

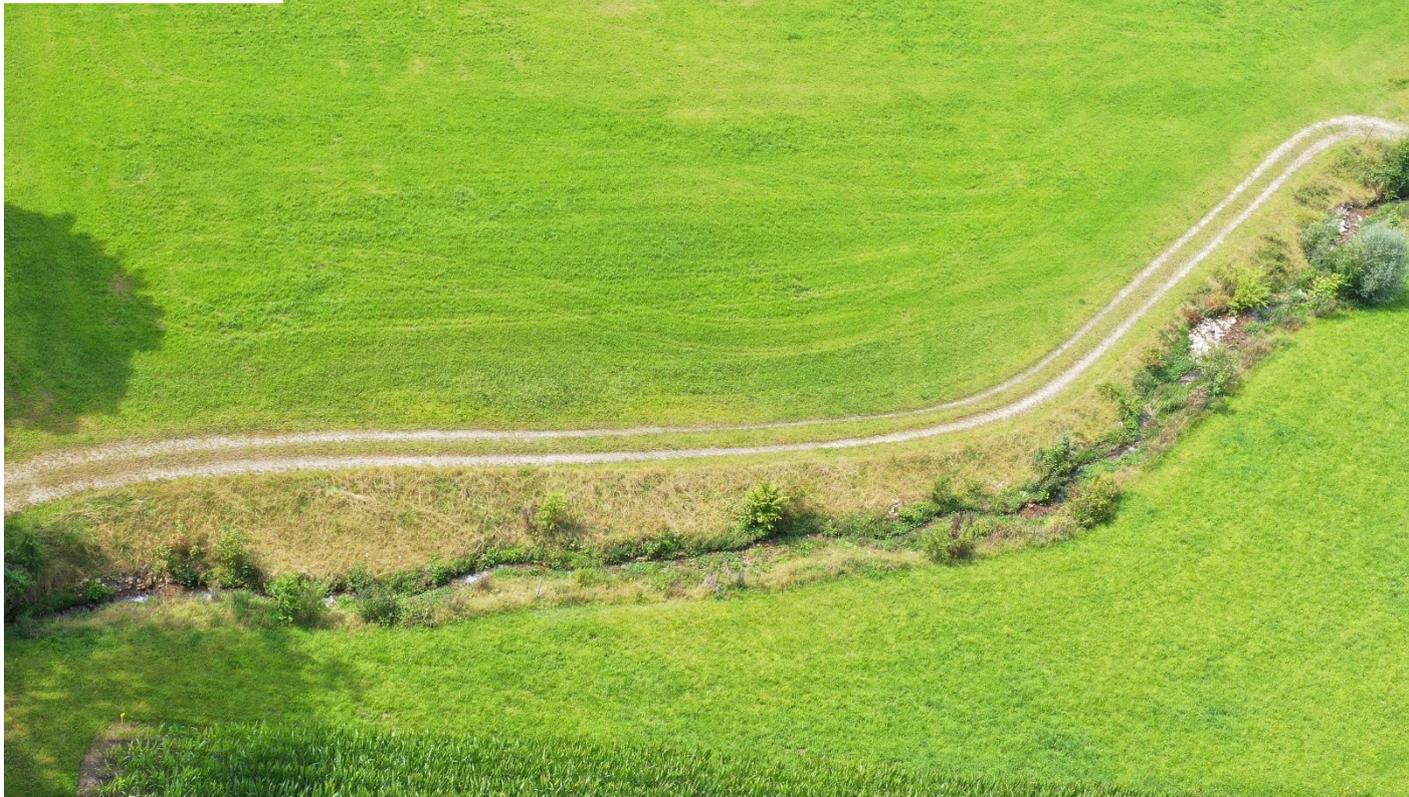


Revitalisierung Baumrütibächli in Oeschenbach

Wirkungskontrolle

Herausgabe:
Wirtschafts-, Energie- und Umweltdirektion /
Amt für Landwirtschaft und Natur

08/2023



Inhaltsverzeichnis

1.	Revitalisierung von Fließgewässern	3
2.	Wirkungskontrolle Revitalisierung.....	3
3.	Baumrütibächli.....	4
3.1	Einzugsgebiet und Charakteristik	4
3.2	Bachverbauung und Wiederherstellung nach Hochwasserschäden	7
3.3	Ausdolung, Verlegung und Revitalisierung 2016.....	8
4.	Resultate der Wirkungskontrolle Revitalisierung.....	10
4.1	Habitatvielfalt.....	10
4.2	Temperatur.....	12
4.3	Makrophyten.....	14
4.4	Makrozoobenthos	15
4.5	Fische	16
4.6	Ufervegetation	18
5.	Synthese	20

Anhang 1: EPT-Liste Makrozoobenthos

1. Revitalisierung von Fliessgewässern

In der Schweiz sind die meisten Bäche und Flüsse durch menschliche Eingriffe direkt beeinflusst. Aus Gründen des Hochwasserschutzes, zur Landgewinnung für die Landwirtschaft und Siedlungsgebiete sowie zur Nutzung der Wasserkraft wurden unsere Fliessgewässer seit dem 18. Jahrhundert im grossen Stil umgeleitet, kanalisiert, verbaut und eingedolt¹. Rund 14'000 km der Schweizer Gewässer sind in schlechtem morphologischem Zustand²; als Folge davon sind die mit Gewässern in Verbindung stehende aquatische und terrestrische Lebensräume stark gefährdet. Gewässerlebensräume und Feuchtgebiete stehen damit an der traurigen Spitze der bedrohten Lebensräume und enthalten die höchste Anzahl bereits ausgestorbener und vom Aussterben bedrohter Tier- und Pflanzenarten. Von 55 einheimischen Fischarten sind bereits 8 ausgestorben und 58% stehen auf der roten Liste³.

Während bis in die 1980er-Jahre die Verbesserung der Wasserqualität im Fokus stand, setzte ab den 1990er-Jahren ein Umdenken ein: Anstatt die Bäche und Flüsse immer stärker zu verbauen, entstanden innovative wasserbauliche Projekte, die den natürlichen Verlauf und Aufweitungen der Gewässer fördern. Seither passen der Hochwasserschutz und die Ökologie wieder besser zusammen. Den Gewässern wird möglichst wieder mehr Platz eingeräumt und auch eine gewisse Dynamik ist gewünscht. In der Schweiz sollen mit Revitalisierungen jedes Jahr 50 km Gewässer morphologisch aufgewertet werden, bis 2090 gesamthaft 4'000 km⁴. Im Kanton Bern wurden seit 2011 schon rund 200 Projekte mit ökologischem Mehrwert mit einer Gesamtlänge von über 60 km realisiert⁵. Viele der revitalisierten Gewässerabschnitte sind kleine Bäche wie das Baumrütibächli, wo sich wegen Überflutungen und der Vernässung von Landwirtschaftsland eine Gelegenheit ergeben hat, eine vorgängig eingedolte Strecke zu öffnen und ökologisch aufzuwerten. Der Renaturierungsfonds unterstützt im Kanton Bern die Renaturierung der Gewässer sowohl planerisch als auch finanziell.



Abbildung 1: Illustration revitalisiertes Gewässer © Renaturierungsfonds Kanton Bern / Denis Rochat (Emch+Berger AG)

2. Wirkungskontrolle Revitalisierung

Um zu überprüfen, ob mit Revitalisierungen die erwarteten ökologischen Verbesserungen auch tatsächlich eintreten, werden seit 2020 in der ganzen Schweiz Wirkungskontrollen von Fliessgewässerrevitalisierungen nach einheitlicher Methodik⁶ durchgeführt. Ziel ist es, Erfolgsfaktoren zu identifizieren und diese in Handlungsempfehlungen zu übersetzen, um bei künftigen Revitalisierungen z.B. die Biodiversität noch besser zu fördern und die verfügbaren finanziellen Mittel noch effektiver einzusetzen. Da bei neuen Revitalisierungen einige Jahre gewartet werden muss, um die Wirkung der Massnahmen gezielt nachweisen zu können, werden auch bereits umgesetzte Revitalisierungsprojekte an kleinen Bächen untersucht und mit einem kanalisiertem Kontrollabschnitt verglichen. Beim Baumrütibächli auf Gemeindegebiet von Oeschenbach wurde eine solche Wirkungskontrolle «Vertieft» durchgeführt; der ausgedolte und revitalisierte Abschnitt wurde mit einem noch kanalisiertem Abschnitt direkt oberhalb auf Gemeindegebiet von Wynigen anhand von sechs Indikator-Sets verglichen.

¹ Siehe z.B. Wasser-Timeline unter: <https://www.wassertimeline.ch/>

² Renaturierung der Schweizer Gewässer, Stand Umsetzung Revitalisierungen 2011-2019, Thomas G. und Renner C., BAFU 2021

³ Gefährdete Arten und Lebensräume in der Schweiz, Synthese Rote Listen, Klaus G. et al., BAFU/InfoSpecies 2023

⁴ Gewässer in der Schweiz, Zustand und Massnahmen, BAFU 2022

⁵ Datenzusammenstellung Kanton BE Tiefbauamt und Fischereinspektorat, Wüthrich H., Knutti A., Stand August 2022

⁶ Wirkungskontrolle Revitalisierung – Gemeinsam lernen für die Zukunft, Bundesamt für Umwelt BAFU, 2020.



Indikator-Set 1: Habitatvielfalt

Untersucht wird das Mosaik an Lebensräumen und die Vielfalt an Strukturen. Kartiert werden die morphologischen Strukturen in der Gewässersohle sowie die Ufer, das Substrat und Unterstände. Ebenfalls werden Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten entlang von Querprofilen gemessen.



Indikator-Set 4: Temperatur

Die Wassertemperatur ist entscheidend für chemische und biologische Prozesse im Gewässer und sie beeinflusst das Vorkommen und Verhalten von verschiedenen Lebewesen. Die räumliche und zeitliche Verteilung der Wassertemperatur im Bach werden im Sommer während einer Schönwetterperiode mit Temperatursensoren untersucht.



Indikator-Set 5: Makrophyten

Wasserpflanzen sind ein wichtiger Bestandteil vieler Fliessgewässer, indem sie den Lebensraum strukturieren und eine wichtige Nahrungsgrundlage für ganze Lebensgemeinschaften bilden. Die vorkommenden Arten und ihre Abundanz werden erhoben und bewertet.



Indikator-Set 6: Makrozoobenthos

Die von Auge sichtbaren Makroinvertebraten, die im Substrat, unter Steinen an Holz und an Wasserpflanzen leben, eignen sich, um die ökologische Qualität eines Fliessgewässers zu beurteilen. Es werden Proben entnommen und ihre Vielfalt und Häufigkeit im Labor bestimmt.



Indikator-Set 7: Fische

Fische bilden die Lebensraumbedingungen über längere Zeiträume und Fliessstrecken ab. Mittels quantitativer elektrischer Befischung werden die Vielfalt und Häufigkeit der Fischarten sowie das Vorkommen verschiedener Altersklassen untersucht.



Indikator-Set 8: Ufervegetation

Eine natürliche Ufer- und Auenvegetation ist ökologisch sehr wertvoll für die seitliche Vernetzung, als Lebensraum und Nahrungsquelle für Tiere und nicht zuletzt auch für die Beschattung der Wasserflächen und dadurch Temperaturregulierung. Es werden die vorkommenden Pflanzenarten mit Fokus auf Zielarten und Neophyten sowie die Pflanzengesellschaften untersucht.

3. Baumrütibächli

3.1 Einzugsgebiet und Charakteristik

Das Baumrütibächli (auch Boumrütibächli oder Baumrüttibach) ist ein Kleinstgewässer auf Gemeindegebiet von Wynigen und Oeschenbach im Verwaltungskreis Oberaargau des Kantons Bern. Das Baumrütibächli hat nur eine geringe Länge von 690 m zwischen seiner Quelle und der Einmündung in den Sagi-bach. Letzterer mündet wenig unterhalb bei «Säge» in den Öschebach. Das Baumrütibächli entspringt aus einer Quelle auf 737 m ü.M. bei «Lättthaus» die im Rahmen eines privaten Rechts auch für die Wasserversorgung genutzt wird. Der Bach fliesst die ersten 70 m unterirdisch in einer Röhre. Zwischen «Lättthaus» und «Baurütti» fliesst er in östlicher Richtung durch Landwirtschaftsland bis zur Mündung auf 693 m ü.M. Sein Einzugsgebiet beträgt rund 0.6 km² und setzt sich aus 20% Wald und 80% Landwirtschaftsland zusammen. Die Verlegung und Ausdolung des Bachs auf den untersten 140 m vor seiner Mündung erfolgte im Jahr 2016. Oberhalb ist das Baumrütibächli gemäss ökomorphologischer Kartierung des Kantons Bern je nach Abschnitt wenig bis stark beeinträchtigt, naturfremd oder eingedolt (Abbildung 2).

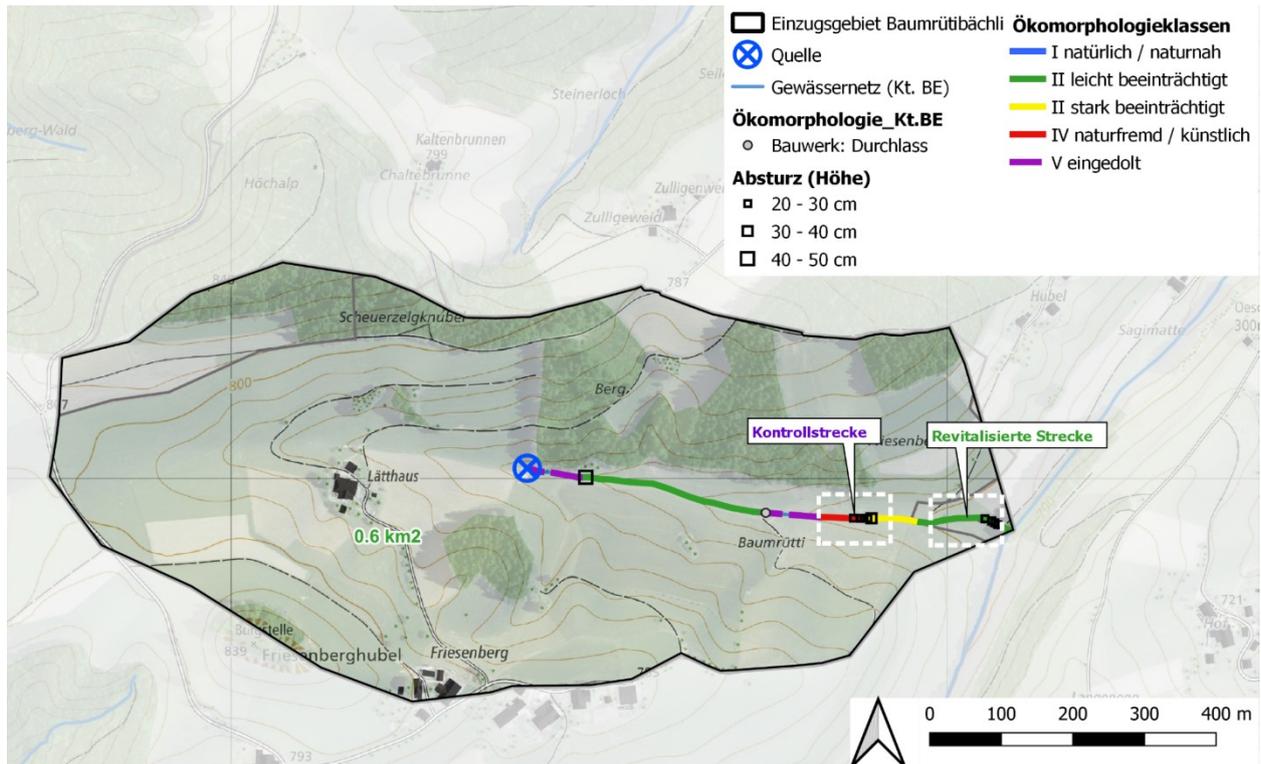


Abbildung 2: Einzugsgebiet und ökomorphologische Klassierung des Baumrütibächli. Der revitalisierte Abschnitt liegt auf Gemeindegebiet von Oeschenbach, der Kontrollabschnitt kurz oberhalb auf Gemeindegebiet von Wynigen. Hintergrund: © swisstopo, Daten: OEKOMORF © Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern

Oberhalb des revitalisierten Abschnitts ist der Bach kanalisiert; seine Ufer und die Bachsohle sind teilweise verbaut. Im oberen, als «wenig beeinträchtigt» klassierten Abschnitt findet sich eine dichte Ufervegetation und der Abstand zum bewirtschafteten Landwirtschaftsland ist etwas erhöht (Abbildung 3).

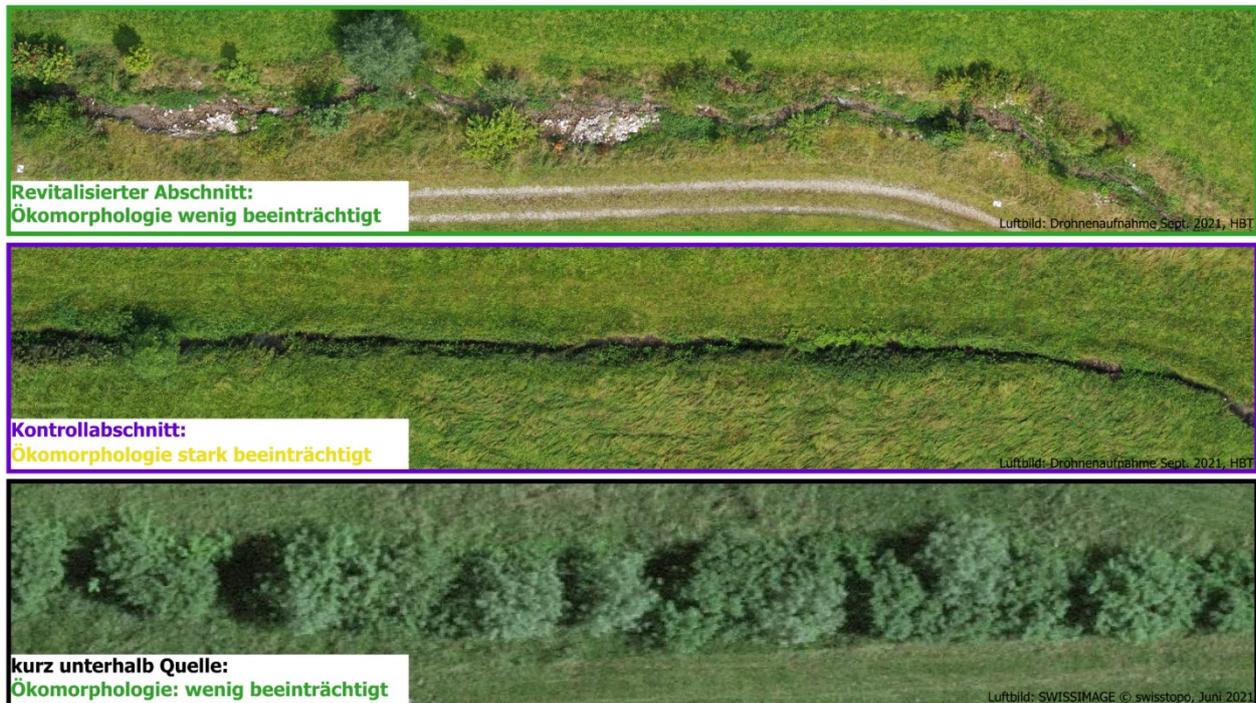


Abbildung 3: Vergleich der Luftbilder des revitalisierten Abschnitts (oben), des Kontrollabschnitts (mitte) sowie eines stark mit Ufervegetation bewachsenen Abschnitts kurz unterhalb der Quelle (unten). Quelle Luftbilder: oben und mitte: Drohnenaufnahmen September 2021, Hunziker Betatech AG; unten: SWISSIMAGE © swisstopo, Juni 2021

Das Baumrütibächli weist ein starkes Gefälle von 6.3% auf. Sowohl im revitalisierten Abschnitt als auch oberhalb des Bewirtschaftungswegs finden sich kleinere Abstürze von 20 bis maximal 40 cm Höhe, die jedoch von Bachforellen gut überwunden werden können. Vom Baumrütibächli liegen keine hydrologischen Messdaten vor, die Quellschüttung scheint jedoch ziemlich konstant und auch im sehr heißen und trockenen Sommer 2022 konnte ein kontinuierlicher Abfluss beobachtet werden. Eine Stichprobenmessung im Herbst 2021 ergab 9 l/s Abfluss. Die Kapazität des Gerinnes vor der Revitalisierung fasste nur den Normalabfluss; bei Regenereignissen traten regelmässig Überschwemmungen auf.



Abbildung 4: Charakteristik des Baumrütibächli im Kontrollabschnitt (links) und im revitalisierten Abschnitt (rechts), Aufnahmen HBT Okt. 2021

3.2 Bachverbauung und Wiederherstellung nach Hochwasserschäden

Die Gegend um das Baumrütibächli hat sich in den vergangenen 100 Jahren wohl nur geringfügig verändert. Der Vergleich des aktuellen Gewässerverlaufs mit jenem der Siegfriedkarte (Erstausgabe 1885) zeigt geringfügige Begradigungen, die mutmasslich Mitte 20. Jh. realisiert wurden, um die angrenzenden Landwirtschaftsflächen effizienter bewirtschaften zu können (Abbildung 5). Die Ansicht von Luftbildern aus der Vergangenheit zeigt, dass erst Anfangs 21. Jh. drei Abschnitte des Baumrütibächli eingedolt wurden; 1998 war der Bach noch durchgehend offen, wies aber dafür praktisch keine Ufervegetation auf. Bei der Eindolung wurden zu kleine Rohre verbaut, was zu den späteren Überflutungen und Vernässungen führte.

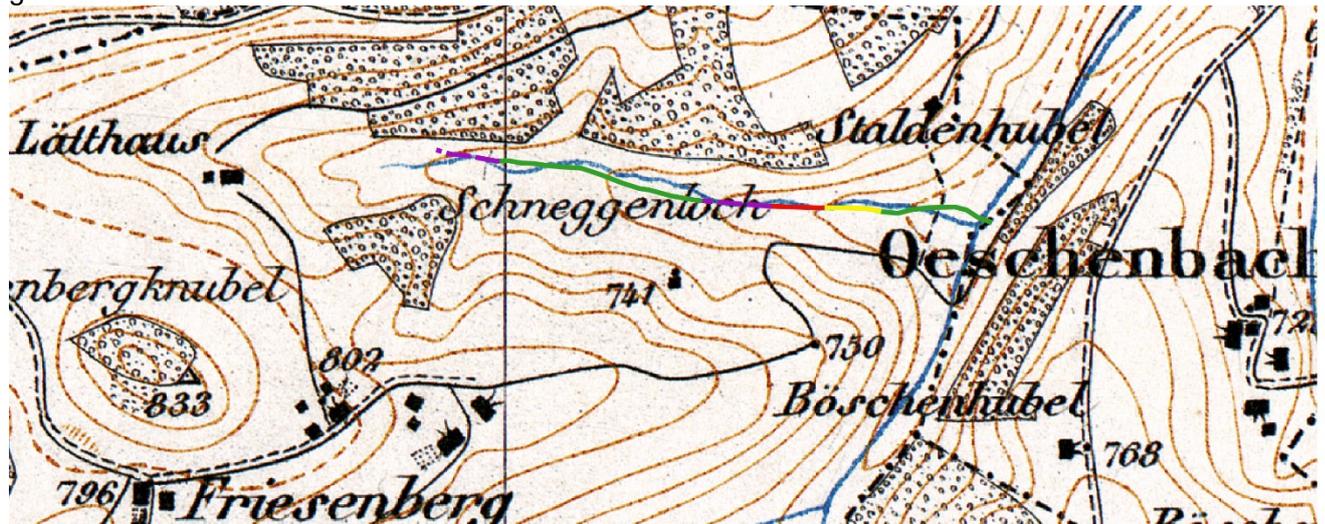


Abbildung 5: Siegfriedkarte Erstausgabe (1885) © swisstopo und überlagert farbige die aktuelle ökomorphologische Kartierung vom Kanton Bern (OEKOMORF © Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern)

Das Luftbild von 2007 zeigt, dass auch der kleine Bach bei Hochwasser zu Schäden an den Böschungen führen konnte. Die Renaturierung durch ein Hochwasser (mutmasslich 2005) wurde in den Folgejahren durch die erneute Verbauung wieder rückgängig gemacht. Beim gleichen Hochwasserereignis hat das Baumrütibächli im untersten (heute revitalisierten) Abschnitt durch Überflutungen den natürlichen Abflusskorridor für die spätere Verlegung im Jahr 2016 aufgezeigt (Abbildung 6).



Abbildung 6: Luftbildvergleich nach Hochwasserereignis (mutmasslich 2005). Oben: Abschnitt kurz unterhalb Quelle, unten: im Jahr 2016 revitalisierter Abschnitt kurz vor der Mündung. Bilder: SWISSIMAGE und Zeitreise © swisstopo

3.3 Ausdolung, Verlegung und Revitalisierung 2016

Das Baumrütibächli floss vor der Revitalisierung auf einem Abschnitt von rund 120 m in einer künstlich angelegten Hochlage, bevor es eingedolt, in einem Sturzgefälle in den Sagibach in der Talsohle einmündete. Die «unnatürliche» Lage des Bachs wurde so aus Bewirtschaftungsgründen angelegt⁷. Die knappe Gerinnkapazität, der aufwändige Unterhalt wegen Versandung und Verkrautung und die Vernässung der angrenzenden Grundstücke waren unbefriedigend, das ökologische Aufwertungspotential war gross. Durch die Verlegung in die natürliche Geländemulde konnte der Bach 2016 auf 145m Länge naturnah und ökologisch aufgewertet und mit dem Sagibach vernetzt werden (Auszug Projekt in Abbildung 8). Die Pflegearbeiten und der Unterhalt wurden von der Gemeinde Oeschenbach definiert und vertraglich dem Grundeigentümer delegiert. Die Uferböschungen wurden nicht humusiert, nur an den Böschungsoberkanten mit einer Ansaat begrünt. Für die Bestockung wurden standortheimische Ufergehölze aus regionaler Herkunft gewählt.⁸

Untenstehende Abbildung 7 zeigt Fotos des Baumrütibächli vor den Arbeiten 2016 und ein Luftbild knapp zwei Jahre nach Anlage des neuen Gerinnes (Abbildung 9).



Abbildung 7: Verlauf und Aspekt des Baumrütibächli (links, exemplarisch) und Mündungsbereich des Baumrütibächli in den Sagibach (rechts) vor der Verlegung und Revitalisierung 2016. Fotos aus «Renaturierungsprojekt Baumrütibach, Gemeinde Oeschenbach, 13.08.2015 und 6.10.2015, Autor unbekannt»

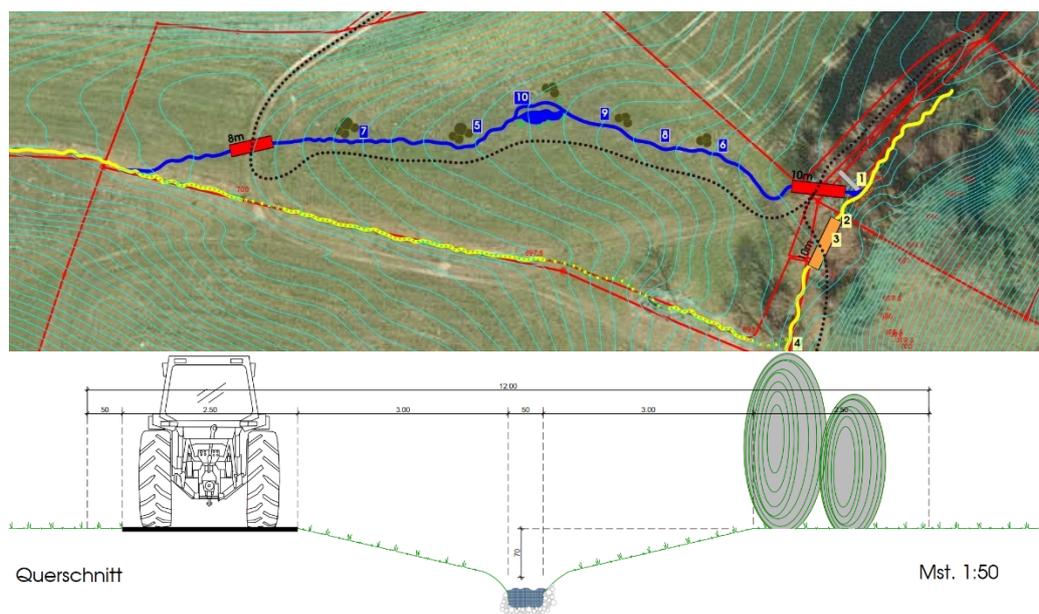


Abbildung 8: Auszug aus dem Renaturierungsprojekt Baumrütibach der Gemeinde Oeschenbach (Situation und Querschnitt), 13.08.2015, ohne Autor

⁷ Renaturierungsprojekt Gewässerverlauf Baumrütibach, Gemeinde Oeschenbach, 6.10.2015

⁸ Kurzbeschreibung Revitalisierungsprojekt aus Objektblatt WIKO VERTIEFT 015 Baumrütibächli, Wirtschafts-, Energie- und Umweltdirektion / Amt für Landwirtschaft und Natur / Renaturierungsfonds (geringfügig gekürzt und angepasst)



Abbildung 9: Luftbildaufnahme vom 21.04.2018 (Swissimage Zeitreise © swisstopo) weniger als 2 Jahre nach der Verlegung und Revitalisierung des Baumrütibächli.

Gemäss technischem Bericht wurden für die Verlegung und Renaturierung des Baumrütibächli gesamthaft CHF 110'000.-- veranschlagt. Darin waren auch Aufwände für die Verlegung des Bewirtschaftungswegs, die Bepflanzung und die Verlegung einer Sickerleitung an der Lage des ursprünglichen Gerinnes enthalten. Ebenfalls wurde im Projekt die Wiederherstellung der Fischgängigkeit im Sagibach zwischen alter und neuer Mündung des Baumrütibächli integriert. Für die Bewirtschaftung mussten zudem zwei Durchlässe mit Wellstahlrohren angelegt werden. Unter Berücksichtigung dieser zusätzlichen Aufwände beliefen sich die Kosten auf rund CHF 700.-- pro Laufmeter Revitalisierung.

4. Resultate der Wirkungskontrolle Revitalisierung

Vor der Verlegung und Revitalisierung des Baumrütibächli fand keine ökologische oder biologische Untersuchung statt. Die Vernetzung mit dem Sagibach für aufsteigende Fische war aufgrund der steilen, eingedolten Sturzstrecke nicht gewährleistet und auch im Sagibach bestand direkt unterhalb der Mündung ein Fischwanderhindernis. Die anlässlich der Baustellenabfischung entnommenen Bachforellen stammten somit wahrscheinlich von früherem Besatz mit Jungfischen oder einer natürlichen Fischpopulation, die schon vor den Verbauungen den Bach besiedelte. Die Daten dieser Abfischung werden für einen Vergleich beigezogen (Kapitel 4.5).

Die Wirkung der Revitalisierungsmassnahme wird anhand eines Vergleichs des Kontrollabschnitts mit dem 2016 neu angelegten und revitalisierten Abschnitt bestimmt. Beide Untersuchungsabschnitte umfassen je 100 m Fliessstrecke (Abbildung 10). Die Untersuchung und Bewertung erfolgt anhand der standardisierten Methoden in den Steckbriefen der Praxisdokumentation und wird mit gutachterlichen Einschätzungen der mit den Untersuchungen betrauten Fachexperten ergänzt bzw. angepasst.

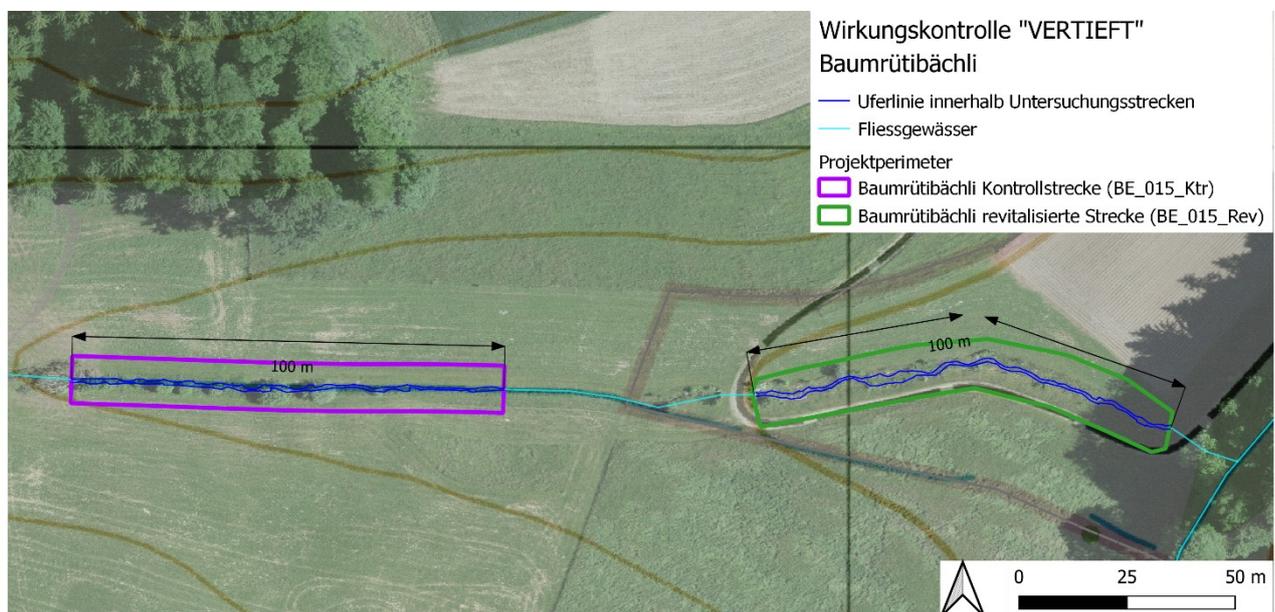


Abbildung 10: Übersichtskarte der beiden untersuchten Abschnitte. Die Kontrollstrecke (violetter Rahmen) liegt 60 m oberhalb der revitalisierten Strecke (grüner Rahmen).

4.1 Habitatvielfalt

Die Habitatvielfalt wurde anhand des Indikator-Set 1 der Praxisdokumentation kartiert und bewertet. Dabei werden die Sohlenstrukturen, die Uferstrukturen, die Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten sowie das Unterstandsangebot für Fische und das Substrat untersucht. In Abbildung 11 ist exemplarisch zum Vergleich die Sohlenstruktur der beiden Untersuchungsstrecken mit gleichem Massstab dargestellt. Während in der Kontrollstrecke durch die Verbauung noch künstliche Stufen-Becken Sequenzen mit dazwischen liegenden Rinnen dominieren, konnten in der revitalisierten Strecke naturnahe Sohlenstrukturen mit Rinnen, Furt und Schnellen geschaffen werden. Lokal finden sich auch kleine Flachwasserbereiche und vor allem im untersten Abschnitt kleine Holzschwelen mit anschliessenden Becken. Diese sind für Bachforellen problemlos durchgängig und stellen dank der grösseren Wassertiefe in den kleinen Becken wertvolle Rückzugsgebiete dar. Der stark mit Büschen bewachsene Kontrollabschnitt mit einigen tiefen Becken und teilweise zerfallenden Verbauungen bietet für die aquatische Fauna aber durchaus auch attraktive Lebensräume. Die beiden Abschnitte weisen eine sehr ähnliche mittlere benetzte Breite auf (Kontroll: 0.96 m, Revit: 1.1 m), unterscheiden sich aber deutlich in der Anzahl der Sohlenstrukturen

(Kontroll n: 43, Revit n: 64). Damit ist der revitalisierte Abschnitt deutlich strukturreicher und kleinräumiger als der Kontrollabschnitt.

Wie der Luftbildvergleich in der Abbildung 11 zeigt, wird entlang dem revitalisierten Abschnitt ein rund 7 m breiter Korridor (beidseitig ab Uferlinie nur rund 3 m) nicht landwirtschaftlich bewirtschaftet, im Kontrollabschnitt hingegen wird bis zum Ufergebüsch gemäht. Es kann erwartet werden, dass mit der Zeit und stärkerem Wachstum der Ufervegetation die Strukturvielfalt im Gewässerraum noch zunimmt.



Abbildung 11: Vergleich der Sohlenstrukturen (Indikator 1.1) in der revitalisierten Strecke (oben) und der Kontrollstrecke (unten)

Gesamthaft wird die Habitatvielfalt im revitalisierten Abschnitt etwas besser bewertet als in der Kontrollstrecke. Im revitalisierten Abschnitt finden sich nur lokal noch kleine Verbauungen im Bereich des Durchlasses und der Stufen, im Kontrollabschnitt sind die Ufer über weite Strecken verbaut.

Die gute Bewertung der Teilindikatoren «Wassertiefe» und «Fließgeschwindigkeit» darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass auch im revitalisierten Abschnitt nur wenige Stellen mit Wassertiefen über 10 cm vorhanden sind und dass langsame Fließgeschwindigkeiten dominieren. Dank der stabilen Wasserspeisung von der oberhalb liegenden Quelle bietet das Baumrütibächli abschnittsweise trotz seines geringen Einzugsgebiets ganzjährig genügende Wassertiefen für anspruchsvolle Arten wie die Bachforelle (vgl. Kapitel 4.5).

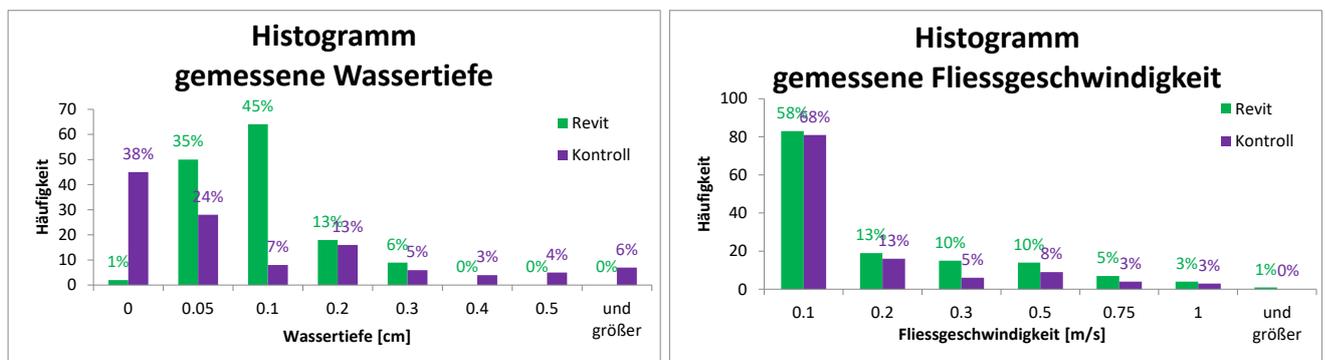


Abbildung 12: Vergleich der gemessenen Wassertiefen (links) und Fließgeschwindigkeiten (rechts).

In Abbildung 13 sind die Resultate des Indikators-Set 1 (Habitatvielfalt) für den Kontrollabschnitt und den revitalisierten Abschnitt in einem Netzdiagramm vergleichend dargestellt. Drei der sechs Teilindikatoren werden im revitalisierten Abschnitt besser bewertet, nur die Wassertiefen sind im Kontrollabschnitt dank den tiefen Becken besser bewertet als im revitalisierten Abschnitt. Wo die gutachterliche Einschätzung von der Bewertung gemäss Methodik abweicht, ist diese gestrichelt ergänzt. Um die Habitatvielfalt generell noch weiter zu erhöhen, könnte der Unterhalt im Gewässerraum angepasst und Totholz im Gewässer gefördert werden. Für die Fischpopulation wären vor allem Stellen mit erhöhter Wassertiefe und mit Unterständen (überhängende Vegetation, Büsche, Totholz, Wurzelstöcke) von Vorteil.

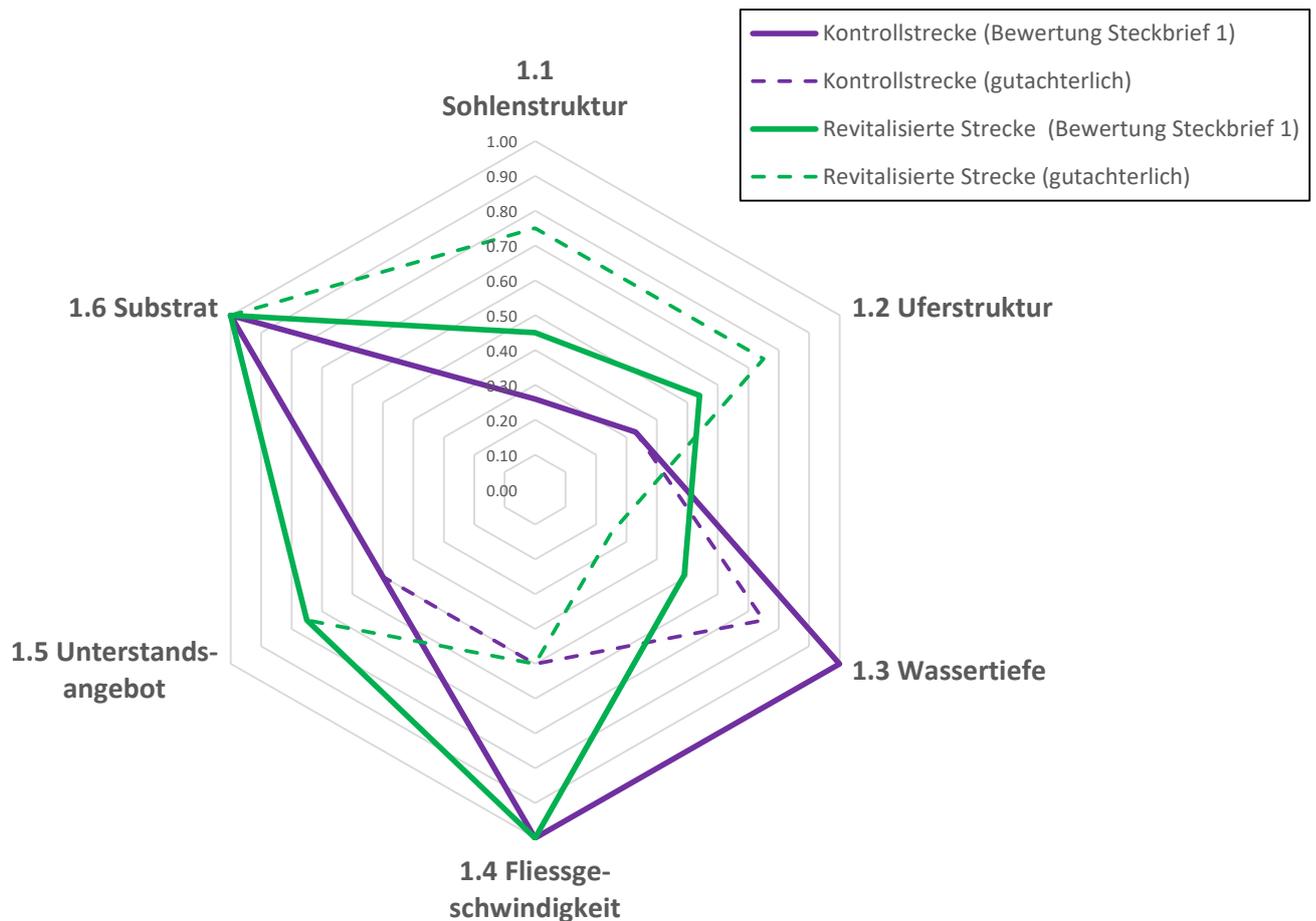


Abbildung 13: Vergleich der Resultate der Habitatvielfalt (Indikator-Set 1) für den Kontrollabschnitt und den revitalisierten Abschnitt. Gutachterliche Einschätzungen sind gestrichelt dargestellt. Die Resultate werden auf einer Skala von 0 (schlechteste Bewertung bis 1 (beste Bewertung) dargestellt.

4.2 Temperatur

Die Wassertemperaturen im Baumrütibächli wurden im Sommer 2022 mit 13 präzise messenden Temperatursensoren gemäss Methodik des Indikator-Set 4 untersucht. Die Untersuchungsperiode vom 5. Juli bis 28. August 2022 war im langjährigen Vergleich sehr heiss und niederschlagsarm. Die gemessenen Wassertemperaturen sowie die Tagesamplituden waren trotzdem sehr tief, was auf den hohen Anteil an Quellwasser zurückzuführen ist. Im revitalisierten Abschnitt wurden nachts immer zwischen 12.5° C und 14.9° C gemessen, tagsüber wurden maximale Höchsttemperaturen (Stundenwerte) von 18.1° C registriert.

Anhand der vier Temperatursensoren in der revitalisierten Strecke und den beiden direkt oberhalb installierten Sensoren, kann die Erwärmung im Längsverlauf des Baumrütibächli analysiert werden (Abbildung 15, Abbildung 16). Die täglichen Höchsttemperaturen lagen beim untersten Sensor rund 1°C höher als beim obersten Sensor, welcher rund 110 m bachaufwärts installiert war. In der revitalisierte Strecke

unterschieden sich die Tagesmittelwerte um maximal 0.5 °C, in der Kontrollstrecke um 0.1 °C. Ein Vergleich der Temperaturen in der Kontrollstrecke mit jenen in der revitalisierten Strecke zeigt etwas höhere Temperaturen in der revitalisierten Strecke (Abbildung 14) und auch eine etwas stärkere Erwärmung im Längsverlauf. Die generell höheren Wassertemperaturen der revitalisierten Strecke sind auf die Lage weiter unten im Längsverlauf zurückzuführen, die stärkere Erwärmung wahrscheinlich auf die geringere Beschattung mit Büschen sowie auf die geringeren Wassertiefen.

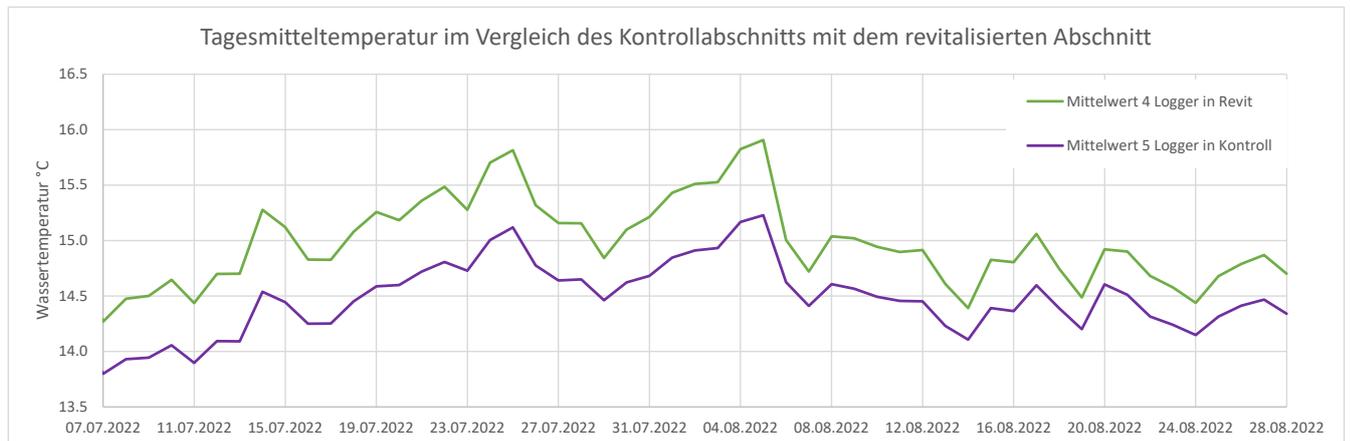


Abbildung 14: Tagesmitteltemperatur im Kontrollabschnitt im Vergleich zum revitalisierten Abschnitt

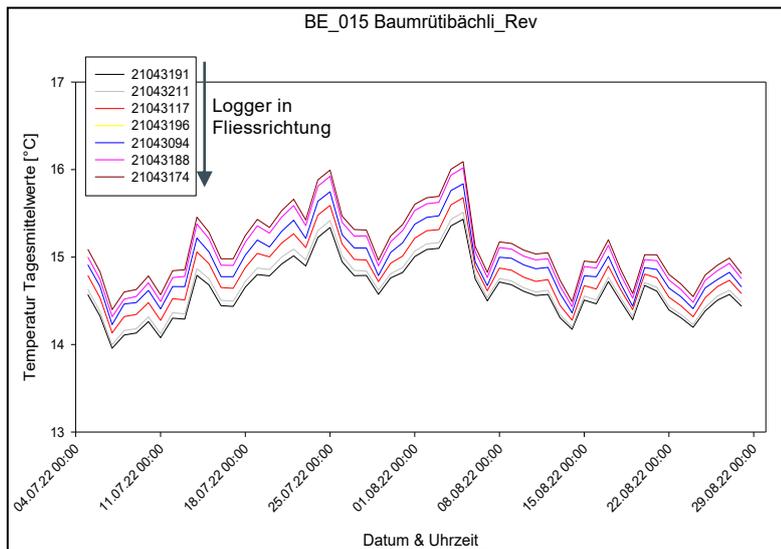


Abbildung 15: Vergleich der Tagesmittelwerte der revitalisierten Strecke des Baumrütibächli während der gesamten Messperiode vom 5.7.22 bis 28.8.22. Die Temperatursensoren mit höherer Tagesmitteltemperatur befinden sich weiter unten im Bachverlauf.

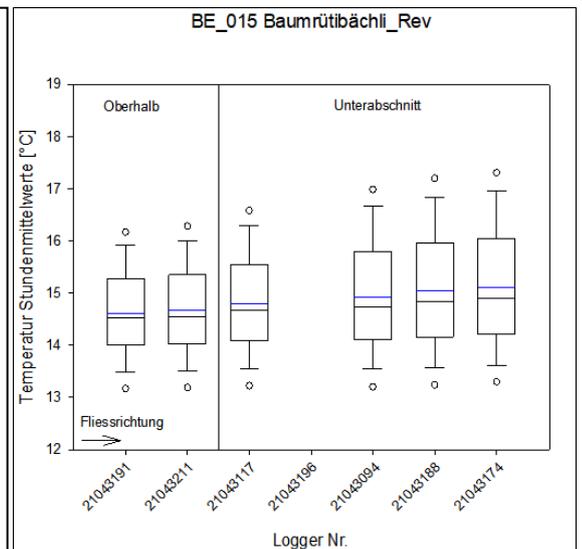


Abbildung 16: Analyse der Wassertemperaturen im Längsverlauf der revitalisierten Strecke des Baumrütibächli vom 5.7.22 – 28.8.22 (55 Tage) anhand Stundenmittelwerte. Der Boxplot zeigt die 25. und 75. Perzentile, den Median (schwarze Linie im Kasten), den Mittelwert (blaue Linie im Kasten), die Whisker (10. und 90. Perzentile) und Ausreisser (Punkte; nur 5. & 95. Perzentile dargestellt)

Abbildung 17 zeigt exemplarisch den Temperaturverlauf der sechs Temperatursensoren in der revitalisierte Strecke des Baumrütibächli während zweier Wochen Mitte Juli. Im Tagesverlauf schwankten die Wassertemperaturen (Stundenmittelwerte) um maximal 4.5°C. Sämtliche Temperaturlogger zeichneten sehr ähnliche Temperaturverläufe auf, unabhängig ihrer Platzierung in den verschiedenen Sohlenstrukturen.

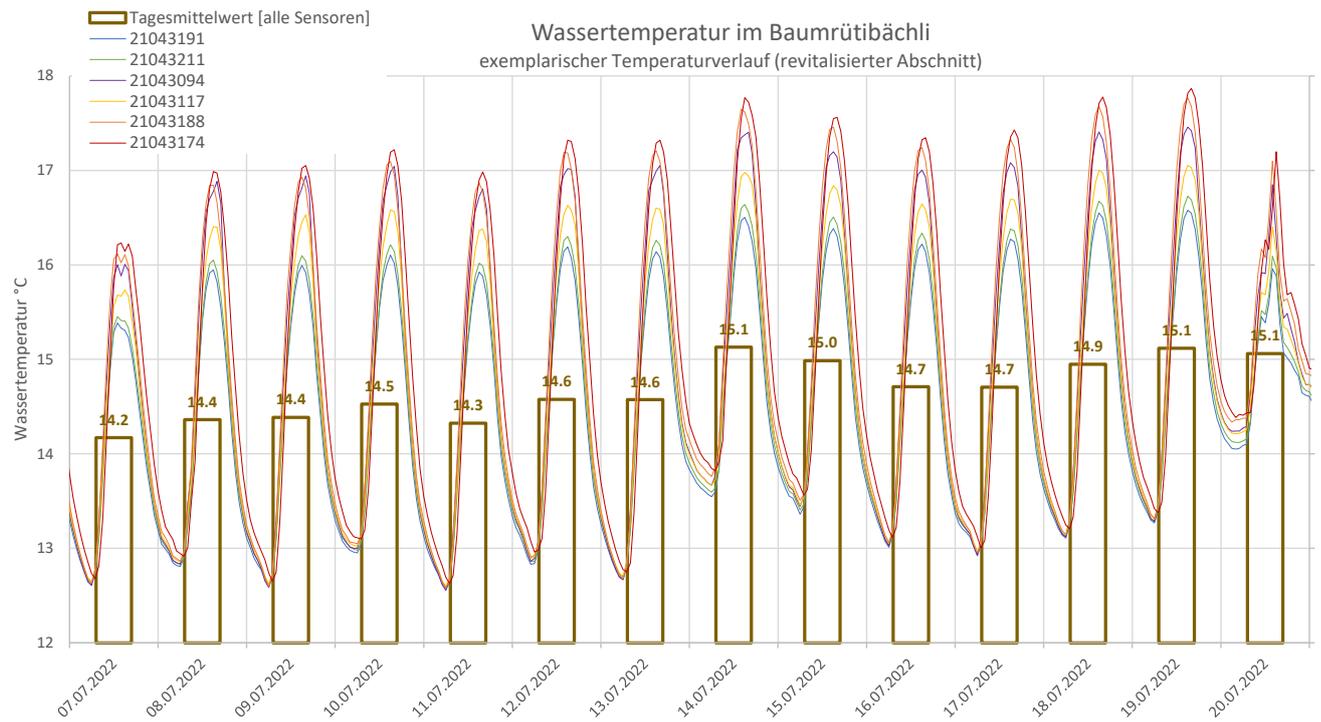


Abbildung 17: Verlauf der Wassertemperaturen in der revitalisierten Strecke des Baumrütibächli zwischen 7. Juli und 20. Juli 2022 anhand von 6 Temperatursensoren. Kurven: Stundenmittelwerte, Balken: Tagesmittelwerte über alle 6 Sensoren

4.3 Makrophyten

Das Baumrütibächli bietet für Wasserpflanzen ungünstige Standortbedingungen. Er wird als vegetationsarm (VA) klassiert und kann nicht anhand der standardisierten Methodik für Makrophyten bewertet werden. Im revitalisierten Abschnitt wurden bei der Begehung im Juli 2022 zwei häufige Sumpfpflanzen (Helophyten) kartiert: Sauergras (*Carex sp.*) und Bach-Ehrenpreis (*Veronica beccabunga L.*). Diese wachsen nicht direkt im Wasser, sondern im Uferbereich in stark vernässten Bereichen. Als positiv kann angemerkt werden, dass auch keine Neophyten aufgefunden wurden.



Abbildung 18: Bachbungen-Ehrenpreis (*Veronica beccabunga L.*) (Foto: Barbara Känel).

4.4 Makrozoobenthos

Anhand der Vielfalt und Häufigkeit der Makroinvertebraten, die am Flussgrund leben, lässt sich die ökologische Qualität eines Fließgewässers beurteilen. Die Zusammensetzung des Makrozoobenthos ist sowohl von den morphologischen und hydrologischen Bedingungen, als auch von der chemischen Wasserqualität abhängig. Dabei spielen nicht nur die Bedingungen vor Ort, sondern auch im oberhalb liegenden Einzugsgebiet eine entscheidende Rolle. Am Baumrütibächli wurden im April sowie im Juli 2022 je eine Probenahme entsprechend der Methodik im Indikator-Set 6 durchgeführt. Bei sämtlichen Proben erfolgte eine Bestimmung der EPT-Taxa (Eintagsfliegen, Steinfliegen, Köcherfliegen) auf Artniveau.

Tabelle 1 fasst die Resultate der je zwei untersuchten Proben im Kontrollabschnitt und dem revitalisierten Abschnitt zusammen. In den beiden Untersuchungsabschnitten resultieren sehr ähnliche und sehr gute Bewertungen des biologischen Zustands (Messkampagne im Frühjahr). In allen Proben wurden auch zahlreiche EPT- Arten gefunden. Vor allem die aufgefundenen Steinfliegen zeugen von der sehr guten Gewässerqualität im Baumrütibächli. In der Kontrollstrecke und der revitalisierten Strecke resultieren gesamthaft sehr gute Klassierungen. In der Kontrollstrecke wurden bei beiden Probenahmen etwas mehr verschiedene Arten und auch mehr Individuen anspruchsvoller Familien gefunden. Eine Zusammenstellung der aufgefundenen EPT-Arten findet sich in Anhang 1. Eine mögliche Erklärung für die geringfügige Abnahme der biologisch indizierten Gewässerqualität zwischen der Kontrollstrecke und der revitalisierten Strecke könnte sein, dass die revitalisierte Strecke etwas weiter unten und auch unterhalb eines seitlichen Zuflusses liegt. Auch die Wassertemperaturen sind gegenüber der Kontrollstrecke etwas erhöht (vgl. Kapitel 4.2).



Abbildung 19: im Baumrütibächli aufgefundene Köcherfliege der Familie Odontoceridae (*Odontocerum albicorne*; Foto © Pascal Mulattieri, Biol'eau). Die Art lebt in kiesigen oder sandigen Substraten in sauerstoffreichen und oligotrophen Fließgewässern. Damit zeigt sie eine relativ gute Gewässerqualität an.

Tabelle 1: Zusammenfassende Resultate der Makrozoobenthos-Beprobung am Baumrütibächli in der Kontrollstrecke und der revitalisierten Strecke.

Standort	Kontrollstrecke (BE_015_Ktr)		Revitalisierte Strecke (BE_015_Rev)	
	Datum	05.04.2022	11.07.2022 *	05.04.2022
Σ Taxa _{nbeobachtet} / _{nkorrigiert}	33 / 35	28 / 30	27 / 29	21 / 22
Diversitätsklasse (DK)	0.767	0.682	0.682	0.512
Abundanzen	3'262	1'318	2'706	785
Σ Familien EPT	16	12	15	9
Zeigergruppe	Perlodidae	Philopotamidae	Perlodidae	Philopotamidae
Indikatorgruppe (IG)	1.000	0.975	1.000	0.975
Biologischer Zustand IBCH	0.856	0.793	0.803	0.688
Robustheits-Test IBCH_2019_R	0.846	0.740	0.750	0.635
SPEAR_2019.11	36.18	31.34	30.21	27.99

Qualitätsklassen anhand des Wertes des IBCH_2019 (BAFU, 2019)

≥0.8 (≥ 80%) Sehr gut	0.6 - < 0.8 (< 80%) Gut	0.4 - < 0.6 (< 60%) Mässig	0.2 - < 0.4 (< 40%) Unbefriedigend	< 0.2 (< 20%) Schlecht
--------------------------	----------------------------	-------------------------------	---------------------------------------	---------------------------

* Die Resultate der zweiten, fakultativen Kampagne sind heller dargestellt, da sie ausserhalb des prioritären Zeitfensters erhoben wurden. Methodisch bedingt resultieren in der fakultativen Messkampagne vom Juli etwas schlechtere Resultate.

4.5 Fische

Im Baumrütibächli wurden die beiden Untersuchungsstrecken im September 2021 mit elektrischer Befischung untersucht. Dabei wurden in den beiden je 100 m langen Abschnitten in drei Durchgängen möglichst alle Fische gefangen und narkotisiert. Jeder Fisch wurde bestimmt, gemessen und gewogen, bevor er wieder im gleichen Bachabschnitt freigelassen wurde. Im schmalen Baumrütibächli kann davon ausgegangen werden, dass mit der elektrischen Befischung praktisch alle Fische im Abschnitt gefangen werden konnten.



Abbildung 20: Elektrobefischung am Baumrütibächli am 6. September 2021. Trotz geringer Wassertiefen wurden auch grosse Forellen bis zu 24 cm ermittelt.

Die Auswertung zeigte eine erstaunlich hohe Anzahl Bachforellen, sowohl im Kontrollabschnitt als auch im revitalisierten Baumrütibächli. Auf den 100 m langen Abschnitten wurden 64 (revitalisiert) bzw. 77 (Kontrollabschnitt) Bachforellen gefangen. Für die Auswertung und den Vergleich mit anderen Bächen wird eine Hochrechnung auf 1 Hektar Fläche vorgenommen. Die berechnete Fisch-Biomasse übertrifft in beiden Abschnitten die Erwartungen mit 357 kg/ha (Kontrollabschnitt) bzw. 308 kg/ha (revitalisierter Abschnitt). Die Anzahl Tiere pro Hektar ist im Kontrollabschnitt ebenfalls etwas höher. In Abbildung 21 ist die hochgerechnete Anzahl Bachforellen je Grössenklasse für die beiden Abschnitte dargestellt. Daraus geht hervor, dass im Kontrollabschnitt etwas mehr grössere Tiere ermittelt wurden als in der revitalisierten Strecke. Zudem wurden im Kontrollabschnitt deutlich mehr 0+ -Forellen erhoben; die Populationsstruktur ist im Kontrollabschnitt insgesamt als natürlicher zu bezeichnen.

Im Baumrütibächli besteht ein privates Fischereirecht, es werden aber keine künstlichen Besatz- oder Aufzuchtmassnahmen betrieben. Somit kann davon ausgegangen werden, dass sich die Bachforellen im Baumrütibächli erfolgreich fortpflanzen; die festgestellten 0+ -Forellen stammen aus Naturverlaichung. Das kleine Baumrütibächli bietet nur beschränkt Lebensraum mit ausreichender Wassertiefe für grosse Bachforellen, was wohl auch das Fehlen grösserer Tiere (> 25 cm Körperlänge) erklärt. Wie häufig in den beiden Abschnitten gefischt wird und wie gross der fischereiliche Einfluss auf die Population ist, konnte nicht eruiert werden.

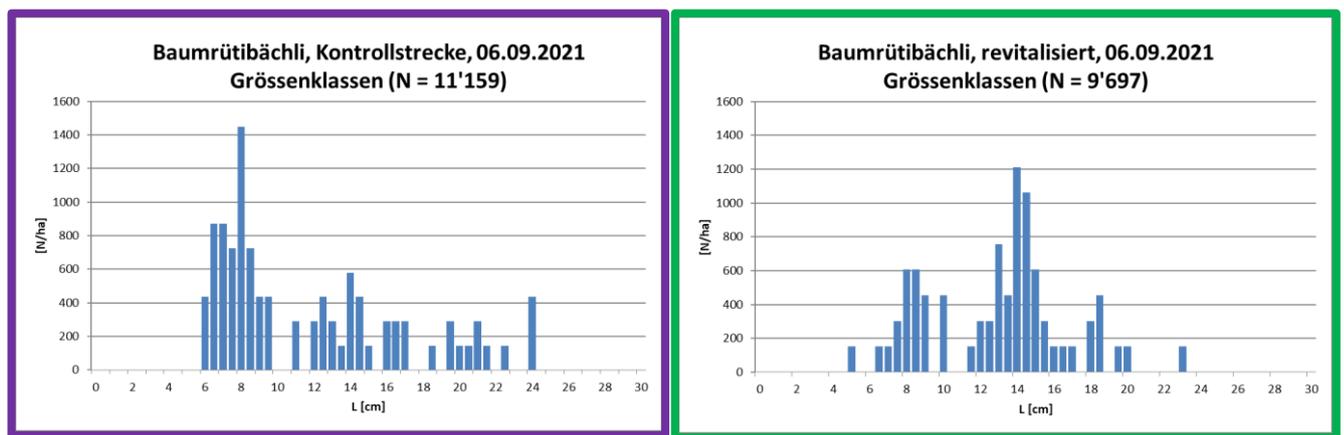


Abbildung 21: Resultate der elektrischen Befischung (Aquarius GmbH) in den beiden Abschnitten im Baumrütibächli vom 6.9.2021. Die Resultate sind auf 1ha Fläche hochgerechnet.

Die Resultate der elektrischen Befischung im Jahr 2021 sind gut vergleichbar mit der Baustellenabfischung im April 2016. Damals wurden vor den Arbeiten für die Bachverlegung ebenfalls auf 100 m Länge total 56 Forellen gefangen und umgesiedelt. Da im damaligen Gerinne ein hoher (nicht fischgängiger) Absturz existierte, stammten die damals umgesiedelten Bachforellen wahrscheinlich nur aus dem Abschnitt unterhalb des Absturzes. Dies weist auf eine bereits hohe Anzahl und Fisch-Biomasse des Baumrütibächli hin. Die natürliche Wiederbesiedlung des Baumrütibächli nach der Revitalisierung war somit erfolgreich und die geschaffenen Gewässerstrukturen haben es erlaubt, den Fischbestand zu verbessern.

Die kühlen Wassertemperaturen und der konstante Minimalabfluss dank der Quellspeisung stellen optimale Lebensbedingungen für die Bachforellen dar. Im Kontrollabschnitt finden sich zudem einige tiefere Becken (unterhalb Schwellen) mit optimalen Versteckmöglichkeiten. Die über das Baumrütibächli wachsenden Büsche und langsam zerfallenden Uferverbauungen aus Holz bieten gute Fischunterstände. Die noch junge Vegetation im revitalisierten Abschnitt bietet etwas weniger Schutz vor Prädatoren als das Dickicht im Kontrollabschnitt. Auch finden sich im revitalisierten Abschnitt nur wenige Stellen mit genügend tiefen Becken für grössere Fische. Es ist zu erwarten, dass mit wachsender Ufervegetation und einer eigendynamischen Entwicklung (Erosion, Kolke) die Fischlebensräume mit der Zeit noch weiter aufgewertet werden.

4.6 Ufervegetation

Unterschiede in der Bewirtschaftung des Gewässerraums sind gut auf Luftbildern ersichtlich. Im Sommer 2021 wurde in der Kontrollstrecke die Vegetation bis an das kanalisierte Baumrütibächli gemäht. In der revitalisierten Strecke werden beidseitig rund 3 m von der Bewirtschaftung ausgenommen und nicht mit den Mähwiesen geschnitten (Abbildung 22). Im oberen Bereich des Kontrollabschnitts ist die Ufervegetation wenig divers, dicht und beschattet das Baumrütibächli vollständig. Im revitalisierten unteren Abschnitt ist die Ufervegetation noch lückig und die Wasserfläche offen. Im Gegensatz zur Kontrollstrecke finden sich in der revitalisierten Strecke auch flache Böschungen, wo sich eine diversere Vegetation etablieren konnte.



Abbildung 22: Vergleich der Kontrollstrecke (links) und der revitalisierten Strecke (rechts). Luftbilder aus Drohnenbefliegung, 9.8.2021 Hunziker Betatech AG

In beiden Gewässerabschnitten wurde im Juni 2022 nach Zielarten und Neophyten gesucht. Im revitalisierten Abschnitt konnten sechs der sieben Zielarten gefunden werden, im Kontrollabschnitt nur deren drei. Die durch Zielarten kolonisierte Fläche war im revitalisierten Abschnitt rund doppelt so gross wie im Kontrollabschnitt (vgl. Tabelle 2). Die aufgefundenen Zielarten sind in der Schweiz nicht gefährdet und weit verbreitet.

Im Kontrollabschnitt dominiert das Mädesüss (*Filipendula ulmaria*). Eine feuchteliebende Art, welche aber nicht streng an Ufer gebunden ist. Im revitalisierten Abschnitt kommt der Bachbungen-Ehrenpreis (*Veronica beccabunga*), eine typische Art des Bachröhrichts deutlich häufiger vor. Andere typische Arten des Bachröhrichts die man an einem kleinen Bach erwarten könnte (z.B. *Berula erecta*) fehlen. Daneben ist eine im Vergleich zur Kontrollstrecke deutlich diversere Vegetation der feuchten Hochstaudenfluren und Feuchtwiesen vorhanden (neben Mädesüss und Bach-Nelkenwurz – *Geum rivale* auch Sumpfdotterblume – *Caltha palustris*, Eisenhutblättriger Hahnenfuss – *Ranunculus aconitifolius* und die Scharfkantige Segge – *Carex acutiformis*).

Tabelle 2: Zielarten in der Kontrollstrecke und der revitalisierten Strecke (LC: Nicht gefährdet)

Zielarten Baumrütibächli (wiss.)	Deutscher Name	Gefährdung	Kontroll-Abschnitt BE_015_Ktr		Revitalisierter Abschnitt BE_015_Rev	
			Individuen- zahl	Kolonisierte Fläche [m ² /100m Bach]	Individuen- zahl	Kolonisierte Fläche [m ² /100m Bach]
Berula erecta (Huds.) Coville	Kleiner Merk	LC				
Caltha palustris L.	Sumpf- Dotterblume	LC			5	
Carex acutiformis Ehrh.	Scharfkantige Segge	LC				6.0
Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	Moor-Geissbart	LC		11.4		12.2
Geum rivale L.	Bach-Nelkenwurz	LC		0.9		0.7
Ranunculus aconitifolius L.	Eisenhutblättriger Hahnenfuss	LC			1	
Veronica beccabunga L.	Bachbungen- Ehrenpreis	LC		2.6		12.4

Der revitalisierte Abschnitt ist botanisch wertvoller als die Kontrollstrecke, wie der Vergleich der Zielarten und der Pufferstreifen mit gewässergerechter Ufervegetation zeigt. Die Bedingungen für weitere typische Uferarten des Bachrührichts sind gegeben. Ob diese den Bach in Zukunft besiedeln werden, hängt hauptsächlich von ihrem Vorkommen in der näheren Umgebung ab. Mit einem breiteren Pufferstreifen (\geq Breite minimaler Gewässerraum) und einer angepassten Bewirtschaftung desselben (in den feuchten Bereichen Herbstmahd im Abstand von 2-3 m zum Ufer jeweils auf 2/3 der Fläche), könnte entlang des Baumrütibächlis der ökologische Wert für feuchtigkeitsliebende Arten noch deutlich gesteigert werden. Dadurch werden nicht nur Arten der Bachrührichte, sondern auch die der feuchten Hochstaudenfluren und Feuchtwiesen gefördert. Verschiedene gefährdete oder potentiell gefährdete Heuschrecken und Tagfalterarten (z.B. der Mädesüss-Perlmutterfalter und die Sumpfschrecke) sind auf diese angewiesen und können so auch von Renaturierungen im Landwirtschaftsgebiet profitieren.

5. Synthese

Gegenüber dem Zustand vor der Revitalisierung konnte mit der Verlegung und Neugestaltung des Baumrütibächli auf rund 100 m eine bedeutende Aufwertung erzielt werden. Das Projekt zeigt, wie mit Revitalisierungen manchmal auch eine Win-Win-Situation mit der Landwirtschaft gefunden werden kann; die Bewirtschaftung wurde vereinfacht, die Vernässung und Überflutung der Wiesen verhindert und das Gewässer ökologisch aufgewertet.

Das Baumrütibächli ist ein Kleinstgewässer, bietet aber dank der zuverlässigen Quellspeisung wertvollen Lebensraum für Bachforellen und Wasserinsekten, die auf sauberes und kühles Wasser angewiesen sind. Auch in sehr heissen und trockenen Sommern konnte ein konstanter Abfluss und tiefe Wassertemperaturen festgestellt werden. Heisse und trockene Sommer nehmen als Folge des Klimawandels zu, viele kleine Bäche fallen dadurch im Sommer trocken oder weisen hohe Wassertemperaturen auf, so dass sie sich als Lebensraum für Bachforellen und andere wärmeempfindliche Tierarten nicht mehr eignen. Umso wichtiger ist es, Quellgewässer wie das Baumrütibächli zu erhalten und für diese spezialisierten Arten aufzuwerten. Aus fischereilicher und ökologischer Sicht ist daher die langfristige Sicherung der Quellspeisung, die Erhaltung einer guten Wasserqualität und die Aufwertung weiterer Bachabschnitte sinnvoll.

Die Revitalisierung des Baumrütibächli zeigt, dass auch Projekte an Kleinstgewässern relativ hohe Projektkosten auslösen können. Entsprechend ist es wichtig, dass die Revitalisierungen unter Berücksichtigung von ökologischen Zielsetzungen und definierter Zielarten entwickelt und umgesetzt werden.

Für weitere Revitalisierungs-Abschnitte am Baumrütibächli empfehlen wir:

- gezielt Sohlenstrukturen (Kolke, Becken, tiefe Rinnen) mit erhöhter Wassertiefe für adulte Bachforellen zu schaffen, und
- mindestens die 11 m minimale Gewässerraubbreite für gewässergerechte Strukturen und die Ufervegetation vorzusehen. Bewirtschaftungswege müssen dabei ausserhalb des Gewässerraums geplant und angelegt werden.

Die Untersuchungen im kanalisierten Kontrollabschnitt haben gezeigt, dass im benetzten Bereich wertvolle Strukturen vorhanden sind. Sowohl Wasserinsekten als auch Fische finden in der Kontrollstrecke dadurch bereits geeignete Lebensräume. Diese müssen bei Revitalisierungen geschützt oder durch mindestens gleichwertige Strukturen ersetzt werden. Im Baumrütibächli könnten auch mit einfachen und manuellen Massnahmen unter Anleitung von Fachpersonen weitere Aufwertungen oberhalb des bereits revitalisierten Abschnitts realisiert werden. Im 11 m breiten Gewässerraum besteht noch grosses Potenzial für ökologische Aufwertungen. Durch eine angepasste Bewirtschaftung entlang des Bachlaufs und angrenzenden Pufferstreifens kann die Vegetation standortgerecht aufgewertet werden. Damit lässt sich die Erwärmung der Wassertemperatur minimieren und davon profitieren auch auf Feuchtwiesen und feuchte Hochstaudenfluren angewiesene Insektenarten.



Abbildung 23: Sowohl im Kontrollabschnitt (links) als auch im revitalisierten Abschnitt (rechts) finden sich wertvolle Gewässerlebensräume. Diese gilt es langfristig zu erhalten und bei Revitalisierungen zu ersetzen. Der Uferbereich kann entlang des Baumrütibächli noch weiter aufgewertet werden.

Bern, 21.08.2023

Daniel Rebsamen (Hunziker Betatech AG)

Fachliche Beiträge von:

- Diego Tonolla (eQcharta GmbH)
- Claudia Zaugg (Aquarius GmbH)
- Florian Walter (n+p Biologie)
- Pascal Mulattieri (Biol'Eau GmbH)

HUNZIKERBETATECH

Hunziker Betatech AG
Jubiläumsstrasse 93
3005 Bern

Anhang 1: EPT-Liste Makrozoobenthos

EPT Taxaliste	Ordnung	BE_015_Ktr	BE_015_Ktr	BE_015_Rev	BE_015_Rev
		Frühling, 05.04.2022 [Σ]	Sommer, 11.07.2022 [Σ]	Frühling, 05.04.2022 [Σ]	Sommer, 11.07.2022 [Σ]
Alainites muticus	E	897	68	283	22
Baetis alpinus	E	220	141	550	75
Baetis rhodani	E	295	253	456	146
Baetis vernus	E	24	51	64	48
Ecdyonurus helveticus	E	-	-	1	-
Ecdyonurus venosus	E	4	-	1	-
Electrogena ujhelyii	E	2	-	-	-
Epeorus assimilis	E	10	1	16	-
Ephemera danica	E	-	4	1	2
Ephemerella mucronata	E	6	-	2	-
Habroleptoides confusa	E	3	-	2	-
Paraleptophlebia submarginata	E	1	-	-	-
Rhithrogena GR semicolorata	E	276	1	48	-
Serratella ignita	E	-	7	1	21
Amphinemura CX sulcicollis	P	6	-	4	-
Isoperla rivulorum	P	5	-	5	-
Isoperla sp.	P	5	-	-	-
Leuctra GR fusca	P	-	-	1	-
Leuctra nigra	P	4	-	4	-
Nemoura CX marginata	P	1	-	-	-
Nemoura flexuosa	P	1	-	-	-
Nemoura GR cinerea	P	67	-	30	-
Nemoura sp.	P	20	1	4	-
Protonemura intricata	P	2	-	2	-
Protonemura nitida	P	-	5	-	5
Protonemura sp.	P	126	-	126	-
Siphonoperla CX torrentium	P	1	-	3	-
Chaetopterygini-Stenophilacini GR cingulatus	T	6	-	-	-
Chaetopteryx villosa	T	-	5	-	1
Hydropsyche GR instabilis	T	15	-	19	-
Hydropsyche instabilis	T	1	-	1	-
Hydropsyche tenuis	T	6	-	-	-
Hydropsychidae	T	-	37	-	5
Limnephilidae	T	16	-	1	-
Odontocerum albicorne	T	2	8	14	8
Philopotamus ludificatus	T	22	4	1	5
Philopotamus sp.	T	-	28	-	4
Plectrocnemia sp.	T	1	1	-	-
Potamophylax cingulatus	T	3	-	2	-
Rhyacophila GR sensu str.	T	2	-	3	-
Rhyacophila sp.	T	6	5	-	1
Rhyacophila tristis	T	-	-	1	1
Sericostoma sp	T	8	2	3	-
Silo pallipes	T	2	-	-	-
Wormaldia sp.	T	27	3	-	-
Anzahl Arten E	E	11	7	11	5
Anzahl Arten P	P	11	2	9	1
Anzahl Arten T	T	14	9	9	7
Anzahl EPT	EPT	36	18	29	13
Anzahl Individuen	EPT	2093	625	1649	344