



Inventar der Quell-Lebensräume des Kantons Bern

Faunistische Untersuchungen an ausgewählten Quellen 2016

Version 2

23.12.2016

Amt für Wasser und Abfall

OED Office des eaux et des déchets

Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern

Direction des travaux publics, des transports et de l'énergie
du canton de Berne

Titelbild: Bidmiquelle, Meiringen (Foto: Laura Bruppacher)

Autorin: Laura Bruppacher
Mitarbeit Feldarbeit: Sarah Rohr

Kontakt: Amt für Wasser und Abfall
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11
3014 Bern

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	4
2. Einleitung	5
2.1 Struktur und chemo-physikalische Parameter der Quellen	
2.2 Fauna der Quellen	
2.3 Gefährdung	
2.4 Inventar der Quell-Lebensräume des Kantons Bern	
3. Methode	9
3.1 Selektion wertvoller Quellen	
3.2 Aufnahme-Zeitpunkt	
3.3 Ablauf Feldarbeit	
3.4 Bestimmung	
3.5 Aufbewahrung	
3.6 Auswertung	
4. Resultate	14
4.1 Struktur	
4.2 Fauna	
4.3 Auswertung nach BAFU-Methode	
5. Diskussion	44
5.1 Gedanken zur Methode	
5.2 Weiteres Vorgehen	
6. Literatur	46
7. Danksagungen und Deklarationen	48

1. Zusammenfassung

Seit April 2014 wird im Kanton Bern vom Gewässer- und Bodenschutzlabor ein Inventar der Quell-Lebensräume erstellt. Für die flächendeckende Erstkartierung im ganzen Kanton wurde eine einfache Kartiermethode (Berner Methode) basierend auf der "Bewertung der Quelllebensräume der Schweiz" des Bundesamts für Umwelt (Lubini et. al. 2014) entwickelt. In der Datenbank befanden sich Anfang 2016, als das vorliegende Projekt über die Fauna-Untersuchungen begonnen hat, 1524 kartierte Standorte aus dem Kanton Bern. Aus diesem Datensatz wurden für die detaillierten Untersuchungen 24 Quellen anhand eines einfachen Selektionsverfahrens ausgewählt und bezüglich ihrer Struktur und faunistischen Gemeinschaft nach der oben erwähnten BAFU-Methode untersucht. Dieser Arbeitsbericht zeigt die Ergebnisse der faunistischen Untersuchungen, welche zwischen März 2016 und August 2016 stattgefunden haben. Die untersuchten Quellen weisen insgesamt eine sehr reichhaltige Fauna mit vielen quelltypischen Arten auf, von denen sich einige auf der Roten Liste der bedrohten Arten der Schweiz befinden und bei einigen sogar eine nationale Priorität besteht. Die hier erhobenen Quell-Lebensräume sollten unter Schutz gestellt werden. Zudem gibt es bei einigen Untersuchungsobjekten Revitalisierungsbedarf.

Der Bericht wurde für den internen Wissenstransfer geschrieben. Er ist jedoch auf Anfrage auch für interessierte externe Fachpersonen beim Gewässer- und Bodenschutzlabor erhältlich.

2. Einleitung

2.1 Struktur und chemo-physikalische Parameter der Quellen:

Quellen bilden als Ökoton zwischen Wasser und Land sowie als Übergangszone zwischen Grundwasser und Oberflächengewässer einen einzigartigen und wertvollen Lebensraum für eine vielfältige, spezialisierte Artengemeinschaft. Durch die Vielfalt an Substraten, Austrittsformen und Fliessedynamiken entstehen Mosaikhabitate für die Fauna und Flora auf kleinstem Raum. Quellen werden als stabile Lebensräume mit konstanten Bedingungen angesehen. Vor allem die Wirbellosenfauna ist in Quellen sehr spezifisch. Wirbellose des Grundwassers, der Gewässersohle und von den feuchten Stellen rund um den Quellaustritt leben gleichermassen in Quellen. Während die Temperatur im Längsverlauf der Gewässer vor allem von der Umgebungstemperatur beeinflusst wird, sind die Temperaturverhältnisse in Quellen dank der direkten Speisung durch das Grundwasser oft über das ganze Jahr hinweg ausgeglichen. Die Temperatur entspricht ungefähr der mittleren Jahrestemperatur der umgebenden Luft und bewegt sich in Mitteleuropa je nach Höhenlage um den Bereich 5-10 Grad. Bei Quellen, die durch oberflächennahe Grundwässer gespeist sind, können diese Verhältnisse anders sein. Dank dem Grundwassereinfluss sind auch die physikalischen und chemischen Bedingungen in den Quellen relativ konstant. Bestimmt durch den geologischen Untergrund, kann das Quellwasser einen hohen Gehalt an gelösten oder festen chemischen Stoffen aufweisen, wie die Beispiele der Kalk-, Schwefel- oder Eisenquellen zeigen. Der Chemismus der Quellen wird jedoch nicht nur geogen, sondern ebenfalls biogen geprägt (Beispiel Kalkausfällung durch die Moose in Kalksinterquellen). Durch die direkte Verbindung zum Grundwasser ist die Wasserqualität in Quellen oft sehr hoch und Nährstoffe sind zumindest beim Austritt in geringeren Mengen vorhanden als im Fliessgewässer. Sie werden lediglich von den Einträgen aus der direkten Umgebung, wie Falllaub oder Pflanzenbewuchs, bestimmt. Dies zeigt sich auch an den hier lebenden Tieren, wovon viele mit guter Wasserqualität in Verbindung gebracht werden (Stucki 2010). Wie auch das durch den Boden gereinigte Grundwasser, ist das Quellwasser ebenfalls meist frei von Verschmutzungen.

2.2 Fauna der Quellen:

Ein grosser Anteil der in Quellen lebenden Fauna hat sich auf diese speziellen Lebensbedingungen angepasst und ist folglich auch auf die Kontinuität und die Unversehrtheit dieses Habitats angewiesen. Die Populationsdichten der tierischen Lebensgemeinschaft in Quellen werden natürlicherweise als relativ gering angenommen. Durch die konstanten Bedingungen und die oft inselartige Verteilung der Quellen in der Landschaft, ist ebenfalls anzunehmen, dass die Populationen genetisch wenig variabel sind. Die Fauna der Quellen ist daher auf Störungen schlecht vorbereitet und auch sehr anfällig auf solche. Wird der Lebensraum zum Beispiel durch anthropogene Einflüsse gestört, ist daher eine sensible Reaktion der Quellfauna zu erwarten. Da die meisten Quellen zudem natürlicherweise oder durch menschliche Eingriffe isoliert in der Landschaft sind und damit die Wiederbesiedlung erschwert wird, sind die Bewohner der Quellen hochgradig auf möglichst störungsarme Verhältnisse angewiesen. Die delikate Lage der Quellfauna widerspiegelt sich auch in den Gefährdungslisten der Schweiz. So sind die Quellbewohner in der Roten Liste der Steinfliegen, Köcherfliegen und Eintagsfliegen in fast jeder Gefährdungsklasse mit dem höchsten Anteil an Arten vertreten (Lubini, 2012).

2.3 Gefährdung

Durch anthropogene Aktivitäten ist der Lebensraum Quelle einem hohen Druck ausgesetzt. Zum einen sind Quellen und das zugehörige Grundwasser essentielle Bestandteile unseres Lebenszyklus, indem sie das für uns notwendige Trinkwasser liefern. Viele Quellen wurden deshalb bereits sehr früh für die Trinkwassernutzung gefasst und dieser Prozess dauert heute noch an. Im Schweizer Mittelland sind nach Untersuchungen von Zollhöfer (1999) 95% der Quellen im Jahr 1990 gefasst, nur noch gerade knapp 5% der Quellen flossen damals frei ab. Dieser Anteil hat sich höchstwahrscheinlich heute nach 26 Jahren bereits wieder verringert. Die Situation im Kanton Bern zeigt ein ähnliches Bild auf: So waren im Januar 2016 im kantonalen Quellenkataster 6993 gefasste Quellen verzeichnet, im Vergleich zu lediglich 1040 ungefassten Quellen. Dies stellt einen knappen Anteil von 13% dar. Die Überprüfung eines Teiles dieser ungefassten Quellen (bis jetzt 629 von 1040) im Zuge des Berner Inventars der Quell-Lebensräume zeigte jedoch, dass rund die Hälfte dieser als ungefasst

verzeichneten Quellen heute bereits gefasst oder durch andere Einflüsse zerstört wurde (Abb.1). Diese Korrektur eingerechnet, verbleiben noch 9% der Quellen im Quellenkataster, die frei abfliessen.

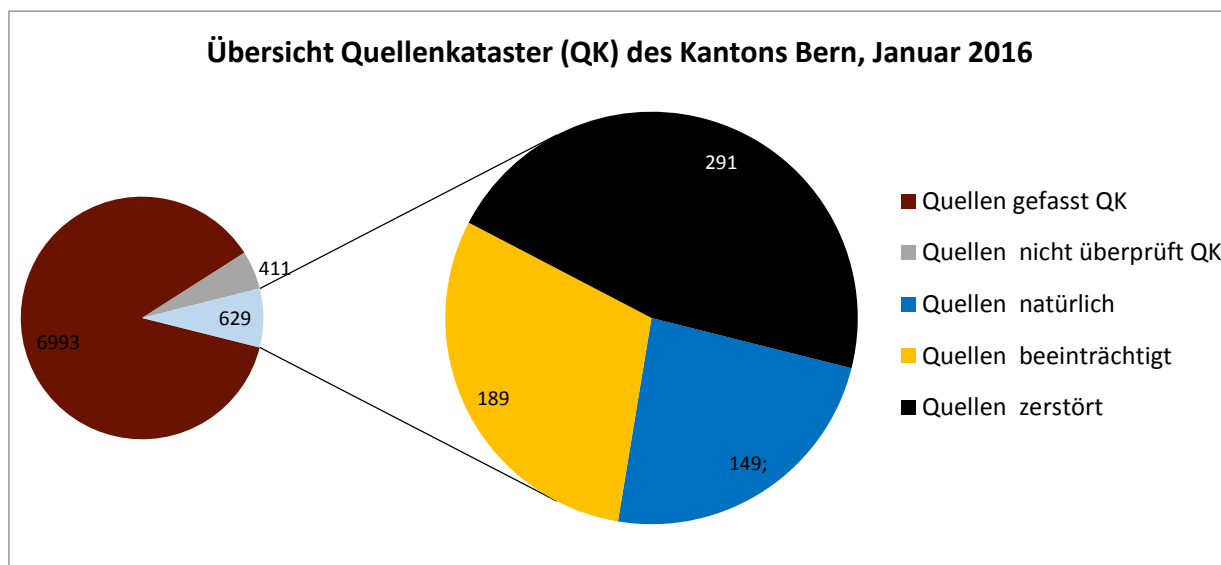


Abbildung 1: Übersicht über die frei abfliessenden Quellen im Quellkataster mit dem Anteil überprüfter Quellen des Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern.

Es wurden, zusätzlich zu den Überprüfungen für das Kataster, viele weitere neue Standorte kartiert, die noch in keinem Verzeichnis vorhanden waren. Diese wurden ebenfalls in das Inventar der Quell-Lebensräume aufgenommen. Wenn nun die bisherigen Quellen aus dem Kataster zusammen mit allen neu aufgenommenen Quellen dargestellt werden, ergibt dies noch eine Gesamtheit von 12% (8% natürlich, 4% beeinträchtigt) an frei abfliessenden Quellen im Kanton Bern.

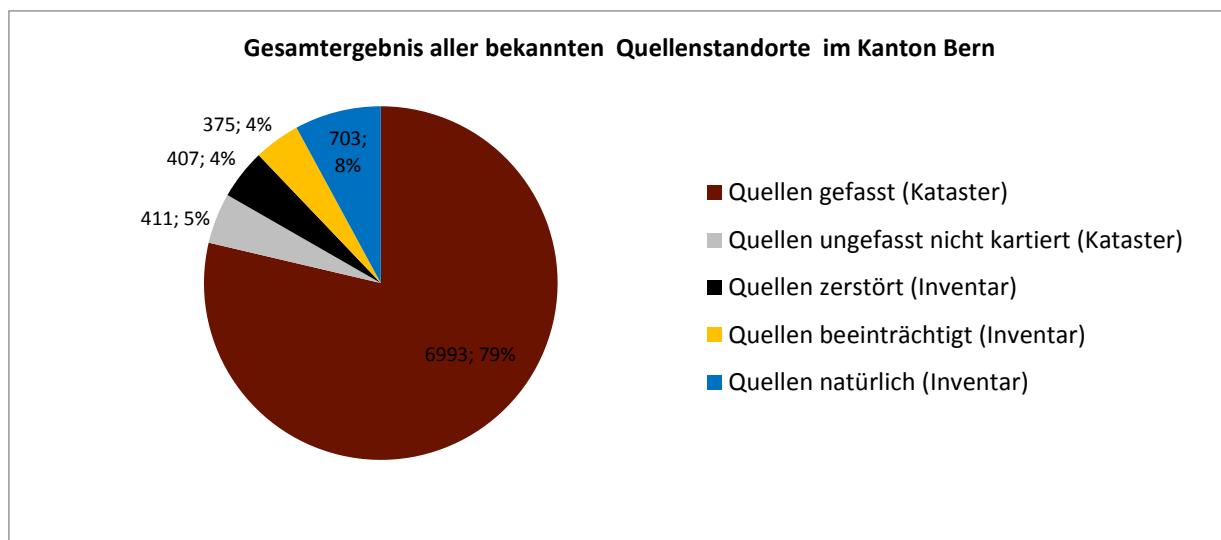


Abbildung 2: Übersicht über alle verzeichnete Quellen aus dem Kanton vom Januar 2016

Das untermauert den von Zolthöfer aufgezeigten kritischen Zustand dieses sensiblen Lebensraums. Zu der Nutzungsintensität für Trinkwasser kommen weitere Nutzungsansprüche an Quellen hinzu, wie die Wasserentnahme für Vieh und Felder, für Beschneigungsanlagen und für die Energiegewinnung.

Zusätzlich zum Nutzungsdruck machen weitere Gefährdungsursachen den Quellen zu schaffen. Die grössten Einbussen nebst der Trinkwassergewinnung, mussten die Quellen durch grossflächige Drainagen im Landwirtschaftsgebiet und dem Absinken des Grundwasserspiegels erleiden. Weitere Gefährdungen können die übermässige Beweidung durch Vieh und der Eintrag von Nährstoffen durch Düngung sein, das deponieren von Grün- und Forstabfall auf dem Quell-Lebensraum, oder die Verbauung und Zerstörung des Quell-Lebensraums durch Infrastruktur-Bauten. Oft wird dabei der

Lebensraum Quelle durch Unwissenheit gar nicht als solcher wahrgenommen, was ebenfalls eine der grössten Gefährdungsursachen darstellt. Hier müssen Naturschutz- und Gewässerfachstellen als erstes ansetzen, um die Wissenslücken zu schliessen und die nötigen Grundlagen und das Wissen über das Vorkommen und den Zustand der Quellen in der Schweiz zu sichern. Gleichzeitig müssten aber bereits jetzt Massnahmen zum Erhalt der wenigen verbleibenden, bereits bekannten Quell-Lebensräume getroffen werden, sowie in anderen Fällen, in denen eine Wiederherstellung denkbar ist, entsprechende Revitalisierungsanstrengungen getätigt werden.

2.4 Inventar der Quell-Lebensräume des Kantons Bern

Das Inventar der Quell-Lebensräume des Kantons Bern umfasste Anfang 2016 1524 Quellen (Stand heute im Dezember 2016: 1990 Quellen). Seit 2014 wurde es stetig mit neuen Daten gefüllt, die aus verschiedenen Projekten stammen, unter anderem von Freiwilligenprojekten, Diplomarbeiten oder Praktikanten aus der kantonalen Verwaltung. Dies ermöglichte es, eine annähernd flächendeckende Kartierung des ganzen Kantonsgebiets vorzunehmen und einen Grossteil der noch vorhandenen Quellen ausfindig zu machen. Natürlich sind noch immer nicht alle Quellenstandorte bekannt, aber dennoch ist die Datengrundlage im Kanton Bern nun im Vergleich zu anderen Gebieten sehr gut.

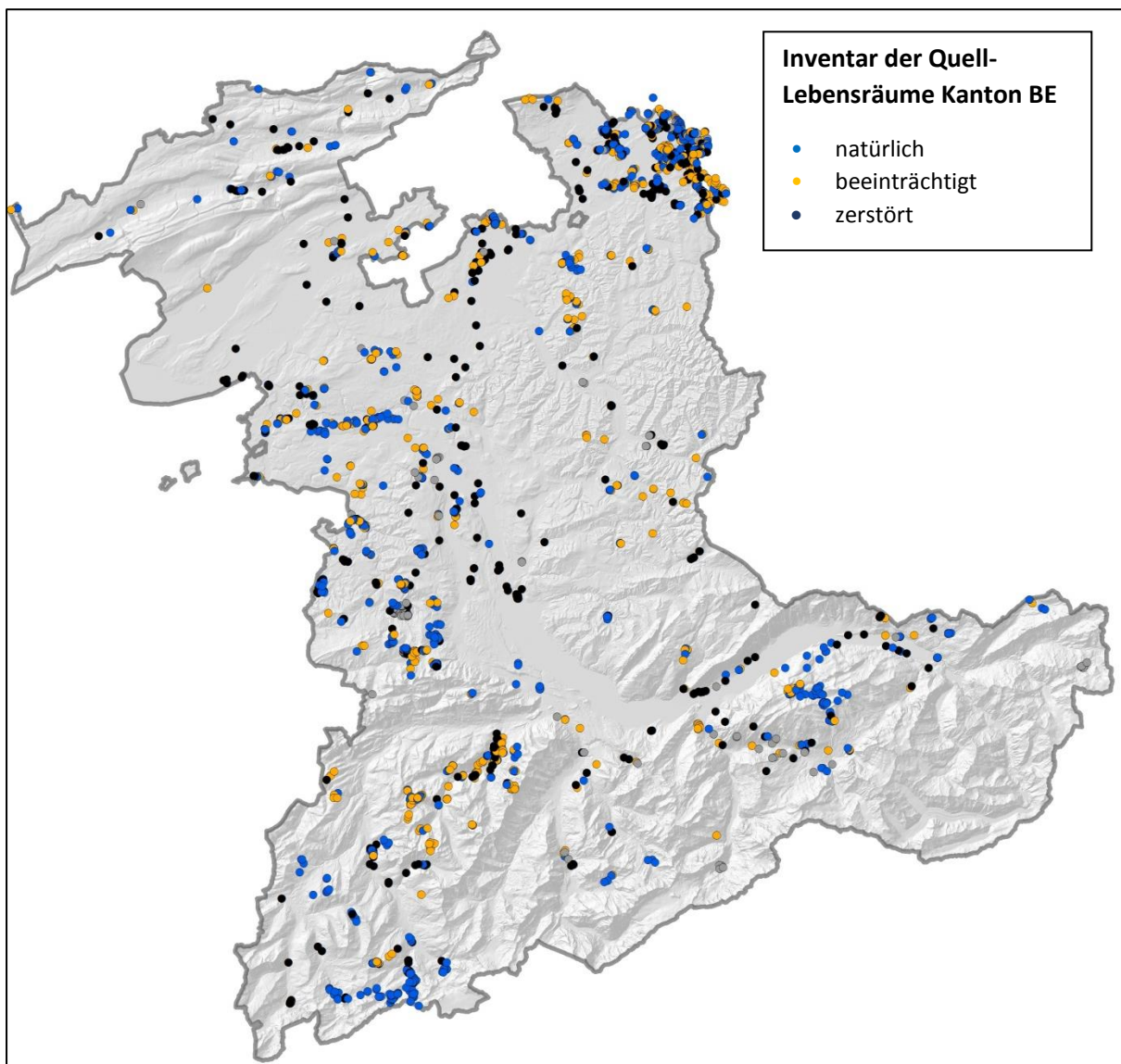


Abbildung 3: Karte aller für das Inventar der Quell-Lebensräume kartierter Standorte (Anzahl 1524). Stand Januar 2016

Das längerfristige Ziel zum Quellenschutz ist es nun, die Qualität der Quellen im Zuge einer Inventarisierung einzuschätzen, aus der grossen Menge an Daten die besonders wertvollen Objekte zu selektionieren und im Detail zu untersuchen. Dieses Vorgehen soll nach und nach die prioritär zu schützenden Quellenstandorte ausscheiden. Die Liste der so ausgewählten Quellen soll eine erste konkrete Auswahl darstellen, die mit dem weiteren Ausbau des Inventars erweitert wird. Das

Selektionsverfahren ist dabei essentiell und von den als ausschlaggebend bestimmten Kriterien abhängig. Mit diesem Ziel wurde im Gewässer- und Bodenschutzlabor im Winter 2016 das vorliegende Projekt gestartet, in welchem ein erster Pilotversuch eines solchen Selektionsverfahrens durchgeführt und die anhand dieses Verfahrens ausgewählten Quellen strukturell und faunistisch untersucht und bewertet wurden.

Mit dieser Arbeit und dem vorliegenden Bericht wurden Grundlagen erprobt und geschaffen, welche für die weitere Planung der Inventarisierung der Quell-Lebensräume auf nationaler Ebene hilfreich sein sollen. Zusätzlich sollen die hier aufgeführten Quellen in den Fokus von Schutzanstrengungen gestellt werden, wobei unbedingt zu bedenken ist, dass die resultierende Liste der Quellen lediglich eine Auswahl darstellt und diese nicht als abschliessend betrachtet werden soll. Es gibt im Kanton noch viele weitere wertvolle Quellen, die wegen ihrer Grösse, dem Standort, oder anderer Gründe nicht in die Auswahl miteingeflossen sind. Zudem sind noch nicht alle Quellenstandorte im Kanton bekannt, einige Gebiete wurden erst sehr spärlich untersucht, andere sehr gründlich. Seit der Auswahl für dieses Projekt sind beispielsweise durch das Projekt von Pro Natura Bern bereits wieder 500 neue Quellstandorte zum Datenpool hinzugekommen. Die Arbeit am Inventar geht also weiter.

3. Methode

3.1 Selektion wertvoller Quellen

Die Selektion erfolgte aus der Gesamtmenge der bisher erhobenen Daten. Der Grossteil der Quellen im Inventar wurde mit der von der BAFU-Methode "Bewertung von Quell-Lebensräumen der Schweiz" abgeleiteten vereinfachten Kartierung "Berner Methode" erhoben. Ein kleiner Teil der Daten ist bereits mit der BAFU-Methode strukturiert worden, was zusätzliche Informationen lieferte und bei der Selektion half.

Die Quellen wurden als erstes anhand ihres Zustandes eingegrenzt. Dabei wurden alle Quellen, die entweder durch die Berner Methode als zerstört oder durch die BAFU-Methode als stark beeinträchtigt oder geschädigt bewertet wurden, aus der Selektion ausgeschlossen.

Für eine erste Grob-Auswahl wurden danach aus der Datenbank alle Einträge der folgenden Kategorien (Berner Methode) ausgewählt: Zustand: natürlich/ beeinträchtigt, Schüttung: 1-10 l/s und 10-100 l/s, Grösse: mittel/ gross. Zusätzlich wurden Quellen der Kategorien "klein" und "< 1l/s" ebenfalls in die Auswahl aufgenommen, wenn sie dank persönlicher Erfahrungen, anhand der Informationen in der Datenbank, oder spezieller biologischer Funde als wertvoll eingestuft wurden. Die so eingegrenzten Quellen wurden nach den 5 Höhenstufen (siehe Tabelle 2) sortiert. Anhand der Fotos und der Beschreibungen in der Datenbank wurden dann für jede Höhenstufe 3-6 Quellen für die Detail-Untersuchungen ausgewählt.

Die Gesamtauswahl sollte möglichst über den ganzen Kanton verteilt sein. Der Jura BE wurde wissentlich ausgeschlossen, da dort einerseits sehr spärliche Datenpunkte mit wenig Potential vorhanden waren und bei Karstquellen, welche im Berner Jura überwiegend vorkommen, die Schüttungsmenge und Persistenz sehr variabel ist.

Die Kategorien-Kombination "klein" und "< 1l/s" wurde ebenfalls grösstenteils ausgeschlossen, da viele dieser Quellen keinen Abfluss haben und auch keinen eindeutigen Quell-Lebensraum. Es wurde aber bei der Auswahl darauf geachtet, dass mindestens aus jeder Grössenkatgorie und jeder Schüttungskategorie eine Quelle ausgewählt wurde. Die folgenden 24 Quellen wurden nach diesem Vorgehen selektioniert:

Name der Quelle	Code-GBL	m. ü. M.	Zustand	Austrittsform	Schüttung [l/s]	Grösse	Standort
Düftwald 10	QAA184	689	natürlich	Sturzquelle	<1 l/s	gross	Wald
Jordeweiher 02	QAA147	534	beeinträchtigt	künstlich	1-10 l/s	klein	Wald
Unterholz 01	QEM424	463	natürlich	Sturzquelle	10-100 l/s	gross	Wald
Eichholz 03	QAA137	568	beeinträchtigt	künstlich	1-10 l/s	mittel	Wald
Reichenbachquelle 12	QAA112	493	natürlich	Sturzquelle	<1 l/s	klein	Wald
Frauenkappelen 02	QAA068	584	natürlich	Sturzquelle	<1 l/s	gross	Wald
Hochwald 01	QEM055	460	natürlich	Tümpelquelle	1-10 l/s	mittel	Wald
Belpberg 18	QAA273	605	natürlich	Sturzquelle	1-10 l/s	gross	Wald
Obere Schüpbach 08	QEM405	799	natürlich	Sturzquelle	1-10 l/s	mittel	Wald
Teuffegrabe 12	QAA201	948	natürlich	Sturzquelle	10-100 l/s	gross	Wald
Schaufelacker 02	QSS035	746	natürlich	Sturzquelle	<1 l/s	klein	Wald
Bidmiquelle 03	QBO370	1'435	natürlich	Sturzquelle	10-100 l/s	mittel	Wald
Bidmiquelle 02	QBO369	1'436	natürlich	Sickerquelle	<1 l/s	mittel	Wald
Muelerquelle	QSS045	1'024	beeinträchtigt	Sturzquelle	1-10 l/s	klein	Offenland
Brändlihütte 03	QAA248	1'371	beeinträchtigt	Sturzquelle	1-10 l/s	mittel	Wald
Stierenberg 04	QAA241	1'594	beeinträchtigt	künstlich	<1 l/s	mittel	Offenland
Q229 Goldbachquelle	QBO204	1'420	natürlich	Sturzquelle	10-100 l/s	gross	Offenland
Q230 Goldbachquelle	QBO205	1'470	beeinträchtigt	künstlich	1-10 l/s	klein	Offenland
Tschätte 04	QBO589	1'878	natürlich	Sturzquelle	<1 l/s	klein	Offenland
Q155 Würzi	QBO180	1'465	natürlich	Sturzquelle	1-10 l/s	mittel	Offenland
Q118 Undergestele	QBO167	1'618	natürlich	künstlich	1-10 l/s	gross	Offenland
Q346 Mittel-Mechlistall	QB0771	1'845	natürlich	Sickerquelle	1-10 l/s	mittel	Offenland
Q224 Undere Nitzel	QBO201	1'695	natürlich	Sturzquelle	1-10 l/s	mittel	Offenland
Lengenbalmenschopf 02	QBO080	2'054	natürlich	Sickerquelle	<1 l/s	mittel	Offenland

Tabelle 1: Auswahl der Quellen für die faunistische Untersuchung mit den wichtigsten Parametern. Diese stammen von den Kartierungen mit der Berner Methode.

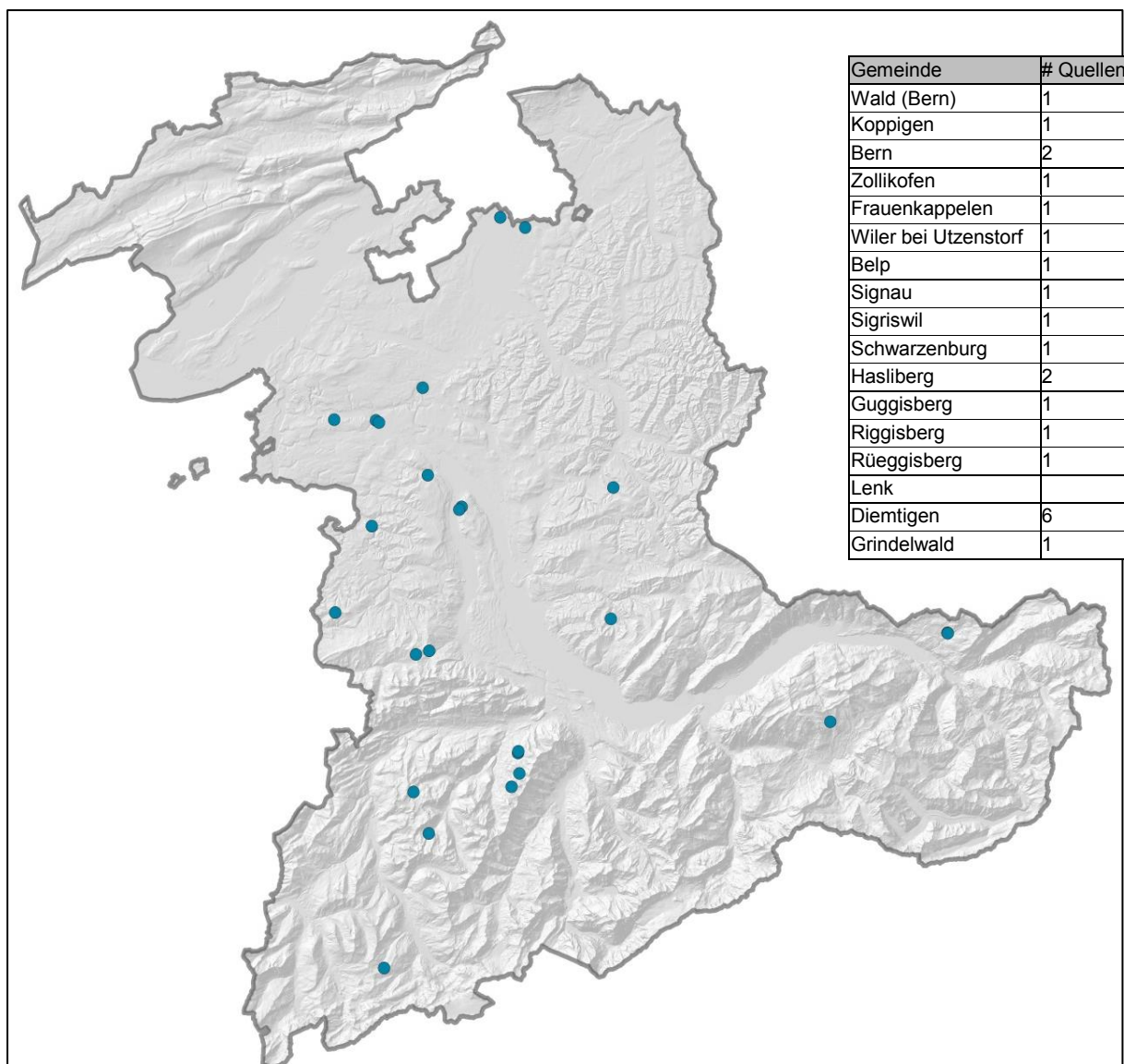


Abbildung 4: Karte der 24 ausgewählten Quellen für die detaillierte Untersuchung. In der Tabelle rechts sind die betroffenen Gemeinden angegeben und die Anzahl ausgewählter Quellen pro Gemeinde.

Unter den ausgewählten Quellen befinden sich 6 Quellen die eine Beeinträchtigung aufweisen. Dabei handelt es sich meistens um alte, zerfallene Fassungen, Trittschäden oder verlegte Rohre. Auch wenn diese Faktoren das Millieu der Quelle verändern können, muss dies nicht bedeuten, dass die Fauna deswegen weniger divers oder quelltypisch ist. Auch beeinträchtigte Quellen können wertvolle Lebensräume bilden.

Die Grösse und Schüttung der ausgewählten Quellen ist unterschiedlich. Die meisten der Quellen sind von grosser oder mittlerer Ausdehnung und haben eine Schüttung zwischen 1 und 10 l/s. 4 der 24 Quellen sind kleinflächig, während 7 Quellen eine sehr grossflächige Ausdehnung haben. 4 der 24 Quellen sind sehr stark schüttende Quellen mit einem Abfluss zwischen 10-100 l/s, während 7 der 24 Quellen eine sehr schwache Schüttung unterhalb 1 l/s aufweisen. Die grössten Quellen sind aber nicht immer die mit der stärksten Schüttung und umgekehrt.

Die Umgebung der Quellen ändert sich mit zunehmender Höhe, so befinden sich fast 100% der Quellen der collinen/montanen Stufe (300-1200m) im Wald, während alle Quellen über 1700 m Höhe im Offenland liegen (oberhalb der Waldgrenze). Nur eine Quelle in der collinen/montanen Stufe befindet sich im Offenland, wobei diese auf einer Weide auf 1024 Metern liegt. Dies zeigt auf, dass Quellen in der tieferen Lage kaum noch im Offenland vorkommen und praktisch alle davon nur noch im weniger stark genutzten Wald zu finden sind. In höheren Lagen und mit weniger intensiv bewirtschaftetem Kulturland gibt es wieder mehr Möglichkeiten, dass das Quellwasser auch im Offenland frei abfliessen kann.

3.2 Aufnahme-Zeitpunkt

Die Fauna-Aufnahmen wurden nach der Anleitung zur faunistischen Probenahme der Bewertungsmethode des BAFU "Bewertung von Quell-Lebensräumen in der Schweiz" (Lubini et.al. 2014) durchgeführt. Dabei wurde entsprechend der vorhandenen zeitlichen und personellen Ressourcen das effizienteste Verfahren ausgewählt, welches dem Ziel einer detaillierteren Bewertung der ausgewählten Quellen am zuträglichsten war.

Die Zeitfenster für die Probenahmen wurden anhand der nachfolgenden Tabelle (Tabelle 2) festgelegt, wobei auf die vorherrschenden saisonalen Verhältnisse Rücksicht genommen wurde:

	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
200-600m	1	1				2	2					
600-1000m			1	1			2	2				
1000-1400m			1	1	1			2	2			
1400-1800m					1	1			2	2		
>1800m						1	1			2	2	2

Tabelle 2: Zeitfenster für eine einmalige (1) und zweimalige (2) Probenentnahme in Abhängigkeit der Meereshöhe. Kopiert aus Lubini et.al. (2014).

Es wurden möglichst diese Quellen zum selben Zeitpunkt beprobt, welche im selben Gebiet lagen oder in einer Fahrroute sinnvoll kombiniert werden konnten. Es musste den saisonalen Wetterbedingungen Rechnung getragen werden. So wurden die Probenahmen im Sommer in den höheren Lagen aufgrund des späten Schneefalls im Frühsommer 2016 etwas später als in Tabelle 2 empfohlen durchgeführt. Nachfolgend eine Tabelle mit den Aufnahmedaten und den Höhenmetern der 24 untersuchten Quellen:

Code-GBL	Name der Quelle	Datum	Meter über Meer	Gemeinde
QAA147	Jordeweiher 02	11.03.2016	534	Bern
QEM424	Unterholz 01	29.04.2016	463	Koppigen
QAA137	Eichholz 03	29.04.2016	524	Bern
QAA112	Reichenbachquelle 12	03.05.2016	493	Zollikofen
QAA068	Frauenkappelen 02	09.05.2016	584	Frauenkappelen
QEM055	Hochwald 01	09.05.2016	460	Wiler bei Utzenstorf
QAA273	Belpberg 18	18.05.2016	605	Belp
QAA184	Düftwald 10	22.04.2015	673	Kehrsatz
QEM405	Obere Schüpbach 08	20.05.2016	799	Signau
QAA201	Teuffegrabe 12	20.05.2016	948	Sigriswil
QSS035	Schauelacker 02	25.05.2016	746	Schwarzenburg
QBO369	Bidmiquelle 02	28.06.2016	1436	Hasliberg
QBO370	Bidmiquelle 03	28.06.2016	1435	Hasliberg
QSS045	Muelerequelle	30.06.2016	1024	Guggisberg
QAA248	Brändlihütte 03	01.07.2016	1371	Riggisberg
QAA241	Stierenberg 04	01.07.2016	1590	Rüeggisberg
QBO204	Q229 Goldbachquelle	04.07.2016	1420	Diemtigen
QBO205	Q230 Goldbachquelle	04.07.2016	1470	Diemtigen
QBO589	Tschätte 04	07.07.2016	1878	Lenk
QBO180	Q155 Würzi	20.07.2016	1465	Diemtigen
QBO167	Q118 Undergestele	20.07.2016	1618	Diemtigen
QBO771	Q346 Mittel- Mechlistall	03.08.2016	1845	Diemtigen
QBO201	Q 224 Undere Nitzel	03.08.2016	1650	Diemtigen
QBO080	Lengenbalmenschopf 02	12.08.2016	2054	Grindelwald

Tabelle 3: Aufnahmedaten der 24 untersuchten Quellen. Die Quellen, die im selben Gebiet lagen, wurden aus Effizienzgründen, sofern die Höhendifferenz nicht zu gross war, am gleichen Tag beprobt. Die Farben signalisieren die verschiedenen Zeitfenster, mit steigender Höhe zunehmend dunkler.

Aus zeitlichen Gründen haben wir uns für eine einmalige Probenahme entschieden. Dies hat sich für die vorliegende Bewertung als ausreichend herausgestellt, obwohl man sich bewusst sein muss, dass

man mit einer einzigen Probenahme nicht das volle Artspektrum abdecken kann. Für zukünftige Projekte unter Anwendung dieser Methode empfiehlt sich eine zweimalige Probenahme bei spezifischeren Fragestellungen und allenfalls auch bei kleineren Quellen mit wenigen Individuen.

Das Vorgehen im Feld orientierte sich so gut wie möglich am Vorgehen der BAFU-Methode. Ein Unterschied war, dass entgegen der Empfehlung in der Methodik aus Zeitgründen keine aktiven Imagines-Fänge unternommen wurden, sondern Imagines nur eingesammelt wurden, wenn sie ohne grossen Aufwand zu fangen waren (im direkten Sichtfeld). Der Ablauf und die Dauer der Probenahme wurden an jeder Quelle möglichst gleich gehalten, um die Vergleichbarkeit sicherzustellen, wobei bei Quellen mit einer grösseren Fläche die Suchzeit zwangsläufig entsprechend ausgedehnt werden musste.

3.3 Ablauf Feldarbeit

Als erstes wurden die verschiedenen Habitate im Quellbereich identifiziert und von Hand sorgfältig abgesucht. Die gefundenen Individuen wurden mit einer Federstahlpinzette nach Familien/Gattungen getrennt direkt in 8 ml Polypropylen-Döschen mit 80% Ethanol überführt. Beim Absammeln wurden Habitate wie Moospolster, Fallaubstapel, Steine und Totholz rund um den Quellaustritt und einige Meter in Fliessrichtung besonders gründlich abgesucht. Danach wurden an jeder Quelle zwischen 5-10 Kescherzüge (je nach Grösse und Substratvielfalt) entgegen der Fliessrichtung zum Austritt hin gemacht. In der BAFU-Methodik wird empfohlen vom Austritt abwärts zu arbeiten, gegen diese Vorgehensweise spricht jedoch, dass bei Beginn am Austritt die nachfolgenden Substrate/Habitate bereits aufgewühlt und gestört werden. Das Fortbewegen entgegen der Fliessrichtung wird aus demselben Grund auch für die Fliessgewässerbeurteilung verwendet (Stucki et.al. 2010). Für die Kescherzüge wurden runde Handkescher mit wahlweise 10 oder 20 cm Durchmesser verwendet je nach Fläche und Verzweigung der Quelle. Der Inhalt des Keschers wurde in eine Weisschale überführt und die unterscheidbaren Individuen getrennt in separaten Döschen konserviert. Beim Vorhandensein einer grossen Anzahl Individuen der gleichen Art (sofern von Auge unterscheidbar) wurde eine Teilmenge der Individuen konserviert, der Rest ausgezählt und wieder in die Quelle zurückgesetzt. Das Restsubstrat wurde in 500 ml PVC-Dosen mit 100% Ethanol überführt.

3.4 Bestimmung

Die gefundenen Taxa wurden so gut wie möglich bereits im Feld sortiert und pro Gattung/Familie in separate Döschen gefüllt. Die Turbellaria wurden alle im Feld auf Art bestimmt, ausgezählt und wieder freigelassen. Nur wenige Individuen wurden davon zur nachträglichen Absicherung in Ethanol überführt, da diese Tiere stark denaturieren. Dasselbe Vorgehen wurde bei Individuen angewendet, die bereits im Feld von Auge anhand ihres Entwicklungsstadiums und dem Habitus eindeutig derselben Art zuzuordnen werden konnten. Dies geschah bei eindeutigen Arten wie einigen Vertretern der Glossosomatidae, der Goeridae, der Drusinae, sowie bei den Arten *Crunoecia irrorata* (eindeutige Köcherform), und *Consorophylax consors* (zweifarbige Pronotum). Die Individuen der Libellengattung *Cordulegaster* sp. wurden im Feld bestimmt und wieder freigelassen. Wenn Larven des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra*) gefunden wurden, wurden diese wenn möglich nicht tangiert und die Quelle nur sehr sorgfältig weiter abgesucht. Die gesammelten Individuen wurden im Labor unter einer Stereolupe mit maximal 65x Vergrösserung wann immer möglich bis auf Art-Niveau bestimmt. Bei Individuen in Larvenstadien 1-3 sowie bei Individuen, die keine eindeutigen Merkmalsausprägungen besaßen, wurde auf eine Bestimmung bis auf Art verzichtet. Es wurden die Gruppen Plecoptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Crustacea, Mollusca, Odonata, Turbellaria und Amphibia für die Bestimmung berücksichtigt. Alle zusätzlich aufgesammelten Individuen aus anderen Gruppen wurden ebenfalls konserviert und zusammen mit der Sammlung im GBL separat aufbewahrt. Die Stein- und Köcherfliegenlarven, bei deren Bestimmung eine Restunsicherheit bestand, wurden zur Verifikation und Nachkontrolle an den Bestimmungskursen Trichoptera und Plecoptera des CAS Makrozoobenthos 2016 mit den dortigen Experten nochmals überprüft.

3.5 Aufbewahrung

Die Proben wurden zur Aufbewahrung in einer eigenen Sammlung angelegt und mit einer Kombination eines Farbcodes und einer Laufnummer eindeutig zugeordnet. Pro Quelle wurde eine eindeutige Nummer vergeben und pro Tiergruppe eine eindeutige Farbe. Die Sammlung befindet sich im Gewässer- und Bodenschutzlabor (GBL) und kann für weitere Untersuchungen jederzeit wieder verwendet werden. Auf die Archivierung im Museum wurde zum jetzigen Zeitpunkt verzichtet, da nicht klar ist, ob und wann die Proben wiederverwendet werden.

3.6 Auswertung

Die Bewertung eines Organismus leitet sich von dessen Bindung an den Lebensraum Quelle ab. Das Schema wurde von Fischer (1996) übernommen und für die Schweiz abgeändert (Lubini et al. 2014). Dabei werden Quellbewohnern mit enger Bindung höhere Wertezahlen zugeordnet, weniger stark an Quellen gebundenen Taxa niedrige Wertezahlen (Tabelle 4).

ÖWZ	Definition	Biozönose	Typ	Beispiel
16	Eigentliche Quellbewohner	Aquatische Quellfauna, hygropetrische Fauna	Krenobiont	<i>Parachiona picicornis</i> , <i>Ernodes articularis</i> , <i>Crunoecia irrorata</i>
8	Verbreitungsschwerpunkt Quellbach oder Grundwasser	Rheophile Quellbach- und Grundwasserfauna	Krenophil	<i>Bythiospermum</i> sp., <i>Leuctra nigra</i> , <i>Niphargus</i> sp.
4	Verbreitungsschwerpunkt Rhithral, regelmässig im Krenal	Bachfauna	Krenophil-rhithrobiont	<i>Microsema morosum</i> , <i>Gammarus fossarum</i>
2	Verbreitungsschwerpunkt Rhithral, selten im Krenal /feuchtigkeitsliebende Begleitfauna/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>

Tabelle 4: Bewertungsraster für die Zuordnung der ökologischen Werte-Zahl (ÖWZ/ÖWZA). In Anlehnung an Lubini et al. (2014)

Mit der Abstufung erfolgt gleichzeitig eine Gewichtung, indem die Wertezahlen von der höchsten Stufe absteigend zur nächst Folgenden jeweils halbiert werden. Die Einstufung basiert auf Experten-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; Übernommen aus Lubini (2014)).

Der neueste Bewertungsbogen für die Fauna (Juli 2015) unterscheidet zwischen einer ökologischen Werte-Zahl für die Quellen der collinen/ montanen Stufe (ÖWZ), und einem für jene der subalpinen/ alpinen Stufe (ÖWZA). Es müssen mindestens fünf Taxa vorhanden sein, um die Bewertung ausführen zu können. Die Berechnung des faunistischen Wertes der Quelle ist im Protokollblatt automatisiert. Sie basiert auf der folgenden Formel, in dem die ökologische Wertezahl (ÖWZ/ÖWZA) des gefundenen Organismus mit seiner Abundanzklasse (5-stufig) multipliziert wird:

$$\frac{\text{ÖWZ(A)}}{\text{Taxazahl}} * \text{Abundanzklasse} = \text{ökologische Wertesumme (ÖWS)}$$

Abundanzklassen: 1 = 1-2 Individuen, 2 = 3-7 Individuen, 3 = 8 - 15 Individuen, 4 = 16 - 50 Individuen, 5 = > 50 Individuen. Übernommen aus Lubini et al. (2014)

Der so ermittelte Wert, die ökologische Wertesumme (ÖWS), lässt sich einer Bewertungsklasse zuordnen. Die Einstufung umfasst, wie jene der Strukturkartierung, fünf Klassen (Abbildung 4):

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

Abbildung 4: Skala nach Fischer (1996) mit der Einteilung der Bewertungsklassen für die Quellbewertung. Übernommen aus Lubini et al. (2014)

Die 8 Gruppen Plecoptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Crustacea, Mollusca, Odonata, Turbellaria und Amphibia wurden für die Bewertung berücksichtigt. Auch bei anderen Gruppen finden sich Quellspezialisten, z.B. bei den Diptera, diese wurden aber aus praktischen Gründen der Bestimmbarkeit und der Effizienz nicht in die Untersuchung eingeschlossen.

4. Resultate

Die Resultate zeigen, dass die Bewertung der Struktur alleine nicht ausreicht, um eine Quelle vollständig zu bewerten. Bei 13 von 24 Quellen stimmt die Werteklasse der Struktur mit der Werteklasse der Fauna überein, bei den restlichen 11 Quellen ist der Fauna-Wert gegenüber der Strukturbewertung entweder besser oder aber schlechter ausgefallen. Es können also sowohl strukturell beeinträchtigte Quellen einen wertvollen Lebensraum für Quellbewohner bilden, wie ebenfalls strukturell naturnahe Quellen aufgrund von anderen Faktoren als Lebensraum mehr oder weniger geeignet sein. Manche Quellen sind ebenfalls von Natur aus artenärmer, oder beherbergen nur eine spezifische Fauna aufgrund von natürlichen Faktoren wie Kalkablagerungen, hohen Mineralstoffanteilen oder tiefem PH-Wert (Moorquellen). Diese Quellen sind aber deswegen nicht als weniger wertvoll einzustufen.

4.1 Struktur

Quelle-ID	m.ü.M.	Bewertung Struktur	S_Wert	Zustand BE	Austritt	[l/s]	[m ²]	Standort BE
QAA184	689	naturnah	1.43	natürlich	Sturzquelle	1	25	Wald
QAA147	534	bedingt naturnah	2.38	beeinträchtigt	künstlich	< 1	5	Wald
QEM424	463	naturnah	1.69	natürlich	Sturzquelle	12	30	Wald
QAA137	568	mässig beeinträchtigt	2.98	beeinträchtigt	künstlich	2	17	Wald
QAA112	493	naturnah	1.34	natürlich	Sturzquelle	< 1	12	Wald
QAA068	584	naturnah	1.31	natürlich	Sturzquelle	< 1	30	Wald
QEM055	460	naturnah	1.48	natürlich	Tümpelquelle	5	42	Wald
QAA273	605	naturnah	1.24	natürlich	Sturzquelle	1	370	Wald
QEM405	799	naturnah	1.49	natürlich	Sturzquelle	2	20	Wald
QAA201	948	naturnah	1.17	natürlich	Sturzquelle	50	150	Wald
QSS035	746	naturnah	1.42	natürlich	Sturzquelle	< 1	15	Wald
QBO369	1'435	naturnah	1.33	natürlich	Sturzquelle	< 1	30	Wald
QBO370	1'436	bedingt naturnah	2.49	natürlich	Sickerquelle	35	65	Wald
QSS045	1'024	mässig beeinträchtigt	2.83	beeinträchtigt	Sturzquelle	3	10	Offenland
QAA248	1'371	bedingt naturnah	2.07	beeinträchtigt	Sturzquelle	3	18	Wald
QAA241	1'594	mässig beeinträchtigt	3.06	beeinträchtigt	künstlich	<1	8	Offenland
QBO204	1'420	naturnah	1.28	natürlich	Sturzquelle	20	150	Offenland
QBO205	1'470	mässig beeinträchtigt	2.94	beeinträchtigt	künstlich	10	8	Offenland
QBO589	1'878	naturnah	1.5	natürlich	Sturzquelle	<1	7	Offenland
QBO180	1'465	naturnah	0.8	natürlich	Sturzquelle	25	25	Offenland
QBO167	1'618	bedingt naturnah	2.46	natürlich	künstlich	5	65	Offenland
QBO771	1'845	naturnah	1.45	natürlich	Sickerquelle	<1	20	Offenland
QBO201	1'695	naturnah	0.84	natürlich	Sturzquelle	10	25	Offenland
QBO080	2'054	naturnah	1.25	natürlich	Sickerquelle	<1	25	Offenland

Tabelle 6: Wichtigste Parameter zur Struktur und den Bedingungen an den 24 untersuchten Quellen. S_Wert = Bewertung der Struktur anhand der BAFU-Methode (Farbencode für die 5 Bewertungsklassen nach Lubini (2014)). Spalten mit der Kennzeichnung BE zeigen die vereinfachten Bewertungskategorien aus der Berner Methode auf.

Die ausgewählten Quellen sind verschieden gross und unterschiedlich schüttend. Von den untersuchten Quellen lagen 10 in der collinen und montanen Stufe (300 - 1300 m.ü.M.) und 13 in der alpinen Stufe (> 1300 m.ü.M.). Die Strukturbewertung zeigt, dass die meisten der untersuchten Quellen naturnah sind. Zum qualitativen Vergleich wurden jeweils vier Quellen ausgewählt, welche die Bewertung bedingt naturnah, respektive mässig beeinträchtigt hatten. Als bedingt naturnah wurden die folgenden Quellen eingestuft: QAA147, QBO370, QAA248 und QBO167. Als mässig beeinträchtigt wurden die folgenden Quellen eingestuft: QAA137, QSS045, QAA241 und QBO205. Dies in den meisten Fällen aufgrund von alten Fassungen oder Schäden aus der Landwirtschaft.

Das gute Resultat bei der Struktur hat vor allem mit der Auswahl der 24 Quellen zu tun. Bei der Vorselektion wurden bewusst Quellen ausgewählt, die in einem naturnahen oder nur mässig beeinträchtigten Zustand sind, da hier ebenfalls die reichste Fauna zu erwarten ist. Die insgesamt 8 der 24 Quellen, welche in einem beeinträchtigten Zustand sind, wurden ausgewählt, weil sie entweder

trotz der Beeinträchtigungen anhand der Fotos als besonders schön eingestuft wurden, oder weil durch den persönlichen Eindruck vor Ort der Wert der Quelle als hoch eingestuft wurde. Zudem sind einige dieser Quellen spannende Beispiele für eine allfällige Revitalisierung.

Am Beispiel der Muelerquelle QSS045 wird ersichtlich, dass trotz einem tiefen Wert für die Struktur eine intakte Fauna vorhanden sein kann. Die Quelle hat mit einer mässig beeinträchtigten Struktur den höchsten faunistischen Wert von allen Quellen erzielt. Die Quelle befindet sich als einzige Quelle der collinen/montanen Stufe im Offenland, was ihr bereits durch diese Tatsache einen besonderen Stellenwert verleiht. Offenland-Quellen, die sich nicht in den Alpen befinden, sind äusserst wertvolle Habitate und vor allem im Mittelland praktisch nicht mehr in einer naturnahen Form zu finden. Auch an der Muelerquelle ist der Nutzungsdruck nicht spurlos vorbeigegangen, so ist ein Teil der Quelle durch Rohre beeinträchtigt, die in den unteren Quellbereich oberflächlich eingelegt sind, um Wasser für eine Viehtränke abzuleiten. Glücklicherweise ist der Austritt aber nach wie vor natürlich und die Rohre und Trittschäden des Viehs scheinen die Fauna nicht zu beeinträchtigen.

Das gegenteilige Beispiel zeigt die Quelle Lengenbalmenschopf 02 (QBO080). Obwohl die Struktur naturnah ist, wird die Quelle faunistisch nur als quellverträglich eingestuft. Hier müssen demnach andere Mechanismen im Spiel sein, welche die Quellfauna beeinflussen wie die Wasserqualität, saisonale Austrocknung oder andere Einflussfaktoren, die hier nicht abgeschätzt werden können. Bei manchen Quellen kann die schlechte faunistische Bewertung auch methodische Hintergründe haben.

Ein gutes Beispiel für eine Revitalisierung zeigt die Quelle Stierenberg 04 (QAA241). Sowohl Struktur wie auch Fauna werden als quellverträglich eingestuft. Hier scheint die Beeinträchtigung der Struktur durch die Brunnstube, sowie eine mögliche Beeinträchtigung der Wasserqualität durch den Einfluss der Strassenabwassereinleitung und des gefundenen Mülls einen negativen Einfluss auf die Fauna zu haben. Diese Quelle wurde gewollt ausgewählt, um als Fallbeispiel für eine mögliche Revitalisierung zu dienen.

4.2 Fauna

Insgesamt wurden 65 verschiedene Taxa der genannten 8 Gruppen gefunden, dies sind durchschnittlich 10 verschiedene Taxa pro Quelle. Die Amplitude zwischen der Anzahl Taxa pro Quelle variierte stark und reichte von einem Maximum von 15 Taxa bis zu einem Minimum von 6 Taxa. 42 der gefundenen Arten sind entweder auf der collinen oder auf der alpinen Stufe Quellenbewohner, 17 davon eigentliche Quellbewohner (krenobiont) und 25 bevorzugen Quellen als ihren Lebensraum (krenophil). Krenobionte Arten sind vor allem Vertreter der Gruppe Trichoptera (11 Arten), gefolgt von den Gruppen Plecoptera (5 Arten) und Turbellaria (1 Art). Bei den krenophilen Arten ist das Spektrum weiter, es wurde, bis auf die Gruppe der Schnecken und die der Eintagsfliegen, in allen Gruppen mindestens ein Vertreter gefunden, der Quellen als Lebensraum bevorzugt.

Tabelle 7 zeigt die Resultate der BAFU-Bewertung der gefundenen benthischen Lebensgemeinschaften in den 24 untersuchten Quellen.

Quelle-ID	Bewertung Fauna	ÖWS	# Taxa	ÖWZ(A) 16	ÖWZ(A) 8	ÖWZ(A) 16+8	Anteil	# RL	# PN	# Ind
QAA184	quelltypisch	22	10	4	4	8	80%	4	1	99
QAA147	bedingt quelltypisch	18.2	9	5	3	8	89%	4	1	34
QEM424	bedingt quelltypisch	17.9	15	5	4	9	60%	3	0	124
QAA137	bedingt quelltypisch	17.1	12	4	4	8	67%	3	1	120
QAA112	quellverträglich	13.3	6	3	2	5	83%	2	0	13
QAA068	quelltypisch	20	10	3	5	8	80%	3	1	93
QEM055	quelltypisch	21.4	12	3	3	6	50%	1	0	372
QAA273	bedingt quelltypisch	16.8	12	4	4	8	67%	1	0	76
QEM405	quelltypisch	21.9	15	5	6	11	73%	2	0	177
QAA201	quellverträglich	11.4	7	1	5	6	86%	0	0	18
QSS035	quelltypisch	20	9	3	2	5	56%	3	0	119
QBO369	bedingt quelltypisch	18.7	15	4	5	9	60%	4	1	270
QBO370	bedingt quelltypisch	16.9	13	3	7	10	77%	5	2	142
QSS045	quelltypisch	30.9	9	2	4	6	67%	3	1	229
QAA248	quelltypisch	20.5	11	3	4	7	64%	0	0	241
QAA241	quellverträglich	13.9	10	1	2	3	30%	1	0	206
QBO204	quelltypisch	22.9	11	2	7	9	82%	4	2	175
QBO205	bedingt quelltypisch	19.3	6	0	3	3	50%	0	0	159
QBO589	quelltypisch	20.8	8	2	4	6	75%	2	1	73
QBO180	quelltypisch	24	9	1	4	5	56%	2	1	91
QBO167	bedingt quelltypisch	15.6	11	0	6	6	55%	1	0	144
QBO771	bedingt quelltypisch	15.6	10	2	4	6	60%	3	1	61
QBO201	quelltypisch	25.3	9	3	3	6	67%	3	1	214
QBO080	quellverträglich	13.2	10	2	2	4	40%	3	2	54

Tabelle 7: Spalten 2-6: Anzahl der Taxa (#Taxa), sowie Anzahl der Arten mit ÖWZ(A)-Wert von 8 oder 16 und deren Anteil an der gesamten Artenzahl. Letzte drei Spalten: Anzahl Rote Liste Arten (#RL) und Arten mit Nationaler Priorität (#PN), sowie die Anzahl Individuen insgesamt (# Ind).

In den Quellen wurden insgesamt 17 verschiedene Rote Liste Arten gefunden, im Schnitt 2 pro Quelle. Ebenfalls sind ein paar dieser Arten als national prioritär verzeichnet. Der Fund der verletzlichsten Art *Rhyacophila bonaparti*, einer endemischen Köcherfliege mit nationaler Priorität 2, ist besonders zu erwähnen. Die Quelle QBO370, in welcher dieses Exemplar gefunden wurde, beherbergt mit 5 Arten ebenfalls die höchste Anzahl an Rote Liste-Arten. Diese Quelle ist bereits aus diesem Grund unbedingt zu erhalten. Alle gefundenen Arten der Roten Liste, mit Ausnahme von *Nemoura obtusa*, sind entweder krenobiont oder krenophil. Eine Übersicht über diese Arten zeigt die folgende Tabelle:

Art	RL	PN	E	ÖWZ	ÖWZA	# Quellen	Quellen-ID
<i>Beraea pullata</i>	NT			16	16	2	QAA147, QEM424
<i>Consoerophylax consors</i>	NT	4			16	3	QBO180, QBO201, QBO771
<i>Cordulegaster bidentata</i>	NT	5		8	8	6	QAA184, QAA147, QAA112, QAA137, QSS035, QAA068
<i>Dictyogenus fontium</i>	NT			16	16	1	QBO370
<i>Drusus chrysotus</i>	NT				16	3	QBO369, QBO771, QBO080
<i>Drusus monticola</i>	NT				8	9	QSS045, QBO369, QBO370, QBO204, QBO589, QBO180, QBO167, QBO771, QBO201
<i>Leuctra armata</i>	NT	4		16	16	2	QBO369, QBO370
<i>Leuctra rauscheri</i>	NT			4	8	1	QBO201
<i>Nemoura obtusa</i>	NT	4		4	4	2	QBO204, QBO080
<i>Nemoura sinuata</i>	NT	4		16	16	4	QSS045, QBO204, QBO589, QBO080
<i>Parachiona picicornis</i>	NT			16	16	2	QBO369, QBO204
<i>Plectrocnemia geniculata</i>	NT			16	16	9	QAA184, QAA147, QAA137, QAA112, QAA068, QAA273, QEM055, QEM405, QSS035
<i>Potamophylax nigricornis</i>	NT			16	16	3	QAA184, QEM424, QSS035
<i>Protonemura auberti</i>	NT			8	8	3	QBO369, QBO370, QAA241
<i>Rhyacophila bonaparti</i>	VU	2	E	16	16	1	QBO370
<i>Rhyacophila hirticornis</i>	NT			8	8	1	QEM405
<i>Salamandra salamandra</i>	VU	4		8	8	4	QAA184, QAA147, QAA137, QAA068
<i>Synagapetus dubitans</i>	NT			16	16	1	QSS045

Tabelle 8: Übersicht über die gefundenen Arten die auf der Roten Liste der Schweiz (Lubini et.al.2012) und der Liste der National prioritären Arten (BAFU 2010) fungieren, sowie die Anzahl Quellen, in denen sie vorkommen.

Der Anteil Quellenarten an der Gesamtanzahl Arten pro Quelle reichte von 30% bis zu 90%. Im Schnitt beherbergen die 24 Quellen einen Anteil von 65% quelltypischer oder bedingt quelltypischer Arten. Nur zwei der Quellen haben einen Anteil unter 50%. 13 Quellen enthalten mindestens 2/3 quelltypische Arten, während lediglich eine Quelle weniger als 1/3 quelltypische Arten aufweist.

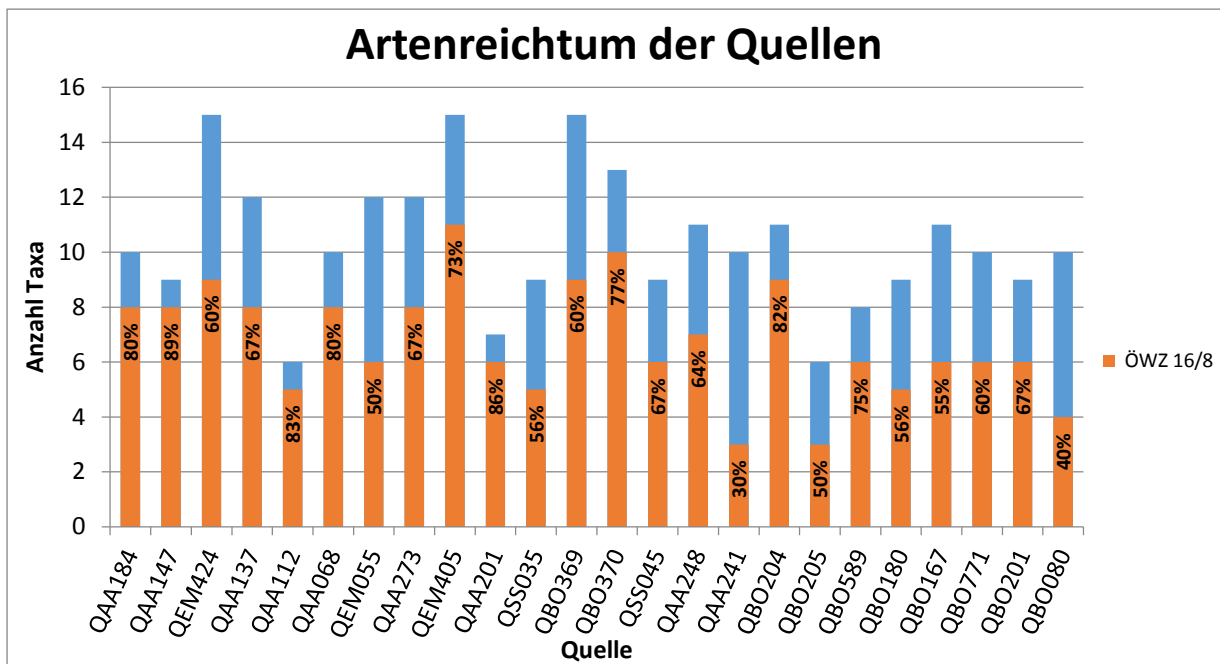


Abbildung 5: Anteil der quelltypischen und bedingt quelltypischen Arten an der Gesamtanzahl Taxa. Im Schnitt waren 65% der gefundenen Arten in einer Quelle quelltypisch oder bedingt quelltypisch.

Keine der gefundenen Arten kommt in allen untersuchten Quellen vor. Die Art, welche in den meisten Quellen gefunden wurde, war *Crenobia alpina* aus der Gruppe der Strudelwürmer, gefolgt von *Gammarus fossarum*. Beide traten oft in grossen Dichten auf, wobei die Verbreitung von *Gammarus fossarum* ab ca. 1700 M.ü.M. eine Grenze erreicht, während *Crenobia alpina* ihr Verbreitungsschwerpunkt in den höheren Lagen hat. Diese beiden Arten waren ebenfalls auch zahlenmässig die häufigsten Taxa.

Krenobionte Arten, welche in den meisten der 10 Quellen der collinen und montanen Stufe gefunden wurden, waren die Köcherfliegen *Plectrocnemia geniculata*, *Crunoecia irrorata* und die Steinfliege *Leuctra braueri*, wobei die letzten beiden ebenfalls in der alpinen Stufe vereinzelt auftraten. Bei den krenophilen Arten waren dies die Steinfliege *Nemoura marginata* und die gestreifte Quelljungfer *Cordulegaster bidentata*, sowie die Larven des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra*).

In der alpinen Stufe wurden die Gemeinschaften zahlenmässig zunehmend von den kaltstenothermen Steinfliegen und der Köcherfliegenunterfamilie der Drusinae dominiert. Für die alpine Stufe waren die krenophilen Arten, welche zahlenmässig in den meisten Quellen vorkamen, *Drusus monticola* und *Protonemura risi*. Beide sind nicht obligate Quellbewohner, bevorzugen aber die Quelle als ihren Lebensraum. Die quelltypischen Arten *Nemoura sinuata* und *Consorophylax consors*, welche beide auf der Roten Liste der Schweiz zu finden sind, konnten in einigen Quellen und mit zunehmender Höhe zum Teil sogar in grösseren Dichten sichergestellt werden.

Entlang der Höhenstufen lässt sich eine ganz klare Grenze erkennen, welche alpine und nicht-alpine Artengemeinschaften trennt. In allen Gruppen, aber am deutlichsten bei den Trichoptera, gab es viel Arten, die ausschliesslich in der collinen, andere nur in der alpinen Stufe gefunden. Am Beispiel der vier häufig gefundenen Arten *Plectrocnemia geniculata*, *Crunoecia irrorata*, *Drusus monticola* und *Lithax niger* ist dies sehr schön zu sehen.

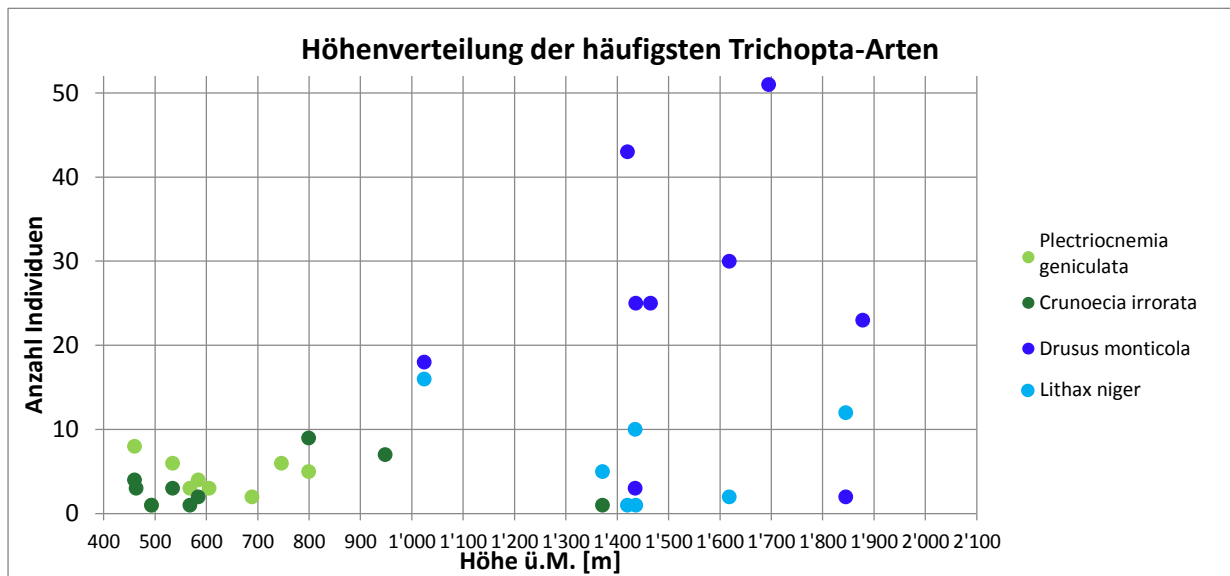


Abbildung 6: Verteilung der häufigsten Quellbewohner nach Höhe über Meer [m]. Die Verteilung einiger Arten ist klar in eine colline und in eine montane Stufe abgegrenzt. Auch bei der durchschnittlichen Anzahl Individuen pro Art gibt es gravierende Unterschiede.

4.3 Auswertung nach BAFU-Methode

Die faunistische Bewertung der 24 Quellen ist insgesamt gut ausgefallen. Dies unterstützt das vorgängige Selektionsverfahren für das Herausfiltern der besonders wertvollen Quellen. Mittels der Fauna-Bewertung des BAFU wurden insgesamt 11 der 24 untersuchten Quellen als quelltypisch, 9 Quellen als bedingt quelltypisch und 4 Quellen als quellverträglich eingestuft. Die mit quellverträglich eingestufteten Quellen verteilen sich über alle Höhenlagen, so liegt QAA112 in der collinen Stufen (493m), QAA201 in der montanen Stufe (948m), QAA241 in der subalpinen Stufe (1590m) und QBO080 (2054m) in der alpinen Stufe. Es kann daher angenommen werden, dass die faunistischen Werte nicht durch die Höhenstufe bedingt sind.

Quelle-ID	m.ü.M.	Bewertung Struktur	S_Wert	Bewertung Fauna	ÖWS
QAA184	689	naturnah	1.43	quelltypisch	22
QAA147	534	bedingt naturnah	2.38	bedingt quelltypisch	18.2
QEM424	463	naturnah	1.69	bedingt quelltypisch	17.9
QAA137	568	mässig beeinträchtigt	2.98	bedingt quelltypisch	17.1
QAA112	493	naturnah	1.34	quellverträglich	13.3
QAA068	584	naturnah	1.31	quelltypisch	20
QEM055	460	naturnah	1.48	quelltypisch	21.4
QAA273	605	naturnah	1.24	bedingt quelltypisch	16.8
QEM405	799	naturnah	1.49	quelltypisch	21.9
QAA201	948	naturnah	1.17	quellverträglich	11.4
QSS035	746	naturnah	1.42	quelltypisch	20
QBO369	1'435	naturnah	1.33	bedingt quelltypisch	18.7
QBO370	1'436	bedingt naturnah	2.49	bedingt quelltypisch	16.9
QSS045	1'024	mässig beeinträchtigt	2.83	quelltypisch	30.9
QAA248	1'371	bedingt naturnah	2.07	quelltypisch	20.5
QAA241	1'594	mässig beeinträchtigt	3.06	quellverträglich	13.9
QBO204	1'420	naturnah	1.28	quelltypisch	22.9
QBO205	1'470	mässig beeinträchtigt	2.94	bedingt quelltypisch	19.3
QBO589	1'878	naturnah	1.5	quelltypisch	20.8
QBO180	1'465	naturnah	0.8	quelltypisch	24
QBO167	1'618	bedingt naturnah	2.46	bedingt quelltypisch	15.6
QBO771	1'845	naturnah	1.45	bedingt quelltypisch	15.6
QBO201	1'695	naturnah	0.84	quelltypisch	25.3
QBO080	2'054	naturnah	1.25	quellverträglich	13.2

Tabelle 8: Resultate für die der Struktur und der Fauna der 24 Quellen nach der Bewertung des BAFU (Lubini et.al.2014). ÖWS = Ökologische Werte Summe (Wert für die Quellgebundenheit eines Taxon, Artspezifisch). S_Wert: Wert für die Güte der Struktur.

Bei den drei naturnahen Quellen Lengenbalmenschopf 02 (QBO080), Reichenbachquelle 12 (QAA112) und Teuffegrabe 12 (QAA201) ist der faunistische Wert trotz intakter Struktur tief ausgefallen (alle drei wurden als "quellverträglich" eingestuft). Dies erstaunt vor allem bei den beiden letzteren, da die gefundenen Arten zwar in geringer Dichte gefunden wurden, jedoch ein sehr hoher Anteil davon quelltypisch ist. Diesen drei Ergebnissen könnte ein methodisches Problem zugrunde liegen. Es handelt sich bei diesen drei Quellen um die Objekte, in denen mitunter die niedrigste Individuendichte gefunden wurde, was einen beträchtlichen negativen Einfluss auf das Ergebnis der BAFU-Bewertung zur Folge hat, auch wenn der Anteil Quellenarten im Falle von QAA112 und QAA201 bei über 80% liegt.

Nachfolgend werden die untersuchten Quellen in 24 Steckbriefen mit den wichtigsten Parametern, der Taxaliste, sowie der Bewertung des BAFU einzeln vorgestellt. Eine kurze Beschreibung, sowie eine Einschätzung der Situation und der weiterführenden Ziele für die einzelnen Objekte ist jeweils im Diskussionskasten angefügt.

Düftiwald 10

Gemeinde: Wald
 Koordinaten: 2'601'699/ 1'194'728
 Höhe ü.M.: 689 m
 Datum Aufnahme: 22.04.2015
 Beabeiter: Susanne Felder

QAA184

Zustand: natürlich
 Austrittsform: Sturzquelle
 Schüttung: < 1 L/Sek
 Gösse: 25 m²
 Beeinträchtigungen: keine



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört



Foto: GBL



Taxa	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld**	Gesamt	ÖWZ	RL	PN
<i>Rhyacophila pubescens*</i>		2			2	8		
<i>Sericostoma personatum</i>		1			1	4		
<i>Wormaldia occipitalis</i>		2			2	16		
<i>Plectrocnemia geniculata</i>		2			2	16	NT	
<i>Potamophylax nigricornis</i>		12			12	16	NT	
<i>Leuctra braueri</i>	17	12			29	16		
<i>Nemoura marginata</i>	6	12			18	8		
<i>Cordulegaster bidentata</i>		1			1	8	NT	5
<i>Gammarus fossarum</i>	31				31	4		
<i>Salamandra salamandra</i>				1	1	8	VU	4

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****22**

quelltypisch

bedingt quelltypisch

quellverträglich

quellfremd

sehr quellfremd

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****1.43**

naturnah

bedingt naturnah

mässig beeinträchtigt

geschädigt

stark geschädigt

Diese natürliche Sickerquelle im Düftiwald nahe bei dem Dorf Kehrsatz ist, typisch für den carbonalthaltigen Untergrund des Berner Mittellandes, tuffbildend. Sie wird daher dem laut NHV national prioritären Lebensraumtyp Cratoneurion (Kalk-Quellflur) zugeteilt. Sie beherbergt vier quelltypische Arten wie *Potamophylax nigricornis* und *Plectrocnemia geniculata*, sowie vier quellliebende Arten. Vier der gefundenen Quellbewohner befinden sich auf den roten Listen der gefährdeten Arten der Schweiz. Dies spiegelt sich ebenfalls im Wert der BAFU-Bewertung wieder: Die Artengemeinschaft wird als quelltypisch eingestuft. Im Umfeld gibt es viele weitere solche Quellen, dieser ganze Teil des Düftiwaldes bildet einen grossen Quellkomplex. Es ist unbedingt notwendig, dieses Gebiet zu erhalten und vor Beeinträchtigungen zu schützen, da es gerade im Mittelland nur noch selten solche grossen, zusammenhängenden Quelllebensräume gibt. Die zuständigen Anstösser wie Grundeigentümer und Förster sind in diesem Zusammenhang zu informieren und für diesen Lebensraum zu sensibilisieren. Im Idealfall findet dieses Gebiet Einzug in ein entsprechendes Naturinventar.

*Arten sind in diesem Stadium nicht mit absoluter Sicherheit bestimmbar

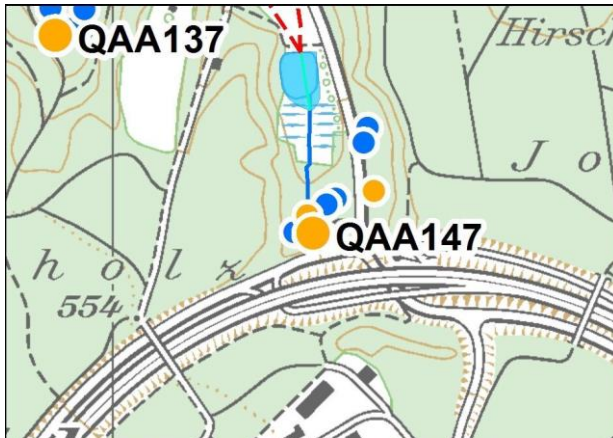
**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Jordenweiher 02

Gemeinde: Bern
 Koordinaten: 2'596'260/ 1'200'435
 Höhe ü.M.: 534 m
 Datum Aufnahme: 11.03.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

QAA147

Zustand: beeinträchtigt
 Austrittsform: künstlich
 Schüttung: < 1 L/Sek
 Gösse: 5 m2
 Beeinträchtigungen: Alte Fassung



Farblegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört

Foto: GBL

Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZ	RL	PN
<i>Plectrocnemia geniculata</i>		6			6	16	NT	
<i>Wormaldia occipitalis</i>		1			1	16		
<i>Beraea pullata</i>		2			2	16	NT	
<i>Crunoecia irrorata</i>		3			3	16		
<i>Nemoura marginata</i>		4			4	8		
<i>Isonychia braueri</i>		2			2	16		
<i>Cordulegaster bidentata</i>		2		3	5	8	NT	5
<i>Gammarus fossarum</i>	9				9	4		
<i>Salamandra salamandra</i>				2	2	8	VU	4

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****18.2**

quelltypisch

bedingt quelltypisch

quellverträglich

quellfremd

sehr quellfremd

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****2.38**

naturnah

bedingt naturnah

mässig beeinträchtigt

geschädigt

stark geschädigt

Diese kleine Quelle tritt aus einer zerfallenen Betonfassung aus und speist zusammen mit weiteren Quellaustritten den Jordenweiher. Trotz der strukturellen Beeinträchtigung beherbergt sie fast ausschliesslich Quellspezialisten (5) und quellliebende Arten. 4 der gefundenen Arten sind auf den Roten Listen der Schweiz zu finden, zwei der vier haben eine nationale Priorität (*Cordulegaster bidentata* und *Salamandra salamandra*). Dieses Beispiel zeigt, dass auch vormals gefasste Quellen sich unter den richtigen Umständen selbst regenerieren und wieder einen wertvollen Lebensraum bilden können. Die BAFU-Bewertung ist hier nur «bedingt quelltypisch» ausgefallen, weil von den quelltypischen Arten jeweils nur wenige Individuen gefunden wurden (was in einer kleinen Quelle jedoch nicht erstaunlich ist). Die Quelle ist Teil eines Quellkomplexes, welcher aus weiteren vormals gefassten Quellaustritten, sowie einer grossen natürlichen Sickerquelle im unmittelbaren Umfeld gebildet wird. Auch im westlich angrenzenden Eichholzwald wurden viele kleinere Quellaustritte gefunden. Gerade die Nähe zur Stadt ist erstaunlich, birgt aber ein hohes Risiko für das Quellgebiet. Es ist daher wichtig, bei zukünftigen Bauplanungen und Erweiterungen der Infrastruktur dieses Gebiet grossräumig auszusparen und zu erhalten, sowie allfällige Neufassungen und schädliche Einwirkungen der nahen Siedlung und der Verkehrswege zu verhindern. Die Aufnahme des ganzen Gebiets inklusive des Jordenweihers in ein Naturinventar wäre wünschenswert.

*Arten sind in diesem Stadium nicht mit absoluter Sicherheit bestimmbar

**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Unterholz 01**QEM424**

Gemeinde: Koppigen
 Koordinaten: 2612545 / 1221595
 Höhe ü.M.: 463 m
 Datum Aufnahme: 29.04.16
 Beabeiter: Laura Bruppacher

Zustand: natürlich
 Austrittsform: Sturzquelle
 Schüttung: 12 L/Sek
 Gösse: 30 m2
 Beeinträchtigungen: keine



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört

Foto: GBL

Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZ	RL	PN
<i>Crunoecia irrorata</i>		2	1		3	16		
<i>Odontocerum albicorne</i>		3			3	2		
<i>Sericostoma flavicorne/personatum</i>		3	3		6	4		
<i>Potamophylax nigricornis</i>		5			5	16	NT	
<i>Agapetus fuscipes</i>		1	3	10	14	16		
<i>Silo nigricornis</i>		1	2	5	8	2		
<i>Beraea pullata</i>		1			1	16	NT	
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		1			1	4		
<i>Plectrocnemia sp.*</i>		3			3	8		
<i>Protonemura risi</i>		6			6	8		
<i>Nemoura marginata</i>		11			11	8		
<i>Gammarus fossarum</i>	45				45	4		
<i>Gammarus pulex</i>	6				6	2		
<i>Dendrocoelum cavaticum</i>	8				8	8		

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****17.9**

quelltypisch

bedingt quelltypisch

quellverträglich

quellfremd

sehr quellfremd

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****1.69**

naturnah

bedingt naturnah

mässig beeinträchtigt

geschädigt

stark geschädigt

Diese grosse Sturzquelle tritt an einem Hangfuss im Wald aus. Sie hat eine beträchtliche Schüttung und verläuft über ca. 100 Meter linear, bis sie dann in die Ösch mündet. Vor dem Eintritt in die Ösch hat sich ein weiterer sickernder Quellbereich gebildet. Die Abgrenzung des Quell-Lebensraumes ist bei diesem Objekt schwierig, da bachabwärts immer wieder neue kleine Quellaustritte am Rand des Quellbaches einmünden. Es fanden sich 4 Quellspezialisten und 4 quellbevorzugenden Arten, wovon zwei auf der Roten Liste der Schweiz zu finden sind. Ebenfalls wurden ein paar weniger quellgebundene Arten im unteren Teil der Quelle gefunden. Die BAFU-Bewertung fällt bei dieser Quelle «bedingt quelltypisch» aus. Die Quelle ist Teil eines grossen Quellkomplexes, welcher eine weite Fläche des Waldes vernässt. Dies könnte in Zukunft vor allem Konflikte mit der Forstwirtschaft ergeben. Es ist daher von Bedeutung, den Anstössern den Wert dieses Lebensraumes aufzuzeigen und allenfalls Bewirtschaftungsverträge für den Erhalt und die schonende Bewirtschaftung auszuhandeln.

*Arten sind in diesem Stadium nicht sicher bestimmbar

**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Eichholz 03

Gemeinde: Bern
 Koordinaten: 2595925 / 1200695
 Höhe ü.M.: 519 m
 Datum Aufnahme: 19.04.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

QAA137

Zustand: beeinträchtigt
 Austrittsform: künstlich
 Schüttung: 2 L/Sek
 Gösse: 17 m²
 Beeinträchtigungen: alte Fassung



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört

Foto: GBL

Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZ	RL	PN
<i>Crunoecia irrorata</i>		1			1	16		
<i>Odontocerum albicorne</i>		6			6	2		
<i>Plectrocnemia geniculata</i>		3			3	16	NT	
<i>Protonemura risi</i>		8			8	8		
<i>Leuctra sp.*</i>		17			17	4		
<i>Leuctra braueri</i>		5			5	16		
<i>Cordulegaster bidentata</i>			1	1	2	8	NT	5
<i>Gammarus fossarum</i>	43				43	4		
<i>Asellus aquaticus</i>	3				3	1		
<i>Polycelis felina</i>	19			10	29	8		
<i>Crenobia alpina</i>	1				1	16		
<i>Salamandra salamandra</i>				2	2	8	VU	4

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****17.1**

quelltypisch

bedingt quelltypisch

quellverträglich

quellfremd

sehr quellfremd

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****2.98**

naturnah

bedingt naturnah

mässig beeinträchtigt

geschädigt

stark geschädigt

Diese Quelle tritt unter einer alten Eisenplatte hervor und mündet nach ca. 200 Metern in den Gäbelbach. Vier Quellspezialisten wurden gefunden, sowie vier quellbevorzugende Arten. Unter den Quellarten waren drei Vertreter aus den Roten Listen der Schweiz, zwei davon mit nationaler Priorität. Wie bei der Quelle QAA147 wird auch bei dieser Quelle ersichtlich, dass auch bei einer Beeinträchtigung der Struktur ein wertvoller Lebensraum für die Quellbewohner bestehen kann. Die BAFU-Bewertung bewertet die Fauna als "bedingt quelltypisch". In der Umgebung sind weitere kleinere Quellaustritte vorhanden, welche für die Vernetzung sehr wertvoll sind. Die Jordenweiher-Quellen befinden sich ebenfalls im selben Perimeter. Alle zusammen bilden sie ein grosses Quellgebiet mit guten Vernetzungswegen. Ebenso wie für die Quelle QAA147 ist es auch für diese Quelle wichtig, aufgrund der Nähe zur Siedlung und Verkehrswegen bei zukünftigen Erweiterungen der Infrastruktur dieses Gebiet grossräumig auszusparen und zu schützen, sowie schädliche Einträge aus den nahen Umgebung zu minimieren.

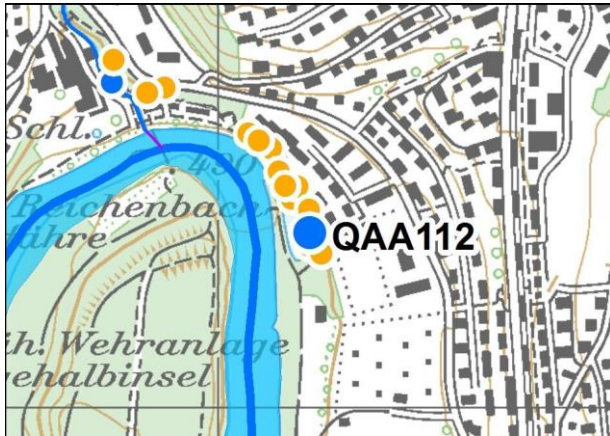
*Arten sind in diesem Stadium nicht sicher bestimmbar

**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Reichenbachquelle 12**QAA112**

Gemeinde: Zollikofen BE
 Koordinaten: 2601120 / 1204230
 Höhe ü.M.: 493 m
 Datum Aufnahme: 09.05.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

Zustand: natürlich
 Austrittsform: Sturzquelle
 Schüttung: <1 L/Sek
 Gösse: 12 m²
 Beeinträchtigungen: keine



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört

Foto: GBL

Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZ	RL	PN
<i>Crunoecia irrorata</i>		1			1	16		
<i>Plectrognemia geniculata</i>		1			1	16	NT	
<i>Wormaldia occipitalis</i>		1			1	16		
<i>Nemoura marginata</i>		5			5	8		
<i>Cordulegaster bidentata</i>		1			1	8	NT	5
<i>Gammarus fossarum</i>	4				4	4		

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****13.3**

quelltypisch

bedingt quelltypisch

quellverträglich

quellfremd

sehr quellfremd

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****1.34**

naturnah

bedingt naturnah

mässig beeinträchtigt

geschädigt

stark geschädigt

Diese kleine Sturzquelle tritt auf natürliche Weise am rechten Aareufer auf der Höhe Zollikofen aus. In unmittelbarer Nähe befinden sich viele weitere Quellaustritte, alle aus der abfallenden Böschung zur Aare hin abfließend. Obwohl die Individuendichte der gefundenen 6 Taxa gering ist, zählen alle Arten, ausser *Gammarus fossarum*, zu den Quellspezialisten (3) oder Quellbevorzuger (2). Zwei davon befinden sich auf den Roten Listen der Schweiz. Auch solche kleinen Quellen, die eventuell von einem flächendeckenden Selektionsverfahren übersehen würden, können sehr wichtige Lebensräume darstellen. Sie sind ebenfalls für die Vernetzung grösserer Quellgebiete essentiell und können wie hier gezeigt wurde, eine quelltypische Fauna mit einer Reihe gefährdeter Arten beherbergen. Daher ist es wichtig, solche kleinen Ökosysteme ebenfalls so gut wie möglich in die Schutzplanung zu integrieren. Die BAFU-Bewertung fällt hier tiefer aus als erwartet, da von den einzelnen Arten jeweils nur wenige Individuen gefunden wurden, ähnlich wie bei der Quelle QAA147. Aufgrund der unmittelbaren Nähe zur Siedlung und dem Naherholungsraum Aareufer, ist auch hier bei zukünftigen Erweiterungen der Infrastruktur und Umgestaltung des Erholungsraumes darauf zu achten, diese wertvollen Kleinlebensräume nicht zu beeinträchtigen. Im Raum Bern befinden sich ab dem Felsenuviadukt entlang des gesamten rechten Aareufers solche kleinen Quellaufstösse, sowie sehr beeindruckende Kalk-Quellfluren (nat.prioritärer Lebensraum Cratoneurion, nach NHV) an der Mündung des Krebsbachs in die Aareschleufe. Es wäre von grösster Bedeutung, für zukünftige Planungen und Ufergestaltungen das Inventar der Quell-Lebensräume des Kantons Bern miteinzubeziehen und dieses Gebiet wenn möglich in ein Naturinventar aufzunehmen.

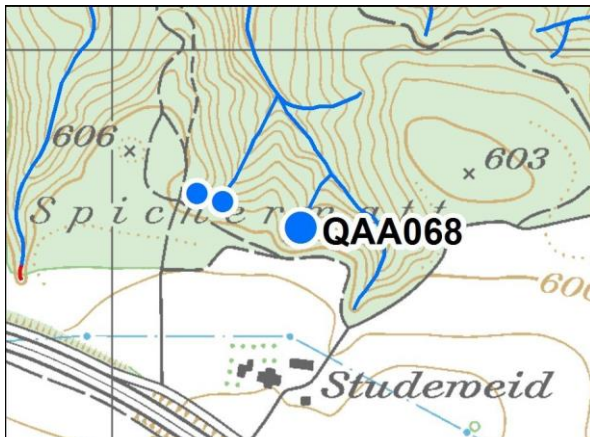
*Arten sind in diesem Stadium nicht sicher bestimmbar

**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Frauenkappelen 02**QAA068**

Gemeinde: Frauenkappelen
 Koordinaten: 2591255 / 1200760
 Höhe ü.M.: 584 m
 Datum Aufnahme: 19.04.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

Zustand: natürlich
 Austrittsform: Sturzquelle
 Schüttung: <1 L/Sek
 Gösse: 30 m2
 Beeinträchtigungen: keine



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört

Foto: GBL

Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZ	RL	PN
<i>Plectrognemia geniculata</i>		4			4	16	NT	
<i>Rhyacophila pubescens</i>		1			1	8		
<i>Crunoecia irrorata</i>		2			2	16		
<i>Nemoura marginata</i>		13			13	8		
<i>Leuctra sp. *</i>		1			1	4		
<i>Leuctra braueri</i>		10			10	16		
<i>Cordulegaster bidentata</i>				2	2	8	NT	5
<i>Gammarus fossarum</i>	55				55	4		
<i>Crenobia alpina</i>	3				3	16		
<i>Salamandra salamandra</i>		2			2	8	VU	4

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****20.0**

quelltypisch

bedingt quelltypisch

quellverträglich

quellfremd

sehr quellfremd

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****1.31**

naturnah

bedingt naturnah

mässig beeinträchtigt

geschädigt

stark geschädigt

Diese schwach schüttende Sturzquelle befindet sich an einem Steilhang in einem Waldstück linksufrig des Wohlensees. Sie bildet grossflächige Kalkterrassen mit Pools und zählt daher zu dem nach NHV national prioritären Lebensraumtyp Cratoneurion (Kalk-Quellflur). Das Quellwasser fliesst nach ca. 500 Metern direkt in den Wohlensee und ist so mit einem grossräumigen Gewässernetz verbunden. In dieser Quelle wurden bis auf zwei Arten, ausschliesslich Quellspezialisten (4) und Quellbevorzuger (4) gefunden, von denen drei auf den Roten Listen der Schweiz stehen. Die typischen Kalk-Quellenbewohner *Cordulegaster bidentata* und die Larven des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra*) werden zu den national prioritären Arten gezählt. Die BAFU-Bewertung stuft die Fauna der Quelle als "quelltypisch" ein. Wahrscheinlich aufgrund des abfallenden Geländes wurde in diesem Waldabschnitt nur wenig gewirtschaftet, was den Quell-Lebensraum vor Störungen grösstenteils schützt. So in Ruhe gelassen, konnte sich hier ein reich strukturierter und besiedelter Lebensraum bilden. Damit dies auch weiterhin so bleibt ist es wichtig, die Anstösler wie Förster und Grundeigentümer zu sensibilisieren und sie auf diese wertvolle Quelle aufmerksam zu machen. So können Beeinträchtigungen wie Zuschüttung, Forstabfall oder Düngereintrag oft bereits verhindert werden.

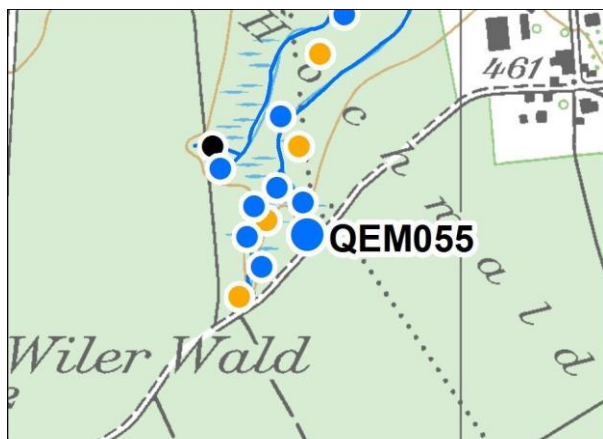
*Arten sind in diesem Stadium nicht sicher bestimmbar

**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Hochwald 01**QEM055**

Gemeinde: Wiler bei Utzensdorf
 Koordinaten: 2609795 / 1222693
 Höhe ü.M.: 460 m
 Datum Aufnahme: 04.05.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

Zustand: natürlich
 Austrittsform: Tümpelquelle
 Schüttung: 5 L/Sek
 Gösse: 42 m²
 Beeinträchtigungen: keine



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört

Foto: GBL

Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZ	RL	PN
<i>Crunoecia irrorata</i>		1		3	4	16		
<i>Plectrognemia geniculata</i>		8			8	16	NT	
<i>Sericostoma flavicorne/personatum</i>		7	1		8	4		
<i>Nemurella pictetii</i>		80			80	4		
<i>Leuctra nigra</i>		11			11	8		
<i>Centroptilum luteolum</i>		29		10	39	1		
<i>Gammarus fossarum</i>					0	4		
<i>Gammarus pulex</i>					0	2		
<i>Polycelis felina</i>	27			20	47	8		
<i>Crenobia alpina</i>	4				4	16		
<i>Radix balthica</i>	1				1	1		
<i>Pisidium sp.*</i>	18				18	8		

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****21.4**

quelltypisch bedingt quelltypisch quellverträglich quellfremd sehr quellfremd

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****1.48**

naturnah bedingt naturnah mässig beeinträchtigt geschädigt stark geschädigt

Diese Erscheinungsform der sogenannten "Tümpelquelle" ist nach dem jetzigen Kenntnisstand in der Schweiz selten und stellt deshalb einen einzigartigen, wertvollen Lebensraumtyp dar. Die Quelle ist eine der einzigen im Inventar verzeichneten Tümpelquellen und befindet sich noch dazu im Mittelland. Das Wasser tritt hier am Boden eines Weihers im Wilerwald aus, was ein sehr spezielles Ökosystem entstehen lässt. Es wurde in dieser Quelle eine grosse Vielfalt und hohe Dichte an Wirbellosen gefunden, unter denen sich Quellspezialisten (3) und Quellbevorzuger (3) befinden. Das Artenspektrum dieses Quelltyps scheint aber durch den stillgewässerartigen Charakter vielfältiger zu sein, als bei anderen Formen. Die Hälfte der gefundenen Arten ist nicht-quelltypisch. Interessanterweise wird die Lebensgemeinschaft durch die BAFU-Bewertung dank der hohen Abundanzen dennoch als quelltypisch eingestuft. Die Quelle befindet sich in einem grossen Netzwerk aus weiteren solchen Tümpel- und Sickerquellen. Dieses einzigartige Feuchtgebiet ist zukünftig insbesondere vor Verbauungen und Trockenlegungen zu Gunsten der Forstwirtschaft oder für die Sicherung der Waldwege zu schützen. In Konfliktsituationen sollte, aufgrund der Seltenheit dieses Lebensraumes, diesem eine Vorrangposition zukommen.

*Arten sind in diesem Stadium nicht sicher bestimmbar

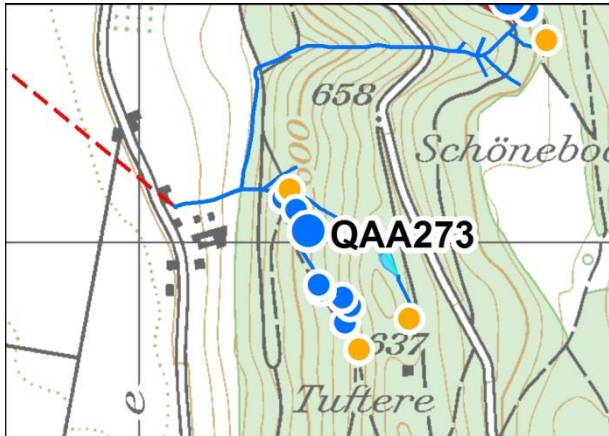
**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Belpberg 18

Gemeinde: Belp
 Koordinaten: 2605223 /1191016
 Höhe ü.M.: 605 m
 Datum Aufnahme: 11.05.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

QAA273

Zustand: natürlich
 Austrittsform: Sturzquelle
 Schüttung: 2 L/Sek
 Gösse: 370 m²
 Beeinträchtigungen: keine



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört

Foto: GBL



Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZ	RL	PN
<i>Plectrocnemia geniculata</i>					3	16	NT	
<i>Plectrocnemia sp.</i>					3	8		
<i>Wormaldia occipitalis</i>					2	16		
<i>Cordulegaster sp.</i>					5	8	NT	5
<i>Leuctra braueri / muranyii</i>					1	16		
<i>Nemoura marginata</i>					1	8		
<i>Nemurella pictetii</i>					3	4		
<i>Nemoura sp.</i>					1	4		
<i>Protonemura brevistyla</i>					1	4		
<i>Protonemura sp.</i>					17	8		
<i>Baetis sp.</i>					1	2		
<i>Gammarus fossarum</i>					29	4		
<i>Crenobia alpina</i>					8	16		

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert 16.8**

quelltypisch	bedingt quelltypisch	quellverträglich	quellfremd	sehr quellfremd
--------------	----------------------	------------------	------------	-----------------

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert 1.25**

naturnah	bedingt naturnah	mässig beeinträchtigt	geschädigt	stark geschädigt
----------	------------------	-----------------------	------------	------------------

Diese grosse Kalkquelle befindet sich am Westhang des Belpbergs. Sie schüttet schwach, aber ganzjährig und hat über die Jahre beeindruckende Kalkterrassen gebildet. Sie gehört zu dem laut NHV national prioritären Lebensraumtyp Cratoneurion (Kalk-Quellflur). In der Quelle wurde die hohe Diversität von 13 Taxa gefunden, davon 4 quelltypische Arten, sowie 4 quellbevorzugende Arten. Die BAFU-Bewertung fällt hier "bedingt quelltypisch" aus, was dem persönlichen Eindruck entspricht. Die Abwertung der Quellfauna könnte an der geringen Anzahl der gefundenen Individuen liegen, auf was die BAFU-Methode empfindlich reagiert. Im Gebiet gibt es viele weitere Quellen, die einen grossen Quell-Komplex bilden. In der Umgebung der Quellen befinden sich einige Brunnstuben und Leitsysteme, von welchen zeitweise ein Überlauf in den Quellbach eingeleitet wird. Für den Schutz dieses Quellkomplexes wäre zu gewährleisten, dass er in seiner jetzigen Form erhalten bleibt und allenfalls sogar gefasstes Wasser wieder rückgeführt wird. Es ist unbedingt notwendig dieses Gebiet zu erhalten und vor Beeinträchtigungen zu schützen, da es gerade im Mittelland nur noch selten solche grossen, zusammenhängenden Quell-Lebensräume gibt.

*Arten sind in diesem Stadium nicht ganz sicher bestimmbar

**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Obere Schüpbach 08**QEM405**

Gemeinde: Signau

Zustand: natürlich

Koordinaten: 2622395 / 1193408

Austrittsform: Sturzquelle

Höhe ü.M.: 799

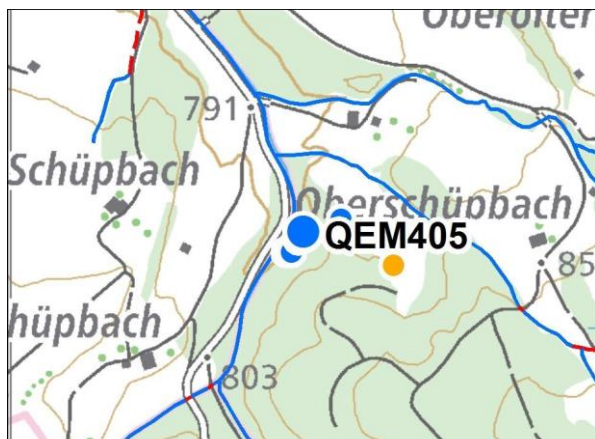
Schüttung: 2 L/Sek

Datum Aufnahme: 20.05.2016

Gösse: 20 m2

Beabeiter: Laura Bruppacher

Beeinträchtigungen: keine



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört

Foto: GBL

Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZ	RL	PN
<i>Agapetus fuscipes</i>		4	1	31	36	16		
<i>Crunoecia irrorata</i>		4		5	9	16		
<i>Sericostoma flavicorne/personatum</i>		1			1	4		
<i>Wormaldia occipitalis</i>		1			1	16		
<i>Rhyacophila hirticornis</i>		1			1	8	NT	
<i>Plectrognemia geniculata</i>		5			5	16	NT	
<i>Nemoura mortoni</i>		1			1	8		
<i>Nemoura sp.*</i>		4			4	4		
<i>Protonemura risi</i>		9			9	8		
<i>Protonemura sp.*</i>		45			45	8		
<i>Baetis sp.*</i>		4			4	2		
<i>Gammarus fossarum</i>	43				43	4		
<i>Proasellus cavaticus</i>	13				13	8		
<i>Crenobia alpina</i>	3				3	16		
<i>Dendrocelum cavaticum</i>	2				2	8		

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****21.9**

quelltypisch	bedingt quelltypisch	quellverträglich	quellfremd	sehr quellfremd
--------------	----------------------	------------------	------------	-----------------

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****1.49**

naturnah	bedingt naturnah	mässig beeinträchtigt	geschädigt	stark geschädigt
----------	------------------	-----------------------	------------	------------------

Diese Quelle ist Teil einer ganzen Reihe sich ähnelnder Austritte entlang des Steinebachs, die ein zusammenhängendes System bilden. Wenige Meter nach dem Austritt mündet die Quelle in einen gemeinsamen Quellbach, der weiter unten in den Steinebach übergeht. Trotz der unmittelbaren Nähe zum Bach, besiedeln fast ausschliesslich Quellspezialisten (5) und Quellbevorzuger (6) die Quelle. Dank des steinigen Substrats wird das Habitat auch von den quelltypischen Glossosomatiden der Art *Agapetus fuscipes* in hoher Dichte besiedelt. Ein spezieller Fund sind die beiden Höhlenarten *Dendrocelum cavaticum* und *Proasellus cavaticus*, welche die direkte Verbindung zum Grundwasser unterstreichen. Dieses System ist besonders wertvoll, da es sich in einem kleinen kultivierten Waldstück nahe dem Kulturland behaupten konnte. Um dieses Schmuckstück zu erhalten, bedarf es eines achtsamen Forstbetriebes sowie der Information der Förster/Grundeigentümer und der Landwirte, die das umliegende Kulturland bewirtschaften.

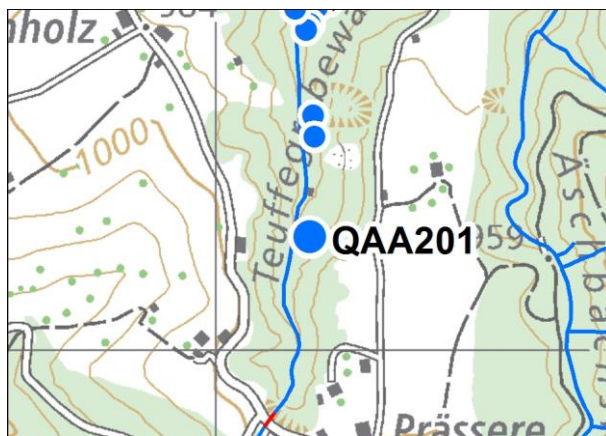
*Arten sind in diesem Stadium nicht sicher bestimmbar

**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Teuffegrabe 12**QAA201**

Gemeinde: Sigriswil
 Koordinaten: 2622124/ 1179150
 Höhe ü.M.: 948 m
 Datum Aufnahme: 20.05.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

Zustand: natürlich
 Austrittsform: Sturzquelle
 Schüttung: 50 L/Sek
 Gösse: 150 m2
 Beeinträchtigungen: keine



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört

Foto: GBL

Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZ	RL	PN
<i>Crunoecia irrorata</i>		7			7	16		
<i>Nemoura marginata</i>		2			2	8		
<i>Protonemura sp. *</i>		2			2	8		
<i>Gammarus fossarum</i>	3				3	4		
<i>Proasellus cavaticus</i>	1				1	8		
<i>Niphargus sp.*</i>	2				2	8		
<i>Dendrocelum cavaticum</i>	1				1	8		

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****11.4**

quelltypisch	bedingt quelltypisch	quellverträglich	quellfremd	sehr quellfremd
--------------	----------------------	------------------	------------	-----------------

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****1.17**

naturnah	bedingt naturnah	mässig beeinträchtigt	geschädigt	stark geschädigt
----------	------------------	-----------------------	------------	------------------

Diese beeindruckende Sturzquelle speist zu einem grossen Teil den Teuffegrabe. Die Schüttung ist mit 50 l/s die stärkste der untersuchten Quellen, das Wasser drückt an zahlreichen Stellen aus dem moosbewachsenen Hang. Trotz der beeindruckenden Grösse der Quelle, wurde eine erstaunlich geringe Individuendichte festgestellt. Sämtliche gefundenen Arten, bis auf *Gammarus fossarum*, sind Quellspezialisten (1) oder Quellbevorzuger (5). Die BAFU-Bewertung fällt aufgrund der tiefen Abundanzen wie bei der Quelle QAA112 trotz des hohen Anteils an Quellbewohnern nur "quellverträglich" aus. Die Individuenarmut liess ebenfalls den persönliche Eindruck einer nicht quelltypischen Fauna zurück, wobei dies bei einer derart stark schüttenden Quelle vorkommen kann. Es wird vermutet, dass die Quelle durch den hohen Druck des Wassers (noch) keinen richtigen Quellcharakter im Quellbereich ausbilden kann und die Gemeinschaft überwiegend aus der (artenarmen) Grundwasserfauna besteht. Für diese Theorie sprechen auch die drei Grundwasserarten *Proasellus cavaticus*, *Niphargus sp.* und *Dendrocelum cavaticum*, die grösste Menge an Grundwasservertretern, die in diesem Projekt in einer Quelle gefunden wurden. Eine Erhebung der chemischen Parameter, zusammen mit der Vegetation, sowie eine erneute Fauna-Beprobung wären bei dieser Quelle spannend um herauszufinden, weshalb sie so schwach besiedelt ist. Trotz dieser Tatsache, stellt sie eine strukturelle Schönheit mit vielen wertvollen Nischen und einem intakten Grundwasserzugang dar. Durch ihren abgeschiedenen Standort im Wald ist sie vor anthropogenen Einflüssen weitestgehend geschützt. Vielmehr besteht hier die Gefahr, dass die Quelle aufgrund der grossen Schüttung als Trinkwasser-Fassung in Betracht gezogen werden wird.

*Arten sind in diesem Stadium nicht ganz sicher bestimmbar

**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Schaufelacker 02**QSS035**

Gemeinde: Schwarzenburg
 Koordinaten: 2595453 / 1189216
 Höhe ü.M.: 746 m
 Datum Aufnahme: 25.05.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

Zustand: natürlich
 Austrittsform: Sturzquelle
 Schüttung: < 1 L/Sek
 Gösse: 15 m2
 Beeinträchtigungen: keine



Farblegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört



Foto: GBL

Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZ	RL	PN
<i>Potamophylax nigricornis</i>		9			9	16	NT	
<i>Odontocerum albicorne</i>		3			3	2		
<i>Plectrognemia geniculata</i>		6			6	16	NT	
<i>Plectrognemia conspersa</i>		2			2	4		
<i>Nemoura marginata</i>		9			9	8		
<i>Leuctra sp.*</i>		3			3	4		
<i>Cordulegaster bidentata</i>				1	1	4	NT	5
<i>Gammarus fossarum</i>	82				82	8		
<i>Crenobia alpina</i>	4				4	16		

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****20.0**

quelltypisch

bedingt quelltypisch

quellverträglich

quellfremd

sehr quellfremd

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****1.42**

naturnah

bedingt naturnah

mässig beeinträchtigt

geschädigt

stark geschädigt

Diese schwach schüttende Sturzquelle befindet sich auf einer Waldinsel inmitten von Viehweiden nahe von Schwarzenburg. Sie bildet Kalkterrassen und ist daher dem nach NHV national prioritären Lebensraumtyp Cratoneurion (Kalk-Quellflur) zuzuordnen. Der Abfluss mündet schlussendlich in die Sense, womit eine Vernetzung mit einem der unberührtesten Gewässersysteme der Schweiz besteht. Drei Quellspezialisten, sowie zwei Quellbevorzuger besiedeln diese Quelle, für ihre Grösse sogar in einer beträchtlichen Anzahl. Darunter sind drei Arten der Roten Liste, die gestreifte Quelljungfer *Cordulegaster bidentata* wird sogar als national prioritär eingestuft. Die Bewertung des BAFU ist entsprechend dem persönlichen Eindruck quelltypisch ausgefallen. An diese Quelle grenzen weitere, zum Teil sickernde Quellen und bilden so in dem kleinen Waldstück eine wunderschöne Quelloase. An diesen Komplex ist ein natürlicher Weiher angebunden, der vom Quellwasser gespeist wird. Das grösste Risiko besteht hier in der unmittelbaren Nähe zum Kulturland. Diese "Quell-Insel" stellt einen einzigartigen Fund in dieser geographischen Lage dar und einen wichtigen Vernetzungskorridor in einem ansonsten landwirtschaftlich geprägten Gebiet. Ein schädlicher Einfluss von Nährstoffen oder eine Drainage aus dem umgebenden Kulturland ist unbedingt zu verhindern, indem die Förster und Landwirte sensibilisiert werden. Der Waldabschnitt ist zu schonen und es sollte unbedingt von grossflächigen Rodungen und Deponien von Forstabfall abgesehen werden. Wenn möglich sollte dieses Objekt in ein Naturinventar aufgenommen werden.

*Arten sind in diesem Stadium nicht ganz sicher bestimmbar

**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Bidmiquelle 02

Gemeinde: Meiringen
 Koordinaten: 2659680/1177595
 Höhe ü.M.: 1436 m
 Datum Aufnahme: 28.06.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

QBO369

Zustand: natürlich
 Austrittsform: Sickerquelle
 Schüttung: <1 L/Sek
 Gösse: 30 m2
 Beeinträchtigungen: keine



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört



Foto: GBL



Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZ	RL	PN
<i>Drusus chrysotus</i>		2			2	16	NT	
<i>Lithax niger</i>		5		5	10	8		
<i>Sericostoma flavicorne/personatum</i>		1			1	4		
<i>Drusus monticola</i>		3			3	8		
<i>Wormaldia occipitalis</i>		1	3		4	16		
<i>Parachiona picicornis</i>	2				2	16	NT	
<i>Nemurella pictetii</i>		46			46	4		
<i>Nemoura sp.*</i>		2			2	16		
<i>Leuctra armata</i>		1			1	16	NT	4
<i>Leuctra sp.*</i>		17			17	8		
<i>Protonemura auberti</i>		14			14	8	NT	
<i>Rhithrogena loyolaea</i>		1			1	4		
<i>Gammarus fossarum</i>	149				149	4		
<i>Crenobia alpina</i>	18				18	8		
<i>Galba truncatula</i>	11				11	4		

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****18.7**

quelltypisch bedingt quelltypisch quellverträglich quellfremd sehr quellfremd

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****1.33**

naturnah bedingt naturnah mässig beeinträchtigt geschädigt stark geschädigt

Diese grosse Sickerquelle befindet sich auf einer offenen Fläche in einem Waldstück und speist zusammen mit anderen Quellabflüssen den Bidmisse. Sie ist sowohl faunistisch wie auch floristisch sehr divers und beherbergt 5 quelltypische Arten sowie 5 quellenbevorzugende Arten. Die vier Rote Liste Arten gehören ebenfalls zu diesen Quellbewohnern, eine davon (*Leuctra armata*) befindet sich ebenfalls auf der Liste der national prioritären Arten. Im Umfeld gibt es viele Quellaustritte, die ein zusammenhängendes System bilden. das ganze Gebiet hat botanisch einen auffällig moorähnlichen Charakter, obwohl es in keinem Moirinventar verzeichnet ist. Diese grossflächige Sickerquelle besteht durch die die reichhaltige Tier- und Pflanzengemeinschaft, sowie durch ihre einzigartige strukturelle Vielfalt. Dieses Gebiet ist unbedingt in seiner jetzigen Form zu erhalten und wenn möglich grossräumig vor negativen Beeinflussungen durch Verbauungen und den Tourismus zu schützen.

*Arten sind in diesem Stadium nicht ganz sicher bestimmbar

**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Bidmiquelle 03

Gemeinde: Hasliberg
 Koordinaten: 2659650 / 1177620
 Höhe ü.M.: 1435 m
 Datum Aufnahme: 28.06.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

QBO370

Zustand: beeinträchtigt
 Austrittsform: Sturzquelle
 Schüttung: 35 L/Sek
 Gösse: 65 m2
 Beeinträchtigungen: Alte Fassung



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört

Foto: GBL



Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZ	RL	PN
<i>Lithax niger</i>		1			1	8		
<i>Rhyacophila bonaparti</i>		1			1	16	VU	2
<i>Drusus monticola</i>		20		5	25	8	NT	
<i>Dictyogenus fontium</i>		5			5	16	NT	
<i>Nemoura sp.*</i>		11			11	16		
<i>Protonemura auberti</i>		14			14	8		
<i>Protonemura lateralis</i>		9			9	4		
<i>Protonemura sp.*</i>		26			26	4		
<i>Leuctra armata</i>		1			1	16	NT	4
<i>Leuctra sp.*</i>		6			6	8		
<i>Gammarus fossarum</i>	49				49	4		
<i>Proasellus cavaticus</i>	1				1	8		
<i>Crenobia alpina</i>	3				3	8		
<i>Dendrocelum cavaticum</i>	1				1	8		

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****16.9**

quelltypisch bedingt quelltypisch quellverträglich quellfremd sehr quellfremd

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****2.49**

naturnah bedingt naturnah mässig beeinträchtigt geschädigt stark geschädigt

Diese strukturell sehr schöne Quelle hat eine starke Schüttung und befindet sich am Rand eines kleinen Waldstücks. Der Abfluss speist den Bidmissee zu einem grossen Teil, zusammen mit weiteren Quellen in unmittelbarer Nähe (u.a. QBO369). Sie ist faunistisch außergewöhnlich divers und beherbergt 4 quelltypische Arten, sowie 7 quellbevorzugende Arten. Unter diesen befinden sich seltene Quellbewohner wie *Dictyogenus fontium*. Ein ganz spezieller Fund ist die als verletzlich eingestufte Art *Rhyacophila bonaparti*, die endemisch ist für dieses Gebiet und eine hohe nationale Priorität hat (PN 2). Der ÖWS-Wert der BAFU-Bewertung ergibt "bedingt quelltypisch", was aufgrund der zahlreichen Quellarten erstaunlich ist. Die Quelle weist geringe strukturelle Beeinträchtigungen auf, ein Teil des Abflusses wird durch eine alte Brunnstube geleitet, jedoch ohne sichtbare Wasserentnahme. Viele der Austritte sind aber nach wie vor natürlich. Ob diese Beeinträchtigung einen Einfluss auf die Quellfauna hat, ist fraglich, der persönliche Eindruck war hier jedoch durchwegs positiv. Die Quelle sollte, zusammen mit den anderen Quellen in der Umgebung, unbedingt vor weiteren Beeinträchtigungen geschützt werden und in seinem jetzigen Zustand erhalten bleiben.

*Arten sind in diesem Stadium nicht ganz sicher bestimmbar

**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Muelerquelle**QSS045**

Gemeinde: Guggisberg
 Koordinaten: 2591358 / 1179834
 Höhe ü.M.: 1024 m
 Datum Aufnahme: 30.06.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

Zustand: beeinträchtigt
 Austrittsform: Sturzquelle
 Schüttung: 3 L/Sek
 Gösse: 10 m2
 Beeinträchtigungen: Rohr, Abfall



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört

Foto: GBL



Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZ	RL	PN
<i>Synagapetus dubitans</i>	1	14	16	10	41	16	NT	
<i>Lithax niger</i>		11		5	16	8		
<i>Drusus monticola</i>		8		10	18	8	NT	
<i>Nemoura sinuata</i>	1	8			9	16	NT	4
<i>Protonemura sp.*</i>		20			20	8		
<i>Protonemura risi</i>	1	25			26	8		
<i>Baetis alpinus</i>		14			14	4		
<i>Gammarus fossarum</i>	42				42	4		
<i>Crenobia alpina</i>	24			20	44	16		

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****33.3**

quelltypisch bedingt quelltypisch quellverträglich quelfremd sehr quelfremd

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****2.83**

naturnah bedingt naturnah mässig beeinträchtigt geschädigt stark geschädigt

Diese Quelle befindet sich im Offenland, inmitten einer Viehweide auf der collinen/montanen Stufe. Sie stellt dadurch einen sehr seltenen Fund dar, da praktisch alle Quellen im Offenland auf dieser Stufe durch anthropogene Einflüsse verschwunden sind. Im Sommer wird zur Speisung einer Viehtränke durch einen Schlauch Wasser vom unteren Teil der Quelle abgeleitet. Die gefundene Fauna ist vielfältig und vor allem die Dichten der gefundenen Arten sind für die moderate Grösse der Quelle aussergewöhnlich hoch. Es wurden 3 Quellspezialisten gefunden, sowie 4 Quellbevorzuger. Drei davon befinden sich auf der Roten Listen der Schweiz. Durch den steinigen Untergrund ist das Habitat perfekt geeignet für die quelltypische Art *Synagapetus dubitans*, welche einzig in dieser Quelle gefunden wurde. In der BAFU-Bewertung erzielte diese Quelle mit Abstand den höchsten Wert von allen untersuchten Quellen. Durch den hohen Seltenheitswert und die sehr dichte, quelltypische Besiedlung ist diese Quelle unbedingt zu erhalten und vor schädlichen Einflüssen, z.B. durch die umliegende Weide oder durch weitere Wasserentnahmen, zu schützen. Vor allem aber sind eine allfällige Fassung, Drainage oder anderweitige Zerstörung des Lebensraums unbedingt zu verhindern. Diese Quelle sollte wenn möglich Einzug in ein Naturinventar finden.

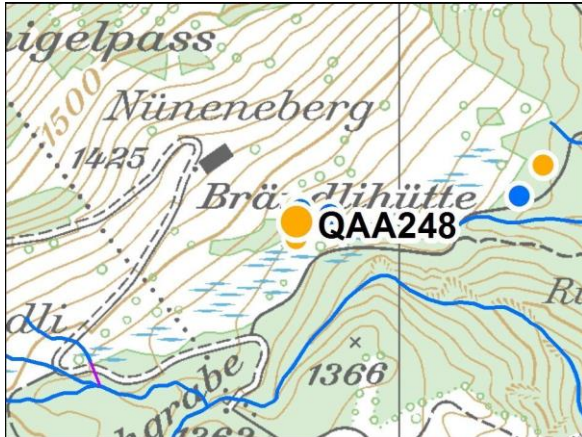
*Arten sind in diesem Stadium nicht ganz sicher bestimmbar

**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Brändlihütte 03**QAA248**

Gemeinde: Riggisberg
 Koordinaten: 2601859 / 1175695
 Höhe ü.M.: 1371 m
 Datum Aufnahme: 01.07.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

Zustand: beeinträchtigt
 Austrittsform: Sturzquelle
 Schüttung: 3 L/Sek
 Gösse: 18 m2
 Beeinträchtigungen: Viehtritt



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört

Foto: GBL

Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZA	RL	PN
<i>Rhyacophila intermedia</i>		1			1	4		
<i>Pseudopsilopteryx zimmeri</i>		8			8	8		
<i>Chaetopteryx villosa</i>		42			42	2		
<i>Lithax niger</i>		1	4		5	8		
<i>Crunoecia irrorata</i>			1		1	16		
<i>Protonemura risi</i>	1	61			62	8		
<i>Nemoura sp.*</i>	1				1	16		
<i>Leuctra braueri</i>		10			10	16		
<i>Baetis alpinus</i>		8			8	2		
<i>Gammarus fossarum</i>	119				119	4		
<i>Crenobia alpina</i>	15			5	20	8		

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****20.5**

quelltypisch bedingt quelltypisch quellverträglich quellfremd sehr quellfremd

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****2.07**

naturnah bedingt naturnah mässig beeinträchtigt geschädigt stark geschädigt

Diese Sturzquelle befindet sich am Rand eines beeinträchtigten Flachmoors von nationaler Bedeutung in einem kleinen Waldstück. Ihr Abfluss würde zu einem beträchtlichen Teil das angrenzende Feuchtgebiet speisen, wird aber nach ca. 30 Metern in einer Brunnstube gefasst. Der Quellbereich ist durch starken Viehtritt und Frass geprägt. Die Quelle erreicht mit 11 Taxa eine hohe Artendichte, drei der gefundenen Taxa sind Quellspezialisten, 4 sind Quellbevorzuger. In unmittelbarer Nähe befinden sich weitere Quellaustritte, alle davon werden in derselben Brunnstube gefasst und unter einem Wanderweg hindurch abgeleitet. In der direkten Nachbarsquelle wurde im Herbst 2015 die seltene Art *Rhyacophila leavis* gefunden (RL = VU, PN = 4). Gerade weil das ganze Quellgebiet Teil einer Moorlandschaft ist und somit sein Wasserhaushalt auch dafür entscheidend ist, sollten diese Quellen sorgfältig beobachtet werden und deren jetziger Zustand erhalten bleiben, respektive vor weiterem Schaden bewahrt werden. Es sollten auch Revitalisierungsmassnahmen für einen wieder frei abfliessenden Quellbach geplant werden, allenfalls im Zusammenhang mit einer Revitalisierung des Flachmoors.

*Arten sind in diesem Stadium nicht ganz sicher bestimmbar

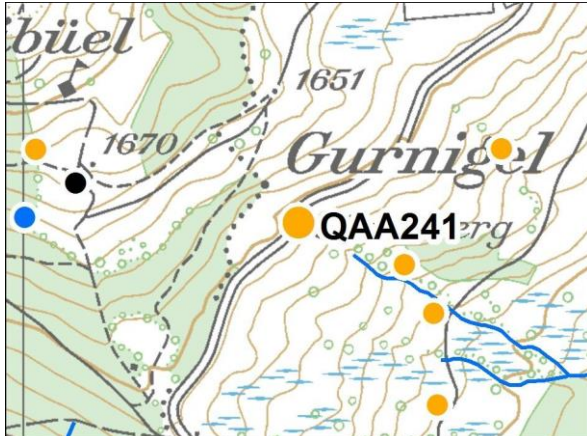
**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Stierenberg 04

Gemeinde: Rüeggisberg
 Koordinaten: 2600375 /1175297
 Höhe ü.M.: 1594 m
 Datum Aufnahme: 01.07.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

QAA241

Zustand: beeinträchtigt
 Austrittsform: Sturzquelle
 Schüttung: < 1 L/Sek
 Gösse: 8 m2
 Beeinträchtigungen: Alte Fassung



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört



Foto: GBL

Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZ	RL	PN
<i>Melampophylax mucoreus</i>		2			2	1		
<i>Philopotamus ludificatus</i>		1			1	2		
<i>Isoperla rivulorum</i>	2				2	2		
<i>Nemoura sp.*</i>		5			5	16		
<i>Protonemura auberti</i>		9			9	8	NT	
<i>Protonemura sp.*</i>		59			59	4		
<i>Baetis alpinus</i>		3			3	2		
<i>Gammarus fossarum</i>	107				107	4		
<i>Crenobia alpina</i>	17				17	8		

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****13.9**

quelltypisch

bedingt quelltypisch

quellverträglich

quellfremd

sehr quellfremd

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****3.06**

naturnah

bedingt naturnah

mässig beeinträchtigt

geschädigt

stark geschädigt

Diese kleine, schwach schüttende Quelle fliesst aus einer alten Brunnstube offen über eine Alpweide auf dem Gurnigel ab. 2 Meter über der Brunnstube befindet sich die Gurnigelpassstrasse. Es wurde direkt oberhalb der Brunnstube ein Strassenwasserabfluss installiert, von dem bei starken Regenfällen schädliche Einträge zu erwarten sind. Zudem wurde in der Quelle viel Plastik- und Metallabfall gefunden (stammt wahrscheinlich ebenfalls von der Strasse), sowie grossflächig Trittspuren vom vorbeiziehenden Vieh. Die Quelle ist zwar gut besiedelt, doch es wurden nicht viele Quellspezialisten gefunden. Dies deutet darauf hin, dass entweder durch die Brunnstube das Temperatur- und Chemismus-Regime gestört wird, oder durch die Einträge von der Strasse und dem Vieh ein nicht quelltypisches Milieu entsteht. In diesem Gebiet wurden ansonsten nicht viele Offenlandquellen gefunden. Die Quelle befindet sich am Rande eines Flachmoores von nationaler Bedeutung und ist sehr gut zugänglich. Es bestünde hier grosses Revitalisierungs-Potenzial. Mögliche Massnahmen wären die Auszäunung des Quellperimeters, zusammen mit einer Verlegung des Strassenabflusses und einer allfälligen Entfernung der Brunnstube.

*Arten sind in diesem Stadium nicht ganz sicher bestimmbar

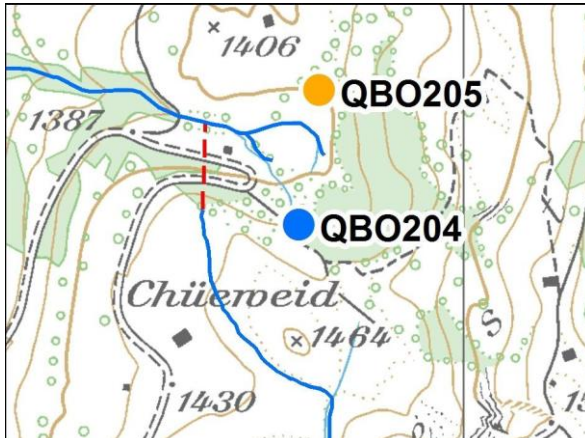
**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Q229 Goldbachquelle

Gemeinde: Diemtigen
 Koordinaten: 2611775 / 1164592
 Höhe ü.M.: 1470 m
 Datum Aufnahme: 29.06.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

QAA204

Zustand: natürlich
 Austrittsform: Sturzquelle
 Schüttung: 20 L/Sek
 Gösse: 150 m2
 Beeinträchtigungen: keine



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört



Foto: GBL



Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZA	RL	PN
<i>Lithax niger</i>		1			1	8		
<i>Drusus monticola</i>		33		10	43	8	NT	
<i>Pseudopsilopteryx zimmeri</i>		8			8	8		
<i>Parachiona picicornis</i>	2				2	16	NT	
<i>Nemoura sinuata</i>		9			9	16	NT	4
<i>Protonemura risi</i>		32			32	8		
<i>Protonemura sp.*</i>		29			29	4		
<i>Nemoura obtusa</i>	2				2	4	NT	4
<i>Niphargus sp.*</i>	12				12	8		
<i>Dendrocelum cavaticum</i>				3	3	8		
<i>Crenobia alpina</i>	19			15	34	8		
<i>Limnephilidae*</i>	35				35	-		

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****22.9**

quelltypisch

bedingt quelltypisch

quellverträglich

quellfremd

sehr quellfremd

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****1.28**

naturnah

bedingt naturnah

mässig beeinträchtigt

geschädigt

stark geschädigt

Diese sehr grossflächige Sturzquelle entspringt an einem dicht mit Gebüsch und feuchteliebenden Hochstauden bewachsenen Hang. Die flache Zone am Fuss des Hangs wird durch das Quellwasser vernässt und weist moorartige Charaktereigenschaften auf. Die Fauna ist mit 12 Taxa äusserst divers, die Quelle weist zwei quelltypische Arten und 7 quellbevorzugende Arten auf. Zwei davon sind spezifisch an Grundwasser gebunden, was die gute Konnektivität zum Untergrund zeigt. Auch seltene Arten sind zahlreich vertreten. Vier Arten der Roten Liste wurden gefunden, darunter zwei mit nationaler Priorität. Die BAFU-Methode bewertet diese Quelle als "quelltypisch": All diese Punkte machen diese Quelle zu einem ausnehmend wertvollen Objekt das in seiner jetzigen Form erhalten werden sollte. Die Quelle ist schwer zugänglich, da die vormals bewirtschaftete Umgebungsfläche langsam durch sukzessiven Waldaufwuchs bedeckt wird. Falls der Offenland-Charakter dieser Quelle erhalten werden soll, müsste der voranschreitende Wald um die Quellfläche regelmässig aufgelichtet werden, ohne dabei den Quellhorizont zu tangieren. Ob dieser Aufwand sinnvoll und möglich ist, oder ob man damit mehr zerstört als schützt, ist fraglich, daher gilt es diese Situation genau zu prüfen, mit den Bewirtschaftern zu sprechen und die verschiedenen Möglichkeiten abzuwägen.

*Arten sind in diesem Stadium nicht ganz sicher bestimmbar

**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Q230 Goldbachquelle

Gemeinde: Diemtigen
 Koordinaten: 2661803 / 1164775
 Höhe ü.M.: 1430 m
 Datum Aufnahme: 29.06.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

QAA205

Zustand: beeinträchtigt
 Austrittsform: Sturzquelle
 Schüttung: 10 L/Sek
 Gösse: 8 m2
 Beeinträchtigungen: Fassung



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört



Foto: GBL



Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZA	RL	PN
<i>Nemoura mortoni</i>		10			10	4		
<i>Nemurella pictetii</i>		13			13	4		
<i>Protonemura risi</i>		48			48	8		
<i>Leuctra sp.*</i>		2			2	8		
<i>Gammarus fossarum</i>	55				55	4		
<i>Crenobia alpina</i>	11			20	31	8		

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****19.3**

quelltypisch

bedingt quelltypisch

quellverträglich

quellfremd

sehr quellfremd

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****2.94**

naturnah

bedingt naturnah

mässig beeinträchtigt

geschädigt

stark geschädigt

Diese Quelle fliesst aus einer alten Brunnstube in einem ab. Der grössere Teil des Überlaufs tritt ca. 2 Meter unterhalb der Brunnstube als mehr oder weniger natürlicher Quellbach zutage. Ein Teil des Überlaufs scheint nach ca. 5 Metern über eine Pumpe in den Quellbach geleitet zu werden, deren Zweck nicht geklärt ist (Bild). Der Quellbach fliesst entlang einer Moorwiese (nicht im nationalen Inventar verzeichnet) und bildet zusammen mit der Quelle QBO204 nach ca. 250 Metern den Goldbach. Die gefundene Fauna ist nicht sehr divers. Die Quelle beherbergt drei quellbevorzugende Taxa. Trotzdem ist die BAFU- Fauna Bewertung dank der hohen Abundanzen "bedingt quelltypisch" ausgefallen. Die Quelle würde sich für eine Revitalisierung eignen, es ist daher sorgfältig abzuklären, wie es um die Besitz- und Nutzungsverhältnisse steht und welche Massnahmen hier angebracht wären. Auch die Zugänglichkeit ist zu prüfen, da das wertvolle angrenzende Feuchtgebiet auf keinen Fall zu fest tangiert werden dürfte. Eine Offenlegung der Brunnstube und eine Wiederherstellung der Längsvernetzung wären hier die prioritär zu treffenden Massnahmen.

*Arten sind in diesem Stadium nicht ganz sicher bestimmbar

**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Tschätte 04**QBO589**

Gemeinde: Lenk
 Koordinaten: 2596817 / 1141263
 Höhe ü.M.: 1878 m
 Datum Aufnahme: 07.07.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

Zustand: natürlich
 Austrittsform: Sturzquelle
 Schüttung: < 1 L/Sek
 Gösse: 7 m2
 Beeinträchtigungen: keine



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört



Foto: GBL

Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZA	RL	PN
<i>Allogamus uncatus</i>		5		5	10	4		
<i>Drusus monticola</i>		13		10	23	8	NT	
<i>Nemoura sinuata</i>		1			1	16	NT	4
<i>Nemoura sp.*</i>		7			7	16		
<i>Protonemura risi</i>		8			8	8		
<i>Leuctra sp. *</i>		3			3	8		
<i>Isoperla rivulorum</i>		1			1	2		
<i>Crenobia alpina</i>				20	20	8		

ÖWZ(A): 16 = krenobiont, 8 = krenophil, 4 = krenophil-rithrobiont, 2 = rithrobiont-hygrophil, 1 = Eurytop

Bewertung BAFU Fauna				ÖWS-Wert	20.8
quelltypisch	bedingt quelltypisch	quellverträglich	quellfremd	sehr quellfremd	
Bewertung BAFU Struktur				Struktur-Wert	1.50
naturnah	bedingt naturnah	mässig beeinträchtigt	geschädigt	stark geschädigt	

Diese kleine, sehr schöne Quelle befindet sich am Rande des Perimeters eines Flachmoors von nationaler Bedeutung. Sie hat wenig Schüttung und fliesst über Schieferfels und Steine in einen Quellbach, der noch von anderen Quellen gespeist wird. Die Fauna der Quelle ist sehr quelltypisch mit zwei Spezialisten, sowie vier Quellbevorzugten. Sie beherbergt zwei Rote Liste Arten, von denen die eine, *Nemoura sinuata*, nationale Priorität hat. Nach dem aktuellen Kenntnisstand wurde das Gebiet, inklusive der gesamten Moorlandschaft seit neustem unter Schutz gestellt (ANF Kanton Bern). In der Umgebung gibt es weitere, auch grössere Quellen, die sich über den gesamten Tobel erstrecken und zusammen dieses sehr schöne Quellmoor bilden. Durch den neuen Schutzstatus ist der Erhalt der Quellen indirekt ebenfalls gesichert, dies sollte auch unbedingt weiterhin so beibehalten werden. Manchmal sind Beeinträchtigungen wie die Installation von Viehtränken oder Becken trotzdem ein beobachteter Eingriff an solchen Quellen, da man den Lebensraum nicht als solchen wahrnimmt. Davor ist diese Quelle wenn möglich zu schützen.

*Arten sind in diesem Stadium nicht ganz sicher bestimmbar

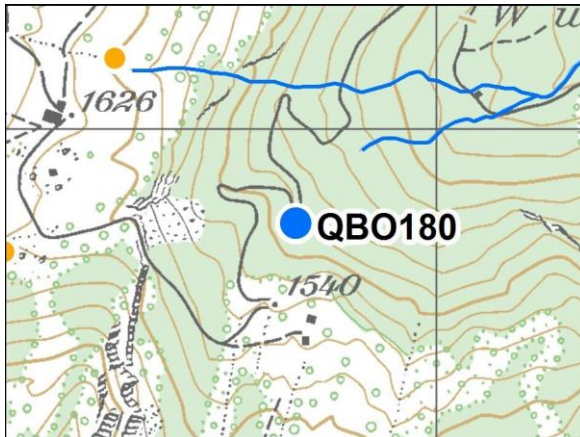
**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Q155 Würzi

Gemeinde: Diemtigen
 Koordinaten: 2601806/1155871
 Höhe ü.M.: 1465 m
 Datum Aufnahme: 20.07.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

QBO180

Zustand: natürlich
 Austrittsform: Sturzquelle
 Schüttung: 25 L/Sek
 Gösse: 25 m2
 Beeinträchtigungen: keine



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört



Foto: GBL

Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZA	RL	PN
<i>Rhyacophila intermedia</i>		4			4	4		
<i>Drusus monticola</i>		15		10	25	8		
<i>Consortophylax consors</i>		16			16	16	NT	4
<i>Nemoura mortoni</i>		12			12	4		
<i>Protonemura sp.*</i>		6			6	4		
<i>Leuctra sp.*</i>		16			16	16		
<i>Baetis alpinus</i>		5			5	5		
<i>Crenobia alpina</i>	7			10	17	17		

ÖWZ(A): 16 = krenobiont, 8 = krenophil, 4 = krenophil-rithrobiont, 2 = rithrobiont-hygrophil, 1 = Eurytop

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****24**

quelltypisch bedingt quelltypisch quellverträglich quelfremd sehr quelfremd

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****0.80**

naturnah bedingt naturnah mässig beeinträchtigt geschädigt stark geschädigt

Diese halboffene Sturzquelle hat eine grosse Schüttung und fliesst über üppige Moospolster steil bergab. Durch Forstarbeiten oder Stürme wurde die Umgebung dieser Quelle aufgelichtet, die Quelle befindet sich grossflächig gesehen jedoch im Waldgebiet. Dadurch liegt viel Totholz im Quellbereich, was die Strukturvielfalt erhöht. Viele der gefundenen Köcher- und Steinfliegenlarven waren noch in zu jungen Stadien, um sie bis auf Artniveau bestimmen zu können. Die Phänologie war wohl zum Zeitpunkt der Erhebung noch nicht so weit fortgeschritten, wie für diese Höhenlage angenommen. Es wurden vier quellbevorzugende Arten gefunden, von denen viele Individuen der Gattung *Leuctra* angehören, sowie hohe Abundanzen der national prioritären Quellart *Consortophylax consors*. Die Beschattung ist durch die offene Fläche gegenüber dem Wald sehr verändert. Falls dieser Waldteil nicht künstlich waldfrei gehalten wird, wird die Beschattung durch den sukzessiven Waldaufwuchs wieder zunehmen. Die Flora dieser Quelle ist durch den halboffenen Charakter ebenfalls sehr divers und sollte näher untersucht werden. So weit wie möglich sollte diese halboffene Struktur beibehalten werden. Da viele Arten nicht bestimmt werden konnten, lohnt es sich bei dieser Quelle eine zweite Begehung in einem anderen Jahr zu machen, mit zusätzlichen Adultfängen. Die Quelle ist direkt neben dem Wanderweg und könnte gerade deshalb für Informations- und Sensibilisierungsmassnahmen beigezogen werden. Sie stellt ein strukturell und faunistisch sehr schönes Exemplar einer alpinen Sturzquelle dar.

*Arten sind in diesem Stadium nicht ganz sicher bestimmbar

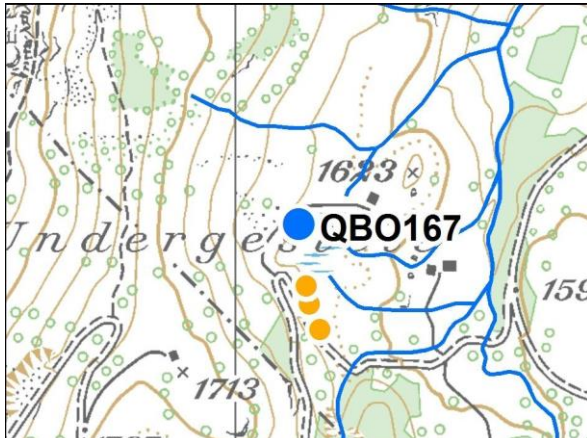
**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Q118 Undergestele

Gemeinde: Diemtigen
 Koordinaten: 2600086 / 1160365
 Höhe ü.M.: 1618 m
 Datum Aufnahme: 20.07.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

QBO167

Zustand: beeinträchtigt
 Austrittsform: Sickerquelle
 Schüttung: 5 L/Sek
 Gösse: 65 m2
 Beeinträchtigungen: Alte Fassung



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört



Foto: GBL



Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZA	RL	PN
<i>Drusus monticola</i>		10		20	30	8		
<i>Pseudopsilopteryx zimmeri</i>		26			26	8		
<i>Lithax niger</i>		2			2	8		
<i>Nemoura mortoni</i>		1			1	4		
<i>Nemurella pictetii</i>		2			2	4		
<i>Protonemoura risi</i>	2	6			8	8		
<i>Protonemoura lateralis</i>		14			14	4		
<i>Leuctra rosinae</i>	1				1	4		
<i>Baetis sp.*</i>		7			7	2		
<i>Niphargus sp.*</i>	2				2	8		
<i>Crenobia alpina</i>	29			20	49	8		

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****15.6**

quelltypisch	bedingt quelltypisch	quellverträglich	quellfremd	sehr quellfremd
--------------	----------------------	------------------	------------	-----------------

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****2.46**

naturnah	bedingt naturnah	mässig beeinträchtigt	geschädigt	stark geschädigt
----------	------------------	-----------------------	------------	------------------

Diese schöne Sickerquelle ist mit 11 Taxa sehr divers und beherbergt gleich 5 verschiedene Steinfliegen-Arten. Die Quellflur wirkt mit dem grossflächigen Moosrasen und dem moorartigen Bewuchs sehr speziell. Bei den Feldarbeiten wurde zum Beispiel Moorenzian entdeckt, welcher im Kanton Bern geschützt ist (www.infoflora.ch). Die Quelle tritt aus einer zerfallenen Fassung aus. Ebenfalls befindet sich ein alter Schacht wenige Meter neben dem Austritt. Der Abfluss wirkt von aussen betrachtet nur sehr gering beeinträchtigt, es ist aber nicht bekannt, ob und in wie fern das Quellwasser unterirdisch in den Fassungen noch abgeleitet/aufgestaut wird. Die Bewertung der Quelle sowie die Taxa-Liste zeigen eine nicht speziell quelltypische Fauna. Die Fassungen könnten ein Grund dafür sein. Das Vorhandensein des Grundwasser-Flohkrebs *Niphargus sp.* lässt aber auf eine funktionierende Längsvernetzung schliessen. Die bildet eventuell ein Quellmoor, was allenfalls auch einen Einfluss auf das Millieu hat. Da das ganze Umfeld in dieser Form vorliegt und es weitere ähnliche Quellen mit ähnlichem Charakter in der Nähe hat, wäre die potentielle Ausscheidung des Perimeters als Moorlandschaft abzuklären sowie eine allfällige Revitalisierung in Erwägung zu ziehen.

*Arten sind in diesem Stadium nicht ganz sicher bestimmbar

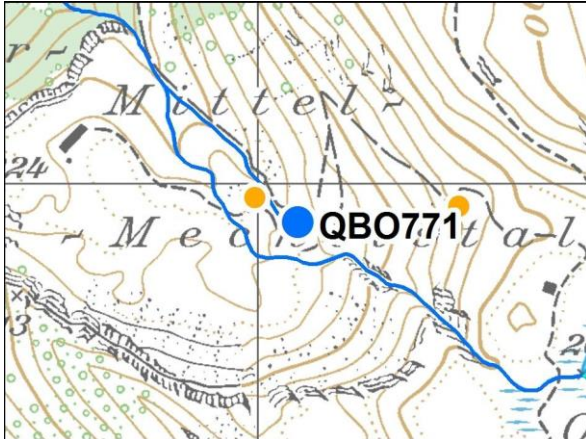
**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Q346 Mittel-Mechlistall

Gemeinde: Diemtigen
 Koordinaten: 2611054/ 1160948
 Höhe ü.M.: 1845 m
 Datum Aufnahme: 03.08.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

QBO771

Zustand: natürlich
 Austrittsform: Sickerquelle
 Schüttung: <1 L/Sek
 Gösse: 20 m2
 Beeinträchtigungen: keine



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört



Foto: GBL



Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZA	RL	PN
<i>Drusus discolor</i>		3			3	8		
<i>Drusus annulatus</i>		1			1	8		
<i>Drusus monticola</i>		2			2	8	NT	
<i>Drusus chrysotus</i>		4			4	16	NT	
<i>Consortophylax consors</i>		3			3	16	NT	4
<i>Lithax niger</i>		12			12	8		
<i>Sericostoma personatum/flavicornes</i>		2			2	4		
<i>Nemoura mortoni</i>		9			9	4		
<i>Protonemura brevistyla</i>		2			2	4		
<i>Protonemura lateralis</i>		25			25	4		

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert 15.3**

quelltypisch	bedingt quelltypisch	quellverträglich	quellfremd	sehr quellfremd
--------------	----------------------	------------------	------------	-----------------

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert 1.45**

naturnah	bedingt naturnah	mässig beeinträchtigt	geschädigt	stark geschädigt
----------	------------------	-----------------------	------------	------------------

Diese offene Sickerquelle fliesst mit sehr geringer Schüttung verzweigt über ein Geröllfeld mit Alpbeweidung in das Pletschbächli ab. Ob sie ganzjährig schüttet ist unklar, die Vegetation deutet jedoch darauf hin (üppiger Moosbewuchs). Die Beprobung der Quelle gestaltete sich schwierig, da die Quellflur sich in verschiedene Richtungen ausdehnt. Die Grenze des Quellbereichs war daher nicht eindeutig ausscheidbar. Die BAFU-Bewertung fiel bei dieser Quelle "bedingt quelltypisch" aus, obwohl 7 Quellarten gefunden wurden, zwei davon obligate Quellbewohner der Roten Liste der Schweiz. Unter den gefundenen Taxa befanden sich vier verschiedene *Drusus*-Arten, die höchste Anzahl gefundenen Drusinae in allen untersuchten Quellen. *Drusus sp.* ist für alpine Quellen sehr typisch, vor allem die gefährdete Quellart *Drusus chrysotus*. Die national prioritäre Art *Consortophylax consors* ist ebenfalls sehr quellspezifisch. Im selben Tobel befindet sich eine weitere ähnliche Quelle mit Abfluss in das gut vernetzte Bachsystem des Gebiets, sowie ein grosses Quellsystem weiter Bergauf auf der Alp Ober-Mechlistall. Von diesen Quellen sind bereits viele durch die Alpwirtschaft beeinträchtigt oder gefasst, wovon diese Quelle hier noch verschont geblieben ist. Die Bewirtschafter sollten hier unbedingt in Kenntnis gesetzt und allenfalls ein Bewirtschaftungsvertrag ausgehandelt werden.

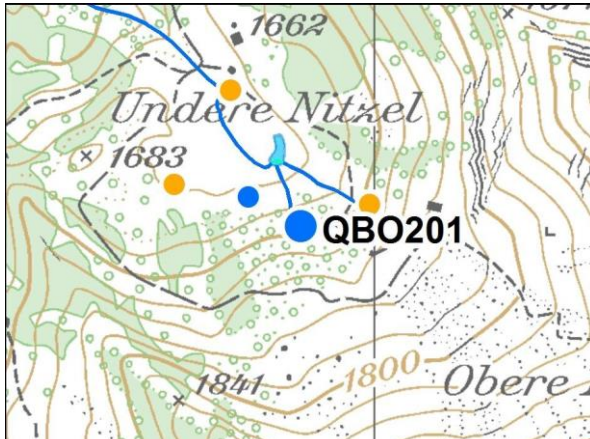
*Arten sind in diesem Stadium nicht ganz sicher bestimmbar

**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Q224 Undere Nitzel**QBO201**

Gemeinde: Diemtigen
 Koordinaten: 2611900 / 1162394
 Höhe ü.M.: 1695 m
 Datum Aufnahme: 02.08.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

Zustand: natürlich
 Austrittsform: Sturzquelle
 Schüttung: 10 L/Sek
 Gösse: 25 m2
 Beeinträchtigungen: keine



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört

Foto: GBL



Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZA	RL	PN
<i>Rhyacophila intermedia</i>		4			4	4		
<i>Drusus monticola</i>		21		30	51	8	NT	
<i>Conisorophylax consors</i>		21		20	41	16	NT	4
<i>Nemoura sp.*</i>		6			6	16		
<i>Protonemura lateralis</i>	1	27			28	4		
<i>Protonemura sp.*</i>		61			61	4		
<i>Leuctra braueri</i>		1			1	16		
<i>Leuctra rauscheri</i>	1				1	8	NT	
<i>Crenobia alpina</i>	21			10	31	8		

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert 25.3**

quelltypisch	bedingt quelltypisch	quellverträglich	quellfremd	sehr quellfremd
--------------	----------------------	------------------	------------	-----------------

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert 0.84**

naturnah	bedingt naturnah	mässig beeinträchtigt	geschädigt	stark geschädigt
----------	------------------	-----------------------	------------	------------------

Diese stark schüttende, halboffene Sturzquelle entspringt in einem Steilhang und fliesst in einen Taltobel ab. Unterhalb befindet sich ein Geröllfeld mit Alpbeweidung und einem kleinen See. Die gefundene Fauna ist sehr quelltypisch und beinhaltet drei rote Liste Arten, eine davon, *Conisorophylax consors*, mit national prioritärem Status. Die Quelle ist ebenfalls floristisch divers, sie wird von den zwei quelltypischen Steinbrech-Arten *Saxifraga stellaris* und *Saxifraga aizoides* bewachsen. Durch die fortschreitende Verbuschung in der Umgebung der Quelle, wahrscheinlich aufgrund aufgegebener Bewirtschaftung des Hanges, wird langsam wieder Wald aufkommen. In wie weit dies die Lebensgemeinschaft der Quelle verändert, ist nicht klar. Ein allfälliger Unterhalt der Quell-Umgebung wäre auf jeden Fall abzuklären, wenn der Offenland-Charakter der Quelle erhalten bleiben soll. Dies würde eine Aufflichtung alle paar Jahre, oder eine leichte Beweidung unter Auszäunung des Quell-Perimeters bedingen. Ansonsten besteht für die Quelle nicht viel Gefahr zur Beeinträchtigung, da sie in einem steilen Gelände entspringt. Die Grundeigentümer sollten auf diesen wertvollen Lebensraum aufmerksam gemacht werden und mit der Gemeinde, dem Naturpark Diemtigtal, oder weiteren Akteuren für den Unterhalt eine Lösung gefunden werden.

*Arten sind in diesem Stadium nicht ganz sicher bestimmbar

**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

Lengenbalmenschopf 02**QBO080**

Gemeinde: Grindelwald
 Koordinaten: 2646577 / 1168001
 Höhe ü.M.: 2054 m
 Datum Aufnahme: 07.04.14/12.08.2016
 Beabeiter: Laura Bruppacher

Zustand: natürlich
 Austrittsform: Sickerquelle
 Schüttung: <1 L/Sek
 Gösse: 25 m2
 Beeinträchtigungen: keine



Farbliegende Kartenausschnitt: Blau: natürlich; Orange: beeinträchtigt; Schwarz: zerstört



Foto: GBL



Tierart	Adulte	Larven	Puppen	Im Feld	Gesamt	ÖWZA	RL	PN
<i>Sericostoma personatum/flavicorne</i>		3			3	4		
<i>Drusus chrysotus</i>		4	2		6	16	NT	
<i>Nemoura mortoni</i>		1			1	4		
<i>Nemoura sinuata</i>		4			4	16	NT	4
<i>Nemoura obtusa</i>	2				2	4	NT	4
<i>Nemurella pictetii</i>	5	2			7	4		
<i>Leuctra sp.*</i>	1				1	8		
<i>Protonemura lateralis</i>		22			22	4		
<i>Isoperla rivulorum</i>		3			3	4		
<i>Crenobia alpina</i>	4				4	8		

Bewertung BAFU Fauna**ÖWS-Wert****13.2**

quelltypisch	bedingt quelltypisch	quellverträglich	quellfremd	sehr quellfremd
--------------	----------------------	------------------	------------	-----------------

Bewertung BAFU Struktur**Struktur-Wert****1.25**

naturnah	bedingt naturnah	mässig beeinträchtigt	geschädigt	stark geschädigt
----------	------------------	-----------------------	------------	------------------

Diese Sickerquelle entspringt auf rund 2000 Metern in mitten einer Alpweide. Direkt über der Quelle befindet sich eine zerfallene Steinmauer unbestimmten Ursprungs. Der Austritt wirkt heute allerdings völlig natürlich. Die Quelle wird durch die BAFU-Bewertung als "quellverträglich" eingestuft, da nebst 4 Quellbewohnern die Mehrheit der gefundenen Taxa nicht speziell quelltypische Arten sind. Die Vielfalt ist mit 10 Taxa jedoch hoch. Ca. 30 Meter neben dem Austritt befindet sich eine Trinkwasserfassung, die einen grossen Überlauf hat. Sie könnte einen Einfluss auf den Grundwasserhaushalt des Gebiets haben. Des Weiteren kann es durch die tiefen Temperaturen im Winter sein, dass die Quelle zwischenzeitlich (allenfalls auch wegen der nahen Brunnstube) sehr wenig Wasser führt oder gar trocken fällt oder einfriert, was die spärliche Individuendichte erklären könnte. Der tiefe Wert könnte hier aber ebenfalls zum Teil methodisch bedingt sein. Es wird beobachtet, dass bei einer geringen Anzahl Individuen die BAFU-Bewertung sehr empfindlich reagiert und schnell einen schlechten Wert annimmt. Dies wäre bei einer Revision der Methode zu prüfen. Für diese Quelle wären als weitere Massnahme der Einfluss der Fassung sowie die Wasserqualität als mögliche Beeinträchtigungen zu prüfen. Allenfalls müsste die Quelle als Revitalisierungsmassnahme vorübergehend ausgezäunt, oder zusätzlich mit Wasser aus der Brunnstube versorgt werden, um ein Trockenfallen zu verhindern.

*Arten sind in diesem Stadium nicht ganz sicher bestimmbar

**Individuen wurden im Feld ausgezählt und wieder freigelassen

5. Diskussion

Die Resultate zeigen, dass die meisten der ausgewählten Quellen sehr quelltypische Lebensgemeinschaften aufweisen und ebenfalls eine Reihe bedrohter Arten. Der Lebensraum Quelle wird dadurch einmal mehr als ein wichtiger Hotspot solch seltener und spezialisierter Arten ausgewiesen und somit ebenfalls die Notwendigkeit, für diesen Lebensraum Schutzmassnahmen zu ergreifen. In den einzelnen Steckbriefen wird jede Quelle einzeln beschrieben und es werden gewisse Massnahmen für die Zukunft vorgeschlagen. Die vorliegende Arbeit mit der Liste der 24 Quellen ist nicht abschliessend, sie soll eine erste Auswahl an schützenswerten Quellen im Kanton Bern liefern, womit die Vollzugsstellen (z.B. Wassernutzung, Naturschutz), sowie andere Fachstellen und Organisationen argumentieren können. Das weiterführende Ziel ist es, dass diese und allenfalls weitere Quellgebiete zukünftig einen besseren Schutzstatus erlangen.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die bereits bestehenden Schutzstati in den Gebieten der untersuchten Quellstandorte:

Name	Quelle-ID	Gemeinde	Schutzstatus CH
Düftwald 10	QAA184	Wald	
Jordenweiher 02	QAA147	Bern	Landschaftsschutzgebiet UZP
Unterholz 01	QEM424	Koppigen	Landschaftsschutzgebiet UZP,
Eichholz 03	QAA137	Bern	
Reichenbachquelle 12	QAA112	Zollikofen	Landschaftsschutzgebiet UZP
Frauenkappelen 02	QAA068	Frauenkappelen	
Hochwald 01	QEM055	Wiler b. Utzenstorf	Waldnaturinventar, Landschaftsschutzgebiet UZP,
Belpberg 18	QAA273	Belp	Waldnaturinventar
Obere Schüpbach 08	QEM405	Signau	
Teuffegrabe 12	QAA201	Sigriswil	
Schauelacker 02	QSS035	Schwarzenburg	BLN, Regionaler Naturpark Gantrisch
Bidmiquelle 02	QBO369	Hasliberg	
Bidmiquelle 03	QBO370	Hasliberg	
Muelerquelle	QSS045	Guggisberg	Regionaler Naturpark Gantrisch
Brändlihütte 03	QAA248	Riggisberg	Moorlandschaft, Regionaler Naturpark Gantrisch
Stierenberg 04	QAA241	Rüeggisberg	Moorlandschaft, Regionaler Naturpark Gantrisch
Q229 Goldbachquelle	QBO204	Diemtigen	Regionaler Naturpark Diemtigtal
Q230 Goldbachquelle	QBO205	Diemtigen	Regionaler Naturpark Diemtigtal
Tschätte 04	QBO589	Lenk	Moorlandschaft
Q155 Würzi	QBO180	Diemtigen	Regionaler Naturpark Diemtigtal
Q118 Undergestele	QBO167	Diemtigen	Regionaler Naturpark Diemtigtal
Q346 Mittel-Mechlistall	QBO771	Diemtigen	Regionaler Naturpark Diemtigtal
Q224 Undere Nitzel	QBO201	Diemtigen	Regionaler Naturpark Diemtigtal
Lengenbalmenschopf 02	QBO080	Grindelwald	

Tabelle 9: Überblick über den bereits vorhandenen Schutzstatus einiger Quellen.

Nur wenige der Quellen liegen in einem explizit geschützten Gebiet. Dies sollte in Zukunft geändert werden. In den beiden regionalen Naturparks Gantrisch und Diemtigtal sind bereits Projekte zu den Quellen, auch im Rahmen der Umsetzung der ökologischen Infrastruktur, im Gange. Wo noch kein expliziter Schutz vorhanden ist, sollten die hier aufgeführten Quellen in die lokale/regionale/nationale Planung einfließen und langfristig in Inventare aufgenommen werden. Gegebenenfalls sind entsprechende konkrete Massnahmen zu deren Erhalt oder Revitalisierung zu treffen. Für einige besonders schützenswerte Objekte wie z.B. der Quellen QSS045, QBO370 und QAA273, die sich zudem noch in heiklen Gebieten mit potentiell gefährdenden Einflüssen befinden, ist ein schnelles Handeln erforderlich, um diese Naturperlen zu erhalten.

5.1 Gedanken zur Methode

Die angewandte Methode des BAFU zur Untersuchung und Bewertung der Fauna verlangt mit nur einer Begehung, sowie einer Bestimmungssicherheit auf Arten-Niveau mit Möglichkeit zur Integration vom Gattungs-Niveau einen im Vergleich zu anderen Aufnahmeverfahren moderaten und angemessenen Aufwand. Vor allem für den praktischen Gebrauch für Fachstellen mit begrenzten personellen und zeitlichen Ressourcen ist eine Lebensraum-Bewertung mit guten Resultaten durch moderaten Aufwand essentiell. Während der Bearbeitung sind jedoch zwei Punkte aufgefallen, die einer genaueren Prüfung bedürfen: Zum ersten sollte die Aufnahme im Feld detaillierter und klarer beschrieben werden. Die Vorgehensweise, bei der so lange gesammelt wird bis für 10 Minuten kein neues Taxon gefunden wird, ist für alle Fachleute, die keine jahrelange Erfahrung mitbringen, sowie für Nicht-Experten schwierig umzusetzen und bedarf bereits einer relativ genauen Bestimmbarkeit im Feld. Falls die Quellen zukünftig durch die Kantone vermehrt beurteilt werden sollen, wäre eine

Zeitsammelmethode oder eine halbquantitative Aufnahme wie etwa bei der Untersuchung des Makrozoobenthos in Fliessgewässern (Stucki 2010) auf längere Sicht wünschenswert. Nicht zuletzt auch deshalb, damit die resultierenden Individuendichten vergleichbar werden. Dies führt sogleich zum zweiten Punkt, dem Einbezug der Abundanz in die Bewertung. Es wurde bei der Auswertung durch das Protokollblatt beobachtet, dass die Berechnung der ÖWS durch die verwendete Formel stark von der jeweiligen Abundanz der Arten abhängt. Gerade bei kleineren Quellen mit tendenziell wenigen Individuen, kann sich eine sehr kleine Änderung der Zusammensetzung bereits gravierend auf den ÖWS auswirken. Die Bewertung ist in einem solchen Fall zu wenig robust. Hingegen kann es sein, dass Quellen mit einer hohen Individuendichte dadurch gepuffert werden und mehr nicht-quellentypische Arten fassen können in Vergleich zu den kleineren Quellen. Dies wird durch die hier gefundenen Resultate bestätigt: Zwei der Quellen mit der tiefsten Individuendichte (QAA112 und QAA201) erhalten die Bewertung "quellverträglich", obwohl die Gemeinschaften in beiden Fällen zu mehr als 80% aus Quellbewohnern zusammengesetzt ist.

Für die Arbeit des Kantons war der Zeitaufwand trotz effizientester Lösungsfindung relativ hoch. Die Beurteilung und Beprobung der Fauna ist tatsächlich ein sehr aufwendiges Verfahren. Es sollte in Zukunft auch darüber diskutiert werden, für die Fauna ein vereinfachtes Verfahren zur kurzfristigen Bewertung, z.B. in Anlehnung an das Leit- und Zielartenkonzept, auszuarbeiten. Ebenfalls wäre die Möglichkeit zu prüfen, in welchem Masse die mit einem weniger hohen Aufwand verbundene Aufnahme der Vegetation als Zusatz/Ersatzparameter herbeigezogen werden könnte. Trotzdem ist es sehr wichtig zu erwähnen, dass für die Vergabe des Schutzstatus und der handfesten Zuordnung einer bestimmten Quelle zu der Gruppe der besonders wertvollen Lebensräume, eine vollständige Aufnahme notwendig ist.

Bei weiteren Aufnahmen und in anderen Kantonen wird unbedingt empfohlen, zusätzlich zu den Larvensammlungen Adultfänge zu machen. Vor allem in der Gruppe der Stein- und Köcherfliegen ist die Bestimmung der Adulttiere meist einfacher und sicherer als die Larvenbestimmung.

Das bisherige Vorgehen der Erstkartierung mit der Berner Methode und eine anschliessende Selektion und detaillierte Untersuchung einiger Quellen nach BAFU-Methode hat sich bewährt. Das Selektionsverfahren müsste für eine effiziente Anwendung über grössere Gebiete aber unbedingt besser standardisiert werden und weitere Parameter wie die Vegetation und eine Einschätzung anhand von Leitarten sollte Einzug in diese Selektion auf Bundesebene finden.

5.2 Weitere Aufgaben

Weitere Aufgaben für das Projekt "Inventar der Quell-Lebensräume des Kantons Bern" würden darin bestehen, das erarbeitete Wissen und die nun vorhandenen Kenntnisse an andere interessierte Kantone und Fachstellen weiterzugeben, sowie der verantwortlichen Bundesstelle die vorliegenden Ergebnisse als Unterstützung für die Inventarisierung auf nationaler Ebene zuzustellen. Des weiteren soll dieser Bericht zusammen mit dem im Januar 2016 erschienenen AWA Fakten "Inventar der Quell-Lebensräume des Kantons Bern" eine Vorlage sein für andere Kantone, die ebenfalls ein kantonales Inventar aufbauen wollen, oder in einer anderen Form zur Erarbeitung von Wissen und Massnahmen zum Schutz der Quellen beitragen möchten. Die betroffenen Gemeinden, welche eine der untersuchten Quellen mit hohem ökologischem Wert beherbergen, sollten darüber in Kenntnis gesetzt werden, sowie wenn möglich zusammen mit den Anstössern für die bezeichneten Gebiete gute Absprachen und Vorkehrungen getroffen werden. Das mittelfristige Ziel sollte es sein, Schutzgebiete für wertvolle Quellensysteme auszuscheiden, sowie die Vernetzung dieser Gebiete sicher zu stellen. Dieses Ziel wird in Zukunft mit dem Projekt "ökologische Infrastruktur", eines der Hauptziele der Strategie Biodiversität, hoffentlich in greifbare Nähe rücken.

6. Literatur

Bayrisches Landesamt für Umwelt, 2008. Aktionsprogramm Quellen in Bayern: Teile 1-3. Arten und Lebensraumschutz - Umwelt spezial. Augsburg

BAFU 2011: Liste der National Prioritären Arten. Arten mit nationaler Priorität für die Erhaltung und Förderung, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1103: 132 S.

Brochard C., Croenendijk D., van der Ploeg E., Termaat T. 2012 : Fotogids Larvenhuidjes van Libellen. KNNV Uitgeverij, Zeist, 320 S.

Bruppacher, L. & Felder S. (2016). AWA-Fakten: Quell-Lebensräume. Inventar und Revitalisierungspotential im Kanton Bern. Gewässer- und Bodenschutzlabor, Kanton Bern. Bern

Felder, S. (2011). Die Trichopterenfauna alpiner Quellen entlang eines Höhengradienten. Departement Umweltwissenschaften, Universität Basel: 13.

Felder, S. (2015). Inventar der Quell-Lebensräume im Kanton Bern - Arbeitsbericht. Unveröffentlichtes Material. Gewässer- und Bodenschutzlabor, Kanton Bern. Bern

Gerecke, R. and H. Franz (2006). Quellen im Nationalpark Berchtesgaden. Lebensgemeinschaften als Indikatoren des Klimawandels. Berchtesgaden, Berchtesgadener Anzeiger.

Imesch, C. (2015). Managementplan Smaragdgebiet Oberrhein – Teil Quellen. Unveröffentlichtes Material. UNA, Atelier für Naturschutz und Umweltfragen. Bern

Imesch, C. (2016). Resultate aus dem Quellenprojekt des Naturpark Gantrisch - Projektbericht. Unveröffentlichtes Material. UNA, Atelier für Naturschutz und Umweltfragen. Bern

Küry, D. (2013). Charakterisierung und Schutz natürlicher und naturnaher Quellen im Kanton Basel-Landschaft. . Basel, Gewässerschutzverband Nordwestschweiz: 55.

Life Sciences und Facility Management, ZHAW. CAS Makrozoobenthos 2016

Lubini V. Knispel S., Sartori M., Vicentini H., Wagner A. 2012: Rote Listen Eintagsfliegen, Steinfliegen, Köcherfliegen. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 1212: 111 S.

Lubini, V. Knispel S., Vinçon G. 2012. Plecoptera. Die Steinfliegen der Schweiz. Bestimmung und Verbreitung / Les pléoptères de la Suisse: Identification et distribution. Fauna Helvetica 27. CSCF & SEG, Neuchâtel.

Lubini-Ferlin V., Stucki P., Vicentini H., Küry D. (2014). Ökologische Bewertung von Quell-Lebensräumen in der Schweiz. Entwurf für ein strukturelles und faunistisches Verfahren. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU: 40.

Sartori M., Landolt P., 1999. Ephemeroptera. Atlas de distribution des éphémères de suisse (insecta ephemeroptera). Fauna Helvetica 3. CSCF & SEG, Neuchâtel.

Schindler H. 2004. Bewertung der Auswirkungen von Umweltfaktoren auf die Struktur und Lebensgemeinschaften von Quellen in Rheinland-Pfalz. Dissertation Universität Koblenz-Landau. 203 S.

Schönborn W. 2003. Lehrbuch der Limnologie. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller). Stuttgart.

Stucki P. 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026: 61 S.

Studemann D. Landolt P., Sartori M., Hefti D., Tomka I. 1992. Ephemeroptera. Insecta Helvetica Fauna. 9. CSCF & SEG, Neuchâtel.

Tachet H., Richoux P., Buournaud M., Usseglio-Polatera P. 2000. Invertébrés d'eau douce. CNRS Editions, Paris. 589 S.

Turner H., Kuiper J.G.J., Thew N., Bernasconi R., Rüetschi J., Wüthrich M., Gosteli M., 1998. Mollusca. Atlas der Mollusken der Schweiz und Liechtensteins. Fauna Helvetica 2, CSCF & SEG & WSL, Neuchâtel.

Vonlanthen-Heuck, J. (2015). "Der Schutz von Quelllebensräumen." Umweltrecht in der Praxis 5: 20.

Waringer J. & Graf W. 2011. Atlas der Mitteleuropäischen Köcherfliegenlarven. Erik Mauch Verlag, 468 S.

Wigger, F. (2010). Charakterisierung von Quellen und ihren Lebensgemeinschaften in den Berner Alpen. Umweltwissenschaften. Basel, Universität Basel. Master: 67.

Zollhöfer, J. M. (1999). Spring Habitats in Northern Switzerland: Habitat Heterogeneity, Zoobenthic Communities and Colonization Dynamics. EAWAG. Dübendorf, ETH Zürich: 138.

Zollhöfer J. M. 1997. Quellen die unbekannten Biotope: erfassen, bewerten, schützen. Bristol-Stiftung Ruth und Herbert Uhl-Forschungsstelle für Natur- und Umweltschutz. Teufen. 150 S.

7. Danksagungen und Deklarationen

Ich möchte mich bei all denen bedanken, die am Erarbeiten der hier verwendeten Daten und des Berichts beteiligt waren. Dessen Entstehen war nur durch die gute Zusammenarbeit und Verknüpfung der bisher vorhandenen Resultate möglich.

Für die Kartierung der BAFU-Struktur der Quellen im Diemtigtal danke ich Geraldine Meyer, die aus ihrer Masterarbeit alle Strukturdaten aus dem Diemtigtal dem GBL zur Verfügung gestellt hat. Für die Kartierung der BAFU-Struktur vieler der hier untersuchten Quellen danke ich Susanne Felder, ehemalige Mitarbeiterin des Gewässer- und Bodenschutzlabors und ehemals Leiterin des hier weitergeführten Projekts "Inventars der Quell-Lebensräume des Kantons Bern". Ebenfalls danke ich ihr und Katrin Guthruf für die faunistische Erhebung der Quelle QAA184.

Ich bedanke mich bei Sarah Rohr, Praktikantin beim Gewässer- und Bodenschutzlabor im Sommer 2016, für die tatkräftige Unterstützung im Feld und im Labor. Des Weiteren bedanke ich mich bei Verena Lubini, Sandra Knispel, Pascal Stucki und Heinrich Vincentini, die mich bei den Trichoptera und Plecoptera im Rahmen des CAS Makrozoobenthos 2016 mit wichtigen Tipps und Hilfe bei der Bestimmung unterstützt haben.

Ich bedanke mich ebenfalls für den wertvollen Gedankenaustausch, insbesondere mit meinen Fach- und Arbeitskollegen Susanne Felder, Christian Imesch, Katrin Guthruf, Vinzenz Maurer und Markus Zeh. Ich danke auch allen weiteren Personen, die in irgendeiner Form am Entstehen dieses Berichts beteiligt waren.

Alle Informationen aus diesem Bericht stammen grösstenteils aus eigenen Erfahrungen, sowie aus der Grundlagenliteratur von Zöllhöfer (1990), des Lehrbuches für Limnologie (Schönborn 2003), und der praxisbezogenen Literatur über die Quellenprojekte in der Schweiz (Verena Lubini, Pascal Stucki, Daniel Küry, Susanne Felder, Fabian Wigger, Geraldine Meyer, Christian Imesch, u.a.). Ebenfalls wurden viele Informationen für den Methodenbeschrieb aus dem Entwurf "Bewertung der Quell-Lebensräume der Schweiz" des BAFU (Lubini *et.al.* 2014) entnommen (angemerkt im Text).

Dies ist ein Arbeitsbericht. Der Bericht hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit und inhaltliche Authentizität. Für jegliche Verwendung der Inhalte ist der Verwender selbst verantwortlich und es sollte im Vorfeld bei der Autorin oder beim Gewässer- und Bodenschutzlabor die Erlaubnis erfragt werden.