



Quell-Lebensräume in den Bündner Pärken

**Erhebung des Ökologische Zustands und Ermittlung von
Aufwertungsobjekten im Naturpark Beverin, im Parc Ela
und in der Biosfera Val Müstair**

Ökologische Infrastruktur in Pärken, Pilotprojekt GR 2016–2017
im Auftrag des BAFU

November 2017



Quell-Lebensräume in den Bündner Pärken

Erhebung des Ökologische Zustands und Ermittlung von Aufwertungsobjekten im Naturpark Beverin, im Parc Ela und in der Biosfera Val Müstair

**Ökologische Infrastruktur in Pärken, Pilotprojekt GR 2016–2017
im Auftrag des BAFU**

November 2017

Autoren

Daniel Küry, Dr. phil. Biologe

Benjamin Misteli BSc. Umweltgeowissenschaftler

Michèle Plag MSc. Biologin

Mitarbeit Feldbegehungen: Yvonne Kleinlogel, Sarah Siegerist, Yves Schwyzer



Inhalt

Zusammenfassung.....	4
1 Einleitung	5
2 Methoden, untersuchte Quellen	6
3 Ergebnisse	7
3.1 Untersuchte Quellen	7
3.2 Höhenverteilung.....	10
3.3 Strukturbewertung.....	10
3.4 Aufwertungsdatenbank Quell-Lebensräume	12
4 Aufwertungsobjekte.....	16
5 Anhang.....	20
Ökologische Infrastruktur in Bündner Pärken 2016-2017 Modul 1, Fokusthema Quell-Lebensräume	24
1 Anlass und Ziel der Untersuchungen	24
2 Arbeitsschritte	24
3 Die Quell-Erhebungen	25
4 Aufnahmebedingungen, Vorbereitung der Erhebung.....	25
5 Vorgehen bei der Aufnahme (vgl. Lubini et al. 2014).....	28
6 Abschluss der Erhebung	48
7 Bearbeiten der Fauna Proben im Labor (Option)	49
8 Termine	50
9 Hinweise zur Datensicherheit.....	50
10 Literatur	51
11 Beilagen zur Anleitung.....	51

Zusammenfassung

Im Rahmen des Pilotprojekts «Ökologische Infrastruktur in Parks» wurde im Naturpark Beverin, im Parc Ela und in der Biosfera Val Müstair der ökologische Zustand von Quell-Lebensräumen erhoben. Aus dieser Erhebung wurden Objekte zur ökologischen Aufwertung ermittelt. Mit der Auswertung von Datenbanken und Luftbildern wurden die Koordinaten von insgesamt 3212 potenziellen Quell-Lebensräumen erfasst. In den Jahren 2016–2017 hat ein Team von Feldmitarbeitenden insgesamt 328 Quell-Lebensräume dieser Grundgesamtheit besucht. Im Rahmen einer einmaligen Begehung wurde bei 232 Objekten die Struktur bewertet, Gefässpflanzen und das Makrozoobenthos erhoben und das Aufwertungspotenzial erfasst. Dies entspricht 7% der 3212 potenziellen Quell-Lebensräume in den drei Bündner Parks.

Je nach Park wurde die Struktur von 30% bis über 75% der Quell-Lebensräume als natürlich/naturnah oder bedingt naturnah bewertet. Aufgrund der Strukturkartierung und des Tier- und Pflanzenreichtums konnte für 21 Quell-Lebensräume eine hohe Dringlichkeit im Hinblick auf eine Lebensraumaufwertung ausgewiesen werden. Diese entspricht der Empfindlichkeit des Lebensraums gegenüber Beeinträchtigungen oder Verlust. Für 26 weitere Objekte wurde eine hohe Wichtigkeit festgestellt. Mit diesem Begriff wird die Bedeutung eines Lebensraums für die Vernetzung der Lebensräume und die Ökosystemfunktionen bezeichnet. Insgesamt 160 Quell-Lebensräume wurden in die Gruppe mit mittlerer Dringlichkeit und 140 in die Klasse mit mittlerer Wichtigkeit eingestuft.

Im Dokument «GIS-Layer Ideen Aufwertungsdatenbank» sind alle Objekte ausführlich dokumentiert. Dazu gehört auch eine summarische Beschreibung der Ziele sowie der Massnahmen, mit denen die festgestellten Beeinträchtigung (in den meisten Fällen Viehtritt oder Fassung / Ableitung von Wasser) verhindert oder rückgängig gemacht werden können. Die Datenbank dient dem Kanton im Rahmen seiner Vollzugsaufgaben und den Parks für die Umsetzung. Weiter können die darin ausgewiesenen Objekte auch im Rahmen möglicher Ersatz- und Ausgleichsmassnahmen für andersorts getätigte Eingriffe in die Natur herangezogen werden.

1

Einleitung

Die Strategie Biodiversität der Schweiz sieht vor, eine ökologische Infrastruktur in Schutzgebieten und Vernetzungsgebieten aufzubauen. In diesem Zusammenhang hat der Kanton Graubünden gemeinsam mit dem Naturpark Beverin, dem Parc Ela und der Biosfera Val Müstair ein Projekt ausgearbeitet, in welchem Erfahrungen zur Rolle und zum Mehrwert bei der Förderung der ökologischen Infrastruktur erarbeitet wurden. Es war das Ziel dieses Teilprojekts, im Rahmen einer Gesamtübersicht über die ökologische Infrastruktur die Quell-Lebensräume als wertvolle Biotope zu erfassen und im Hinblick auf mögliche Aufwertungen zu beurteilen.

Im Gegensatz zu anderen Lebensräumen im Rahmen des Projekts Ökologische Infrastruktur in Bündner Pärken war über die Situation der Quell-Lebensräume erst wenig bekannt. Das primäre Ziel war es deshalb, die Quell-Lebensräume zu erfassen und bezüglich ihrer Struktur zu bewerten. Damit kann ein Grundstein zu einer Übersicht der Verbreitung und des Zustands der Quell-Lebensräume im Kanton Graubünden gelegt werden.

Obwohl Quell-Lebensräume mit mehr als 55 Arten der Roten Listen als generell schützenswert gelten können, genügen diese Daten alleine nicht für die Erarbeitung einer differenzierten Aufwertungsdatenbank mit den vom Auftraggeber vorgegebenen Attributen. Um eine feinere der Bewertung der Quell-Lebensräume vorzunehmen, musste deshalb zusätzlich die Biodiversität der Gefässpflanzen und das Makrozoobenthos im Feld untersucht werden. Dies ermöglicht es auch den Tier- und Pflanzenreichtum im Rahmen der Dringlichkeit und Wichtigkeit der Aufwertung zu berücksichtigen. Bei der Dringlichkeit stand vor allem die Empfindlichkeit des Lebensraums hinsichtlich von Beeinträchtigungen oder eines Biotopverlusts im Zentrum. Bei der Wichtigkeit wird die Bedeutung des Lebensraums für die Vernetzung der Lebensräume und die Ökosystemfunktionen beurteilt.

Die Datenbank dient dem Kanton im Rahmen seiner Vollzugsaufgaben und den Pärken für die Umsetzung. Weiter können die darin ausgewiesenen Objekte auch im Rahmen möglicher Ersatz- und Ausgleichsmassnahmen für anderenorts getätigte Eingriffe in die Natur herangezogen können.

2 Methoden, untersuchte Quellen

Von August bis Oktober 2016 wurden Vorarbeiten durchgeführt sowie Quellen in den drei Naturpärken kartiert und bezüglich ihrer Struktur bewertet. Dabei wurden im Einzelnen die folgenden Schritte durchgeführt:

- Zusammenstellen vorhandener Informationen zu Quell-Lebensräumen mit Hilfe des GIS (geoGR), des Geologie Layers auf www.map.geo.admin.ch und Hinweisen von lokalen Kennern.
- Ermittlung potenzieller Quell-Lebensräume (Bachanfänge, Quellfluren, Karstquellen usw.) mit Hilfe von Luftbildern auf www.map.geo.admin.ch.
- Erarbeitung einer Kartierungsanleitung und Schulung von Feldmitarbeiterinnen und -mitarbeitern anlässlich einer Probekartierung (vgl. Anhang).
- Erfassung von Lage und Zustands möglichst vieler Quell-Lebensräume mit der Strukturbewertung nach BAFU (Lubini et al 2014) und eine Beschreibung der Art und des Ausmasses allfälliger Beeinträchtigungen.
- Ermittlung des Aufwertungspotenzials mit einer angepassten Version einer Methode aus dem Kanton Bern (Felder & Bruppacher 2016) und Beschreibung allfälliger Aufwertungsmassnahmen.
- Entwicklung einer vereinfachten Methode für eine erste Einschätzung des Tier- und Pflanzenreichtums als Biodiversitätsparameter (vgl. Anhang).
- Erfassung und allenfalls Strukturbewertung von Quell-Lebensräumen, die erst bei der Begehung erkennbar wurden und weder bei den Luftbildauswertungen noch im GIS erfasst wurden.

Die Strukturdaten wurden in die zur BAFU Methode gehörenden Excel-Auswertungstabellen eingegeben, bei denen automatisiert der Strukturwert errechnet wird. Die Eingabe der Daten der Flora/Fauna und des Aufwertungspotenzials in erfolgte in einfache Excel-Tabellen.

Die Strukturdaten wurden in die nationale Datenbank MIDAT-Source von CSCF InfoFauna (Neuchâtel) importiert. Alle Daten der bewerteten Quellen wurden aus MIDAT wieder in Excel-Tabellen exportiert und in dieser Form zur weiteren Auswertung verwendet.

3 Ergebnisse

3.1 Untersuchte Quellen

Die Auswertungen der Luftbilder ergaben in den drei Pärken insgesamt 3212 potenzielle Quell-Lebensräume, die als Grundlage für die Planung der Feldbegehungen dienten.

Sieben Mitarbeitende haben während insgesamt 40 Exkursionstagen total 328 potenzielle Quell-Lebensräume besucht (Tab. 1). Dies entspricht 10% aller eruierten Objekte. Die Aufteilung auf die Pärke erfolgte ungefähr entsprechend der Anzahl potenzieller Quell-Lebensräume. An 96 Objekten konnte keine Erhebung durchgeführt werden, meist weil kein Wasserabfluss vorhanden war oder der Quell-Lebensraum nicht oder nicht mehr existierte. Es wurden somit 232 Quell-Lebensräume untersucht und bezüglich der Struktur bewertet, was 7% der potenziellen Quell-Lebensräume entspricht.

Tab. 1: Anzahl potenzieller Quell-Lebensräume sowie Anzahl besuchter und bewerteter Quellen in den drei Naturpärken des Kantons Graubünden.

	Anzahl potenzieller Quellen	Anzahl Besuche	Struktur- bewertung	ohne Strukturbe- wertung
Beverin	1428	134 (9,4%)	121 (8,5%)	13 (0,09%)
Ela	1451	124 (8,5%)	80 (5,5%)	44 (3,0%)
Val Müstair	333	70 (21,0%)	31 (9,3%)	39 (11,7%)
Gesamt	3212	328 (10,2%)	232 (7,2%)	96 (3,1%)

Es wurde versucht einzelne Landschaftsbereiche möglichst vollständig zu erfassen. Es gelang jedoch nicht, alle potenziellen Quell-Lebensräume einer Gemeinde oder einer Landschaftskammer aufzusuchen (Abb. 1).

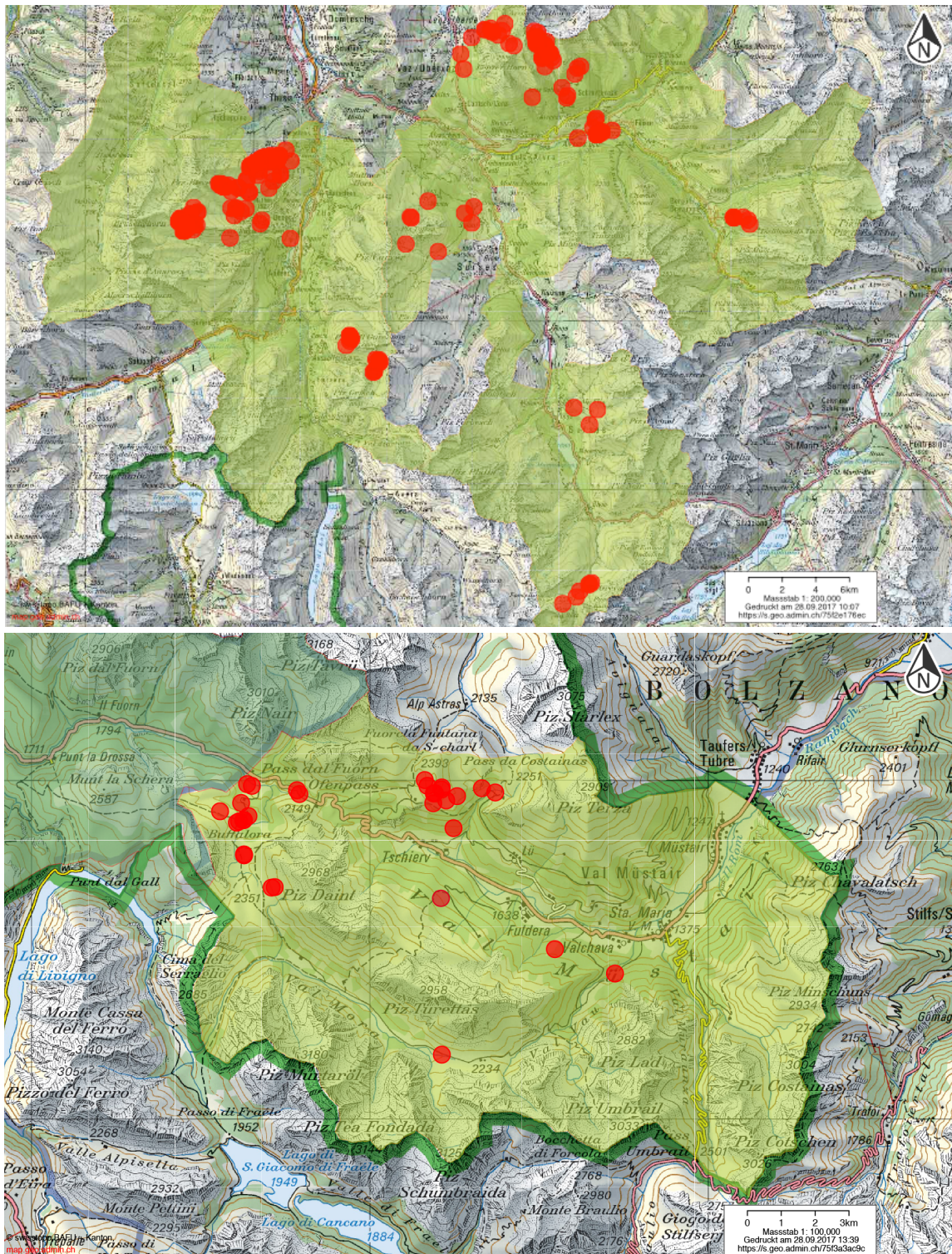


Abb. 1: Untersuchte Quell-Lebensräume in den Naturparks Beverin und Ela (oben) sowie der Biofera Val Müstair (unten). Hellgrün: Perimeter der drei Bündner Pärke.

In den Gemeinden Lohn, Mathon und Casti-Wergenstein sowie Albula, Lantsch und Filisur betrug der Anteil der bewerteten Quellen jeweils über 10% (Tab. 2). Am gründlichsten untersucht werden konnte die Gemeinde Lohn mit 47% bewerteten Objekten. In der Biosfera Val Müstair betrug der Anteil der bewerteten Objekte 9%.

Tab. 2: Übersicht über die Anzahl potenzieller Quell-Lebensräume sowie der besuchten und bewerteten Objekte in den drei Bündner Pärken

Gemeinde	potenzielle Quell-Lebensräume	besuchte Objekte	Bewertete Objekte
Naturpark Beverin			
Andeer	142	1 (0,7%)	1 (0.7%)
Casti-Wergenstein	189	61 (32%)	35 (19%)
Donat	13	1 (8%)	0 (0%)
Ferrera	229	22 (10%)	18 (8%)
Lohn	59	36 (61%)	28 (47%)
Mathon	120	50 (42%)	14 (12%)
Rongellen	11	0	0
Safiental	415	0	0
Sufers	39	0	0
Tschappina	122	0	0
Zillis-Reischen	64	0	0
Parc Ela			
Albula/Alvra	242	37 (15%)	30 (12%)
Bergün/Bravuogn	474	6 (1%)	6 (1%)
Davos	46	0	0
Filisur	49	10 (20%)	8 (16%)
Lantsch/Lenz	51	13 (25%)	10 (20%)
Surses	580	50 (9%)	17 (3%)
Biosfera Val Müstair			
Val Müstair	333	69 (21%)	31 (9%)

3.2

Höhenverteilung

Das Schwergewicht der Begehung wurde auf die höheren Lagen gelegt, weil diese nur kurz im Jahr besucht werden können, und erst spät mit der Untersuchung begonnen werden könnte. Der Hauptanteil (79,8%) der bewerteten Quellen befand sich deshalb in Höhen zwischen 1900 und 2500 m ü. M. (Abb. 2).

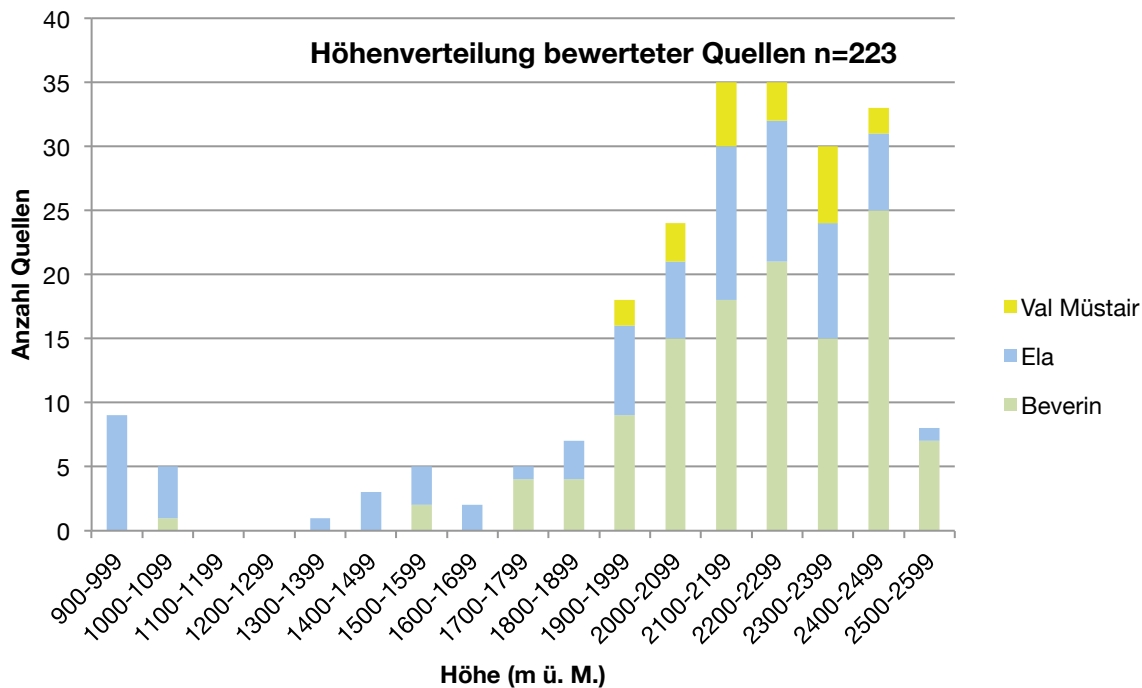


Abb. 2: Höhenverteilung der Untersuchungen der Quell-Lebensräume in den drei Naturparks des Kantons Graubünden.

3.3

Strukturbewertung

Die provisorischen Ergebnisse der Strukturbewertungen zeigten, dass sich 69% aller Quellen in einem natürlichen bis bedingt naturnahen Zustand befinden. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Parks waren jedoch hoch (Abb. 3). Am höchsten war der Anteil mehr oder weniger unbeeinträchtigter Quellen im Parc Ela, am geringsten in der Biosfera Val Müstair.

Im letzteren Park waren über 63,6% der untersuchten Quell-Lebensräume als strukturell mässig beeinträchtigt oder geschädigt eingestuft. Der Anteil der intakten oder bedingt naturnahen Quellen hingegen beträgt lediglich 31,8%.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind nicht repräsentativ für die jeweilige gesamte Fläche der Pärke, weil mehr als drei Viertel der Objekte in einer Höhe über 1900 lagen. Aufgrund des hohen Nutzungsdrucks ist zudem davon auszugehen, dass unterhalb von 1900 m ü. M. ein höherer Anteil der ursprünglich vorhandenen Quellen gefasst oder beeinträchtigt ist.

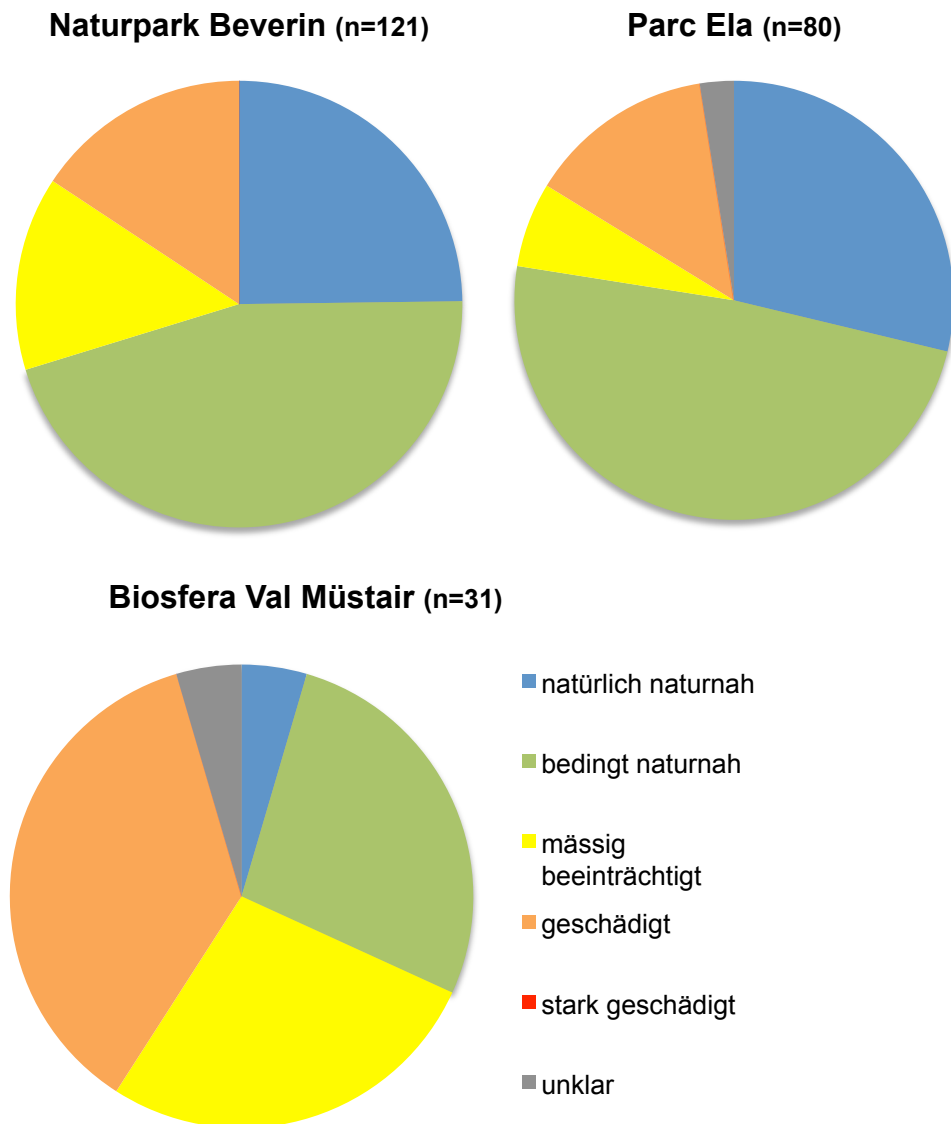


Abb. 3: Zusammenstellung der Strukturbewertung der 232 untersuchten Quell-Lebensräumen in den drei Naturpärken des Kantons Graubünden.

3.4

Aufwertungsdatenbank Quell-Lebensräume

Im Gegensatz zu anderen Lebensräumen im Rahmen des Projekts Ökologische Infrastruktur in Bündner Pärken war das primäre Ziel, gezielt Quell-Lebensräume zu erfassen und bezüglich ihrer Struktur zu bewerten. Damit kann ein Grundstein zu einer Erhebung der Quell-Lebensräume im den Bündner Pärken gelegt werden. Die Ideen der Aufwertungsdatenbank für Quell-Lebensräume sind im Dokument «GIS-Layer_Ideen_Aufwertung_20171110.xlsx» zusammengestellt. Die einheitlich erfassten Attribute sind im Tab. 3 wiedergegeben.

Obwohl die Gesamtheit der Quell-Lebensräume als schützenswert angesehen werden kann, genügen die erhobenen Strukturdaten alleine nicht für die Erarbeitung einer differenzierten Aufwertungsdatenbank.

Der im Feld erhobene Tier- und Pflanzenreichtum (Makrozoobenthos und Gefässpflanzen) ergab zwischen jeweils zwischen 0 und 8 unterscheidbare Makrozoobenthos- und Gefässpflanzentaxa und erlaubt eine grobe Einschätzung der Biodiversität. Er ermöglicht aber ergänzend auch die Lebensgemeinschaft im Rahmen der Aufwertungsdatenbank zu berücksichtigen.

Tab. 3: Objektkatalog der Aufwertungsdatenbank innerhalb des Projekts Ökologische Infrastruktur in den Bündner Pärken.

Klasse/Tabelle	Attribut	Attributwerte / Wertebereich	Beschreibung
IDEE	IDEE_ID	obligatorisch, Text 15 Zeichen	Identifikator für Idee. Kann individuell vergeben werden.
	NAME	obligatorisch, Text 100 Zeichen	Name der Fläche (z.B. Flurname)
	ZIEL	obligatorisch, Text 250 Zeichen	Ziel der Aufwertung
	LEBENSIRM_1	obligatorisch	Hauptlebensraumtyp
	LEBENSIRM_2	fakultativ	Sekundärer Lebensraumtyp
		Moor	
		Trockenwiese	
		übriges Grünland	
		Trockenmauer	
		Aue	
		Feldgehölz	
		besondere Waldgesellschaft	
		übriger Wald	
		Fließgewässer	
		stehendes Gewässer	
		Quelle	
		anderer	
	BESCHRIEB	obligatorisch, Text 250 Zeichen	Beschreibung Ausgangslage und mögliche Aufwertung oder Potential
	MASSN_EINM	obligatorisch, Text 250 Zeichen	Vorschlag für einmalige Massnahmen
	MASSN_REGL	obligatorisch, Text 250 Zeichen	Vorschlag für regelmässige Massnahmen
	ZIELARTEN	fakultativ, Text 100 Zeichen	Zu fördernde Zielarten
	DRINGLICHK	obligatorisch	Dringlichkeit der Umsetzung
		hoch	Umsetzung innert 1-3 Jahren: Gefahr von Verlust des Lebensraumes oder sehr wertvoller Lebensraum sowie sehr wichtige Ergänzung von Lebensräumen oder sehr wichtig für die Ausbreitung, Erhaltung von Populationen.
		mittel	Umsetzung innert 3-10 Jahren: Gefahr von Verlust von einzelnen Arten oder wertvoller Lebensraum.
		gering	Aufwertung innert 20 Jahren, keine grossen Veränderungen zu erwarten
		keine Angabe	
	WICHTIGK	obligatorisch	Wichtigkeit der Umsetzung
		sehr hoch	Aufwertung von besonders wichtigen oder besonders grossen Standorten, höchste Naturschutz-Prioritäten (z.B. Handlungsarten GR)
		hoch	für Erhalt oder Vernetzung von seltenen Lebensräumen oder Rote Liste Arten, wesentliche Verbesserung
		mittel	für Erhalt oder Vernetzung von Trittsteinbiotopen, Ergänzung von wertvollen Lebensräumen oder für die Ausbreitung, Vernetzung von Populationen
		gering	Standort hat für Biodiversität eine untergeordnete Bedeutung
		keine Angabe	
	BEMERKUNG	fakultativ, Text 250 Zeichen	Bemerkungen
	IDEE_HERKU	obligatorisch, Text 150 Zeichen	Herkunft der Idee (Person und/oder Institution)
	BEARB_P	obligatorisch, Wertetabelle	Bearbeitungsperson inkl. Institution; z.B. "Hans Muster, Parc Uno" (beim Datenformat Geodatabase ist die Bearbeitungsperson vorgängig in der Domain zu erfassen)
	BEARB_D	obligatorisch, Datum (xx.xx.20xx)	Bearbeitungsdatum
	DOKU_PDF	fakultativ, Text 50 Zeichen	Zusätzliche Dokumentationen wie z.B. Projektskizzen, Berichte oder Fotos. Alles in einem PDF zusammenfassen und den Namen des PDFs erfassen.

Der Tier- und Pflanzenreichtum wurde neben dem Strukturwert und hydrologischen Bedeutung der Quellen für Schutzgebiete und der Biotopvernetzung zur Ermittlung von Dringlichkeit und Wichtigkeit herangezogen. Bei der Dringlichkeit war das Ziel vor allem eine Beurteilung der Empfindlichkeit des Lebensraums hinsichtlich von Beeinträchtigungen oder eines Biotopverlusts. Bei der Wichtigkeit stand die Bedeutung des Lebensraums für die Vernetzung der Lebensräume und die Ökosystemfunktionen im Zentrum.

Die folgende Zusammenstellung gibt genauere Erläuterungen zu den Datenbankattributen der Quellerhebungen (vgl. Tab. 3):

IDEE-ID

Als Identifikator der Aufwertungsidee wurde die ID der Quellen verwendet, die einerseits aus der Abkürzung des jeweiligen Naturparks (Bev: Naturpark Beverin, Ela: Parc Ela, Mue: Biosfera Val Müstair) sowie der einer fortlaufenden Nummer.

NAME

Als Name der Quell-Lebensräume wurde der nächstgelegene Flurname zusammen mit einer fortlaufenden Nummerierung (falls mehrere Quell-Lebensräume in gleicher Flur) vorkamen.

ZIEL

Als Ziel wurde definiert, welche Massnahmen durchgeführt und welcher Zustand damit erreicht werden soll.

LEBENSRM_1

Als Hauptlebensraum wurde bei jedem Objekt der Lebensraumtype Quelle angegeben.

LEBENSRM_2

Keine Angaben, da nicht relevant in diesem Projekt.

BESCHRIEB

Im Beschrieb wird eine kurze Charakterisierung des Quell-Lebensraums vorgenommen und das mögliche Aufwertungspotenzial

MASSN_EINM

Vorschlag für Gestaltungs- und Aufwertungsmassnahmen, die einmalig durchzuführen sind.

MASSN_REGL

Vorschläge für Pflege- und Unterhaltsmassnahmen, die regelmässig auszuführen sind.

ZIELARTEN

Zielarten konnten im Rahmen dieses Projekts nicht ermittelt werden, weil nur in den wenigsten Fällen faunistische Erhebungen durchgeführt wurden.

DRINGLICHK

Quellen mit hoher Dringlichkeit einer Aufwertung besitzen eine unbefriedigende Struktur, sind schlecht vernetzt, beeinflussen jedoch die Hydrologie benachbarter Lebensräume wie Flachmoore und besitzen eine hohe Diversität.

Für die Dringlichkeit von Aufwertungsmassnahmen wurden deshalb die folgenden Parameter verwendet (Tab. 4):

STRUK: Strukturwert nach BAFU

NETZ: Vernetzung (0 keine, 1 Bach od. Quelle im Umkreis 50 m, 2 Bach/Quelle im Umkreis 10 m, 3 Quellkomplex oder -system) ermittelt auf www.map.geo.admin.ch

HYDR: hydrologischer Einfluss auf untenliegendes Schutzgebiet (1 ja / möglich bis 50 m, 0 nein / > 50 m) ermittelt auf www.map.geo.admin.ch

DIV: Diversität = Tier- und Pflanzenreichtum, Anzahl Gefässpflanzen («Flora») oder Makrozoobenthos («Fauna, Taxa unterscheidbar»)

Tab. 4: Richtgrössen für Klassen-Zuordnung Dringlichkeit der Aufwertung

Klasse	STRUK	NETZ	HYDR	DIV
hoch	> 2.6	≤ 1	1	≥ 5
mittel	1.8 – 2.6	≤ 2	≤ 1	< 5
gering	<1,8	≥ 3	0	≤ 2

WICHTIGK

Quell-Lebensräume mit hoher Wichtigkeit bezüglich einer Aufwertung besitzen neben einer unbefriedigenden Struktur einen starken hydrologischen Einfluss auf benachbarte Lebensräume wie Flachmoore und eine gut Vernetzung mit anderen Quell-Lebensräumen. Zudem ist die Vielfalt ihrer Flora und Fauna hoch.

Parameter für Wichtigkeit von Aufwertungsmassnahmen waren (Tab. 5):

STRUK: Strukturwert nach BAFU

NETZ: Vernetzung (0 keine, 1 Bach od. Quelle im Umkreis 50 m, 2 Bach/Quelle im Umkreis 10 m, 3 Quellkomplex oder -system) ermittelt auf www.map.geo.admin.ch

HYDR: hydrologischer Einfluss auf untenliegendes Schutzgebiet (1 ja / möglich bis 50 m, 0 nein / > 50 m) ermittelt auf www.map.geo.admin.ch

DIV: Diversität = Tier- und Pflanzenreichtum, Anzahl Gefässpflanzen («Flora») oder Makrozoobenthos («Fauna, Taxa unterscheidbar»)

Die Klasse «sehr hoch» konnte nicht berücksichtigt werden, weil keine Artbestimmungen vorgenommen wurden und somit nicht beurteilt werden konnte, ob z. B. National Prioritäre Arten oder Handlungsarten des Kantons Graubünden vorkamen. Abweichend wurden jedoch auch vereinzelt Quell-Lebensräume mit einer besseren Struktur berücksichtigt, wenn die Vielfalt an Gefässpflanzen- und Makrozoobenthostaxa gering war, die übrigen Bedingungen jedoch zutrafen. In allen Kategorien wurden zudem auch Quell-Lebensräume aufgrund der Vielfalt der Gefässpflanzen- und Makrophytentaxa auf- oder abgewertet. Hier erfolgte teilweise eine gutachterliche Umteilung in eine andere Klasse.

Tab. 5: Richtgrößen für Klassen-Zuordnung Wichtigkeit der Aufwertung. Bei der Wichtigkeit

Klasse	STRUK	NETZ	HYDR	DIV (Ausnahmen)	Alternativ bei geringer DIV
hoch	> 2.6	≥ 2	1	≥ 5 (mittel: $DIV < 5$)	
mittel	1.8 – 2.6	≥ 1	≤ 1	< 5 (hoch: $DIV \geq 5$)	STRUK > 2.6
gering	<1,8	≤ 1	0	≤ 2 (mittel: $DIV > 2$)	STRUK > 1.8

IDEE_HERKU

Herkunft der Idee, (Person und Institution)

BEARB_P

Bearbeitende Person

BEARB_D

Bearbeitungsdatum

DOKU_PDF

Zusätzliche Dokumentation wie z. B. Projektskizzen, Bericht und Fotos. In PDF zusammenfassen und Namen des PDF erfassen. Im Rahmen dieses Projekts wurde bei keiner der Quellen eine Objektplanung durchgeführt.

4 Aufwertungsobjekte

Einen Überblick über die Einschätzung der Aufwertungsmassnahmen sowie deren Dringlichkeit und Wichtigkeit der Quellen findet sich in der Excel Datei «GIS-Layer_Ideen_Aufwertung_20171110.xlsx». Diese Datenbank mit Aufwertungsideen umfasst insgesamt 21 Quellen mit hoher Dringlichkeit und 26 Objekte mit hoher Wichtigkeit (Tab. 6 und Tab. 7). Diese Quell-Lebensräume sollen in erster Priorität als Objekte für die Umsetzung von Ersatz- und Ausgleichsmassnahmen herangezogen werden.

Als Aufwertungsobjekte wurden in zweiter Priorität insgesamt 160 Objekte mit mittlerer Dringlichkeit und 140 mit mittlerer Wichtigkeit eingestuft.

Tab. 6: Anzahl bewerteter Quellen sowie Anzahl Objekte mit hoher resp. mittlerer Dringlichkeit und Wichtigkeit zur Durchführung von Aufwertungsmassnahmen in den drei Bündner Pärken.

	Anzahl bewerteter Quellen	Anzahl hohe Dringlichkeit	Anzahl hohe Wichtigkeit	Anzahl mittlere Dringlichkeit	Anzahl mittlere Wichtigkeit
Beverin	121	13	14	84	73
Ela	80	4	7	51	48
Val Müstair	31	4	5	25	19
Gesamt	232	21	26	160	140

Bei den Massnahmen handelt es sich in den meisten Fällen um Auszäunungen des Quellbereichs zur Vermeidung von Trittschäden. Für weitere Quellen wird vorgeschlagen (nach vorhergehenden Abklärung) die Fassung zurückzubauen und vorhandene Infrastruktur zu entfernen.

Die einzelnen Massnahmen wurden aufgrund der erhobenen Beeinträchtigungen summarisch formuliert. Hinsichtlich auf eine Umsetzung müssen sie im Rahmen weiterer Begehungen im Detail ausgearbeitet und projiziert werden.

Tab. 7: Quell-Lebensräume in den Naturparks Beverin, Ela und Val Müstair mit hoher Dringlichkeit resp. Wichtigkeit einer ökologischen Aufwertung und Vorschlägen umzusetzender Massnahmen.

Quelle_ID	Name	X Koord	Y Koord	Höhe müM	Massnahmen	Dringlich- keit	Wichtig- keit
Bev_0014	Nolla 3	755722	159147	2287	Auszäunen des Quellbereiches	mittel	hoch
Bev_0551	Sur Tuf 1	745834	166055	2485	Auszäunen des Quellbereiches	hoch	hoch
Bev_0577	Sur Tuf 9	746644	165697	2385	Auszäunen des Quellbereiches	hoch	mittel
Bev_1181	Darsiez 1	749557	166664	1816	Abklären Verwendung der Quellfassung, eventuell Aufheben der Fassung	hoch	mittel
Bev_1206	Vioms	751075	169745	2070	Auszäunen des Quellbereiches	hoch	hoch
Bev_1209	Dacos Nodras 8	750340	169540	2172	Auszäunen des Quellbereiches	hoch	hoch
Bev_1212	Dacos Nodras 10	750420	169622	2187	Rückverlegung der Quelle	hoch	hoch
Bev_1289	Mursenas 1	749751	167624	1970	Rückverlegung der Quelle	mittel	hoch
Bev_1349	Mittelberg 3	755835	158931	2271	Auszäunen des Quellbereiches	hoch	mittel
Bev_1355	Cleggher 2	757198	156985	2253	Auszäunen des Quellbereiches	mittel	hoch
Bev_1356	Cleggher 3	757125	156961	2223	Auszäunen des Quellbereiches	mittel	hoch
Bev_1371	Sur Tuf 15	746247	165722	2407	Auszäunen des Quellbereiches	hoch	hoch
Bev_1374	Sur Tuf 18	745948	165713	2426	Auszäunen des Quellbereiches	hoch	mittel
Bev_1377	Sur Tuf 21	746130	166141	2507	Abklären Verwendung der Quellfassung, eventuell Aufheben der Fassung	hoch	hoch
Bev_1390	Ambanida 1	751604	168684	1752	Abklären Verwendung der Quellfassung, eventuell Aufheben der Fassung, Rückbau Verrohrung	hoch	hoch
Bev_1402	Dasch 5	751048	169827	2105	Abklären Verwendung der Quellfassung, eventuell Aufheben der Fassung, Rückbau Infrastruktur, Auszäunen des Quellbereiches	mittel	hoch
Bev_1410	Pardatsch 4	750121	169444	2212	Auszäunen des Quellbereiches	hoch	hoch
Bev_1426	Larasch 3	748947	166671	2001	Rückbau Verrohrung	hoch	hoch
Ela_0035	Alp da Sett 2	769401	143958	2203	Auszäunen des Quellbereiches	mittel	hoch
Ela_0668	Alvaneu Bad 1, Golfplatz	770191	171468	967	Abklären Verwendung der Quellfassung, eventuell Aufheben der Fassung, Rückverlegung der Quelle, Rückbau Infrastruktur, Auszäunen des Quellbereiches	hoch	hoch
Ela_1176	Darlux 4	779107	166157	2140	Auszäunen des Quellbereiches	mittel	hoch
Ela_1275	Spondas 1	768623	173250	1563	Abklären Verwendung der Quell-	mittel	hoch

Quelle_ID	Name	X Koord	Y Koord	Höhe müM	Massnahmen	Dringlich- keit	Wichtig- keit
					fassung, eventuell Aufheben der Fassung, Rückverlegung Quelle, Auszäunen des Quellbereiches		
Ela_1276	Spondas 2	768678	173390	1576	Abklären Verwendung der Quellfassung, eventuell Aufheben der Fassung, Rückverlegung der Quelle, Rückbau Infrastruktur, Auszäunen des Quellbereiches	hoch	hoch
Ela_1277	Alp da la Creusch	769446	175108	1939	Abklären Verwendung der Quellfassung, eventuell Aufheben der Fassung, Rückverlegung der Quelle, Auszäunen des Quellbereiches	hoch	hoch
Ela_1435	Prada Setga	762983	165815	1470	Auszäunen des Quellbereiches	hoch	gering
Ela_1441	Alp da Sett 1	769204	143613	2270	Auszäunen des Quellbereiches	mittel	hoch
Mue_0061	Jufplaun 3	817094	166842	2393	Quellfassung aufheben, ganzjährige Einzäunung (Zaun schon vorhanden) zum Schutz vor Trittschäden	hoch	hoch
Mue_0085	Minschuns 6	821620	170020	2345	Auszäunung der Quelle zum Schutz vor Trittschäden	hoch	mittel
Mue_0235	Minschuns 3	821919	169633	2400	Auszäunen des Quellbereiches	mittel	hoch
Mue_0306	Pass dal Fuorn 1	817914	169606	2060	Entfernen der Fassung, oder wenn noch genutzt ausserhalb des Quellbereiches verlegen	hoch	mittel
Mue_0321	Jufplaun 2	816277	167824	2250	Auszäunen des Quellbereiches	mittel	hoch
Mue_0322	Jufplaun 1	816280	167795	2254	Auszäunen des Quellbereiches	mittel	hoch
Mue_0324	Funtauna da S'charl	821560	170941	2380	Quellfassung aufheben, neu Teibleitung in Tränke ausserhalb der Quellflur, ganzjährige Einzäunung zum Schutz vor Trittschäden	hoch	hoch

5 Literatur

Felder S. & L. Bruppacher 2016: Quell-Lebensräume. Inventar und Revitalisierungspotenzial im Kanton Bern. AWA Falten Amt für Wasser und Abfall, Gewässer- und Bodenschutzlabor (Hrsg.), Bern. (download:

http://www.bve.be.ch/bve/de/index/direktion/organisation/awa/downloads_publikationen/awafalten.assetref/dam/documents/BVE/AWA/de/AWA_Publikationen/Quellen_Layout_definitiv_20160329.pdf, abgerufen 10.11.2017)

Lubini, V., P. Stucki, H. Vicentini & D. Küry, 2014. Bewertung von Quell-Lebensräumen in der Schweiz. Entwurf für ein strukturelles und faunistisches Verfahren. Bericht Bundesamt für Umwelt, Bern. (download:

http://www.cscf.ch/files/live/sites/cscf/files/shared/MZB/Quellbewertung_v2_D_20170213.pdf, abgerufen 10.11.2017)

6 **Anhang**

- Erhebungsbogen Struktur
- Erhebungsbogen Fauna Flora
- Erhebungsbogen Revitalisierung
- Dokumentation Feldmethoden «Anleitung Feldarbeiten»

Quellen Protokoll - Struktur			Kanton :	ID :																																																																																					
Quelle:		Datum:		Koordinaten (X/Y):																																																																																					
Flurname:		Höhe ü.M.:		BearbeiterIn (leg):																																																																																					
KOPF DATEN (nicht bewertet, nur Infos) ! Skizze / Bemerkungen / Gefährdung / Massnahmen => auf der Rückseite (wird gescannt)! Ausfüllen oder zutreffendes ankreuzen ☒																																																																																									
Austrittsform (Liste)	Quelle (Grösse [m ²])	Vernetzung	Einzelquelle ☐	Q-system ☐ Q-komplex ☐																																																																																					
Hanglage	Quellbereich [m ²]	Dist. zur Nachbarquelle (m)	Anz. Austritte																																																																																						
Abflussrichtung	Quellbachlänge [m]	Bemerkungen																																																																																							
Geländeneigung	Wassertemperatur [°C]	Fotos und andere Dokumente	ID																																																																																						
Quellschüttung	Quellschüttung [l/s]	Trinkwassernutzung ☐	Schutzstatus ☐	Kulturhistorische Bedeutung ☐																																																																																					
mittl. Fliessgesch.	Leitfähigkeit [µS20/cm]																																																																																								
Bewertung Teil A : Beeinträchtigung Zutreffendes mit "1" markieren 1		Bewertung Teil B : Vegetation-Nutzung-Struktur Zutreffendes mit "1" markieren 1																																																																																							
Einträge/Verbau Fassung: neu alt verfallen Brunnenstube mit Überlauf ☐ ☐ ☐ Rohr und Becken ☐ ☐ ☐ nur Rohr/Rinne ☐ ☐ ☐ keine ☐ Wasserentnahme: >60% 30-59% <30% / unbekannt keine ☐ ☐ ☐ ☐ Bemerkung / Zweck: Verlegung: 10-100m <10m unbekannt alt ☐ ☐ ☐ neu ☐ ☐ ☐ keine ☐ Aufstau: nach <10m nach >=10-49m unbekannt Hauptschluss, 1-5 m2 ☐ ☐ ☐ Hauptschluss, >5 m2 ☐ ☐ ☐ Nebenschluss ☐ ☐ ☐ kein ☐ künstlicher Absturz: Gesamtabfluss Teilabfluss nein ☐ ☐ ☐ Verbau* (Ufer, Sohle): stark mittel gering Holz ☐ ☐ ☐ Steinschüttung ☐ ☐ ☐ wilder Verbau ☐ ☐ ☐ Naturstein ☐ ☐ ☐ Beton ☐ ☐ ☐ Verrohrung ☐ ☐ ☐ kein ☐ Unterhalt/Trittschäden: gering mässig stark keine ☐ ☐ ☐ ☐ Ursache: Infrastruktur Bänke / Parkplatz ☐ Zuwegung ☐ Trittsteine ☐ Überdachung ☐ Wildfütterstelle ☐ Viehtränke ☐ Feuerstelle ☐ Sonstiges ☐ Anzahl Infr. 0 Sonstiges: Ablagerung* Deckungsgrad: vollständig teilweise vereinzelt Haus-/ Gewerbemüll ☐ ☐ ☐ Holzabfall ☐ ☐ ☐ Pflanzenabfall ☐ ☐ ☐ Erdaushub/ Bauschutt ☐ ☐ ☐ org. Reste/ Faulschlamm ☐ ☐ ☐ keine ☐ Einleitungen unverdünnt ☐ Oberfläche / Strasse ☐ Rohr trocken ☐ Drainage / Graben ☐ keine ☐ Distanz zum Quellaustritt (m)		Vegetation/Nutzung <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Einzugsgebiet</th> <th>Umfeld</th> <th>Quellbereich</th> <th>Quellufer</th> <th>Quellbach</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>standorttyp. Vegetation</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>standortfrem. Vegetation</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>Moosgesellschaften</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>Zwergstrauchheiden</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>Hochstaudenfluren</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>Laubwald</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>Mischwald</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>Gebüsch</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>standorttyp. Nadelwald</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>standortfremd. Nadelwald</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>extensivgenutz. Offenland</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>intensivgenutz. Offenland</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>Acker/ Sonderkultur</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>unbefestigter Weg</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>befestigter Weg/Strasse</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>künstl. veg.-frei/Siedlung</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> </tbody> </table> Sommerbeschattung: unbeschattet ☐ schwach ☐ mittel ☐ stark ☐ stark & Überdachung oder Nadelforst ☐ Struktur Substrat stark (>50%) mittel (>20%) gering (>1%) ->natürlich Fels/Blöcke (>20 cm) ☐ ☐ ☐ (Kiesel) Steine (6-20 cm) ☐ ☐ ☐ Kies/Schotter (0.2-6 cm) ☐ ☐ ☐ Sand (0.1 - 2 mm) ☐ ☐ ☐ Feinmaterial (<0.1 mm) ☐ ☐ ☐ Moospolster ☐ ☐ ☐ Wurzeln ☐ ☐ ☐ Totholz ☐ ☐ ☐ Pflanzen ☐ ☐ ☐ Falllaub ☐ ☐ ☐ Detritus/Org.Schlamm ☐ ☐ ☐ Kalksinter...* ☐ ☐ ☐ Anzahl Substrate 0 stark (>50%) mittel (>20%) gering (>1%) künstlich ☐ ☐ ☐ ->verändert (nur Infos) Fadenalgen ☐ ☐ ☐ Strömungsdiversität Spritzwasser ☐ glatt ☐ fliegend ☐ überfliegend ☐ gerippt ☐ plätschernd ☐ überstürzend ☐ fallend ☐ Anzahl Strömungen 0 Wasser-Land-Verzahnung gross ☐ mittel ☐ gering ☐ Besondere Strukturen Laufverzweigung ☐ Inselstruktur ☐ Quellflur ☐ Sandwirbel ☐ gr. Tiefenvarianz ☐ natürl. Pools ☐ Kaskaden ☐ Wasserfall ☐ Fliesshindernisse ☐ Wassermörs ☐ Lückensyst. ☐ Rieselfall ☐ Anzahl Strukturen 0			Einzugsgebiet	Umfeld	Quellbereich	Quellufer	Quellbach	standorttyp. Vegetation	☐	☐	☐	☐	standortfrem. Vegetation	☐	☐	☐	☐	Moosgesellschaften	☐	☐	☐	☐	Zwergstrauchheiden	☐	☐	☐	☐	Hochstaudenfluren	☐	☐	☐	☐	Laubwald	☐	☐	☐	☐	Mischwald	☐	☐	☐	☐	Gebüsch	☐	☐	☐	☐	standorttyp. Nadelwald	☐	☐	☐	☐	standortfremd. Nadelwald	☐	☐	☐	☐	extensivgenutz. Offenland	☐	☐	☐	☐	intensivgenutz. Offenland	☐	☐	☐	☐	Acker/ Sonderkultur	☐	☐	☐	☐	unbefestigter Weg	☐	☐	☐	☐	befestigter Weg/Strasse	☐	☐	☐	☐	künstl. veg.-frei/Siedlung	☐	☐	☐	☐
Einzugsgebiet	Umfeld	Quellbereich	Quellufer	Quellbach																																																																																					
standorttyp. Vegetation	☐	☐	☐	☐																																																																																					
standortfrem. Vegetation	☐	☐	☐	☐																																																																																					
Moosgesellschaften	☐	☐	☐	☐																																																																																					
Zwergstrauchheiden	☐	☐	☐	☐																																																																																					
Hochstaudenfluren	☐	☐	☐	☐																																																																																					
Laubwald	☐	☐	☐	☐																																																																																					
Mischwald	☐	☐	☐	☐																																																																																					
Gebüsch	☐	☐	☐	☐																																																																																					
standorttyp. Nadelwald	☐	☐	☐	☐																																																																																					
standortfremd. Nadelwald	☐	☐	☐	☐																																																																																					
extensivgenutz. Offenland	☐	☐	☐	☐																																																																																					
intensivgenutz. Offenland	☐	☐	☐	☐																																																																																					
Acker/ Sonderkultur	☐	☐	☐	☐																																																																																					
unbefestigter Weg	☐	☐	☐	☐																																																																																					
befestigter Weg/Strasse	☐	☐	☐	☐																																																																																					
künstl. veg.-frei/Siedlung	☐	☐	☐	☐																																																																																					
Wert A : Beeinträchtigung (höchster Wert) Revitalisierungsobjekt ☐ JA / NEIN ☐ Klassierung / Classement : Gesamteindruck als Bewertungsvergleich <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: blue; color: white;">naturnah</td> <td style="background-color: green; color: white;">bedingt naturnah</td> <td style="background-color: yellow; color: black;">mässig beeinträchtigt</td> <td style="background-color: orange; color: black;">geschädigt</td> <td style="background-color: red; color: white;">stark geschädigt</td> </tr> </table> blau grün gelb orange rot ADps_ver_20160701		naturnah	bedingt naturnah	mässig beeinträchtigt	geschädigt	stark geschädigt	Wert B : Vegetation-Nutzung-Struktur Bonus b -0,4 Punkte bei guter Struktur -> Aufwertung - 0 Gesamtergebnis [(A+B)/2]-b Quelle nicht bewertbar: ☐ Q. zerstört ☐ Zutreffendes ankreuzen [x] ☐ kein Abfluss ☐																																																																																		
naturnah	bedingt naturnah	mässig beeinträchtigt	geschädigt	stark geschädigt																																																																																					

Quellen Protokoll - Fauna/Flora (rasche Erhebung)	Kanton :	ID :
--	-----------------	-------------

Projekt: Ökologische Infrastruktur in Bündner Parks 2016-2017

Quelle:	Datum:	Koordinaten (X/Y):
---------------	--------------	--------------------------

Flurname:	Höhe ü.M.:	BearbeiterIn (leg):
-----------------	------------------	---------------------------

Kurzerhebung Fauna

	Anzahl Taxa	ev. Name oder Beschreibung Form
Turbellaria (Strudelwürmer)		
Mollusca (Schnecken, Muscheln)		
Crustacea Krebstiere		
Ephemeroptera (Eintagsfliegen)		
Plecoptera (Steinfliegen)		
Trichoptera (Köcherfliegen)		
Odonata (Libellen)		
Amphibia (Lurche)		
Weitere:		
.....		
.....		
.....		

Fotos Tiere: ☐ vorhanden**Kurzerhebung Gefässpflanzen**

Brunnenkresse (Nasturtium officinale)	☐	Weitere:
Bach-Steinbrech (Saxifrage aizoides)	☐	
Bach Gänsekresse (Arabis subcoriosa)	☐	
Mierenblättriges Wiedenröschen (Epilobium alsinifolium)	☐	
Nickendes Weidenröschen (Epilobium nutans)	☐	
Alpen-Fettblatt (Pinguicula alpina)	☐	
Gemeines Fettblatt (Pinguicula vulgaris)	☐	
Bach-Quellkraut (Montia fontana)	☐	
Bitteres Schaumkraut (Cardamine amara)	☐	
Sternblütiger Steinbrech (Saxifrage stellaris)	☐	
Eis-Segge (Carex frigida)	☐	
Gegenblättriges Milzkraut (Chrysosplenium oppositifolium)	☐	
Wechselblättriges Milzkraut (Chrysosplenium alternifolium)	☐	
Gestutztes Läusekraut (Pedicularis recutita)	☐	

Fotos Pflanzen: ☐ vorhanden

Life Science AG • Daniel Kury

Greifengasse 7 • 4058 Basel • daniel.kuery@lifescience.ch • 15. August 2016

Quellen Protokoll - Revitalisierung	Kanton :	ID :
--	-----------------	-------------

Quelle:	Datum:	Koordinaten (X/Y):			
Flurname :	Höhe ü.M.:	BearbeiterIn:			
Parzellen-Nr.	Entfernung	Schutzstatus:			
Nutzung <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 33px; height: 15px;"></td><td style="width: 33px; height: 15px;"></td><td style="width: 33px; height: 15px;"></td></tr></table>					Nutzungsart:

Kriterien Revitalisierungspotenzial
--

Umsetzbarkeit bei aktueller Nutzung Umgebung der Quelle					
gering		mittel		hoch	
Eisenbahnlinie		Versiegelte Fläche		Natur in Siedlung	
Grundwasserschutz		Einzelgebäude		unbefestigte Wege	
Hochwasserschutz		befestigte Wege		offen Flächen	
Strasse		Fruchtfolgefäche			
Siedlung					
Private Nutzung					

Ökologische Bedeutung (gruppiert nach Revitalisierungspotenzial)					
gering		mittel		hoch	
Isolation		relevante Schüttung		naturnahe Quellen	
		Fassung mit Überlauf		gute Vernetzung	
		Quellen mit Potenzial		bedrohte Arten	
		Lage im Wald		schützenswerter LR	
				Lage in Schutzgebiet	
Geländeneigung:	schwach	mässig	stark	schroff	(unterstreichen)

Skizze / Bemerkungen

Ökologische Infrastruktur in Bündner Pärken 2016-2017
Modul 1, Fokusthema Quell-Lebensräume

Anleitung Feldarbeiten Version 28. Juli 2016

1 Anlass und Ziel der Untersuchungen

Im Rahmen des Projekts «Ökologische Infrastruktur in Bündner Pärken 2016-2017, Fokusthema Quell-Lebensräume» werden Quellen in den drei Naturpärken des Kantons Graubünden, Naturpark Beverin, Parc Ela und Biosfera Val Müstair kartiert und bewertet. Der Begriff Ökologische Infrastruktur bezeichnet ein Netzwerk von qualitativ guten Lebensräumen als Grundlage der Biodiversität und umfasst Schutzgebiete, Vernetzungsgebiete und ökologische Trittsteinbiotope. Aus den erfassten und bewerteten Quellen soll eine Aufwertungsdatenbank erstellt werden (vgl. Projektbeschreibung, Kurzfassung).

Eine Anzahl von Quellen ist bereits aus Daten des GIS (www.geogr.ch) bekannt, sollen aber aufgrund fehlender Informationen zum Beschaffenheit der Lebensräume besucht werden. Mit Hilfe einer Luftbildauswertung wurden Gebiete mit hohem Potenzial für ein Vorkommen natürlicher und naturnaher Quellen zusammengestellt. Diese Zusammenstellungen sind nicht abschliessend und vollständig.

Ziel der Erhebungen ist es, einerseits die Quell-Lebensräume zu lokalisieren (Koordinaten, Höhe) und andererseits eine Strukturbewertung der Quellen vorzunehmen und grob die Vegetation und die Wasserinsektenfauna zu charakterisieren.

Da die Erhebungen auch die Grundlage für ergänzende spätere Untersuchungen sind und die untersuchten Quellen der verschiedenen Naturpärke in weiteren Auswertungen miteinander verglichen werden sollen, ist die Reproduzierbarkeit der Erhebungen von höchster Bedeutung. Aus diesem Grund muss die *Anleitung genau befolgt* werden. Insbesondere sind Anweisungen zur Abgrenzung der beprobten Strecken sowie zur Anzahl und zur Dauer der Begehungen strikt zu befolgen.

2 Arbeitsschritte

Die Arbeiten erfolgen in sieben Schritten:

- 1 Auswahl der Quelle aufgrund ihres Lebensraumpotenzials.
- 2 Festlegen und Kartieren des Perimeters der Quelle und Erstellen einer Lageskizze.
- 3 Strukturkartierung mit dem Feld-Protokollblatt: Stammdaten, Grund- (=Kopf-)daten, Teil A Beeinträchtigung und Teil B Vegetation–Nutzung–Struktur. Übertragen der Daten in die Arbeitstabellen (Excel) Bewertung Quellstruktur.
- 4 Fotografie des Quell-Lebensraums mit mindestens zwei Gesamtansichten (aus verschiedenen Blickrichtungen, inkl. Umgebung) und mehreren Detailaufnahmen
- 5 *Option* Makrozoobenthos: Sammeln und Konservieren des Makrozoobenthos sowie eine grobe Schätzung der Häufigkeit.
- 6 *Option* Makrozoobenthos: Labor: Bestimmen des Makrozoobenthos und übertragen der Ergebnisse in die Arbeitstabellen Bewertung Quellfauna
- 7 Versand oder Übergabe der Feldprotokolle und allenfalls der Makrozoobenthosproben an die Projektleitung

Sollten bei der Feldarbeit gravierende Fragen auftauchen, kann Daniel Küry (079 705 86 67) oder ein anderes Mitglied des Projektleitungsteams angerufen werden. Oft können Probleme über diese Hilfe-Hotline gelöst werden.

3 Die Quell-Erhebungen

3.1 Zu erhebende Objekte

Ein Teil der Quellen war aufgrund der Erfassung im GIS bereits bekannt, weitere Quellen oder Gebieten mit potentiellen Quellvorkommen wurden mithilfe von Luftbildauswertungen ausfindig gemacht. Allen Feldmitarbeitenden wird eine Teilmenge dieser Quellen und Gebiete mit potenziellen Quellvorkommen zur Bearbeitung zugewiesen. Die Objekte und deren Koordinaten sind in einer persönlichen Objektliste zusammengestellt. Auf einem Übersichtsplan sind diese dargestellt und via Identifikationsnummer zugewiesen.

Quellen stehen gelegentlich in unmittelbarer Verbindung mit Flachmooren. In Gelände mit geringer Neigung ist eine solche Verzahnung besonders eng. Solcher Flachmoorquellen wird in der geplanten Untersuchung nicht kartiert. Quellen, die einen längeren Zufluss zu einem Flachmoorbilden werden erfasst, sofern sie ausserhalb des Perimeters des Flachmoores liegen.

Es werden zudem Quellen erfasst, die nicht im Verzeichnis figurieren und ausserhalb des Potenzialgebiets mit Quell-Lebensräumen liegen sowie den Anforderungen entsprechen.

Anforderungen an Quell-Lebensräume:

- die untersuchte Quelle ist ganzjährig schüttend (Wasser führend)
- die untersuchte Quelle entspricht dem Typ einer Fliess- resp. Sturzquelle (Rheokrene)
- die untersuchte Quelle entspricht dem Typ einer Sicker- resp. Sumpfquelle (Helokrene)
- die untersuchte Quellen besitzt einen natürlichen oder künstlichen Austritt
- die untersuchte Quelle hat eine Mindestgrösse von 1 m²

3.2 Festlegen der Aufnahmefläche und Kartieren der Objektgrenze

Die Objektabgrenzung und -kartierung ist ein sehr wichtiger Teil der Feldarbeit. Bei der Abgrenzung wird festgelegt, bis wo ein Objekt Quellcharakter aufweist. Dabei wird definiert wo sich die Grenzen zwischen den Bereichen Quellbach, Quellufer, Quellbereich, Umfeld und Einzugsgebiet befinden.

Bei Quellen, bei denen eine Begehung mit grossen Risiken verbunden ist (z. B. Weide mit Mutter-Kuhhaltung, zu steiles, felsiges Gelände) wird keine Detailerhebung durchgeführt. Zudem wird die Projektleitung informiert (Abbruch s. auch 4.3). Ein Übersichtsfoto wird zur Dokumentation des angetroffenen Zustands angefertigt.

4 Aufnahmebedingungen, Vorbereitung der Erhebung

4.1 Zahl der Begehungen, Zeitfenster, Wetterbedingungen und Aufnahmeintensität

Um bei Wiederholungen der Aufnahmen möglichst vergleichbare Daten zu erhalten, gibt es für die Zahl der Begehungen, die möglichen Exkursionsdaten und die Aufnahmeintensität strenge Vorgaben:

1. Anzahl der Erhebung :

Im Rahmen des Projekts zur Ökologischen Infrastruktur wird möglichst jede Quelle einmal besucht. Die Quelle wird lokalisiert und es wird eine Strukturbewertung vorgenommen. Die Begehung kann zu jeder Jahreszeit vorgenommen werden, sofern der Quell-Lebensraum und dessen Umgebung schneefrei sind. Werden optionale Untersuchungen des Makrozoobenthos durchgeführt, muss für die Begehungen ein Zeitfenster beachtet werden. Die in der untenstehenden Tabelle festgelegten Zeitfenster orientieren sich vor allem an der Phänologie der Wasserinsekten; nur weit entwickelte Larven können bis zur Art bestimmt werden. Es können für die Erhebung des Makrozoobenthos eine zweite und dritte Begehung durchgeführt werden,

- wenn die Entwicklungsstadien bei den Probenahmeterminen eine Bestimmung bis zur Art nicht zulassen
- wenn der Verdacht besteht, dass aufgrund ihrer Entwicklung ein häufiges und / oder wichtiges Taxon der indizierten Arten nicht erfasst werden konnte

2. Jahreszeitliche Zeitfenster (betrifft nur Option Erhebungen der Fauna):

Die jahreszeitlichen Zeitfenster für Quell-Lebensräume verschiedener Höhenlagen sind in Tabelle 1 zusammengestellt und sind wenn immer möglich einzuhalten. Ausnahmen können jedoch bei längeren Schlechtwetterperioden zugelassen.

Tabelle 1: Zeitfenster für eine einmalige (1, hellgrün) und zweimalige (2, dunkelgrün) Probenentnahme in Abhängigkeit der Meereshöhe der Quelle.

	April 16-30	Mai 1-15	Mai 16-31	Juni 1-15	Juni 16-30	Juli 1-15	Juli 16-31	Aug 1-15	Aug 16-31	Sep 1-15	Sep 16-30	Okt 1-15
200-600 m	1	1				2	2					
600-1000 m			1	1			2	2				
1000-1400 m			1	1	1			2	2			
1400-1800 m					1	1			2	2		
>1800 m						1	1			2	2	2

Die Tageszeit spielt für die Erhebung prinzipiell keine Rolle. Da es sich um visuelle Erhebungen handelt, ist am Morgen und am Abend auf ausreichendes Tageslicht zu achten.

3. Wetterbedingungen

Reguläre Erhebungen sind möglich bei Tageslicht, Temperaturen $>0^{\circ}\text{C}$ und niederschlags- und nebefreien Perioden.

4. Bearbeitungsdauer:

Da die Suche nie ganz abgeschlossen ist und das Ziel der Erhebung nicht darin besteht, alle vorkommenden Einzelindividuen zu entdecken (keine Vollerhebung), werden für die Bearbeitungsdauer Richtwerte definiert, spezifisch für die unterschiedlichen Lebensräume und Objektgrößen.

Es gelten die folgenden Richtwerte:

Die Strukturhebungen inklusive Skizze dauern zwischen 10 und 30 Minuten.

Die optionalen Aufsammlungen des Makrozoobenthos werden abgebrochen, nachdem für ca. zehn Minuten kein neues Taxon mehr zu finden ist. Je nach Grösse beträgt die Sammelzeit pro Quelle erfahrungsgemäss zwischen 30 Minuten und 120 Minuten.

4.2 Planung der Begehungen

Die Tagesrouten sind so zu planen, dass die Wege zwischen den untersuchten Quellen kurz sind und möglichst viele Objekte bearbeitet werden können.

Die vorgegebenen Zeitfenster garantieren dafür, dass die Aufnahmen hinsichtlich einer möglichst vollständigen Erfassung zur günstigen Jahreszeit durchgeführt werden. Darüber hinaus ist es aber sinnvoll, zusätzlich die örtlichen Gegebenheiten in die Exkursionsplanung einzubeziehen. Besonders warme, südexponierte Standorte sollen möglichst früh im Zeitfenster bearbeitet werden.

4.3 Vollständiger Verzicht auf die Aufnahme: «Abbrüche»

Grundsätzlich sind alle Aufnahmeflächen zu bearbeiten, die in der Liste der zu bearbeitenden Flächen aufgeführt sind. Allfällige Abbrüche werden rasch der Projektleitung gemeldet.

4.4 Ausrüstung für die Feldarbeit

Allgemeine Ausrüstung:

- Legitimationsschreiben / -bescheinigung für die Mitarbeit im Inventar
- Plan und Liste der zu erhebenden Objekte
- Landeskarte 1 : 25'000 oder entsprechenden Ausdruck von www.map.geo.admin.ch
- Evtl. Zufahrtsberechtigung der Gemeinde / Naturschutzbehörde

Für die Erhebungen:

- Anleitungen für die Feldarbeit
- Protokollblatt Struktur
- GPS oder Smartphone mit GPS-Funktion
- Uhr
- Schreibunterlage, Klemmbrett
- Schreibzeug
- Digitalfotokamera
- Thermometer

Für Option Makrozoobenthos:

- Bestimmungshilfe Fauna
- Protokollblatt Abundanzen Fauna
- Ev. Kescher Wasserproben «Modell IBCH»
- Insekten Kescher für fliegenden Adulttiere («Schmetterlingsnetz»)
- Weisse Schalen zum Sortieren der Tiere
- Lupe 10x
- Probenbehälter Handaufsammlung z. B. Polypropylen PP 35 ml, mit 80% Ethanol, 3 pro Quelle (Empfindliche Larven, Trichoptera mit Köcher und Adulte jeweils separat)
- Probenbehälter (Weithalsflaschen) Sammelproben 500 ml, 1-2 pro Quelle
- Siebaufsatz auf Probenbehälter
- Etiketten Fundort, Bleistift, ev. Tusche-Schreiber zum Beschriften der Proben
- Leere Probenbehälter zum Einsammeln von Schlupfhäuten (müssen nicht wasserdicht sein)
- Plastiksack oder Messbecher für die Schätzung der Quellschüttung
- Messband, Klappmeter für die Fliessgeschwindigkeit
- Salatsieb, Teesieb, IBCH-Sieb
- Ethanol 100%: für die Sammelproben 500 ml und 200 ml
- Stahlfederpinzette
- Pinsel und kleine Petrischale (für Turbellaria)

Nützlich sind ausserdem:

- Imbiss und Getränk
- Regen- und/oder Sonnenschutz
- Feldstecher
- Mobiltelefon
- Anstelle von Stiefeln eignen sich auch Neoprensocken, die in wasserfesten Trekking-Sandalen (mit Kappe) getragen werden (Achtung tiefe Temperatur in Quellen!).

5 Vorgehen bei der Aufnahme (vgl. Lubini et al. 2014)

5.1 Auswahl der Quell-Lebensraums aufgrund seines Lebensraumpotenzials.

Bei Quellen, die noch nicht bekannt sind, sondern aufgrund von Luftbilddauswertungen oder aufgrund von Empfehlungen ausgewählt wurden, muss vor der Erhebung nochmals geprüft werden, ob sie den Anforderungen in Kapitel 3.1 entspricht.

Sollte dies nicht der Fall sein, wird die Untersuchung nicht durchgeführt und gleichzeitig eine weitere Quelle in der Nachbarschaft gesucht, die den Anforderungen entspricht.

Der Quell-Lebensraum wird vor der Kartierung mit mindestens zwei Überblickfotos (verschiedene Blickrichtungen) und mehreren Detailfotos dokumentiert. Dabei gilt: lieber zuviele als zu wenige Fotos schiessen. Das erste Bild der Serie von Lebensraumfotos einer Quelle ist der Kopfteil des Struktuerhebungsbogens (sofern vorhanden mindestens Identifikationsnummer, Flurname, Gemeinde und Koordinaten), damit die Fotos nachher leicht zugeordnet werden können.

5.2 Festlegen und Kartieren des Perimeters der Quelle (Erstellen einer Lageskizze).

Die Übersichtsskizze dient dem Wiederauffinden eines Quellstandortes und macht die Lagebeziehung einzelner Vegetationsmerkmale und Flächennutzungen untereinander auf einen Blick erkennbar. Eine gute Skizze sagt mehr aus, als dies mit Worten oder einem Foto in ähnlich kurzer Zeit vor Ort möglich wäre. Deshalb ist eine einfache Skizze unerlässlich. Sie wird auf der Rückseite des Erfassungsbogens angefertigt.

- unbedingt *Massstab* angeben und auf die Himmelsrichtung achten. Ohne Massstab oder Himmelsrichtung kann eine Zeichnung im Gelände nicht eingeordnet werden. Sie ist wichtig für das Auffinden bei künftigen Beobachtungen.
- zur Klarheit *Legende oder Beschriftung* anfügen.
- Der *Quellbereich* mit dem unmittelbaren Umfeld ist grob in einfacher, klarer Linienführung in Umrissen zu skizzieren (Quelle und Quellbach). Vor allem soll der Umriss der Wasserfläche und der Quellbereich mit grober Vegetationsanordnung dargestellt werden. Die umliegende Nutzung wie Wald oder Grünland und Verbauorte sind anzureissen. Markante Punkte oder dominante Strukturen wie Bäume oder Felsen nahe dem Austritt sind einzufügen. Hervorgehobene Geländemerkmale erleichtern die Wiedererkennung.

5.3 Strukturbewertung

5.3.1 Stammdaten

Kanton: Name des Kantons.

ID: Identifikationsnummer gemäss offizieller Bezeichnung in Objektliste.

Quelle: Name der Quelle, falls bekannt. Ist er nicht festzustellen, ist ein Flurname einzusetzen. Bezieht sich der Name auf einen Bach, ist meist eine zusätzliche Kennzeichnung erforderlich, da in der Regel mehrere Quellaustritte vorhanden sind.

Datum : Tag, Monat, Jahr der Kartierung.

Koordinaten X-Y: Genaue Koordinaten mit dem GPS oder aus der Landeskarte ablesen, besonders bei schlechtem Empfang. Kontrolle via <http://map.geo.admin.ch/>

Flurname: Flurname gemäss Landeskarte 1: 25'000.

Höhe ü. M (m): Höhe über Normalnull, aus der Karte entnommen.

Bearbeiter/In : Name des Kartierers/der Kartiererin, evtl. Adresse

5.3.2 Kopf- (=Grund-)daten

Bemerkungen : auf der Rückseite des Blattes.

Austrittsform: Hier ist eine Entscheidung für einen der vier Typen zu treffen. Bei Sturzquellen ist sie punktuell, bei Sickerquellen grossflächig diffus. Tümpelquellen bilden einen Quelltopf mit Überlauf. Lineare Quellen, auch Wanderquellen genannt, befinden sich meist in Geländeerinnen und können nach einigen Metern wieder versickern. Bei Mischtypen oder mehreren Austritten, die verschiedenen Quelltypen entsprechen, ist der dominierende Quelltyp anzugeben. Dieser stellt den Hauptaustritt mit der grössten Schüttungsmenge dar. Besondere Quelltypen wie Kalksinter-, Schwefel-, Sole-, Thermal- oder Mineralquellen sind unter Bemerkungen einzutragen. Bei grossflächigen Quellbereichen können Quellwälder, Flachmoore, Kleinseggensümpfe sowie feuchte Gras- und Staudenfluren aus ökologischer Sicht Quellbereiche sein, wenn aus ihnen ein Bach abfließt. Bei grösseren Gebieten sind repräsentative Quellen für die Kartierung auszuwählen.

Hanglage: Die Hanglage wird auf die *grossräumige Umgebung* bezogen. Liegt z.B. die Quelle am Fuss einer grösseren Mulde am Mittelhang ist Mittelhang anzukreuzen (Abb. 1).

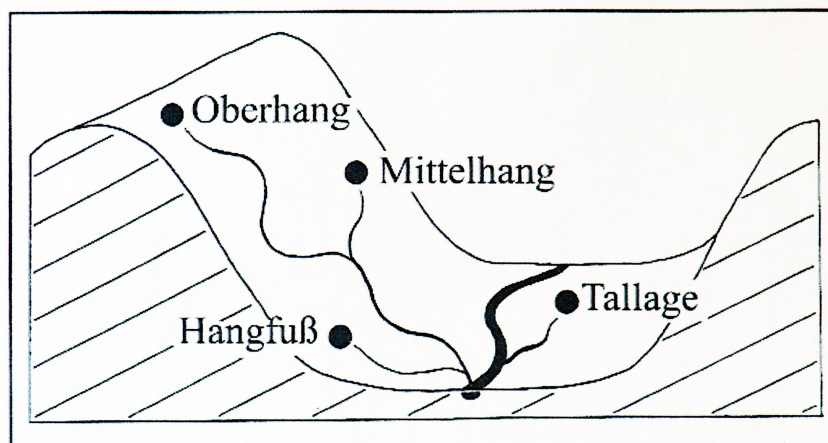


Abbildung 1: Darstellung von Quellen in verschiedenen Hanglagen (aus Schindler, 2004).

Abflussrichtung: Die Abflussrichtung ist jene Himmelsrichtung, in die der Quellbach den Quellbereich verlässt. Bei gewundenem Abfluss ist ein Mittelwert zu bilden. Die Abflussrichtung ist wichtig für die Ausbildung der Vegetation, den Temperaturhaushalt und das Mikroklima.

Geländeneigung: Die Geländeneigung wird vor Ort abgeschätzt und einer der vier Stufen zugeordnet. Die Geländeneigung bezieht sich auf die Umgebung unterhalb der Austrittsstelle, d.h. auf einen Umkreis von 20 m. Für die Abschätzung genügen die folgenden Klassen:

- Schroff: Neigung 90° (senkrecht) bis 30°
- Stark: Neigung 30° bis 15°

- Mässig: Neigung 15° bis 5°
- Schwach: Neigung 5° bis 0° (waagrecht)

Die Geländeneigung ist von Bedeutung für die Morphologie, die Fliessgeschwindigkeit, die Substratzusammensetzung sowie die Sonneneinstrahlung und somit den Temperaturhaushalt.

Quellschüttung: Bei einem einmaligen Besuch ist die Schüttung nicht ohne weiteres eindeutig einzuordnen, da sie Schwankungen unterliegt. Deshalb ist jede Quelle am besten

mehrmals zu besuchen (z.B. nach einer längeren Trockenperiode), es kann auch die Erfahrung von Anliegern genutzt werden:

- *ganzjährig*: die Quelle schüttet ohne Unterbrechungen.
- *periodisch*: die Quelle fliesst regelmässig mit Unterbrechungen, z. B. Austrocknung im Sommer. Die Schüttungszeit überwiegt die Zeit des Trockenfallens.
- *temporär*: die Quelle fällt längere Zeit trocken als sie schüttet.

Die **Schüttmenge** (l/sec) ist entweder mit einem Messgefäss und einem Plastiksack abzuschätzen. Letzterer wird an einer Stelle, wo sich der ganze Abfluss konzentriert, so am Boden angebracht, dass er möglichst viel Wasser aufnehmen kann. Dann stoppt man die Zeit bis zur Füllung und schüttet den Inhalt des Plastiksackes in das Messgefäss (z.B. Eimer) um das Volumen abzumessen. Diese Methode eignet sich v. a. bei schwach schüttenden (max. 5 l/s) Sickerquellen. Sind bei bachähnlichen Sturzquellen keine Abstürze vorhanden, kann eine vereinfachte Abflussmessung erfolgen, indem Breite, Tiefe und Fliessgeschwindigkeit einer gleichförmigen Strecke multipliziert werden. Eine wenigstens grobe Angabe der Quellschüttung ist hilfreich. Die Schüttung ist eine wichtige Grösse, die sehr viele Faktoren beeinflusst, so die Substrat- und Vegetationsverteilung und die Zusammensetzung der Fauna. Einige chemische Parameter wie Sauerstoffgehalt, pH-Wert und die Wassertemperatur hängen von ihr ab.

Mittl. Fliessgeschwindigkeit: Die Fliessgeschwindigkeit ist eine Grösse, die je nach Ort in der Quelle variiert. Die mittlere Fliessgeschwindigkeit wird gemessen, indem eine Stelle ausgesucht wird, die repräsentativ für die Quelle ist. Dort wird eine Messung nach der sog. Driftkörpermethode durchgeführt, sofern kein Flügelrad-Messgerät (z.B. MiniAir20) zur Verfügung steht. Ein schwimmender Körper (Blatt, Holzstückchen) wird auf der Wasseroberfläche treiben gelassen und die Strecke gemessen (Klappmeter) die in einer Sekunde zurückgelegt wird (m/s). Anschliessend wird die Fliessgeschwindigkeit in eine der fünf Klassen eingeteilt:

- sehr schnell: > 1.5 m/s.
- schnell: 0.75 bis 1.5 m/s.
- mässig: < 0.25 bis 0.75 m/s.
- langsam: 0.05 bis 0.25 m/s
- stehend: < 0.05 m/s.

Mit etwas Erfahrung können die Werte auch geschätzt werden. Die Fliessgeschwindigkeit ist ähnlich wie die Schüttung ein wichtiger Faktor für die Besiedlung und hat ähnlich grosse Bedeutung.

Grösse: Der Quellbereich hat im Allgemeinen eine grössere Ausdehnung als die Quelle selbst. Die Grösse der Quelle wird in m² geschätzt und entspricht der Fläche, die deutlich sichtbar wasserüberstanden oder überflossen ist, also dem Gewässer im herkömmlichen Sinn.

Der **Quellbereich** (Angabe in m²) entspricht zusätzlich dem feuchten Bodenbereich im Umkreis der Quelle mit nassen Hängen oder Felsen. Er ist oft mit quelltypischen Pflanzen besiedelt, hebt sich also mit seiner Vegetation vom Umfeld ab.

Die **Quellbachlänge** wird gemessen oder geschätzt vom Ende der eigentlichen Quelle (Eukrenal) bis zur nächsten Einmündung.

Wassertemperatur: Angabe der gemessenen Wasser-Temperatur in °C.

Leitfähigkeit: Angabe in $\mu\text{S}_{20}/\text{cm}$.

Vernetzung: Dieses Merkmal beschreibt die Lage zur nächsten Quelle. Der Begriff **Einzelquelle** ist anzugeben, wenn im weiteren Umfeld von bis zu 1 km keine Quelle zu erkennen ist. Kleinere Nebenquellen im Quellbereich der Hauptquelle zählen nicht separat, da nur ein Quellbach abfließt. Liegen mindestens zwei Quellen beieinander oder ist ein Gebiet grossflächig mit Quellen bedeckt, so dass mindestens zwei getrennte Quellbäche abfließen, ist **Quellkomplex** (mehrere verschiedenartige Austrittstypen) oder **Quellsystem** (gleiche Austrittstypen) anzukreuzen. Die beiden Quellbäche müssen mindestens für 10 m Fließstrecke getrennt sein, bevor sie sich vereinigen. Die ungefähre **Distanz zur Nachbarquelle** ist dagegen über die Luftlinie anzugeben. Ist sie unbekannt, ist sie aus der Karte abzuschätzen. Die Vernetzung von Quellen ist wichtig für die Wiederbesiedlung und die Stabilität der Quellbiozönosen. Nachbarquellen können „Trittsteine“ sein und bilden ein mehr oder weniger dichtes Netz in der Landschaft. Ist die Nachbarquelle verbaut, sollte dies unter Bemerkungen erwähnt werden.

Trinkwassernutzung: Ankreuzen, wenn die Quelle zur Trinkwassergewinnung genutzt wird.

Schutzstatus: Angaben, ob die Quelle in kommunalen, kantonalen oder Bundesinventaren verzeichnet ist, wenn vorhanden ID-Nr. angeben. Schutzstatus gemäss NHV, Anhang 1

Kulturhistorische Bedeutung: Kurze Recherche zur Kulturgeschichte (Suter et al. 2007); mögliche Hinweise finden sich in: Flur-, Strassen- und Wegnamen, Fassungen, Leitungen, nahe Befestigungen oder Siedlungsreste, alte Brunnenstuben, Reservoirs, Mauern oder Dächer, Inschriften, Sakralbauten, Einfriedungen, Wegkreuzen oder archäologischen Befunde. Wenn als Objekt inventarisiert, ID-Nr. angeben.

Fotos: ID-Nr. verwenden für die Fotos zum Auffinden in einer Datenbank.

5.3.3 Strukturbewertung Teil A: Beeinträchtigung

Einträge/ Verbau

Fassung: Verschiedene Typen von Fassungen stellen die schwerwiegendsten Schädigungen einer Quelle dar und müssen deswegen gut differenziert werden:

- *Brunnenstube mit Überlauf:* Es ist (wenigstens zeitweise) noch ein Abfluss vorhanden, der als Überlauf einer Brunnenstube gefasst ist. Der anschliessende Ablauf kann mehr oder weniger beeinträchtigt bis naturnah sein. Bei grösseren Wasserentnahmen kann der Überlauf trocken fallen (Schädigung beträchtlich).
- *Rohr und Becken:* Hier ist der Austritt mehr oder weniger vollständig gefasst mit Beeinträchtigung der Lebensgemeinschaften durch den fast völligen Entzug des Lebensraums. Bei einem Becken oder einem ähnlichen Bauwerk fehlt fast nie ein Rohr oder eine Rinne (mit Absturz), die das Wasser hineinleitet. Starker Verbau am unmittelbaren Quellaustritt ist das Hauptmerkmal dieses Fassungstyps, er setzt sich oft noch eine weitere Strecke fort (Verrohrung, Rinnen).

- *nur Rohr/ Rinne*: Bei dieser Art der Fassung ist nur ein Rohr oder eine Rinne vorhanden, der Rest des Abflusses ist mehr oder weniger naturnah belassen. Die Schädigung ist zwar nicht so stark wie bei einem Becken, das Rohr mit Absturz stellt aber eine Wanderbarriere dar, die nur abwärts passierbar ist.

Mit den folgenden Begriffen sind das *Alter und der Zustand* der Fassung gemeint:

- *neu*: Die Fassung ist noch relativ jung, vollkommen *unversehrt und vegetationsfrei* oder macht den Eindruck einer regelmässigen und gründlichen *Instandhaltung und Reinigung*. Bereits kleinere Schäden an der Fassung werden in kürzeren Abständen repariert. Der Quelllebensraum ist dadurch stark geschädigt.
- *alt*: Die Fassung zeigt bereits Spuren des Verfalls, ist aber noch funktionstüchtig. Sie ist schon älter und teilweise überwachsen (Moospolster). Sie zeigt *keine Anzeichen laufender Instandhaltung* oder häufiger Reinigung. Das Wasser fliesst zu einem geringen Teil (< 10%) durch Ritzen und Spalten der Fassung, sonst ist die Fassung intakt. Die Quelle zeigt Ansätze faunistischer und floristischer Wiederbesiedlung.
- *verfallen*: Die Fassung ist schon so stark verfallen, dass ein deutlicher Teil (> 10%) des Wassers nicht mehr über die Fassung, sondern daran vorbei oder durch *Spalten und Ritzen* fliesst. Die Fassung ist im Sinne der ursprünglichen Anlage *nicht mehr (voll) funktionstüchtig*. Das verfallene Bauwerk ist oft stark mit Pflanzen bewachsen und kann technisch nur aufrechterhalten werden, wenn die gesamte Fassung erneuert wird. Die Quelle ist mit hoher Wahrscheinlichkeit wiederbesiedelt und möglicherweise als wertvoller Biotop anzusprechen.

Wasserentnahme: Neben der Trinkwassernutzung gibt es eine Reihe weiterer Wasserentnahmen. Dazu zählt die Ableitung von Wasser für *Viehtränken, Fischteiche*, für den Betrieb von *Turbinen* zur Gewinnung elektrischer Energie oder für die *Bewässerung, die Beschneigung* sowie *Wasserentnahmen* durch Besucher mittels Kanistern (Heilquellen). Die Entnahme wird in drei angegebene Klassen geschätzt und ihr Zweck angegeben. Schäden durch Entnahmen werden nach der Menge des entnommenen Wassers beurteilt.

Verlegung: Eine Verlegung liegt dann vor, wenn die Quelle mittels eines Drainage- oder sonstigen Rohres über eine gewisse Distanz von *ihrem ehemaligen Austrittsort weggeleitet* wird. Ist die Verlegung noch relativ neu, erkennt man ihre Länge und trägt diese in den Bogen ein. Dies ist z. T. auch bei älteren Verlegungen erkennbar. Hat man keinen Anhaltspunkt, ist „Länge unbekannt“ einzutragen. Die Verlegung unterscheidet sich von der Verrohrung durch den Eingriffsort: bei der Verlegung ist der Austritt selbst, bei der Verrohrung der unterhalb liegende Teil der Quelle verrohrt, so dass der Austritt frei liegt. Die Auswirkung der Verlegung variiert je nach Grösse des Eingriffs, welche durch Länge und Alter gekennzeichnet ist.

Aufstau: Ein Aufstau hat je nach Ort und Grösse sehr unterschiedliche ökologische Folgen, z. B. verstopft er das Hohlraumsystem der Gewässersohle. Ein grosser, nahe beim Quellaustritt liegender Aufstau überprägt die Quelle völlig, während ein kleiner Aufstau, der sich weit von der Quelle angliedert, praktisch keine Auswirkungen hat. Aufstau wird hier im Sinne von künstlichem Aufstau verstanden, im Gegensatz zu natürlichen Tümpelquellen.

künstlicher Absturz: Ein künstlicher Absturz ist ein künstlich geschaffener, freier Wasserfall, verbunden mit einem kleineren Bauwerk (Wehr, Rampe). Der Absturz kann den gesamten Abfluss betreffen oder nur einen Teil davon. Die Höhe (Differenz zwischen der Wasserspiegellage unter- und oberhalb) ist anzugeben. Vor allem höhere Abstürze bilden eine Wanderbarriere für aquatische Tiere.

Verbau (Ufer, Sohle): Beim Verbau kommt es neben dem Baustoff vor allem darauf an wie gross die verbauten Bereiche sind. Deswegen werden drei Kategorien unterschieden, die sich auf die Ufer, die Gewässersohle und den näheren Quellbereich der ersten Fliessmeter beziehen:

- *stark:* etwa von 70 bis 100% Wasserkontaktfläche.
- *mittel:* etwa von 30 bis 70 % Wasserkontaktfläche.
- *gering:* etwa von 0 bis 30% Wasserkontaktfläche.

Als typische Baumaterialien werden unterschieden:

- *Holz:* Verschalung mit Brettern und Balken, Holzrinnen.
- *Steinschüttung:* lose eingeschüttete Steine, Schotter oder Kies.
- *wilder Verbau:* meist illegal aus Wellblech, Brettern, Beton, Autoreifen usw.
- *Naturstein:* Verbau aus roh behauenen, gebietstypischem Stein. Gemeint ist auch eine gefugte oder ungefugte Natursteinmauer.
- *Beton:* z. B. als Betonverschalung, Betonmauer, Bausteinmauer in Zementbauweise.
- *Verrohrung:* Bei einer Verrohrung (Eindolung) wird die Quelle durch ein Rohr geführt, z. B. unter einem Weg. Sie verhindert als Wanderbarriere die Ausbreitung von Tieren.

Die verschiedenen Formen von Verbau verhindern - abhängig von Art und Intensität - eine natürliche Substratausstattung, die Ausbildung von Kleinhabitaten, eine natürliche Uferlinie und verkleinern den Quellbereich. In ihrer Summe zerstören sie die Lebensräume für Quellzönosen.

Unterhalt/Trittschäden: Der Unterhalt von Quellen wie das (regelmässige) Ausräumen von Pflanzenmaterial (tot oder lebend) oder mineralischem Substrat aus dem Quelltopf oder im Quellbach kann die Quelle stark schädigen, je nachdem ob der ganze Quellbereich betroffen ist oder nur ein Teil. Forstlicher Unterhalt kann sich ebenfalls schädigend auswirken, wenn mit schweren Maschinen gearbeitet wird. Schäden können auch durch Tritt (Vieh, Mensch) entstehen und sind ökologisch nur dann wenig bedeutsam, wenn sie die Quellstrukturen wenig ändern. Zu den ökologisch bedeutsamen Schäden zählen Suhlen von Wildschwein und Hirsch:

- *kein:* keine Beschädigung erkennbar
- *gering:* Unterhalt- oder Tritts Spuren sind zwar erkennbar, die Quellvegetation ist aber kaum verändert.
- *mässig:* die Quellvegetation sowie die ursprüngliche Substratausstattung sind vorhanden, aber bereits beeinträchtigt.
- *stark:* Hier sind die Veränderungen so gravierend, dass das Gewässerbett kaum noch erkennbar ist. Es bilden sich schlammige Flächen oder verfestigte Bodenbereiche (Pfützen, Tritts Spuren, Suhlen). Es ist keine nennenswerte Quellvegetation mehr vorhanden, während einheitliches Feinsubstrat vorherrscht.

Die Frage nach den Verursachern der Trittschäden liefert wertvolle Zusatzinformationen als Ansatzpunkt für Massnahmen (Fussabdrücke). Die ökologischen Folgen von Trittschäden sind die Zerstörung der Kleinhabitats und ihrer Lebensgemeinschaften durch das "Umpflügen" des Bodens im Quellbereich.

Infrastruktur: Sie bezieht sich in weitem Sinn auf „touristische“ oder jagdliche Veränderungen zur Freizeitnutzung im Quellbereich und im Umfeld und wirkt sich indirekt negativ auf die Struktur aus:

- *Zuwegung:* schmaler Weg oder Pfad, der an/in den Quellbereich oder ans Quellufer heranreicht in Kombination mit Bodenverfestigungen oder Schädigung der Quellvegetation.
- *Bänke/ Parkplatz:* Dieses Merkmal fasst touristische Einflüsse zusammen, die zwar nicht direkt durch Verbau im Quellbereich gekennzeichnet sind, deren Vorhandensein aber starke Besucherfrequenz anzeigt (Gefährdung durch Müll, Trittschäden usw.).

- *Trittsteine*: Angelegte Steine, um trockenen Fusses ans Wasser treten zu können.
- *Überdachung*: Eine Überdachung wirkt sich v. a. auf den Nahrungs- und Lichthaushalt aus.
- *Viehtränke*: Quellen dienen oft als Viehtränken. Neben Trittschäden besteht die Gefahr der Eutrophierung durch Kot.
- *Wildfutterstelle*: Eine Wildfutterstelle wird gerne an Quellen errichtet, da auch das Vorhandensein einer Wasserstelle Wild anlockt. Erkennbar ist sie an Hochsitzen, Futterresten, Futtergehältern und Wildvertritt. Gleiches Schadenpotential wie Viehtränke.
- *Feuerstelle*: Picknickplätze im Quellbereich schädigen durch Tritt und Abfälle.
- *Sonstiges*: Aufzählung weiterer Schadfaktoren.

Am Schluss werden die Beeinträchtigungen zusammengezählt und ihre Anzahl angegeben. Mit dem Excel-Strukturbewertungsboden erfolgt dies automatisiert.

Ablagerungen: Sie können eine Quelle inklusive des Quellbereichs:

- vollständig (80 bis 100%),
- teilweise (20 bis 80%) oder
- vereinzelt (0 bis 20%) bedecken.

Zu unterscheiden sind:

- *Haus-/ Gewerbemüll*: Gewerbemüll besteht im Vergleich zu Hausmüll häufig aus grösseren Mengen gleichartiger Stoffe.
- *Holzabfall*: sämtlicher Holzabfall, der nach Augenschein nicht natürlich in die Quelle gelangt ist, insbesondere grosse Mengen mit starker Abdeckwirkung (Stückholz, Bretter, Rinde) oder Material, das versauernd wirkt (Nadelholz).
- *Pflanzenabfall*: Gartenabfälle wie Gras, Laub, Heckenschnitt, Weihnachtsbäume.
- *Erdaushub/Bauschutt*: Hauptproblem ist die Zudeckung der Quelle sowie Veränderungen des Chemismus (Kalk, Mörtel).
- *organische Reste/ Faulschlamm*: Im Gegensatz zu natürlichen Quellen kann Faulschlamm in anthropogen beeinträchtigten Quellen grössere Ablagerungen bilden. Er wird durch starke organische Einträge verursacht (zersetzte Pflanzenreste, Abwasser). Faulschlamm besteht aus kleinsten organischen Resten, die unter Sauerstoffabschluss und Schwefelwasserstoffbildung langsam zersetzt werden (Geruch nach faulen Eiern).

Ablagerungen überdüngen oder verschütten den Quellbereich, verhindern den Lichteinfall oder verändern ihn mit deren Inhaltsstoffen (Öle, Säuren, Lacke, Reinigungsmittel, Kalk).

Einleitungen: Einleitungen erfolgen einerseits absichtlich, andererseits können aus offenen Flächen nach heftigen Niederschlägen Stoffe in Quellen eingeschwemmt werden. Vor allem Quellen in Hangkerben und Tallagen sind davon betroffen. Auch bei Trockenheit ist deshalb auf eine gefährdete Exposition zu achten.

- *Oberfläche/ Strasse*: Oberflächenwasser ist in der Regel gering verschmutzt, es können aber Gummiabrieb, Schwermetall, Öle, Streusalz (Strassen) oder andere wassergefährdende Stoffe beigemischt sein. Oberflächenwasser gelangt auch über Gräben in eine Quelle (Auswaschung nach Regenereignissen).
- *Drainage/ Graben*: Diese Einleitungswässer gelangen über Drainagerohre oder Gräben in Quellen und sind wegen ihrer Herkunft aus (intensiv) landwirtschaftlichen Flächen zum Teil mit Düngemitteln oder Pestiziden belastet. Obwohl in der Regel keine grossen Mengen eingeleitet werden, können sie je nach Bodentyp und Kultur stark variieren.

- *unverdünnt*: Unverdünntes Abwasser stammt aus Haushalten (Fehlanschlüsse der Kanalisation), Industrie oder Landwirtschaft (Gülle, Silosickersäfte). Es ist am starken Geruch, der Trübung, der auffälligen Farbe oder an Bakterien (Schleimfäden: sog. 'Abwasserpilz') zu erkennen. Die Veränderungen der Nährstoffsituation und der Wasserchemie sind aufgrund der hohen Schadstoffkonzentrationen besonders dramatisch.
- *Rohr trocken*: auch ein zeitweise trockenes Rohr birgt die Gefahr einer periodischen oder spontanen Einleitung, z. B. durch Reinigung eines Betriebes am Wochenende. Bei Einleitungen spielt der Abstand zum Austritt eine wichtige Rolle (Angabe auch bei trockenem Rohr).

5.3.4 Strukturbewertung Teil B: Vegetation-Nutzung- Struktur

Vegetation/Nutzung:

Bei der Tabelle der Vegetation/ Nutzung werden Biotoptyp und Abstand zur Quelle kombiniert. Beim Abstand zur Quelle wird unterschieden:

- *Einzugsgebiet*: Das Einzugsgebiet einer Quelle umfasst das Gebiet oberhalb der Quelle bis zur Wasserscheide. Zur Abschätzung der Vegetation des Einzugsgebietes sind sichtbare dominierende Vegetations- oder Nutzungsformen anzugeben. Ein Teil des Wassers, das im Einzugsgebiet versickert, fließt unterirdisch über das Grundwasser der Quelle zu. Die Quelle bezieht ihr Wasser zwar von diesem Gebiet, das tatsächliche Einzugsgebiet kann sich aber vom oberirdisch sichtbaren Einzugsgebiet unterscheiden. Fallen Beeinträchtigungen oder abweichende, wassergefährdende Nutzungsformen im weiteren Umfeld oder im näheren Einzugsgebiet auf (z. B. eine Mülldeponie), ist dies unter Bemerkungen zu nennen.
- *Umfeld*: Das Umfeld schliesst sich aussen länglich oval um den Quellbereich an und reicht etwas weiter als der Kronenradius eines grossen Baumes, entsprechend etwa 15 Meter.
- *Quellbereich*: Der Quellbereich meint den direkten Umkreis als durchnässter, wassergesättigter Bodenbereich um die Quellaustritte. Er hebt sich mit seiner (Quell-) Vegetation oft vom Umfeld ab das sich nach aussen anschliesst. Hierzu gehören auch Spritzwasserzonen (ständig durchfeuchtete Bereiche, auch Rieselfluren).
- *Quellufer*: Das Quellufer stellt den schmalen Übergangsbereich zwischen Wasser und Land dar.
- *Quellbach*: Der Quellbach schliesst sich unterhalb des Umfeldes an. Wichtig ist vor allem, auf die Durchgängigkeit (Verrohrung, Verbau, Abstürze), aber auch auf Nutzungsformen zu achten und schwerwiegende Veränderungen zu notieren.

Bei den folgend eingeteilten Biotoptypen und Nutzungsflächen können Mehrfachnennungen erfolgen:

- *standorttypische Vegetation*: standorttypische Vegetation sind Kräuter und Stauden, die charakteristische Gesellschaften für Quellen, Wald, Nasswiesen oder feuchte Hochstaudenfluren bilden (nicht verholzt). Hierzu gehören auch Röhrichte, Seggenriede oder Flachmoore. Vergl. Vegetationstypen in Delarze & Gonseth (2008).
- *standortfremde Vegetation*: standortfremde Vegetation bilden meist Hochstauden (fast nur unterhalb der natürlichen Baumgrenze anzutreffen) und Pflanzen wie Stickstoffzeiger in Verbindung mit sehr dichter Vegetation aus stark wuchernden Einartbeständen sowie eingeschleppte Pflanzen (Neophyten). Zu ersteren gehört die Brennnessel in grossen, dichten Beständen, zu letzteren als Neophyten der Riesen-Bärenklau, der Staudenknöterich, das Indische Springkraut und die Kanadische Goldrute,

des weiteren Pflanzen, die typisch für beeinflusste Biotope sind, wie Ruderalflächen und Schuttplätze sowie eine übermässig starke Verkräutung.

- *Moosgesellschaften*: Moosbestände, die ab einer Deckung von etwa 5% die vorkommenden Substrate überwachsen. In den Alpen ist die Moosvegetation besonders reich entwickelt (Geissler, 1975).
 - *Zwergstrauchbestände*: Zwergstrauchgesellschaften treten hauptsächlich in der obersten subalpinen Stufe auf, an Orten, wo der Wald vom Menschen zurückgedrängt wurde oder wegen zu extremer Bedingungen nicht mehr wachsen kann. Dazu gehören Alpenrose, Wacholder, Rauschbeere, Grünerle, Alpenazalee.
 - *Hochstaudenfluren*: bestehen aus hochwüchsigen Krautpflanzen, im Gebirge meist mit grossflächigen Blättern (z.B. Alpendost, blauer Eisenhut, Trollblume, Alchemilla-Arten). In tieferen Lagen dominiert die Spierstaude. In waldfähigen Standorten zählt auch die Schlagflur dazu (u.a. Epilobiumarten, Hypericum).
 - *Laubwald*: Hiermit sind auch einzeln stehende Laubbäume gemeint, wenn sie sich in unmittelbarer Nähe der Quelle befinden (Quellufer, Quellbereich oder Umfeld mit Kronenüberdachung). Laubwald wird ab einem Laubbaumanteil von 80% angegeben und bildet in tieferen Lagen die natürliche Bestockung um Quellen.
 - *Mischwald*: Mischwald wird aus Laub- und Nadelbäumen gebildet und ab einem ausgeglicheneren Verhältnis von 20 zu 80% (Laub-/Nadelbäume) angegeben. Im nahen Umfeld (Kronenüberdachung) genügen bereits unterschiedliche Einzelbäume für die Nennung von Mischwald. Mischwald steht in seinen Einflüssen zwischen Nadel- und Laubwald.
 - *Gebüsch*: Gebüsch hat eine Höhe von weniger als 5 bis 6 m. Liegt die Höhe darüber, wird entweder Laub-, Nadel- oder Mischwald angegeben. *Zwergstrauchgesellschaften*: treten hauptsächlich in der obersten subalpinen Stufe auf, an Orten, wo der Wald vom Menschen zurückgedrängt worden ist oder wegen zu extremer Bedingungen nicht mehr wachsen kann.
 - *Nadelwald (standortfremd – typisch)*: Nadelbäume mit einem Nadelbaumanteil von mehr als 80% sind immer forstwirtschaftlich bedingt und standortfremd, da sie natürlicherweise im Mittelland nur selten vorkommen, in der subalpinen Stufe jedoch bestandesbildend (Fichten-, Bergföhre-, Arven-Lärchenwald) auftreten. Es sind auch Einzelbäume zu nennen, die sich in Quellnähe befinden (nahes Umfeld, Kronenüberdachung). Nadelholzmonokulturen sind ökologisch stark schädigend.
- extensives Grünland*: Extensives Grünland wird nicht, unregelmässig oder wenig gedüngt (kein Kunstdünger). Es wird gering beweidet oder ein- bis höchstens zweimal im Jahr gemäht. Bestimmte Pflanzenarten zeigen extensive Wiesen an, wobei unter Bemerkungen zu notieren ist, ob Wiese oder Weide vorliegt (vergl. Delarze & Gonseth (2008).
- *intensives Grünland*: Intensives Grünland wird regelmässig und häufig gedüngt und gemäht (drei- bis fünfmal im Jahr) oder intensiv beweidet. Auch intensive Nutzungsformen werden durch typische Pflanzenarten angezeigt, fast immer dominieren wenige Arten.
 - *Acker/ Sonderkultur*: Neben Äckern gehören hierher auch Sonderkulturen wie Wein, Hopfen, Tabak, Gemüse oder Obstbau.
 - *unbefestigter Weg*: Hier sind gering oder unbefestigte Wege gemeint, die zwar durch eine Bodenverfestigung gekennzeichnet sind, aber keine starke Auflage aus gebietsfremden Materialien aufweisen. Streckenweise können aber Befestigungsmaterialien verwendet werden, z. B. Bauschutt. Hierzu zählen auch Wanderwege oder Wege, deren Auflage entweder aus Naturstein besteht, überwachsen oder nicht mehr erkennbar ist (keine grösseren Unterhaltmassnahmen).
 - *befestigter Weg/ Strasse*: Dieser Punkt umfasst breitere Wege, die in grossem Umfang mit Schotter, Splitt oder ähnlichen Materialien (gebietsfremd) befestigt sind, ausserdem alle versiegelten Strassen.
 - *künstlich vegetationsfrei / Siedlung*: Die Ausbildung natürlicher Vegetation kann durch Verbau, Tritt oder künstliches Entfernen verhindert werden. Natürlich vegetationsfreie Ufer (Fels, Beschattung)

sind nicht gemeint. Ausserdem umfasst der Punkt versiegelte Flächen wie Häuser, Ortschaften und Städte, Gewerbeflächen sowie andere intensive Nutzungen wie Bahndämme, (Schreber-) Gärten, Spielplätze, Parks, Friedhöfe usw. Konkrete Flächennutzungen sind unter Bemerkungen anzugeben.

Sommerbeschattung: Die Sommerbeschattung ist die Beschattung, die Gehölze in vollständig belaubtem Zustand verursachen. Bei Kartierungen in Winter, Frühjahr und Herbst orientiert man sich an der von Ästen und Zweigen bedeckten Oberfläche. Dabei ist die Beschattung von oben zu schätzen:

- *unbeschattet*: 0% Flächendeckung.
- *schwach*: 0 bis 30% Flächendeckung.
- *mittel*: 30 bis 70 % Flächendeckung.
- *stark*: > 70% Flächendeckung.

Struktur: Substrat

Dieser Punkt ist sehr wichtig für die Lebensgemeinschaften in einer Quelle, da jegliches Substrat Lebensraum und Nahrungsgrundlage zugleich darstellt. Mit Substrat ist das Material gemeint, aus dem das Gewässerbett einschliesslich der umspülten Ufer und der Spritzwasserzonen besteht. Das Substrat ist also immer wasserbenetzt. Für die Klassengrenzen wurden in der Bodenkunde übliche Masse verwendet. Die Häufigkeit des Substrates wird in drei Klassen eingeteilt:

- *stark*: der benetzte Bereich ist zu > 50%, daraus zusammengesetzt.
- *mittel*: er besteht zu 20 bis 50% daraus.
- *gering*: er besteht zu 1 bis < 20% daraus. Substrate unter 1% entfallen.

Bei den Materialien werden in der Regel Mehrfachnennungen vorgenommen, wobei bei „Stark“ nur eine Nennung möglich ist. Ist eine grosse Substratvielfalt vorhanden, werden meistens die Ausprägungsgrade „gering“ und „mittel“ angegeben. Manchmal kann die relative Substratarmut (d.h. nur ein Typ oder wenige) einer naturnahen Quelle naturraumbedingt sein. In einem solchem Fall werden trotz optimaler Substratausstattung nur geringe Substratzahlen erreicht. Bei naturnahen Quellen sind aber praktisch immer wenigstens 3 Substrate anzusprechen. Eine Ausnahme können naturnahe Buchenwaldsickerquellen im Herbst darstellen wenn diese kurzzeitig völlig mit Falllaub und Zweigen überdeckt sind. In einem solchen Fall sind die bedeckten (häufig vielfältigen) Substrate mit zu berücksichtigen. Als natürliche Substrattypen werden unterschieden:

- *Fels/ Blöcke*: Blöcke beginnen ab einem Durchmesser von ca. 20 cm, sind aber meist deutlich grösser. Fels ist im Vergleich zu Blöcken fest im Boden verankert, hat aber ähnliche Eigenschaften.
- *Steine*: Korngrösse von ca. 6 cm bis ca. 20 cm.
- *Kies/ Schotter*: Korngrösse von 2 mm bis 6 cm. Kies ist rund, Schotter kantig.
- *Sand*: Korngrösse 0,1 mm bis 2 mm: noch sichtbare und fühlbare Körner (Verreiben).
- *Feinmaterial*: Material mit einer Korngrösse unter 0,1 mm, nicht sicht- und fühlbar.
- *Moospolster*: Moose direkt am Ufer (Wasserkontakt) oder im Spritzwasserbereich.
- *Wurzeln*: Wurzelflächen mit Wasserkontakt.
- *Totholz*: abgestorbene Äste und Zweige, die im Wasser liegen oder an Strömungshindernissen festgespült sind, bilden wichtige Strukturen und Nahrung für Tiere.
- *Pflanzen*: lebende Pflanzen, wenigstens teilweise untergetaucht oder amphibisch.

- *Fallaub*: Abgefallene Blätter bilden flächige Bereiche oder sammeln sich an bestimmten Stellen zu Falllaubstapeln. Falllaub ist häufig reich besiedelt.
- *Detritus/ org. Schlamm*: abgestorbene, kleine bis kleinste Pflanzen- und Tierreste, die bereits so zer-
setzt sind, dass deren ursprüngliche Form und Herkunft nicht erkennbar ist. Er setzt sich meist in
Mulden, stehendem Wasser oder zwischen Steinen und Totholz ab.
- *Kalksinter*: Kalksinter kann durch CO₂- Abgabe an die Luft sowie durch biogene oder thermogene
Kalkfällung entstehen. Die so entstandene dünne Kalkschicht überzieht Pflanzen und Hart-Substrate.
Sie kann krümelig oder terrassenartig verbacken sein und vergrößert oft natürliche Oberflächen. An-
dere natürliche Materialien sind etwa Schwefelablagerungen oder Eisen- bzw. Manganocker. Ocker
ist ein orangerotes bis rotbraunes, gelartiges Substrat, das am Quellaustritt ausflockt und vorhande-
ne Substrate überzieht.

Veränderte Substrattypen sind:

- *Fadenalgen*: Fadenalgen bilden in überdüngten (Nitrat) und sonnigen Quellen (v. a. in Becken und
Rinnen) grössere Bestände, sie kommen natürlicherweise nur in kleineren Mengen vor. Im Gegensatz
dazu fallen kleinere Grün- oder Kieselalgen als Substrat nicht auf.
- *Künstlich/ fremd*: Mit künstlichem oder fremdem Substrat sind Substrate gemeint, die durch den
Menschen eingebracht wurden. Dies sind verschiedene Formen von Verbau wie Beton, Mauern,
Holzverschalungen, Kunststoffe und Metall. Aber auch Müll kann bei starker Anschüttung Substrat
bilden (Bauschutt, Holz- und Pflanzenabfall, Autoreifen, Wellpappe). Es ist auch an gebietsfremde
Schüttmaterialien wie Schotter von Wegen zu denken.

Strömungsdiversität:

Die Strömung ist ein Hauptparameter für Fließwasserorganismen. Je vielfältiger die Strömungszustände
desto mehr Kleinhabitate stehen für Krenozöosen zur Verfügung. Die bezeichneten Strömungszustände
sind in einer Reihe von mehr oder weniger stehend bis schnell fließend angeordnet. Es sind alle Strö-
mungszustände anzustreichen, die deutlich erkennbar und nicht nur einmal auf wenigen Quadratzen-
timetern Fläche vorkommen:

- *Spritzwasser*: Diese Bereiche sind zwar ständig nass, aber nicht überflutet. Sie liegen an Felswänden
oder seitlich unter Abstürzen. Das Wasser rieselt, perlt oder tropft dabei über das Substrat (Rieselflu-
ren)
- *glatt*: Das Wasser steht und/oder es ist keine Bewegung an der Oberfläche erkennbar.
- *fließend*: Das Wasser fließt ruhig und gleichmässig (Blätter treiben ab), es ist maximal ein leichtes
Kräuseln der Oberfläche ohne Wellenbildung zu beobachten.
- *überfließend*: Hiermit ist das Überfließen von Substraten gemeint, wobei nur geringe Wassertiefen
erreicht werden (wenige Millimeter). Die Strömung bleibt ruhig und es kommt zu keiner Blasenbil-
dung.
- *gerippt*: Hier sind bereits Wellen erkennbar, die Oberfläche ist stärker gekräuselt und verläuft un-
eben, wobei noch keine deutliche Blasen- oder Schaumbildung zu erkennen ist.
- *plätschernd*: Die Strömung ist heftiger, so dass das Wasser an Substraten oder in kleinen Strudeln
erstmalig mit sichtbarer Blasenbildung gebrochen wird. Das Wasser beginnt dabei zu schäumen
(«weisse» Farbe). Darüber hinaus ist ein Plätschern hörbar.
- *überstürzend*: Hier ist die Blasenbildung stärker, so dass Blasen in einem Strudel unter Wasser ge-
drückt werden (weisse Unterströmung) und ein deutliches Sprudeln zu hören ist. An Substratkanten
stürzt das Wasser nach unten, ohne allerdings eine eindeutige Fallphase aufzuweisen.

- *fallend*: Hier ist eine deutliche Fallphase erkennbar, während das Wasser intensiv mit Luft vermischt wird. Es bildet sich eine grössere weisse Schaumzone und ein deutliches Platschen ist zu vernehmen. Bei Substrataufprall kommt es oft zur Spritzwasserbildung.

Wasser-Land-Verzahnung: In die Wasser-Land-Verzahnung spielen die Substratbenetzung, die Uferlinie sowie die Ausprägung der Uferkante hinein. Mit Substratbenetzung ist die vom Austrittswasser benetzte Fläche gemeint. Sie kann entweder gross sein (oft bei natürlichen Quellen), während bei beeinträchtigten Quellen ein vorgegebener Verlauf (z. B. durch Gräben) nur eine sehr geringe Fläche zulässt, wo ständige Nässe dominiert. Bei der Abschätzung ist dem naturgegebenen Relief und dem Naturraum Rechnung zu tragen, so dass eine gewisse Erfahrung des Kartierers gefragt ist. So wird eine naturnahe Tümpelquelle einen flächenmässig geringeren Nassbereich aufweisen als eine naturnahe Sturzquelle, die einen Wasserfall bildet. Bei Regenwetter kann die feuchte Fläche kaum geschätzt werden, wenn die Quelle nicht sehr gut bekannt ist. Die Uferlinie bildet die Grenze zwischen Wasser und Land am Rand der wasserüberstandenen Fläche. Sie kann gerade, buchtig gewunden oder diffus verteilt sein. Die Uferkante dagegen ist durch die Steilheit des Wasser-Land-Übergangs gekennzeichnet. Bei naturnahen Quell- und Quellbachabschnitten sind die Ufer flach ausgebildet, während bei Offenlandquellen und nach Eingriffen die Ufer eher steil verlaufen (Umleitungen, Verbau). Dies gilt in besonderem Mass im anschliessenden Quellbach. Die Entscheidung über die Ausprägung der Wasser-Land-Verzahnung erfolgt durch „Mittelwertbildung“ der drei Einzelparameter, d. h. die häufigeren Ausprägungen werden ausgewählt und zusammengefasst:

- *gross*: Die Wasser-Land-Verzahnung ist gross, wenn die durchfeuchtete Fläche so gross ist, dass fast alle Bereiche um die eigentliche Quelle wassergesättigt sind. Die Ufer des beginnenden Quellbaches bleiben sehr flach. Will man sich der Quelle nähern, findet man kaum Abschnitte, in denen man nicht „nasse Füsse“ bekommt oder im feuchten Boden einsinkt. Bevor man den genauen Austritt vor sich hat, steht man häufig bereits im Quellbereich. An einer solchen Quelle werden alle Möglichkeiten verwirklicht, die die Standortvoraussetzungen für eine grossflächige Verteilung des Wassers geboten haben, so dass eine klare Uferlinie kaum erkennbar ist (diffus).
- *mittel*: Die Quelle besitzt sowohl Bereiche, in denen eine starke Wasser-Land-Verzahnung mit grossflächig nassem Boden vorhanden ist, als auch Bereiche, in denen eine scharfe Trennung von Wasser und Ufer sichtbar ist. Die Quellufer sind wechselnd steil und die Uferlinie ist mehr oder weniger buchtig. Bei Quellen mit diffuser und zusätzlich gerader Uferlinie ist der Mittelwert (buchtig) zu bilden.
- *gering*: Ausser dem aquatischen Bereich fehlt eine durchfeuchtete Fläche praktisch völlig, so dass das Ufer eine starke Trennung zwischen Wasser und Land aufweist. Bereits wenige Zentimeter oberhalb der Wasserkante ist der Boden trocken. Hier ist die Uferkante fast überall relativ steil und die Uferlinie ist relativ gerade. Manche naturnahe Quellen in Kerbtälern scheinen zunächst eine geringe Wasser-Land-Verzahnung aufzuweisen. Bei genauem Hinsehen ist allerdings die Uferlinie nicht gerade, da das anstehende Gestein buchtige Ränder ausbildet, ausserdem ist die Uferkante meist flach.

Besondere Strukturen:

Die besonderen Strukturen geben typische Quellstrukturen an, die in der Regel eng mit der Naturnähe und der Besiedlung zusammenhängen. Ihre Ausbildung ist z. T. quelltypabhängig. Besondere Strukturen sind oft in naturnahen Quellen anzutreffen, während sie in veränderten oder geschädigten Quellen fehlen. Von dieser Regel sind zwar Einzelfälle ausgenommen, die zum Teil auch naturräumlich gehäuft auftreten können. Besondere Strukturen bilden dennoch ein wichtiges Kriterium für die ökologische Wertigkeit einer Quelle, z. B. für die Ausstattung mit Kleinlebensräumen. Das Merkmal ist offen, so dass weitere Strukturen hinzufügar sind:

- *Laufverzweigung*: Abschnitt in der Quelle, wo sich der Lauf des Gewässers auf einer gewissen Strecke trennt und sich danach wieder vereinigt. Hier ist auch die Laufgabelung eingeschlossen, welche sich bachaufwärts teilt und nicht wieder vereinigt (mehrere Quellaustritte).
- *Inselstrukturen*: kleinere und oft mehr oder weniger rundliche Substratflächen (Abgrenzung zur Laufverzweigung), die über die Wasseroberfläche erhaben und meist bewachsen sind.
- *Quellflur*: Vor allem in Sickerquellen vorhandene Struktur aus besonders vielen und quelltypischen Kräutern, z. B. Milzkraut, dominierend im gesamten Quellbereich.
- *Sandwirbel*: typische, mehr oder wenig kugelförmige Struktur am Grunde von Tümpelquellen, bei der Sand durch die Austrittsströmung aufgewirbelt wird und die deswegen vegetationsfrei bleibt.
- *grosse Tiefenvarianz*: Dieses Merkmal beschreibt viele unterschiedliche Wassertiefenbereiche in der Quelle. Es sind mindestens fünf deutlich differenzierbare Tiefenbereiche im aquatischen Raum gemeint so dass die Wasserstände auffällig stark variieren. Eine grosse Tiefenvarianz kann mitunter auch in gefassten Quellen vorkommen. Bei baulich künstlicher Tiefenvarianz erfolgt keine Nennung.
- *natürliche Pools*: Kleine Bereiche, die sich unterhalb natürlicher Abstürze oder Hindernissen (z.B. quer liegenden Ästen oder Blöcken) bilden können. In pools fließt das Wasser langsamer, weshalb sich am Grund oft Feinmaterial absetzt.
- *Kaskaden*: Kaskaden sind mehrere natürliche Gefällestrufen, die von Wasser überflossen sind, wobei die Abstürze niedrig bleiben (Abgrenzung zum Wasserfall). Sie sind häufig treppenförmig ausgebildet, z. B. bei Kalksinterquellen.
- *Wasserfall*: natürliche Wasserfälle - nur diese sind gemeint - sind Bereiche, in denen das Wasser meist nicht nur an einer, sondern an vielen Stellen abstürzt. Deswegen bilden sich am und unter dem Absturz wo das Wasser zusätzlich vorbeifliesst, Strukturen und Kleinhabitate wie Moospolster aus.
- *Fliesshindernisse*: in naturnahen Quellen treten fast immer natürliche Fliesshindernisse auf. Sie werden aus Totholz, Wurzeln, Steinen oder Falllaubstapeln gebildet, selten werden sie von Pflanzen verursacht (stark bewachsene Sickerquellen). An einem Fliesshindernis wird ein deutlich erkennbarer Prozentsatz des Quellwassers umgeleitet oder leicht natürlich angestaut.
- *Wassermoos*: Es sind stark ausgebildete und quelltypische, untergetaucht (submers) lebende Wasser- bzw. Quellmoose gemeint, die häufig in Tümpelquellen vorkommen.
- *grosses Lückensystem*: Vor allem in Wanderquellen vorkommende natürliche Struktur (Hangschuttquellen), wobei das hyporheische Interstitial aufgrund von relativ grobem Geschiebe (Steine, Schotter) ohne zusätzliches Feinmaterial vergrößert ist.
- *Rieselflur*: hiermit sind mit Moosen, Farnen oder Quellkräutern überwachsene Spritz- und Rieselwasserbereiche gemeint, in denen Quellwasser nach unten tropft, perlt oder zusätzlich aus Felsen sickert. Sie befinden sich oft an stark geneigten oder senkrechten Felswänden oder in der Nähe eines Wasserfalls einer Sturzquelle.

Gesamteindruck: Ein erfahrener Kartierer/Kartiererin hat manchmal vor Ort das Gefühl, der realen Situation einer Quelle mit dem ausgefüllten Bogen nicht ganz gerecht zu werden, sei es dass die Quelle trotz Verbau einen naturnahen Eindruck macht, sei es dass eine nach dem Bogen relativ naturnahe Quelle tatsächlich stärker beeinträchtigt ist (begründeter Verdacht, Gefährdungen). Aus diesen Gründen, aber auch um die Erfahrung des Kartierers / der Kartiererin einfließen zu lassen (Bestätigung), kann an diesem Punkt eine subjektive oder vergleichende Bewertung vorgenommen werden. Diese kann in begründeten Ausnahmefällen das Kartiierungsergebnis etwas auf- bzw. abwerten, besonders in nicht beschriebenen Spezialfällen. Auch dem Kartieranfänger sei geraten, diesen Punkt auszufüllen, was der eigenen Schulung und Erfahrungsbildung dient. Zur Durchführung wird die Quelle in die dem Kartierer am plausibelsten erscheinende Klasse aus den fünf angegebenen Klassen gestellt. Dabei vergegenwärtigt man sich

die wichtigsten Einflüsse mit ihrer jeweiligen Gewichtung und fasst diese in einem persönlichen Urteil zusammen. Bei einer Ergebniskorrektur in Verbindung mit einer Abweichung vom errechneten Wert ist diese gut zu begründen.

5.3.5 Bewertung der Struktur

Die Strukturparameter werden in die Exceltabelle Strukturbewertung eingegeben. Diese Tabelle berechnet automatisch die Strukturwerte der Teile A und B sowie die Gesamtbewertung. Die Zuordnung in die Wertungsklassen erfolgt gemäss Tab. 2.

Tabelle 2: Bewertungsklassen nach Schindler (2004)

Wert (A+B/2)	0.6 – 1.8	1.81 - 2.6	2.61 - 3.4	3.41 - 4.2	4.21 - 5.0
Wertungs- klassen	naturnah	bedingt natur- nah	mässig beein- trächtigt	geschädigt	stark geschädigt
Ziffer	1	2	3	4	5

5.4 Revitalisierungspotenzial, Aufwertungsmöglichkeiten

Ein zentrales Ziel der Erfassungen im Fokusthema Quellen ist die Anlage einer Aufwertungsdatenbank. Darin werden diejenigen Objekte zusammengestellt, die mit geeigneten Massnahmen ökologisch aufgewertet werden können. Die Bewertung lehnt sich an die Methode an, die zu diesem Zweck im Kanton Bern entwickelt wurde. In einer ersten Einschätzung werden die Quellen in drei Klassen eingeteilt: geringes, mittleres und hohes Revitalisierungspotenzial. Dabei werden zwei Ebenen Ökologische Bedeutung und Umsetzbarkeit berücksichtigt.

• Umsetzbarkeit

Von der Möglichkeit der Umsetzung der Massnahmen wird das Aufwertungspotenzial abgeleitet. Je geringer die Umsetzbarkeit desto kleiner ist das Aufwertungspotenzial. Auf dem Protokollblatt sind die Kriterien nach der Umsetzbarkeit.

Eisenbahnlinie, Grundwasserschutzzone, Hochwasserschutz selbstreklärend

Strasse Versiegelte Fahrstrassen

Siedlung Siedlungen, bewohnte Gebäude

Private Nutzung Weitere Nutzung der Quelle nach Aufhebung der Schutzzone.

Versiegelte Fläche z.B. Parkplatz, Vorplatz

Einzelgebäude z.B. Hütten, Scheunen, Unterstände

Wege befestigt Wege, die mit gebietsfremden Materialien befestigt sind (z.B. Schotter).

Fruchtfolgefläche (FFF) Die Fruchtfolgeflächen sind im Geoprodukt "Fruchtfolgeflächen des Kantons

Naturräume Siedlungsgebiet Pärke, grosse Gärten

Wege unbefestigt Unbefestigte Wege ohne Auflage von gebietsfremden Materialien z.B. Wanderwege, Forst- und Feldwege

Offene Flächen Offene Flächen mit Ausnahme von Fruchtfolgeflächen. Hier zählen auch extensiv oder intensiv genutzte, landwirtschaftliche Flächen dazu.

• Ökologische Bedeutung

Isolation Bemerkung: Die Isolation wirkt sich negativ auf die Wiederbesiedlung aus. Da die Verbreitung der Tier- und Pflanzenwelt von Quell-Lebensräumen unterschiedlich erfolgt, wird hier keine genaue Definition der Isolation gegeben. Das Kriterium enthält einen subjektiven Aspekt.

Relevante Schüttung Schüttung > 5l/s. Bemerkung: Quellen mit grossen Schüttungen sind stärker durch Nutzungen betroffen, deshalb werden sie mit diesem Kriterium begünstigt.

Fassung mit Überlauf Offener Überlauf vorhanden, der nicht direkt in ein Gewässer abgeleitet wird.

Quellen mit Revitalisierungspotenzial

Weitere Quellen mit einem mittleren oder grossen Revitalisierungspotenzial in der Umgebung der gefassten Quelle.

Lage im Wald Kriterium, das bereits die Umsetzungsmöglichkeit einbezieht (geringerer Nutzungsdruck).

Naturnahe Quellen Naturnahe Quellen in der Umgebung der gefassten Quelle.

Vernetzung Vernetzungsmöglichkeit der gefassten Quelle mit einem Gewässerlebensraum. Beispiel: Bach befindet im Umkreis von 20 Meter um die gefasste Quelle.

Gefährdete Arten Arten der Roten Listen, National Prioritäre Arten. Bemerkung: Für einen Nachweis im Feld kann der Überlauf untersucht werden.

Schutzwürdiger Lebensraum Nach NHG als schutzwürdig geltende Lebensräume wie z.B. Cratoneurion-Quellfluren, Quellmoore oder Uferbereiche.

Lage in Schutzgebiet Im Gegensatz zum Schutzstatus sind hier nur Gebiete mit rechtlicher Schutzfunktion wie Auen- und Mooregebiete, Naturschutzgebiete, etc. zu nennen.

Revitalisierungspotenzial			Umsetzbarkeit		
			gering	mittel	hoch
			Eisenbahnlinie Strasse Siedlung Hochwasserschutz private Nutzung	Versiegelte Fläche Einzelgebäude Wege befestigt Fruchtfolgefläche	Naturraum in Siedlung Wege unbefestigt offene Flächen
Ökologische Bedeutung	gering	Isolation	gering	mittel	mittel
	mittel	Relevante Schüttung Fassung mit Überlauf Weitere Quellen mit Potenzial Lage in Wald	gering	mittel	hoch
	hoch	naturnahe Quellen gute ökolog. Vernetzung Gefährdete Arten schutzwürdiger Lebensraum Lage in/bei Schutzgebiet	mittel	hoch	hoch

5.5 Gefässpflanzen, typische Arten

Auf eine vollständige Vegetationsaufnahme wird im Rahmen der Basiserhebung verzichtet. Es sollen jedoch typische und verbreitete Gefässpflanzenarten erfasst und fotografisch dokumentiert werden.

Wichtige Pflanzenarten in Quellen sind (vgl. Bestimmungshilfe):

Brunnenkresse (Nasturtium officinale)

Bach-Steinbrech (*Saxifrage aizoides*)
Bach Gänsekresse (*Arabis subcoriacea*)
Mierenblättriges Weidenröschen (*Epilobium alsinifolium*)
Nickendes Weidenröschen (*Epilobium nutans*)
Alpen-Fettblatt (*Pinguicula alpina*)
Gemeines Fettblatt (*Pinguicula vulgaris*)
Bach-Quellkraut (*Montia fontana*)
Bitteres Schaumkraut (*Cardamine amara*)
Sternblütiger Steinbrech (*Saxifrage stellaris*)
Eis-Segge (*Carex frigida*)
Gegenblättriges Milzkraut (*Chrysosplenium oppositifolium*)
Wechselblättriges Milzkraut (*Chrysosplenium alternifolium*)
Gestutztes Läusekraut (*Pedicularis recutita*)

5.6 Fauna

5.6.1 Orientierende Erhebung des Makrozoobenthos

Zusätzlich zur Strukturhebung wird ein «Augenschein» des Makrozoobenthos (Gewässer-Kleintiere) vorgenommen. Die Kurzbeurteilung des Makrozoobenthos erlaubt eine Priorisierung der optional durchzuführenden faunistischen Erhebung und Bewertung der Quell-Lebensräume. Auf den obersten 10 m nach dem Quellaustritt resp. im Bereich der quelltypischen Vegetation wird mit Hilfe eines Netzes und einer Schale (auch stabiler weisser Pastikteller) die aquatische Fauna beprobt. In einem kurzerfahren werden grob die Dichte (Anzahl Individuen) und die Diversität (Formenreichtum) der wichtigsten Wasserinsektengruppen Eintagsfliegen, Steinfliegen und Köcherfliegen beurteilt. Zu dem wird notiert, ob weitere aquatische Kleintiere (Strudelwürmer, Flohkrebse, Wasserkäfer, Wasserwanzen, Zweiflügler als Larven in der Probe vorhanden sind.

Achtung: Die folgenden Kapitel sind als Option gedacht für Quellen, bei denen ein vollständige Erhebung der Fauna durchgeführt wird.

5.6.2 Probenentnahme (Option)

Die Methodik der faunistischen Probenentnahme lehnt sich an die einschlägig bekannte Techniken in *aquatischen Lebensräumen* an und folgt in groben Zügen der auf Quellen abgestimmten Methode von Schindler (2004).

- Die Tiere – z. T. mit dem Substrat – werden mit Hilfe eines *Keschers* (Maschenweite maximal 500 µm) oder eines Siebes entnommen, in fließendem Wasser ausgesiebt und in eine weisse Laborschale überführt. Die Zahl der Kescherrüge pro Substrattyp richtet sich etwa nach dem geschätzten Anteil des Substrattyps an der Quelle. In wenig Wasser führenden Quellen geschieht das Aufwirbeln des Substrates mit der Hand. Für kleine Quellen eignet sich eine Netzöffnung von 10x10 cm. Bei ausreichender Wasserführung kommt im mittelförnigen Substrat auch die *Kick-Sampling-Methode* mit einem Netz der Öffnung 25 x 25 cm zur Anwendung (Stucki, 2010b). Ergänzend werden grössere Steine umgedreht, um die dort angehefteten Puppen von Köcherfliegen und Turbellarien oder Schnecken zu erfassen. Zudem werden die Bereiche der Spritzwasserzone wie nasses bis feuchtes Laub, feuchter Humus usw. abgesucht. In dieser Sammelprobe wird im Feld die Häufigkeitsklasse der vorkommenden Taxa geschätzt (vgl. «Protokollblatt Abundanzen Fauna» und Tabelle 3). Das Makrozoobenthos und die organischen Bestandteile in den Schalen werden in die Siebaufsätze abdekantiert und in ein 500 ml- Gefäss abgefüllt.
- Für die Berechnung der Ökologischen Wertesumme wird aus den Zählungen der quantitativen Proben und der Schätzungen der qualitativen Proben ein einziger Häufigkeitswert ermittelt. Die mit dem Flächenrahmen erhobenen quantitativen Daten dienen zur Berechnung der Dichte der häufigen Taxa und werden im Zusammenhang mit den Auswertungen der Temperaturdaten benötigt.

Details zur Sammelprobe

- Es empfiehlt sich, die Proben beim Sammeln bereits in *zwei Fraktionen* zu trennen, in eine grobe und in eine feine Fraktion. Die *Grobfraktion* (Steine, Geröll, Holz) wird in der Regel im Gelände total verarbeitet: Festsitzende Tiere mit einer Pinzette aufgenommen oder mit einem Pinsel abgestreift und in den 35 ml-Behältern konserviert.
- Zur Grobfraktion gehören auch *Wasserpflanzen*, *Fallaubstapel* und *Moospolster*. Diese werden im Wasserkescher ausgewaschen und den Inhalt des Keschers in die Laborschale gegeben. Moos und Falllaub kann ausserdem nach dem Überführen in die Laborschale genauer nach noch anhaftenden Tieren abgesucht werden.
- Die *Feinfraktion* aus den Kicksampling-Proben wird nur vorsortiert und im Labor endgültig bearbeitet. Dazu wird der Inhalt der Schale mehrmals aufgeschwemmt und der Überstand in ein zweites Becken

dekantiert. Die mittels Absieben eingeeengte Probe wird anschliessend mit möglichst wenig Substrat in 100-prozentigen Alkohol überführt und im Labor nach weiteren Organismen portionenweise durchsucht. Da diese Probe oft einen grösseren Wasseranteil enthält, ist es ratsam die Probe am gleichen Tag nochmals zu dekantieren, und mit frischem 80% Alkohol zu versetzen.

- Wenn das Wasser in der weissen Schale für die Suche nach Taxa zu trüb ist, darf der Inhalt über das Salatsieb abgegossen werden und der im Sieb befindliche Detritus durch Schwenken des Siebes im Bach oder einem separaten Becken (Prüfen auf Verluste!) weiter von Trübestoffen befreit werden. Danach gibt man den Siebinhalt wieder zurück ins weisse Becken und versetzt die Probe erneut mit sauberem Wasser.
- Einige Taxa müssen vor Ort *lebend bestimmt* werden, z. B. Strudelwürmer (Turbellaria) und Amphibien.
- Die *Suche wird erst abgebrochen*, nachdem für ca. zehn Minuten kein neues Taxon mehr zu finden ist. Die Sammelzeit pro Quelle beträgt erfahrungsgemäss je nach Grösse 30 Minuten bis zu 120 Minuten.
- *Folgende Gruppen sind zu berücksichtigen*: Amphibia, Turbellaria, Mollusca, Crustacea, Ephemeroptera, Plecoptera, Odonata und Trichoptera. Andere Gruppen, in denen ebenfalls stenotope Arten zu finden sind (z.B. die Diptera) werden hier aus praktischen Gründen (Bestimmbarkeit) weggelassen. Für spezifische Fragestellungen können sie jedoch auch gesammelt werden.
- Danach werden die *relativen Häufigkeiten* der von Auge unterscheidbaren Taxa vor Ort nach «Protokollblatt Abundanzen Fauna» und Tabelle 3 geschätzt. Nach der Schätzung werden *Belegexemplare* in beschriftete Gläschen mit 80 % Ethanol überführt. Trichoptera mit Köcher in ein separates Gefäss abfüllen. Dadurch bleiben die empfindlichen und zur Bestimmung wichtigen Strukturen (Keimenblättchen, Cerci, Antennen usw.) möglichst intakt.
- Die Tiere werden samt Substrat zusätzlich vor Ort konserviert und im Labor ausgezählt. Hierzu braucht es eine Sammelprobe (mind. 0,5 bis 1 Liter), die sich aus allen Substrattypen zusammensetzt. Dabei sollte Material von minimal $\frac{1}{4}$ m² Fläche je Substrattyp gesammelt werden. Achtung, nur für grossflächige Quellen geeignet! Die Quelle soll nicht «umgepflügt» werden. Das Konservieren von Belegexemplaren vor Ort empfiehlt sich auch bei diesem Vorgehen, weil damit Gewähr besteht, unversehrte und damit gut bestimmbare Exemplare zu haben.
- *Wo sammeln?* Die Probenentnahme erfolgt vom direkten Quellaustritt bis ca. 10, maximal (bei grossen Quellen) bis 50 m bachabwärts und richtet sich v. a. nach dem Quelltyp. Stark schüttende Sturzquellen werden auf längerer Fliessstrecke beprobt, während schwach schüttende Quellen wegen in Fliessrichtung rasch abnehmender Quellbedingungen auf kürzerer Fliessstrecke beprobt.

Tabelle 3: Schätzsкала der relativen Häufigkeit je Quelle.

Abundanzziffer	Individuenzahl
1	1 - 2
2	3 - 7
3	8 - 15
4	16 - 50
5	> 50

- *Beifang Imagines*: Imagines werden gesucht, indem mit einem Luftkescher oder Klopfschirm (umgedrehter Regenschirm) die Vegetation des Quellbereichs abgeklopft, resp. -gestreift wird und Steine an Land umgedreht werden. Achtung, Köcherfliegen versuchen rasch wegzufiegen, Steinfliegen bleiben eher sitzen und können mit einem sog. Exhaustor (flexibler Plastikschauch mit Innendurch-

messer ca. 5 mm und einem mit Gaze verschlossenem Ende) aufgesaugt werden. Die Adulten können u. U. die Bestimmung der nicht immer eindeutig zu bestimmenden aquatischen Larven ergänzen und dienen der Feststellung der Anzahl Rote-Liste-Arten. Emergenzfallen, die über einer Quelle längere Zeit betrieben werden können, sind für die vorgestellte Methode nicht nötig.

- Archivierung: Damit die Daten in die Datenbank des CSCF aufgenommen werden können, sollten sie gemäss der Anleitung unter http://www.cscf.ch/files/content/sites/cscf/files/shared/MZB/MZB_ArchivageMatériel_MZL-CSCF_D_20120120.pdf archiviert werden.

5.6.3 Auswertung und Bewertung (Option)

Im *Labor* werden die fixierten Tiere aus der Sammelprobe unter dem Binokular aussortiert und zusammen mit jenen im Feld gesammelten Belegexemplaren möglichst bis auf Artniveau bestimmt (Binokular: bis 100-fache Vergrößerung, Mikroskop: 250 bis 400-fache Vergrößerung). Details dazu sind im Kapitel 7 beschrieben. Literatur zur Bestimmung wird in der Literaturliste separat aufgeführt. Eine vereinfachte Analyse mit einer Bestimmung bis zur Gattung oder Familie (Anhang 4) genügt im Fall des Quellen-Klima-Projekts nicht. Achtung bei den Schnecken nur die Wasserschnecken berücksichtigen! Im Zweifelsfall trotzdem archivieren.

Das von Fischer (1996) entwickelte *Bewertungsverfahren* beruht auf der Quellbindung eines Organismus, d.h. der Stenotypie des Taxons in bezug auf den Lebensraum, in diesem Fall das Krenon. Das Einteilungsschema beruht auf einer abgestuften Gewichtung im Sinne einer Positivbewertung. Dabei werden stenotopen Quellbewohnern, d.h. solchen mit enger Quellbindung, höhere Wertezahlen zugeordnet, weniger stark an Quellen gebundenen Taxa entsprechend niedrige (Tab. 4).

Tabelle 4: Bewertungsraster für die Zuordnung der ökologischen Wertezahl (ÖWZ), abgeändert nach Fischer (1996).

ÖWZ	Definition	Biozönose	Typ	Bsp.
16	Eigentliche Quellbewohner	Aquatische Quellfauna, hygropetrische Fauna,	Krenobiont	<i>Parachiona picipicornis</i> ; <i>Ernodes articularis</i>
8	Verbreitungsschwerpunkt Quellbach oder Grundwasser	Rheophile Quellbach- und Grundwasserfauna	Krenophil	<i>Synagapetus dubitans</i> ; <i>Leuctra braueri</i> ; <i>Bythiospeum</i> sp.
4	Verbreitungsschwerpunkt Rhithral, regelmässig im Krenal	Bachfauna	Krenophil – rhithrobiont	<i>Micrasema morosum</i> ; <i>Gammarus fossarum</i>
2	Verbreitungsschwerpunkt Rhithral, selten im Krenal oder feuchtheitsliebende Begleitfauna oder Substratspezialisten	Bachfauna, akzessorische Landfauna	Rhithrobiont, hygrophil	<i>Silo nigricornis</i> , <i>Ancylus fluviatilis</i> ; <i>Lype reducta</i>
1	Weite Verbreitung in allen Gewässertypen	Ubiquisten	Eurytop	<i>Baetis rhodani</i> , <i>Limnephilus lunatus</i>

Mit der Abstufung erfolgt gleichzeitig eine Gewichtung, indem die Wertezahlen von der höchsten Stufe absteigend zur nächst folgenden jeweils halbiert werden. Die im Anhang 4 aufgelisteten Taxa wurden nach diesen Kriterien indiziert. Die Insekten spielen dabei mit 90% der eingestuften Taxa die wichtigste Rolle. Die Einstufung wurde zunächst von Fischer (1996) und Schindler (2004) übernommen. Sie erwiesen sich jedoch für die biogeographischen Verhältnisse der Schweiz als nicht immer zutreffend, so dass wir eine Neubewertung vornehmen mussten. Sie basiert auf unseren Erfahrungen sowie auf Einschätzungen aus der Literatur (Buffagni et al., 2008; Graf et al., 2008, 2009; Schmedtje & Colling, 1996; Moog, 1995; Wildermuth et al., 2005).

Praktisches Vorgehen: Nach der Bestimmung rechnet man eventuelle Zählraten in relative Häufigkeiten nach Tabelle 2 und überträgt diese in die entsprechende Kolonne neben die Namen der gefundenen Taxa. Es stehen zwei Exceltabellen zur Verfügung. Die eine gilt für Quellen der collinen und montanen Stufe, die andere für jene der subalpinen und alpinen Stufe. Es müssen mindestens fünf indizierte Taxa vorhanden sein. Für eine vereinfachte Bewertung kann die Analyse auch mit der reduzierten Taxaliste auf einem höheren Bestimmungsniveau erfolgen (Anhang 2). Sie führt jedoch nicht immer zu einer verlässlichen Bewertung. Im Zweifelsfall sollte ein Spezialist beigezogen werden.

Die Bewertung muss entweder mit der reduzierten oder mit der ausführlichen Taxaliste vorgenommen werden. Eine Mischung der beiden Listen führt zu keinen guten Ergebnissen, weil die reduzierte Liste zum Teil andere ökologische Wertezahlen enthält. Zu beachten ist ausserdem, dass die Wertezahlen für Alpenquellen zum Teil von jenen tieferer Lagen abweichen.

Die Berechnung des faunistischen Wertes der Quelle ist automatisiert. Sie basiert auf der folgenden Formel, in dem die ökologische Wertezahl (ÖWZ) des gefundenen Taxons mit seiner Abundanz (5-stufig vergl. Tab. 2) multipliziert wird:

$$\frac{\sum \text{ÖWZ} * \text{Abundanz}}{\text{Taxazahl}} = \text{ökologische Wertesumme (ÖWS)}$$

Der so ermittelte Wert, die ökologische Wertesumme, lässt sich einer Bewertungsklasse zuordnen. Die Einstufung umfasste wie jene der Strukturkartierung fünf Klassen (Tab. 5).

Tabelle 5 : Bewertungsklassen nach Fischer (1996).

ÖWS	> 20	15.0 – 19.9	10.0 – 14.9	5.1 – 9.9	< 5
Werteklasse	quelltypisch	bedingt quelltypisch	quellverträglich	quellfremd	sehr quellfremd
Ziffer	I	II	III	IV	V

6 Abschluss der Erhebung

Unmittelbar nach Abschluss der Erhebung muss geprüft werden, ob das Protokollblatt vollständig ausgefüllt wurde. Zudem stellt der Mitarbeiter sicher, dass die Schrift leserlich ist und keine nicht erklärten Abkürzungen verwendet werden.

Bei Objekten mit zwei Begehungen werden die Angaben der Protokollrückseite nochmals kritisch überprüft. Unter Umständen wird die Fläche nun anders interpretiert oder es werden weitere wichtige Erkenntnisse gewonnen, z.B. zur Gefährdung oder zum Aufwertungspotenzial. Die Angaben der ersten Begehung werden dann korrigiert resp. ergänzt.

7 Bearbeiten der Fauna Proben im Labor (Option)

Die Behälter mit den fixierten Proben werden im Labor bis zur weiteren Verarbeitung gruppiert nach Quellstandort aufbewahrt. Pro Quelle sind im Normalfall vorhanden (vgl. Schema Arbeitsablauf):

- eine oder allenfalls zwei grosse 500 ml Weithalsflasche(-n) mit einer Sammelprobe (Tiere und Substrat) aus den halbquantitativen Aufsammlungen
- ein kleiner Behälter (PP 35 ml) mit einer Probe aus Adulttieren (falls gefangen werden konnten)
- ein kleiner Behälter (PP 35 ml) mit den von Hand entnommenen köchertragenden Köcherfliegen
- ein kleiner Behälter (PP 35 ml) mit den von Hand entnommenen übrigen Makrozoobenthosarten

Labormaterial

- Petrischalen
- Kleine weisse Laborschalen (ca. 19 x 25 cm)
- Polystyrol-Behälter (PS-Behälter) für die ausgezählten Proben
- Ethanol 80% / ev. 100%
- Stahlfederpinzette mit feiner Spitze
- 2 Uhrmacherpinzetten Nr. 5
- Fundort-Etiketten
- Bestimmungsetiketten
- Bestimmungsliteratur: Tachet, Spezialliteratur EPT

7.1 Triage: Auslesen und grob Sortieren (Option)

Die quantitativen Proben und die Sammelproben werden gleich, aber getrennt d.h. wie folgt behandelt:

- Soviel Material aus der Sammelprobe resp. quantitativen Probe in die kleine weisse Laborschale oder die Petrischale geben, dass neben dem mit Tieren durchsetzten Geschwemmset der Boden gut sichtbar ist. In der Regel sind dazu mehrere Durchgänge nötig.
- Unter dem Binokular die Schale systematisch («Bahnen» fahren) nach Tieren absuchen und diese (je nach Kenntnisstand) entweder direkt, getrennt nach den indizierten Taxa (siehe 7.2) in die PS-Behälter geben. Bei nicht sicher anzusprechenden Taxa nimmt man ein weiteres Gefäss und führt die Bestimmung am Schluss der Triage durch, und ordnet die Tiere danach dem entsprechenden Behälter zu.
- Für häufige Taxa wie *Gammarus* kann auch eine Teilprobe ausgezählt werden, in dem man die Tiere auf einer definierten Fläche zählt und mit der Gesamtfläche multipliziert.
- Sammelprobenrest aufbewahren bis Ende des Untersuchungsjahres.

Ergebnis: Die Tiere befinden sich nun – je Quelle - getrennt nach indizierten Taxa in den PS-Behältern und sind nun für die Bestimmung bereit.

7.2 Bestimmen und Auszählen der Proben (Option)

Die *Sammelproben* (der Handfänge und Handsuche) bestimmt und ausgezählt.

- Für jedes indizierte Taxon (Crustacea, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Odonata, Amphibia) erfolgt die Bestimmung gemäss dem Protokollblatt Fauna vereinfachte Taxaliste, d.h. mindestens bis auf Gattungs- oder Familienniveau. Dazu werden die im Feld gesammelten Tiere jenen aus der Sammelprobe beigegeben. Amphibienlarven und Plattwürmer werden im Feld bestimmt.
- BearbeiterInnen, welche Quellen im Rahmen ihrer Abschlussarbeiten untersuchen, bestimmen möglichst bis auf Artniveau.
- Auszählen der bestimmten Taxa Eintrag der Zählraten je Taxon in ein Excelblatt.
- Umwandeln der Zählraten in Häufigkeitsklassen und Eintrag ins Bewertungsblatt Fauna unter Berücksichtigung der im Feld geschätzten Häufigkeitsklassen.

- Die bestimmten Taxa werden getrennt nach fünf taxonomischen Einheiten Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Mollusca/Crustacea/Odonata/Coleoptera und übrige Taxa aufgeteilt in ein PS-Behälter überführt und mit einer Fundortetikette versehen.
- Alle PS-Behälter einer Quelle werden gruppiert in einen verschliessbaren Plastikbeutel gegeben und die Etikette der Quelle mit einem Bostich daran befestigen. Die Proben sind nun bereit für die Validierung und Archivierung.

Die *quantitativen Proben* werden getrennt bestimmt und ausgezählt. Die bestimmten Tiere jeder Probe werden in jeweils zwei PS-Behälter aufgeteilt. Einer für Ephemeroptera/Plecoptera (E/P) und einer für Trichoptera/Mollusca/Crustacea/Odonata/Coleoptera (T/M/Cr/O/Co).

7.3 Laborprotokolle (Option)

1. Arbeitstabellen Bewertung Quellfauna (vereinfachte Liste Alpen) mit dem Gesamtergebnis (zusammengefasste Abundanzen aus qualitativen Fänge, Sammelprobe, quantitative Proben)
2. Quantitative Proben: Excelliste im Datenbankformat mit Zählraten pro Taxon, Quellstandort und Fundatum je eine Zeile.

7.4 Validierung der Bestimmungen (Option)

Die Behälter mit den bestimmten Individuen und die zugehörigen beiden Excellisten werden archiviert. Von den Excellisten ist eine Sicherungskopie anzufertigen und die Probenbehälter sind an einem sicheren Ort zu verwahren.

Die Proben werden nach Quellen getrennt in verschliessbare Plastikbeutel verpackt und zur Überprüfung in eingeschriebenen Sendungen an Verena Lubini, Pascal Stucki oder Daniel Küry geschickt oder persönlich übergeben. Die zugehörigen Excellisten werden per E-Mail an die entsprechende Person übermittelt. Die Feldmitarbeiter werden informiert, wer die Proben zur Validierung weiter bearbeiten wird.

8 Termine

Um mit der Aufarbeitung und Auswertung der Ergebnisse möglichst rasch beginnen zu können sind wir auf eine rasche Übermittlung der Daten angewiesen. Nach einer Feldarbeit sollen die Erhebungsbögen in die Excel-Dateien eingetragen werden. Beiden sollen per E-Mail (Excel-Datei, ev. Scan des Erhebungsbogens und der Lageskizze) oder auf dem Postweg (Originale der Erhebungsbögen).

Individuelle Absprachen sind immer möglich. Bitte Projektleitung kontaktieren.

9 Hinweise zur Datensicherheit

Die Protokollblätter (inklusive Handnotizen) enthalten die Originaldaten des Quellen-Klima-Projekts. Sie sind wertvoll und entsprechend sorgfältig zu behandeln. Nach Abschluss eines Arbeitstages werden die Daten bis zum Versand an einem sicheren Ort aufbewahrt.

Die Protokolle inklusive Handnotizen von vollständig abgeschlossenen Aufnahmen werden der Projektleitung per Post zugestellt oder persönlich übergeben. Der Versand der Originale erfolgt grundsätzlich eingeschrieben und nur, wenn *ein vollständiges, gut leserliches Set von Kopien oder Scans* beim Absender verbleibt!

10 Literatur

Lubini V., Stucki P., Vicentini H. & Küry D. 2014: Bewertung von Quell-Lebensräumen in der Schweiz. Entwurf für ein strukturelles und faunistisches Verfahren. Bericht im Auftrag des BAFU, (download unter: <http://www.bafu.admin.ch/wasser/11883/13480/index.html?lang=de&download> (Publikation ins Liste suchen) oder Direktdownload:

http://www.bafu.admin.ch/wasser/11883/13480/index.html?lang=de&download=NHZLpZeg7t,Inp6l0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCHdn94fmym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--)

11 Beilagen zur Anleitung

Zur Erleichterung der Feldarbeiten und Protokollierung wurden die folgenden Dokumente erarbeitet:

- Quellen Protokoll Struktur Erläuterungen (Struktur_Kurzversion_D_20160706-def.pdf)
- Protokollblatt Fauna/Flora (Q_FaunaFloraRascherhebung20160815.pdf)
- Bestimmungshilfe I – IV (Bestimmungshilfen_20140503.pdf)
- Feldprotokoll_Abundanzen (BestimmungFeldprotokoll20140503.pdf) nur für Option Fauna
- Bestimmungshilfe (Bestimmungshilfe_GefässpflanzenQuellenHoch_20160815.pdf)

Dieses Dokument gibt einen schematischen Überblick über den Ablauf der Arbeiten im Labor:

- Verarbeitung der Proben im Labor (Arbeitsablauf_Labor_20140530_dk.pdf)

Die folgenden beiden Dokumente werden zur Protokollierung der Strukturdaten im Feld verwendet und zum Eintrag der definitiven Ergebnisse der Bewertung von Struktur und Fauna im Labor:

- Arbeitstabellen Bewertung Quellstruktur
- Arbeitstabellen Bewertung Quellfauna

Für Strukturkartierung die separat abgegebene aktualisierte Version von 2016 verwenden