

Ermittlung der Biodiversität ausgewählter Quellbiotopie im Nationalpark Kalkalpen bezüglich der quelltypspezifischen Zönosenstruktur der Indikatorgruppen Plecoptera und Trichoptera (Insecta)



Wolfram GRAF

Erich WEIGAND

Dezember 2021



Inhalt

Kurzfassung	3
1 Einleitung	5
2 Zielsetzung	6
3 Methodik und Untersuchungsstellen	7
3.1 Datenanalyse	9
3.2 Saprobität	9
3.2.1 Saprobienindices	9
3.2.2 Saprobielle Valenzen nach ZELINKA & MARVAN (1961).....	9
3.3 Biozönotische Regionen	9
3.3.1 Regionsindex (LZI – Longitudinal Zonation Index)	10
3.3.2 Längenzonale Verteilung nach biozönotischen Regionen	12
3.3.3 Regionsindex gewichtet (LZI - Longitudinal Zonation Index).....	12
3.3.4 Regionsindex für biozönotische Haupt-Regionen (RIZI)	12
3.4 Ernährungstypenanalyse.....	13
3.4.1 Verteilung der funktionellen Fresstypen	13
3.5 Vorkommen von Quellindikatoren und rheolithophilen Arten.....	13
3.6 Vorkommen seltener oder gefährdeter Arten	13
4 Ergebnisse	14
4.1 Hintere Rettenbachquelle	14
4.2 Ebenforstalm Quelle (EBA)	15
4.3 Jörglalm Quelle (JÖA).....	16
4.4 Schaumbergalm-Quelle (SCHA3)	17
4.5 Schaumbergalmhütte (SCHÜ).....	18
4.7 Ebenforstalm (EPO)	19
4.8 Rheolithophile Faunenelemente	20
4.9 Naturschutzrelevante Köcherfliegen-Arten	21
5 Zusammenfassende Diskussion	22
6 Literatur:	26
7 Anhang:	27

Kurzfassung

Quellbiotopie zählen mit ihrer artenreichen und oftmals naturschutzrelevanten Organismenausstattung zu den besonders gefährdeten Lebensräumen. Im Nationalpark wurden Almen im Besonderen auch dort eingerichtet wo es viele Quellen gab, die als Trinkwasser oder als Tränke für das Weidevieh genutzt werden konnten. Bereits bald nach der Einrichtung des Nationalpark Kalkalpen (1997) und im Zuge des LIFE-Projekts (1999-2003) (Haseke 1999, Haseke & Gärtner 2003, Weigand & Graf 2000) wurden etliche Quellbiotopie, insbesondere auf Almen, gegen Vertritt und Verunreinigung durch freilaufende Weidetiere mit einem Schutzzaun versehen. Um die Effizienz dieser Maßnahme zu überprüfen wurden an einigen ausgewählten Quellbiotopen Emergenzfallen zur Erfassung von Indikatorarten (insb. der Insektengruppen Plecoptera und Trichoptera; Graf 1998, Weigand et al. 1998) exponiert, diese seitdem durchgehend gewartet und die Proben gut konserviert für die vorgesehene spätere Auswertung rückgestellt. Schwerpunktgewässer sind die sehr stark beeinträchtigte Hauptquelle Ebenforstalm (EBA), die beiden erheblich bis stark beeinträchtigten Hauptquellen der Schaumbergalm (SCHA3, SCHÜ) und die nur geringfügig beeinträchtigte Hauptquelle der ehemaligen Jörglalm (JÖA) sowie die naturbelassene Referenzquelle Hinterer Rettenbach (HRQ). Wichtige begleitende Gewässer liegen auf den Almgebieten Feichtau (JATA2) und Zaglbaueralm (SULZ). Das so gewonnene faunistische Material soll nun hinsichtlich der Indikatorgruppen Plecoptera und Trichoptera determiniert und nachfolgend analysiert werden. Bereits im Rahmen des LIFE-Projektes (1999-2003) erfolgte abschließend im Jahr 2003 eine erste Überprüfung der Effizienz der gesetzten Maßnahmen zum Schutz ausgewählter Quellbiotopie auf Basis faunistischer Analysen (SOLL-IST-Vergleich). Diese ebenfalls auf die quelltypspezifische Verteilung der vorgefundenen Arten basierende Analyse belegte bereits eine stark positive Auswirkung der Schutzzäune (siehe Anhang, Weigand 2008).

Nach zwei Jahrzehnten Aufrechterhaltung der Biotopschutzzäune wurde nun die Entwicklung der Quellbiozönose und somit auch die Sinnhaftigkeit dieser Zäunungsmaßnahme erneut wissenschaftlich analysiert. Dafür wurde im Herbst 2020 ein Kleinwerkvertrag in Auftrag gegeben (Universität für Bodenkultur, Abt. Hydrobiologie, leitend durch Univ.Prof. Dr. Wolfram Graf) und der mit einem Endbericht im Jänner 2022 abgeschlossen wurde. Weiters wurde von diesem Forschungsinstitut eine Masterarbeit bewerkstelligt, in welcher neben einer detaillierten Dokumentation der einzelnen Quellen, auch auf die anthropogen bedingten Einflüsse und Auswirkungen auf die Wasserorganismen vertiefend dargestellt werden (Sonnberger, in Vorb. 2022). Seitens der Nationalpark-Verwaltung sind für diese Analyse 48 Einzelproben aus Emergenzfallen der naturbelassenen Hinteren Rettenbachquelle sowie 96 Einzelproben von vier leicht bis sehr stark beeinträchtigten Quellbiotopen auf Almgebieten (EBA, SCHA3, SCHÜ, JÖA) für die geplante Analyse zusammengestellt und an den Werkvertragsnehmer zur Analyse weitergereicht worden. Es handelt sich hierbei vorwiegend

um aktuell erhobenes Material der Jahre 2019 bis 2021 und welches mit den verfügbaren Daten der vorliegenden Erstanalyse (LIFE-Projekt 2003, Weigand & Graf 2000) nun verglichen wurde. Entsprechend ist die Festlegung des Untersuchungsdesigns, die Auswahl der Untersuchungsstellen und der Untersuchungsperioden vom Auftraggeber vorgegeben worden.

Aus Basis der Summe aller Kriterien zeigen alle beeinträchtigten Almquellen eine positive Entwicklung, vor allem indem sich der Anteil der Quellbiozönose erhöht und der Anteil faunenfremder Arten reduziert hat. Die geringste Punktezahl weist überraschend die mit einem natürlichen Grauerlenbestand ausgestattete Almquelle SCHA3 durch die Veränderung hin zu einer Bachfauna und einen reduzierten Anteil quelltypischer Elemente auf. Als Ursache wird vermutet, dass durch die zwischenzeitlich massiv getätigten Grabungen direkt am Quellaustritt zwecks Fassung der Quelle im Zuge der Neuerrichtung eines Almgebäudes (ca. Jahr 2005) sich die Schüttung erheblich verringert hat. Der deutlich verringerte Quellabfluss zeigt sich durch die Ausprägung eines intermittierenden Quellabflussbereiches (ca. 80 bis 150m vom Quellaustritt) und der dortig exponierten Emergenzfalle, die seitdem plötzlich und regelmäßig trockengefallen ist. Die Ebenforstquelle EBA und die Quelle SCHÜ erhalten einerseits Abzüge, da sich der Anteil der quelluntypischen Litoralbiozönose erhöht, und andererseits eine positive Bewertung, da der Anteil der Krenalbiozönose (typische Quellorganismen) sich ebenfalls erhöht. Sehr bemerkenswert ist weiters, dass nach zwei Jahrzehnten kaum eine einst mit hoher Wahrscheinlichkeit vorgekommene und zwischenzeitlich verschollene Art zurückgekehrt sein dürfte. Die natürliche Wiederbesiedlung von Quellbiotopen vollzieht sich sichtlich überaus langsam und erklärt sich durch den hohen Isolationsgrad und der sehr individuellen sowie hoch anspruchsvollen Artengemeinschaft dieser Gewässer. Am Beispiel der naturbelassenen Hinteren Rettenbachquelle ist ein starker Schwankungsbereich der Zönosen zu erkennen. Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass alle vier Almquellen nach der Zäunungsmaßnahme sich hinsichtlich der untersuchten biologischen Parameter in Richtung eines standort-typischeren Referenzzustand entwickelt haben. Demnach ist die Sinnhaftigkeit der Biotopschutzzäune klar wissenschaftlich belegt und eine weitere Aufrechterhaltung dieser Maßnahme wird nachdrücklich empfohlen. Es wird aber darauf hingewiesen, dass alleinig die Zäunungsmaßnahme nicht ausreicht um eine sehr naturnahe Quellbiozönose wieder entstehen zu lassen. Denn Quellbiotope sind eng mit der Umgebung verzahnt und bedürfen einer naturnahen gewässerbegleitenden Strauch- und Baumschicht, die in mehrfacher Hinsicht für die Quellbiozönose von hoher Relevanz ist (ausgewogenes Licht-Schatten-Milieu, bestimmtes Mikroklima, Eintrag von organisch-partikulärem Material u.a.) (Weigand et al. 1996, 1998). In dieser Hinsicht besonders betroffen ist die Hauptquelle der Ebenforstalm (EBA), bei welcher gewässerbegleitende Sträucher und Bäume völlig fehlen, und die Quelle SCHÜ am Rande der Schaumbergalm war ursprünglich in einem dichten Fichtenforst und ist seit intensiven Borkenkäfer-Bekämpfungsmaßnahmen (2009-2012) unnatürlich stark besonnt. Durchgeführte Analyse an Quellbiotopen mittels Emergenzfallen samt ausgewählten Indikatororganismen sind bislang sehr rar und in dieser Hinsicht ist der Nationalpark Kalkalpen ein sehr leuchtendes Beispiel für Österreich.

1 Einleitung

Quellbiotope zählen mit ihrer artenreichen und oftmals naturschutzrelevanten Organismenausstattung zu den besonders gefährdeten Lebensräumen. Im Nationalpark wurden Almen im Besonderen auch dort eingerichtet wo es viele Quellen gab, die als Trinkwasser oder als Tränke für das Weidevieh genutzt werden konnten.

Seit dem Bestehen des Nationalpark Kalkalpen wurden etliche Quellbiotope gegen Vertritt und Verunreinigung mit einem Schutzzaun versehen. Um die Maßnahmen auf Effizienz zu überprüfen wurden an einigen ausgewählten Quellgewässern in den vergangenen Jahren Emergenzfallen exponiert. Das so gewonnene faunistische Material soll nun hinsichtlich der Indikatorgruppen Plecoptera und Trichoptera determiniert und so für nachfolgende Analysen gesichert werden. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf das bedeutende Quellgebiet des Hinteren Rettenbachtals. Mit der Erfassung ausgewählter Makrozoobenthos-Indikatoren kann die Naturnähe und Naturschutzrelevanz von Quellbereichen konkreter eingeschätzt werden.

Folgende Forschungsschwerpunkte/ Forschungsfragen sollen im vorliegenden Vorhaben untersucht werden:

1. Biodiversität eines ungestörten Quellbiotopes des Nationalparks Kalkalpen, der Hinteren Rettenbachquelle: Untersuchung der quelltypspezifischen Zönosenstruktur der Indikatorgruppen Plecoptera und Trichoptera (Insecta); Darstellung ihrer Naturschutzrelevanz.
2. Analyse der Unterschiede der Besiedlung der Indikatorgruppen Plecoptera und Trichoptera (Insecta) von Quellbiotopen unter unterschiedlichem Nutzungsdruck.

Seitens des Nationalparks Kalkalpen wurden als Basis für die Beantwortung der o.g. Forschungsfragen 48 Einzelproben aus Emergenzfallen der Hinteren Rettenbachquelle sowie 96 Einzelproben dreier weiterer Quellen im Nationalpark zur Verfügung gestellt.

Eine Beeinträchtigung durch Überweidung kann folgende Wirkungen nach sich ziehen:

- Verstärkte Sedimentation von Feinmaterial und humosen Bestandteilen im Quellbereich sowie im hyporheischen Interstitial (der mit Wasser durchzogene unterirdische Lückenraum der Bachsohle) aufgrund erhöhter Bodenerosion
- Eine verringerte hydraulischen Schleppkraft und folgend ein Wandel des Quelltypus Rheokrene (Sturzquelle) zu Helokrene (Sickerquelle).
- Durch Reduktion der Ufervegetation eine höhere Sonneneinstrahlung und Erwärmung der Gewässer, damit verbunden
- Erhöhtes Makrophytenwachstum, das durch Krautstau-Phänomene zu geringerer Wasserströmung und zu weitere Sedimentation von Feinsubstraten führt.

Diese abiotischen Veränderungen können die Stuktur der Zönosen wie folgt verändern:

- Durch verstärkten Eintrag organischer Bestandteile (Dung) eine Eutrophierung des Lebensraumes sowie ein Rückgang xenosaprobier Anteile der Zönose (Reinwasserarten).
- ein Verlust der typischen strömungsliebenden und hartsubstratbewohnenden Quellbewohner (rheolithophile Elemente) bei gleichzeitiger Einwanderung von Fremdarten wie Bewohner des Litorals (Stillwasserbewohner) infolge der Lebensraumveränderungen.
- Ein Rückgang der funktionellen Ernährungstypen Weidegänger und Zerkleinerer, die im Wesentlichen auf das Abweiden von epilithischen Algen auf Hartsubstraten angewiesen sind bzw. allochthones partikuläres organisches Material (Falllaub) zerkleinern bei gleichzeitigem Anstieg der detritivoren Organismen (Feinsedimentspezialisten).
- Generell eine räumliche Reduktion der wertvollen sommerkalten Feuchtlebensräume.

Die Festlegung des Untersuchungsdesigns, die Auswahl der Untersuchungsstellen und der Untersuchungsperioden wurde von dem Auftraggeber vorgegeben.

Der gegenständliche Bericht umfasst eine detaillierte Darstellung der Daten von 2019 bis 2021 sowie einen Vergleich mit den Ergebnissen aus den früheren Untersuchungsperioden.

2 Zielsetzung

Das Ziel des Monitorings ist, die Fauna der Quelllebensräume möglichst lückenlos über einen längeren Zeitraum zu erfassen, um (1) die vor Maßnahmen-Beginn vertretene Fauna zu dokumentieren sowie ihre Quellaffinität darzustellen und um 2) Änderungen der aquatischen Fauna aufgrund der Maßnahmen zu analysieren.

Bei der ökologisch/naturschutzfachlichen Bewertung der Quellen werden u.a. hinsichtlich des angewandten Aspektes folgende Kriterien berücksichtigt:

- Der Anteil von krenobionten (nur an Quellen vorkommende) und krenophilen (vorwiegend in der Quellregion lebende) Arten in der Quellregion ("Reifegrad der Krenalbiozönose").
- Die längenzonale Verteilung nach biozönotischen Regionen der Lebensgemeinschaften.
- Der Anteil von xenosaprobier (Reinwasserarten) Organismen.
- Die Verteilung funktioneller Ernährungstypen der Lebensgemeinschaften.

- Der Anteil rheolithophiler (Strömungs- und Hartsubstrate präferierende) Arten im Verhältnis zu stagnopelophilen (Arten feinkörniger, sumpfiger Abschnitte) bzw. zu indifferenten Arten.
- Das Vorkommen von gefährdeten Organismen (naturschutzrelevante Arten).

3 Methodik und Untersuchungsstellen

Da für Quellbereiche noch keine nationale ökologische Bewertungsmethode existiert, wird die Beprobung nicht anhand der WRRL-gemäßen Multi-Habitat-Sampling Methode durchgeführt. Eine adäquate Aufnahme der Benthosfauna wird hingegen mittels Emergenzfallen (EF) umgesetzt, die das Bachbett mechanisch nicht stört. Diese Schlüpftrichter werden auf dem Bachbett fixiert und erfassen die adulten Stadien der merolimnischen Fauna (d.h. Insekten, die ihre Larvalphase im Wasser verbringen und als ausgewachsenen Insekten zu ihrer Fortpflanzung das Wasser verlassen). Die Fallen werden während des gesamten Untersuchungszeitraum an den Quellstandorten belassen wodurch eine konsistente Aufnahme der Fauna gewährleistet wird. Ein weiterer Vorteil dieser Methode liegt in der Bestimmbarkeit der Organismen auf Artniveau, was bei Larven-Aufsammlungen in den seltensten Fällen gelingt (v.a. hinsichtlich der Indikatorgruppe Plecoptera; Steinfliegen). Darüber hinaus ist eine orientierende Quantifizierung der benthischen Produktion anhand der abgedeckten Fläche möglich. Die Emergenzfallen werden zu Beginn der Schlüpfperiode ausgebracht und in Folge jährlich in regelmäßigen Abständen über den gesamten Untersuchungszeitraum entleert.

Die fixierten Organismen werden – soweit möglich – auf Artniveau identifiziert und gezählt.



Emergenzfalle

Die Emergenzfallen-Technik hat sich für das Aufsammeln von Indikator-Organismen an Quellbiotopen (insb. für Fließquellen) sehr bewährt und eignet sich ganz besonders für ein Monitoring der Quellen. Denn die kleinen Fallen beeinträchtigen selbst kleinräumige Quellbezirke nicht nachhaltig. Bei Quellen die in unmittelbarer Nähe zu anderen Gewässern liegen wird gewährleistet, dass nur Tiere des Quellbiotops erfasst werden. Die Fallen sind rund um die Uhr fähig, wodurch auch nachtaktive Tiere erfasst werden. Die Fallen sind auch über den gesamten Winter einsatzbereit, dies ist insofern bedeutsam, weil Quellen bereits früh ausapern und viele Tiere zeitig im Jahr aktiv werden.

Sammelgefäß der Emergenzfalle

mit einigen gefangenen Indikatororganismen. Eine langzeitige Exposition im Freiland wird durch ein großes Sammelgefäß, gefüllt mit einem gegen Frost und Verdunstung widerstandsfähigen Konservierungsmittel, ermöglicht.

3.1 Datenanalyse

Für sämtliche Auswertungen werden die Abundanz-Werte aufgrund der unterschiedlichen Grundflächen der Emergenzfallen zur Vergleichbarkeit auf Quadratmeter hochgerechnet.

3.2 Saprobität

3.2.1 Saprobienindices

Der Saprobienindex SI ist eine von PANTLE & BUCK (1955) eingeführte und von ZELINKA & MARVAN (1961) durch die saprobielle Valenz und das Indikationsgewicht erweiterte Maßzahl zwischen 1 und 4. Die Ermittlung des Indikationsgewichtes richtet sich nach SLADECEK (1964).

PANTLE & BUCK (1955)

$$SI = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot s_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

SI	Saprobienindex der Zönose
A_i	Abundanz des i-ten Taxons
s_i	Saprobienwert des i-ten Taxons
n	Anzahl der Taxa

ZELINKA & MARVAN (1961)

Grundlage ist die Berechnungsart nach PANTLE & BUCK, zusätzlich wird noch das Indikationsgewicht miteinbezogen:

$$SI = \frac{\sum_{i=1}^n s_i \cdot A_i \cdot G_i}{\sum_{i=1}^n A_i \cdot G_i}$$

SI	Saprobienindex der Zönose
A_i	Abundanz des i-ten Taxons
s_i	Saprobienwert des i-ten Taxons
G_i	Indikationsgewicht des i-ten Taxons
n	Anzahl der Taxa

3.2.2 Saprobielle Valenzen nach ZELINKA & MARVAN (1961)

Der Anteil der saprobiellen Valenz in der xenosaprobien Gütestufe errechnet sich wie folgt:

$$V_x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot A_i \cdot G_i}{\sum_{i=1}^n A_i \cdot G_i}$$

V_x	Anteil der saprobiellen Valenz in der xenosaprobien Gütestufe
x_i	Anteil der xenosaprobien Valenz des i-ten Taxons
G_i	Indikationsgewicht
A_i	Abundanz des i-ten Taxons
n	Anzahl der Taxa

Analog wird für alle anderen Gütestufen verfahren. Die Möglichkeit der Darstellung der einzelnen Gütestufen mittels Balkendiagramm erleichtert die Erkennung von Schwerpunkten innerhalb der Gütestufen und somit die Interpretation der saprobiellen Situation.

3.3 Biozönotische Regionen

Das Auftreten unterschiedlicher und typischer Zönosen im Längsverlauf eines Gewässers (siehe Tabelle 2) führte vor etwa 60 Jahren zum bekannten Rhithral-Potamal Konzept (Illies,

1961, Illies & Botosaneanu, 1963). Die Methode der längenzonalen Verteilung nach biozönotischen Regionen beruht auf der Tatsache, dass im Längsverlauf einer unbeeinflussten Fließstrecke jeweils typische Zönosen einander ablösen. Die Ermittlung erfolgt gemäß der rechnerischen Methodik und den Einstufungen der "Fauna Aquatica Austriaca" (Graf et al. 2017a, Graf et al. 2017b, Moog & Hartmann 2017) wie folgt:

$$R_{euk} = \frac{\sum_{i=1}^n euk_i * A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

R_{euk}	eukrenaler Anteil an der Gesamtzönose
E_{uki}	Anteil der eukrenalen Valenz des i-ten Taxons
A_j	Abundanz des i-ten Taxons
n	Anzahl der Taxa

Analog wird für alle anderen biozönotischen Anteile der Zönose verfahren. Die rechnerische Auswertung erfolgt mit der vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) in Auftrag gegebenen Software "ECOPROF" (Moog et al. 2013) der Arbeitsgruppe "RHEOPHYLAX: Ökologie, Diversität und Bewertung von benthischen Makro-Evertebraten".

Tab. 1: Einteilung der Zönosen (Lebensgemeinschaften) in Abhängigkeit von der längenzonalen Verteilung nach biozönotischen Regionen (Längenzonation).

Zönose	Kurzbezeichnung	Gewässerregion
Eukrenalzönose	EUK	Quellbereich
Hypokrenalzönose	HYK	Quellbach
Epirhithralzönose	ER	obere Forellenregion
Metarhithralzönose	MR	untere Forellenregion
Hyporhithralzönose	HR	Äschenregion
Epipotamalzönose	EP	Barbenregion
Metapotamalzönose	MP	Brachsenregion
Hypopotamalzönose	HP	Brackwasserregion
Litoralzönose	LIT	Seenufer, Altarme, Weiher etc.
Profundalzönose	PRO	Seeböden

3.3.1 Regionsindex (LZI – Longitudinal Zonation Index)

Zur weiteren biozönotischen Charakterisierung wird der Regionsindex einer Zönose berechnet. Dieser fasst die Auswertung nach biozönotischen Regionen in einen Index-Wert einer Zönose zusammen. Für die Berechnung wird zuerst für jedes Taxon ein Regionswert wie folgt ermittelt:

Regionswert einer Art:

$$R_i = \frac{Euk + Hyk * 2 + Er * 3 + Mr * 4 + Hr * 5 + Ep * 6 + Mp * 7 + Hp * 8 + Lit * 9 + Pro * 10}{10}$$

R_i	Regionswert einer Art
Euk	eukrenaler Einstufungswert
Hyk	hypokrenaler Einstufungswert
Er	epirhithraler Einstufungswert
Mr	metarhithraler Einstufungswert

Hr	hyporhithraler Einstufungswert
Ep	epipotamaler Einstufungswert
Mp	metapotamaler Einstufungswert
Hp	hypopotamaler Einstufungswert
Lit	litoraler Einstufungswert
Pro	profundaler Einstufungswert

Zusätzlich zur Einstufung nach **biozönotischen** wird jeder Art ein Indikationsgewicht zugeordnet. Die Berechnung des Gewichts erfolgt nach einer Formel der ARGE LIMNOLOGIE (Innsbruck). Die letztendliche Formel zur Berechnung des Regionsindex entspricht jener von Zelinka & Marvan (1961):

$$LZI(gew) = \frac{\sum_{i=1}^n r_i * A_i * G_i}{\sum_{i=1}^n A_i * G_i}$$

LZI	Longitudinal Zonation Index der Zönose
A_i	Abundanz des i-ten Taxon
r_i	Regionswert des i-ten Taxon
G_i	Indikationsgewicht des i-ten Taxon
n	Anzahl der Taxa

3.3.2 Längenzonale Verteilung nach biozönotischen Regionen

Die Methode der längenzonalen Verteilung nach biozönotischen Regionen beruht auf der Tatsache, dass im Längsverlauf einer unbeeinflussten Fließstrecke jeweils typische Zönosen einander ablösen.

Der eukrenale Anteil an der Gesamtzönose berechnet sich wie folgt:

$$R_{euk} = \frac{\sum_{i=1}^n euk_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Reuk	eukrenaler Anteil an der Gesamtzönose
euk _i	Anteil der eukrenalen Valenz des i-ten Taxons
A _i	Abundanz des i-ten Taxons
n	Anzahl der Taxa

Analog wird für alle anderen Anteile der Zönose verfahren.

Ri	Regionswert einer Art
Euk	eukrenaler Einstufungswert
Hyk	hypokrenaler Einstufungswert
Er	epirhithraler Einstufungswert
Mr	metarhithraler Einstufungswert
Hr	hyporhithraler Einstufungswert
Ep	epipotamaler Einstufungswert
Mp	metapotamaler Einstufungswert
Hp	hypopotamaler Einstufungswert
Lit	litoraler Einstufungswert
Pro	profundaler Einstufungswert

Der ungewichtete Index errechnet sich analog zu PANTLE & BUCK (1955).

$$LZI = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot r_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

LZI	Longitudinal Zonation Index der Gesamtzönose
A _i	Abundanz des i-ten Taxons
r _i	Regionswert des i-ten Taxons
n	Anzahl der Taxa

3.3.3 Regionsindex gewichtet (LZI - Longitudinal Zonation Index)

Auch für den LZI gibt es eine gewichtete Variante. Die Berechnung des Gewichtes erfolgt nach einer Formel der ARGE LIMNOLOGIE (Innsbruck). Die Formel des Regionsindex entspricht jener von ZELINKA & MARVAN (1961).

$$LZI(gew) = \frac{\sum_{i=1}^n r_i \cdot A_i \cdot G_i}{\sum_{i=1}^n A_i \cdot G_i}$$

LZI	Longitudinal Zonation Index der Gesamtzönose
A _i	Abundanz des i-ten Taxons
r _i	Regionswert des i-ten Taxons
G _i	Indikationsgewicht des i-ten Taxons
n	Anzahl der Taxa

3.3.4 Regionsindex für biozönotische Haupt-Regionen (RIZI)

Beim Haupt-Regionsindex werden Litoral und Profundal nicht berücksichtigt. Die 10 Punkte jedes eingestuftes Taxons werden auf die restlichen 8 Regionen aufgeteilt. Danach wird der Regionswert für jedes Taxon wie oben dargestellt errechnet. Die Indicesberechnungen erfolgen analog zu jenen des LZI.

3.4 Ernährungstypenanalyse

3.4.1 Verteilung der funktionellen Fresstypen

Die Analyse der Ernährungstypen erlaubt eine dynamische Sicht der ökologischen Zusammenhänge der Aufbau-, Umbau- und Mineralisationsprozesse. Diese laufen bei ungestörten Verhältnissen in einem Fließgleichgewicht ab, welches sich im Längsschnitt eines Gewässers durch die Relation von Assimilation und Respiration beschreiben lässt. Die Ernährungstypenverteilung ermöglicht eine indirekte Beurteilung dieser Prozesse.

Die Berechnung der funktionellen Ernährungstypen erfolgt in gleicher Weise wie die Berechnung der längenzonalen Verteilung. Der Anteil der Zerkleinerer an der Gesamtzönose errechnet sich daher wie folgt:

$$E_{ZKL} = \frac{\sum_{i=1}^n zkl_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

EZKL	Zerkleinereranteil an der Gesamtzönose
zkl _i	Anteil der Zerkleinerer-Valenz des i-ten Taxons
A _i	Abundanz des i-ten Taxons
n	Anzahl der Taxa

Analog wird für alle anderen Anteile der Zönose verfahren.

3.5 Vorkommen von Quellindikatoren und rheolithophilen Arten

Ein wesentliches Bewertungskriterium für die Fauna von Quellstandorten stellt der Anteil an stenöken Quellarten an der Gesamtfaua dar. Dabei wurden Quellorganismen als Arten definiert, deren summierter Anteil der längenzonalen Einstufungen Eukrenal und Hypokrenal (siehe Kapitel 3.3.1) größer als 6 Punkte ist (nach Fauna Aquatica Austriaca; Graf et al. 2017a, b).

Ein weiteres Bewertungskriterium von Quellstandorten stellt der Anteil der rheolithophilen Fauna an der Gesamtfaua dar. Die Einteilung der Arten erfolgte mittels Experteneinschätzung von Prof. Dr. Wolfram Graf sowie nach [freshwaterecology.info](http://www.freshwaterecology.info) (<http://www.freshwaterecology.info>).

3.6 Vorkommen seltener oder gefährdeter Arten

Die Gefährdungskategorie der Trichoptera Arten (LC: nicht gefährdet; NT: potentiell gefährdet; VU: gefährdet; EN: stark gefährdet; CR: vom Aussterben bedroht) wurde aus Malicky (2009) übernommen. Für Steinfliegen liegt z.Zt. solche Bewertung weder für Oberösterreich noch österreichweit vor.

4 Ergebnisse

Im Folgenden werde die Ergebnisse hinsichtlich der Entwicklung der Artenzahlen, der Anteile der eukrenalen (Quellspezialisten) und xenosaprobien (Reinwasserarten), der Verteilung nach biozönotischen Regionen der Zönose und der Verteilung der funktionellen Fresstypen auf Basis der zur Verfügung stehenden Zeitreihen dargestellt. In einem eigenen Kapitel werden die Anteile der rheolithophilen Arten an der Gesamtzönose dargestellt.

Dabei werden die Daten der jeweiligen Untersuchungsperioden zusammengefasst ausgewertet.

4.1 Hintere Rettenbachquelle

Die Hintere Rettenbachquelle ist eine nahezu unbeeinflusste Quellregion und kann als Referenz-Standort dienen. In Abbildung 1 kann dennoch eine deutliche Veränderungen hinsichtlich Artenzahlen (deutlicher Zuwachs der Trichopterenarten zwischen den Perioden 2005 bis 2008 und 2020 bis 2021), der quelltypischen Faunenelemente (Rückgang), des Anteiles der xenosaprobien Zönose (Rückgang), der längenzonalen Verteilung nach biozönotischen Regionen (Reduktion des eukrenalen Anteiles) und der Verteilung der funktionellen Fresstypen (Zuwachs der Zerkleinerer (shredder), Rückgang der Weidegänger und detritivoren Organismen beobachtet werden.

Eine Interpretation ist aufgrund fehlender Daten abiotischer Parameter nicht möglich, dennoch soll hier auf natürliche Variabilität und die Schwankungsbreite der Lebensgemeinschaften hingewiesen werden.

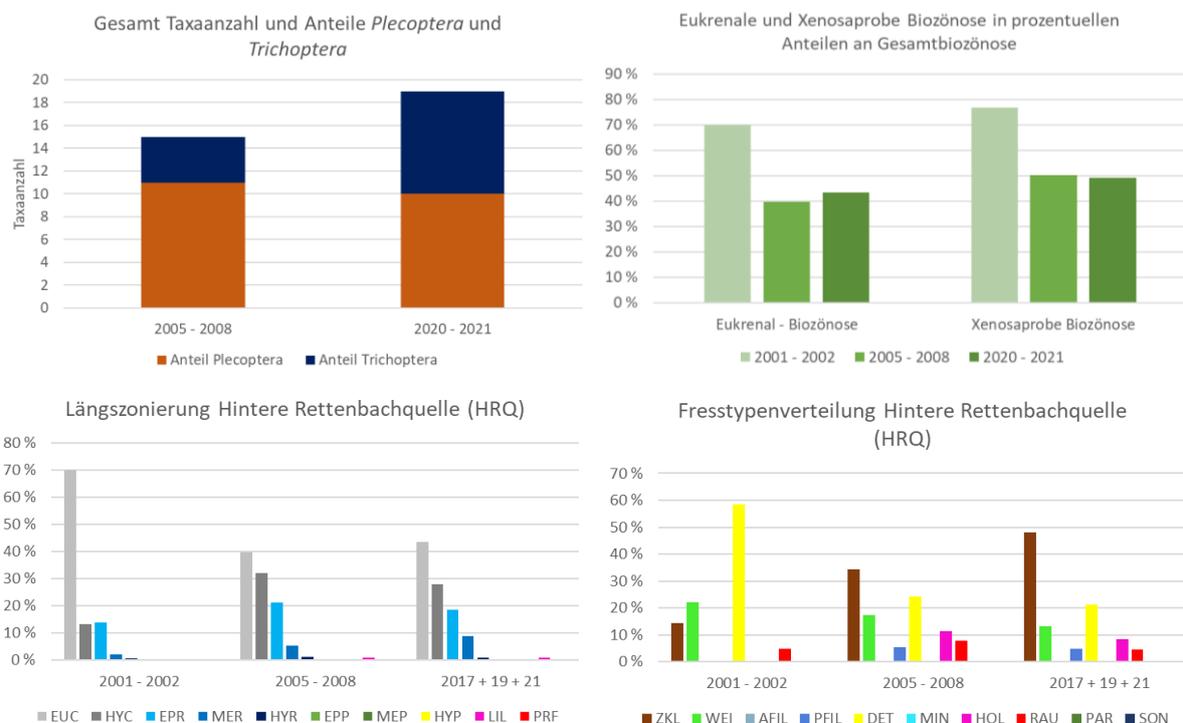


Abb. 1: im Uhrzeigersinn von links oben bis rechts unten: Vergleich der Artenzahlen (Trichoptera und Plecoptera) zwischen den Perioden , der quelltypischen Faunenelemente, des Anteiles der xenosaprobien Zönose, der längenzonalen Verteilung nach biozönotischen Regionen und der Verteilung der funktionellen Fresstypen.

4.2 Ebenforstalm Quelle (EBA)

Am Standort Ebenforstalm sind ebenfalls starke Variationen hinsichtlich Artenzahlen erkennbar (von 14 Arten 2003-2004 zu 20 Arten 2005-2006). Deutliche Verbesserungen sind am Anteil der quelltypischen Organismen zwischen der Periode 1999 und später (von 11 auf 30%), wie auch am Anteil der xenosaprobe Elemente im selben Zeitraum erkennbar (von 14 auf 44%), wobei die Verteilung der funktionellen Fresstypen im Wesentlichen gleichbleibt. Die längenzonalen Verteilung nach biozönotischen Regionen indiziert hier, dass sich die Zönose von einer Bach-Lebensgemeinschaft nach 2000 zu einer deutlich Quell-dominierten Zönose verändert hat.

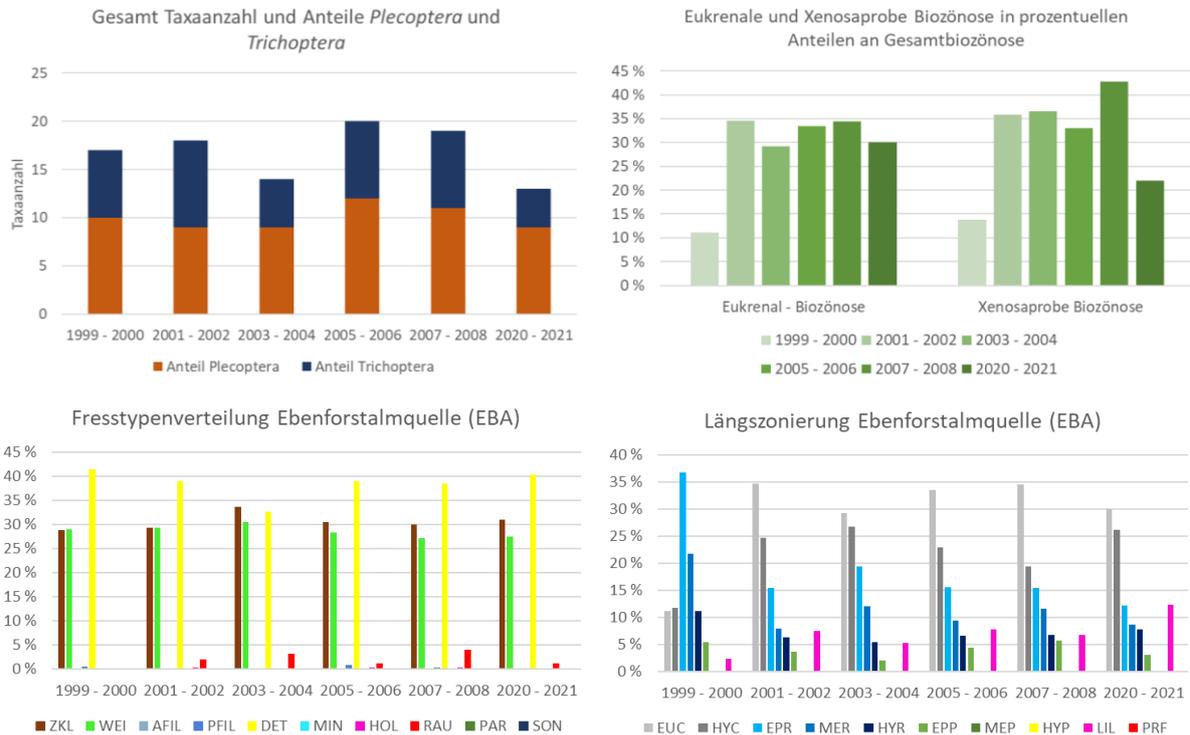


Abb. 2: im Uhrzeigersinn von links oben bis rechts unten: Vergleich der Artenzahlen (Trichoptera und Plecoptera) zwischen den Perioden, der quelltypischen Faunenelemente, des Anteiles der xenosaprobe Zönose, der längenzonalen Verteilung nach biozönotischen Regionen und der Verteilung der funktionellen Fresstypen.

4.3 Jörglalm Quelle (JÖA)

Der Standort Jörglalm-Quelle zeigt über alle Untersuchungsperioden generell höhere Artenzahlen zwischen 26 und 34; der quelltypische Anteil der Zönose wie auch der xenosaprobe Anteil bleibt im Schwankungsbereich, erhöht sich jedoch von 20% auf 26% und 33% auf 42% 2020-2021; die funktionellen Fresstypen zeigen deutliche Schwankungen, dennoch erhöht sich der Zerkleinerer-Anteil bei gleichzeitigem Rückgang der Weidegänger über die Jahre. Insgesamt ergibt sich auch hinsichtlich der Verteilung nach biozönotischen Regionen eine Verschiebung hin zu einer quelltypischen Lebensgemeinschaft.

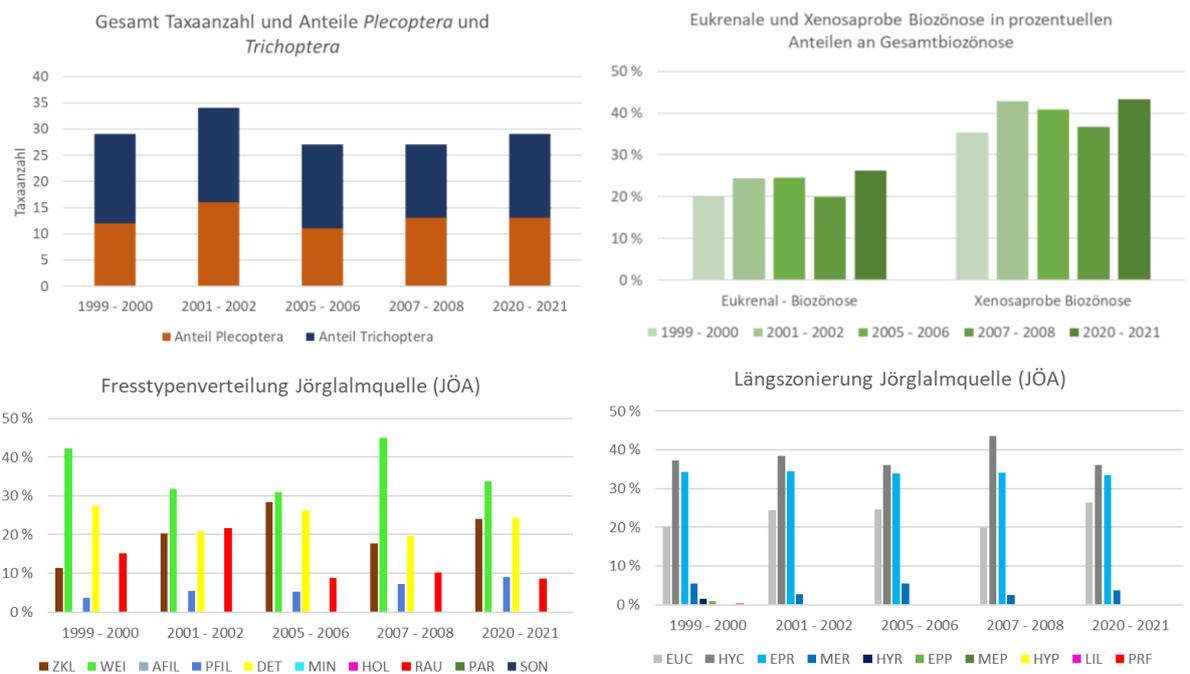


Abb. 3: im Uhrzeigersinn von links oben bis rechts unten: Vergleich der Artenzahlen (Trichoptera und Plecoptera) zwischen den Perioden, der quelltypischen Faunenelemente, des Anteiles der xenosaprobe Zönose, der längenzonalen Verteilung nach biozönotischen Regionen und der Verteilung der funktionellen Fresstypen.

4.4 Schaumbergalm-Quelle (SCHA3)

Am Standort Schaumbergalm-Quelle zeigen sich ebenfalls leicht Schwankungen der Artenzahlen, die krenalen Organismen nehmen v.a. in der Periode 2020-2021 etwas ab, wohingegen der xenosaprobe Anteil steigt. Hinsichtlich funktioneller Fresstypen wird ein deutlicher Anstieg der Zerkleinerer, bei gleichzeitiger Reduktion der Weidegänger konstatiert. Die Analyse der Verteilung der Biozönotischen Regionen zeigt eine Tendenz zur Bachfauna und einen Rückgang der Quellorganismen.

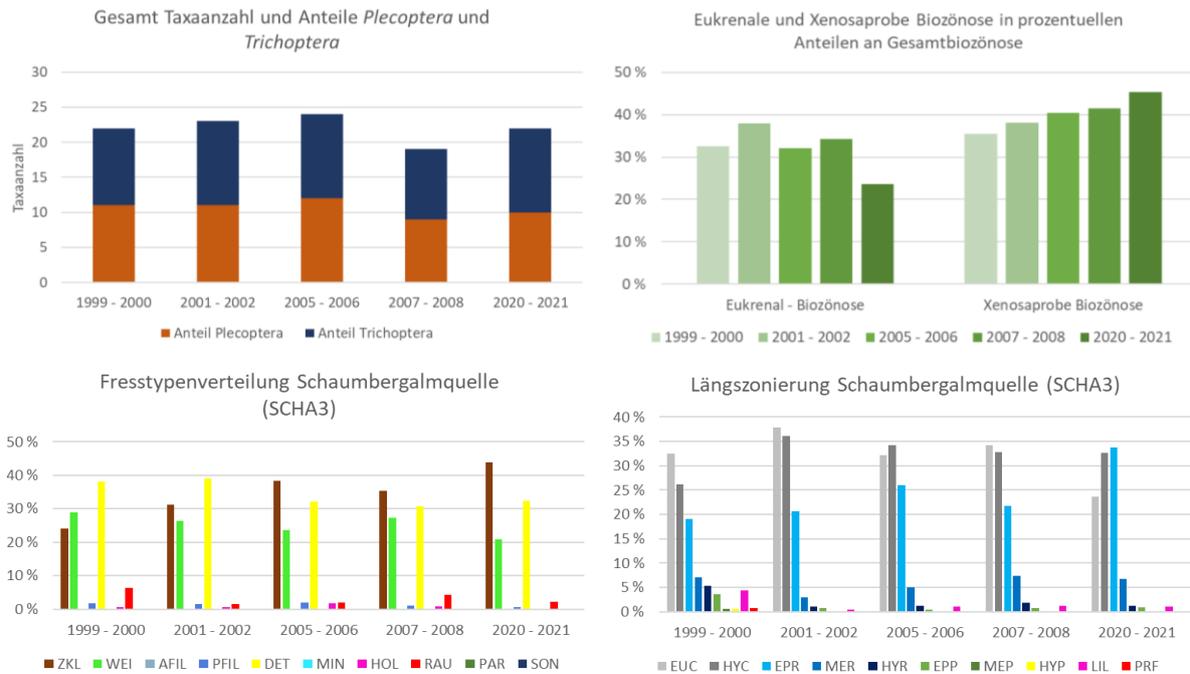


Abb. 3: im Uhrzeigersinn von links oben bis rechts unten: Vergleich der Artenzahlen (Trichoptera und Plecoptera) zwischen den Perioden, der quelltypischen Faunenelemente, des Anteiles der xenosaprobe Zönose, der längenzonalen Verteilung nach biozönotischen Regionen und der Verteilung der funktionellen Fresstypen.

4.5 Schaumbergalmhütte (SCHÜ)

Am Standort Schaumbergalmhütte werden 2020-2021 wieder ähnliche Artenzahlen wie 1999-2000 erreicht; die eukrenalen Anteile nehmen über die 20 Jahre um etwa 10% zu, wobei die xenosaprobe Anteile um 20% ansteigen. Die Analyse der funktionellen Fresstypen zeigt in der letzten Untersuchungsperiode einen deutlich erhöhten Weidegänger-Anteil im Vergleich zu den vorigen Untersuchungen. Die Längszonierung der Quelle im Bereich der Schaumbergalmhütte weist eine deutlich quell-dominierte Lebensgemeinschaft auf, wobei nach 2006 eine noch deutlicher Quellaffinität indiziert wird als in den vorigen Perioden.



Abb. 4: im Uhrzeigersinn von links oben bis rechts unten: Vergleich der Artenzahlen (Trichoptera und Plecoptera) zwischen den Perioden, der quelltypischen Faunenelemente, des Anteiles der xenosaprobe Zönose, der längenzonalen Verteilung nach biozönotischen Regionen und der Verteilung der funktionellen Fresstypen

4.7 Ebenforstalm (EPO)

Am Standort Ebenforstalm erhöht sich die Artenzahl nach 2002 deutlich, wobei hier v.a. die Plecoptera verantwortlich sind. Die Anteile der quelltypischen Organismen und die der xenosaprobe Arten verlaufen gegenläufig; Quellorganismen nehmen leicht ab, xenosaprobe Elemente nehmen stark zu. Detritivore Arten nehmen deutlich ab und der Weidegänger-Anteil steigt an. Die Verteilung nach biozönotischen Regionen indiziert höhere Anteile der Bachfauna bei einem leichten Rückgang der Quellorganismen.

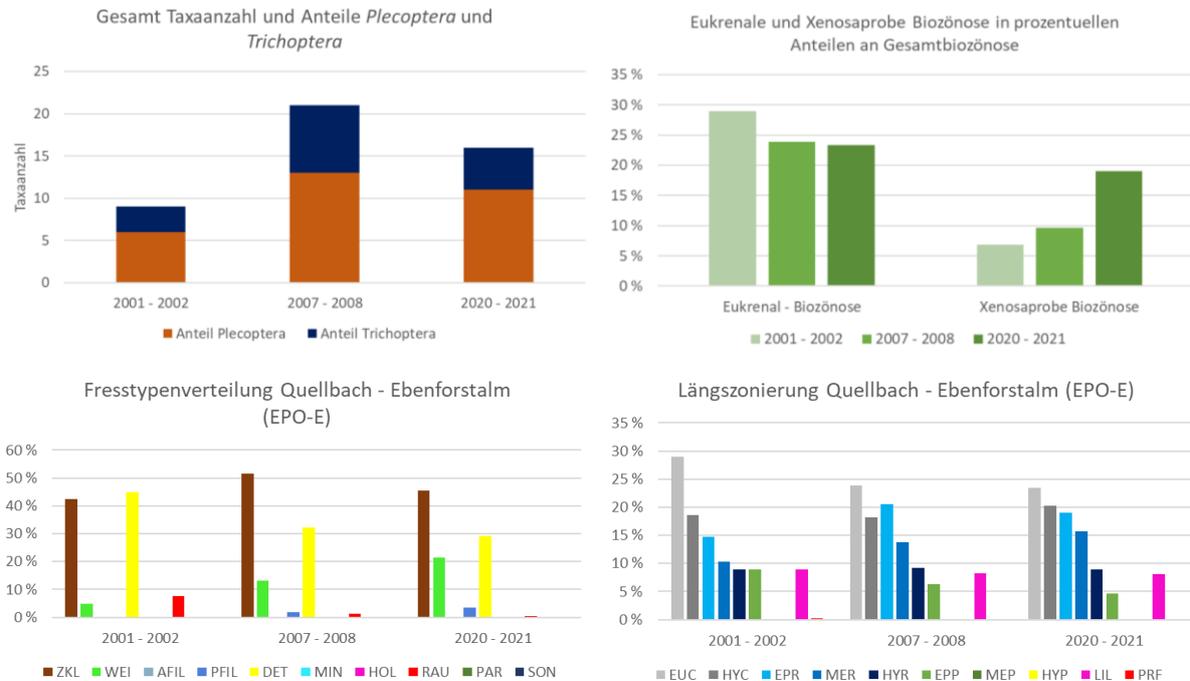


Abb. 5: im Uhrzeigersinn von links oben bis rechts unten: Vergleich der Artenzahlen (Trichoptera und Plecoptera) zwischen den Perioden, der quelltypischen Faunenelemente, des Anteiles der xenosaprobe Zönose, der längenzonalen Verteilung nach biozönotischen Regionen und der Verteilung der funktionellen Fresstypen.

4.8 Rheolithophile Faunenelemente

Sogenannte Hartbödenbesiedler (rheolithophile Organismen) können entweder obligate Weidegänger sein, die mit speziell adaptierten Mundwerkzeugen Biofilm von Steinoberseiten kratzen, oder auch Jäger, die das gut durchlüftete Lückensystem gröberer Stein-Fractionen nutzen. Sie können etwa bei Versandungsphänomenen als besonders indikativ angesehen werden.

Im Fall der untersuchten Quellen fällt die Quelle JÖA sofort mit dem höchsten Anteil dieser Organismen auf, wobei sich hier über die Untersuchungsperioden ein Anstieg der prozentuellen Anteile zeigt. Alle anderen Standorte weisen vergleichsweise verschwindend geringe rheolithophile Anteile auf. Die Quellen EBA, SCHÜ und EPO zeigen, wenngleich auch geringe, so doch steigende Indikatoren-Anteile während der Perioden nach der Managementmaßnahmen an. Die Werte der Referenzquelle HRQ und der Quellregion SCHA3 schwanken stark und sind schwer hinsichtlich ihrer Entwicklung zu interpretieren.

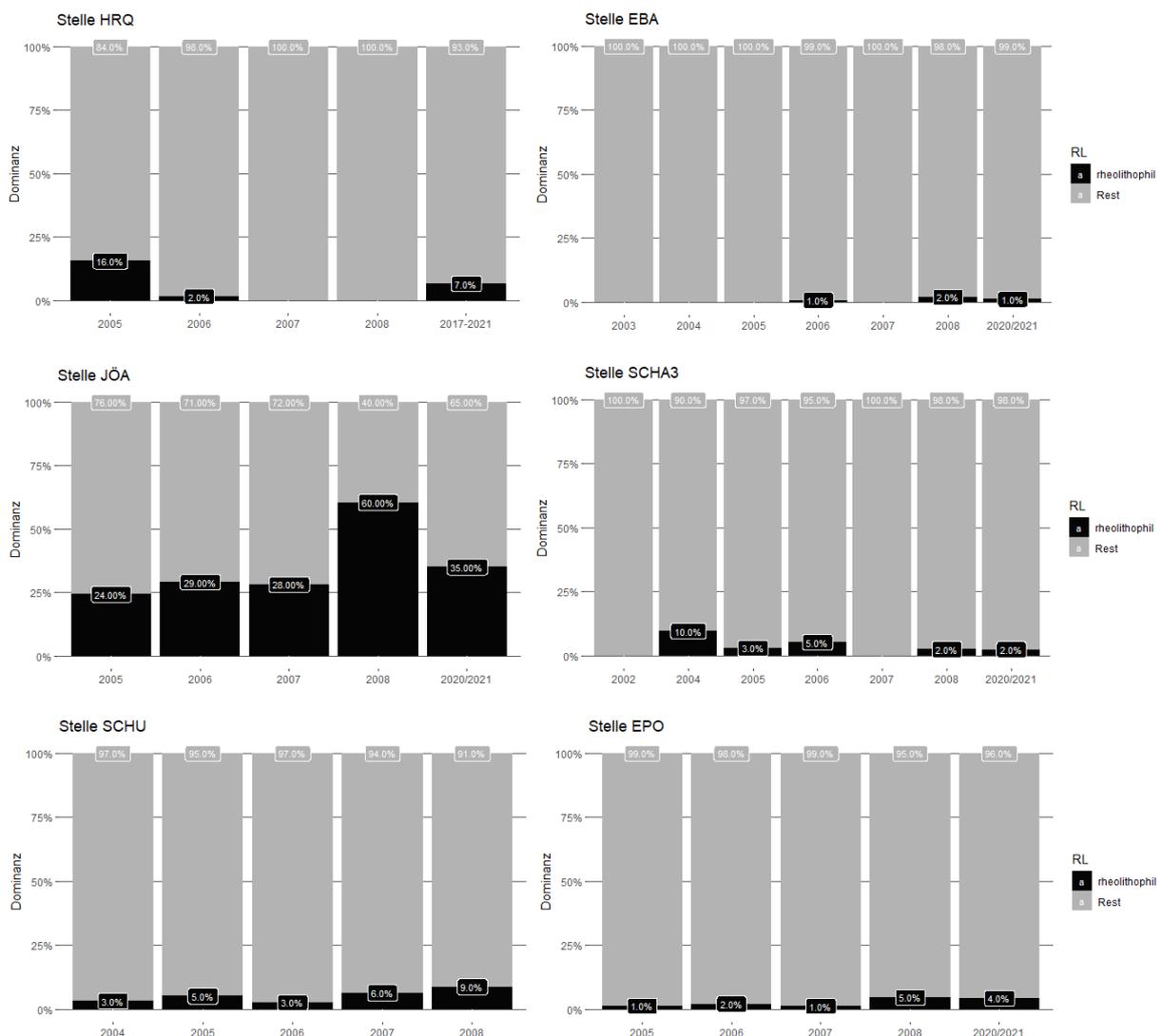


Abb. 6: Anteile der rheolithophilen Faunenelemente an den unterschiedlichen Standorten.

4.9 Naturschutzrelevante Köcherfliegen-Arten

Folgende Arten wurden im Zuge der Untersuchungen nachgewiesen:

Gefährdungseinstufung	Art
	Rhyacophilidae
VU	<i>Rhyacophila fasciata</i> Hagen, 1859
NT	<i>Rhyacophila hirticornis</i> McLachlan, 1879
VU	<i>Rhyacophila producta</i> McLachlan, 1879
VU	<i>Rhyacophila tristis</i> Pictet, 1834
LC	<i>Rhyacophila vulgaris</i> Pictet, 1834
	Glossosomatidae
VU	<i>Glossosoma conformis</i> Neboiss, 1963
NT	<i>Synagapetus iridipennis</i> McLachlan, 1879
NT	<i>Synagapetus krawanyi</i> Ulmer, 1938
	Ptilocolepidae
NT	<i>Ptilocolepus granulatus</i> (Pictet, 1834)
	Philopotamidae
LC	<i>Philopotamus ludificatus</i> McLachlan, 1878
LC	<i>Wormaldia copiosa</i> (McLachlan, 1868)
NT	<i>Wormaldia occipitalis</i> (Pictet, 1834)
	Polycentropodidae
VU	<i>Plectrocnemia conspersa</i> (Curtis, 1834)
	Psychomyiidae
EN	<i>Lype reducta</i> (Hagen, 1868)
LC	<i>Tinodes dives</i> (Pictet, 1834)
VU	<i>Tinodes rostocki</i> McLachlan, 1878
	Brachycentridae
LC	<i>Micrasema morosum</i> (McLachlan, 1868)
	Limnephilidae
LC	<i>Allogamus uncatus</i> (Brauer, 1857)
VU	<i>Chaetopteryx fusca</i> Brauer, 1857
VU	<i>Chaetopteryx major</i> McLachlan, 1876
EN	<i>Drusus monticola</i> McLachlan, 1876
EN	<i>Leptotaulius gracilis</i> Schmid, 1955
LC	<i>Melampophylax melampus</i> (McLachlan, 1876)
VU	<i>Parachiona picicornis</i> (Pictet, 1834)
VU	<i>Potamophylax cingulatus</i> (Stephens, 1837)
NT	<i>Potamophylax nigricornis</i> (Pictet, 1834)
LC	<i>Pseudopsilopteryx zimmeri</i> (McLachlan, 1876)
VU	<i>Rhadicoleptus alpestris</i> (Kolenati, 1848)
	Goeridae
LC	<i>Lithax niger</i> (Hagen, 1859)
	Lepidostomatidae
NT	<i>Crunoecia kempnyi</i> Morton, 1901
	Sericostomatidae
CR	<i>Sericostoma personatum</i> (Kirby & Spence, 1826)
	Beraeidae
NT	<i>Beraea pullata</i> (Curtis, 1834)
NT	<i>Ernodes vicinus</i> (McLachlan, 1879)

5 Zusammenfassende Diskussion

Aufgrund der vorliegenden Daten der etwa 20 Jahre umfassende Untersuchungsperioden werden die unterschiedlichen Standorte hinsichtlich ihrer Entwicklung nach Einsatz der Management-Maßnahmen beurteilt. Dabei werden die eingangs dargestellten indikatorisch wesentlichen Kriterien herangezogen (Tab. 1 bis 5):

- Der Anteil von krenobionten (nur an Quellen vorkommende) und krenophilen (vorwiegend in der Quellregion lebende) Arten in der Quellregion ("Reifegrad der Krenalbiozönose").
- Der Anteil von xenosabroben (Reinwasserarten) Organismen.
- Die Verteilung funktioneller Ernährungstypen der Lebensgemeinschaften.
- Die längenzonale Verteilung nach biozönotischen Regionen der Lebensgemeinschaften.
- Der Litoral-Anteil der Lebensgemeinschaft.
- Der Anteil rheolithophiler (Strömungs- und Hartsubstrate präferierende) Arten im Verhältnis zu stagnopelophilen (Arten feinkörniger, sumpfiger Abschnitte) bzw. zu indifferenten Arten.

Das Vorkommen von gefährdeten Organismen (naturschutzrelevante Arten) ist in Tab. 6 dargestellt. Als Bewertung ist dieses Kriterium jedoch zu hinterfragen, da spezifische Arten häufig nur in Einzelstücken nachgewiesen wurden; Summenparameter wie die Verteilung der funktionellen Fresstypen bzw. längenzonale Verteilung der biozönotischen Regionen sind dabei wesentlich stabiler und aussagekräftiger.

Die folgenden Tabellen fassen nochmals die wesentlichen Kennwerte und ihre Entwicklung vor und nach der Installierung der Maßnahmen zusammen.

Tab. 2: Anteil der beobachteten Fauna (in Prozent) an der biozönotischen Region des Eukrenals (Quellaustrittsareal) an ausgewählten Quellen im LIFE-Maßnahmengebiet Nationalpark Kalkalpen (1999-2021).

Gewässer	Zeitraum vor Maßnahme	Maßnahme getätigt am	Zeitraum nach Maßnahme					
	'99 – '00		'01 – '02	'05 – '08	'17 - '21			
Referenzquelle HRQ		-	70	39,6	43,3			
			'01 – '02	'03 – '04	'05 – '06	'07 – '08	'20 – '21	
Quelle JÖA	20,0	1999 / 2000	24,4	-	24,6	19,8	26,3	
Almquelle SCHA3	32,5	Aug. 2000	37,9	-	32,1	34,3	23,6	
Quelle SCHÜ	31,6	Mai 2000	37,4	-	36,9	42,6	41,8	
Quellbach EPO	-	Mai 2000	29	-	-	23,8	23,4	
Almquelle EBA	11,1	Aug. 2001	34,6	29,2	33,5	34,5	30	

Tab. 3: Anteil der beobachteten Fauna (in Prozent an der biozönotischen Region des Krenals (Quellaustrittsareal und Quellbach) an ausgewählten Quellen im LIFE-Maßnahmengebiet Nationalpark Kalkalpen (1999-2021).

Gewässer	Zeitraum vor Maßnahme	Maßnahme getätigt am	Zeitraum nach Maßnahme					
	'99 – '00		'01 – '02	'05 – '08	'17 - '21			
Referenzquelle HRQ		-	83,3	71,7	71,1			
			'01 – '02	'03 – '04	'05 – '06	'07 – '08	'20 – '21	
Quelle JÖA	57,3	1999 / 2000	62,7		60,6	63,3	62,5	
Almquelle SCHA3	58,6	Aug. 2000	74		66,3	67,1	56,2	
Quelle SCHÜ	68,1	Mai 2000	71,9		70,5	75,8	72,7	
Quellbach EPO	-	Mai 2000	48	-	-	42	44	
Almquelle EBA	22,8	Aug. 2001	59,3	55,9	56,4	53,9	56,1	

Tab. 4: Anteil der beobachteten Fauna (in Prozent) an der biozönotischen Region des Litorals an ausgewählten Quellen im LIFE-Maßnahmengebiet Nationalpark Kalkalpen (1999-2021).

Gewässer	Zeitraum vor Maßnahme	Maßnahme getätigt am	Zeitraum nach Maßnahme					
	'99 – '00		'01 – '02	'05 – '08	'17 - '21			
Referenzquelle HRQ		-	0,3	0,8	0,8			
			'01 – '02	'03 – '04	'05 – '06	'07 – '08	'20 – '21	
Quelle JÖA	0,3	1999 / 2000	0,0	-	0,0	0,1	0,2	
Almquelle SCHA3	4,5	Aug. 2000	0,4	-	1,0	1,2	1,0	
Quelle SCHÜ	0,5	Mai 2000	1	-	0,7	0,7	0,7	
Quellbach EPO	-	Mai 2000	9	-	-	8,2	8,1	
Almquelle EBA	2,3	Aug. 2001	7,5	5,3	7,8	6,7	12,3	

Tab. 5: Anteil der beobachteten Fauna (in Prozent) an der Biozönose der Detritusfresser an ausgewählten Quellen im LIFE-Maßnahmengebiet Nationalpark Kalkalpen (1999-2021).

Gewässer	Zeitraum vor Maßnahme	Maßnahme getätigt am	Zeitraum nach Maßnahme				
	'99 – '00		'01 – '02	'05 – '08	'17 - '21		
Referenzquelle HRQ		-	58,5	24,1	21,3		
			'01 – '02	'03 – '04	'05 – '06	'07 – '08	'20 – '21
Quelle JÖA	27,4	1999 / 2000	20,9	-	26,3	19,6	24,4
Almquelle SCHA3	38,2	Aug. 2000	38,9	-	32,2	30,8	32,3
Quelle SCHÜ	33,9	Mai 2000	32,6	-	31,3	25,2	28,3
Quellbach EPO	-	Mai 2000	45	-	-	32,3	29,2
Almquelle EBA	41,6	Aug. 2001	38,9	32,6	39	38,4	40,4

Tab. 6: Anzahl der in der Rote Liste (Malicky, 2009) in Gefährdungskategorien eingestufteten Trichoptera-Arten (1999-2021).

Gewässer	Zeitraum vor Maßnahme	Maßnahme getätigt am	Zeitraum nach Maßnahme				
	'99 – '00		'01 – '02	'05 – '08	'17 - '21		
Referenzquelle HRQ		-		3	4		
			'01 – '02	'03 – '04	'05 – '06	'07 – '08	'20 – '21
Quelle JÖA	3	1999 / 2000	0	-	9	9	8
Almquelle SCHA3	2	Aug. 2000	-	3	9	6	8
Quelle SCHÜ	5	Mai 2000	-	3	9	7	8
Quellbach EPO	0	Mai 2000	-	-		5	5
Almquelle EBA	3	Aug. 2001	-	4	5	7	3

Tab. 7: Zusammenfassende Bewertungsmatrix der benthischen Entwicklung der Standorte vor und nach Maßnahmen; +=positive Entwicklung; -=negative Entwicklung; Anzahl der +,-= Intensität der Entwicklung; 0=keine erkennbare Entwicklung; rlp=rheolithophile Arten.

Standort	% eukrenal	% xenosaprob	Fresstypenverteilung	Biozönotische Regionen	% Litoral	% rlp	Entwicklung
Quelle JÖA	+	+	+	+	+	+	+6
Almquelle SCHA3	-	+	0	-	++	+	+2
Quelle SCHÜ	+	++	+	++	-	+	+6
Almquelle EBA	++	+	0	++	-	+	+5

Aus Basis der Summe aller Kriterien zeigen alle Standorte eine positive Entwicklung, wobei die Almquelle SCHA3 durch die Veränderung hin zu einer Bachfauna und einen reduzierten Anteil quelltypischer Elemente die geringste Punkteanzahl aufweist. Die Ebenforstquelle EBA und die Quelle SCHÜ erhalten Abzüge, da sich der Litoralanteil – wie allerdings auch der Krenalanteil – erhöht.

Am Beispiel der naturbelassenen Hinteren Rettenbachquelle ist ein starker Schwankungsbereich der Zönosen zu erkennen. Die natürliche Variabilität zwischen den Untersuchungsperioden, die Heterogenität der Datensätze, das Fehlen von standort-

spezifischen Parametern über alle Untersuchungsperioden (wie Schüttung, Substratverteilung, Beschattung, Strömungsgeschwindigkeit, Algenbewuchs etc.) machen eine klare Ursache-Wirkung Interpretation der Entwicklung der Lebensgemeinschaften zurzeit nicht möglich.

Dennoch kann festgehalten werden, dass sich alle Quellen nach den Maßnahmen hinsichtlich der untersuchten biologischen Parameter in Richtung eines standort-typischeren Referenzzustand entwickelt haben.

6 Literatur:

- GRAF, W. (1998): Steinfliegen (Plecoptera) in Karstquellen des Nationalpark Kalkalpen (Sengsengebirge und Reichraminger Hintergebirge). In: Weigand, E., E. Bauernfeind, W. Graf & M. Panzenböck (1998): Limnologische und hydrobiologische Untersuchungen von Karstquellen und Höhlengewässern im Nationalpark Kalkalpen - Analysen, Ergänzungen, Zwischenbilanz und Forschungsbedarf. Endbericht 1603-7.6./1997, Teilprojekt „Ökologie und Hydrobiologie von Karstquellen IV“, Seite 50-54, Wien im November 1998. - Unveröff. Studie i. A. der Nationalpark O.ö. Kalkalpen GesmbH.
- HASEKE, H. (1999, Gesamtedaktion): Management von Naturwäldern im Nationalpark Kalkalpen. LIFE99NAT/A/5915, Projektantrag und gesamtes Projektdesign, ca. 70 S., Beilagen, Karten, 1999/2000. – Unveröff. Technischer Bericht der Nationalpark Kalkalpen GmbH an die Europäische Union GD XI.
- HASEKE H. & A. GÄRTNER (2003): Management von Naturwäldern im Nationalpark Kalkalpen. LIFE99NAT/A/5915, Endbericht 1999-2003, 98 pp. – Unveröff. Technischer Bericht der Nationalpark Oö. Kalkalpen GmbH., 89 pp.
- SONNBERGER, M. (in Vorb., 2022): Effects of management efforts on benthic communities in anthropogenically impacted springs in the Kalkalpen National Park. – Univ. f. Bodenkultur, Abt. Hydrobiologie, 104 pp.
- WEIGAND, E. (2008): Managementmaßnahmen an Feuchtbiotopen. – In: Nationalpark Kalkalpen (2008):.
- WEIGAND, E., E. BAUERNFEIND, W. GRAF & M. PANZENBÖCK (1998): Limnologische und hydrobiologische Untersuchungen von Karstquellen und Höhlengewässern im Nationalpark Kalkalpen - Analysen, Ergänzungen, Zwischenbilanz und Forschungsbedarf. Endbericht 1603-7.6./1997, Teilprojekt „Ökologie und Hydrobiologie von Karstquellen IV“, 115 S., zahlr. Tab., Abb. und Fotos, Wien im November 1998. - Unveröff. Studie i. A. der Nationalpark O.ö. Kalkalpen GesmbH.
- WEIGAND, E. & W. GRAF (2000): Hydrobiologische Erstaufnahme und Beweissicherung, Teil 1. Gutachten im Rahmen des LIFE Projektes LIFE99NAT/A/5915, Bericht 120 S. und Anhang, Wien/Molln im Juni 2000. - Unveröff. Studie i. A. der Nationalpark O.ö. Kalkalpen GesmbH.
- WEIGAND, E. & K. TOCKNER (1996): Limnologische Charakterisierung ausgewählter Karstquellen im Nationalpark Gebiet Nördliche Kalkalpen. Endbericht Karstprogramm-Teilprojekt 1603-7.6./1995, 106. S., zahlr. Tab. u. Abb., 7 Fotos. – Unveröff. Studie i. A. des Vereins Nationalpark Kalkalpen.

7 Anhang:

Weigand, E. (2008): Managementmaßnahmen an Feuchtbiotopen

MONITORING

Managementmaßnahmen an Feuchtbiotopen

Dr. Erich Weigand

Im Rahmen des von der EU geförderten LIFE-Projekts (1999 bis 2003) wurden auch eine Reihe von Managementmaßnahmen zum Schutz und zur Verbesserung der biologischen Situation an Feuchtlebensräumen gesetzt. Gewässerökologischer Handlungsbedarf besteht in den noch forst- und landwirtschaftlich geprägten Flächen des Schutzgebietes. Die Maßnahmen konzentrierten sich auf die Almgebiete, da hier auch künftig eine Nutzung stattfindet und weil die Almen naturgemäß eine hohe Zahl an Feuchtbiotopen beherbergen wie Quellen, Fließgewässer, Moore, Schwinden und Tümpel. Neben den bedeutenden Amphibien-Habitaten sind die Karstquellen eingehend bearbeitet worden.

Mit dem Schutz ausgewählter Quellbiotope und Amphibiengewässern erfüllt der Nationalpark eine wichtige Vorgabe der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie. Innerhalb der Amphibien steht die Gelbbauchunke unter besonderem



Kleine Tümpel sind wichtige Laichgewässer und Kinderstuben für Amphibien.

Biotopschutz der Europäischen Union. Zu Beginn des Projekts erfolgte eine ökologische Beweissicherung (Ist-Zustandserhebung, Problemsichtung) und darauf aufbauend die Erarbeitung gewässerspezifischer Maßnahmenpläne. Dabei galt es auch, eine potenzielle Verschlechterungstendenz abzuschätzen und die Nationalpark Kriterien der IUCN zu berücksichtigen. Wesentliches Ergebnis der Analyse von rund 120 Feuchtbiotopen war:

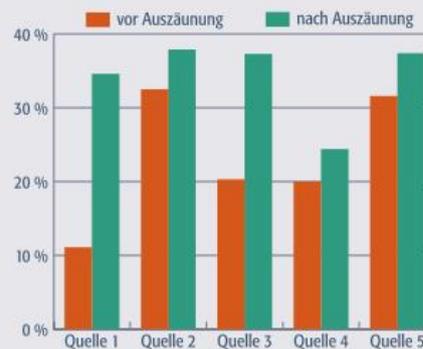
- Bei den in Waldgebieten liegenden Gewässern sollen nur in Ausnahmefällen Maßnahmen gesetzt werden. Der



Der Zaun schützt die größte Quelle der Ebenforstalm vor Viehtritt.

natürlichen Regenerationsfähigkeit des Biotops ist, auch wenn diese viele Jahrzehnte benötigt, der Vorzug zu geben.

- Bei den in Alm- und Waldweiden liegenden Feuchtlebensräumen besteht hingegen ein akuter Handlungsbedarf. Hier gilt es, die sich zunehmend verschlechternde ökologische Situation, bedingt vor allem durch Vertritt und Nährstoffzufuhr der Weidetiere, zu stoppen und eine Trendumkehr einzuleiten. Mit der Errichtung von Zäunen und Tränken für das Weidevieh wurde dies realisiert. Die erste Maßnahmen-Erfolgskontrolle an Quellbiotopen im Jahr 2002 ergab ein über den Erwartungen liegendes positives Ergebnis (siehe Abbildung).



Anteil der quelltypischen Organismen (Eukrenal-Biozönose) vor und nach Auszäunungen an den wichtigsten Kontrollgewässern zum Schutz vor freilaufenden Rindern und Wildtieren. Quelle 1: Hauptquelle der Ebenforstalm, Quelle 2: Hauptquelle der Schaumbergalm, Quelle 3: Hochalmquelle Luchsboden, Quelle 4: Quelle in forstlichem Kahlschlag, Quelle 5: Quelle in Waldweide (alter Fichtenforst).