arten (Form).
- Zustand der Knochen: unvollständige Knochen beispielsweise können oft nicht auf Artniveau bestimmt werden.
- Zweck und Aufwand: für viele Fragestellungen reicht es Vögel, Säuger oder auch Insekten auf Klassenniveau zu bestimmen, eine genauere Bestimmung wäre möglich, ist aber aufwändig und entsprechend teurer.

Für die Erkennung der Beutetiere werden primär folgende Teile verwendet:

- Fische: Oberkiefer, Unterkiefer, Zwischenkiefer, Kiemendeckel, 1. Halswirbel (Atlas)
- Froschlurche: Knochen, primär Röhrenknochen der Extremitäten
- Reptilien: Wirbel und Haut
- Vögel: Federn und Knochen
- Säugetiere: Haare und Knochen
- Krebse: Teile des Panzers
- Muscheln: Teile von Schalen
- Insekten (Adulte und Larven): Teile des Exoskeletts.

Die einzeln verpackten und vorübergehend tiefgefrorenen Kotproben wurden im Labor aufgetaut, vorsichtig gewaschen und unter einem Binokular mit in der Regel sechsfacher, maximal 50-facher Vergrößerung untersucht. Die Losungen wurden teilweise auch von AJF-Mitarbeitern gesammelt und zur Verfügung gestellt. In Summe standen 128 Losungen zur Verfügung, 27 stammten aus der Zeit zwischen 2017 und 2020, 101 Losungen wurden 2021 gesammelt.

Zur Ansprache der Fische wurde eine umfangreiche eigene Vergleichssammlung verwendet. Bedarfsweise wurden auch Bestimmungsschlüssel wie jene von Libois *et al.* 1987, Libois & Halle-Libois 1988 und Knollseisen 1996 verwendet.

Die Ansprache von Schuppen und Wirbeln bringt erfahrungsgemäss keine weiterführende Information und deren Verwendung führt weiters zu systematischen Fehlern (siehe auch Carss *et al.* 1998, Carss & Parkinson 1996, Carrs & Nelson 1998). Je nach Grösse und Form der Schuppen verbleiben diese unterschiedlich lange im Verdauungstrakt des Fischotter und verteilen sich dementsprechend auf unterschiedlich viele Losungen. Auch bei den Wirbeln ist mit Ausnahme des ersten Halswirbels nicht klar, ob diese von einem oder mehreren Individuen stammen und wie gross dieses war. Da Fischotter auch grosse Fische am vorderen Maul anfressen sind Oberkiefer, Unterkiefer und Zwischenkiefer auch von grossen Exemplaren, die ansonsten oft nicht zur Gänze gefressen werden, in den Kotproben zu finden.

Die Schädelknochen und der Atlas der Äsche unterscheiden sich von jenen der anderen im Gebiet vorkommenden Arten und konnten daher alle für differentialdiagnostische Zwecke herangezogen werden. Die Bachforelle kann nur an Hand des Zwischenkiefers von anderen *Salmoninaen* unterschieden werden. Ist dieser kleine Knochen nicht in der Losung vorhanden, dafür aber andere Schädelknochen, so erfolgt die Zuordnung auf Ebene der *Salmoninae* (Unterfamilie der Lachsfische / *Salmonidae* mit sechs Gattungen, darunter Huchen, Forellen, Saiblinge und Lachse wie die Art Regenbogenforelle).

Generell kann das Nahrungsspektrum über die Reste im Kot auf zwei Arten dargestellt werden:

- Relative Häufigkeit des Vorkommens (RFO): dabei wird ermittelt in wie vielen Losungen eine Art nachweisbar ist, in jeder Losung gibt es nur zwei Möglichkeiten 1/0 also anwesend oder fehlend. Wenn in einer Losung mehrere Individuen einer Art nachweisbar sind, so wird das vernachlässigt. RFO eignet sich daher besonders beim Vergleich von ganz unterschiedlichen Beutekategorien wie Fischen, Krebsen und Froschlurchen. Die Bestimmung der Anzahl vorkommenden Individuen kann je nach Beutekategorie sehr schwierig sein. RFO verhindert eine Überschätzung jener Arten (wie Fische und Insekten), die zahlenmässig leicht bestimmbar sind. RFO ist auch von Bedeutung, weil diese Art der Ergebnisdarstellung in der Vergangenheit weit verbreitet war. Zu beachten ist, dass die einzelnen so errechneten Prozentwerte nicht in ihren absoluten Zahlen interpretiert werden. Über die so gewonnenen Prozentwerte bekommt man lediglich eine Rangliste der Häufigkeit der nachgewiesenen Beutekategorien.
- Relative Häufigkeit der Individuen (RFN): bei dieser Methode wird die Anzahl der Beutetiere in jeder Losung berücksichtigt, hier gibt es also nicht nur zwei Möglichkeiten (0/1), sondern es sind auch Werte grösser Eins möglich. RFN eignet sich besonders für den Vergleich innerhalb der Fische und erlaubt damit detailliertere Einblicke in die Räuber-Beute Beziehung.

Die paarig vorkommenden Schädelknochen der Fische erlauben nicht nur zu bestimmen, wie viele Individuen einer Art oder Gattung gefressen worden sind, sondern auch wie gross diese waren. Der Grössenvergleich mit Knochen bekannter Fische aus Vergleichssammlungen gibt Aufschluss, wobei die Grösse der gefressenen Fische in 5 cm Klassen angegeben wird. Zu diesem Zweck wurden in Ergänzung der eigenen Knochensammlung weitere fünf Äschen vom Inn aus dem Engadin mazeriert und verwendet. Aus methodischen Gründen macht es nicht Sinn, die Grössen in Ein-Zentimeter Klassen anzugeben; damit würde eine Genauigkeit vorgetäuscht, die wenig faktenbasiert wäre.

3.3. DNA-Extraktion, mitochondriale Artbestimmung, Mikrosatellitengenotypisierung

Die DNA der Lösungsproben (N = 32) wurde in einem eigens für die Prä-PCR-Behandlung nichtinvasiv gesammelter und forensischer Umweltproben eingerichteten Reinstlabor mittels QiAmp Fast DNA Stool Mini Kit (Qiagen) und dem QIAcube-Extraktionsroboter (Qiagen) nach Herstellerangaben vorsichtig extrahiert. Zur Kontaminationsvermeidung wurden nur DNA-freie und sterile Gerätschaften verwendet sowie Handschuhe und weitere Verbrauchsmaterialien nach jeder Probe gewechselt.

Um individuelle genetische Profile zu erhalten, wurden die Proben mittels eines Sets aus 21 Mikrosatelliten (Dallas *et al.* 1998 und 1999, Huang *et al.* 2005, Beheler *et al.* 2005) zuzüglich zweier Geschlechtsmarker (Dallas *et al.* 2000, Hedmark *et al.* 2004) genotypisiert (Tab. 3.2). Unter Verwendung des Programms *GENEMARKER v3.0.1* (Softgenetics) wurden die Mikrosatelliten-Rohdaten ausgewertet und die gefundenen Allele bestimmt. Zur Vermeidung von Genotypisierungsfehlern wurde nach dem allgemein anerkannten Multiple Tubes-Prinzip (nach Navidi *et al.* 1992, Taberlet *et al.* 1996) jede Probe 3-18fach repliziert und Konsensusgenotypen erstellt. Diese wurden nach folgenden Regeln gebildet (nach Koelewijn *et al.* 2010, geringfügig modifiziert):

- i) 3 bis maximal 18 Replikate mit jeweils nur einem gefunden Allel, welches mindestens dreimal vorhanden sein muss, werden als homozygoter Locus akzeptiert
- ii) ein heterozygot akzeptierter Locus setzt voraus, dass beide Allele mindestens zweimal in 3-18 Replikaten vorhanden sind
- iii) kommt ein zweites Allel innerhalb von 6-18 Replikaten nur einmal vor, wird es nicht akzeptiert und der Locus als homozygot gewertet.

Anschliessend wurden zur Erstellung des Datensatzes Individuen in folgender Reihenfolge festgelegt:

- iv) Konsensusgenotypen mit hoher Übereinstimmung zwischen den Replikaten und kompletten Genotypen aus 21 Markern
- v) Konsensusgenotypen mit hoher Übereinstimmung zwischen den Replikaten und geringfügiger Anzahl fehlender Loci
- vi) Konsensusgenotypen mit wenigstens 13 vorhandenen Loci (erstellt auf Basis der Regeln i, ii und iii) wurden Individuen, die über iv) und v) ermittelt wurden, zugeordnet. Die Verwendung von 13 Loci als Mindestanzahl für eine sichere Zuordnung ist ein für diese Studie genutzter konservativer Richtwert, welcher auf Berechnungen der PID (Probability of identity) und PIDsib (Probability of identity between siblings) aus anderen eigenen Studien mit demselben Markersset basiert (u.a. Cocchiararo et al., 2021 und Kranz et al., 2022). Durch die geringe Anzahl an ermittelten Individuen in dieser Studie würde eine Berechnung der PID bzw. PIDsib nicht zu einem aussagekräftigen Wert führen.

Konsensusgenotypen, die den oben genannten Kriterien nicht entsprachen, wurden verworfen.

Losungsproben, die kein genetisches Profil ergaben, wurden zur Überprüfung der Artzugehörigkeit einer Artbestimmung mittels PCR (Polymeraseketten-Reaktion) unterzogen. Hierzu wurde ein Fragment der mitochondrialen Kontrollregion unter Verwendung der Primerkombination L15995 (5'-3' CTCCACTATCAGCACCCAAAG) und H16498 (5'-3' CCTGAAGTAAGAACCAGATG) (Pun *et al.* 2009) amplifiziert und auf einem ABI 3730 Genetic Analyzer (ThermoFisher Scientific) sequenziert. Die erhaltenen Sequenzen wurden mittels der Programme ABI Sequence Scanner (Thermo Fisher Scientific) und Bioedit (Hall 1999) analysiert und mit der NCBI Genbank (www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank) abgeglichen. Ferner wurde für die vom Fischotter stammenden Sequenzen der Haplotyp (ein spezifisches Sequenzmuster der mitochondrialen DNA) über einen Abgleich mit den Sequenzdaten aus einer rezenten Studie zur genetischen Struktur des Fischotters in Europa ermittelt (Mucci et al., 2010).

3.4. Analyse der Verwandtschaftsverhältnisse

Die ermittelten Konsensusgenotypen jedes Individuums wurden zur weiteren Verringerung von Genotypisierungsfehlern miteinander abgeglichen und auf potentielle Unstimmigkeiten hin überprüft. Alle individuellen DNA-Profile wurden anschliessend mittels der Analyseprogramme Colony (Jones und Wang 2009) und ML Relate (Kalinowski *et al.* 2006) auf Eltern-Kind- und Vollgeschwisterbeziehungen untersucht. Die individuellen Genotypen wurden zusätzlich per Hand auf Verwandtschaften überprüft. Dieses Verfahren der mehrfachen Überprüfung mit Hilfe unterschiedlicher Programme, wie auch per Hand, ist nach unserer Erfahrung aus zahlreichen ähnlichen Projekten gut bewährt und führt zu besseren Ergebnissen als sich auf den Output eines einzigen Software Programms zu verlassen. Gefundene Verwandtschaften mittels Analyseprogrammen zwischen Individuen in Freilandstudien unterliegen einer gewissen Unsicherheit (Walling *et al.* 2010). Die Tendenz der Programme geht erfahrungsgemäss eher in die Richtung, mehr Verwandtschaften zu finden, als tatsächlich vorliegen oder die Kategorie falsch zuzuordnen. Im Umkehrschluss ist das Ergebnis über keine vorliegende Verwandtschaft als ziemlich sicher zu betrachten.

Per Auge und unter Verwendung der Metadaten geprüfte Verwandtschaftsverhältnisse, welche mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit genau in gezeigter Konstellation vorliegen, sind in Abb. 4.1 gezeigt und mit dem *pedigree tool* von Progeny Genetics (<https://www.progenygenetics.com/online-pedigree/>) visualisiert worden.

Tabelle 3.2: Verwendete Mikrosatelliten-Marker zur genetischen Analyse des Fischottervorkommens

Name	Primersequenzen	Motiv	Referenz
Lut435	TGAAGCCCAGCTTGGTACTTC	(CA) ₂₉	Dallas <i>et al.</i> 1998
	ACAGACAGTATCCAAGGGACCTG		
Lut453	AGTGCTTTGACTTGGTAATGG	(CA) ₂₆	Dallas <i>et al.</i> 1998
	AGACTGAAAGCTCTGTGAGGTC		
Lut604	TATGATCCTGGTAGATTAACTTTGTG	(CA) ₂₆	Dallas <i>et al.</i> 1998
	TTTCAACAATTTCATGCTGGAAC		
Lut615	TGCAAAATTAGGCATTTATTCC	(CA) ₂₇	Dallas <i>et al.</i> 1998
	ATTCTCTTTTGCCCTTTGCTTC		
Lu701	GGAAACTGTTAAAGGAGCTCACC	(GATA) ₁₁ GAA(GATA) ₂ GAA(GATA) ₄	Dallas <i>et al.</i> 1998
	CAGTGTTTCATAAGGATGCTCCTAC		
Lu715	TTACAATAGCCAAGATATGGAC	(GATA) ₆ GAT(GATA) ₇ GAT(GATA)	Dallas <i>et al.</i> 1998
	TGGCATAATATCCTTTCTCATGG		
Lu717	TGTTGCCTTCAGAGTCCTGTG	(GATA) ₁₂	Dallas <i>et al.</i> 1998
	GTCAGGCATTGTAACATATTCTCAG		
Lu733	GATCTCATTTTAAATGTTCTTACCAC	(GATA) ₄ GAT(GATA) ₁₂	Dallas <i>et al.</i> 1998
	TGGTTCTCTGCAGGATCTG		
Lut782	GAGATATCACTAAGCAATACACGATG	(GATA) ₆ GAT(GATA) ₁₀	Dallas <i>et al.</i> 1998
	ACAAAGACTGAGCAAAACAAGC		
Lu818	AAGGATGTGAAACAGCATTG	(GATA) ₁₁	Dallas <i>et al.</i> 1998
	CCATTTTATACATAAATCGGAT		
Lu832	TGATACTTTCTACCCAGGTGTC	(GATA) ₁₁	Dallas <i>et al.</i> 1998
	TCCTTAGCATTATCTTATTACCAC		
Lu833	CAATATCCTTTGGACAGTCAG	(GATA) ₁₅	Dallas <i>et al.</i> 1998
	GAAGTTATCTAATTGGCAGTGG		
Lut902	CAGGAGTGAATGTAAAGAGTTGG	-	Dallas <i>et al.</i> 1999
	CTTCACACCATTTCAGACC		
OT04	AACTCTGACTCTGGGTGGAGGTGTT	(GAAA) ₁₆	Huang <i>et al.</i> 2005
	GCCTGGGAGGCAGCATGATTAGT		
OT05	TGGAGAAAAGCATTATCTTACTG	(GAAA) ₁₄	Huang <i>et al.</i> 2005
	ATTCAGGGAGGCAGGAGAGC		
OT07	CACAGTGAAGGGTGACCAGATCACC	(GAAA) ₁₂ GAAGG(GAAA) ₉	Huang <i>et al.</i> 2005
	CCACCTCATCCAAATGATCCTCT		
OT14	GGTCCAAGTCCAAGCCTGCCT	(GAAA) ₁₃	Huang <i>et al.</i> 2005
	TTCATATTCTTCAGGTGAATCCCAT		
OT17	ATCAGGTATGAGGATACATTACCT	(GAAA) ₁₃	Huang <i>et al.</i> 2005
	TGCAACCTACTTCTATATGAATTT		
OT19	ATAGGTCTCTCAGCACGGTGTCT	(GAAA) ₁₂	Huang <i>et al.</i> 2005
	TTAAATCCACATCTGTGACTCTGCA		
OT22	CTATCTGACCATTGTCCCATGA	(GAAA) ₁₆	Huang <i>et al.</i> 2005
	ACCCATGTAGGGTGCCATGCT		
RI18	TTCCATTGTCTCTTGGCTTG	(CT) ₆ (CTAT) ₁₄	Beheler <i>et al.</i> 2005
	CCCTCTCCACACTTGTGCTC		
SRYOtter	GAATCCCCAAATGCAAACTC	{Geschlechtsbestimmung}	Dallas <i>et al.</i> 2000
	GGCTTCTGTAAGCATTTTCCAC		
DBY7-Ggu	GACAAATATTAGTTGGGACC	{Geschlechtsbestimmung}	Hedmark <i>et al.</i> 2004
	CTGCTCATGCTCTCTTAAAT		

4. Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der genetischen Analyse

Von den 32 gesammelten Losungsproben wurden mittels der genetischen Analysen 31 dem Fischotter zugewiesen. Eine Probe ergab weder ein Mikrosatellitenprofil noch eine mitochondriale Sequenz. Die hohe Erfolgsrate bei der mitochondrialen Artbestimmung (31 von 32; 96,8 %) zeigt, dass die Sammlung der Fischotterlosungen mit einer hohen Trefferquote durchgeführt wurde. Die Individualisierung per Mikrosatellitenanalyse gelang bei 16 der 32 Losungsproben (50 %). Aus den 16 ermittelten genetischen Profilen wurden insgesamt vier Individuen identifiziert. Darunter befanden sich drei Männchen und ein Weibchen. Alle besitzen den gleichen Haplotyp (Haplotyp 12 nach Mucci et al., 2010). Der Haplotyp 12 kommt in unseren internen Referenzproben (>2500 Proben) in Süd-Deutschland, Tschechien sowie Österreich vor.

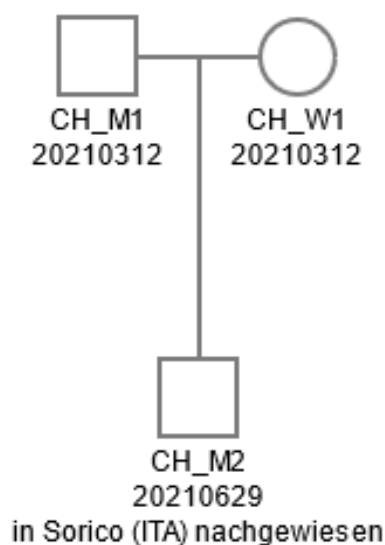


Abb. 4.1 Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den genetisch identifizierten Otter-Individuen. „M“ bzw. Viereck bezeichnet Männchen, „W“ bzw. Kreis Weibchen. Das Datum gibt den ersten genetischen Nachweis an (über das Sammeldatum der Losungen).

Drei Individuen wurden anhand der Profile aus 21 Markern als Eltern (CH_M1, CH_W1) und Kind (CH_M2) identifiziert. Diese Konstellation liegt nach unserer Einschätzung mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit vor, da nach den Mendelschen Regeln in keinem der 21 Loci ein Widerspruch der Elternschaft von CH_M1 und CH_W1 zu CH_M2 besteht. Durch die Erfahrung von Verwandtschaftsanalysen in anderen Projekten mit weitaus grösseren Fischotterpopulationen und unter Anbetracht der Allelfrequenzen eigener Referenzdaten unterschiedlicher Fischotterpopulationen in Mitteleuropa (Tschechien, Österreich, komplettes deutsches Verbreitungsgebiet, Niederlande, Dänemark; insgesamt über 600 Referenzproben bzw. Individuen) wird die hier gefundene Verwandtschaftskonstellation in erster Linie nicht als Zufall bewertet, auch wenn sich ein Zufall nicht vollständig ausschliessen lässt (also, dass CH_M1 und CH_F1 -trotz perfektem Match über 21 Loci hinweg- nicht die Eltern von CH_M2 sind). Das vierte Individuum CH_M3 wird von den Analyseprogrammen nicht als nah verwandt (Elter/Kind oder Vollgeschwister) zu den drei anderen Individuen eingeordnet. Die geographische Zuordnung und Interpretation folgt in den nachfolgenden Kapiteln.

4.2 Nachweise und Lebensraum im Februar 2021

Die Erhebung Mitte Februar wies typische winterliche Bedingungen auf. Die Seen waren mit Eis bedeckt und der Otter hatte dort keinen Zugang zum Wasser. Auch die Altarme und Seen waren fest zugefroren. Der Inn war abgesehen von kurzen Strecken eisfrei. Die Ufer des Inn waren ausserhalb des Einflussbereiches des Schwallbetriebes mit einer hohen, festen Schneelage bedeckt. Die Kanäle waren teilweise offen, der Zugang zum Wasser war für den Otter prinzipiell möglich, allerdings waren Bereiche zwischen den offenen Stellen mit tiefem Schnee bedeckt.

Diese Erhebung konzentrierte sich daher auf jene Bereiche, in denen der Otter Zugang zum Wasser hatte. Im Bereich oberhalb von St. Moritz (TR1) lag der Fokus auf den Fliessstrecken des Inn zwischen den Seen. Zwischen Celerina und S-chanf (TR2) lag der Fokus im oberen Bereich bis La Punt. In TR3, das ja ausserhalb des beauftragten Untersuchungsgebietes gelegen ist, wurde der Inn in drei zugänglichen und in Hinblick auf Lawinen ungefährlichen Bereichen untersucht. [Tabelle 4.1](#) zeigt, welche Uferlängen in den unterschiedlichen Habitaten untersucht worden sind.

Im TR1 konnten 32 Losungen primär unter Brücken gefunden werden ([Tab. 4.2](#)). Es handelte sich um zum Teil sehr alte Losungen, nach Einschätzung mehrere Wochen alt. Unter den Brücken sind Losungen vor Erosion gut geschützt. Dennoch ist davon auszugehen, dass all die Nachweise aus dem Winter stammten. Trotz des hohen Alters der Proben konnte das Männchen CH_M1 nachgewiesen werden. Im TR2 wurden deutlich mehr Losungen abseits von Brücken gefunden; hier konnte das Weibchen CH_W1 nachgewiesen werden. Im TR3 gelang kein Nachweis. [Abb. 4.2](#) zeigt Losungsfundplätze abseits von Brücken. [Abb. 4.3](#) bis [Abb. 4.6](#) zeigt die Fundpunkte und die abgesuchten Strecken.

Die genetischen Analysen der im Februar gefundenen Nachweise ergaben die Präsenz des Männchens CH_M1, das im TR1 und TR2 nachweisbar war sowie des Weibchens CH_W1, das im TR2 nachweisbar war.

Tab. 4.1 Abgesuchte Strecken in den Teilräumen und Habitaten im Februar 2021

	Lebensraum	Uferlänge (m)
TR1 oberhalb St. Moritz	Inn	2.600
	Seen	1.100
	Zuflüsse aus den Bergen	0
TR2 Celerina bis S-chanf	Inn	14.600
	Altarme & Talseen	2.800
	Fliessgewässer im Talboden	4.000
	Zuflüsse aus den Bergen	0
TR3 Schlucht unterhalb S-chanf	Inn	1.400
	Zuflüsse aus den Bergen	0
Summe		26.500

Tab. 4.2 Losungsfunde in den Teilräumen im Februar 2021 (* tatsächliche Markierplätze)

	Stellen*	davon Brücken	Losungen	davon alt	davon mittelalt	davon frisch
TR1	7	6	32	32	0	0
TR2	19	8	18	16	1	1
TR3	0	0	0	0	0	0



Abb. 4.2 Fundstellen im TR1 (oben) und TR2 (rechts)



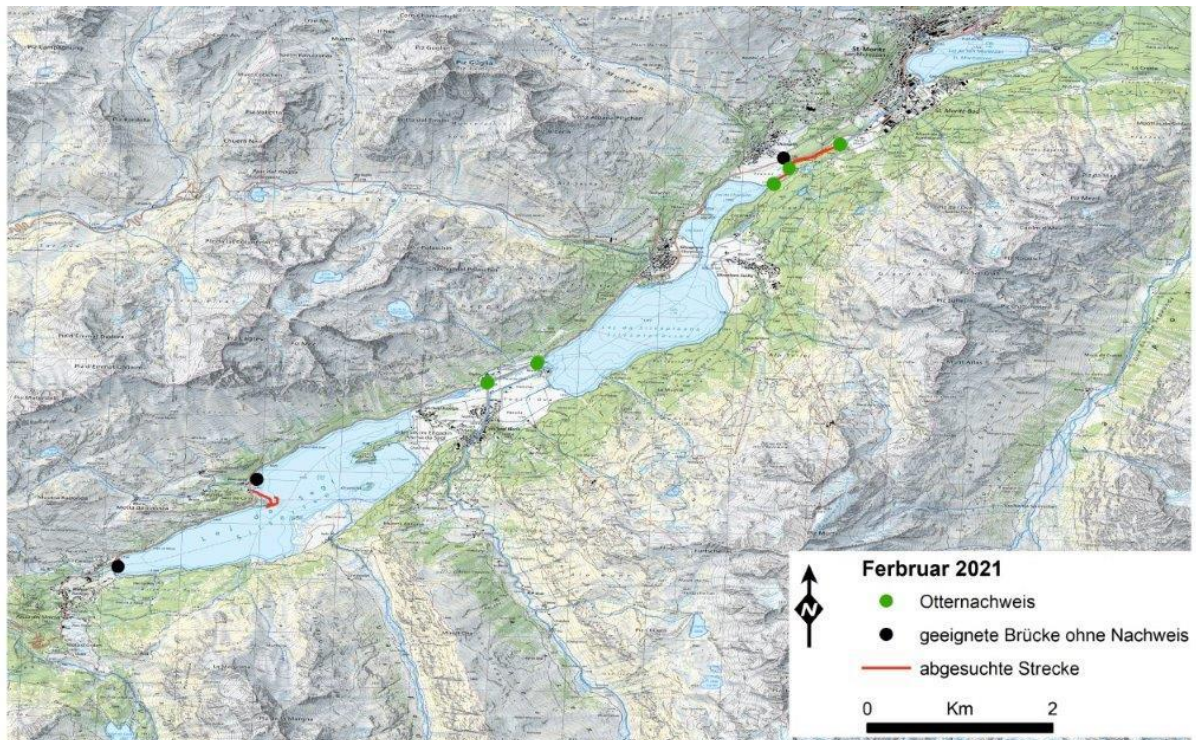


Abb. 4. 3 Abgesuchte Strecken und Otternachweise im Oberlauf (TR1)

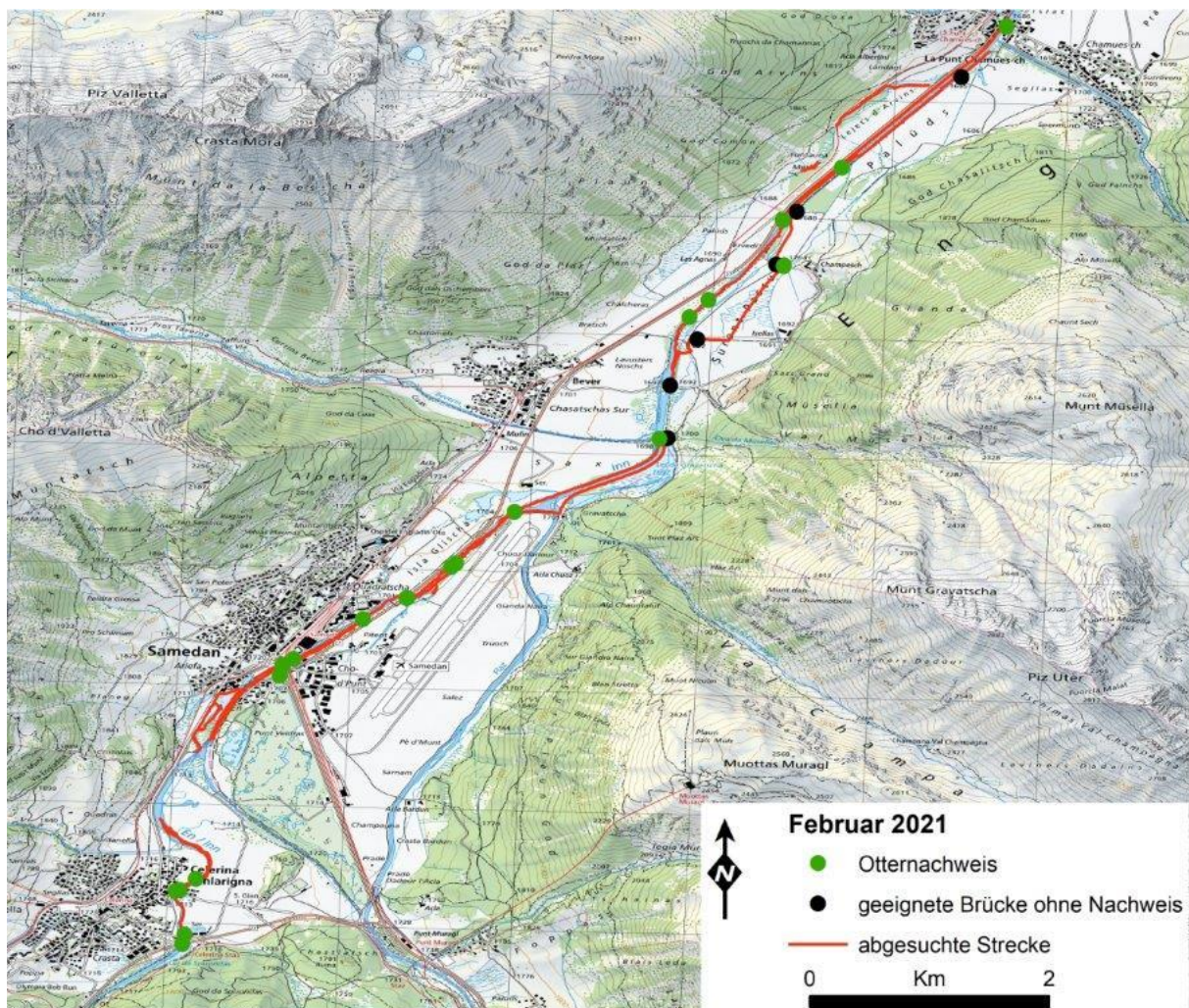


Abb. 4. 4 Abgesuchte Strecken und Otternachweise im oberen Bereich des Mittellaufes (TR2)

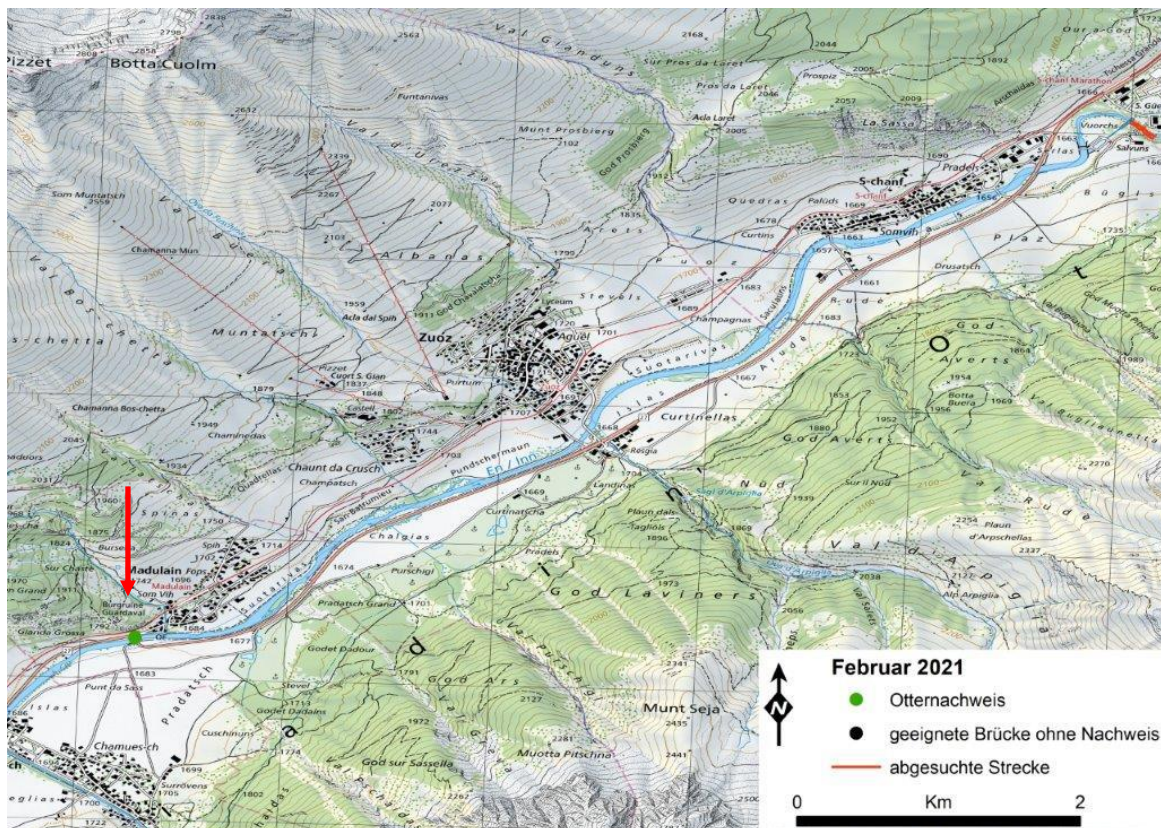


Abb. 4.5 Abgesuchte Strecken und Otternachweise im unteren Bereich des Mittellaufes (TR2): es wurde nur eine Brücke (roter Pfeil) kontrolliert; der rote Strich im Nordosten markiert das untere Ende des TR2.

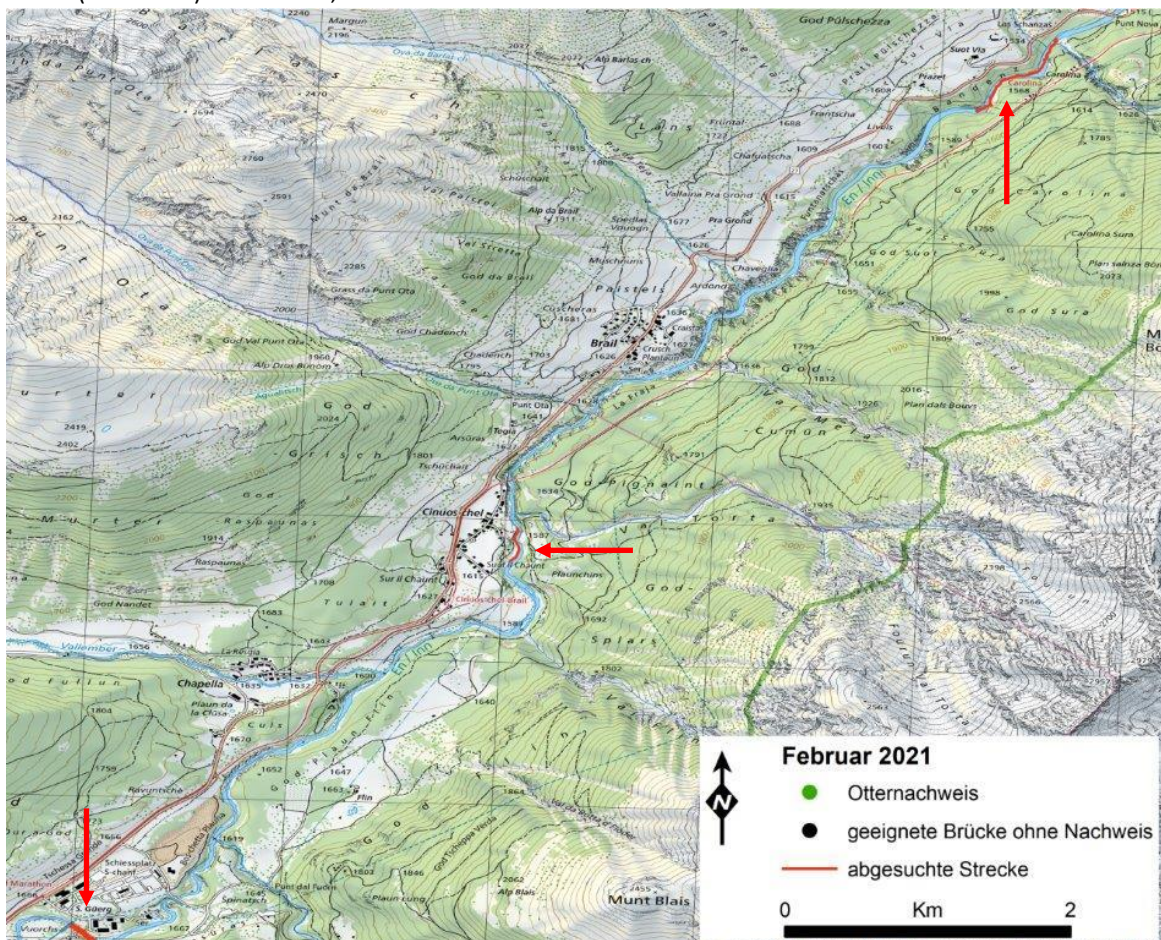


Abb. 4.6 Abgesuchte Strecken im Unterlauf (TR3)

Die Nachweiskarte für den Winter 2020/2021 (Abb. 4.7) beinhaltet alle Fundpunkte des AJF und jene der Februarerhebung (AK & LP). Hier sind also alle Nachweise zwischen 1. Dezember 2020 und 28. Februar 2021 enthalten.

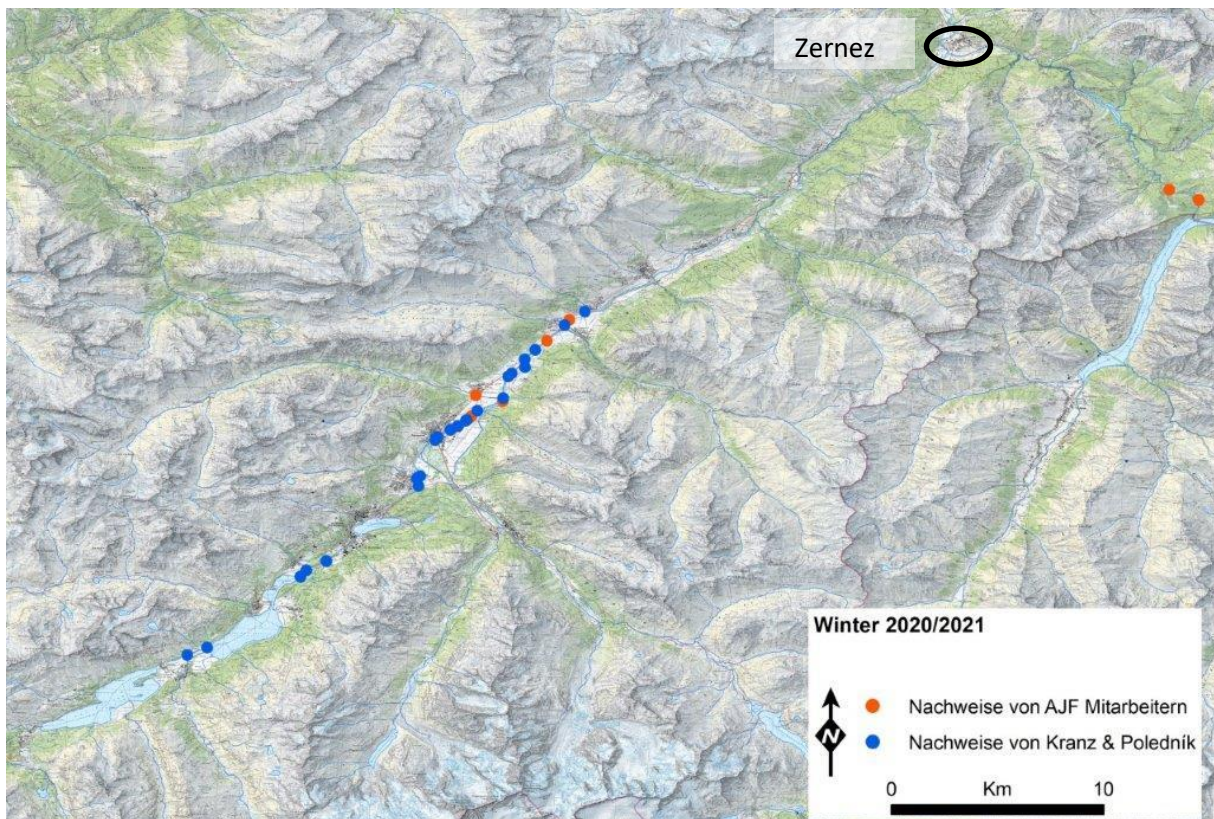


Abb. 4.7 Nachweiskarte vom Winter 2020/2021 (das Gebiet ist etwas grösser gefasst, um auch zwei Nachweise im Spöltal oberhalb Zernez zu dokumentieren).

4.3 Nachweise und Lebensraum im Mai 2021

Die Erhebung Anfang Mai erfasste jenen Zeitpunkt, als die grossen Talseen im TR1 nur noch teilweise mit Eis bedeckt waren und der Otter bereits überall Zugang zum Wasser hatte. Abgesehen von Schattenlagen war der Schnee geschmolzen. Die Stillgewässer und Fliessgewässer im Tal waren alle eisfrei. Der Laichbetrieb der Äsche war im Inn oberhalb vom Silser See im vollen Gange, ebenso bei Samedan und beim Gravatscha See bei Bever. Die Laichaktivität der Frösche in diversen Nebengewässern war bereits abgeschlossen. [Tabelle 4.3](#) zeigt wiederum die abgesuchten Strecken und [Tabelle 4.4](#) die Nachweise in den Teilräumen. In den [Abb. 4.8](#) bis [Abb. 4.11](#) werden die Ergebnisse kartographisch gezeigt; alle Nachweispunkte des Frühlings (März, April und Mai) zeigt [Abb. 4.12](#).

Im Mai wurde im TR1 das besonders erfolgversprechende Stück des Inn (Zwangswechsel, markante Markiersteine, gut geeignete Brücken, Laichplatz der Äschen) unmittelbar unterhalb des Champfer Sees kontrolliert, aber es wurden dort auch unter der gut geeigneten Brücke keine Losungen gefunden. An den beiden gut geeigneten Brücken zwischen Silser und Silvaplana See gab es ebenfalls keine Hinweise. Die einzigen drei Nachweise dieses Teilraumes fanden sich unter der Brücke beim Ausfluss des St. Moritzer Sees und der dort befindlichen Fischleiter. Auf Grund der offensichtlichen Abwesenheit des Otters im TR1 lag der Fokus der Erhebungen auf TR2 und TR3.

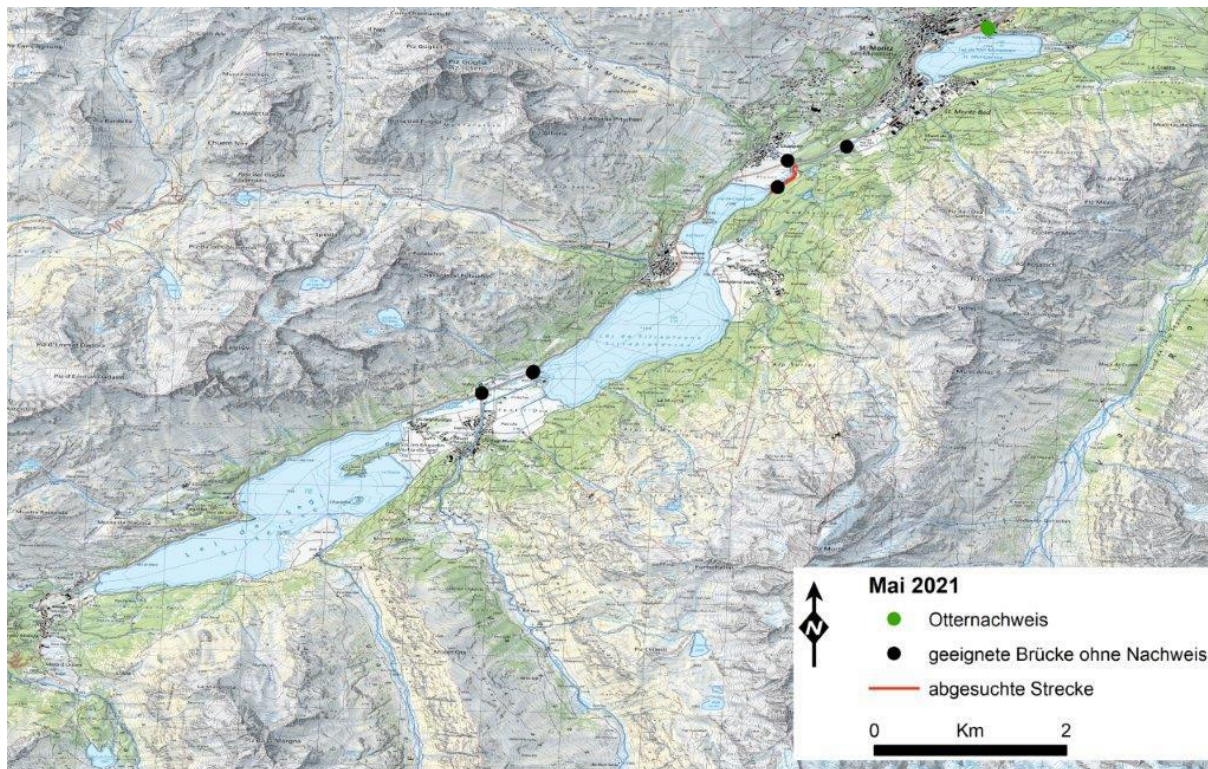
Im TR2 konnten an 24 Stellen immerhin 48 Losungen gefunden werden. In der Schluchtstrecke (TR3) wurden an 12 Stellen 21 Losungen gefunden. Die genetischen Analysen von sechs ausgewählten Losungen ergaben hier die Präsenz des Weibchens CH_W1, das während der Erhebung im Mai nur im TR3 nachweisbar war.

Tab. 4.3 Abgesuchte Strecken in den Teilräumen und Habitaten im Mai 2021

	Lebensraum	Uferlänge (m)
TR1 oberhalb St. Moritz	Inn	700
	Seen	0
	Zuflüsse aus den Bergen	0
TR2 Celerina bis S-chanf	Inn	15.400
	Altarme & Talseen	8.200
	Fliessgewässer im Talboden	12.100
	Zuflüsse aus den Bergen	0
TR3 Schlucht unterhalb S-chanf	Inn	5.400
	Zuflüsse aus den Bergen	1.800
Summe		43.600

Tab. 4.4 Lösungsfunde in den Teilräumen im Mai 2021 (*tatsächliche Markierplätze)

	Stellen*	davon Brücken	Lösungen	davon alt	davon mittelalt	davon frisch
TR1	2	1	3	3	0	0
TR2	24	5	48	47	1	0
TR3	12	0	21	14	3	4

**Abb. 4. 8** Abgesuchte Strecken und Otternachweise im Oberlauf (TR1)

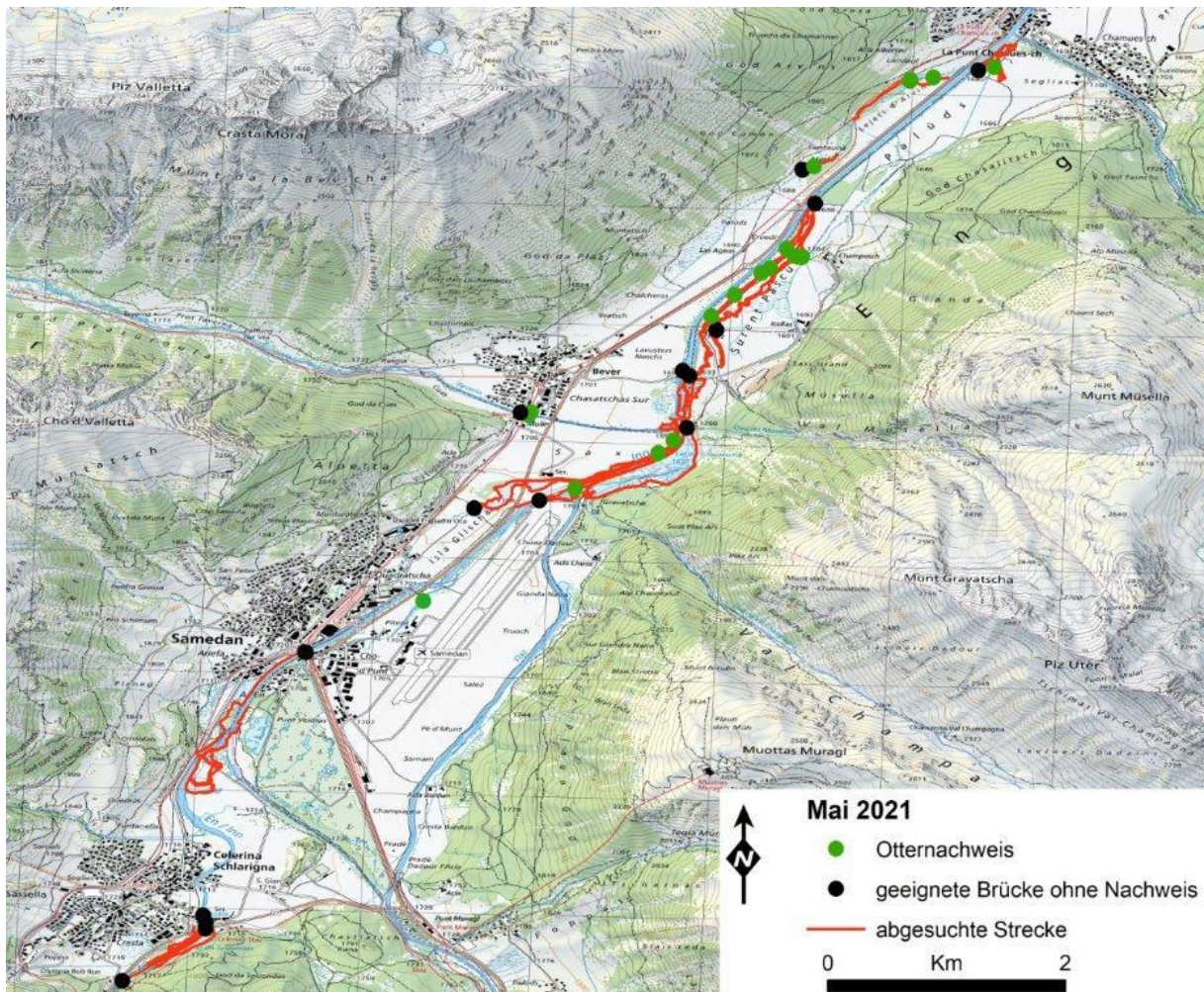


Abb. 4. 9 Abgesuchte Strecken und Otternachweise im oberen Bereich des Mittellaufes (TR2)

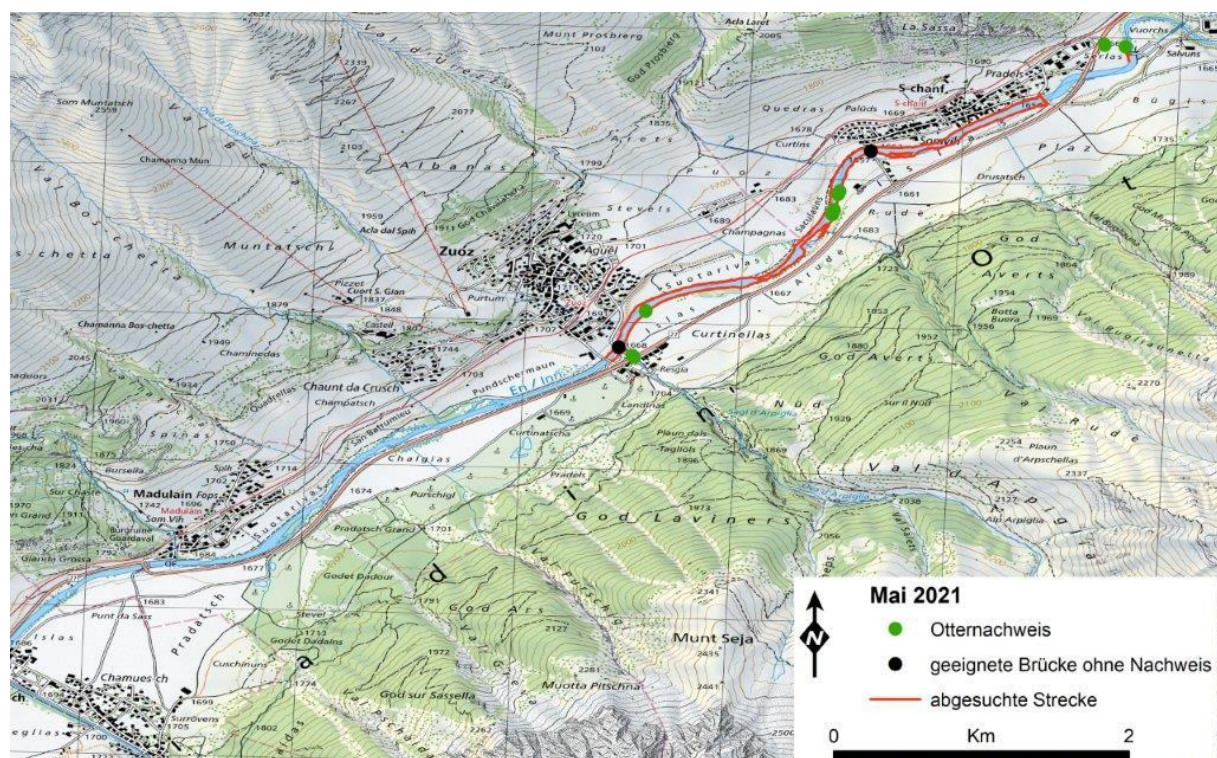


Abb. 4. 10 Abgesuchte Strecken und Otternachweise im unteren Bereich des Mittellaufes (TR2)

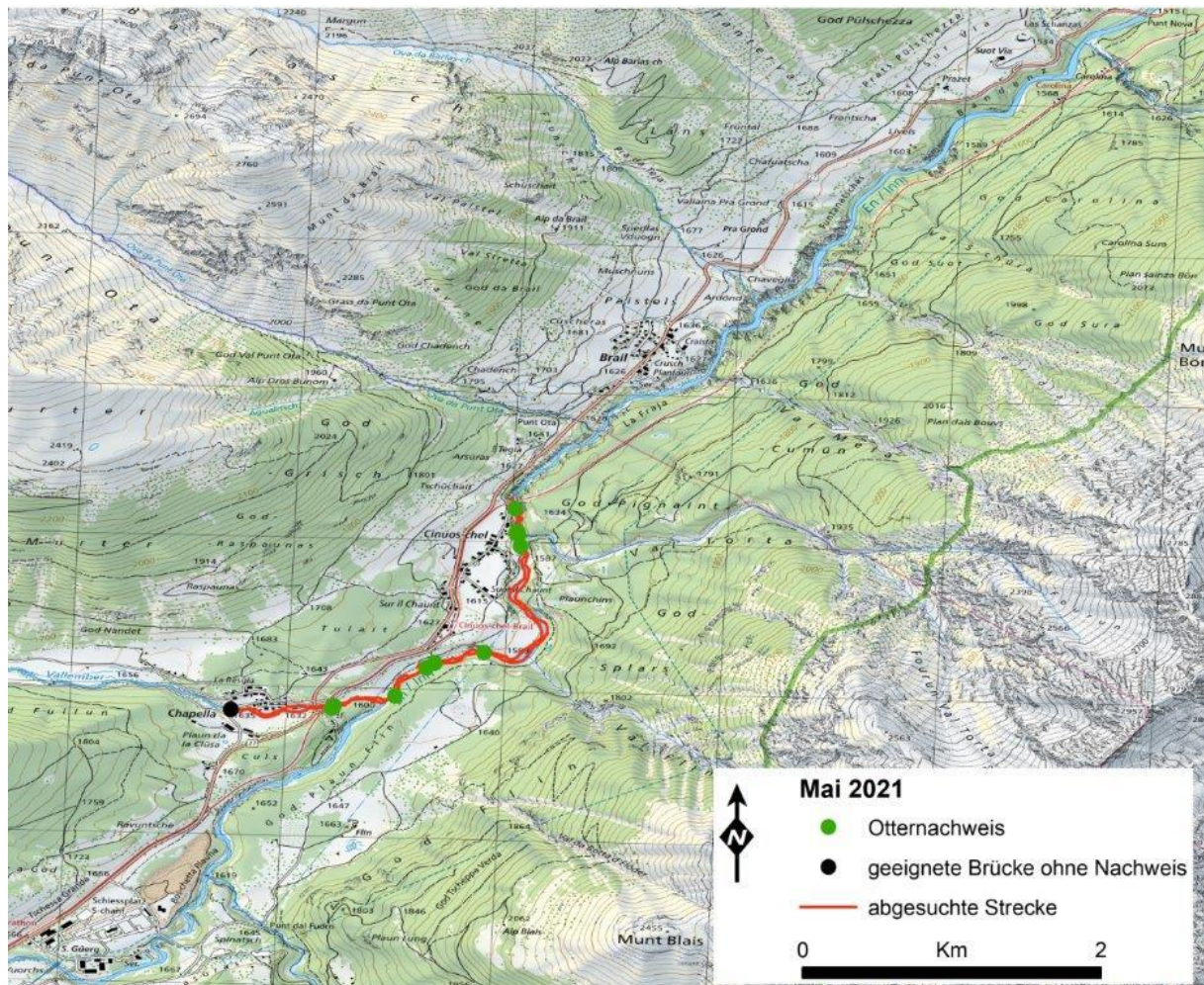


Abb. 4.11 Abgesuchte Strecken und Otternachweise im Unterlauf (TR3)

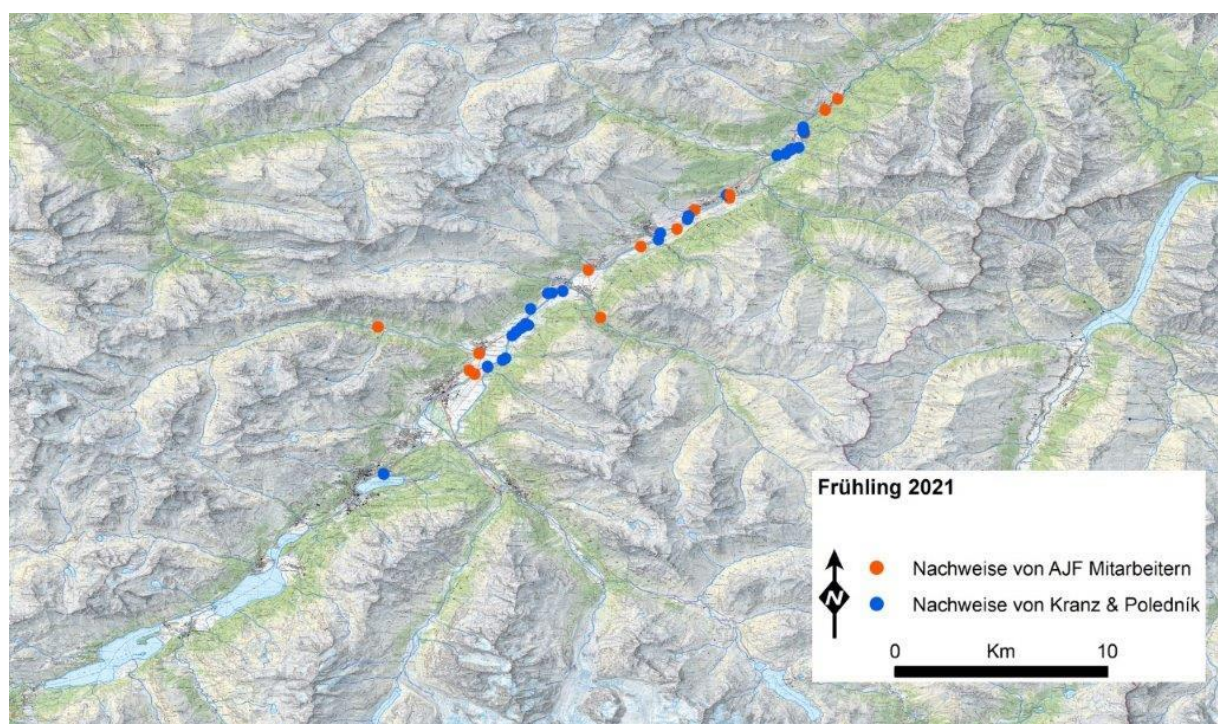


Abb. 4.12 Nachweiskarte vom gesamten Frühling (März, April, Mai 2021)

4.4 Nachweise und Lebensraum im Juni 2021

Diese Erhebung wurde ganz am Beginn des Sommers durchgeführt. Auf Grund der Schneeschmelze in den Hochlagen führten die grossen Zuflüsse Hochwasser. Im TR1 wurden erstmals erhebliche Längen der drei grossen Talseen auf Otternachweise abgesucht. Weiters wurden drei nahe gelegene Bergseen und deren Abflüsse ins Tal zur Gänze untersucht. Im TR2 wurden wie im Mai erhebliche Strecken am Inn und den Still- und Fliessgewässern im Talboden untersucht. Der Beverin hatte sich zu einem reissenden Wildbach verwandelt. Im TR3 konnte auf Grund der Wasserführung auch nur das linke Ufer des Inn untersucht werden. Die Kenndaten zum Suchaufwand, den Lösungsfunden und die entsprechenden Karten zeigen [Tabelle 4.5](#) und [Tabelle 4.6](#) sowie die [Abb. 4.13](#) bis [Abb. 4.17](#).

Im Oberlauf (TR1) konnten nur unter zwei Brücken Nachweise gefunden werden. Eine lag bei Maloja, am Einfluss des Inn in den Silser See, also ganz im Oberlauf dieses Teilraumes. Die drei untersuchten Bergseen ergaben keine Hinweise auf Otterpräsenz. Der Mittellauf (TR2) erbrachte wie auch im Mai deutlich mehr Nachweise als der Oberlauf. Trotz des hohen Wasserstandes am Beverin konnten dort frische Losungen gefunden werden. In der Schluchtstrecke konnten hingegen keine Otter nachgewiesen werden. Genetisch konnte bei dieser Erhebung Anfang Juni nur das Weibchen CH_W1 nachgewiesen werden. Die Probe stammte vom Zufluss Beverin.

Tab. 4.5 S Abgesuchte Strecken in den Teilräumen und Habitaten im Juni 2021

	Lebensraum	Uferlänge (m)
TR1 oberhalb St. Moritz	Inn	2.300
	Seen	10.200
	Zuflüsse aus den Bergen	4.100
TR2 Celerina bis S-chanf	Inn	9.200
	Altarme & Talseen	5.400
	Fliessgewässer im Talboden	13.000
	Zuflüsse aus den Bergen	400
TR3 Schlucht unterhalb S-chanf	Inn	1.300
	Zuflüsse aus den Bergen	500
Summe		46.400

Tab. 4.6 Lösungsfunde in den Teilräumen im Juni 2021 (*tatsächliche Markierplätze)

	Stellen*	davon Brücken	Losungen	davon alt	davon mittelalt	davon frisch
TR1	2	2	3	3	0	0
TR2	7	4	14	10	3	1
TR3	0	0	0	0	0	0

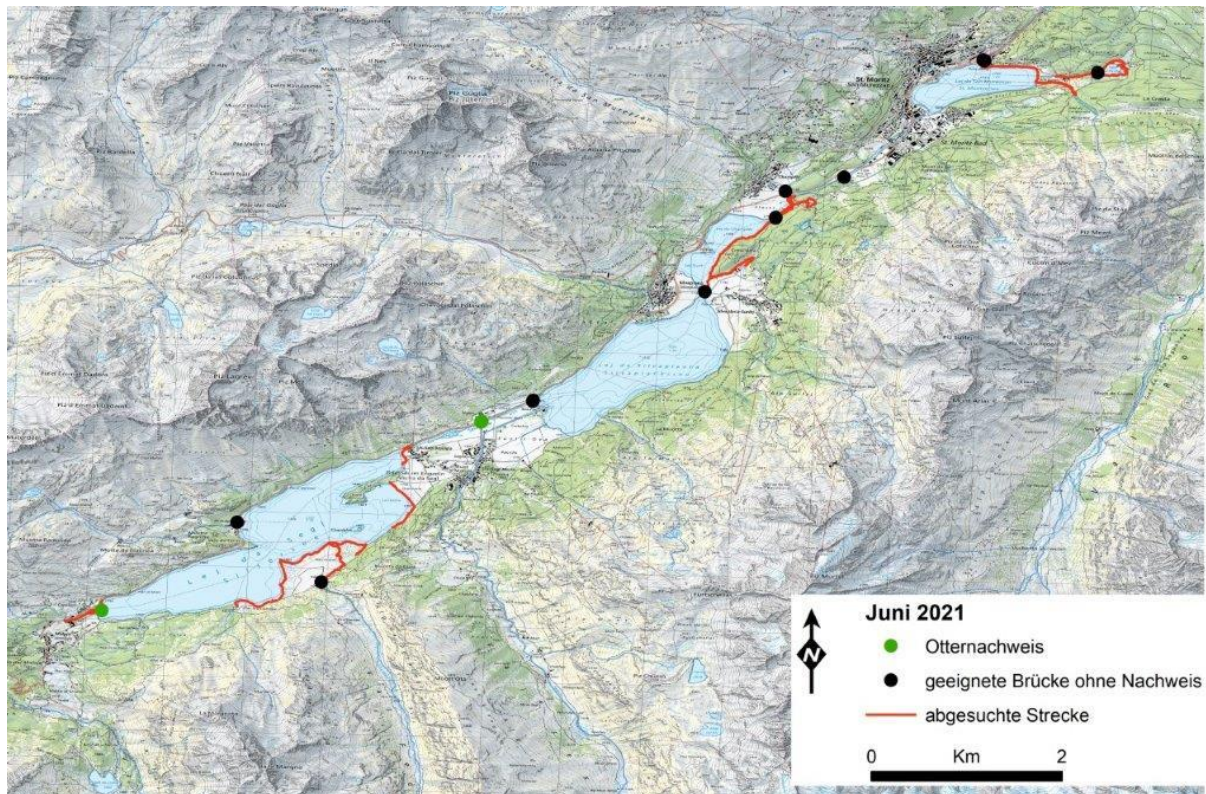


Abb. 4. 13 Abgesuchte Strecken und Otternachweise im Oberlauf (TR1)

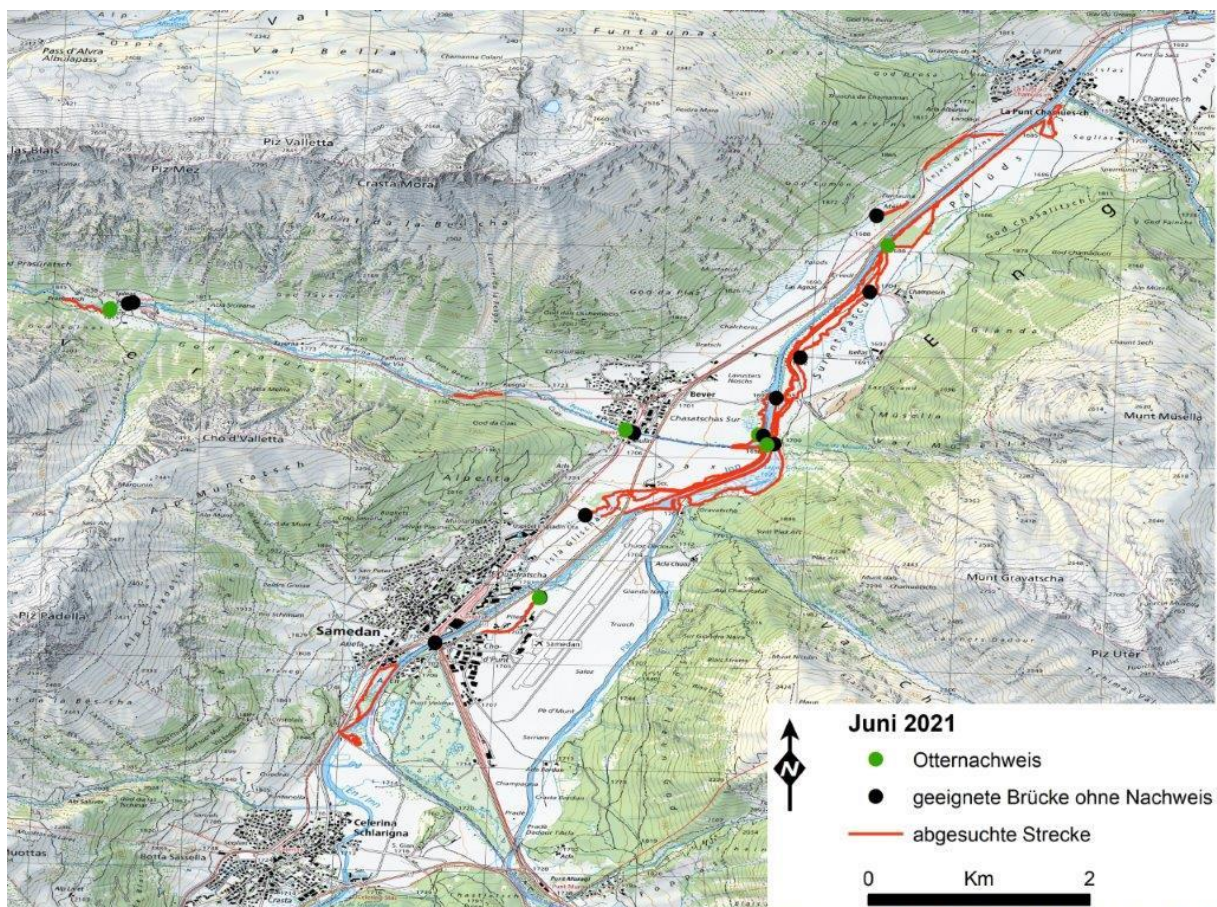


Abb. 4. 14 Abgesuchte Strecken und Otternachweise im oberen Bereich des Mittellaufes (TR2)

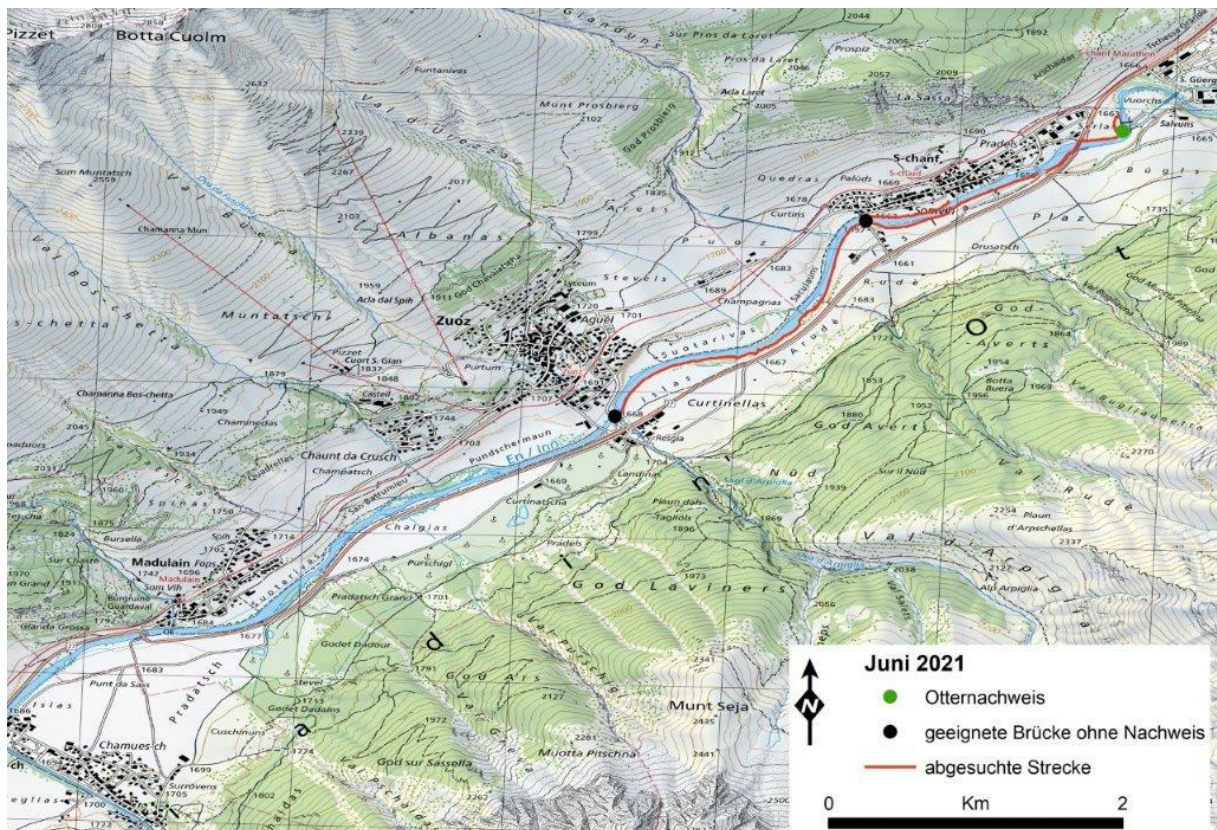


Abb. 4. 15 Abgesuchte Strecken und Otternachweise im unteren Bereich des Mittellaufes (TR2)

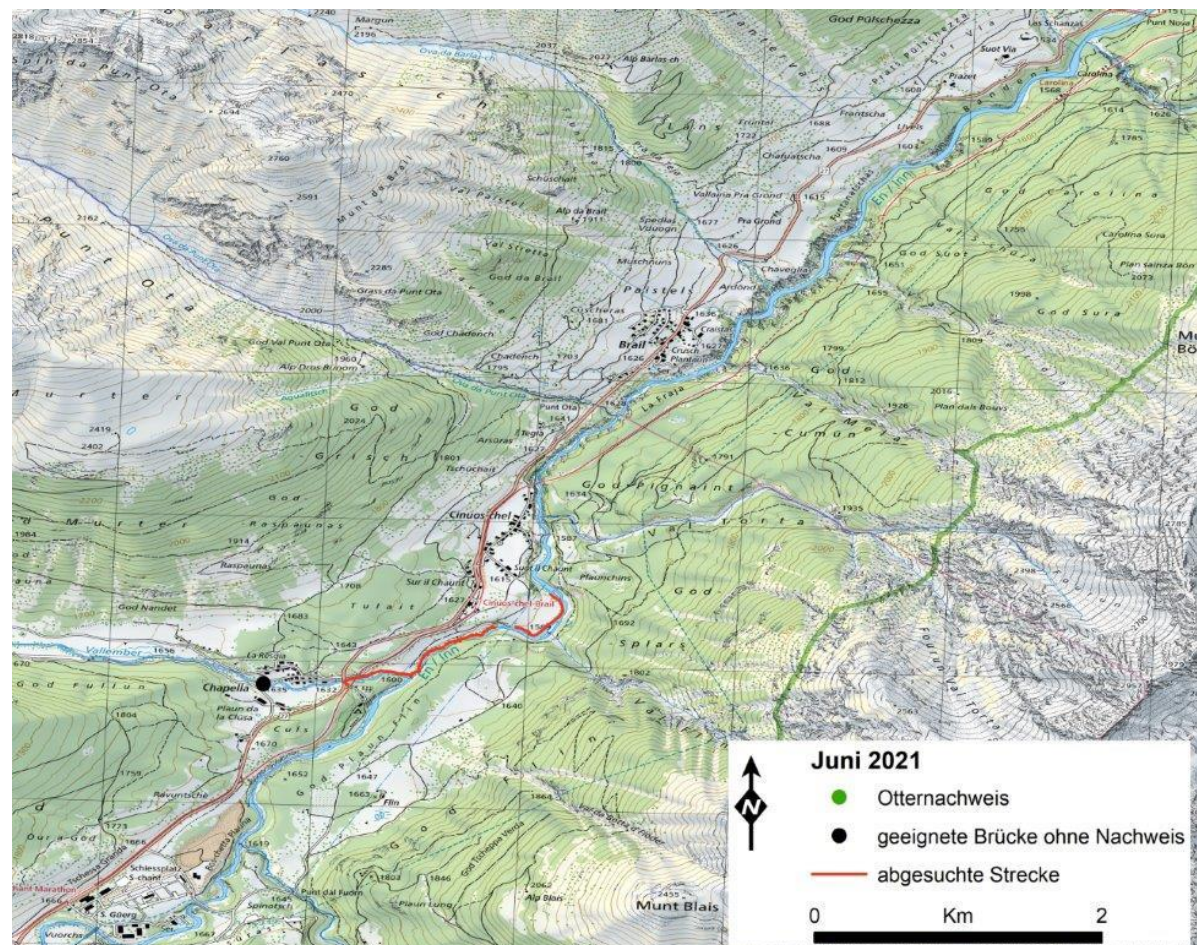


Abb. 4. 16 Abgesuchte Strecken im Unterlauf (TR3)

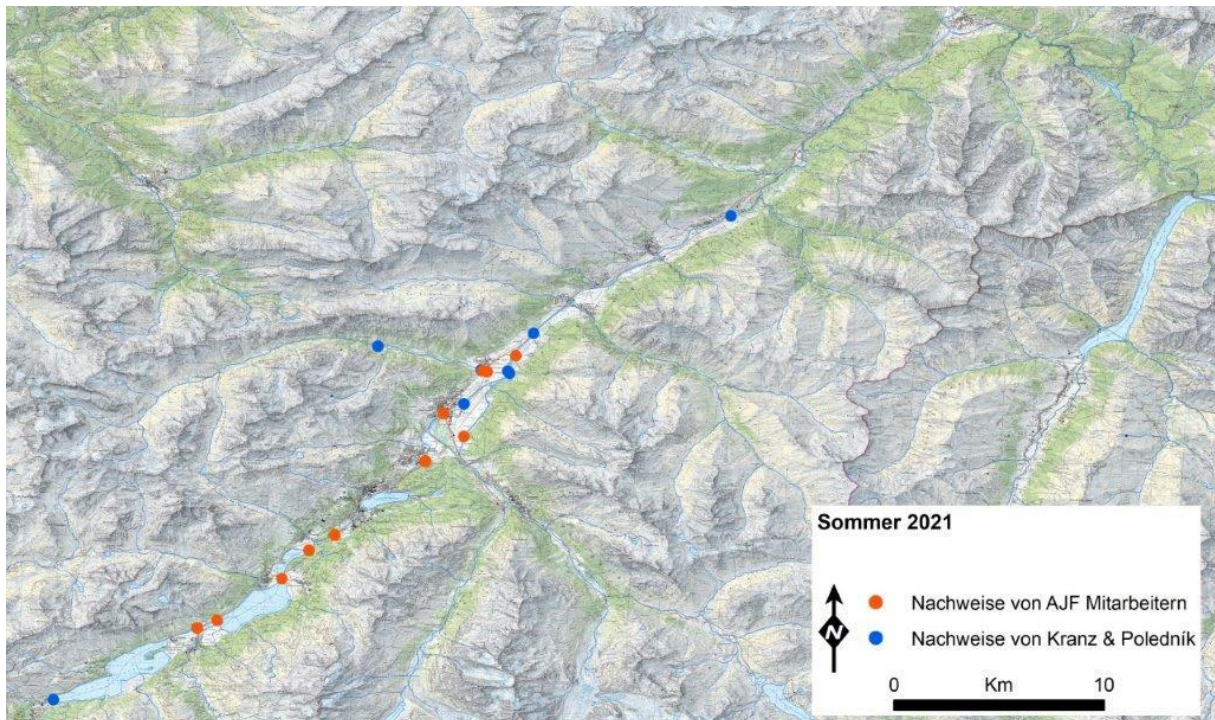


Abb. 4.17 Nachweiskarte vom gesamten Sommer (Juni, Juli, August 2021)

4.5 Nachweise und Lebensraum im November 2021

Die Herbsterberhebung wurde so gelegt, dass sie mit der Laichaktivität der Forellen zusammenfällt. Es sollte insbesondere geprüft werden, ob Otter auf dieses saisonal gestiegene, leicht zugängliche Nahrungsangebot reagieren. Durch Schneefall und Temperaturen deutlich unter null Grad in den beiden Wochen vor der Erhebung herrschten bereits frühwinterliche Bedingungen.

Im Oberlauf (TR1) wurden abweichend zu den früheren Erhebungen mehrere Zuflüsse (Abb. 4.18) zum Inn in den Silser und Silvaplana See mehrmals kontrolliert, da Forellen dorthin zum Laichen aufsteigen. Dieser Mehraufwand ist in Tab. 4.7 nicht mehrfach eingegangen. Im TR1 konnten nur unter zwei Brücken Otter nachgewiesen werden, beim Zufluss des Inn in den Silser See wurde knapp vor der Begehung ein toter Laichfisch, ein offensichtlicher Frassrest des Otters, vom AJF gefunden. Während dreier Tage konnte dort nirgends aktuelle Otteraktivität festgestellt werden. In TR2 wurden zwar an vergleichsweise wenigen Stellen, dafür aber relativ viele Losungen gefunden. Unter einer Brücke bei einem linksufrigen Altarm des Inn konnten 18 Losungen gefunden werden (Abb. 4.19). Die spezielle Kontrolle von Überwinterungsgebieten der Frösche an diversen Stillgewässern (Abb. 20) und Gräben brachte hingegen keine nennenswerten Hinweise auf Otterpräsenz. Im Unterlauf (TR3), der Schluchtstrecke, war es nicht zuletzt wegen der Schneelage nicht möglich nach Otterhinweisen zu suchen. Bei dieser Kartierung gelangen das erste Mal Nachweise in Form von Spuren im Schnee. Sie betrafen alle den TR2, zum einen auf einer verschneiten Schotterbank, zum anderen bei der Staumauer beim Inn-Kraftwerk in S-chanf. Zwischen La Punt und S-chanf wurden zwei brauchbare Losungen für die genetische Analyse gefunden. Über eine dieser Losungen konnte das bekannte Weibchen CH_W1 nachgewiesen werden. Bei S-chanf wurde eine dritte brauchbare Losung für die Genetik gefunden, bei der es sich um das Männchen CH_M3 handelte, welches vorher nur einmal, und zwar im Juni, westlich des Malojapasses bei Bondo (nahe Soglio) nachgewiesen wurde. CH_M3 hatte also zwischenzeitlich die Wasserscheide zwischen Mera im Westen und Inn im Osten gequert.

Tab. 4.7 Abgesuchte Strecken in den Teilräumen und Habitaten im November 2021

	Lebensraum	Uferlänge (m)
TR1 oberhalb St. Moritz	Inn	4.100
	Seen	3.600
	Zuflüsse aus den Bergen	500
TR2 Celerina bis S-chanf	Inn	8.500
	Altarme & Talseen	1.900
	Fliessgewässer im Talboden	4.000
	Zuflüsse aus den Bergen	300
TR3 Schlucht unterhalb S-chanf	Inn	0
	Zuflüsse aus den Bergen	0
Summe		22.900

Tab. 4.8 Losungsfunde in den Teilräumen im November 2021(*tatsächliche Markierplätze)

	Stellen*	davon Brücken	Losungen	davon alt	davon mittel	davon frisch
TR1	3	3	6	6	0	0
TR2	14	8	52	45	7	0
TR3	-	-	-	-	-	-



Abb. 4.18 Zuflüsse in den Silser See (links Inn rechts Ova da Mulin), in denen Forellen aus dem See laichen



Abb. 4.19 Kontrolle einer Brücke mit 18 Losungen an einem Altarm westlich von La Punt



Abb. 4.20 Kontrolle von Überwinterungsgebieten (TR2) von Fröschen, die für den Otter am Gewässergrund leichte Beute wären.

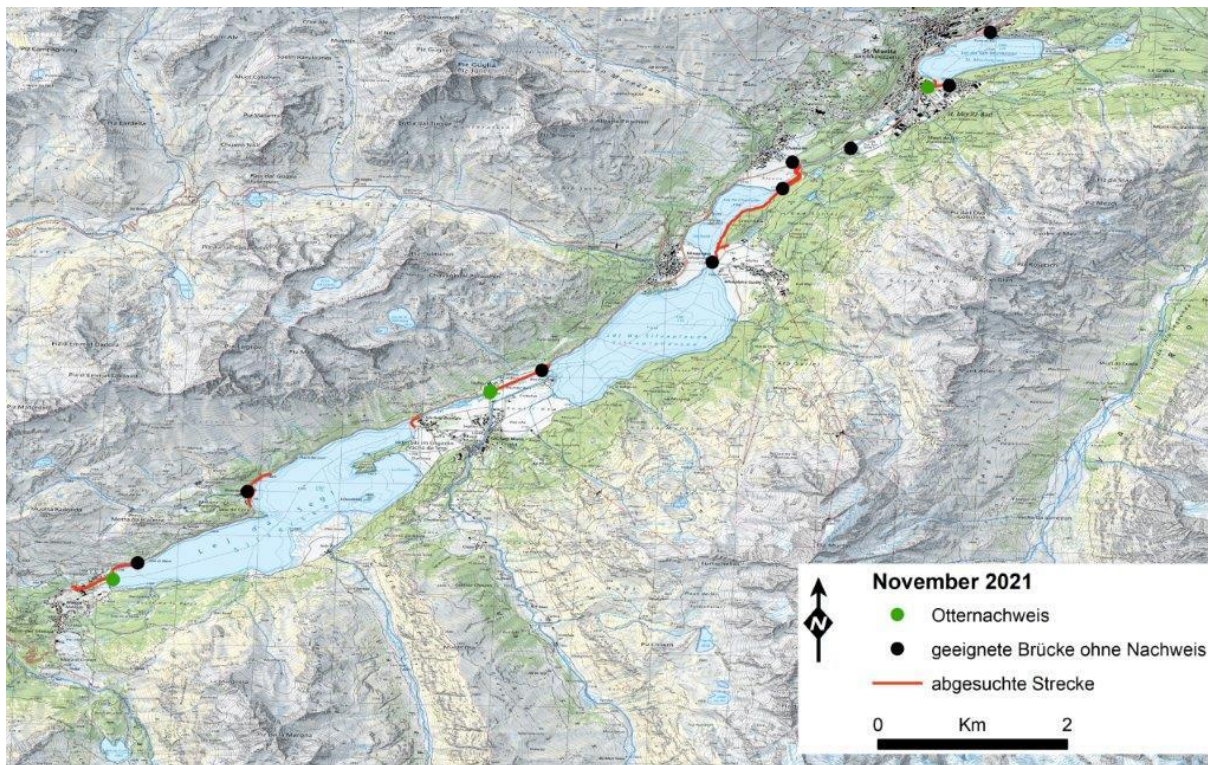


Abb. 4.21 Abgesuchte Strecken und Otternachweise im Oberlauf (TR1)

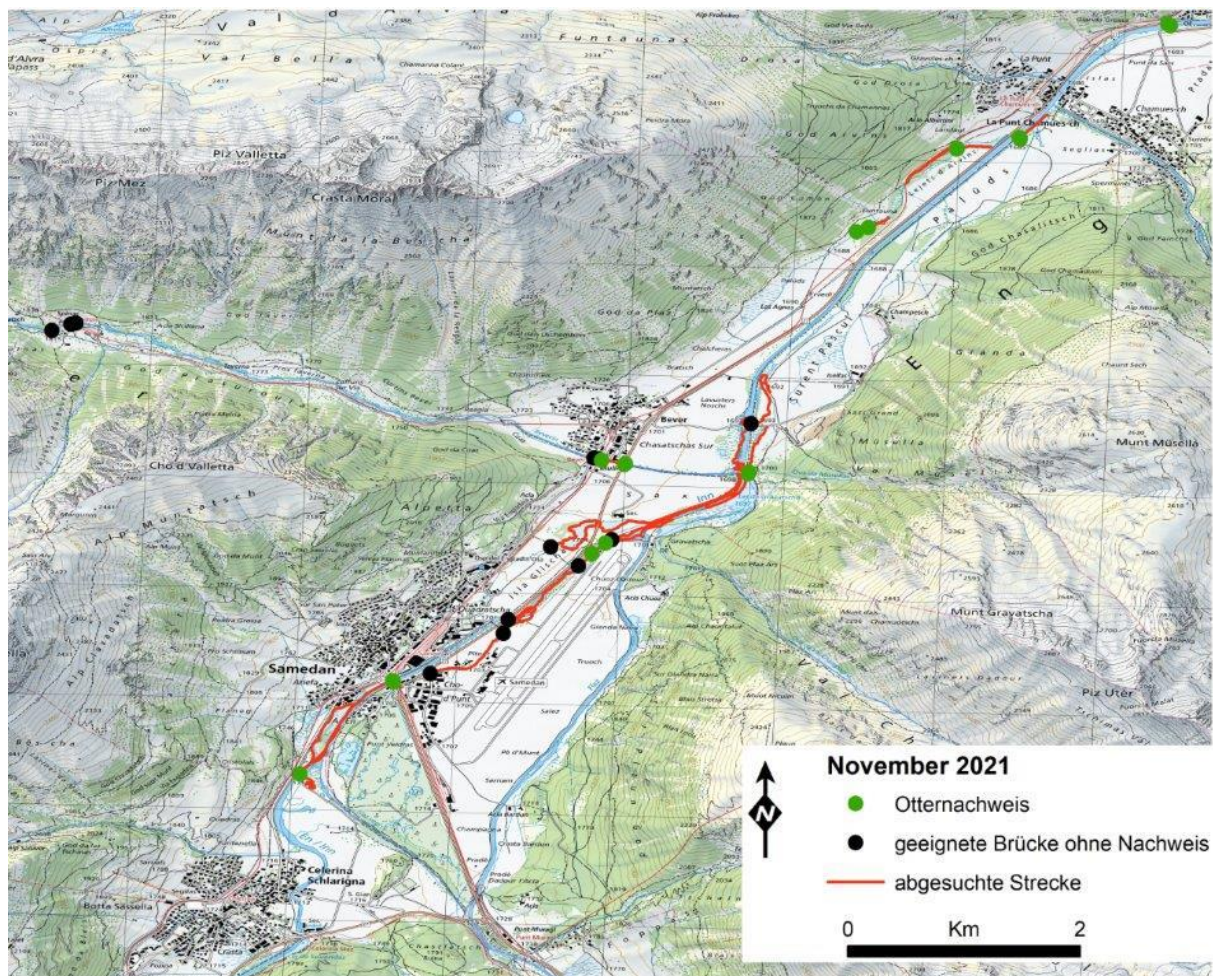


Abb. 4.22 Abgesuchte Strecken und Otternachweise im oberen Bereich des Mittellaufes (TR2)

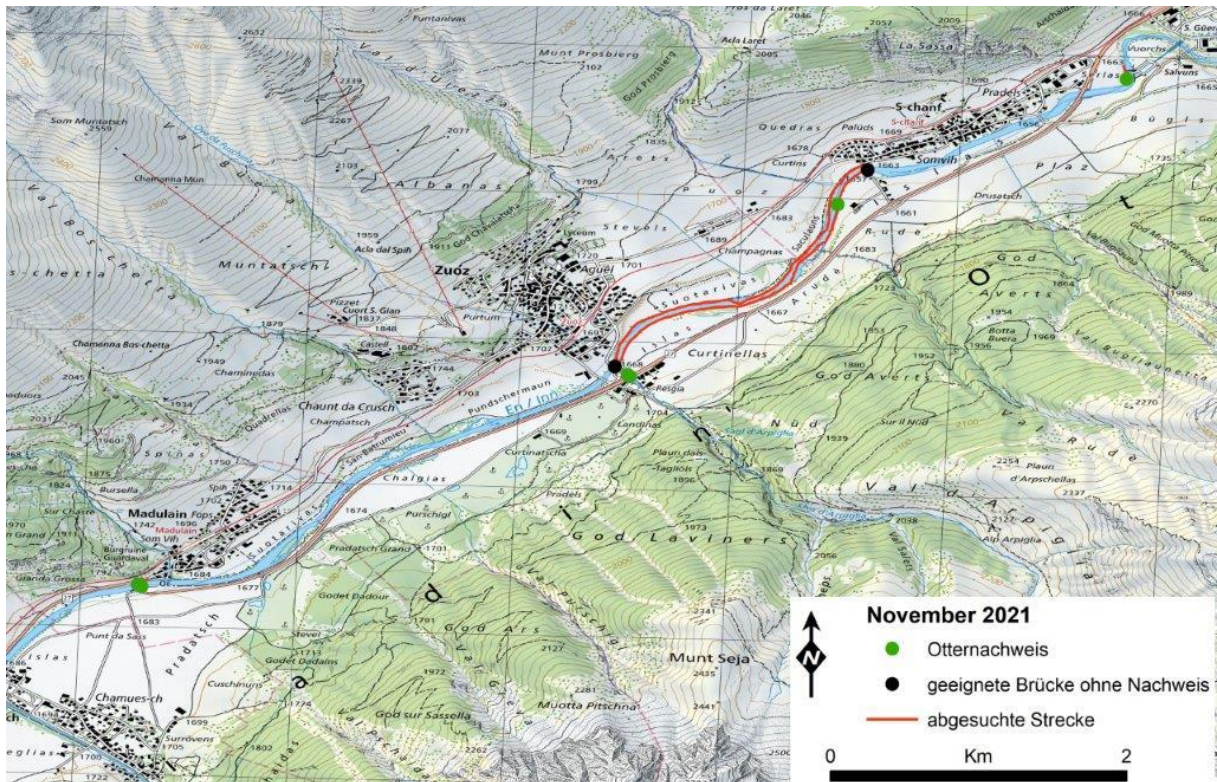


Abb. 4.23 Abgesuchte Strecken und Otternachweise im unteren Bereich des Mittellaufes (TR2)

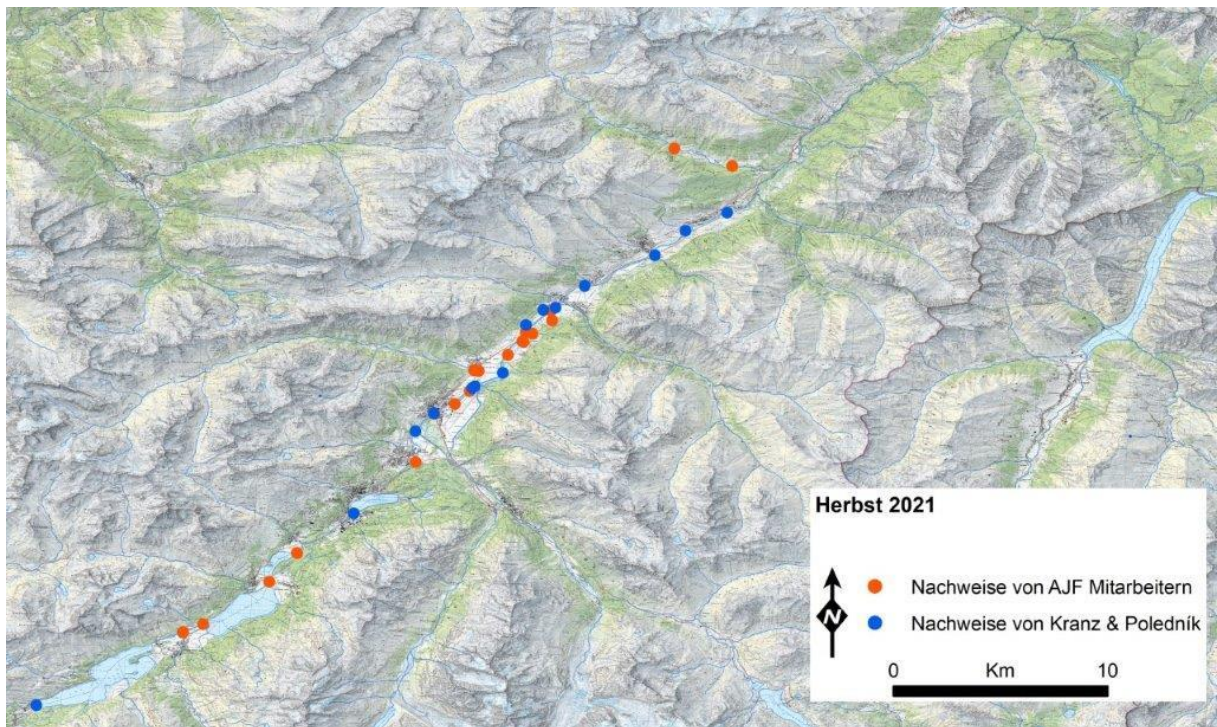


Abb. 4.24 Nachweiskarte vom gesamten Herbst (September, Oktober, November)

Die gesammelten Nachweise des Herbst 2021 zeigen eine vergleichsweise bescheidene Nutzung von TR1, eine intensivere im TR2. Die Nachweise des AJF im TR3 belegen die Nutzung des Vallember, eines linksufrigen Zuflusses bei Chapella (Abb. 4.24).

4.2 Nahrungsspektrum

Von den 128 analysierten Losungen hatten 44 keinen analysierbaren Inhalt; das heisst sie enthielten zwar Reste von Beutetieren, aber es konnte keine Zuordnung auf Grund entsprechender Knochen etc. erfolgen. Demnach standen 84 Proben zur Verfügung. In diesen wurden 134 Beutetiere nachgewiesen, darunter waren 105 Fische (78%). Von 104 konnte die Länge festgestellt werden (Tab. 4.9).

Tab. 4.9 Basisdaten zu den analysierten Losungen

	Anzahl
analysierte Losungen	128
Losungen ohne auswertbaren Inhalt	44
Losungen mit auswertbarem Inhalt	84
Anzahl Beutetiere	134
Anzahl Fische	105
Anzahl vermessener Fische	104

Die Ergebnisse - ausgedrückt in RFN und RFO - zeigen, dass Fische zwar die häufigste Nahrung des Otters sind, dass aber der Anteil der *Anura* (Kröten und Frösche) mit 30% RFO (RFO ist zu dieser Frage die relevantere Methode als RFN; siehe Methodenteil) hoch ist (Tab. 4.10). Vielleicht spielen Frösche eine nicht unerhebliche Rolle bei der Ernährung der Otter im Oberengadin.

Beim Vergleich der Fische scheint es, dass die Bachforelle nur unwesentlich häufiger vom Otter erbeutet wurde als die Äsche (16% versus 12% RFN). Es ist allerdings zu beachten, dass die hier als *Salmoninae*² subsummierte Artengruppe fast nur Bachforellen enthalten dürfte, weil Saiblinge kommen zwar in den grossen Talseen vor, von dort stammen aber nur sehr wenig der analysierten Losungen, und Regenbogenforellen, die ja auch in der Gruppe der *Salmoninae* subsummiert sind, kommen im Oberengadin nicht vor. De facto dürfte der Anteil der Bachforelle also bei zirka 60% RFN liegen und damit deutlich (Faktor 5) höher sein, als derjenige der Äsche (vgl. Tab. 4.10). Bedauerlicher Weise gibt es bislang keine nahrungsökologischen Studien aus Lebensräumen mit gleichzeitig vitalen Beständen der Bachforelle und der Äsche, die konkrete Hinweise oder Aussagen zur Präferenz des Otters für die eine oder andere Art erlauben würden. Eine höhere Anzahl analysierter Losungen in zukünftigen Erhebungen könnte über diesen vorläufigen Befund Aufschluss geben bzw. diesen bestätigen.

Die hier vorgelegten Ergebnisse stammen aus einem grossen Gebiet und ihr Aufkommen verteilt sich auf mehrere Jahre. Die Untersuchungen dienen primär dazu aufzuzeigen, welche Erfolgsquote und Auflösung bei der Artbestimmung der Nahrungsbestandteile bei einem gezielten systematischen Monitoring erhalten werden können.

Zunächst zeigt sich, dass nur Zweidrittel der gesammelten Losungen auch auswertbaren Inhalt aufweisen. Dies ist bei der Vorgabe von zu sammelnden Losungen bei diversen Fragen eines systematischen Monitorings zu beachten. Von den 105 in Losungen nachgewiesenen Fischen waren 57% als *Salmoninae* zu erkennen und erlaubten eine Differenzierung zur Äsche.

In Lebensräumen mit wenig Beutearten wie der Forellen- und Äschenregion sollten aus eigenen Erfahrungen (Poledník & Kranz unveröffentlicht) zumindest 100 Losungen pro Befundeinheit gesammelt werden. Wenn man also für ein gewisses Gebiet Aussagen zur saisonalen Nahrung des Otters machen möchte, muss man pro Jahreszeit zumindest 100 Losungen sammeln; wenn man hingegen nur die Nahrung generell ohne Differenzierung der Jahreszeiten beschreiben möchte, reicht es, möglichst gleichmässig über das Jahr und über das Untersuchungsgebiet verteilt 100 Losungen zu sammeln.

² *Salmoninae* sind eine Unterfamilie der Lachsfische (*Salmonidae*), die unter anderem die Bach- und Regenbogenforelle sowie die Saiblinge beinhaltet, nicht aber die Äsche, die eine eigene Unterfamilie darstellt.

Die hier zu Illustrationszwecken analysierten 128 Losungen wären von der Stichprobengrösse her für eine Aussage zum generellen Nahrungsspektrum ausreichend, sie wurden aber nicht gleichmässig über das Jahr verteilt und auch nicht gleichmässig im Untersuchungsgebiet verteilt gesammelt. Vielmehr handelt es sich um Zufallsfunde, die räumliche und zeitliche Verzerrungen beinhalten können. Insofern ist auch das unerwartet häufige Auftreten von Fröschen mit Vorbehalt zu interpretieren. Tendenzen oder Hypothesen zur Nahrungspräferenz, die sich aus diesen vorläufigen Befunden ableiten, sind mit Vorsicht zu betrachten und sollten unbedingt über zukünftige Erhebungen geprüft werden.

Tab. 4.10 Ergebnisse der Analysen in RFN und RFO (* *Salmoninae* sind eine Unterfamilie der Lachsfische (*Salmonidae*) und beinhaltet sechs Gattungen und 120 Arten; darunter auch die Bach- und Regenbogenforelle sowie die Saiblinge, aber nicht die Äsche)

	Anzahl Individuen	RFN Rel. Häufigkeit der Individuen	Anzahl des Auftretens	RFO Rel. Häufigkeit des Vorkommens
<i>Cyprinidae</i>	1	1%	1	1%
<i>Mammalia</i>	2	1%	2	2%
<i>Phoxinus phoxinus</i>	6	4%	4	5%
<i>Thymallus thymallus</i>	16	12%	13	15%
<i>Salmoninae</i> *	82	61%	62	73%
davon <i>Salmo trutta m. fario</i>	22	16%	18	21%
davon <i>Salmoninae</i> unbestimmt	60	45%	44	52%
<i>Anura</i>	27	20%	25	30%

In den [Abb. 4.25.](#), [4.26](#) und [4.27](#) wird demonstriert, wie man die Losungsergebnisse geographischen Punkten zuordnen kann. Hierzu sei angemerkt, dass die Darmpassage der Nahrung bei Ottern sehr wenig Zeit beansprucht. Zwischen Nahrungsaufnahme und Losungsausscheidung vergeht wenig Zeit. Carss *et al.* 1998 konnten zeigen, dass die Darmpassage der aufgenommenen Nahrung bei sich bewegenden, also aktiven Individuen, bei lediglich einer Stunde liegt, bei inaktiven Tieren hingegen bei knapp drei Stunden. In der Praxis macht das dann aber wenig Unterschied. Es besteht daher eine sehr gute Korrelation zwischen dem Losungsfundort und dem Ort, an dem die Tiere erbeutet worden sind. Unsicher wird die exakte Verortung der Nahrungsaufnahme dort, wo Haupt- und Nebengewässer eng verzahnt vorliegen, z. B. oberhalb von La Punt (Inn und Nebengewässer).

Die ermittelte Grösse der vom Otter erbeuteten Fische ist in [Abb. 4.28](#) angegeben. Wie bereits ausgeführt konnte im Falle der *Salmoninae* die Beute nicht auf Artniveau bestimmt werden. Deshalb werden sie in [Abb. 4.28](#) gepoolt dargestellt. Es wird aber, wie bereits erwähnt, davon ausgegangen, dass es sich dabei nahezu ausschliesslich um Bachforellen handelt. Die am häufigsten vom Otter erbeuteten *Salmoninae*/Forellen waren demnach 21 bis 25 cm gross, gefolgt von den 16 bis 20 cm und den 11 bis 15 cm grossen. *Salmoninae* über 25 cm wurden hingegen ganz selten erbeutet ([Abb. 4.29](#)).

Bei der Äsche betraf die Prädation etwas grössere Individuen, aber auch drei in der Grössenklasse 0-5 cm ([Abb. 4.28](#)). Der Vollständigkeit halber wird in [Abb. 4.30](#) gezeigt wie gross die 22 tatsächlich auf Artniveau bestimmten vom Otter erbeuteten Bachforellen waren. Die meisten, nämlich zehn Individuen entfielen auf die Grössenklasse 15 bis 20 cm und nicht auf jene der 21 bis 25 cm grossen wie es die Ergebnisse der *Salmoninae* nahelegen, womit das Problem zu kleiner Stichprobenzahlen offensichtlich wird.

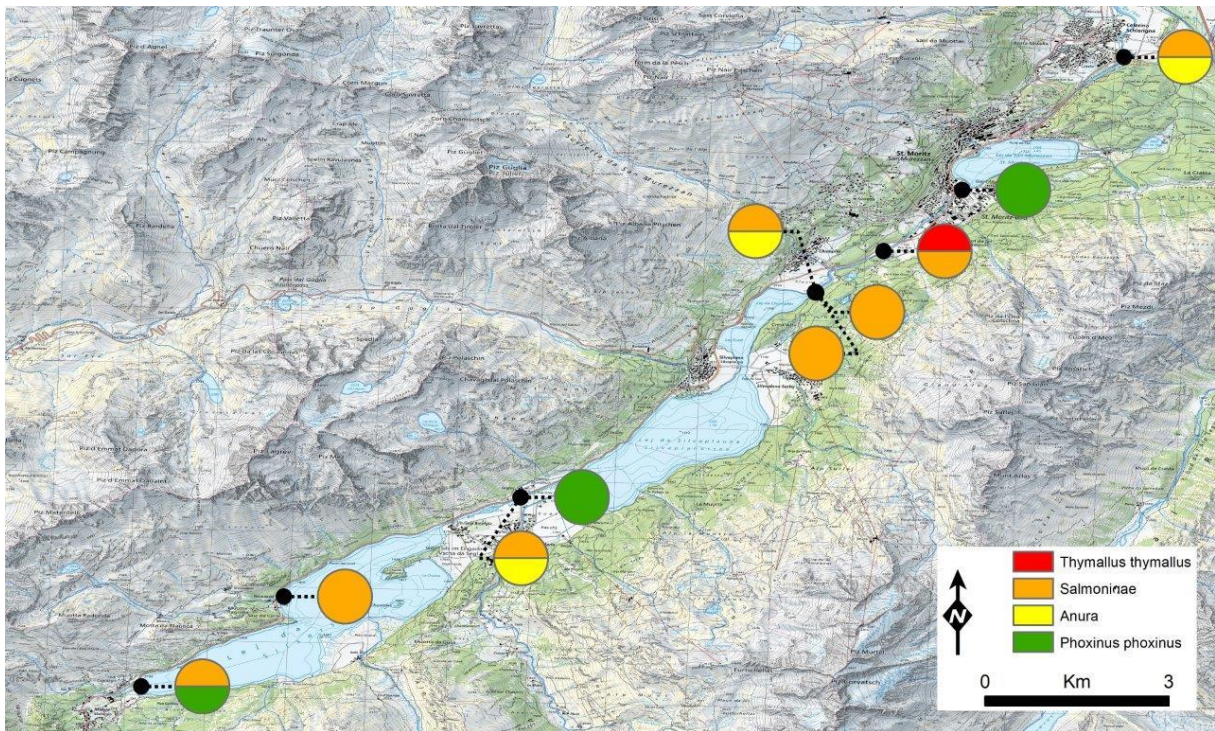


Abb. 4.25 Fundorte der in Losungen nachgewiesenen Beutekategorien (Äsche rot, *Salmoninae* orange, Frösche gelb und Elritze grün) in TR1 (jeder Kreis entspricht den Ergebnissen eines Fundortes)

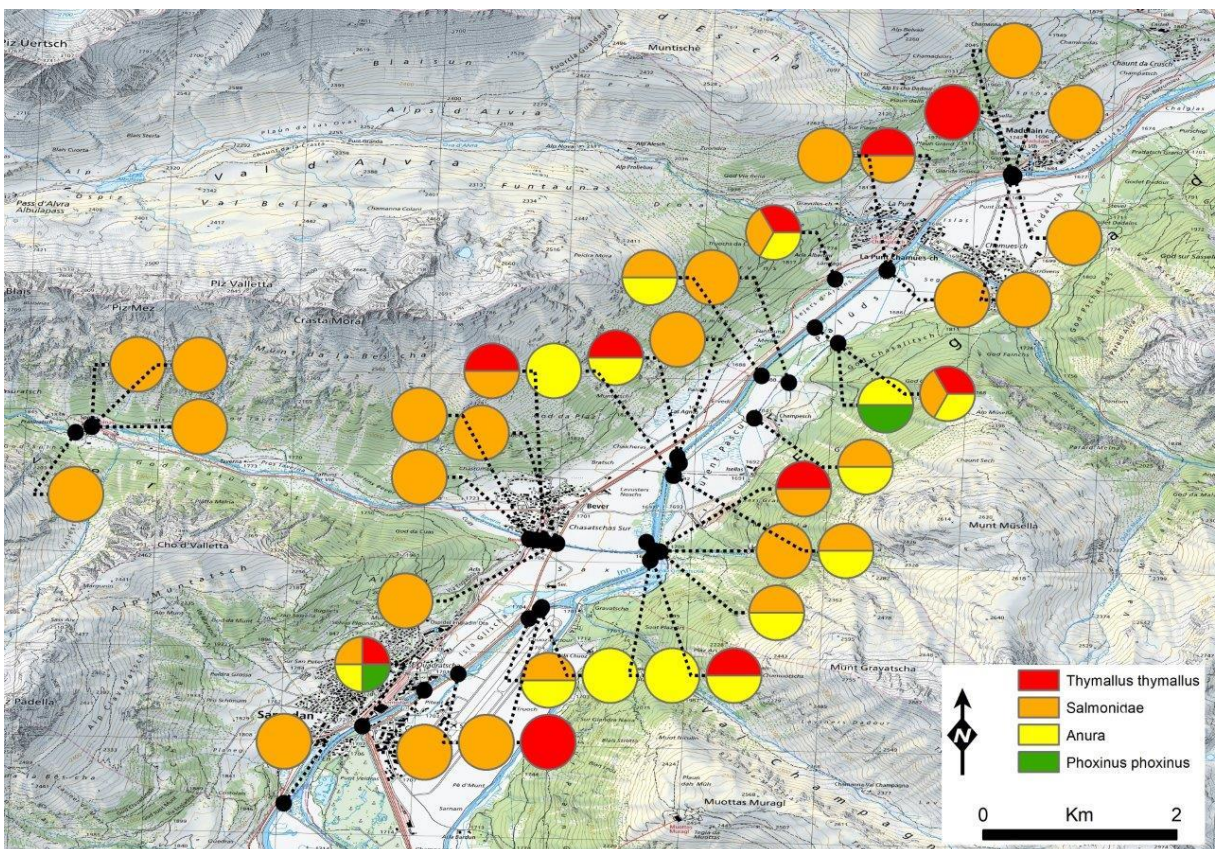


Abb. 4.26 Fundorte der in Losungen nachgewiesenen Beutekategorien (Äsche rot, *Salmoninae* orange, Frösche gelb und Elritze grün) in TR2 bis Madulain.

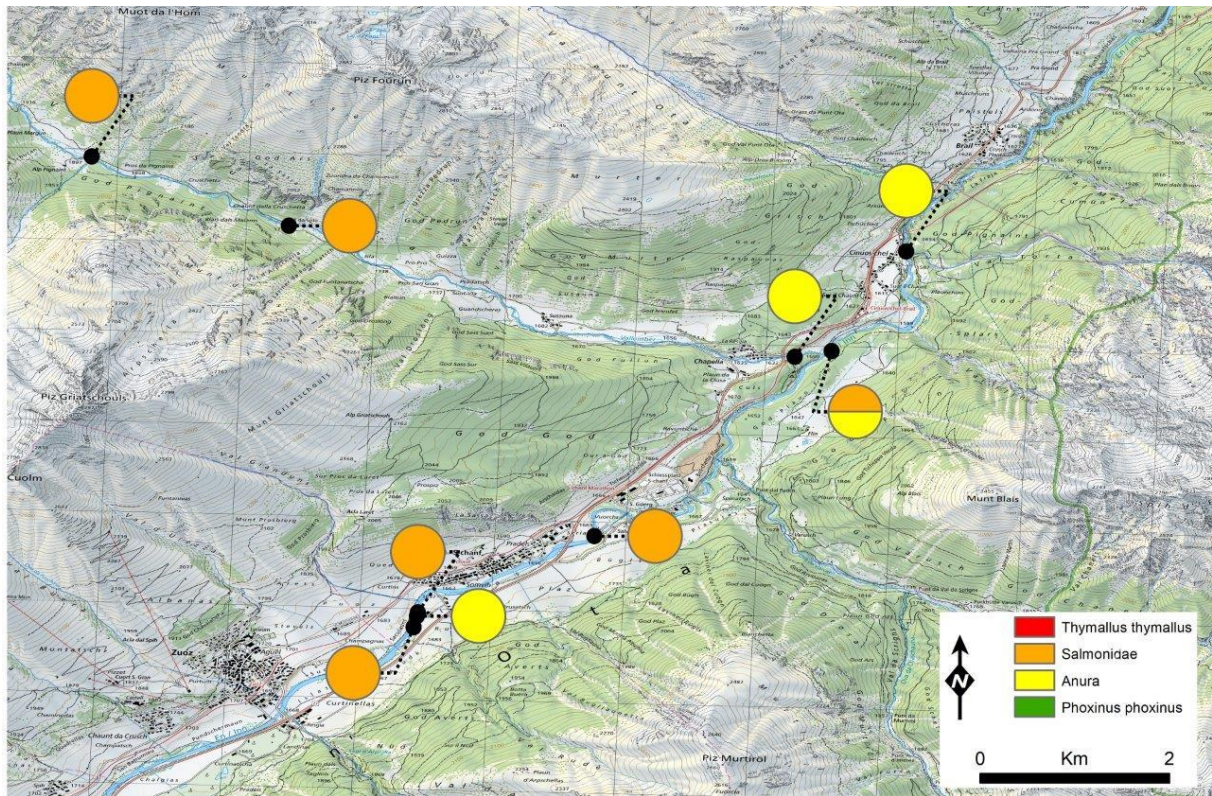


Abb. 4.27 Fundorte der in Lösungen nachgewiesenen Beutekategorien (Äsche rot, *Salmoninae* orange, Frösche gelb und Elritze grün) in TR2 unterhalb von Zuoz und in TR3 (jeder Kreis entspricht den Ergebnissen eines Fundortes).

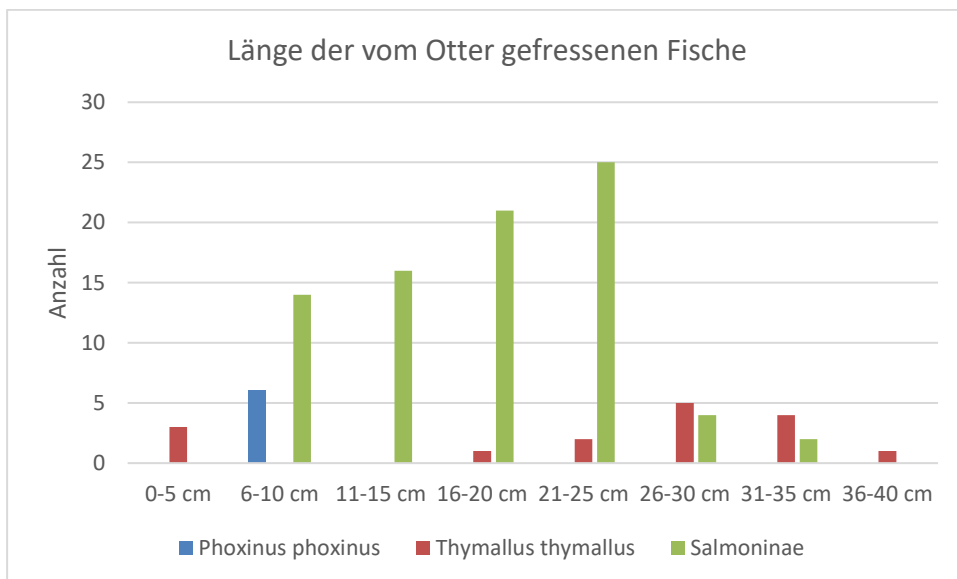


Abb. 4.28 Länge der vom Otter erbeuteten Fische (*Phoxinus* n = 6, *Thymallus* n = 16, *Salmoninae* n = 82)

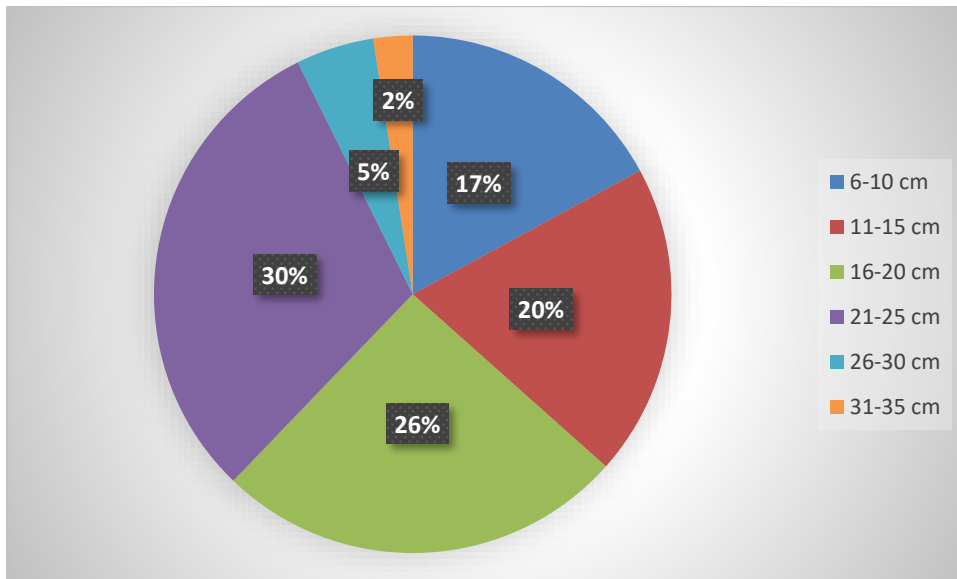


Abb. 4.29 Prozentuelle Gröszenverteilung der vom Otter erbeuteten *Salmoninae* im gesamten UG (n = 82)

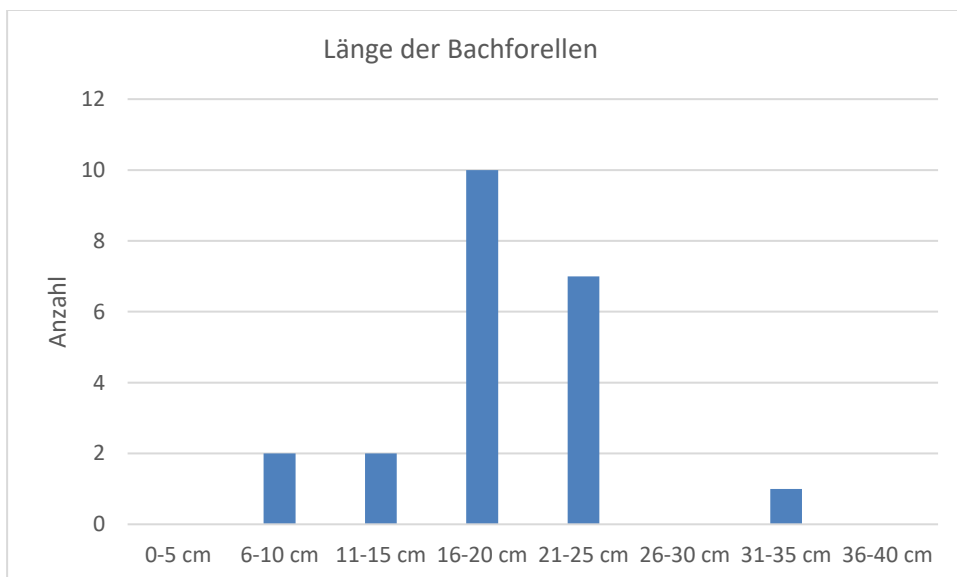


Abb. 4.30 Die Längenverteilung der vom Otter erbeuteten Bachforellen (n = 22) ergibt auf Grund der sehr kleinen Stichprobe ein anderes Bild als jene der *Salmoninae* aus Abb. 4.28 und zeigt die Problematik zu kleiner Stichproben.

Bei einem angedachten Monitoring der Interaktionen zwischen Räuber und Beute wird angeraten, alle für die Nahrungsuntersuchung gesammelten Lösungen geographisch zu verorten, um dann z. B. auf eine potentiell vermehrte Prädation des Otters an Laichplätzen prüfen zu können, und ob hier tatsächlich die laichende Fischart signifikant häufiger vom Otter erbeutet wurde als eine andere hier zu der Zeit nicht laichenden Art. Weiters kann man mit derart gesammelten Lösungen testen, ob hier signifikant mehr Adultfische als Jungfische erbeutet wurden.

Zu Demonstrationszwecken wird dies nachfolgend auch für die *Salmoninae* und Äschen gemacht, die sowohl örtlich als auch zeitlich eindeutig zuordnebar waren: im Falle der Äschen waren dies 13 der 16 vermessenen Individuen, im Falle der *Salmoninae* waren es 79 der 82 Individuen.

Von den 13 im Beutespektrum nachgewiesen und verorteten **Äschen** (Tabelle 4.11 und Abb. 4.31) entfielen vier auf das Jahr 2019 und neun auf das Jahr 2021. Poolt man beide Jahre so ist zunächst zu bedenken, dass das Funddatum nicht immer identisch mit der Jahreszeit der Prädation ist. Demnach macht es Sinn zwei Losungen vom 1. März 2019 nicht dem Frühling, sondern dem Winter zuzuordnen. Im Falle der beiden am 5. Juni 2021 gefundenen Losungen ist naheliegend, sie dem Frühling zuzurechnen. Unter Berücksichtigung dieser Korrekturen entfielen 54% der erbeuteten Äschen auf den Herbst, 30% auf das Frühjahr und 16% auf den Winter. Aus dem Sommer stammten keine Nachweise. Die vier im Frühling erbeuteten Äschen betrafen mit je einem Individuum die vier untersten Grössenklassen (16 bis 35 cm). Zur Laichzeit im Mai war nur eine Äsche in der Nahrung, sie entfiel auf die Grössenklasse 26 bis 30 cm und stammte aus dem renaturierten Abschnitt des Inn 1 km flussabwärts der Mündung des Beverin. Diese Äschen wurden alle im oberen Abschnitt von TR2, also zwischen Samedan und La Punt gefunden. Auf Grund der geringen Stichprobengrösse erscheint es wenig zielführend, Hypothesen abzuleiten. Jedenfalls gibt das Datenmaterial keine Hinweise, dass Äschen bevorzugt zur Laichzeit, bevorzugt grosse Individuen und bevorzugt an Laichplätzen erbeutet wurden.

Tab. 4.11: Kenndaten zu den vom Otter erbeuteten Äschen 2019 (n = 4) und 2021 (n = 9); Ortsangaben korrespondieren mit Angaben auf der Karte (Abb. 4.31) - * = AJF-gesammelt.

Ort	Datum	16-20 cm	21-25 cm	26-30 cm	31-35 cm	36-40cm
1	06.05.2021			1		
2	05.06.2021		1		1	
3	11.11.2021			1		
4	12.11.2021			2	3	
5*	01.03.2019			1		1
6*	26.03.2019	1				
7*	07.11.2019		1			

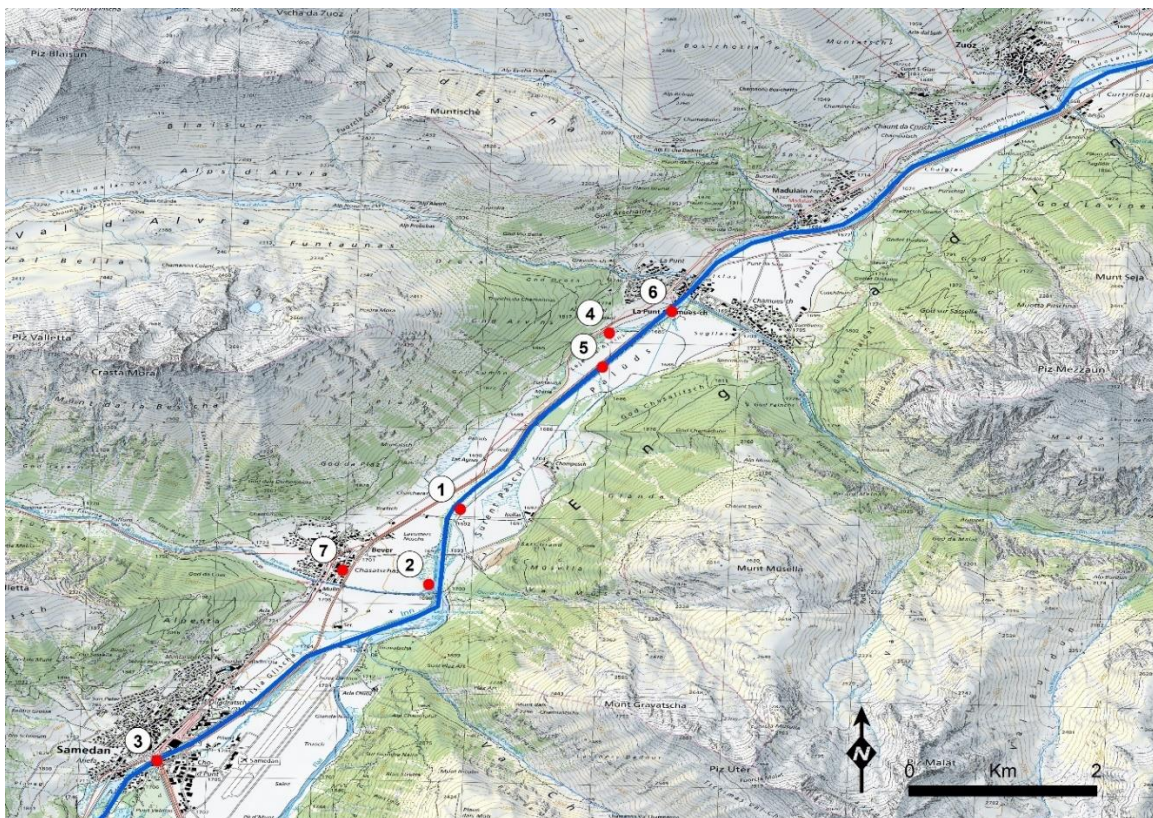


Abb. 4.31 Verortung der 13 Äschennachweise (AJF-gesammelte Losungen 5, 6, 7)

Die Stichprobe der vom Otter erbeuteten, vermessenen und räumlich wie zeitlich eindeutig zuordenbaren *Salmoninae* ist mit einem $n = 79$ deutlich grösser als bei der Äsche. Sie verteilen sich wie folgt auf die Jahre: 2018 5%, 2019 20%, 2020 6% und 2021 69%. Poolt man die Daten und ordnet sie den Jahreszeiten zu, so entfallen 21% auf das Frühjahr, 6% auf den Sommer, 43% auf den Herbst und 30% auf den Winter. Zu beachten ist, dass die Losungen zu den vier Jahreszeiten nicht systematisch mit gleichem Aufwand gesammelt wurden. Im Sommer wurde viel weniger gesammelt und insofern gibt es aus dieser Jahreszeit auch wenig. Aus diesem Datensatz kann man also nicht schliessen, dass der Otter im Sommer besonders wenig und im Herbst und Winter deutlich vermehrt Forellen erbeutet. In [Tabelle 4.12](#) werden die Örtlichkeit, Datum und Grösse der erbeuteten Individuen gelistet. Die in der Tabelle chronologisch angeführten Örtlichkeiten korrespondieren mit drei Karten ([Abb. 4.32, 4.33 und 4.34](#)).

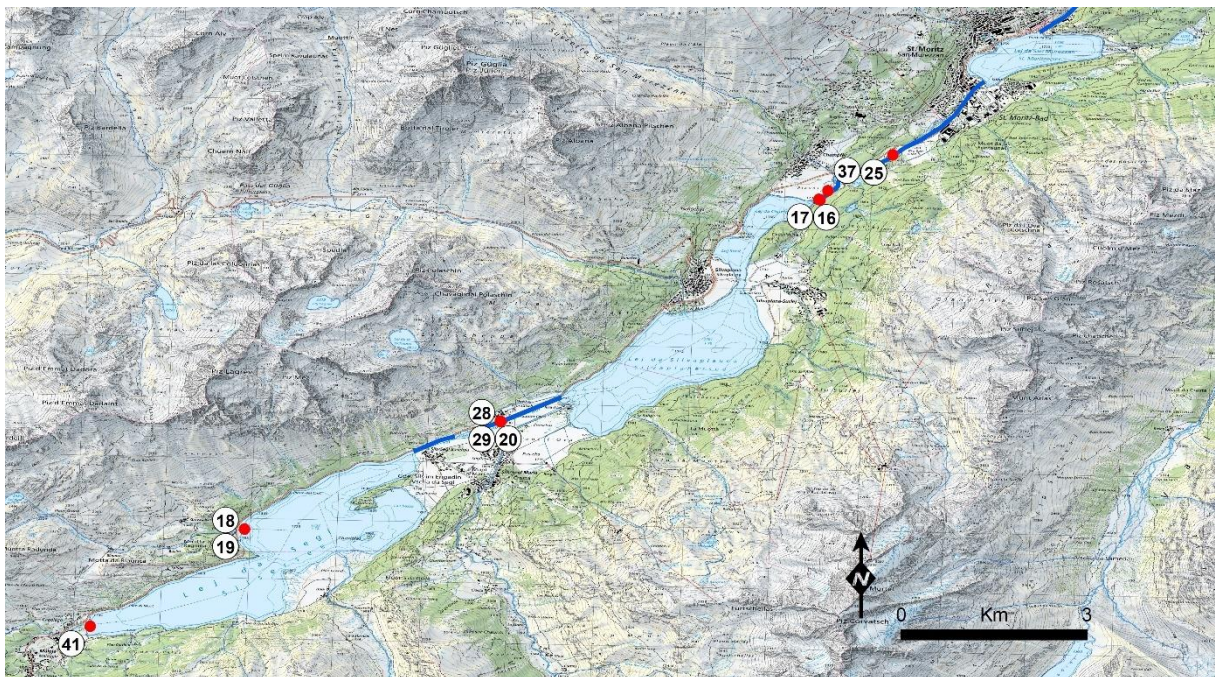


Abb. 4.32 Verortung der vom Otter erbeuteten *Salmoninae*/Forellen im TG1 (37 = AJF gesammelt)

Die **saisonale Grössenverteilung** der vom Otter erbeuteten Forellen / *Salmoninae* ([Abb. 4.35](#)) gibt keine Hinweise auf eine verstärkte Prädation grösserer Individuen zur Laichzeit. Im Herbst wurden primär kleine Fische erbeutet. Es entfielen 26% auf die Grössenklasse 6 bis 10 cm und 35% auf die Grössenklasse 16 bis 20 cm. Über 25 cm wurde nur eine einzige Forelle nachgewiesen, sie entfiel auf die Grössenklasse 31 bis 35 cm und macht bei der Stichprobengrösse 3% der Herbstnachweise aus.

Zur örtlichen / zeitlichen Verteilung kann für das **TG1** ($n = 14$ Forellen) festgehalten werden: Am Einlauf des Inn in den Silser See (Punkt 41 auf Karte [Abb. 4.31](#)), der ja ein wichtiger Laichplatz der Forellen ist, wurden drei Fische in der Losung nachgewiesen, alle stammten vom 10. November 2021, also eigentlich aus der Laichzeit, die Losungen stammten aber aus der Zeit bevor das tatsächliche Laichgeschehen eingesetzt hatte und es handelte sich nicht um Laichfische: einer entfiel auf die Grösse 6 bis 10 cm, einer auf die Grösse 11 bis 15 cm und einer auf die 16 bis 20 cm. Am nächsten wichtigen Laichplatz, der Mündung des Ova dal Mulin (Punkt 18 und 19) in den Silser See wurden lediglich am 18.2.2021 zwei Losungen mit je einer 21-25 cm grossen Forelle nachgewiesen. Am Inn zwischen Silser See und Silvaplanaer See (Punkt 20, 28 und 29), ein ebenfalls wichtiger Laichbereich, wurden fünf Prädationen nachgewiesen: zwei im Februar 2021 mit einer 11 bis 15 cm und einer 21 bis 25 cm grossen Forelle; weiters Anfang Mai zwei ebenso grosse Forellen. Am Ausfluss des Silvaplanaer Sees und Inn ebendort (Punkt 16, 17, 25 und 37 in [Abb. 4.31](#)) wurden vier Forellen nachgewiesen: im Februar 2021 drei (11-15, 16-20 und 21-25 cm) sowie eine 11 bis 15 cm grosse im September 2021. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Befunde aus dem TG1 keine Hinweise auf eine gezielte Prädation in Laichgebieten zur Laichzeit geben.

Tab. **Tab. 4.12:** Kenndaten zu den vom Otter erbeuteten *Salmoninae* 2018 (n= 4), 2019 (n= 16), 2020 (n= 5) und 2021 (n = 55); Ortsangaben korrespondieren mit Angaben auf der Karte (Abb. 4.31, 4.32 und 4.33); * = AJF-gesammelte Lösungen

Ort in Abb.	Datum	6-10 cm	11-15 cm	16-20 cm	21-25 cm	26-30 cm	31-35 cm
1* / 4.34	05.08.2018		1				
2* / 4.33	01.12.2018		1		1		
3* / 4.33	01.12.2018				1		
4* / 4.33	01.03.2019			1	0		
5* / 4.33	01.03.2019	1	1	1	2		
6* / 4.33	12.03.2019				1		
7* / 4.33	26.03.2019					1	
8* / 4.34	05.08.2019					1	
9* / 4.33	06.08.2019	1			1		
10* / ??	29.08.2019				1		
11* / 4.33	06.09.2019				1		
12* / 4.33	17.09.2019			1	1		
13* / 4.33	07.11.2019						1
14* / 4.33	01.02.2020	1			2		
15* / 4.33	06.05.2020				2		
16 / 4.32	18.02.2021			1			
17 / 4.32	18.02.2021		1				
18 / 4.32	18.02.2021				1		
19 / 4.32	18.02.2021				1		
20 / 4.32	18.02.2021		1		1		
21 / 4.33	18.02.2021			2			
22 / 4.33	18.02.2021		1				
23 / 4.33	18.02.2021		1				
24 / 4.33	18.02.2021			1			
25 / 4.32	19.02.2021				1		
26* / 4.33	20.03.2021				1		
27* / 4.33	06.04.2021					2	1
28 / 4.32	05.05.2021		1				
29 / 4.32	05.05.2021				1		
30 / 4.33	05.05.2021		1				
31 / 4.34	05.05.2021	1	1				
32 / 4.34	05.06.2021	1	1				
33 / 4.34	05.06.2021				1		
34 / 4.34	05.06.2021			1			
35* / 4.33	15.09.2021		1				
36* / 4.33	15.09.2021	1					
37* / 4.32	16.09.2021		1				
38* / 4.33	16.09.2021	1		1			
39* / 4.33	04.10.2021	3					

Fortsetzung Tab. 4.12							
Ort in Abb.	Datum	6-10 cm	11-15 cm	16-20 cm	21-25 cm	26-30 cm	31-35 cm
40* / 4.33	19.10.2021			1			
41 / 4.32	10.11.2021	2	1	1			
42 / 4.33	11.11.2021				1		
43 / 4.33	11.11.2021	1		1			
44 / 4.33	11.11.2021	1					
45 / 4.34	11.11.2021			2	1		
46 / 4.33	11.11.2021			2			
47 / 4.33	11.11.2021				1		
48 / 4.33	12.11.2021		1	2	1		
49 / 4.33	12.11.2021				1		
50 / 4.33	12.11.2021		1	1			

Im **TG2** wurden zwischen Celerina und S-chanf einschliesslich Beverin 57 erbeutete Forellen nachgewiesen. Die saisonale Verteilung der vom Otter erbeuteten Grössenklassen zeigt, dass die Grössenklasse mit den meisten Prädationen (21 bis 25 cm) sowohl im Frühling, Herbst und Winter zu ähnlichen Anteilen betroffen war ([Abb. 4.36](#)). Grössere Forellen wurden in drei Fällen im Frühjahr und einmal im Herbst in der Nahrung des Otters nachgewiesen. Aus diesem auf Grund der Stichprobengrösse beschränkten Datenmaterial kann daher nicht abgeleitet werden, dass der Otter bevorzugt zur Laichzeit der Forellen grössere Individuen erbeutet. Offensichtlich sind aber vergleichsweise viele grössere Forellen ab einer Grösse von 21 cm vorhanden, was dazu führt, dass ohne Differenzierung in Jahreszeiten immerhin 40% der Forellen Grösser als 21 cm waren ([Abb. 4.37](#)). Örtlich werden drei kleinräumige Gebiete exemplarisch diskutiert: Am Oberlauf des Beverin (Fundpunkt 11, 15, 27, 30 und 32) wurden neun Forellen in Losungen nachgewiesen, acht davon entfielen auf das Frühjahr, einer Zeit, die von ausgeprägten Schmelzwässern dominiert wird. Eine dieser erbeuteten Forellen fiel auf die kleinste Grössenklasse (6 bis 10 cm), zwei auf die 11 bis 15 cm grossen, je zwei auf die 21 bis 25 und 26 bis 30 cm grossen und auch eine 31 bis 35 cm grosse Forelle wurden dort vom Otter erbeutet. Grössere Individuen spielten demnach eine grosse Rolle und vielleicht erklärt dies die Habitatwahl des Otters. Mitunter sind bei wildwasserartigen Abflussbedingungen grössere Forellen für den Otter leichter erbeutbar, können die Fische bei solchen Bedingungen vom Otter leichter überrascht werden. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass der neunte Fisch eine im Herbst erbeutete 21 bis 25 cm grosse Forelle war.

Am Beverin bei Bever, also im Unterlauf, im begradigten Abschnitt wurden ebenfalls neun Forellen nachgewiesen (Punkte 9, 12, 13, 14 und 44): zwei entfielen auf den Sommer, vier auf den Herbst, drei auf den Winter. Vom Frühjahr gab es keine Nachweise. Das jahreszeitliche Aufkommen unterscheidet sich damit grundsätzlich von jenem am Oberlauf des Beverin. Ob dies der geringen Stichprobengrösse geschuldet ist oder einen wahren Hintergrund hat, bleibt unklar. Das Grössenspektrum deckte alle Grössenklassen von ganz klein bis zu 31 - 35 cm ab. Die beiden grössten Forellen dieser Studie wurden demnach am Beverin nachgewiesen, nicht am Inn.

Für den Bereich oberhalb von La Punt werden hier die Fundpunkte 35, 4, 38, 5, 48, 6 und 7 gemeinsam betrachtet: hier wurden 15 Forellen in der Nahrung des Otters nachgewiesen. Sechs entfielen auf den Winter, zwei auf das Frühjahr, keiner auf den Sommer und sieben auf den Herbst. Zwei Drittel der Fische hatten eine Grösse von 6 - 20 cm, vier betrafen die Grössenklasse 21 - 25 cm und eine entfiel auf jene von 26 - 30 cm. Diese 15 Fische wurden entweder am Inn oder den Nebengewässern vom Otter erbeutet; eine exakte Zuordnung ist wegen der engen Verzahnung der Gewässer nicht möglich. Mitunter könnten die Daten in Richtung vermehrte Prädation im Herbst und Winter interpretiert

werden, jedenfalls wurden eher kleinere als grössere Forellen erbeutet, was vielleicht das Angebot bzw. die Verfügbarkeit widerspiegelt.

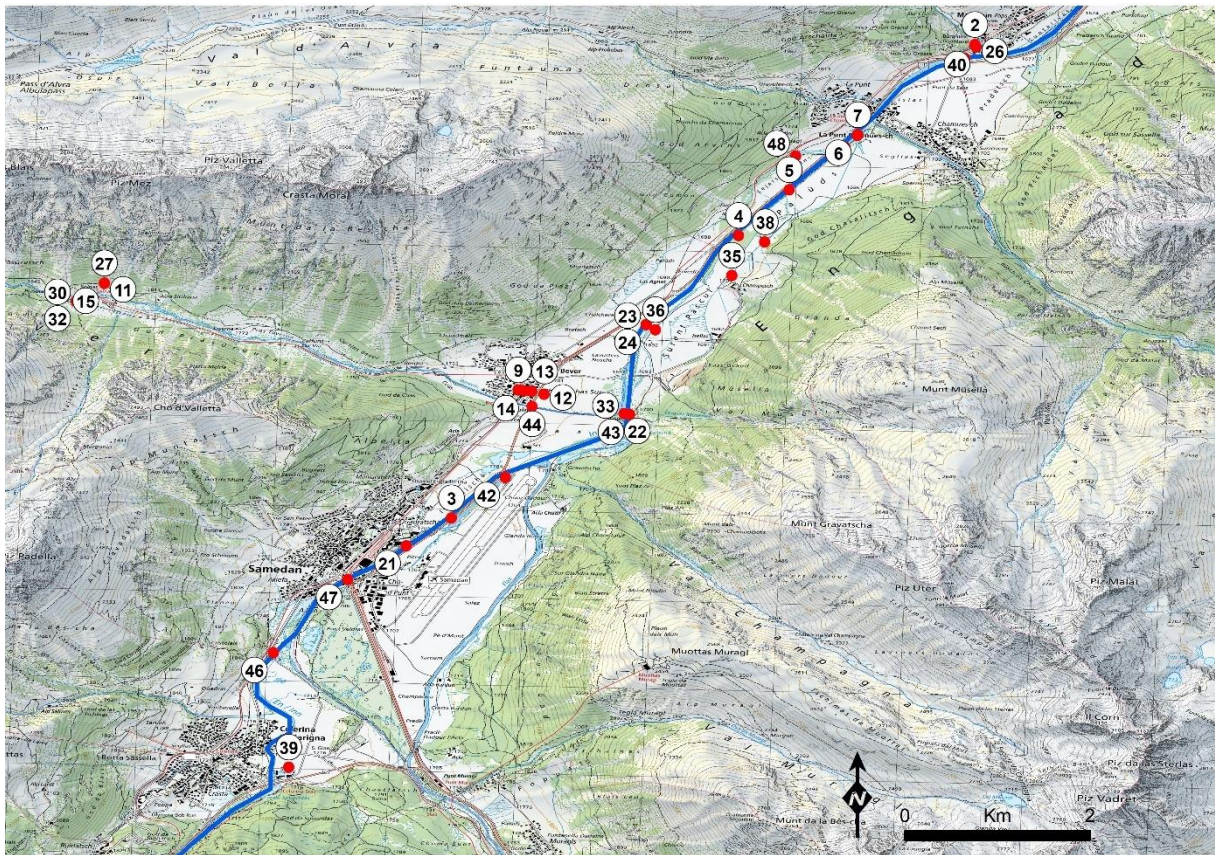


Abb. 4. 33 Verortung der vom Otter erbeuteten *Salmoninae*/Forellen im oberen Abschnitt von TG2 (AJF-gesammelte Lösungen 2-7, 9, 11-15, 26-27, 35-36, 38-40).

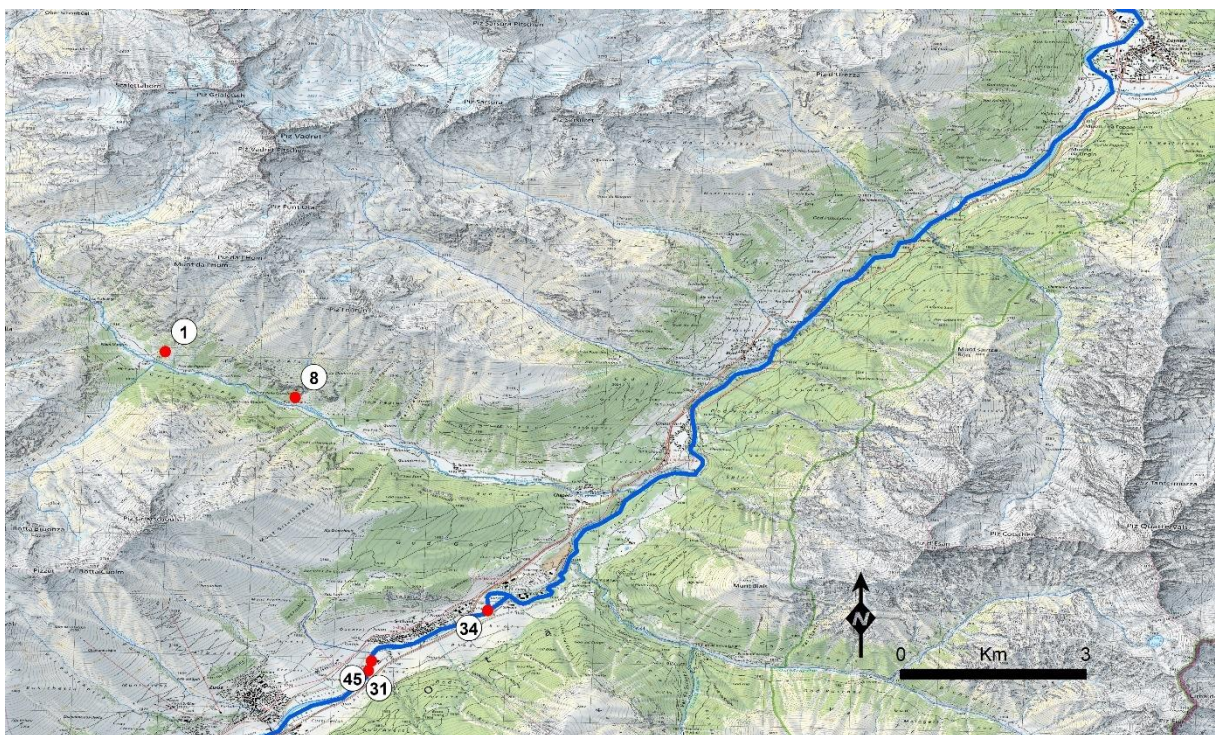


Abb. 4. 34 Verortung der vom Otter erbeuteten *Salmoninae*/Forellen im unteren Abschnitt von TG2 sowie am Zufluss Vallember in TG3 (AJF-gesammelte Lösungen 1, 8, 7).

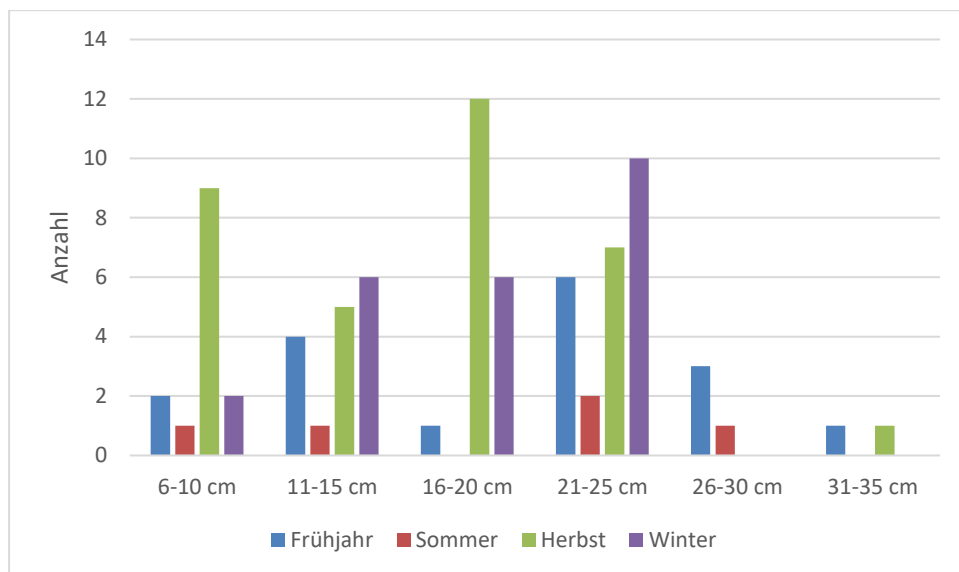


Abb. 4.35 Saisonale Gröszenverteilung der vom Otter erbeuteten *Salmoninae* im gesamten Untersuchungsgebiet (n = 79).

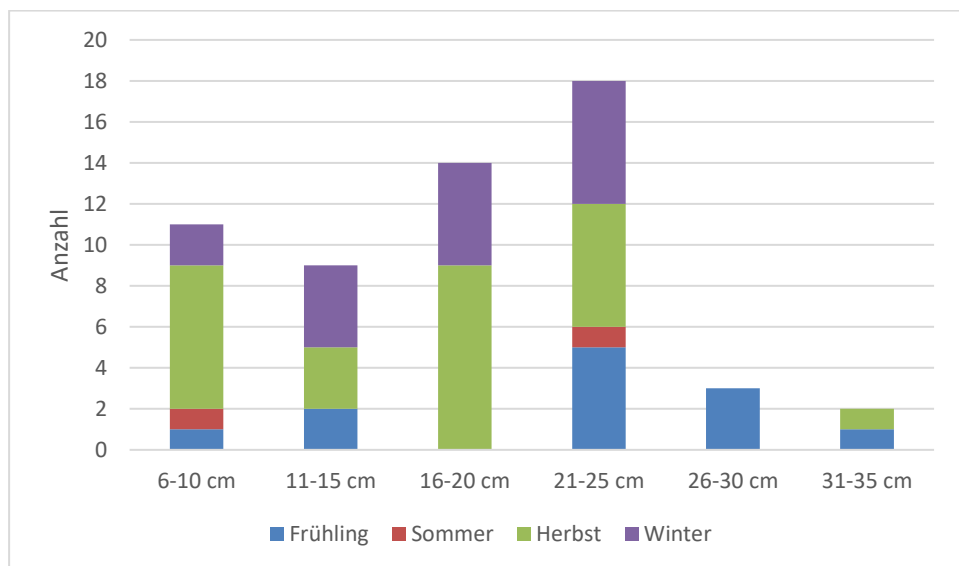


Abb. 4.36 Saisonale Gröszenverteilung der in TG2 (n = 57) erbeuteten *Salmoninae* in absoluten Zahlen

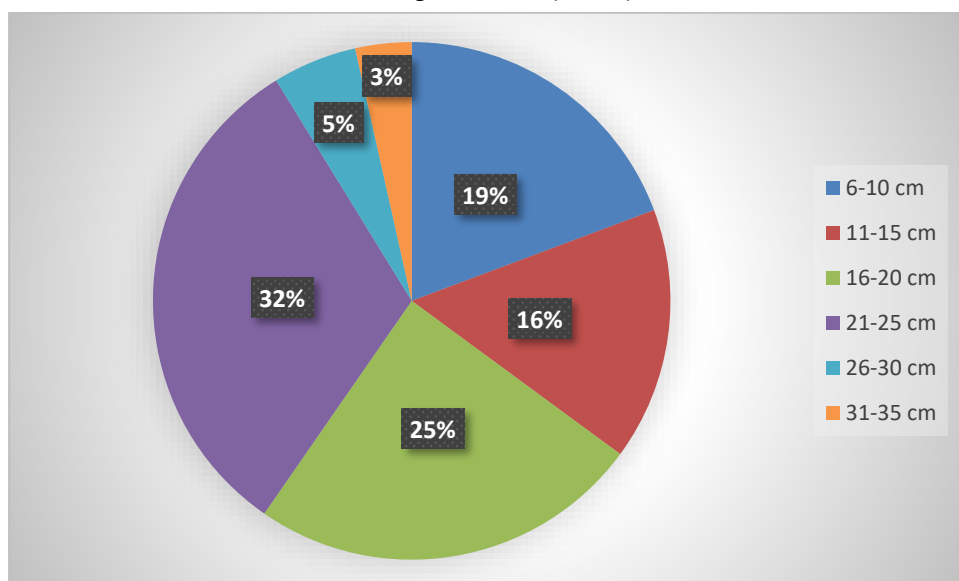


Abb. 4.37 Gröszenverteilung der in TG2 (n = 57) erbeuteten *Salmoninae* in Prozentwerten

5. Diskussion

5.1 Otterbestand und Otterpräsenz

Der **Monitoringaufwand** (im Durchschnitt je Erhebung 35 km abgesuchter Ufer) war 2021 sehr hoch. Die geringe Otterpräsenz im Oberengadin spiegelt nach wie vor ein frühes Besiedlungsstadium wider. Nachdem 2018 im TR2 Reproduktion nachgewiesen werden konnte, war die Erwartungshaltung in Hinblick auf die Otterpräsenz und Anzahl der anwesenden Otterindividuen höher als nun verifiziert.

Die Losungsfunde belegen zwar eine Otterpräsenz im gesamten Bereich des Inntals von Maloja abwärts, die **Nachweisdichte** ist aber sehr gering bis gering. Laut *IUCN Otter Specialist Group* Empfehlung sollten 600 m lange Strecken abgesucht werden, um die Otterpräsenz zu bestätigen. Demnach wären viele der Teilstrecken als otterfrei einzustufen. Die Anzahl frischer Nachweise ist sehr gering bzw. fehlt in weiten Gebieten. Dies ist ein weiteres Indiz, dass im Untersuchungsgebiet nur wenige Otterindividuen vorhanden sind.

Die **genetischen Befunde** deuten ebenfalls auf eine sehr geringe Otterdichte hin. Nur ein Individuum, das Weibchen CH_W1, war 2021 permanent im Gebiet nachweisbar und dieses nutzte nicht nur den 33 km langen Abschnitt des Inntales zwischen Maloja und S-chanf, sondern auch den Schluchtabschnitt flussabwärts. Darüber hinaus gab es männliche Otter, die vorübergehend nachweisbar waren, das Gebiet aber vermutlich wieder verlassen haben. Das im Februar im TR1 anwesende Männchen (CH_M1), konnte später nicht mehr nachgewiesen werden. CH_M1 und CH_W1 sind mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit die Eltern eines Männchens (CH_M2), das im Juni 2021 in der Lombardei beim Como See von uns nachgewiesen wurde. Es ist davon auszugehen, dass dieses Männchen im Engadin geboren wurde und dann dorthin 65 km abgewandert ist. Dafür hat das Tier die Wasserscheide bei Maloja von Osten nach Westen überwunden. Ein weiteres Männchen, CH_M3, wurde zunächst im Juni an der Maira im Bergell bei Bondo nachgewiesen. Im November war es dann bei S-chanf, hatte also zwischenzeitlich den Malojapass von Westen nach Osten gequert. CH_M3 ist mit den anderen genetisch identifizierten Individuen nicht eng verwandt. 2021 wurden über Losungen, die das AJF im Oberengadin gesammelt hatte, weitere zwei Männchen über das Labor Biophore der Universität Lausanne identifiziert, welche (L. Fumagalli, E-Mail vom 29. Januar 2022) als Nachkommen der ansässigen Otter, die im Oberengadin zwischen 2018 und 2020 genetisch nachgewiesen wurden, ausgeschlossen werden konnten. Wie auch das Beispiel von CH_M3 nahelegt, tauchen also im Oberengadin gelegentlich durwandernde männliche Otter auf; von woher sie kommen, wie lange sie sich im Oberengadin aufhalten und wohin sie ggf. wieder abwandern, ist auf derzeitiger Datengrundlage nicht abschätzbar.

Räumlich differenziert zeigte sich, dass das Gebiet oberhalb von St. Moritz (TR1) 2021 nur sehr sporadisch vom Otter genutzt wurde, 2020 hatte es hier deutlich mehr Nachweise gegeben. Zwischen Samedan und S-chanf konnte 2021 hingegen zu jeder Jahreszeit die Präsenz von Ottern festgestellt werden; hier ist von einer durchgängigen Otteranwesenheit auszugehen. Die Otter haben diesen Abschnitt saisonal nie ganz verlassen. Auch in der Schlucht unterhalb von S-chanf werden Otter ganzjährig mehr oder minder sporadisch anwesend sein. Im Mai war die dokumentierte Anwesenheit dort vergleichsweise hoch.

Diese Ausführungen legen nahe, dass die Angabe eines konkreten Wertes für die Otterdichte im Untersuchungsgebiet zwischen S-chanf und Maloja nicht sinnvoll ist, da die Aktionsradien des anwesenden Weibchens über diesen Raum hinausgehen und männliche Otter 2021 nur als durwandernde Tiere wahrgenommen wurden.

5.2 Lebensraum

Die geringe Nutzung des Gebietes dürfte primär der sehr geringen Anzahl der anwesenden Otter geschuldet sein. Die Verfügbarkeit der Nahrung, die ganz massgeblich vom Lebensraum (Tiefe und Breite der Wasserkörper) und Umweltfaktoren (Eisbedeckung der Seen) mitbestimmt wird, wird hier noch nicht so relevant wie in einem Gebiet, das bezüglich Otterbestand bereits saturiert ist. Nachfolgend wird darauf für die drei Teilräume eingegangen:

Das Gebiet oberhalb von St. Moritz (**TR1**) weist kleinräumig zumindest saisonal ganz hervorragende Nahrungshabitate auf, die vom Otter nicht oder nur in sehr bescheidenem Umfang genutzt werden. Die als Laichgebiete von Äsche und Forelle genutzten Zuflüsse, aber auch der Inn zwischen den grossen Talseen, sind hier zu nennen.

Auch Bergseen wie Lej Marsch, Lej Ovis-chel, Lej da Staz und Lej Nair werden vom Otter noch nicht genutzt, obwohl diese teilweise nennenswerte Bestände an Rotfeder bzw. Edelkrebs beherbergen. Ihre Entfernung vom Inn ist durchweg gering und die Wanderrouen dorthin entlang der Abflüsse weisen für den Otter keine Hindernisse auf. Die Nutzung der Bergseen ist für den Otter durch die lange Eisbedeckung allerdings wesentlich eingeschränkt. In typischen Wintern dürften Otter dort zwischen Anfang November und Anfang Mai keinen oder nur einen erschwerten Zugang zum Wasser und demzufolge zu Nahrung haben. Auch könnten die erheblichen Schneemengen das Erreichen der kleinen Bergseen für den Otter erschweren.

In den grossen Talseen (Silser, Silvaplana und St. Moritzer See) ist die Verfügbarkeit der Fische für den Otter hingegen wegen der grossen, tiefen Wasserkörper generell eingeschränkt. In aller Regel werden die Fische sich im Freiwasser erfolgreich der Nachstellung durch den Otter entziehen. Zwischen Anfang November und Ende April sind die Talseen mit Eis bedeckt und verhindern damit den Zugang des Otters zum Wasser (ausgenommen sind hier lediglich die Mündungs- und Ausflussbereiche des Inn).

Das Gebiet zwischen Celerina und S-chanf (**TR2**) weist eine höhere Vielfalt an Jagdgebieten für den Otter auf als TR1. Auch zeichnet es sich durch einen hohen Anteil an Ufern aus, die für den Jagderfolg des Otters von entscheidender Bedeutung sind. Und hier sind die Wege zwischen attraktiven Jagdgebieten deutlich kürzer als in TR1.

Als Jagdgebiet besonders attraktiv könnten die Kanäle, Gräben und künstlichen wie natürlichen Fliessgewässer und die kleineren Stillgewässer im Talboden zwischen Samedan und La Punt sein. Diverse Lösungsfunde dort unterstützen diese Annahme. Abschnittsweise sind diese Gewässer mit Weidenbüsch durchwachsen ([Abb. 5.1](#)), wodurch Forellen dort kleinörtliche Refugien geboten werden.

Bei deutlich erhöhtem Wasserstand durch die Schneeschmelze im Frühsommer erscheinen Zuflüsse wie der Beverin als wenig geeignetes Jagdhabitat für Otter, insbesondere, wenn berücksichtigt wird, dass im nahegelegenen Talboden diverse Nebengewässer des Inn ohne erhöhten Wasserstand deutlich bessere Jagdbedingungen bieten könnten. Insofern war es unerwartet, Anfang Juni mehrere frische Otternachweise am Beverin zu finden ([Abb. 5.2](#)). Inwieweit Hochwässer Otter behindern und deren Habitatwahl beeinflussen, bleibt offen und müsste dezidiert untersucht werden, was bei den saisonal wiederkehrenden Hochwässern infolge Schneeschmelze im Oberengadin möglich wäre.



Abb. 5.1 Dichtes Weidengebüsch in Kleinstgewässern im Talboden bietet Forellen kleinörtliche Rückzugsgebiete, um der Nachstellung der Otter zu entgehen.



Abb. 5.2 Beverin bei Spinaz mit ausgeprägter Schmelzwasserführung: dennoch konnten hier Anfang Juni mehrere Nachweise von CH_W1 gefunden werden.

Im Schluchtabschnitt unterhalb von S-chanf (**TR3**) steht primär der Inn als Lebensraum zur Verfügung. Nebengewässer gibt es auf Grund des engen Tales keine. Der Otter nutzt aber auch Zuflüsse wie den Vallember zu nutzen, wie die Funde des AJF aus dem Herbst 2021 belegen.

Aus eigener Erfahrung mit anderen, wenn auch weniger extremen Schluchten und Engtälern in den Ostalpen werden diese im Winter vom Otter eher gemieden. Das Fehlen von Nachweisen im Februar 2021 im TR3 bekräftigt diese Einschätzung. Die erhöhte Otterpräsenz Anfang Mai, noch vor der Schneeschmelze in den Hochlagen und der damit einhergehenden signifikanten Erhöhung des Wasservolumens, zeigt, dass die Schlucht zumindest saisonal für den Otter ein attraktives Jagdgebiet darstellen kann.

Die Schneeschmelze dürfte sich – wenn überhaupt - am Inn in der Schlucht weniger stark auf den Otter auswirken, weil das Gewässer abwechslungsreicher und breiter und damit auch ruhigere Bereiche bietet, wo der Otter allenfalls dem Beuteerwerb nachgehen kann (**Abb. 5.3**). Ausserdem handelt es sich um eine Restwasserstrecke; an diversen Zuflüssen wie dem Beverin wird hingegen die gesamte natürliche Wassermenge abgeführt.



Abb. 5.3 Der Inn in der Schlucht im TR3 Anfang Juni bei Hochwasser durch die Schneeschmelze in den Hochlagen

5.3 Lebensraumtragfähigkeit und mögliche Populationsentwicklung

Unter klimatisch gemässigten Bedingungen wird davon ausgegangen, dass abgesehen von anthropogenen Faktoren - Strassentod und Umweltgiften mit Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit und Reproduktion des Fischotters - die Verfügbarkeit an Nahrung ein ganz wichtiger, wenn nicht der wichtigste begrenzende Faktor für den Fischotter darstellt (Kruuk 1995).

In marinen Vorkommen wird das Vorkommen von Süsswasser für die Fellpflege zu einem weiteren begrenzenden Faktor (Kruuk 1995) und unter gewissen Umständen könnte auch das Angebot an unterirdischen Tagesverstecken für den Fischotters von Relevanz sein (Weinberger *et al.* 2019).

Bislang dürfte es nur eine einzige Studie geben, die den Einfluss der Meereshöhe auf die Otterdichte behandelt: Ruiz-Olmo (1997) kommt für Gewässer der östlichen Iberischen Halbinsel, die sich vom Tiefland (Barbenregion) bis zu den Pyrenäen (Forellenregion) erstrecken, zu dem Schluss, dass der Rückgang der Otterdichte mit steigender Meereshöhe primär auf ein geringeres Nahrungsangebot, weniger Beutetierarten und niedrigere Temperaturen zurückzuführen ist. Dazu kommt, dass mit steigender Seehöhe ein höherer Nahrungsbedarf des Otters einhergeht.

Im Oberengadin ist daher mit diesem weiteren ökologisch relevanten Faktor zu rechnen: Von den hier herrschenden Temperaturverhältnissen sind Auswirkungen auf den Fischotter zu erwarten. Die niedrigen Temperaturen führen über die Dauer von zirka fünf Monaten nicht nur zu einer lokalen Einschränkung des Nahrungsangebotes, weil die Beutetiere zum Teil unter Eis oder tiefem Schnee für den Otter unerreichbar sind, sondern sie führen auch zu einem permanent erhöhten Nahrungsbedarf.

Ähnliche klimatische Rahmenbedingungen gäbe es in Europa nur im Wallis der Westschweiz, wo aber noch keine Otter leben. Im äussersten Norden der Otterverbreitung in Europa (Nordskandinavien) herrschen entlang der Küste deutlich ozeanischere Klimabedingungen. In kontinentalen Kältegebieten wie im Røros in Mittelnorwegen gibt es Fischotter nur in geringer Dichte (Kranz unveröffentlicht 2019 sowie Jiska von Dijk pers. Mitt. 2021). Aus Skandinavien gibt es aber bislang keine Studien, die sich mit der zentralen Bedeutung verschiedener begrenzender Faktoren für den Fischotter beschäftigen. Es ist lediglich bekannt, dass die Eisbedeckung von Seen zu saisonalen Wanderungen führen kann. An der Grenze zwischen Norwegen und Russland wurde in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts der Fluss Passvikelva für die Stromerzeugung aufgestaut. Dies hat dazu geführt, dass die dort in geringer Zahl vorkommenden Fischotter in diesem Flusssystem nun ausgestorben sind (Kranz 2019 unveröffentlicht). Ein weiteres Gebiet, das in Hinblick auf Höhenlage, Trockenheit und Temperatur ähnliche Bedingungen aufweist wie das Oberengadin, wäre Tibet. Auch dort gibt es Vorkommen des Eurasischen Fischotters und auch dort sind die Nachweisdichten - soweit stichprobeartig überprüft - sehr gering (Kranz 2019 unveröffentlicht). Weiterführende Studien zur Ökologie des Otters dort wurden noch nicht initiiert.

Das Oberengadin stellt daher mit seiner Höhenlage, den damit einhergehenden klimatischen Bedingungen und diversen von Gletschern dominierten Zuflüssen einen Lebensraum dar, der in Hinblick auf die Tragfähigkeit für den Eurasischen Otter noch nirgends untersucht worden ist. Die Beobachtungen seit 2017 belegen immerhin, dass Otter hier erfolgreich reproduzieren können.

Abgesehen von den Seen, die von November bis Ende April zugefroren sind, erscheint die Verfügbarkeit an Nahrung im Oberengadin nach wie vor sehr hoch zu sein. Der Inn friert wegen des Gefälles, wegen des vergleichsweise warmen Tiefenwassers aus den großen Talseen und verstärkt durch den Schwallbetrieb der Wasserkraftwerke nicht zu. Nebengewässer (Kanäle, Gäben und natürliche Fließgewässer) am Talboden frieren wegen austretenden Grundwassers stellenweise ebenfalls nicht zu und verfügen über gute Bestände an Fischen sowie dort am Gewässergrund überwinternden Fröschen. Daher sollte trotz der Höhenlage eine hohe Lebensraumtragfähigkeit für den Otter gegeben sein, die aber noch nicht ausgeschöpft wird.

Vermutlich wird die Populationsentwicklung wesentlich vom Zuzug weiterer Individuen aus Tirol beeinflusst. Auch dort ist noch keine Habitatsaturierung eingetreten und das Bedürfnis abzuwandern daher gering. Darüber hinaus dürfte die Zuwanderung der jüngsten Jahre aus Österreich durch den Bau eines Kraftwerks an der Landesgrenze sehr behindert sein. Der Populationsnachschub aus der Quellpopulation in Tirol ist daher derzeit als sehr gering zu erachten; dies kann sich und wird sich aber ändern, wenn Tirol dichter mit Otter besiedelt ist und die Baustelle im Unterengadin abgeschlossen ist.

5.4 Aktuelle Auswirkungen auf Fische

Die Erhebungen des Jahres 2021 ergaben noch keine konkreten Hinweise, dass Otter gezielt und verstärkt jene Schlüssellebensräume bejagen, die Forelle und Äsche als Laichplatz nutzen (Forelle: Mündung des Inn und des Ova da Mulin in den Silser See etc.; Äsche: Flie遥strecken des Inn zwischen Silser See und St. Moritz, Ausfluss des Gravatschasees, linksufriger Altarm bei Samedan etc.). Dort wären vergleichsweise grosse Fische in mitunter recht schmalen oder seichten Gewässern für den Otter verfügbar (Abb. 5.4). Dass der Otter in der Lage ist, auch grosse Äschen zu erbeuten, demonstriert der Nachweis eines 36-40 cm grossen Exemplars im Otterkot.



Abb. 5.4 Äschen beim Laichen am Ausfluss des Gravatschasees in der Nähe der Mündung des Beverin in den Inn (5. Mai 2021).

Zur Verdeutlichung der Situation bei der Äsche wird auf den linksufrigen Altarm bei Samedan verwiesen (Abb. 5.5). Dort befindet sich ein attraktiver Laichplatz, der im Frühjahr 2021 allerdings nicht vom Otter frequentiert worden ist. Auch am nahegelegenen Inn gab es keine Nachweise, offensichtlich waren so wenig Otter zu dieser Zeit im Engadin, die sich andernorts aufhielten.

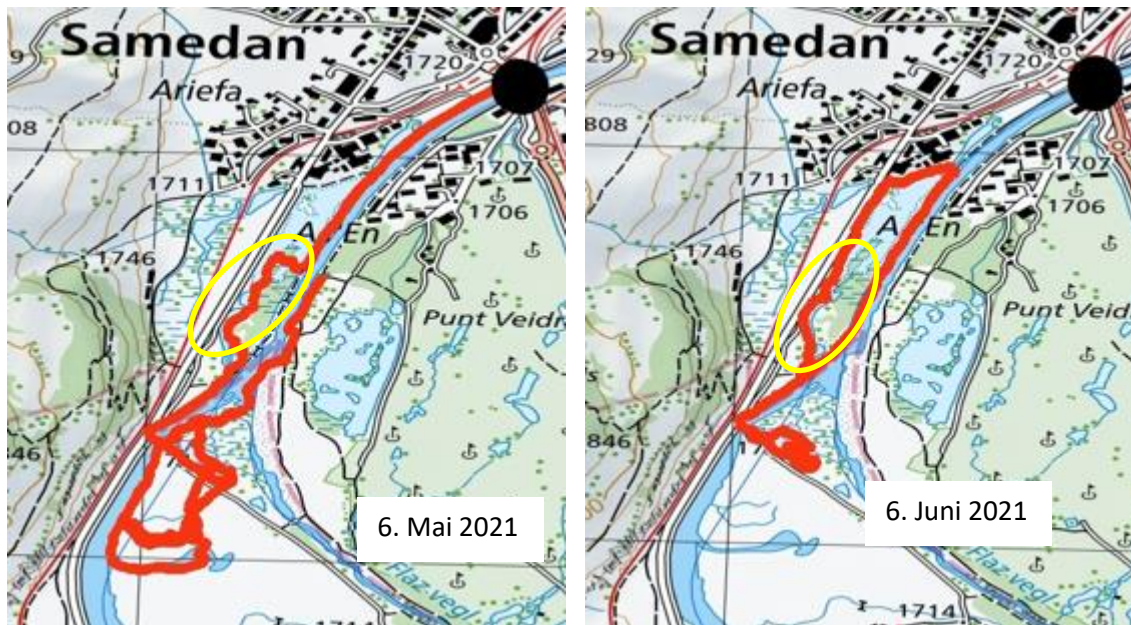


Abb. 5.5 Suchstrecke im Bereich eines Altarms linksufrig des Inn bei Samedan, in dem zu dieser Zeit zahlreiche Äschen zu beobachten waren; Otter konnten hier weder Anfang Mai, noch Anfang Juni nachgewiesen werden (vergrösserte Kartenausschnitte aus Abb. 4.9 und Abb. 4.14).

Das Fehlen konkreter Hinweise ist aber nicht gleichbedeutend mit der Schlussfolgerung, dass Otter in diesen speziellen Situationen keinen Einfluss auf den Fischbestand bzw. das Laichgeschehen haben können, ganz im Gegenteil.

Die Situation wird sich ändern, sobald der Otterbestand etwas ansteigt und eine gewisse Konkurrenz um profitable Jagdgebiete zwischen Ottern eintritt. Dass sich der Zuzug von Ottern aus Österreich in den nächsten Jahren verstärken wird, ist abzusehen.

Weiters wird sich das Wechselspiel zwischen Räuber und Beute nach einigen Jahren ändern, wenn die Fische auf den erhöhten Prädationsdruck reagieren, ihr Verhalten ändern und sich anpassen (Holzer 2013).

Neben den Laichgebieten in den Fliessgewässern könnten Fischleitern bei Kraftwerken bzw. auch Barrieren wie Wehranlagen zu einer erhöhten Verfügbarkeit der Fische für den Otter führen.

Abgesehen von diesen Sonderfällen (Laichplätze, Fischleitern, Wehranlagen) stellt sich die Frage, in welchem Umfang der Fischotter zu einem Rückgang der Forellen- und Äschenbestände bzw. der größerer Individuen beitragen wird. Der seit einem Jahrzehnt registrierte Rückgang der Äschenvorkommen könnte durch den Fischotter beschleunigt werden, ebenso sind deutliche Auswirkungen auf den Forellenbestand nicht nur möglich, sondern auch zu erwarten.

Auf Grund der bevorzugten Lebensräume der Fische dürften jüngere / kleinere Bachforellen, die Ufernähe, Flachwasser und Nebengewässer bevorzugen, in den Fliessgewässern eine für den Otter attraktivere Beute darstellen als die Äsche und grosse (>25 cm) Forellen, die sich bevorzugt in größeren Wassertiefen bzw. in der Nähe von tieferen Wasserkörpern aufhalten, wohin sie bedarfsweise flüchten können. Dies wäre unter den konkreten und besonderen Bedingungen des Oberengadins zu prüfen.

Der Umstand, dass die häufigste Größenklasse der vom Otter erbeuteten Salmoninae die 21 bis 25 cm großen war (Abb. 4.28), erscheint in diesem Kontext bemerkenswert. Bisherige Studien ergaben in aller Regel, dass die vom Otter erbeuteten Forellen zwischen 10 und 20 cm sind. Das Ergebnis aus dem Oberengadin ist daher als Indiz zu werten, dass in der Frühphase der Wiederbesiedlung und Interaktion von Räuber und Beute der Otter größere Individuen erbeutet, die in späteren Jahren otterbedingt dann nicht mehr so häufig verfügbar sind.

Jüngste Fischbestandserhebungen in einem wenige Meter breiten Nebengewässer des Inn bei La Punt (Abb. 5.6) deuten auf einen markanten Rückgang der Anzahl der Bachforellen sowie auch auf einen Rückgang der Durchschnittsgrösse der Forellen zwischen 2018 und 2021 hin (Auswertungen zu Palüds Nord von Th. Wehrli und L. Jäger AJF 2022). Die Durchschnittslänge der Bachforelle ist dort in dieser Zeit von 19,2 auf 16,4 cm gesunken; der Fischbestand (Anzahl der Fische/ha) hat sich von Jahr zu Jahr etwa halbiert und liegt 2021 bei 1.900 Individuen pro Hektar. Die durchgeführte Grössenanalyse der erbeuteten Forellen hat - wegen der geringen Stichprobe unter Vorbehalt - noch keine konkreten Hinweise für eine verstärkte Prädation grosser Forellen ergeben.

Generell sind in Fliessgewässern bis 12 m Breite, insbesondere aber in nur 2 m breiten Nebengewässern wie den Kanälen oberhalb La Punt, erhebliche Auswirkungen des Fischotters auf den Forellenbestand zu erwarten (Kranz *et al.* 2019). Sofern es keine sicheren Rückzugsräume für die Fische gibt, kann der Otter hier sehr erfolgreich Forellen jagen. Verschärfen könnte sich die Situation in ihrer Augenfälligkeit, wenn sich der Forellenbestand dort bis zum Auftauchen des Otters ungehindert entwickelt hat - der Topprädator also bis dato fehlte, und demnach die Forellen keine Anpassung auf den Prädatordruck entwickelt haben - und die grösseren Forellen auf Grund von Migrationsbarrieren nicht in das Hauptgewässer abwandern können, wie es hier der Fall ist.

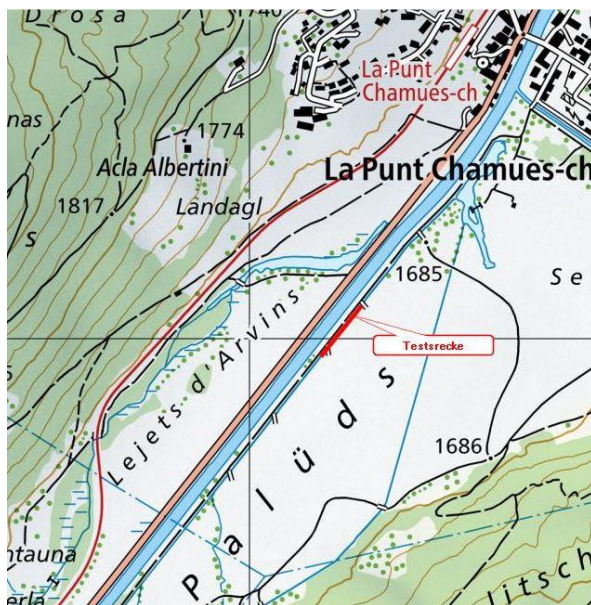


Abb. 5.6 Palüds Teststrecke des AJF zum Monitoring des Forellenbestandes an einem 2 m breiten Nebengewässer des Inn bei La Punt.

Auch wenn der Otterbestand im Oberengadin noch sehr klein ist, kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass der Otter hier (Teststrecke Palüds) zum Rückgang des Fischbestandes bzw. der Durchschnittsgrösse beigetragen hat, bzw. auch in Zukunft beitragen wird. Ein intensiveres Monitoring könnte hier Aufschluss geben.

5.5 Rahmenbedingungen und Konsequenzen für die Freilandarbeit

In der alpinen Umgebung ändern sich ökologische Rahmenbedingungen mitunter schnell. Nach einem langen Winter mit zugefrorenen Seen ändert sich die Nahrungsverfügbarkeit des Otters schlagartig. Dies gilt auch in Hinblick auf die Laichaktivität von Äsche, Forelle und Fröschen. Jegliche Art des Monitorings des Fischotters wie auch seiner Beute muss darauf Rücksicht nehmen.

Folgende Faktoren haben im Oberengadin einen unmittelbaren Einfluss auf die Arbeit und damit das Auffinden von Otterhinweisen im Freiland:

- Verfügbarkeit gut geeigneter Brücken: vom Silser See bis S-chanf ist sie hoch, aber in der Schluchtstrecke bis Zernez sind keine geeigneten Brücken vorhanden.
- Schwallbetrieb und damit tägliche Schwankungen des Wasserspiegels, wodurch viele Spuren und Losungen abseits der Brücken beseitigt werden.
- Schwallbetrieb und hohe Schneelagen sind dafür verantwortlich, dass Spuren des Otters im Schnee selten zu finden sind und Schneespuren-Kartierungen daher nur bedingt zum Einsatz kommen können.
- Erhöhte Wasserführung durch fröhsommerliche Schneeschmelze in den Hochlagen.
- Fotofallen, deren Auslösung auf Temperaturunterschieden basiert, funktionieren bei den generell niedrigen Umgebungstemperaturen im Oberengadin vergleichsweise gut.
- Hohe Schneelagen und teilweise Eisbedeckung, die das Erreichen des Inn etc. und die Fortbewegung der Forscher erschweren.
- Streckenweise (z.B. TR3) ist die Begehung von Uferabschnitten wegen Wildwasser und Lawinen lebensgefährlich.
- In einigen Bereichen wird das Auffinden von Otterlosungen durch dichtes Weidengestrüpp und sumpfiges Gelände sehr erschwert.
- Die geringen Niederschläge (kontinentales Klima) und niedrigen Temperaturen führen dazu, dass Losungen auch abseits von Brücken mitunter wochenlang erhalten bleiben.
- .

6. Schlussfolgerungen

Die bisherigen Beobachtungen zu den Fischottern im Oberengadin haben gezeigt, dass Otter hier bei saisonal reichlich verfügbarem Nahrungsangebot leben und sogar reproduzieren können, der Bestand aber seit 2018 noch nicht wesentlich gewachsen ist. Die Bestandsentwicklung hängt offensichtlich nach wie vor vom Zuzug von Ottern aus dem Einzugsgebiet des Inn in Österreich ab. Kritisch für die Population sind in dieser frühen Phase der Besiedlung die Anzahl bzw. das Überleben und der Reproduktionserfolg der anwesenden Weibchen.

Vor dem Hintergrund der Ausbreitung des Otters in Tirol (Kranz & Poledník 2020) ist allerdings davon auszugehen, dass das Ottervorkommen im Engadin Bestand haben und wachsen wird.

Auf Grund der bislang geringen Zahl an im Oberengadin permanent bzw. vorübergehend lebenden Fischottern wird davon ausgegangen, dass der Otter noch nicht zu Rückgängen der Forellen- und Äschenbestände geführt hat.

Insbesondere Laichplätze mit einem kurzfristig sehr hohen Angebot an verfügbaren Fischen wurden weder im Mai noch im November 2021 vom Otter gezielt oder vermehrt genutzt.

Lediglich an einem 1-2 m breiten Kanal im Talboden bei La Punt (Palüds) wurde in den jüngsten Jahren seitens des AJF ein Rückgang der Bachforellen konstatiert. Möglicherweise ist dieser Rückgang durch den Fischotter verursacht worden. Dieser nutzt diesen Gewässerabschnitt, im Zuge der Erhebungen des Jahres 2021 konnten zwar keine vermehrten Otternachweise dort gefunden werden, nachweistechisch sind derartige Gewässer aber eine Herausforderung. Es wären hier deutlich intensivere Erhebungen nötig, um die Otterfrequenz zu quantifizieren.

Abgesehen von derartigen künstlichen und ökologisch vom Hauptgewässer getrennten Wasserkörpern wie der Kanal in Palüds dürfte die Rückkehr des Topprädators Fischotters also noch zu keinen relevanten Veränderungen bei seinen Beutearten geführt haben.

7. Literatur

- Angst C & Weinberger I 2020: Status of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) in Switzerland. *Journal of Mountain Ecology* 13, 23-30.
- Carss DN & Parkinson SG 1996: Errors associated with otter *Lutra lutra* faecal analysis. I. Assessing general diet from spraints. *J. Zool. Lond.* 238: 301–317.
- Carss DN & Nelson KC 1998: Cyprinid prey remains in otter *Lutra lutra* faeces: some words of caution. *J. Zool., Lond.* 245: 238 – 244.
- Carss DN, Elston DA & Morley HS 1998: The effects of otter (*Lutra lutra*) activity on spraint production and composition: implications for models which estimate prey-size distribution. *J. Zool., Lond.* 244, 295-302.
- Cocchiararo B, Poledník L, Künzelmann B, Beran V & Nowak C 2021: Genetische Struktur der Fischotterpopulation im Erzgebirge. *Bulletin Vydra* 19, 26-35.
- Beheler AS, Fike JA, Dharmarajan G, Rhodes OE JR & Serfass TL 2005: Ten new polymorphic microsatellite loci for North American river otters (*Lontra canadensis*) and their utility in related mustelids. *Molecular Ecology Notes* 5, 602–604.
- Dallas JF, Bacon PJ, Carss DN, Conroy JWH, Green R, Jefferies DJ, Kruuk H, Marshall F, Piernsey SB & Racey PA 1999: Genetic diversity in the Eurasian otter, *Lutra lutra*, in Scotland. Evidence from microsatellite polymorphism. *Biological Journal of the Linnean Society* 68, 73-86.
- Dallas JF & Piernsey SB 1998: Microsatellite primers for the Eurasian otter. *Molecular Ecology* 7, 1248.
- Dallas JF, Carss DN, Marshall F, Koepfli KP, Kruuk H, Piernsey SB & Bacon PJ 2000: Sex identification of the Eurasian otter *Lutra lutra* by PCR typing of spraints. *Conservation Genetics* 1, 181-183.
- Huang CC, Hsu YC, Lee LL & Li SH 2005: Isolation and characterization of tetramicrosatellite DNA markers in the Eurasian otter (*Lutra lutra*). *Molecular Ecology Notes* 5, 314-316.
- Hall TA 1999: BioEdit: A User-Friendly Biological Sequence Alignment Editor and Analysis Program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 41, 95-98.
- Hedmark E, Flagstad Ø, Segerström P, Persson J, Landa A & Ellegren H 2004: DNA-based individual and sex identification from wolverine (*Gulo gulo*) faeces and urine. *Conservation Genetics* 5: 405–410.
- Holzer G 2013: Gute Aussichten an der Schwarza in Niederösterreich. *TFV-Mitteilungen* Nr. 2/2013 S. 12 – 14.
- Jones OR & Wang J 2010: COLONY: a program for parentage and sibship inference from multilocus genotype data. *Molecular Ecology Resources* 10, 551-555.
- Kalinowski ST, Wagner AP & Mark LT 2006: ML-Relate: a computer program for maximum likelihood estimation of relatedness and relationship. *Molecular Ecology Notes* 6, 576-579.
- Knollseisen M 1996: Fischbestimmungsatlas als Grundlage für nahrungsökologische Untersuchungen. BOKU – Reports on Wildlife Research and Game Management. Institute für Wildbiologie und Jagdwirtschaft: Universität für Bodenkultur Wien 12, 93 pp.
- Kranz A, Poledník L, & Poledníková K 2003. Fischotter im Mühlviertel: Ökologie und Management Optionen im Zusammenhang mit Reduktionsanträgen. Gutachten im Auftrag des Oberösterreichischen Landesjagdverbandes, Hohenbrunn 1, A-4490 St. Florian. 73 Seiten.
- Kranz A, & Poledník L, 2015: Fischotter in Kärnten: Verbreitung und Bestand 2014. Endbericht im Auftrag des Amtes der Kärntner Landesregierung; 32 Seiten inklusive vier Anhänge.

Kranz A, Cocchiararo B, Poledník L, Jarausch A & Nowak C. 2017: Erhebung von Basisdaten zum Fischotterbestand an sechs Fließgewässern Oberösterreichs. Endbericht im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, Direktion für Landesplanung, wirtschaftliche und ländliche Entwicklung, Abteilung Land- und Forstwirtschaft, 56 Seiten.

Kranz A, & Ratschan C, 2017: Zu Auswirkungen des Fischotters auf Fischbestände in Fließgewässern Oberösterreichs. Analysen und gutachterliche Einschätzungen sowie Managementvorschläge. Bericht im Rahmen des ELER Projektes „Basisdaten Fischotter Oberösterreich“. Im Auftrag des Amtes der Oö. Landesregierung, Direktion für Landesplanung, wirtschaftliche und ländliche Entwicklung, Abteilung Land- und Forstwirtschaft, 22 Seiten.

Kranz A, & Poledník P, (2018): Das Nahrungsspektrum des Fischotters im Europaschutzgebiet Grenzmur und sein Einfluss auf geschützte Arten. Endbericht für den Naturschutzbund Steiermark, 54 Seiten.

Kranz A & Poledník L 2020: Fischotter in Tirol: Verbreitung und Bestand 2020. Endbericht im Auftrag des Amtes der Tiroler Landesregierung; 41 Seiten.

Kranz A, Poledník L & Mateos-González F 2020: Zum Einfluss des Fischotters auf die Bachforelle in der Forellenregion: Fallbeispiel Görttschitz in Kärnten. Endbericht im Auftrag der Abteilung 10 – Land- und Forstwirtschaft, Unterabteilung Agrarrecht des Amtes der Kärntner Landesregierung, 98 Seiten.

Kranz A & Rechberger A 2021: Zur Nahrungsökologie des Fischotters in Hinblick auf gefährdete Fische am Beispiel von Gamlitz- und Schwarzaubach in der Steiermark. Endbericht für den Naturschutzbund Steiermark, 153 Seiten.

Kranz A, Cocchiararo B & Poledník L 2022: Auswirkungen der Entnahme von Fischottern auf die Otterpräsenz an sechs Fließgewässerabschnitten Oberösterreichs. Endbericht im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, Direktion für Landesplanung, wirtschaftliche und ländliche Entwicklung, Abteilung Land- und Forstwirtschaft; 38 Seiten.

Kruuk H 1995: Wild otters. Predation and populations. Oxford University Press.

Libois RM, Hallet-Libois C & Rosoux R 1987: Éléments pour l'identification des restes craniens des poissons dulcaquicoles de Belgique et du nord de la France. In: Desse J. & Desse-Berset N. (eds); Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie, Série A, No. 3. Centre de Recherches Archéologiques du CNRS, Belgium.

Libois RM & Hallet-Libois C 1988: Éléments pour l'identification des restes craniens des poissons dulcaquicoles de Belgique et du nord de la France. In: Desse J. & Desse-Berset N. (eds); Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie, Série A, No. 4. Centre de Recherches Archéologiques du CNRS, Belgium.

Mucci N, Arrendal J, Ansorge H, Bailey M, Bodner M, Delibes M, Ferrando A, Fournier P, Fournier C, Godoy JA, Hajkova P, Hauer S, Heggberget TM, Heidecke D, Jansman H, Kirjavainen H, Krüger H-H, Kvaloy K, Lafontaine L, Lanszki J, Lemarchand C, Liukko UM, Loeschcke V, Ludwig G, Madsen AB, Mercier L, Ozolins J, Paunovic M, Pertoldi C, Piriz P, Prigioni C, Luis TS, Stjernberg T, Schmid H, Suchentrunk F, Teubner J, Tornberg R, Zinke O & Randi E 2010: Genetic diversity and landscape genetic STRUCTURE of otter (*Lutra lutra*) populations in Europe. Conservation Genetics 11, 583–599.

Navidi W, Arnheim N & Waterman MS 1992: A multiple-tubes approach for accurate genotyping of very small DNA samples by using PCR: statistical considerations. American Journal of Human Genetics 50, 347-359.

Peakall R & Smouse PE 2006: GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. Molecular Ecology Notes 6, 288-295.

Peakall R & Smouse PE 2012: GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update. *Bioinformatics* 28, 2537-2539.

Pun KM, Albrecht C, Castella V & Fumagalli L 2009: Species identification in mammals from mixed biological samples based on mitochondrial DNA control region length polymorphism. *Electrophoresis* 30, 1008-1014. Ratschan C (2017) Erhebungen von Basisdaten über Fischbestand den Fischotter in OÖ. Gewässern. Ergebnisse Fischökologie. Vorabzug im Auftrag des Amtes der OÖ Landesregierung, Abt. Land- und Forstwirtschaft. 135 Seiten.

Ruiz Olmo J 1997: Influence of altitude on the distribution, abundance and ecology the otter (*Lutra lutra*). *Symposia of the Zoological Society of London* 71, 159-176.

Taberlet P, Griffin S, Goossens, Questiau S, Manceau V, Escaravage N, Waits LP & Bouvet J 1996: Reliable genotyping of samples with very low DNA quantities using PCR. *Nucleic Acids Research* 24, 3189-3194.

Waits LP, Luikart, G & Taberlet, P 2001: Estimating the probability of identity among genotypes in natural populations: Cautions and guidelines. *Molecular Ecology*, 10, 249–256.

Weinberger I C, Muff S, Kranz A & Bontadina F 2019: Riparian vegetation provides crucial shelter for resting otters in a human-dominated landscape. *Mammalian Biology* 98: 179–187.