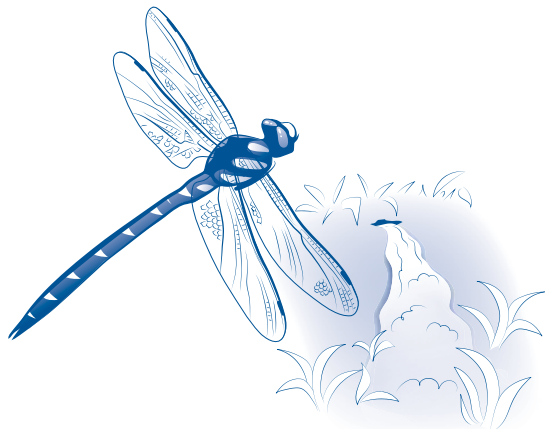


CHF 15.-  
€ 10.-

# aqua viva

Die Zeitschrift für Gewässerschutz



vormals «natur und mensch», seit 1958

57. Jahrgang #3 / 2015

## Quellen im Fokus Dossier Sources





4



11



22



27



35



36

#### EDITORIAL

1 Günther Frauenlob

#### KOMMENTAR

2 **Es braucht Revitalisierungs-Persönlichkeiten**  
Stefan Kunz

#### GEWÄSSER

4 **Quellen – ein Lebensraum zwischen Grundwasser und Bach**  
Verena Lubini-Ferlin

8 **Les sources: un habitat entre eaux souterraines et ruisseaux**  
Verena Lubini-Ferlin

11 **Die Quelle und ihre Bewohner**  
Verena Lubini-Ferlin

14 **Les sources et leurs habitants**  
Verena Lubini-Ferlin

17 **Quell-Lebensräume – unbekannt und bedroht**  
Daniel Küry

22 **Les milieux fontinaux – méconnus et menacés**  
Daniel Küry

27 **Schutz und Revitalisierung von Quellen – Projekte und erste Erfahrungen**  
Pascal Stucki

31 **Protection et revitalisation des sources – projets et expériences**  
Pascal Stucki

35 **Wanderung zu den ... roten Quellen der Grimmialp**  
Sophie Ryser

#### AQUA VIVA AKTUELL

36 **Kurzmitteilungen**

#### BUCHBESPRECHUNGEN

40 **Naturnaher Tourismus**

40 **Gummibootführer Schweiz**

#### NACHRUFE

40 **Nachruf Dominik Rossi**

41 **Nachruf Dr. iur. Robert Munz**

Für die finanzielle Unterstützung der Herausgabe des *aqua viva*-Schwerpunkthefts «Fokus Quellen» bedanken wir uns bei:  
Nous remercions vivement les institutions suivantes pour leur soutien dans le financement du dossier «sources» :



Centre Suisse de Cartographie  
de la Faune (CSCF)

Bundesamt für Umwelt  
(BAFU)

#### Titelbild:

Laaberquelle, Naturpark Altmühl, Dietfurt  
Foto: Wikimedia Commons Derzno

## Liebe Leserinnen und Leser

Sagen und Mythen ranken sich um die Quellregionen unserer Bäche und Flüsse. Vielen wird gar eine heilende Wirkung zugeschrieben. Der Wert des Quellwassers wurde schon früh erkannt und das saubere Wasser in Brunnen gefasst. Andere Quellen werden für die Trinkwassergewinnung genutzt und verschwinden damit direkt in unterirdischen Becken und Leitungen. Auf der Strecke blieb dabei immer wieder der «Lebensraum Quelle». Denn nicht nur wir profitieren vom sauberen, kühlen Wasser, auch viele Tiere und Pflanzen haben sich auf diesen einzigartigen Lebensraum spezialisiert.

Wir widmen diese Ausgabe von *aqua viva* deshalb ganz bewusst dem Thema «Erhalt und Schutz der Quellen». Erstmals stellen wir die vier Fachartikel – dank der Unterstützung durch das CSCF – auch den Lesern in der Westschweiz zur Verfügung. Vorerst wird nur die vorliegende Ausgabe von *aqua viva* zweisprachig erscheinen, wir hoffen aber auf reiches Feedback. Und freuen uns, neue Leser und Leserinnen begrüßen zu dürfen.

Günther Frauenlob, Redaktor

## Chers lecteurs et lectrices

De tout temps, les sources ont été entourées de mystère, suscitant nombre de mythes et légendes. Certaines sont même réputées bienfaitantes, capables d'apporter la guérison à certaines maladies. La valeur de l'eau de source a été reconnue très tôt et ce bien précieux n'a pas tardé à être capté. Certaines sources, utilisées pour l'alimentation en eau potable, disparaissent ainsi entièrement dans un réseau de bassins et conduites souterrains. Avec elles disparaissent alors les habitats qui se créent en surface autour des résurgences avec leur cortège floristique et faunistique caractéristique. En effet, l'Homme n'est pas le seul à goûter les bienfaits de l'eau pure et fraîche ; de nombreux végétaux et animaux se sont spécifiquement adaptés à ces milieux.

Nous avons donc choisi de consacrer ce numéro d'*aqua viva* à la conservation et à la protection des sources. Pour la première fois, grâce au soutien du CSCF, les lecteurs de Romandie ont également la possibilité de parcourir les quatre articles spécialisés portant sur le sujet. Cette initiative de bilinguisme est pour le moment limitée au présent numéro. N'hésitez donc pas à nous encourager de vos commentaires. Peut-être pourrons-nous alors poursuivre sur cette lancée. Mais pour l'heure, nous sommes très heureux de pouvoir saluer de nouveaux lecteurs et lectrices francophones et leur souhaitons une agréable lecture.

Günther Frauenlob, Rédacteur



# Es braucht Revitalisierungs-



**Stefan Kunz**

ist Geschäftsführer von Aqua Viva und Dozent an der Fachhochschule in Rapperswil.

Die Fischer sind die Gewässerschützer der ersten Stunde! Im Fischereigesetz von 1888 wurde das Einleiten von Fabrikabgängen oder anderen Stoffen, die den Fisch- und Krebsbestand schädigen, verboten. Diese Bestimmung bildete während fast 70 Jahren die einzige gesetzliche Grundlage gegen die Verschmutzung unserer Gewässer. Auf der Basis einer Verfassungsänderung trat 1957 das erste Gewässerschutzgesetz der Schweiz in Kraft. Das Bundesgesetz hatte zum Ziel, die stark zunehmende Verschmutzung in Flüssen, Bächen und Seen zu stoppen. Trotz dieser landesweiten Vorgaben fehlten die finanziellen Mittel für den Bau von Kanalisation und Kläranlagen. Erst als Gewässer schäumten und Fische starben, folgte 1971 die Totalrevision des Gesetzes. Aber auch eine laufend verbesserte Abwasserreinigung konnte die hohe Phosphorbelastung durch Verunreinigungen aus kommunalen Abwässern und der Landwirtschaft erst in den frühen 1980er-Jahren senken. Während der Fokus des Gewässerschutzes lange auf der Verbesserung der Wasserqualität lag, fand die schleichende Zerstörung der Gewässerstrukturen durch den Bau von Wasserkraftanlagen, Hochwasserschutzbauten und landwirtschaftlichen Meliorationsprojekten wenig Beachtung. Die 1984 eingereichte Volksinitiative «Zur Rettung unserer Gewässer» setzte hier an und zwang schlussendlich auch den Gesetzgeber zu Nachbesserungen. In der Folge wurde 1992 aus dem «Bundesgesetz zum Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung» das umfassende «Bundesgesetz zum Schutz der Gewässer». 2011 erfolgte als Resultat der Volksinitiative «Lebendiges Wasser» die letzte grosse Gesetzesrevision. Die Kantone werden neu verpflichtet, Gewässerräume auszuscheiden, Revitalisierungsprogramme auszuarbeiten und Beeinträchtigungen von Wasserkraftwerken zu beseitigen. Ein Paradigmenwechsel im Gewässerschutz. Nach 200 Jahren der Bedrängung und Einengung sollen die Gewässer neu einen Teil ihres natürlichen Lebensraums wieder zurückerhalten.

Am 23. Juni präsentierte der Kanton Zürich als einer der ersten Kantone seine Resultate. Sie legen dar, wie er sich den Paradigmenwechsel in der Praxis vorstellt. Die Planung umfasst die Revitalisierung von 400 Kilometer Fliessgewässern in den nächsten 80 Jahren und Massnahmen zur Verbesserung der Fischwanderung, des Geschiebetransportes und der Schwall-Sunk-Problemstrecken. Eine eindrucksvolle und wertvolle Grundlagenarbeit, die Anlass zur Hoffnung gibt.

Ob es uns nun damit im Kanton Zürich und in den übrigen Kantonen gelingt, den schleichenden Rückgang unserer Tier- und Pflanzenvielfalt in den Flüssen und Seen zu stoppen, ist ungewiss. Wie so häufig steht und fällt der Erfolg mit dem Vollzug der Gesetze. Kantone und insbesondere Gemeinden sind nun gefordert, die Bevölkerung vor Ort vom Nutzen der Revitalisierungen zu überzeugen. Es braucht neben Land und Geld starke Persönlichkeiten, die für einen modernen Gewässerschutz eintreten und den Bächen und Flüssen wieder mehr Aufmerksamkeit und Wertschätzung geben. Aqua Viva freut sich, diese engagierten Menschen wo immer möglich kennen zu lernen und zu unterstützen.


Stefan Kunz, Geschäftsführer Aqua Viva ♦

► Solche Bilder sind glücklicherweise selten geworden – aber dennoch braucht es auch noch heute starke Persönlichkeiten, die für einen modernen Gewässerschutz eintreten.

Foto: Fotolia-Samopausen

-Persönlichkeiten





# Quellen – ein Lebensraum zwischen Grundwasser und Bach

Quellen gelten seit Urzeiten als besondere Orte. Sie wurden als Sitz von Göttern oder mythischen Wesen verehrt und als heilige Stätten geschützt. Zahlreiche Bräuche, Rituale und Feiern rund um Quellen sind überliefert. Quellen waren und sind noch immer Orte der Einkehr, Kraft und Heilung. Viele Menschen verbinden mit Quellen Begriffe wie reines, klares, lebenspendendes Wasser, weshalb in ihrer Nähe schon früh Siedlungen entstanden sind. Weniger bekannt ist, dass Quellen auch wichtige Lebensräume für zahlreiche, oft gefährdete Tiere und Pflanzen sind.

von Verena Lubini-Ferlin

Quellen sind natürliche, örtlich begrenzte Grundwasseraustritte an die Erdoberfläche, die zumindest zeitweise Wasser führen. Diese Erkenntnis ist etwa 2000 Jahre alt und den Griechen, unter anderem Aristoteles, und den Römern, insbesondere dem Militärtechniker Vitruvius, zu verdanken. Eigentlich sind Quellen keine eigenen Gewässer, sondern bilden den Übergang von einem unterirdischen zu einem oberirdischen Gewässer. Ein Bach beginnt also nicht bei der Quelle, sondern bereits im Grundwasservorkommen des Einzugsgebietes.

### Die Quellbildung

Quellen entstehen auf verschiedene Weise: Ein Teil des Regenwassers versickert im Boden und in den Klüften des Gesteins, bis es als Grundwasser auf eine undurchlässige Schicht (Ton, Mergel) trifft. Das Wasser folgt der Neigung dieser undurchlässigen Schicht und kommt dort wieder an die Oberfläche, wo diese Schicht von einem Hang angeschnitten wird.

In Flusstälern besteht der Grundwasserleiter häufig aus Lockergestein wie Kies und Sand. In den Alpen hat die Alpenfaltung im Gestein Risse und Klüfte entstehen lassen, in die das Regenwasser eindringt und in denen es lange Strecken zurücklegen kann. Die teilweise grossen Wasservorräte in diesen See- und Gangsystemen haben gewöhnlich eine regelmässige Schüttung. Im Kalkgestein der Voralpen und des Juras hat das Regenwasser durch die Einwirkung kohlenensäurehaltigen Grundwassers den Kalk in Jahrtausenden ausgewaschen und weit verästelte Hohlsysteme entstehen lassen. Solche Karstsysteme bilden grössere unterirdische Hohlräume, die das Wasser jedoch nur kurz speichern können. Die meisten Karstquellen schütten denn auch sehr unregelmässig, im Winter können sie auch versiegen.

Auch in Quellen ausserhalb von Karstgebieten kann das Wasser zeitweise ausbleiben. Je nach dem zeitlichen Verhalten spricht man bei nur zeitweise sprudelnden Quellen von Hungerquellen oder von Sommer-, Mai- oder Frühlingsquellen. Letztere beginnen jeweils im Frühling zu schütten und versiegen im Herbst wieder. Sie werden aus Schmelz- und Regenwasser gespeisen.

### Physikalisch-chemische Eigenheiten der Quellen

In der Regel ist Quellwasser so kalt wie das Grundwasser. Seine Temperatur liegt etwa bei der mittleren Jahrestemperatur des entsprechenden Ortes und schwankt im Jahresverlauf oft nur um wenige zehntel Grad. Quellen sind daher sommerkühl und winterwarm. Das hat zur Folge, dass Quellen in den Alpen nicht immer mit Schnee bedeckt sind. Dieses recht rigide Temperaturregime prägt die dort lebenden Organismen nachhaltig (siehe Beitrag «Die Quelle und ihre Bewohner»). Quelltemperaturen können auch durch die Erdwärme bedingt sein, so dass Thermalquellen entstehen.

Der geologische Untergrund des Einzugsgebietes beeinflusst die chemische Zusammensetzung des Quellwassers. Hohe Konzentrationen an gelösten Stoffen prägen den abfliessenden Bach deutlich. In unseren Breitengraden lassen sich deshalb Bäche je nach dem Gestein in Silikat- oder Carbonatbäche einteilen. Hohe Eisen- oder Schwefelgehalte führen zu Eisen-, resp. Schwefelquellen.

Einige Quellen fallen durch orangegelbe Überzüge auf. Hierbei handelt es sich um Eisenocker, das ausfällt, wenn eisenhaltiges Wasser an die Erdoberfläche dringt. Beim Kontakt mit Sauerstoff und unter Mitwirkung von Eisenbakterien wird das unterirdisch noch im Wasser gelöste Eisen in Eisenocker umgewandelt.

Quellwasser ist häufig sauerstoffarm, da es als Grundwasser oft lange im Untergrund verweilt. Dieses Sauerstoffdefizit wird aber in einem schnellfliessenden Quellbach sehr rasch aus der Atmosphäre aufgefüllt.

### Quellentypen

Nach der Art und Weise, wie das Grundwasser an die Oberfläche tritt, werden Quellen verschiedenen Typen zugeordnet. Eine erste morphologische Einteilung entwarfen Steinmann (1915)<sup>[2]</sup> und Thienemann (1924)<sup>[3]</sup>. Sie ist heute in ihren Grundzügen immer noch gültig, hat jedoch in den letzten Jahren eine Erweiterung erfahren. Grundsätzlich sind damals drei Quelltypen beschrieben worden: Fliess- oder Sturzquellen, Tümpel- oder Weiherquellen und Sicker- oder Sumpquellen. Nicht immer ist eine scharfe Trennung zwischen diesen drei Quellformen möglich, so dass auch Mischformen vorkommen können. Manchmal findet man an einem Ort mehrere Austritte gleichen Typs. Dann spricht man von einem Quellsystem. Setzt sich eine Quelle aus mehreren Typen zusammen, die einen gemeinsamen Abfluss bilden, nennt man dies Quellkomplex.



▲ Kleine Fliessquelle im Val Vau, Münstertal. / Petite source jaillissante du Val Vau, Val Müstair.

**Fliessquelle, Sturzquelle (Rheokrene):** Das punktuell austretende Wasser fliesst je nach Gefälle rasch als Quellbach ab. Die Quelle selber besitzt oft eine geringe Ausdehnung und ist häufig bachähnlich. Der Quellbereich ist meist nur wenige Quadratmeter gross. Strömungsbedingt herrschen grobe Substrate wie Fels, Blöcke oder Steine vor. In der Vertikalen bilden sich spritzwasserbedingt oft spezielle Rieselfluren. Kaskaden, Wasserfälle und natürliche Pools sowie Fliesshindernisse sind häufig. Dieser Quelltyp ist in den Alpen der dominierende und bildet in der Regel den Anfang eines Fliessgewässers. Im Jura kann das Wasser nach wenigen bis ein paar Hundert Metern wieder versickern. Man spricht von linearen oder endorheischen Quellen, die weder den Sicker- noch den Fliessquellen zugeordnet werden können<sup>[4]</sup>. Je nach Grundwasserstand fluktuiert der Anfang des Baches im Jahresverlauf, so dass der Quellaustritt kaum exakt festgelegt werden kann. Typischerweise wandert er im Sommer abwärts, im Winter aufwärts. Da lineare Quellen keinen charakteristischen Quellaustritt mit Quellvegetation haben, sind sie im Gelän-



▲ Kalksinterquelle in «Tüfels Chilen» bei Kollbrunn. / Source à tuf calcaire «Tüfels Chilen» vers Kollbrunn.

de gut «getarnt» und was die Substrate betrifft relativ einheitlich.

Eine besondere Form der Fliessquelle ist die *Kalksinterquelle*, die sich bei stark kalkhaltigem Grundwasser bildet. Die ersten Meter unterhalb der Quelle sind nicht oder nur schwach versintert und gleichen den «normalen» Fliessquellen. Danach verändert sich die Geomorphologie deutlich: Beim Kontakt des kalkhaltigen Grundwassers mit der im Sommer warmen Luft bildet sich durch Entweichen des im Wasser gelösten CO<sub>2</sub> Kalziumkarbonat, das als Kalksinter alle festen Oberflächen überzieht, auch Laub und Fallholz, Quellmoos und selbst Tiere. Gefördert wird dieser Prozess durch Pflanzen (Moos), die dem Wasser CO<sub>2</sub> für die Photosynthese entziehen. Strömt das Wasser turbulent, entstehen manchmal imponierende, poröse Sinterterrassen, die an den Stirnseiten mit dem Starknervmoos (*Palustriella commutata*) überwachsen sind. Früher waren die auch Kalktuff genannten Ablagerungen ein begehrtes Baumaterial, das wie bei der «Tüfels Chilen» bei Kollbrunn im Tösstal oft mit grossen Steinsägen abgebaut wurde, wodurch die Treppen vergrössert wurden.

Die *Karstquelle* ist ein weiterer Spezialfall der Fliessquelle. Sie bezieht ihr Wasser aus grobklüftigem Kalkgestein. Wegen des kurzen Weges zwischen Einzugsgebiet und Wasseraustritt und der geringen Vorratsbildung sind Karstquellen von Niederschlägen beeinflusst; nach starken Regenfällen können sie zu tosenden Sturzbächen werden, während sie nach langen Trockenperioden Rinnsale bilden oder gar versiegen. Oft handelt es sich aufgrund ihrer Grösse um landschaftsprägende Quellen. Das wenig gefilterte, oft trübe Wasser kann nur dann problemlos getrunken werden, wenn sich das Einzugsgebiet in Wäldern befindet. Diesen Quelltyp findet man im Jura und in den Alpen. Dort werden



▲ Giessen im Rohrer Schachen. / Source alluviale «Giessen», Rohrer Schachen.

Karstquellen wie etwa die Simmenquelle auch aus Gletscherwasser gespeist.

*Giessen, Alluvialquelle:* Grundwasseraufstösse entlang von Fliessgewässern werden Giessen genannt. Sie entstehen dort, wo das Wasser durch unterirdische Riegel gestaut und nach oben gedrückt wird. Sie befinden sich ausschliesslich in Flusstälern und zeichnen sich dadurch aus, dass sie ganzjährig annähernd konstant schütten. Das Wasser sprudelt an eng begrenzten Stellen aus dem Boden, bildet kleine Quelltöpfe und fliesst in Bächen ab. Am Ort des Wasseraustritts bilden sich kleine Sandvulkane. Oft ist der Untergrund mit Sumpfpflanzen wie dem Aufrechten Merk (*Berula erecta*), der Brunnenkresse (*Nasturtium officinale*) oder Armleuchteralgen bewachsen. Der mineralische Untergrund ist sehr divers zusammengesetzt, neben Sand findet man auch Ton, Schluff, Kies und Steine. Giessen waren ursprünglich im Mittelland weit verbreitet, sind heute aber kaum mehr anzutreffen.

*Tümpel- oder Weiherquelle (Limnokrene):* Das Grundwasser tritt von unten in einen Quelltümpel. Der Begriff «Tümpel» ist



▲ Weiherquelle in Kloten. / Source-étang (limnocrène) à Kloten.





▲ Sickerquelle in Zürich. / Source suintante vers Zürich.

etwas irreführend, da Tümpel per Definition austrocknen. In der Regel haben Weiherquellen eine grössere Wassertiefe als alle anderen. Der Austritt kann punktuell sein, manchmal kommen aber auch mehrere kleine Austritte nebeneinander vor, erkennbar an Sandwirbeln am Gewässergrund. Durch Überlaufen entsteht der Quellbach. Der Untergrund ist meist schlammig oder sandig und bisweilen von reichlich Pflanzenbewuchs bedeckt. An ihren Ufern stehen oft charakteristische Bäume wie Erlen und Silberweiden. Natürliche Weiherquellen sind selten, sie befinden sich am Hangfuss oder in Tal-lagen.

Sicker- oder Sumpfquelle (*Helokrene*) befinden sich im Flach- und Hügelland. Sie entstehen, wenn Grundwasser in zahlreichen kleinen Wasseradern austritt, die das Erdreich durchdringen, durchtränken und dann einen flächigen, untiefen Quellsumpf bilden. Die Wasserfläche ist fast immer viel kleiner als die durchfeuchtete Fläche. Dem Gefälle des Geländes folgend bildet sich der Quellbach aus der Vereinigung kleiner, baumartig verzweigter Quellrinnale. Es dominieren feinkörnige Substrate wie Ton, Sand und Kies. Durch die geringe Strömungsgeschwindigkeit bleibt Falllaub und kleinstes Totholz liegen. Oft entwickelt sich eine reiche Quellflur aus Makrophyten. Durch den engen Kontakt mit dem Erdreich erfolgt eine schnellere Erwärmung, resp. Abkühlung als dies bei Fliessquellen der Fall ist.

Quellen kann man auch nach Pflanzenformationen einteilen. In der Schweiz unterscheidet man je nach geologischem Untergrund verschiedene Quellfluren<sup>[1]</sup>: Im Tessin wachsen an überrieselten Kalkfelswänden frostepfindliche Farne (Frauenhaar) und Moose – eine Gemeinschaft, die als *wärmeliebende Quellflur* bezeichnet wird (*Adiantion capillus-veneris*).



▲ Kalkarme Quellflur im Dischmatal. / Végétation d'une source acide du Dischmatal.



**Verena Lubini-Ferlin**

Dr. phil II, ist seit 1987 Inhaberin einer Beratungsfirma für Gewässerökologie in Zürich. Arbeitsschwerpunkt ist die Gewässerfauna. Aktuelle Projekte befassen sich mit Quelluntersuchungen und -bewertungen.

Auf dauernd mit kalkhaltigem Quellwasser durchtränkten Böden bilden sich *kalkreiche Quellfluren* (*Cratoneurion commutati*), in tieferen Lagen auch gelegentlich mit Sinterkrusten. Sie werden von braunen und schwarzgrünen Moosen geprägt. In höheren Lagen wächst zusätzlich der bewimperte Steinbrech (*Saxifraga aizoides*). Solche Quellen findet man vor allem auf der Alpennordseite entlang von kleinen Bergbächen, häufig im Kontakt mit Flachmooren, in tieferen Lagen vorzugsweise an schattigen Standorten.

Die *kalkarme Quellflur* (*Cardamino-Montion*) bildet den Quellbereich von kalkarmen Fliessquellen. Die Vegetation ähnelt im Erscheinungsbild jener von kalkreichen Quellfluren; es kommt allerdings nie zu Versinterungen. Das Optimum dieser Ausbildung findet sich in der montanen bis alpinen Stufe auf Silikatgestein. ♠

## Literatur

- [1] Delarze R. & Gonseth Y. (2008): Lebensräume der Schweiz. Ökologie – Gefährdung – Kennarten. OTT. 424 S.
- [2] Steinmann P. (1915): Praktikum der Süsswasserbiologie. Teil 1: Tiere und Pflanzen der fliessenden Gewässer. Sammlung naturwissenschaftlicher Praktika. Band 7. Bornträger, Berlin. 184 S.
- [3] Thienemann A. (1924): Hydrobiologische Untersuchungen an Quellen. Archiv für Hydrobiologie. 14: 151–190.
- [4] Zollhöfer J. (1997): Quellen, die unbekanntesten Biotope: erfassen, bewerten, schützen. Bristol-Schriftenreihe 6.

## Dr. Verena Lubini-Ferlin

Gewässerökologie  
Eichhalde 14  
8053 Zürich

# Les sources : un habitat entre eaux souterraines et ruisseaux

*Depuis la nuit des temps, les sources sont vénérées et protégées comme des lieux sacrés dédiés aux dieux et autres personnages mythiques. De nombreux rites, traditions et rituels célèbrent ces sites propices au recueillement et à la guérison pour la force qui s'en dégage. Les sources symbolisent l'eau pure, claire et porteuse de vie, ce qui explique la colonisation très ancienne de leurs abords. Elles sont en revanche nettement moins connues pour leur fonction d'habitat pour de nombreuses espèces de plantes et d'animaux actuellement menacés*

Verena Lubini-Ferlin

Les sources sont des lieux naturels, souvent de surface réduite, d'où jaillissent au moins temporairement les eaux du sous-sol. Nos connaissances à leur sujet datent de plus de 2000 ans et sont à mettre au crédit des grecs, notamment d'Aristote, et des romains, particulièrement de l'architecte-ingénieur militaire Vitruvius. La source désigne un lieu de transition entre les eaux souterraines et celles de surface. Un cours d'eau ne naît donc pas d'une source, mais déjà bien au-delà dans les écoulements souterrains du bassin versant.

## Formation des sources

Les sources peuvent se former de différentes façons : une partie de l'eau de pluie s'infiltré dans le sol et les failles de la roche jusqu'à sa rencontre avec une couche imperméable (argile ou marne). Elle suit alors ce niveau imperméable dans son inclinaison et finit par quitter le sous-sol dans un lieu d'intersection avec une pente. Au fond des vallées, les écoulements des eaux souterraines traversent souvent des sédiments meubles comme des graviers ou des sables. Dans les Alpes, le plissement des roches a fait naître des fissures et des failles, dans lesquelles s'écoulent sur de longues distances les eaux de pluie. Les réserves d'eau contenues dans ces réseaux de galeries alimentent des exutoires

aux débits souvent constants. Dans les calcaires du Jura et des Préalpes, les eaux de pluie enrichies en acide carbonique dans le sous-sol ont provoqué la dissolution de la roche sur des milliers d'années, créant de véritables réseaux ramifiés de cavités. Ces systèmes karstiques ne possèdent qu'une faible capacité de stockage. Les sources qu'ils alimentent présentent des débits irréguliers qui finissent parfois par tarir, en été comme en hiver.

Des sources temporaires existent également en dehors des régions karstiques. Elles reçoivent en allemand différents noms en fonction de leurs particularités : «sources affamées» (Hungerquellen), sources d'été, sources de mai ou sources de printemps. Ces dernières jaillissent au printemps et s'assèchent à l'automne. Elles sont alimentées par les eaux de fonte et les eaux de pluie.

## Particularités physico-chimiques des sources

La température de l'eau d'une source correspond généralement à celle de l'aquifère qui l'alimente. Elle est proche de la température annuelle moyenne du lieu de l'exutoire et ne varie souvent que de quelques dixièmes de degré. De fait, les sources possèdent des eaux fraîches en été et

chaudes en hiver, comme en atteste l'existence de sources faiblement enneigées dans le domaine alpin. Ce régime thermique particulier induit la sélection d'une faune et d'une flore caractéristiques (cf. «Les sources et leurs habitants»). Parfois la chaleur du sous-sol influence la température, comme c'est le cas dans les sources thermales.

La géologie du bassin versant influence de son côté la composition chimique de l'eau de la source. Les concentrations élevées en substances dissoutes marquent clairement le cours d'eau de leur empreinte. Sous nos latitudes, on peut classer les sources en fonction de la roche sous-jacente calcaire ou cristalline. En présence

▼ Source limnocène dans le Parc National Suisse à Il Fuorn. / Weiherquelle im Nationalpark.



d'une concentration élevée de fer ou de soufre, on parlera de sources ferrugineuses ou sulfureuses.

Les sources riches en fer se distinguent par un dépôt orangé qui recouvre leur lit. Il résulte de l'activité des bactéries ferrugineuses qui transforment le fer dissout au contact de l'oxygène. Ce dépôt appelé ocre ferreux tend à colmater le substrat.

Un séjour prolongé de l'eau dans le sous-sol fait chuter sa teneur en oxygène. En quittant le sol, l'eau s'oxygène à nouveau très rapidement au fil de son parcours dans le ruisseau de source.

### Typologie des sources

On distingue différents types de sources en fonction de la façon dont l'eau sourd ou jaillit du sol. Une première typologie fut développée par Steinmann (1915)<sup>[2]</sup> et Thienemann (1924)<sup>[3]</sup> qui distinguaient les sources jaillissantes (rhéocrènes), les sources submergées (limnocrènes) et les sources suintantes (hélocrènes). Cette typologie reste en grande partie valable aujourd'hui, mais elle a connu récemment un certain nombre d'aménagements. Il existe des sources mixtes difficiles à classer. Une source avec plusieurs exutoires de types différents se définit comme un *complexe de sources*, tandis qu'une source possédant plusieurs exutoires du même type reçoit la dénomination de *système de source*.



▲ Source rhéocrène sur Alpe Casaccia (Col de Lukmanier). / Fliessquelle am Lukmanierpass.

*Source jaillissante (rhéocrène):* la résurgence jaillit en un point précis du sol, possède généralement une certaine pression et donne naissance à un ruisseau. Peu étendue, elle ressemble dès les premiers mètres à un ruisseau dont la vitesse de courant induit une granulométrie plutôt grossière du lit, formé de rochers, de blocs ou de pierres. Dans la pente apparaissent des surfaces régulièrement écla-boussées (Rieselflur), des cascades, des chutes et des vasques naturelles. Ce type de source est fréquent dans les Alpes où il forme généralement le début des cours d'eau. Dans le Jura, il n'est pas rare d'assister à la disparition de l'eau après quelques centaines de mètres. Zollhöfer<sup>[4]</sup> décrit ces sources comme linéaires ou endorhéiques. Le niveau de la nappe pouvant varier au cours de l'année, il est parfois difficile de fixer l'emplacement exact de l'exutoire. Ce dernier migre souvent vers le bas au cours de l'été et remonte en hiver. Les sources linéaires ne possèdent pas de végétation caractéristique à l'exutoire. Elles sont généralement bien « camouflées » et leurs substrats relativement uniformes.

*La source à « tuf calcaire »* ou travertin désigne une forme particulière de source jaillissante qui se développe en présence d'un aquifère riche en calcaire. Les premi-

◀ Larve de Trichoptère recouverte d'un dépôt calcaire. / Köcherfliegenlarve, deren Körper mit Kalk überzogen ist.

ers mètres sous l'exutoire ressemblent à une source « normale » car la précipitation des carbonates y est faible. En contre-bas, la géomorphologie change radicalement : l'eau riche en calcaire dissout perd du CO<sub>2</sub> au contact de l'air chaud de l'été, le carbonate de calcium précipite et recouvre toutes les surfaces disponibles (substrats durs, bois mort, mousses, feuilles mortes et litière), même le corps des organismes aquatiques. Ce phénomène est favorisé par les plantes (mousses aquatiques) qui retirent en partie le CO<sub>2</sub> de l'eau pour la photosynthèse. Lorsque la

▼ Source karstique à grand débit estival près d'Engelberg. / Karstquelle in Engelberg, im Sommer mit grosser Schüttung.

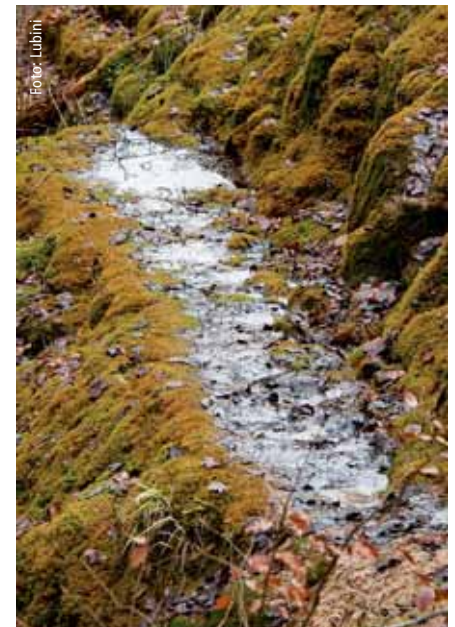




Foto: Lubini

▲ Source limnocène dans le Parc National, Suisse à Il Fuorn. / Weiherquelle im Nationalpark.

pente devient raide, on assiste à la formation d'une succession de terrasses en tuf calcaire, colonisées dans leur partie frontale par la mousse *Palustriella commutata*. Le travertin, apprécié comme matériau de construction, était exploité et découpé à l'aide de grandes scies à pierre. A Kollbrunn dans la vallée de la Töss, on peut encore observer les traces de cette activité devant la source de «Tüfels Chilen» qui ressemble aujourd'hui à un gigantesque escalier.

La source karstique est un autre cas particulier de source jaillissante. Elle est alimentée par un aquifère karstique dont le débit dépend fortement des précipitations. En cas de précipitations importantes, le ruisseau de source peut se transformer en véritable torrent, alors qu'à l'étiage il se résume à un mince filet d'eau qui finit parfois par disparaître totalement. Son eau, mal filtrée et souvent turbide, n'est potable que si elle provient d'un bassin versant entièrement forestier. On trouve ce type de source aussi bien dans le Jura que dans les Alpes, où il constitue souvent un élément marquant du paysage. Son alimentation, à l'exemple des sources de la Simme, provient parfois des glaciers.

Source alluviale (Giessen): ce type apparaît aux endroits où affleure une nappe qui accompagne la zone alluviale. L'eau

jaillit du sous-sol dans une dépression de dimension modeste, d'où elle donne naissance à un ruisseau. La source se caractérise par un débit constant et forme parfois des « petits volcans » de sable sur le fond. Elle est envahie de cresson de fontaine, de berles ou de characées. Son lit est composé de divers substrats : argiles, limons, sables, graviers et cailloux. Autrefois très répandu sur le Plateau, ce type de source a de nos jours quasiment disparu.

Source submergée (limnocène): son exutoire se situe cette fois au fond d'un plan d'eau. Il ne s'agit pas d'une mare, qui par définition s'assèche, mais d'un étang d'une certaine profondeur. La source présente une ou plusieurs sorties placées côte à côte, parfois reconnaissables à un tourbillon de sable qui s'élève du fond de l'eau. Le plan d'eau déborde au point bas pour alimenter un ruisseau. Son substrat est vaseux à sableux, il est souvent riche en plantes aquatiques et ses rives sont colonisées par des aulnes et des saules. Les sources submergées, relativement rares, occupent les pieds de pente ou le fond des vallées.

La source suintante (hélocène) se rencontre en plaine comme en montagne. Elle naît là où de nombreuses veines d'eau atteignent la surface du sol pour former un marais de source étendu et peu profond. La surface marécageuse dépasse généralement la surface en eau libre. Les veines d'eau se réunissent en filets d'eau qui suivent la pente du terrain pour former un ruisseau puis un ruisseau de sources. Les substrats meubles tels que les argiles, sables et graviers y dominent. Le bois mort et la litière s'y amoncellent en raison de la faible pente. On y observe le développement d'une végétation riche en macrophytes. Les variations de température, plus grandes que dans les autres types de sources, sont dues à l'importante zone de contact entre la terre et l'eau.



**Verena Lubini-Ferlin**

Dr phil II, possède depuis 1987 à Zurich une société de conseil en écologie aquatique qui s'est spécialisée dans les

questions faunistiques. Les projets actuels portent sur l'étude et l'évaluation des sources.

La typologie de la végétation permet également de classer les sources. On distingue ainsi en fonction de la géologie du sous-sol les sources alcalines des sources acides<sup>[1]</sup>. Des groupements de fougères et de mousses sensibles au gel (*Adiantum capillus-veneris*) colonisent les suintements des parois calcaires du Tessin.

Dans les sources alcalines, des mousses brunes et noires caractéristiques se développent sur les sols détremés, alimentés en permanence par des eaux calcaires<sup>[1]</sup>. Elles sont souvent accompagnées par la formation de tuf calcaire en plaine (*Cratoneurion commutati*)<sup>[1]</sup> et par des tapis de Saxifrage faux Orpin (*Saxifraga aizoides*) en altitude.

La végétation des sources acides (*Cardamino-Montion*) borde les sources jaillissantes des régions cristallines. Elle ressemble à celle des sources calcaires, mais sans développement de tuf. L'optimum de ces milieux se situe entre l'étage montagnard et l'étage alpin. ♦

### Bibliographie

- [1] Delarze R. & Gonseth Y. (2008): Guide des milieux naturels de Suisse. Ecologie – Menaces – Espèces caractéristiques. Rossolis. Bussigny. 424 p.
- [2] Steinmann P. (1915): Praktikum der Süswasserbiologie. Teil 1: Tiere und Pflanzen der fliessenden Gewässer. Sammlung naturwissenschaftlicher Praktika. Band 7. Bornträger, Berlin. 184 S.
- [3] Thienemann A. (1924): Hydrobiologische Untersuchungen an Quellen. Archiv für Hydrobiologie. 14: 151–190.
- [4] Zollhöfer J. (1997): Quellen, die unbekanntes Biotop: erfassen, bewerten, schützen. Bristol-Schriftenreihe 6.

### Dr. Verena Lubini-Ferlin

Gewässerökologie  
Eichhalde 14  
8053 Zürich

# Die Quelle und ihre Bewohner

Quellen sind in der Regel klein, punktuell in der Landschaft verteilt und grenzen sich scharf von ihrer Umgebung ab. Der Lebensraum entspricht einem Ökoton, weil Quellen die Schnittstelle zwischen den Ökosystemen Grundwasser und Oberflächengewässer bilden. Biologisch bedeutet dies, dass sich in Quellen Grundwasser- und Fliesswasserarten treffen. Erstere gelangen via Drift in den Quellmund, letztere wandern bachaufwärts oder besiedeln die Quelle über die Eiablage zufliegender Weibchen. Das Zusammentreffen von Arten verschiedener Herkunft hat oft eine hohe Biodiversität zur Folge, auch wenn dort nur wenig Wasser fließt. Der Artenreichtum trockenfallender Quellen ist jedoch stets kleiner. Sie werden dafür von Spezialisten besiedelt, die Austrocknung ertragen oder mittels Dauerstadien überbrücken können. In seltenen Fällen fehlt jegliche tierische Besiedlung.

von Verena Lubini-Ferlin

Die Wissenschaft bezeichnet den Lebensraum von Quelle und Quellbach als Krenal, deren Lebensgemeinschaft als Krenon. Um den Quellaustritt lassen sich verschiedene Teillebensräume erkennen, die gegen aussen dem seitwärts gerichteten Feuchtigkeitsgradienten folgen. Charakteristisch ist die Verzahnung der Teillebensräume auf engstem Raum, so dass ein vielfältiges Mosaik von Mini-Lebensräumen rund um die Quelle entsteht, optisch erkennbar an charakteristischen Pflanzen wie Moosen und Sumpfpflanzen. Je weiter weg vom Quellmund, desto trockener wird der Boden, desto mehr terrestrische Arten kommen vor. Dazu zählen auch Schnecken, die in längeren Trockenperioden Zuflucht in der Feuchtigkeit speichernden Quellumgebung suchen. Die Grenzen zwischen diesen Teillebensräumen sind unscharf und können sich je nach Niederschlagsintensität und Quellschüttung verschieben.

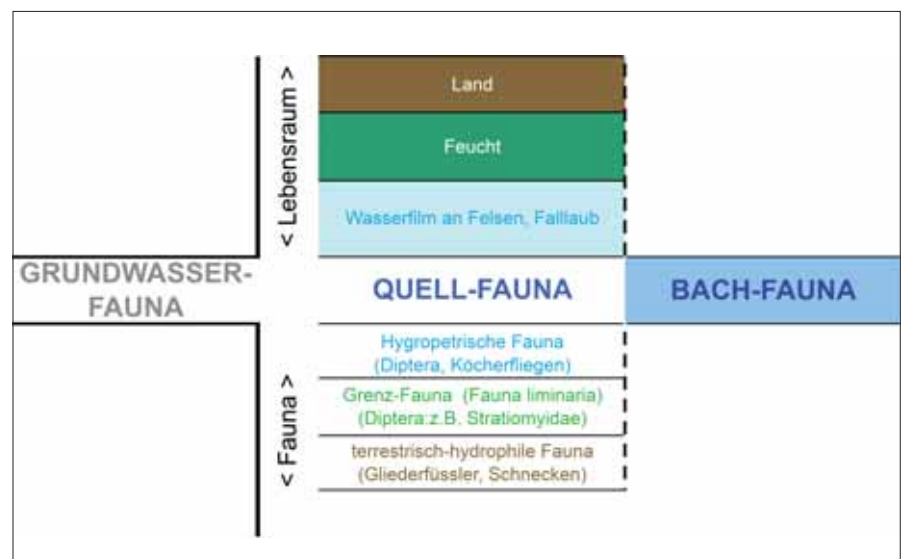
## Die Lebensgemeinschaften der Quellen

Mücken und Fliegen (Zweiflügler, Diptera) sind die artenreichste Tiergruppe, gefolgt von den Köcherfliegen, den Käfern und den Steinfliegen, während die Eintagsfliegen kaum vertreten sind. Andere makroskopisch erkennbare Organismen treten artenmässig kaum in Erscheinung.

Für die Besiedlung der Quellen ist neben der Morphologie die geographische Lage entscheidend. Wichtige weitere Faktoren sind die Wasserchemie, die Lichtverhältnisse und damit die Biotopeigenschaften des Umfelds. Eine eindeutige Zuweisung von Arten zu einem bestimmten Quelltyp ist aufgrund der Komplexität des Lebensraums nicht immer möglich und gelingt höchstens in einer einheitlichen Grundwasserlandschaft. Trotzdem soll versucht werden, typische Faunenelemente für ausgewählte Quelltypen vorzustellen:

Karstquellen enthalten neben anderen quelltypischen Arten regelmässig Grundwasserarten wie den Höhlenstrudelwurm (*Dendrocoelum cavaticum*), den Alpenstrudelwurm (*Crenobia alpina*) oder den Höhlenflohkrebs (*Niphargus sp.*) sowie in Gebieten mit Kalkuntergrund winzige Quellschnecken der Gattungen *Bythiospeum* und *Bythinella*. Im Winter trockene Karstquellen enthalten keine Fauna, der Untergrund ist aber oft von Moosen bedeckt.

Fliessquellen sind meist artenreich besiedelt, wobei neben Quellarten auch Bach-



▲ Schematische Darstellung der Teillebensräume in einer Quelle. / Tableau schématique des habitats d'une source.



Foto: Lubini

▲ Alpen-Strudelwurm *Crenobia alpina*. / Planaire alpine *Crenobia alpina*.

arten auftreten. Im Jura sind in einer nur wenige Quadratmeter grossen Quelle 40 Arten nachgewiesen worden<sup>[2]</sup>. In Hangmooren, Rinnsalen und Quellbächen mit Schwerpunkt zwischen 400 m und 800 m Meereshöhe leben Quelljungferlarven (*Cordulegaster bidentata*) eingegraben im feinkörnigen Untergrund und lauern auf Beute. Bei den Steinfliegen sind es die Gattungen *Nemoura*, *Protonemura* und *Leuctra*, die sich von Fallaub und vermoerndem Holz ernähren. Räuberische Steinfliegen wie *Dictyogenus fontium* und *Isoperla lugens* (vgl. Abb. S. 26) findet man in Quellbächen der Voralpen und Alpen in grobkörnigen Substraten. Bei den Köcherfliegen sind es die Larven der Gattungen *Wormaldia* und *Plectrocnemia*, die mit ihren Fangnetzen andere Quellbewohner überwältigen. Unter oder auf flachen Steinen in den alpinen Quellen sitzen gewisse Köcherfliegenlarven der Gattung *Drusus* und filtern mit speziell ausgebildeten Mundwerkzeugen Fressbares aus dem Wasser. Exklusiv im Tessin, in unscheinbaren, kleinen Quellrinnsalen, kommt die

▼ Die Larve der Köcherfliege *Helicopsyche sperata* hat einen schneckenförmigen Köcher. / Fourreau spiralé d'*Helicopsyche sperata* (Trichoptera).



Foto: Lubini

Köcherfliegenlarve *Helicopsyche sperata* vor, die mit ihrem spiralig gewundenen Gehäuse mit einer Schnecke verwechselt werden kann.

In Kalksinterquellen dominiert zahlenmässig oft der Bachflohkrebs *Gammarus fossarum*, weil dort sein Nahrungssubstrat – Falllaub – gehäuft vorkommt. Die Sinterterrassen beherbergen manchmal auch Feuersalamanderlarven. Sie teilen den «Pool» oft mit Steinfliegen der Gattung *Nemoura* und mit der Köcherfliegenlarve *Potamophylax nigricornis*, die mit ihren zahnbewehrten Mundwerkzeugen an den Rinden von Holzstücken nagt und deshalb ernährungsbiologisch zu den «Schreddern» zählt.

Sickerquellen bieten einigen Spezialisten Lebensraum, die in einem nur wenige Millimeter dünnen Wasserfilm leben können. Die Köcherfliegenlarve *Crunoecia irrorata* findet man dort regelmässig unter Falllaub. Die artenreichste Gruppe in diesem Quelltyp sind die Mücken und Fliegen. Im Unterschied zu den kimentragenden Köcherfliegen haben sie als Luftatmer besondere Atmungssysteme entwickelt. Charakteristische Vertreter finden sich unter den Waffelfliegen (*Stratiomyidae*), Dunkelmücken (*Thaumaleidae*), Tastermücken (*Dixidae*) und den Schmetterlingsmücken (*Psychodidae*). Entwicklungsgeschichtlich interessant ist, dass die Larve der Gattung *Stempellina*, eine nicht mit den Köcherfliegen verwandte Zuckmücke, ebenso in selbst gebauten Köchern lebt.

### Leben in der Kälte

Die im Wasser lebenden Arten sind in der Regel obligate Kaltwasserbewohner, die bachabwärts mit dem Ansteigen der Wassertemperatur allmählich verschwinden. Darunter befinden sich auch Glazialrelikte, deren Vorkommen sich in Europa auf Skandinavien und auf Quellgewässer in den Alpen beschränkt. Historisch lässt sich das mit den Vorgängen am Ende der Eiszeiten erklären. Auf dem Höhepunkt der



Foto: Lubini

▲ Köcherfliegenlarve *Crunoecia irrorata* im dünnen Wasserfilm auf einem Blatt. / Larve de *Crunoecia irrorata* (Trichoptera) dans le film d'eau recouvrant une feuille.

Vergletscherung wurde die verbleibende mitteleuropäische Fauna auf einen nur wenige 100 Kilometer breiten, eisfreien Streifen zwischen dem skandinavischen Eispanzer und den alpinen Gletschern im Süden zusammengedrängt. Mit der einsetzenden Erwärmung am Ende des Pleistozäns zogen sich die kalteangepassten Arten in ihre ursprünglichen Ausbreitungszentren nach Norden bzw. nach Süden in die Hochgebirge zurück. Die Quellgewässer der Alpen erwiesen sich als Sackgassen für die Kaltwasserbewohner, sie blieben jedoch als Reliktfauna bis heute erhalten. Beispiele dafür sind die Köcherfliege *Apatania helvetica* und der Strudelwurm *Crenobia alpina*. Manche wie *A. helvetica* sind selten und werden als Endemiten bezeichnet, weil ihre Vorkommen sich auf sehr kleine Areale in den Alpen beschränken. Im Extremfall besiedeln sie bloss einen einzigen Gebirgszug.

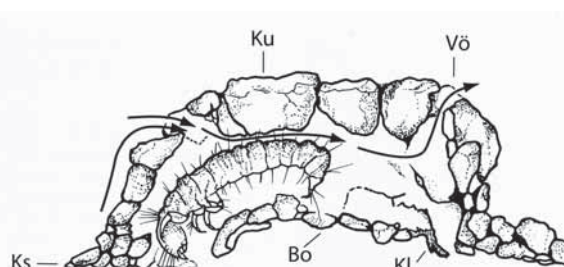
Anpassungsstrategien an den kalten Lebensraum, wo unter Umständen lebenswichtige Ressourcen nur für kurze Zeit zur Verfügung stehen, zeigen sich auch bei der Fortpflanzung. So ist die Entwicklung bei *Apatania fimbriata* deutlich kürzer als bei Arten, die in wärmerem Wasser leben. Bei *A. helvetica* fehlen sogar die Männchen, es herrscht eine parthenogenetische Lebensweise vor, bei der sich die Eier ohne Begattung entwickeln. Das erhöht die Chance an diesem Ort Nachkommen zu hinterlassen.

### Leben in temporär austrocknenden Quellen

Mit einer spezifischen Bauweise des Köchers können die Larven der Gattung *Synagapetus* den in austrocknenden Quellen geringen Abflüssen ein Schnippchen schlagen. Ihr Gehäuse besteht aus zwei Teilen, einer Kuppel und einer Bodenplatte, ähnlich einem Schildkrötenpanzer. Die Bodenplatte hat zwei Löcher, die mit einer Klappe verschlossen werden können. Durch das vordere Loch ragen Kopf und Beine, durch das hintere die Krallen der Nachschieber. In dem geräumigen Gehäuse kann sich die Larve zusammenrollen und auch umdrehen. Die Kuppel trägt Ventilationsöffnungen, durch die der Atemwasserstrom zirkuliert. Mit dem Wachstum der Larve erhöht sich auch die Gehäusekuppel. Aus dieser stärkeren Exposition ergibt sich ein erhöhter Austausch mit Atemwasser bei geringen Strömungsgeschwindigkeiten. Dies ist zwingend notwendig, weil die Larven keine wellenförmigen Ventilationsbewegungen vollführen, wie dies bei Vertretern anderer Familien die Norm ist.

Sogar die Eiablage erfolgt so, dass die Eier möglichst nicht austrocknen. Das Weibchen sucht strömungsexponierte Bereiche auf, taucht an den Gewässergrund und

▼ Längsschnitt durch den Köcher der Köcherfliegenlarve *Synagapetus* mit der darin befindlichen Larve. Die Pfeile bezeichnen die Richtung des Atemwasserstroms. Ku = Kuppel, Bo = Bodenplatte, Kl = Klappe, Ks = Köchersaum, Vö = Ventilationsöffnungen. Abgeändert nach [1]. / Coupe longitudinale du fourreau de *Synagapetus* (Trichoptera) avec sa larve. Les flèches indiquent le sens du courant. Ku = dôme, Bo = plaque basale, Kl = clapet, Ks = ourlet, Vö = ouverture de ventilation. Modifié d'après [1].



legt die Eier zwischen einen grösseren Grundstein und einem etwas kleineren Decksteinchen. Durch das anschliessende Zusammendrücken der Steinchen und der Aushärtung einer Kittsubstanz entsteht ein sandwichartiges Gefüge. Selbst nach zwölfwöchiger Austrocknung schlüpfen aus solchen Gelegen noch ein paar Larven! Da Dauer und Intensität des Trockenfallens nicht vorhersehbar sind, schlüpfen die Larven nicht synchron, sondern über einen längeren Zeitraum hinweg, so dass immer geschlechtsreife Stadien vorhanden sind, die auch nach einer Austrocknung die Quelle wieder besiedeln können.

### Leben am Rand der Quelle

Angrenzend an die wasserüberstandene Fläche dehnt sich je nach Quelltyp eine feucht-nasse Umgebungszone aus, deren Substrate nur von einem dünnen Wasserfilm überzogen sind. Der dünne Wasserfilm begünstigt flache Körperformen und fördert Mechanismen, den Körper dauernd feucht zu halten. Das maximal 2 mm dicke Wasserhäutchen hat den Vorteil, dass es immer vollständig mit Sauerstoff gesättigt ist. Gleichzeitig müssen die dort lebenden Organismen eine hohe Toleranz gegenüber Temperaturschwankungen haben; bereits durchziehende Wolken oder Windböen nehmen Einfluss auf den Wärmehaushalt, wobei Schwankungen von bis zu 15°C im Tagesverlauf auftreten können.

Diese Wasser-Landübergangszone ist besonders in Waldquellen wegen dem hohen Eintrag an Falllaub ein beehrter Lebensraum. Hier siedeln sich in erster Linie Detritusfresser und Zerkleinerer an. Es ist das Reich der Dipteren, die eine strenge Bindung an diesen Lebensraum haben. Zweiflügler sind Luftatmer und haben deshalb im Unterschied zu den kiementragenden Köcherfliegen ein offenes Tracheensystem. Bei den Larven der Waffelfliegen befindet sich am Hinterende um die Atemöffnung ein filigraner Haarkranz,



**Verena Lubini-Ferlin**

Dr. phil II, ist seit 1987 Inhaberin einer Beratungsfirma für Gewässerökologie in Zürich. Arbeitsschwerpunkt ist die Gewässerfauna. Aktuelle Projekte befassen sich mit Quelluntersuchungen und -bewertungen.

der durch seine feine Fiederung wasserabweisend ist und den Hinterleib immer mit der Luft in Verbindung hält. Der Haarkranz breitet sich an der Wasseroberfläche schalenförmig aus. Verliert das beinlose Tier bei Hochwasser den Kontakt zum Untergrund, fungiert der Haarkranz wie eine Schwimmweste und trägt den ganzen Körper. Taucht die Larve trotzdem unter, bildet der Haarkranz einen Fangkorb, in dem eine Luftblase eingeschlossen wird, die fortan wie eine physikalische Kieme wirkt. Von diesem Sauerstoffvorrat zehrt das Tier lange, manchmal mehrere Tage, bis es sich wieder am Boden verankern kann. Zum Schutz vor Austrocknung sind die Larven einiger Familien mit einer derben Haut umhüllt. Bei näherem Hinsehen entpuppt sich diese als hochstrukturiert mit vielen regelmässig angeordneten Kalkrosetten. Hinter dieser «Mauer» ist die Larve recht gut vor Austrocknung geschützt. ♦

### Literatur

- [1] Fischer J., Fischer F., Schnabel S., Wagner R., Bohle H.W. (1998): Die Quellfauna der Hessischen Mittelgebirgsregion. In: Botosaneanu L. (Ed.) Studies in crenobiology. Backhuys, Leiden 183–199.  
[2] Zollhöfer J. (1997): Quellen, die unbekanntesten Biotop: erfassen, bewerten, schützen. Bristol-Schriftenreihe 6.

**Dr. Verena Lubini-Ferlin**  
Gewässerökologie  
Eichhalde 14  
8053 Zürich

# Les sources et leurs habitants

Les sources se caractérisent généralement par leur petitesse, leur dissémination dans le paysage, leur isolement et leur nette délimitation dans l'environnement. Il s'agit d'un écotone situé à la croisée des eaux souterraines et des eaux de surface où se rencontrent les espèces de deux écosystèmes. Le drift entraîne les espèces du monde souterrain vers l'exutoire, tandis que celles du cours d'eau y remontent pour pondre grâce aux vols de compensation des adultes. Cette rencontre de deux mondes a pour conséquence la présence d'une importante biodiversité, même lors de faibles débits. La diversité des sources temporaires est toujours plus faible. Elles sont en revanche colonisées par des espèces spécialisées qui supportent l'assèchement en adaptant leur cycle de vie au régime d'écoulement. Il est rare qu'une source soit dépourvue d'habitants. Verena Lubini-Ferlin

Le jargon scientifique désigne le milieu de source sous le terme de « crénal » et la communauté qu'il héberge comme « crénon ». Différents petits habitats se succèdent aux abords de l'exutoire d'une source. Leur imbrication sur une surface réduite est une des caractéristiques du milieu. Cette mosaïque de petites unités se reconnaît visuellement par la présence de plantes palustres et de mousses caractéristiques. Elle s'organise selon un gradient d'humidité décroissant avec l'apparition d'espèces franchement terrestres plus l'on s'éloigne du lieu de jaillissement. Les escargots comptent parmi les animaux terrestres qui recherchent activement l'environnement humide de la source durant les périodes de sécheresse. Les limites entre les différents habitats, souvent imprécises, peuvent se déplacer au gré des fluctuations du débit.

## Communautés animales et végétales des sources

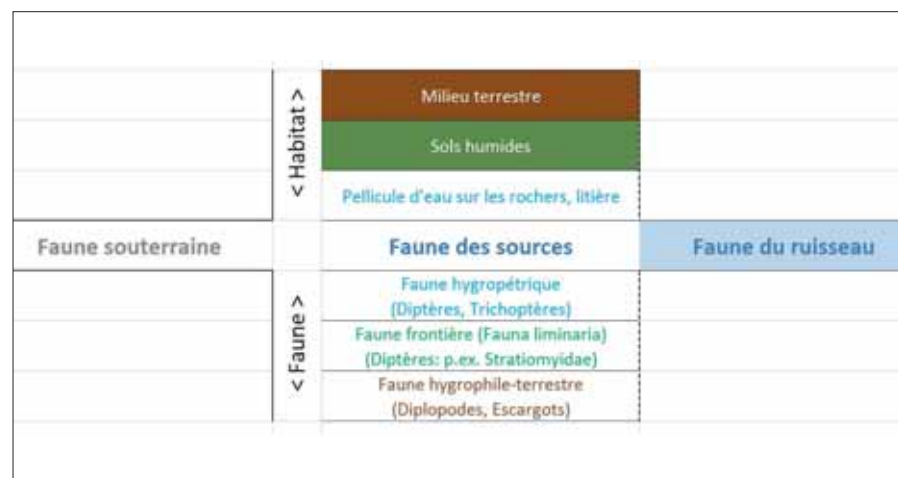
Les Mouches et les Moucheron (Diptera) représentent le groupe d'insectes le plus abondant dans les sources, suivi des Phryganes (Trichoptera), des Coléoptères (Coleoptera) et des Perles (Plecoptera). Les autres groupes d'organismes, dont les Ephémères (Ephemeroptera), ne comptent que très peu d'espèces.

La colonisation d'une source dépend de nombreux facteurs : sa morphologie, sa situation géographique, son ensoleillement, les caractéristiques physico-chimiques de son eau, etc. L'environnement de l'exutoire revêt donc une importance prépondérante pour la composition de la communauté d'espèces présente. L'attribution d'une liste d'espèces caractéristiques par type de source n'est pas aisée en raison de la complexité du milieu. Malgré cette difficulté, les unités faunistiques suivantes peuvent être décrites :

Les sources karstiques hébergent régulièrement des espèces des eaux souterrai-

nes comme les Planaires *Dendrocoelum cavaticum* et *Crenobia alpina*, le Crustacé *Niphargus sp.*, les Escargots de source des genres *Bythiospeum* et *Bythinella*. Les sources karstiques asséchées durant l'hiver ne contiennent pratiquement pas de faune aquatique, mais leurs substrats sont souvent tapissés de mousses.

Les sources jaillissantes sont généralement riches en espèces. Les espèces crénales y côtoient souvent les habitants du ruisseau. Zöllhöfer<sup>[1]</sup> a ainsi décrit en 1997 quelque 40 espèces sur quelques mètres carrés d'une grande source jaillissante. Les marais de pente, les ruisselets et ruisseaux



▲ Tableau schématique des habitats d'une source. / Schematische Darstellung der Teillebensräume in einer Quelle.





▲ Planaire troglobie *Dendrocoelum cf. cavaticum*. / Höhlen-Strudelwurm *Dendrocoelum cf. cavaticum*.

de source hébergent entre 400 et 800 m d'altitude les Libellules du genre *Cordulegaster* (p.ex. *Cordulegaster bidentata*). Elles vivent enfouies dans le sédiment fin à l'affût de leur proie. Les Perles des genres *Nemoura*, *Protonemura* et *Leuctra*, se nourrissent de litière et de bois mort en décomposition. Les deux perles prédatrices *Dictyogenus fontium* et *Isoperla lugens* vivent sur les sédiments grossiers des ruisseaux de source des Préalpes et des Alpes (cf. illustrations au chapitre *Les milieux fontinaux – méconnus et menacés*). Les Phryganes des genres *Wormaldia* et *Plectrocnemia* maîtrisent leurs proies à l'aide de filets de capture. Autour des cailloux des sources alpines vivent les Trichoptères du genre *Drusus* qui filtrent leur nourriture à l'aide de leurs pièces buccales spécialement adaptées. *Helicopsyche separata*, une spécialité tessinoise, vit dans de minuscules ruisselets de sources dans son fourreau spiralé qui ressemble à s'y méprendre à une coquille d'escargot.

Le Crustacé *Gammarus fossarum* domine dans les sources à tuf calcaire où il se nourrit des amoncellements de litière, tandis que les bassins des terrasses des mêmes sources sont colonisés par la salamandre

tachetée. Elle partage ces piscines avec les Perles du genre *Nemoura* et le Trichoptère *Potamophylax nigricornis*. Ce dernier rong l'écorce du bois mort à l'aide de ses mandibules dentées et appartient de ce fait au groupe des broyeurs.

Les sources suintantes hébergent plusieurs spécialistes capables de vivre dans un film d'eau de quelques millimètres. La larve de Trichoptère *Crunoecia irrorata* s'y rencontre régulièrement dans les tas de feuilles mortes. Mouches et Moucherons (Diptera) représentent le groupe d'insectes le plus abondant dans ce type de source. Contrairement aux Trichoptères équipés de branchies, les Diptères, dotés d'une respiration aérienne, ont développé des systèmes respiratoires particuliers reliés à leurs trachées (systèmes visibles chez les Stratiomyidae, Thaumaleidae, Dixidae, Psychodidae). Les Chironomidae du genre *Stempellina* construisent un fourreau alors qu'ils n'ont aucun lien de parenté avec les Trichoptères à fourreau.

### Vivre dans le froid

Les espèces aquatiques de la source sont en général strictement liées à des eaux froides. Elles disparaissent progressivement à l'aval de l'exutoire avec l'augmentation de la température de l'eau. On trouve parmi ces espèces des reliques de l'époque glaciaire dont la distribution en Europe se limite à la Scandinavie et aux sources alpines. Cette distribution témoigne de la présence passée d'une bande libre de glace de quelques centaines de kilomètres, située entre le bouclier glaciaire scandinave au nord et les glaciers alpins au sud. Avec le réchauffement du Pléistocène et le retrait des glaciers, ces espèces d'eaux froides se retirèrent dans les montagnes situées au nord, respectivement au sud de leur centre de distribution (p.ex. le Planaire *Crenobia alpina*). Aujourd'hui, les sources des Alpes constituent parfois le refuge ultime de certaines espèces désignées comme endémiques (p.ex. le Trichoptère *Apatania helvetica*).

L'aire de distribution mondiale de certaines endémiques se limite parfois à un seul et unique massif montagneux.

Dans les sources d'altitude, les espèces doivent s'adapter à une disponibilité très limitée dans le temps des ressources indispensables à leur survie. On observe ainsi chez *Apatania fimbriata* une adaptation de la reproduction avec un développement des œufs beaucoup plus rapide que chez les espèces d'eau « chaude ». *Apatania helvetica*, une espèce proche, n'engendre que des femelles et ses œufs se développent donc sans fécondation. Par ce procédé, elle augmente ses chances de coloniser des habitats isolés.

### Vivre dans les sources temporaires

La forme particulière des fourreaux des larves de Trichoptères du genre *Synagapetus* leur permet de déjouer une baisse subite du débit, voire un tarissement momentané de la source. Le fourreau de cette

▼ Larve d'*Apatania helvetica*, (Trichoptera), une relique glaciaire de la région alpine. / Köcherfliegenlarve *Apatania helvetica*, ein Glazialrelikt im Alpenraum.



espèce, constitué d'un dôme et d'un plancher, ressemble à la carapace d'une tortue. Le plancher est doté de deux orifices que l'animal peut fermer à volonté. La tête et les pattes dépassent de l'orifice antérieur tandis que les griffes situées à l'extrémité de l'abdomen sortent à l'arrière. Un fourreau spacieux permet à la larve de s'enrouler et même de se retourner à l'intérieur. Le dôme est équipé d'ouvertures de ventilation par lesquelles circule l'eau indispensable à la respiration. La hauteur du dôme augmente progressivement avec la croissance de la larve. Cette élévation permet notamment une augmentation des échanges d'eau lorsque la vitesse du courant diminue. Cette adaptation est vitale pour la larve car celle-ci n'effectue pas de mouvements ondulatoires de ventilation comme c'est la norme chez les représentants d'autres familles. La ponte se déroule également de façon à ce que les œufs ne se dessèchent pas. La femelle recherche des secteurs exposés au courant, plonge pour atteindre le lit du cours d'eau et dépose ses œufs entre une pierre encastrée dans le lit et une plus petite posée dessus. La ponte, englobée dans une masse gélatineuse qui durcit rapidement comme un « mastic », se trouve prise en sandwich entre les 2 pierres. Certaines larves sont capables de survivre à 12 semaines de sécheresse dans cette structure. La durée et l'intensité des

périodes de sécheresse n'étant pas prévisibles, l'éclosion des œufs s'étale sur une longue période. La présence continue d'adultes sexués aux abords de la source répartit les risques liés une sécheresse prolongée.

### Vivre au bord de la source

Une fine pellicule d'eau recouvre les substrats du terrain détrempe qui s'étend autour de la source. Ce film très fin sélectionne des animaux possédant une forme aplatie et des adaptations morphologiques contre le dessèchement. Cette couche, d'une épaisseur de 2 mm au maximum, présente l'avantage d'une saturation quasi permanente en oxygène. Les organismes qui y vivent doivent en revanche présenter une grande tolérance aux variations de température. Un simple nuage ou une rafale de vent peut dramatiquement modifier les conditions de température avec des variations allant jusqu'à 15°C au cours d'une même journée.

La zone de contact terre-eau est un habitat particulièrement apprécié dans les sources forestières en raison des importants dépôts de feuilles mortes. On y trouve essentiellement des décomposeurs et des détritivores. C'est le règne des Diptères qui possèdent un lien très fort avec cet habitat. Dotés d'une respiration tra-



### Verena Lubini-Ferlin

Dr phil II, possède depuis 1987 à Zurich une société de conseil en écologie aquatique qui s'est spécialisée dans les

questions faunistiques. Les projets actuels portent sur l'étude et l'évaluation des sources.

chéenne, ils sont généralement dépourvus de branchies. Les larves des *Stratiomyidae* possèdent une couronne de soie autour de l'orifice respiratoire situé à l'extrémité de leur abdomen. Ces soies hydrofuges maintiennent en permanence un contact avec l'air libre. La couronne prend la forme d'un bol à la surface de l'eau. Si l'insecte dépourvu de pattes perd le contact avec la surface, les soies fonctionnent comme un gilet de sauvetage pour faire flotter l'animal. S'il plonge malgré tout en profondeur, les soies se replient pour former un réceptacle qui piège une bulle d'air, une réserve dans laquelle la larve peut puiser durant plusieurs jours avant de s'ancrer à nouveau sur le sol. Les larves de certaines familles possèdent une peau durcie et épaisse pour résister au dessèchement. En y regardant de plus près, on découvre une structure faite de rosettes calcaires disposées comme les tuiles d'un toit et qui permettent à la larve de résister efficacement à la déshydratation. ♦

▼ Larve de Diptère du genre *Thaumatostoptera* (Limoniidae) sur une feuille en décomposition. / Stelmückenlarve *Thaumatostoptera* auf einem angefalteten Blatt.



### Bibliographie

[1] Zollhöfer J. (1997): Quellen, die unbekanntes Biotop: erfassen, bewerten, schützen. Bristol-Schriftenreihe 6.

### Dr. Verena Lubini-Ferlin

Gewässerökologie  
Eichhalde 14  
8053 Zürich

# Quell-Lebensräume – unbekannt und bedroht

Quellen sind als Trinkwasserspender meist wirkungsvoll geschützt. Quell-Lebensräume hingegen wurden im Naturschutz bisher stark vernachlässigt. Heute sind über 90 Prozent der im 19. Jahrhundert vorhandenen naturnahen Quellen stark beeinträchtigt oder gefasst. Insgesamt 73 Prozent der wirbellosen Quellbewohner sind in den Roten Listen als gefährdet aufgeführt. Zudem stellt der Klimawandel eine Gefährdung für die vielen, an tiefe gleichbleibende Temperaturen angepasste Quellarten dar. von Daniel Küry

In vielen Kantonen existieren spätestens seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts Übersichten über die Lage und Ergiebigkeit der Quelfassungen sowie Pläne der Wasserleitungen. Diese Wasserkataster waren und sind wichtig für die Gesellschaft und werden deshalb noch heute detailliert nachgeführt. Aufgrund ihrer Kleinflächigkeit und ihrer zerstreuten Vorkommen sind die Quell-Lebensräume in der Schweiz hingegen nur schlecht bekannt.

Nur in wenigen Gebieten wurden auch ungenutzte Quellen im Hinblick auf eine mögliche Nutzung für die Wasserversorgung kartiert. Der Aargauer Kantonschullehrer

Friedrich Mühlberg tat dies ab 1891, um damit auf hygienisch einwandfreie Quellen hinzuweisen. Dieses Inventar ermöglichte rund 100 Jahre später eine Bilanz des Verschwindens. Auf Karten des Aargauer Mittellands waren 1880 375 Quellen verzeichnet. Ursprünglich waren 98 (26%) davon nicht gefasst. Auf den gleichen Kartenausschnitten waren um 1990 noch 158 Quellen kartiert – davon nur noch 10 (0,6%) nicht gefasst. Dies entspricht einem Rückgang von 90% der nicht gefassten Quellen in 110 Jahren<sup>[7]</sup>.

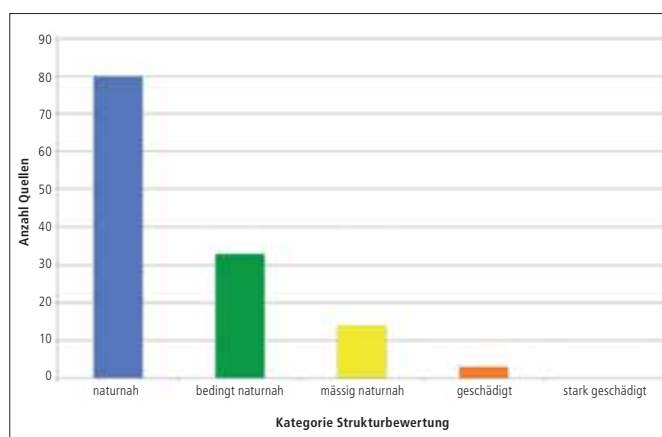
<sup>7</sup> Die übrigen Quellen konnten wegen zu weniger Kleintier-Arten nicht ausgewertet werden.

## Aktueller Zustand: Beispiel Basel-Landschaft

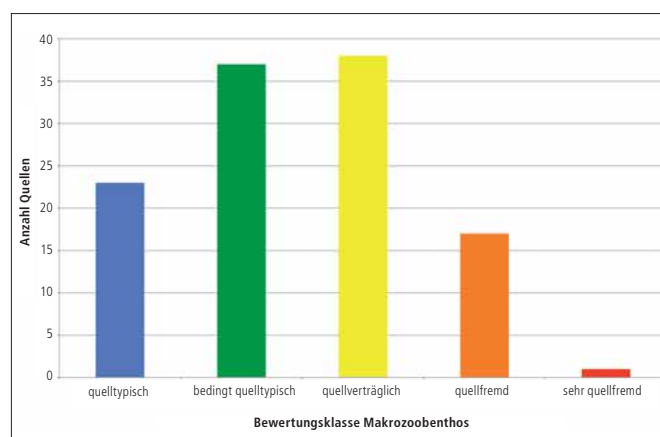
Der Grad der Beeinträchtigung kann anhand einer Erhebung der Struktur und der Lebensgemeinschaft der Quellen ermittelt werden (vgl. Kasten S. 20).

Eine Studie des privaten Gewässerschutzverbands Nordwestschweiz zeigte, dass im Kanton Basel-Landschaft von 130 nicht gefassten Quellen 113 (87%) als naturnah oder bedingt naturnah einzustufen sind (Abb. 1). Bei der Bewertung der Quellen anhand ihrer Fauna lagen aber nur 60 von 123 Objekten<sup>1</sup> (49%) in den beiden besten Zustandsklassen (Abb. 2). Diese Er-

▼ Abbildung 1: Bewertung der Struktur in 130 Quellen des Kantons Basel-Landschaft. Die Zustandsklassen entsprechen den folgenden Werten der Strukturbewertung: naturnah: 0,60–1,80, bedingt naturnah: 1,81–2,60, mässig naturnah: 2,61–3,40, geschädigt: 3,41–4,20, stark geschädigt: 4,21–5,00. / Figure 1: Evaluation de la structure de 130 sources dans le canton de Bâle-Campagne. Les classes de qualité correspondent aux évaluations de la structure suivantes: naturelle: 0,60–1,80, partiellement naturelle: 1,81–2,60, modérément atteinte: 2,61–3,40, dégradée: 3,41–4,20, fortement dégradée: 4,21–5,00.



▼ Abbildung 2: Bewertung der Fauna in 123 Quellen des Kantons Basel-Landschaft auf der Basis der Ökologischen Wertesumme (ÖWS). quelltypisch >20, bedingt quelltypisch: 15,0–19,9, quellverträglich: 10,0–14,9, quellfremd: 5,1–9,9, sehr quellfremd: <5. / Figure 2: Evaluation de la faune de 123 sources dans le canton de Bâle-Campagne basée sur la somme des valeurs écologiques (ÖWS). Les classes de qualité correspondent aux ÖWS suivantes: naturelle: >20, partiellement naturelle: 15,0–19,9, modérément altérée: 10,0–14,9, dégradée: 5,1–9,9, fortement dégradée: <5.



gebnisse deuten darauf hin, dass im Mittelland und den unteren Lagen des Juras zwar Quellen mit einer guten Lebensraumausstattung vorhanden sind<sup>[3]</sup>, dieses Angebot aber vielen typischen Quellbewohnern nicht genügt. Es kommen mehrheitlich die weniger spezialisierten «Allerweltsarten» der Bachoberläufe vor.

**Gefährdung der Quell-Lebensgemeinschaften in der Schweiz**

Typische Quellbewohner wie bestimmte Arten von Steinfliegen, Köcherfliegen und Eintagsfliegen sind hochgradig spezialisiert und reagieren deshalb empfindlich auf Beeinträchtigungen ihrer Lebensräume. Als weitere potenzielle Bedrohung kommt hinzu, dass einzelne Bewohner der Quellen eine lange Entwicklungszeit besitzen. Populationen der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*) sind mit einer Larvenentwicklungszeit von 5 bis 6 Jahren sehr empfindlich gegenüber Störungen und Beeinträchtigungen des Lebensraums.

In solchen Fällen können gleich mehrere Jahrgänge eliminiert werden.

Die Beeinträchtigung der Quell-Lebensräume, ihre Zerstörung und ihre Isolation bringen die Lebensgemeinschaft in arge Bedrängnis. Die Gefährdung der Quell-Spezialisten ist nach einer ersten Analyse sehr hoch. In den gut bekannten Gewässertiergruppen sind rund 73 % der Quell-Arten auf der Roten Liste als gefährdet oder potenziell gefährdet aufgeführt (Tab. 1). Bei den Eintagsfliegen und den Mollusken sind alle Quellbewohner in der Roten Liste aufgeführt. Bei den zahlenmässig grössten Insektenordnungen der Steinfliegen und Köcherfliegen sind 56 und 74 % der Quell-Arten gefährdet.

**Besonders bedrohte Quell-Typen**

Nach der Betrachtung der Quellbewohner stellt sich auch die Frage nach besonders bedrohten Quell-Typen. Die Antwort darauf kann momentan erst mit wenigen Zahlen untermauert werden. Folgende Trends

können jedoch ausgemacht werden: Quellen im Mittelland haben bedeutend mehr Verluste erlitten, als diejenigen in den Alpen und sind deshalb generell viel stärker bedroht. Der höchste Schutzwert im Mittelland kommt den Quellen des Offenlands zu. Darunter sind besonders die sehr seltenen Tümpelquellen zu nennen. Stark zurückgegangen sind auch die Alluvialquellen in den Auen (Giessen) und die endorheischen Quellen, die vor einer Einmündung in einen Bach wieder versickern, sowie die Sumpf- oder Sickerquellen (Helokrenen), die grossflächig trockengelegt worden sind. Quellen in den Wäldern sind im Mittelland vermutlich am wenigsten bedroht.

Bei ersten Untersuchungen im Kanton Basel-Landschaft wurde je nach Quellaustrittstyp eine unterschiedliche Anzahl an Rote Liste-Arten festgestellt. In diesem Gebiet zeigt der Trend, dass Karst-Fliessquellen, Kalksinter-Fliessquellen und Alluvial-Fliessquellen den höchsten Schutzwert besitzen.

**Quell-Lebensräume unter Druck**

Im Hinblick auf Massnahmen zur Förderung von Quell-Lebensräumen ist es wichtig, die Ursachen der Beeinträchtigungen von Quell-Lebensräumen zu kennen (Tab. 2)

**Bauliche Eingriffe**

Das Siedlungswachstum in allen Teilen der Schweiz hat zu einem erhöhten Wasserverbrauch geführt. Heute stammen in der Schweiz rund 40 % des Trinkwassers aus Quellen<sup>[6]</sup>. In Karstgebieten wie dem Baselbieter Jura sind es nur 12 %<sup>[1]</sup>. Noch heute werden in vielen Gebieten der Schweiz neue Quellen zur Trinkwasserversorgung gefasst. Dies betrifft in zunehmendem Ausmass die Alpen, wo frühere Maiensässen in einfache Ferienwohnungen umgebaut und mit einer neuen Wasserversorgung ausgestattet werden. In Gebieten mit intensiver Landwirtschaft wurden wegen unzureichender Wasserqualität seit etwa 1980 zunehmend Quellfassungen stillgelegt. Ein Rückbau der nicht mehr benötigten Fassungsbaugeräte blieb jedoch aus.

Aquatische Organismengruppe	Artenzahl CH	Quell-Arten	Gefährd. Quell-Arten	Anteil %	Anzahl Arten Rote Listen / prioritäre Arten					
					RE	CR	EN	VU	NT	N Prio
Trichoptera Köcherfliegen	314	62	46	74	2	4	6	16	18	27
Gastropoda aquat. Wasserschnecken	51	9	9	100		0	0	4	5	-
Plecoptera Steinfliegen	113	16	9	56		2	1	0	6	5
Odonata Libellen	89	6	5	83		1	1	0	3	3
Ephemeroptera Eintagsfliegen	87	1	1	100		1	0	0	0	1
	654	96	70	73						

Tabelle 1: Anzahl gefährdeter Wirbellosenarten in Quellen der Schweiz. Zu den Quellarten werden Vertreter gezählt, die als eigentliche Quellbewohner (krenobiont) oder als eng an Quellen gebunden (krenophil) eingestuft sind. Abkürzungen der Gefährdungskategorien: RE: Lokal ausgestorben, CR: vom Aussterben bedroht, EN: stark gefährdet, VU: gefährdet, verletzlich, NT: potenziell gefährdet, NPrio: national prioritäre Arten. / Tableau 1: Nombres d'espèces menacées dans les sources de Suisse. La séparation en crénobiontes et crénophiles définit l'intensité du lien des espèces avec le milieu crénel. Abréviations des catégories de menace: RE: régionalement éteinte; CR: au bord de l'extinction; EN: en danger; VU: vulnérable; NT: potentiellement menacée; NPrio: espèce prioritaire au niveau national.

Nutzungsform	Beeinträchtigung der Quell-Lebensräume
Trinkwassernutzung	Quell-Lebensräume durch Fassung zerstört; jahrhundertealte Brunnstuben sind teilweise Lebensräume für Grundwasserfauna.
Brauchwassernutzung (Kühlung, Reinigung usw.)	Quell-Lebensräume werden durch Fassung zerstört.
Energienutzung, Kleinkraftwerke	Fassung des Wassers und Ableitung in einem Rohr zerstören Quelle und Quellbach.
Nutzung im Rahmen des Gesundheitswesens	Quell-Lebensräume werden durch bauliche Eingriffe ganz oder teilweise zerstört; bei genügender Rücksichtnahme kann die Beeinträchtigung minimiert werden.
Beschneigungsanlagen	Zum Betrieb von Schneekanonen sind Wasserentnahmen notwendig. Eine Fassung von Quellen oder die Einrichtung von Reservoirs zerstören den Quell-Lebensraum vollständig, respektive beeinträchtigen die Längsvernetzung über den Quellbach.
Erholungsnutzung	Trittschäden, Entsorgung von Abfall, Bau von Infrastruktur (zum Beispiel Picknickplätze) sind die wichtigsten Beeinträchtigungen.
Mythisch-religiöse Nutzung	Quell-Lebensräume werden durch bauliche Eingriffe ganz oder teilweise zerstört.
Landwirtschaft	Eintrag von Nitrat und Trübstoffen, Trittschäden bei Quellen im Weideland, Ablagerung von Schnittgut und organischen Abfällen.
Waldwirtschaft	Quell-Lebensräume werden durch Astmaterial zugedeckt, Aufforstungen mit Koniferen verschlechtern das Nahrungsangebot für Gewässerkleintiere (gut verdauliches Falllaub fehlt), höhere Pflanzen verschwinden aufgrund der Beschattung.
Verkehrsinfrastruktur	Beim Bau von Strassen und Wegen im Einzugsgebiet wird in der Regel das Wasser gefasst und separat abgeleitet. Die Schüttung untenliegender Quellen wird vermindert oder bringt diese zum Austrocknen.
Siedlungsraum	Quellen werden eingedolt oder ungenutzt abgeleitet, Bauwerke im Einzugsgebiet können die Schüttung verändern oder Quellen zum Austrocknen bringen.
Tourismus (alpin)	Mit dem Ausbau von Maiensässen zu Ferienwohnungen werden unbeeinträchtigte Quellen gefasst.

Tabelle 2: Übersicht der Beeinträchtigungen von Quell-Lebensräumen in der Schweiz. /  
Tableau 2: Catalogue des atteintes au milieu crénel en Suisse.

Zur Energiegewinnung werden nicht nur Quellwasserleitungen der Trinkwasserversorgung genutzt; es werden zunehmend auch Projekte geplant, mit denen natürliche Quellen zur Energieproduktion gefasst werden sollen. Werden zur Einrichtung von Beschneigungsanlagen Quellen gefasst oder Quellbäche in Reservoirs abgeleitet, zerstört dies die Lebensräume oder beeinträchtigt die ökologische Vernetzung mit dem Bachoberlauf.

Als Folge des starken Siedlungswachstums ist seit dem Zweiten Weltkrieg eine unbekannte Zahl von Quellen verschwunden. Die Quellen wurden gefasst und oft in die Kanalisation geleitet oder mit einem Rohr in den nächsten Bach geführt. Vielerorts haben Keller oder Tiefgaragen auch eine Umlenkung des Grundwasserstroms verursacht und so benachbarte Quellen zum Versiegen gebracht.

Verbauungen oder eine einfache Fassung von naturnahen Quellen – zum Beispiel zur Errichtung von Waldbrunnen – finden gegenwärtig immer wieder statt. Bei der Anlage neuer Strassen im Offenland und Wegen zur Waldbewirtschaftung sind oftmals naturnahe Quellen tangiert. Im Bereich des vorgesehenen Trassees werden Quellen in der Regel drainiert und abgeleitet. Mit den Verbauungen und Eindolungen werden die kleinräumigen Lebensraumstrukturen der Quellbewohner zerstört.

Die wichtigsten Ursachen für den früheren Rückgang im Mittelland und Jura sind die Drainage von Landwirtschaftsflächen. Einerseits wurden grossflächig Sickerquellen entwässert und trockengelegt. Andererseits wurden im Offenland Fliessquellen gefasst und an die weiter unten liegenden Waldränder geleitet. Dort bilden sie heute künstliche Quellaustritte.

### Intensive Nutzung

Quellen und Quellbäche werden oft zur Ablagerung von Mähgut oder Gehölzschnittgut verwendet. Meist sind Quellen am Waldrand mehr oder weniger stark von dieser Entsorgungsmethode betroffen. Aufgrund solcher wilden Deponien können Wasserinsekten die Gewässeroberfläche nicht mehr erkennen und eine Besiedlung via Eiablage bleibt aus.

Die verbleibenden wenigen Quellen im Offenland sind in hohem Masse durch den Eintrag von Nährstoffen wie Nitrat oder Pestiziden bedroht. In überdüngten Quellen des Landwirtschaftsgebiets wachsen Pflanzen ausserordentlich stark und verdecken rasch die Wasseroberfläche. Konkurrenzschwache Pflanzen der Quellfluren werden dadurch verdrängt und die im Flug nach geeigneten Lebensräumen suchenden Quelltiere können die Wasseroberfläche nicht mehr erkennen.

Bei Quellaustritten in Rinder- und Kuhweiden treten oft grossflächig Trittschäden auf. Durch den Viehtritt entstehen tiefe Lö-

### So werden die schweizerischen Quellen bewertet

- Die im Auftrag des Bafu ausgearbeitete Methode zur Bewertung des Zustands von Quell-Lebensräumen besteht aus zwei Modulen. Mit dem Modul Strukturbewertung werden integrierend die Veränderungen und Überformungen ermittelt. Das zweite Modul, die sogenannte Ökologische Wertesumme, erfasst die Bindung der vorkommenden Kleintierarten (Makrozoobenthos) an den Lebensraum Quelle.
- Die Methode kann auf der Website des Bafu heruntergeladen werden [www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/01267/01269/index.html?lang=d](http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/01267/01269/index.html?lang=d)
- Neu wird auch ein Vorgehen für eine Erfassung der Quell-Lebensräume ausgearbeitet, das sich in erster Linie an die Kantone richtet.

cher, in denen das Wasser steht. Empfindliche Wasser- und Uferpflanzen werden niedergetreten und zurückgedrängt. Aus Fliessquellen entstehen so Sickerquellen.

Als Folge intensiver Nutzung von Einrichtungen zur Erholung, wie zum Beispiel Picknickplätzen, werden die Quell-Lebensgemeinschaften durch Störungen bedroht.

Es wurde ein Fall bekannt, bei dem das gereinigte Abwasser von Kläranlagen direkt in einen Quellbach eingeleitet wird. Die Beeinträchtigungen sind aufgrund der geringeren Verdünnung weit dramatischer als in grösseren Bächen oder Flüssen.

Weitere Gefährdungen für die Quell-Lebensgemeinschaften können von Tätigkeiten wie Grundwasserentnahmen, Gewässerverbauungen, Abholzung von Wäldern, Einführung und Ausbreitung exotischer Arten ausgehen. Solche Eingriffe führen ebenfalls zu einem Konflikt mit dem intakten Lebensraum. Ohne Gegenmassnahmen droht der Verlust des Lebensraums.

### Bedrohung Klimawandel

Ein übergeordneter Faktor der Beeinträchtigung von Quell-Lebensgemeinschaften ist der Klimawandel. Die Wassertemperatur der Quellen entspricht in etwa der mittleren jährlichen Lufttemperatur an der Austrittsstelle. Ein Anstieg der Lufttemperatur hat somit auch eine Erhöhung der sehr konstanten Temperatur des Quellwassers zur Folge. In den Alpen ist eine Erhöhung um 1,4 bis 3,8°C wahrscheinlich <sup>[5]</sup>. Die meisten typischen Quellbewohner sind an tiefe, ganzjährig gleichbleibende Wasser-

▼ Verbauung des Quellbachs mit Schalen. / Aménagement d'un ruisseau de source à l'aide de plateaux .





▲ Trittschäden auf stark bestossenem Weideland. / Dégâts dus au piétinement du bétail dans un pâturage exploité de manière intensive.

temperaturen angepasst. Eine Erwärmung des Wassers könnte deshalb gravierende Folgen für besonders empfindliche Arten haben. Besonders kritisch kann dies in den Alpen werden, wo die Arten nicht in die Höhe ausweichen können, weil dort überhaupt keine Quellen mehr vorhanden sind.

Abschätzungen der Empfindlichkeit der Wasserinsekten aufgrund ihrer ökologi-

schen Präferenzen zeigen, dass 19 Steinfliegenarten der schweizerischen Quellen in der sensitivsten Gruppe einzuordnen sind, deren Vertreter voraussichtlich am empfindlichsten auf den Klimawandel reagieren werden<sup>[2]</sup>. Bei den Eintagsfliegen sind es nur drei Arten, bei den Köcherfliegen deren sechs.

Ein von 2014–2016 laufendes Projekt untersucht die bevorzugten Temperaturbereiche verschiedener Quell-Wasserinsekten. Mit Hilfe von Felduntersuchungen soll in dieser Studie die Temperaturempfindlichkeit dieser Arten verifiziert werden.

👉 [www.bafu.admin.ch/klima/13877/14401/14916/14939/index.html?lang=d](http://www.bafu.admin.ch/klima/13877/14401/14916/14939/index.html?lang=d)

Erste Ergebnisse zeigen, dass zwar in den hohen Lagen der Alpen noch viele Quellen existieren. Die Bedrohung der Quellen über 1800 m ü. M. nimmt aber zu und der Schutz ihrer Lebensgemeinschaft wird vordringlich. ♠

## Literatur

- [1] Auckenthaler A. (2009): Nutzung von Grund- und Trinkwasser im Kanton Basel-Landschaft. Baselbieter Heimatbuch 27: 255–266.
- [2] Conti L., Schmidt-Kloiber A., Grenouillet G. & Graf W. (2014): A trait approach to assess the vulnerability of European aquatic insects to climate change. *Hydrobiologia* 721: 297–315.
- [3] Kury D. (2014): Charakterisierung und Schutz natürlicher und naturnaher Quellen im Kanton Basel-Landschaft (Schweiz). *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel* 15: 3–34.
- [4] Lubini V., P. Stucki, H. Vicentini & D. Kury (2014): Ökologische Bewertung von Quellen, Methoden. Studie im Auftrag des BAFU (Sektion Arten- und Biotopschutz), Bern, 33 S. + Anhang
- [5] MeteoSchweiz (2014): (Hrsg.): Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht. *Fachbericht MeteoSchweiz* Nr. 243, 36 pp.
- [6] SVGW 2015: Wassergewinnung in der Schweiz. Link: [http://www.trinkwasser.ch/dt/frameset.htm?html/wasserversorgung/nav\\_wvs.html-leftframe](http://www.trinkwasser.ch/dt/frameset.htm?html/wasserversorgung/nav_wvs.html-leftframe)
- [7] Zöllhöfer J. (1997): Quellen, die unbekanntes Biotop: erfassen, bewerten, schützen. *Bristol-Schriftenreihe* 6.



### Daniel Kury

Dr. phil. Biol., arbeitete nach dem Studium der Biologie an der Universität Basel freiberuflich in den Bereichen Naturschutz und Gewässerschutz und gründete 1996 die Firma Life Science AG. Er hat sich auf verschiedene Bereiche der Gewässerökologie spezialisiert und untersucht unter anderem Quellen in den Kantonen Basel-Landschaft, Graubünden, Uri, Bern und Wallis.

### Dr. Daniel Kury

Life Science AG  
Greifengasse 7  
4058 Basel / Schweiz  
0041 (0)61 686 96 96  
[daniel.kury@lifescience.ch](mailto:daniel.kury@lifescience.ch)  
[www.lifescience.ch](http://www.lifescience.ch)

# Les milieux fontinaux – méconnus et menacés

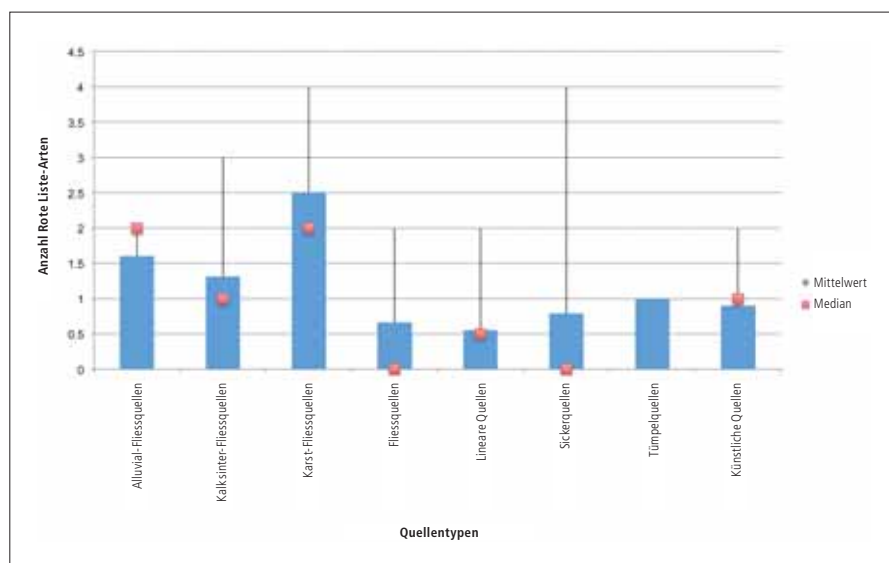
*La protection des sources se focalise essentiellement sur les aspects liés à l’approvisionnement en eau potable. Les sources en tant que milieu naturel ont en revanche largement été négligées du point de vue de la protection de la nature. Plus de 90 pour cent des sources naturelles présentes au 19ème siècle sont aujourd’hui captées ou fortement dégradées. Près de 73 pour cent de leurs habitants invertébrés figurent sur les listes rouges des espèces menacées. A ce constat s’ajoute la menace que représente le réchauffement climatique pour des espèces liées à des températures d’eau basses et stables.* Daniel Küry

Dès la moitié du 19ème siècle, de nombreux cantons commencèrent à centraliser leurs données sur les captages de sources : localisation, plans des conduites, débits. Ce cadastre des réseaux d’alimentation en eaux potables conserve de nos jours toute son importance pour la société et sa mise à jour est permanente. Les données existantes sur les milieux fontinaux de Suisse sont en revanche très lacunaires. Leur surface réduite et leur dispersion expliquent en partie cette situation.

Très peu de régions possèdent un inventaire des sources non captées en vue de

leur exploitation potentielle. Un tel inventaire fut initié dès 1891 par Friedrich Mühlberg, professeur de gymnase dans le canton d’Argovie, avec pour but de cartographier les sources de bonne qualité. Cet inventaire permit quelques cents ans plus tard de tirer un bilan de la disparition du milieu. En 1880, les cartes du Plateau argovien signalaient 375 sources dont seulement 98 sources (26 %) non-captées. Sur le même extrait de carte réalisé en 1990, on retrouvait encore 158 sources dont 10 sources (0,6 %) non-captées. Il en résulte une régression des sources non-captées de 90 % en 110 ans<sup>[7]</sup>.

▼ Valeurs moyennes et maximales du nombre d’espèces «Listes rouges» dans différents types de sources. Sources alluviales, sources à tuf calcaire, sources karstiques, sources jaillissantes, sources linéaires, sources suintantes, sources submergées. / Mittelwert, Median und Maximalwert der Anzahl Rote Liste-Arten in den unterschiedlichen Quelltypen.



## Etat actuel: exemple pour Bâle-Campagne

Le degré d’atteinte subi par une source peut être déterminé sur la base d’un relevé de sa structure et de sa communauté d’espèces (cf. encadré p. 25).

Une étude de l’association de protection des eaux du nord-ouest de la Suisse a montré que sur 130 sources non-captées, 113 (87%) peuvent être considérées comme naturelles ou partiellement naturelles (fig. 1). Lors de l’évaluation de leur faune en revanche, seuls 60 de 123 objets (49%) évaluables atteignaient les deux meilleures classes de qualité. Ces résultats semblent indiquer que pour les sources du Plateau et des parties basses du Jura, la bonne qualité observée de l’habitat<sup>[3]</sup> ne constitue pas une base suffisante pour de nombreux habitants typiques des sources. Le milieu est majoritairement colonisé par des ubiquistes vivant dans le cours supérieurs des ruisseaux.

## Menaces sur la communauté d’espèces des sources en Suisse

Les espèces caractéristiques des sources, comme certaines espèces de Perles, d’Ephémères et de Phryganes, sont extrêmement spécialisées. Elles réagissent de manière très sensible aux atteintes qui touchent leur habitat. La longue durée de



développement de certaines espèces représente une menace potentielle supplémentaire. Ainsi, les populations du Cordulégastre bidenté (*Cordulegaster bidentata*), avec un développement larvaire étalé sur 5 à 6 ans, sont très sensibles aux perturbations de leur habitat. Une atteinte particulière peut éliminer plusieurs générations lors d'un seul évènement.

La dégradation du milieu de source, sa destruction ou son isolation mettent les communautés crénales en fâcheuse posture. Selon une première analyse, de très lourdes menaces pèsent sur ces dernières. Près de 73% des espèces les mieux connues figurent sur les listes rouges avec un statut d'espèces menacées à potentiellement menacées (Tab. 1). La totalité des Mollusques et des Ephémères des sources appartiennent aux listes rouges. Chez les Plécoptères et les Trichoptères qui représentent les groupes les plus abondants, le pourcentage d'espèces menacées atteint 56 respectivement 74 %.

### Types de sources particulièrement menacées

Suite à cette approche « faune des sources », se pose évidemment la question des types de sources particulièrement menacées. Les données à disposition pour répondre à cette question sont encore très lacunaires. Les tendances suivantes peuvent cependant être énoncées: les sources du Plateau ont subi des pertes nettement plus importantes que celles des Alpes et se révèlent donc beaucoup plus menacées. Un plus grand degré de protection devrait être attribué aux sources des milieux ouverts. Parmi ces dernières, on peut citer les limnocrènes (sources d'étangs) particulièrement menacées. D'autres types ont également connu une forte régression: les sources alluviales (Giessen), les sources endorhétiques, les hélocrènes et les suintements de pente. Les sources du Plateau situées en forêt sont probablement moins menacées.

Les premières études à Bâle-Campagne montrent que le nombre d'espèces menacées varie en fonction du type de source. Ici les tendances indiquent que les sources karstiques, les sources à « tuff » et les sources alluviales requièrent le niveau de protection le plus élevé.

### Le milieu source sous pression

Il est essentiel de définir clairement l'origine des différentes atteintes observables afin de déterminer des mesures efficaces de revitalisation du milieu fontinal (Tab. 2).

### Interventions techniques

L'expansion des zones résidentielles dans toutes les régions de Suisse conduit à une augmentation importante des besoins en eau. La Suisse tire environ 40% de son eau potable des captages de sources<sup>[6]</sup>. Dans les régions karstiques comme celle du Jura bâlois cette valeur descend à 12%<sup>[1]</sup>. Le captage de nouvelles sources reste toujours d'actualité dans bien des régions. La tendance augmente dans les Alpes où les anciens moyens se transforment en lo-

gements de vacances équipés d'une nouvelle alimentation en eau. Dans les régions à exploitation agricole intensive, de nombreux captages ont été abandonnés durant les années 80 en raison d'une qualité d'eau insuffisante. L'abandon se fait généralement sans démantèlement des installations existantes.

L'exploitation de la force hydraulique des sources ne se résume pas à l'utilisation des conduites d'eau potable. Les projets visant à capter les sources naturelles dans l'unique but de produire de l'énergie se multiplient. L'utilisation de l'eau de source ou la dérivation des ruisseaux de source dans des bassins-réservoirs détruit les habitats ou porte atteinte à la continuité de l'écosystème.

L'urbanisation croissante du pays dès la fin de la deuxième guerre mondiale a provoqué la disparition d'un nombre indéterminé de sources naturelles. Les sources « gênantes » ont été dérivées dans les canalisations ou directement déviées via une conduite dans le cours d'eau le plus proche. Les con-

Organismes aquatiques	Total CH	crénophiles & crénobiontes	Espèces menacées	%	Nombre d'espèces sur listes rouges et d'espèces prioritaires					
					RE	CR	EN	VU	NT	N Prio
Trichoptera / Phryganes	314	62	46	74	2	4	6	16	18	27
Gastropoda aquat./ Escagots aquat.	51	9	9	100		0	0	4	5	-
Plecoptera / Perles	113	16	9	56		2	1	0	6	5
Odonata / Libellules	89	6	5	83		1	1	0	3	3
Ephemeroptera / Ephémères	87	1	1	100		1	0	0	0	1
	654	96	70	73						

Tableau 1 : nombres d'espèces menacées dans les sources de Suisse. La séparation en crénobiontes et crénophiles définit l'intensité du lien des espèces avec le milieu crénel. Abréviations des catégories de menace : RE : régionalement éteinte ; CR : au bord de l'extinction ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : potentiellement menacée ; NPrio : espèce prioritaire au niveau national. / Tabelle 1: Anzahl gefährdeter Wirbellosenarten in Quellen der Schweiz. Zu den Quellarten werden Vertreter gezählt, die als eigentliche Quellbewohner (krenobiont) oder eng an Quellen gebunden (krenophil) eingestuft sind. Abkürzungen der Gefährdungskategorien: RE: Lokal ausgestorben, CR: vom Aussterben bedroht, EN: stark gefährdet, VU: gefährdet, verletzlich, NT: potenziell gefährdet, NPrio: national prioritäre Arten.

Formes d'exploitation	Atteintes touchant les milieux de source
Exploitation de l'eau potable	Destruction des habitats de la source par captage; les chambres de captage centenaires peuvent partiellement constituer un habitat pour la faune des eaux souterraines (espèces stygobiontes).
Exploitation de l'eau industrielle (nettoyage, refroidissement, etc.)	Destruction des habitats par captage des sources.
Exploitation de la force hydraulique, microcentrales	Destruction de sources et de ruisseaux de source par captage et dérivation de l'eau dans une conduite.
Utilisation de l'eau à des fins thérapeutiques	Destruction partielle ou totale des habitats de source par des constructions. Possibilité de minimiser les atteintes par des aménagements respectant le milieu naturel.
Installations d'enneigement artificiel	La mise en service de canons à neige nécessite des prises d'eau. Le captage des sources et l'installation de réservoirs détruisent entièrement le milieu crénal et la connectivité avec le ruisseau de source.
Aires de détente	Piétinement du milieu, dépôts de déchets et aménagements récréatifs (p.ex. places de pique-nique) représentent les principales atteintes.
Utilisation mystique ou religieuse	Destruction partielle ou totale des habitats de source par des constructions.
Agriculture	Contamination par les intrants (nitrates, etc.), piétinement par le bétail, dépôts d'herbe fauchée et de déchets organiques.
Exploitation forestière	Les habitats de source sont recouverts suite à l'ébranchage des arbres, les boisements de conifères dégradent particulièrement l'offre alimentaire des organismes aquatiques (absence d'essences à feuilles digestes). La strate herbacée disparaît en raison du manque de lumière.
Infrastructure routière	Le terrain est généralement drainé et les eaux récoltées évacuées lors de la construction d'une route ou d'un chemin à travers un bassin versant. L'alimentation des sources situées en contrebas peut être diminuée, voire totalement tarie.
Milieu bâti	Les sources sont couvertes ou déviées sans être exploitées, des constructions dans le bassin versant peuvent tarir une source ou diminuer fortement son débit.
Tourisme (région alpine)	Des sources naturelles sont captées lors de la rénovation et la transformation de mayens d'alpage en logement de vacances.

Tableau 2: Catalogue des atteintes au milieu crénal en Suisse. /  
Tabelle 2: Übersicht der Beeinträchtigungen von Quell-Lebensräume in der Schweiz.

structions de caves ou de parkings souterrains ont souvent interrompu les écoulements naturels des eaux souterraines et asséché les sources situées en contrebas.

Les aménagements (fig. 4) ou de simples prélèvements d'eau dans une source naturelle (p.ex. l'installation d'une fon-

taine en forêt) restent toujours d'actualité. L'implantation de nouvelles routes en milieu ouvert et la construction de dessertes forestières affectent régulièrement des milieux fontinaux. Les sources situées dans l'emprise d'un tracé se voient drainées ou dérivées. Toutes ces interventions détruisent les structures très limitées dans

l'espace mais indispensables à la survie de la faune fontinale.

Autrefois, le drainage des surfaces agricoles constituait la principale cause de régression. On asséchait d'une part d'importantes surfaces de suintements tout en modifiant d'autre part le tracé des ruisseaux de source pour les amener en bordure de forêt. C'est là qu'on trouve aujourd'hui les exutoires artificiels d'anciennes sources naturelles.

### Exploitation intensive

L'utilisation des exutoires et ruisseaux de source comme lieu de dépôt du produit de fauche et des déchets de coupe s'observe régulièrement. Les sources situées en bordure de forêt font plus fréquemment l'objet de ces pratiques d'évacuation des déchets. Ces décharges sauvages empêchent les insectes aquatiques de repérer les surfaces en eau et contre-carrent toute colonisation par dépôt de pontes.

Les amendements en nitrates et l'épandage de pesticides menacent fortement les dernières sources qui subsistent encore dans les milieux ouverts. L'enrichissement des sources en zone agricole active la croissance de la végétation qui finit par recouvrir totalement les surfaces en eau. Les plantes typiques disparaissent sous la pression de la concurrence des espèces invasives. Les insectes spécialisés ne parviennent plus à détecter en vol les structures favorables et donc à atteindre les substrats adéquats pour déposer leurs œufs.

Lorsque les exutoires se situent dans des pâturages, on observe fréquemment des dégâts étendus dus au piétinement par le bétail. Des dépressions relativement profondes remplies d'eau stagnante se forment au passage des vaches. Les plantes aquatiques ou rivulaires sensibles sont rabattues et refoulées. Les sources rhéocrènes se transforment progressivement en zone de suintements.

## Comment se pratique l'évaluation des sources en Suisse

Une méthode d'évaluation de l'état des milieux crénaux de Suisse mandatée par l'OFEV utilise deux modules complémentaires pour l'appréciation des sources. Un module «structure» évalue les atteintes et décrit les caractéristiques de chaque objet. Un module «faune» détermine l'intensité du lien au milieu crénal des espèces recen-

sées sous forme d'un indice (ÖWS).

Cette méthode est téléchargeable sur le site de l'OFEV (Evaluation des milieux crénaux de Suisse). Une procédure pour la cartographie des milieux crénaux à l'attention des cantons est également en préparation.

Une fréquentation intensive de la zone de source comme aire de pique-nique ou de loisir menace les communautés animales et végétales.

Un cas de rejet d'eaux usées directement déversé dans un ruisseau de source nous a été signalé. Les atteintes dues à une faible dilution s'avèrent ici bien plus dramatiques que dans les rivières et grands cours d'eau.

D'autres menaces encore sont liées aux pompages des nappes phréatiques, aux corrections des cours d'eau, aux coupes forestières, aux introductions et à la dispersion d'espèces exotiques. Ces atteintes entrent en conflit avec les objectifs de préservation d'un milieu intact et naturel. L'absence d'intervention menace à terme de disparition de la flore et de la faune fontinale.

## Menace liée au changement climatique

Le changement climatique représente un facteur sur ordonné des atteintes aux communautés des sources. La température de l'eau d'une source correspond environ à la température annuelle moyenne de l'air à l'exutoire. Une augmentation de celle-ci provoquera donc également une hausse de la température très constante de la source. Dans les Alpes, on s'attend à une hausse probable de 1,4 à 3,8°C<sup>[5]</sup>. Une telle hausse pourrait avoir des conséquences dramatiques pour les espèces fontinales adaptées à vivre dans des eaux à températures froides et constantes. Elle toucherait en particulier les espèces de haute altitude qui n'ont aucune possibilité de migration vers le haut en raison de l'absence de sources dans les zones sommitales.

▼ Exutoire de drainage en lisière de forêt. / Typischer Drainageaustritt am Waldrand.





Foto: D. Küry

▲ Dépôt provenant d'une coupe de bois sur une zone de source. / Ablagerung von Schnittholz im Bereich von Quellaustritten.

Une évaluation de la sensibilité des insectes aquatiques basée sur leurs préférences écologiques indique que 19 espèces de Perles présentes dans les sources suisses appartiennent au groupe le plus exposé au changement du climat [2]. Chez les Ephémères et les Trichoptères, ce problème ne concerne que 3 respectivement 6 espèces.

Un projet en cours étudié de 2014 à 2016 les températures préférentielles des diffé-

▼ *Isoperla lugens*, un Plécoptère particulièrement menacé par le changement climatique. / *Isoperla lugens*, eine Steinfliegenart die besonders verletzlich ist gegenüber Klima-veränderungen.



Foto: Lubini

rentes espèces fontinales des Alpes. Les travaux de terrain devraient permettre de vérifier le niveau de sensibilité des espèces cibles.

👉 [www.bafu.admin.ch/klima/13877/14401/14916/14939/index.html?lang=fr](http://www.bafu.admin.ch/klima/13877/14401/14916/14939/index.html?lang=fr)

Les premiers résultats montrent que les sources d'altitude sont encore nombreuses dans les Alpes. On observe cependant une dégradation croissante des objets situés au-dessus de 1800 m s. m. ce qui nécessite la mise en place urgente de nouvelles mesures de protection. ♦

### Bibliographie

- [1] Auckenthaler A. (2009): Nutzung von Grund- und Trinkwasser im Kanton Basel-Landschaft. Baselbieter Heimatbuch 27: 255–266.
- [2] Conti L., Schmidt-Kloiber A., Grenouillet G. & Graf W. (2014): A trait approach to assess the vulnerability of European aquatic insects to climate change. *Hydrobiologia* 721: 297–315.
- [3] Küry D. (2014): Charakterisierung und Schutz natürlicher und naturnaher Quellen im Kanton Basel-Landschaft (Schweiz). *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel* 15: 3–34.
- [4] Lubini V., P. Stucki, H. Vicentini & D. Küry (2014): Ökologische Bewertung von Quellen, Methoden. Studie im Auftrag des BAFU (Sektion Arten- und Biotopschutz), Bern, 33 S. + Anhang
- [5] MeteoSchweiz (2014): (Hrsg.): Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht. *Fachbericht MeteoSchweiz* Nr. 243, 36 pp.
- [6] SVGW (2015): Wassergewinnung in der Schweiz. Link: [http://www.trinkwasser.ch/dt/frameset.htm?html/wasserversorgung/nav\\_wvs.html--leftFrame](http://www.trinkwasser.ch/dt/frameset.htm?html/wasserversorgung/nav_wvs.html--leftFrame)
- [7] Zollhöfer J. (1997): Quellen, die unbekanntes Biotop: erfassen, bewerten, schützen. *Bristol-Schriftenreihe* 6.



### Daniel Küry

Dr. phil. Biol. Après des études de biologie à l'Université de Bâle, il a travaillé en tant qu'indépendant dans les domaines de la protection de la nature et de la protection des eaux. Il fonda le bureau Life Science AG en 1996, tout en se spécialisant dans différents domaines de l'écologie aquatique. Il a notamment étudié des sources dans les cantons de Bâle-Campagne, Berne, Valais et dans les Grisons.

### Dr. Daniel Küry

Life Science AG  
Greifengasse 7  
4058 Basel / Schweiz  
0041 (0)61 686 96 96  
daniel.kuery@lifescience.ch  
www.lifescience.ch

# Schutz und Revitalisierung von Quellen – Projekte und erste Erfahrungen

Seit mehr als 100 Jahren ist in der Schweiz ein dramatischer Rückgang natürlicher Quellen zu verzeichnen. Im letzten Jahrhundert waren dafür vor allem die Gewinnung von Trinkwasser und die Intensivierung der Landwirtschaft verantwortlich. Heute beschleunigen häufig andere Ursachen das Verschwinden dieses einmaligen Lebensraums, so unter anderem der Bau von kleinen Wasserkraftanlagen und die zunehmende Versiegelung natürlicher Oberflächen. Naturschutzorganisationen und Behörden sind alarmiert. Die Gesetze zum Schutz von Quellen sind in der Vergangenheit oft ungenügend angewendet worden – und dies soll sich in Zukunft ändern. Im Auftrag des Bundes ist eine Methode entwickelt worden, die den Lebensraum bewertet und als wichtiges Instrument zur Umsetzung des Quellenschutzes dient. Ein paar wenige Kantone haben mit der Inventarisierung von Quellstandorten begonnen, um so einen Überblick über deren Zustand zu gewinnen. Parallel dazu sind erste Revitalisierungen von beeinträchtigten Quellen angegangen worden. *von Pascal Stucki*

Der Schutz von Quellen ist in den entsprechenden Bundesgesetzen verankert<sup>[1]</sup>. In Zukunft soll bei Eingriffen in Feuchtgebiete, deren Wasserhaushalt von einer Quelle abhängt, die Schutzwürdigkeit bei der Interessenabwägung besser berücksichtigt werden. Von Behördenseite ist nicht immer klar zu erkennen, in wessen Verantwortlichkeit der Schutz von Quellen liegt, weil diese am Übergang zwischen unter- und oberirdischem Gewässer stehen und damit als «administratives Ökoton» die Schnittstelle unterschiedlicher Interessen bilden. Bei einer Wasserentnahme sollte im Quellbach eine Mindestrestwassermenge garantiert werden – ähnlich wie bei Fliess-

► Tabelle 1: Massnahmen für die Revitalisierung von Quellen in Abhängigkeit der Art der Beeinträchtigung (siehe auch D. Kury «Quell-Lebensräume – unbekannt und bedroht»). / Tableau 1 : Mesures de revitalisation des sources proposées en fonction du type d'atteinte observé (cf. également D. Kury «Les milieux fontinaux – méconnus et menacés»).

Art der Beeinträchtigung	Massnahmen zur Aufwertung
Fassung (vollständig oder teilweise): – Trink-, Mineral-, Thermalwasser – Industrielle Nutzung – Kleinwasserkraftwerk – Beschneigungsanlage	– Mindestrestwassermenge; – Wasserfassung unterhalb des Austritts, so dass der Quellbach auf 10 m Länge erhalten bleibt; – Beibehalten der Vernetzung mit dem hydrographischen Einzugsgebiet.
Alte, nicht mehr in Betrieb befindliche Wasserfassung (z.B. aus Gründen ungenügender Wasserqualität oder Menge)	– Revitalisierung durch das Entfernen der Wasserfassung; – Entfernen der abführenden Wasserleitungen, damit das Wasser frei fließen kann; – Genügend Raum zur Entwicklung von Quelle und Quellbach; – Alte Brunnenstuben nicht zerstören, sie sind oft Lebensraum für die Grundwasserfauna.
Alte Brunnen direkt am Quellaustritt	– Entfernen der künstlichen Elemente, damit sich wieder eine natürliche Oberfläche ausbilden kann; – Erhalten historischer Brunnen (z. B. Inventarobjekte) mit minimalem Unterhalt: keine Reinigung mit Hochdruckreiniger oder Chemikalien, kein Ausräumen von Sedimenten am Brunnengrund.
Tränken am Quellaustritt	– Keine Installationen direkt am Quellaustritt (Wannen, etc.); – Tränke weiter weg von der Quelle anbringen und nur mit einem Teil des Wassers beschenken.
Trittschäden infolge Erholungsnutzung	– Wege und Infrastruktur für die Erholungsnutzung ausserhalb des Quellperimeters; – Eventuell Absperrungen und Informationstafeln errichten; – Besucherlenkung durch geeignete Bepflanzung.
Trittschäden durch Vieh	– Einzäunen des Quellperimeters
Depots organischer Abfälle (Landwirtschaft)	– Sensibilisierung des Bewirtschafters, Suchen nach möglichen Lösungen: z. B. Schutzperimeter, Pufferzone.
Aufforstung mit nicht standortgemäßem Nadelwald	– Nutzungsplan mit dem Ziel den Quellperimeter schonend zu bewirtschaften; – Erhalten von genügend schattenspendenden Laubbäumen in Quellnähe.
Arbeiten, die den Grundwasserleiter beeinträchtigen: Gräben, Strassen, Wohn- und Industriegebäude	– Bei der Planung den Grundwasserleiter und Quellzuflüsse berücksichtigen

gewässern. Dieser Logik folgend sollten Quellen auch in Revitalisierungsprogramme aufgenommen werden. Dies könnte in Zukunft beeinträchtigte Quellen wieder zum Leben erwecken.

### Massnahmen zur Revitalisierung von Quellen

20 Jahre nach Zollhöfers Publikation «Quellen die unbekanntes Biotop»<sup>[4]</sup>, in der bereits konkrete Vorschläge zur Förderung der Biodiversität in Quellen und deren Revitalisierung diskutiert wurden, ist das Thema bei den zuständigen Behörden und den Naturschutzorganisationen endlich wahrgenommen worden. Je nach Situation können verschiedene Massnahmen zur Aufwertung von Quell-Lebensräumen ergriffen werden (Tab. 1). Trotzdem sind bisher nur wenige Projekte realisiert oder auch nur geplant worden, so dass die dabei gemachten Erfahrungen kaum für weitere Projekte herangezogen werden können. Im Folgenden werden einige Beispiele vorgestellt, die keine grossen finanziellen Mittel beanspruchten, da die Massnahmen sehr einfach aber effektiv waren. Die drei ersten Beispiele sind im Rahmen eines kommunalen Aktionsplans (PAC) zur Rettung des landwirtschaftlichen Kulturerbes der Gemeinde Soule im Kanton Jura<sup>[3]</sup> realisiert worden. Es wurde ein Lehrpfad mit Start im Dorfzentrum eingerichtet, der auch bei den beschriebenen Quellen vorbeiführt, so dass deren Entwicklung beobachtet werden kann (Büro Natura 2008 – 12)<sup>[2]</sup>. Das vierte Beispiel entstammt einer Initiative des Neuenburger WWF, der anlässlich seines 30jährigen Bestehens auf eigene Kosten den Rückbau von zwei nicht mehr genutzten Quellen vorangetrieben hat. Das letzte Beispiel betrifft die Renovation und Wiederinstandsetzung der baufälligen Quelle Foule à Moutier im Kanton Bern.

### Revitalisierung von Quellen und Förderung der Biodiversität

Die hier aufgezeigten Beispiele von Revitalisierungen sind Bestandteil der Biodi-



▲ Die alte Brunnenstube Tchampo (linkes Bild), Soule (JU), nach deren Stilllegung im April 2015. / Ancien captage « revitalisé » de Tchampo, Soule (JU), état avril 2015.

#### Beispiel 1: Stilllegung einer alten Fassung

**Zustand vor der Revitalisierung:** auf halber Höhe am Nordhang des Tals der Gemeinde Soule (JU) gelegen, versorgte die Quellfassung einst das Trinkwasserreservoir des Dorfes. Heute darf das Wasser aus Qualitätsgründen nicht mehr ins Trinkwassernetz eingespiesen werden. Die aus Quadersteinen gebaute Fassung ist uralt. Im Laufe der Zeit sind durch Setzungen Risse im Mauerwerk entstanden. Die baufällige Fassung verlor ständig Wasser, das sich zu einem kleinen Quellbach vereinigte, der durch einen feuchten Wald floss, bevor er in einem Durchlass unter einer Waldstrasse verschwand. Der Quellperimeter ist mit knapp 10 m<sup>2</sup> sehr klein. Die Bewertung der Quelle mit der Methode Lubini et al. (2014)<sup>[1]</sup> ergab folgende Ergebnisse:

**Faunistischer Wert:** Sehr gut (ÖWS = 20,44).

**Anzahl gefährdeter Arten:** 5, eine davon ist neu für den Kanton Jura.

**Struktureller Wert:** Mittelmässig (Bewertung: 2,61), weil nur ein Teil des Wassers für den Quell-Lebensraum zur Verfügung steht.

**Massnahme:** Mit einem Holzstopfen wurde der Wasseraustritt in der Fassung blockiert. Der Holzstopfen hat in der Mitte ein Loch und erlaubt so eine minimal verbleibende Wasserführung in der Röhre, die das Reservoir speist. So wird gewährleistet, dass die Grundwasserfauna im Reservoir erhalten bleibt. Alle Bauten bleiben als historische Zeugen der einstigen Wasserversorgung erhalten.

**Ausführung:** Das Anbringen des Holzstopfens fand anlässlich des Quellseminars der SANU am 18. Juni 2014 statt. Das Projekt ist Bestandteil des Aktionsprogramms der Gemeinde Soule und wurde vom Büro Natura, Les Reussilles, geplant und umgesetzt<sup>[3]</sup>.

**Entwicklung der Quelle nach der Massnahme:** Erwartungsgemäss füllte sich die alte Fassung im Nu mit Wasser, das nun aus der alten Öffnung sprudelte. Ein Jahr später, im Frühjahr 2015, bedeckte die Quelle eine Fläche, die vier bis fünf Mal so gross war wie vor der Massnahme. Der Quellbach im Wald ist nun stark verzweigt und begünstigt die Ausbreitung von Sumpfpflanzen. Eine Wirkungskontrolle steht momentan noch aus.

### Beispiel 2: Umplatzierung einer Tränke

**Zustand vor der Revitalisierung:** Am Nordhang des Souce-Tales fliesst das Wasser einer kleinen Quelle in zwei Wannern, die im Sommer zur Tränkung des Viehs am Rande einer Weide stehen. Die Umgebung ist durch Viehtritt stark beeinträchtigt. Die für die Quellfauna besiedelbare Fläche beschränkt sich auf ein kleines Stück, das durch den Überlauf der einen Wanne feucht gehalten wird.

**Faunistischer Wert:** Mittel (ÖWS = 14,11).

**Anzahl gefährdeter Arten:** 2

**Struktureller Wert:** Mittelmässig (Bewertung : 3,36), weil die Quelle gefasst ist und weil sich das Wasser durch den Aufenthalt in den Wannern erwärmt und nährstoffreicher wird.

**Massnahme:** Alle Installationen wurden entfernt. Ausserhalb des Quellperimeters wurde eine neue Tränke installiert, die mit einem Teil der Wassermenge gespiesen wird.

**Ausführung:** Die Arbeiten wurden im Rahmen des Aktionsplans der Gemeinde Souce 2012 durchgeführt.

**Entwicklung der Quelle nach der Massnahme:** 2015 hat sich die Quell-Umgebung total regeneriert, der Quellbach wird von einer standorttypischen Vegetation gesäumt. Er wird durch einen Zaun geschützt, so dass er seinen Lauf natürlich entwickeln kann. Eine Wirkungskontrolle steht noch aus.

### Beispiel 3: Einzäunen einer Quelle

**Zustand vor der Revitalisierung:** Die Sumpfquellen von Beucieu bedecken eine Fläche von mehr als 2000 m<sup>2</sup> mitten in einer nach Süden exponierten Weide im Souce-Tal. Es ist ein Quellkomplex, der aus mehreren Quellen besteht, von denen einige im angrenzenden Wald entspringen. Der mit Wasser getränkte Boden ist durch Viehtritt stark beeinträchtigt, Die Beweidung verhindert jedoch die Verbuschung. Die vielfältige Vegetation und die extensive Beweidung wirken sich positiv auf die Biodiversität aus.

**Faunistischer Wert:** Gut (ÖWS = 16,86).

**Anzahl gefährdeter Arten:** 6, wovon eine, der Feuersalamander, in einer der Quellen seine Larven absetzt.

**Struktureller Wert:** Mittelmässig (Bewertung : 3,16), weil die Quellen stark unter Viehtritt leiden (Kolmation, Dominanz von Feinmaterial).

**Massnahme:** Teilweise Einzäunung der Sumpfquellen um die Beeinträchtigung durch das Vieh zu verringern. Im zugänglichen Teil verhindert das Vieh die Verbuschung und die längerfristige Entwicklung eines Waldes.

**Ausführung:** Errichtung der Umzäunung im Rahmen des Aktionsplans der Gemeinde Souce 2008. Einzelne Flächen im Wald sind bereits 2005 eingezäunt worden.

**Entwicklung der Quelle nach der Massnahme:** Sechs Jahre nach erfolgter Einzäunung zeigt sich eine Entwicklung der Korngrößenverteilung in Richtung grösserer Vielfalt; insbesondere ist der Anteil der Feinsedimente zurückgegangen. Eine Wirkungskontrolle steht noch aus.



### Beispiel 4: Renovation einer in Betrieb befindlichen Fassung

**Zustand vor der Revitalisierung:** Die Fassung von La Foule in Moutier, Kanton Bern, stammt aus den Anfängen des letzten Jahrhunderts und entspricht seit längerem nicht mehr den heutigen Anforderungen, weshalb sie renoviert werden muss. Mit einer täglichen mittleren Schüttung von 2000 m<sup>3</sup> versorgt diese Fassung hauptsächlich die Stadt Moutier und mehrere Gemeinden in der Umgebung. Der Überlauf fliesst in den Bach La Foule. Dieser ergiesst sich nach Durchquerung der Umgebung von Moutier in die Birs. Die ersten Laufmeter des Baches sind zwar gänzlich betoniert, enthalten aber dennoch eine quelltypische Fauna mit mehreren gefährdeten Arten.

**Faunistischer Wert:** Gut ( ÖWS = 15,7).

**Anzahl gefährdeter Arten:** 3, von denen eine Eintagsfliegenart charakteristisch für Karstquellen und endemisch für den Jura ist.

**Struktureller Wert:** Mittelmässig (Bewertung : 3,16), weil das Bachbett betoniert ist und keinerlei Strukturen im Sohlenraum aufweist.

**Massnahme:** In erster Linie geht es darum, die Sohle des Quellbachs wieder in einen naturnahen Zustand zu bringen, wie es für die Karstquellen der Region typisch ist. Die Sohle soll aus grossen Blöcken bestehen, die bei Hochwasser nicht abgeschwemmt werden. Dazwischen wird gröberes Material eingebracht. Ziel soll eine möglichst grosse Strömungsvielfalt sein, die eine mosaik-

artige Verteilung von Mikrohabitaten begünstigt, was sich wiederum positiv auf die gefährdete Fauna auswirkt. Zudem soll eine Mindestrestwassermenge garantiert und die Ufer bestockt werden, um eine starke Erwärmung des Wassers zu verhindern.

**Ausführung:** Die Arbeiten, ausgeführt von der Gemeinde Moutier, haben im Februar 2015 begonnen und sollen noch dieses Jahr fertiggestellt werden. Die Umsetzung des Projektes war nur

möglich dank der guten Zusammenarbeit zwischen der Bürgergemeinde Moutier, dem Ingenieurbüro ATB SA und der KARCH (Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz) sowie den Verantwortlichen des Kantons und der Gemeinden.

**Entwicklung der Quelle nach der Massnahme:** Die Arbeiten sind im Gange; eine Wirkungskontrolle ist geplant.



**Pascal Stucki**

ist Gewässerbiologe und Inhaber des Büros Aquabug in Neuenburg, das sich hauptsächlich mit aquatischen Wirbellosen beschäftigt (Bioindikation, Artenschutz, Erfolgskontrollen).



### Beispiel 5: Rückbau einer alten Fassung

**Zustand vor der Revitalisierung:** In La Combe Mauley in der Gemeinde Chézard gibt es mehrere alte Quellfassungen, die nicht mehr in Betrieb sind. Mehrere kleine Brunnenstuben liefern ihr Wasser über ein Röhrensystem in einen Sammler bei «Pertuis». Dieser Name stammt ursprünglich von einem Loch im Karst, welches das Oberflächenwasser versickern lässt. Obwohl die Fassungen stillgelegt worden waren, bestand das Röhrensystem weiterhin.

**Faunistischer Wert:** Nicht bestimmbar, weil die minimale Artenzahl (< 5) nicht erreicht worden ist.

**Anzahl gefährdeter Arten:** 0

**Struktureller Wert:** Nicht bestimmbar, weil die Quelle zerstört ist.

**Massnahme:** Bei zwei Fassungen wurde der oberirdische Teil der Fassung und die Röhren entfernt, um das Wasser wieder an die Oberfläche zu leiten. Der unterirdische Teil der Brunnenstube wurde mit grobem Material verfüllt.

**Ausführung:** Die Arbeiten wurden 2010 ausgeführt und vom WWF Neuchâtel anlässlich seines 30jährigen Bestehens finanziert.

**Entwicklung der Quelle nach der Massnahme:** Die Regeneration des Quell-Lebensraums findet nur langsam statt, weil kaum oder nur episodisch Wasser fliesst. Eine Wirkungskontrolle ist geplant aber noch nicht umgesetzt.

versitätsstrategie des Bundes. Sie begünstigen eine stark gefährdete Lebensgemeinschaft mit einem hohen Anteil national prioritärer Arten. Auf kantonalem Niveau würde eine Liste geeigneter Objekte helfen, eine Priorisierung für die Revitalisierung vorzunehmen. Das Vorgehen könnte sich an der Methode Lubini et al., 2014<sup>[1]</sup> orientieren. Prioritär sollten Quellen mit einem hohen Wiederbesiedlungspotenzial sein.

### Wenig Aufwand, grosser Gewinn!

Das Beispiel aufgegebener Fassungen zeigt, dass mit geringem Aufwand viel für die Natur getan werden kann. Warum also zögern? Auf dass die Quellen überall wieder sprudeln! ♠

### Literatur

- [1] Lubini V., P. Stucki, H. Vicentini & D. Kury (2014): Ökologische Bewertung von Quellen, Methoden. Studie im Auftrag des Bafu (Sektion Arten- und Biotopschutz), Bern, 33 S. + Anhang.
- [2] NATURA biologie appliquée (2013): Sentier des sources et du paysage, Commune de Soulcé, Brochure d'accompagnement. Les Reussilles, www.bureau-natura.ch.
- [3] Stucki P. (2010): Evaluation des sources de Soulcé: écomorphologie et faunistique, état initial avant revitalisation. Rapport interne. PAC Commune de Soulcé, Natura, Les Reussilles.
- [4] Zollhöfer J. (1997): Quellen, die unbekanntes Biotop: erfassen, bewerten, schützen. Bristol-Schriftenreihe 6.



▲ Rückbau einer alten Fassung und der abführenden Leitungen in Combe Mauley, Chézard (NE), 2009. / Suppression d'un ancien captage à l'abandon et obstruction de la conduite, Combe Mauley, Chézard (NE), 2009.

### Pascal Stucki

Aquabug  
Case postale 1643  
2001 Neuchâtel Switzerland  
0041 32 753 0123  
contact@aquabug.ch



# Protection et revitalisation des sources – projets et expériences

Les milieux de sources connaissent une régression dramatique depuis plus d'une centaine d'années. Au siècle passé, elle était principalement le fait des captages d'eau et du drainage des terres agricoles. Aujourd'hui d'autres atteintes comme l'utilisation de la force hydraulique et l'extension exponentielle des surfaces construites accélèrent encore la disparition de ce milieu unique et original. Cette situation engendre un regain d'intérêt et une réaction salutaire de la part des associations de protection de la nature et des services de l'administration.

Malgré une efficacité encore insuffisante, les bases légales existantes méritent d'être mieux appliquées. Une méthode d'évaluation développée sous l'égide de la Confédération permet d'apprécier la valeur des sources naturelles et constitue une aide précieuse dans ce contexte. Quelques cantons pionniers se lancent dans l'inventaire des objets de valeur afin d'établir un état des lieux sur leur territoire. Parallèlement, on assiste aux premières initiatives de revitalisation de sources dégradées.

Pascal Stucki

## Bases pour la protection des sources

Les bases légales permettant la protection des sources naturelles existent dans la législation fédérale en vigueur (J. Vonlanthen in <sup>[1]</sup>). Les biotopes humides, alimentés par une source et considérés comme dignes de protection devront à l'avenir être mieux pris en compte lors des pesées des intérêts face aux projets leur portant atteinte. Les responsabilités vis-à-vis de ce milieu naturel sont souvent diluées entre les différents services cantonaux en fonction des champs

► Tableau 1 : Mesures de revitalisation des sources proposées en fonction du type d'atteinte observé (cf. également D. Kury «Les milieux fontinaux – méconnus et menacés»). / Tabelle 1: Massnahmen für die Revitalisierung von Quellen in Abhängigkeit der Art der Beeinträchtigung (siehe auch D. Kury «Quell-Lebensräume – unbekannt und bedroht»).

Types d'atteintes	Mesures visant à favoriser le milieu de source
Captage total ou partiel de sources à des fins d'exploitation: – eau potable, minérale et thermale – eau industrielle – microcentrales – enneigement artificiel	– maintien d'un trop-plein avec débit résiduel permanent ; – captage de l'eau à l'aval de l'exutoire de la source avec conservation et extension du milieu naturel sur plus de 10 mètres du linéaire ; – maintien de la connectivité avec le réseau hydrographique.
Anciens captages à l'abandon (p.ex. en raison de qualités ou de volumes d'eau insuffisants)	– revitalisation par suppression de la chambre de captage et des conduites ; – obstruction des anciennes conduites à la sortie de la chambre pour permettre le débordement de l'eau de source à l'air libre ; – mise à disposition de surfaces pour l'extension du milieu crénal et rétablissement de la connectivité avec le ruisseau de source ; – conservation des chambres centenaires comme habitat pour la faune des eaux souterraines.
Anciens bassins, retenues et fontaines aménagés à l'exutoire de la source	– suppression du plan d'eau artificiel avec mise à disposition de surfaces pour l'extension du milieu crénal ; – conservation des fontaines historiques (p.ex. monuments classés) avec diminution des mesures d'entretien : abandon du nettoyage sous pression ou à l'eau de javel, conservation des sédiments naturels au fond des bassins.
Abreuvoir placé à l'exutoire de la source	– suppression de l'installation (bassins, baignoires, etc.) à l'exutoire ; – installation d'un abreuvoir à l'aval, alimenté par une dérivation partielle du débit de la source.
Piétinement du milieu dû aux activités de loisirs	– déplacement des cheminements piétonniers et des installations récréatives en dehors du périmètre de la zone de source ; – installation éventuelle de barrières basses et de panneaux didactiques ; – plantation d'épineux sur les itinéraires d'accès privilégiés.
Piétinement par le bétail	– mise en place d'une clôture de protection permettant la régénération du milieu.
Contamination par les intrants et dépôts de matière organique liés à l'activité agricole	– sensibilisation de l'exploitant et recherche de mesures favorables au milieu (périmètre de protection, zones tampons).
Plantations de conifères et exploitation forestière en général	– établissement d'un plan de gestion particulier pour une exploitation forestière douce et respectueuse dans le périmètre de la source ; – conservation d'un ombrage suffisant dans les forêts de feuillus aux abords de la source.
Constructions et travaux ayant un impact sur l'écoulement des nappes d'eau souterraines : fouilles et fondations de routes, de quartiers d'habitation ou de bâtiments industriels	– prise en compte des écoulements souterrains et de l'alimentation des sources lors de la planification des projets et de l'implantation des ouvrages.

de compétences. Ecotone entre les eaux souterraines et superficielles, le milieu source se transforme parfois « écotone administratif », exposé en intérêts multiples qu'il suscite. En cas de prélèvement d'eau à l'exutoire, la conservation du cours d'eau alimenté par une source doit être garantie par un débit résiduel, comme pour n'importe quelle autre prise d'eau. Dans le même ordre d'idée, les dispositions en vigueur en matière de revitalisation des cours d'eau s'appliquent également pour les milieux de source. Cette perspective ouvre la porte à toute une série d'initiatives qui vont pouvoir être prises à l'avenir pour recréer ou étendre ce biotope unique et original !

### Mesures de revitalisation des sources

Vingt ans après la publication de Zollhöfer (1997)<sup>[4]</sup> qui proposait déjà des pistes concrètes et testait diverses mesures visant à favoriser la biodiversité des milieux crénaux, la revitalisation des sources devient enfin un sujet de préoccupation pour les autorités, les services de l'administration et les associations de protection de la nature. Différents types de mesures peuvent être envisagés en fonction des situations (Tab. 1). Toutefois, les réalisations effectuées à ce jour ne sont pas encore légion et les projets en cours ou déjà achevés livrent à peine leurs premiers enseignements. Les exemples présentés ci-dessous découlent d'opportunités saisies au moment adéquat. Ces mesures ne nécessitent pas de moyens financiers importants, elles utilisent des techniques simples mais efficaces. Les trois premiers exemples ont été réalisés dans le cadre du Plan d'action communal (PAC) pour la sauvegarde du patrimoine rural de Soulce. Un parcours accompagné de panneaux explicatifs démarre au centre de ce village. Il permet entre autre de visiter les sources décrites et de découvrir leur évolution<sup>[2]</sup>. L'exemple suivant vient d'une initiative du WWF Neuchâtel qui, pour marquer ses 30 ans d'existence, a décidé de financer la déconstruction de 2 captages de sources à l'abandon. Enfin, le dernier cas concerne la rénovation et la mise en conformité de la

### Exemple 1: obstruction d'un ancien captage

**Etat avant revitalisation** : sis à mi-pente sur le versant nord de la vallée de Soulce (JU), cet ancien captage alimente un réservoir d'eau potable autrefois relié au réseau du village. Cette eau n'est plus utilisée en raison de sa qualité insuffisante. Le captage, construit en pierre de taille, est centenaire et présente des affaissements et des nombreuses fissures. Les fuites permanentes dues au délabrement de l'ouvrage donnent naissance à un petit ruisseau de source qui serpente à travers une forêt humide avant de rejoindre un voûtage sous une route forestière. La zone de source couvre une surface très limitée dépassant à peine 10 m<sup>2</sup> à l'aval du captage.

**Valeur faunistique** : très bonne (ÖWS = 20,44).

**Espèce(s) menacée(s)** : 5 espèces sont présentes dont une espèce nouvelle pour le canton du Jura.

**Valeur écomorphologique** : moyenne (note = 2,61), en raison d'une partie du débit dévié dans les anciennes conduites.

**Mesure** : la conduite à la sortie du captage a été bouchée à l'aide d'un bouchon conique en bois. Le bouchon percé au centre permet la conservation d'un débit résiduel dans l'ancienne conduite. Il maintient de ce fait un minimum d'eau dans l'ancien réservoir qui devient de nombreuses fissures ainsi un habitat pour la faune des eaux souterraines. Tous les ouvrages sont conservés en l'état comme témoins historiques de l'approvisionnement en eau du village de Soulce.

**Réalisation** : l'obstruction a été effectuée le 18 juin 2014 dans le cadre d'un séminaire du SANU consacré aux sources naturelles. Le projet s'inscrit dans le cadre du PAC de la Commune de Soulce piloté par le bureau Natura, Les Reussilles<sup>[3]</sup>, pour les aspects environnementaux.

**Evolution du milieu et premières observations** : selon notre attente, la chambre de captage s'est remplie en quelques minutes pour déborder au niveau de l'ancienne ouverture. Au printemps 2015, soit une année après l'intervention, la zone de source couvre une surface quatre à cinq fois plus étendue qu'à l'origine. Le ruisseau de source forme de nombreuses ramifications et l'ensemble de la forêt présente un sol détrempé avec une forte extension de la végétation palustre. Un contrôle du succès de la mesure par une analyse de la faune n'est pas prévu pour l'instant.

### Exemple 2: suppression d'un abreuvoir

**Etat avant revitalisation** : un petit exutoire de source drainé alimente deux baignoires contiguës situées en bordure d'un pâturage sur le versant nord de la vallée de Soulce. L'installation fonctionne comme abreuvoir pour le bétail durant la belle saison et ses abords présentent un fort piétinement. La surface disponible pour la faune se limite à un petit secteur devant le déversement de la deuxième baignoire.

**Valeur faunistique** : moyenne (ÖWS = 14,11).

**Espèce(s) menacée(s)** : 2 espèces sont présentes.

**Valeur écomorphologique** : moyenne (note = 3,36), en raison du drainage de l'exutoire et de l'eau de source qui s'échauffe successivement lors de son passage dans les deux bassins où elle s'enrichit simultanément en nutriments.

**Mesure** : toute l'installation composée des vieilles baignoires et des tuyaux PVC a été évacuée et le terrain remis en état. Une dérivation d'une partie du débit alimente un nouvel abreuvoir placé en contrebas de la zone de source.

**Réalisation** : les travaux ont été achevés en 2012 dans le cadre du PAC de la Commune de Soulce<sup>[3]</sup>.



Fotos: P. Stucki

▲ Source revitalisée après la suppression de deux abreuvoirs à bétail, Soulce (JU), 22.04.2015 / Umplazierung einer Tränke in Les Esserts, Soulce (JU).

**Evolution du milieu :** en 2015, le milieu s'est totalement régénéré et les populations des marais colonisent densément les rives du ruisseau de source. Ce dernier, protégé par une clôture possède une morphologie naturelle du lit qui s'est mis en place sans intervention au fil des années et des variations de débit. Un contrôle du succès de la mesure est pendant.

### Exemple 3 : suppression d'un ancien captage et obstruction des conduites

**Etat avant revitalisation :** La Combe Mauley située sur le territoire de la commune de Chézard est une ancienne zone de captage de source aujourd'hui à l'abandon. Plusieurs petites chambres de captages disséminées dans le vallon dérivent leurs eaux via des conduites vers un collecteur principal situé au lieu-dit « Pertuis ». Ce nom provient d'une perte communiquant avec un gouffre dans le karst qui récolte les eaux de surface. Malgré l'abandon du captage, le réseau de conduites a été maintenu et les eaux parviennent toujours dans le collecteur principal avant de disparaître dans la perte.

**Valeur faunistique :** indéterminée en raison d'un nombre d'espèces insuffisant (< 5).

**Espèce(s) menacée(s) :** aucune.

**Valeur écomorphologique :** indéterminée (source détruite).

**Mesure :** les travaux entrepris sur deux des captages présents consistaient à supprimer la partie visible de la chambre et à obstruer la conduite à l'aval pour ramener l'eau en surface. La partie souterraine de la chambre a été comblée avec du matériel minéral grossier.

**Réalisation :** ces travaux initiés et financés par le WWF Neuchâtel à l'occasion de ses 30 ans d'existence datent de 2010.

**Evolution du milieu :** les observations effectuées à ce jour montrent une évolution très lente du milieu en raison des débits faibles et en partie temporaires de l'eau des captages. L'évaluation de cette mesure est planifiée mais n'a pas encore été entreprise.

### Exemple 4 : mise en place d'une clôture de protection

**Etat avant revitalisation :** Les sources hélocrènes de Beucieu occupent une surface de plus de 2000 m<sup>2</sup> au centre d'un pâturage orienté sud dans la vallée de Soulce. Elles font partie d'un complexe de sources dont certaines sont jaillissantes dans la forêt qui domine le vallon. Les milieux aquatiques sont partiellement piétinés par le bétail dont la présence empêche cependant l'embroussaillage de la pente. Les milieux en mosaïque et l'exploitation extensive du pâturage en font un secteur à biodiversité élevée (fig. 1).

**Valeur faunistique :** bonne (ÖWS = 16,86).

**Espèce(s) menacée(s) :** 6 espèces sont présentes, dont la Salamandre tachetée qui se reproduit dans une des sources.

**Valeur écomorphologique :** moyenne (note = 3,16), en raison du piétinement par le bétail qui détruit la structure du lit de la source (colmatage des substrats et dominance des substrats meubles).

**Mesure :** la surface occupée par les sources hélocrènes a été partiellement clôturée en vue de diminuer l'impact du bétail. Dans les secteurs accessibles, la présence du bétail empêche le développement des buissons et l'installation à terme d'une forêt.

**Réalisation :** la pose de clôtures dans les milieux ouverts a débuté en 2008 dans le cadre du PAC de Soulce (JU)<sup>[3]</sup>. Dans les zones forestières, certaines surfaces ont déjà été protégées du bétail à partir de 2005.

**Evolution du milieu :** 6 ans après les mesures limitant l'accès du bétail aux zones de source, on constate visuellement une nette diminution des substrats fins et une diversification de la granulométrie. Un relevé faunistique pour évaluer l'impact de la mesure reste à planifier.



Fotos: P. Stucki

## Exemple 5: rénovation d'un captage exploité



▲ Ancien captage de la Foule dont la rénovation est en cours au printemps 2015. Lit bétonné du cours d'eau avant travaux, Moutier (BE). / Alte, in Betrieb befindliche Quelfassung der la Foule in Moutier (BE), deren Renovierung im Gange ist. Im Bild das betonierete Bett des Quellbachs vor Beginn der Arbeiten im Frühjahr 2015.

**Etat avant revitalisation:** Etat avant revitalisation: le captage de la Foule à Moutier (BE) date du début du siècle passé et ne correspond plus aux normes depuis plusieurs années. En conséquence, il doit être entièrement rénové pour répondre aux règles techniques actuelles. Avec ses 2000 m<sup>3</sup> journaliers en moyenne, cet ouvrage couvre majoritairement les besoins en eau de la ville de Moutier et de plusieurs communes des environs. Son trop-plein alimente le ruisseau de la Foule qui s'écoule dans un petit vallon avant de traverser l'agglomération de Moutier pour se jeter dans la Birse. Les premiers mètres du cours d'eau, bien que totalement artificialisés par la présence d'un corset en béton, hébergent une faune de source caractéristique comprenant plusieurs espèces menacées.

**Valeur faunistique:** bonne (ÖWS = 15,7).

**Espèce(s) menacée(s):** 3 espèces sont présentes, dont un éphémère menacé endémique et caractéristique des sources karstiques de l'arc jurassien.

**Valeur écomorphologique:** moyenne (note = 3,16) en raison du lit en béton et du manque de structure.

**Mesure:** il s'agit de recréer un lit « naturel » sur le radier existant en prenant exemple sur les résurgences karstiques présentes dans la région. Le lit est formé de gros blocs résistant aux débits de crue, complétés par du matériel grossier placé à l'abri de ces éléments. La mise en place des différents matériaux minéraux doit permettre de diversifier au maximum les vitesses de courant et de créer des microhabitats favorables aux espèces menacées. La garantie d'un débit permanent dans le lit de la source et le reboisement du secteur après travaux pour assurer un ombrage suffisant complètent les mesures de restauration du lit.

**Réalisation:** les travaux de rénovation du captage de la Foule menés par la commune de Moutier ont débutés en février 2015 et devraient s'achever la même année. La réalisation de ce projet a été possible grâce à l'excellente collaboration entre la Commune bourgeoise de Moutier, le bureau d'ingénieurs ATB SA, les spécialistes en écologie (KARCH, etc.) et les autorités communales et cantonales.

**Evolution du milieu:** les travaux sont actuellement en cours, un contrôle qualité est planifié dans le cadre de l'accompagnement des travaux.



**Pascal Stucki**

est hydrobiologiste et responsable du bureau Aquabug à Neuchâtel. Il étudie principalement les invertébrés aquatiques dans le cadre de projets de bioindication, de protection des espèces et de contrôle qualité d'aménagements du milieu aquatique.

source de la Foule à Moutier (BE), des travaux rendus nécessaires par la vétusté du captage.

La restauration du milieu de source illustrée ici par quelques exemples s'inscrit idéalement dans la Stratégie Biodiversité Suisse adoptée par la Confédération. Elle favorise en effet une communauté menacée contenant une proportion particulièrement élevée d'espèces prioritaires. Au niveau cantonal, l'élaboration d'un catalogue d'objets dignes de protection permettra de prioriser les mesures de revitalisations à entreprendre. Cette démarche peut s'appuyer sur une méthode d'évaluation qui fournit notamment une description des différentes atteintes à réduire ou supprimer<sup>[1]</sup>. On se focalisera avant tout sur les objets possédant un fort potentiel de recolonisation.

### **Un grand bénéfice à moindre coût !**

A l'instar de la déconstruction d'anciens captages à l'abandon, le rapport coût-bénéfice des mesures qui vise les sources est des plus avantageux. Il n'y a donc plus à hésiter: à vos bouchons et que l'eau jaillissent à nouveau de toute part ! ♠

### **Bibliographie**

- [1] Lubini V., P. Stucki, H. Vicentini & D. Kury (2014): Ökologische Bewertung von Quellen, Methoden. Studie im Auftrag des BAFU (Sektion Arten- und Biotopschutz), Bern, 33 S. + Anhang.
- [2] NATURA biologie appliquée (2013): Sentier des sources et du paysage, Commune de Soule, Brochure d'accompagnement. Les Reussilles, [www.bureau-natura.ch](http://www.bureau-natura.ch).
- [3] Stucki P. (2010): Evaluation des sources de Soule: écomorphologie et faunistique, état initial avant revitalisation. Rapport interne. PAC Commune de Soule, Natura, Les Reussilles.
- [4] Zöllhöfer J. (1997): Quellen, die unbekanntes Biotop: erfassen, bewerten, schützen. Bristol-Schriftenreihe 6.

### **Pascal Stucki**

Aquabug, Case postale 1643  
2001 Neuchâtel, Switzerland  
0041 32 753 0123  
[contact@aquabug.ch](mailto:contact@aquabug.ch)



# Wanderung zu den ... roten Quellen der Grimmialp

Foto: Aqua Viva

von Sophie Ryser

Schon seit jeher ranken sich um die Grimmialp im Diemtigtal BE Geschichten, in welchen die mineralhaltigen Quellen in diesem Gebiet die Hauptrolle spielen. Leuchtend rot liegen sie in der Landschaft und lockten über die Jahre Hunderte von Menschen auf der Suche nach Heilung an. Das stark eisenhaltige Wasser war so begehrt, dass sogar im Winter Besucher mit Fässern und Flaschen die Alp bestiegen um etwas von dem Heilwasser zu ergattern. Und auch wenn die Wirkung nicht offiziell bestätigt ist, so ist allein der Anblick der Quellen den Aufstieg wert. Wunderschön gelegen auf einem Hochplateau, umgeben von majestätischen Bergen, sprudelt das Quellwasser direkt aus dem Boden. Und nicht nur die Menschen profitieren von der Quelle. Auch seltene Tierarten wie der Alpenstrudelwurm, welcher nach der Eiszeit fast ausschliesslich in Quellbereichen überlebt hat, finden sich hier.

## Rundwanderung

Von der Bushaltestelle Grimmialp, Hotel Spillgerten führt der Weg dem Senggibach entlang nach oben. Nach dem Aufstieg durch den Wald lichten sich die Bäume und der Blick auf das beeindruckende Bergpanorama wird frei. Bald darauf führt der Weg zum Bergrestaurant Grimmi, wo sich eine Pause lohnt. Von hier aus lassen sich die roten Quellen – noch ein Stück weiter oben auf 1840 Meter ü. M. gelegen – bereits erkennen. Danach geht es auf dem Wanderweg zurück zum Ausgangsort. Auf dem letzten Wegstück hinab ins Tal werden noch einmal alle Muskeln in den Knien beansprucht. Wem der Weg zu steil oder zu weit ist, kann mit der Sesselbahn auf den Stierenberg hoch- und wieder hinunter ins Tal fahren.

## Karte und weitere Informationen

↳ [www.wanderland.ch/de/routen/route-0323.html](http://www.wanderland.ch/de/routen/route-0323.html)

## Ausgangs- und Endpunkt

Haltestelle Grimmialp, Hotel Spillgerten; Hinfahrt mit Bus Nr. 260 alle ein bis zwei

Stunden ab Oey-Diemtigen; Rückfahrt wieder Richtung Oey-Diemtigen – der letzte Bus fährt um 17.43 Uhr.

## Zeit

Auf dem 10 Kilometer langen Rundweg lässt sich etwa 4 Stunden wandern. Wer den Auf- und Abstieg mit der Sesselbahn umgeht, verkürzt die Wanderzeit um mehr als die Hälfte.

## Anspruch

Gute Bergwanderwege, etwas Kondition ist aber erforderlich (650 Höhenmeter). Der Abstieg kann bei Nässe glitschig sein. 💧



Foto: Aqua Viva



 aqua viva

### **Nuolen See SZ – Bundesgerichtsurteil zu Gunsten unserer Gewässer**

Die Kibag und die Gemeinde Wangen planten am Nuolen See Wohnüberbauungen. Dazu wollten sie den Zürichsee aufschütten und den Gewässerraum verbauen. Das ist für Ripa Inculta! und Aqua Viva nicht zulässig. Zur grossen Erleichterung hat das Bundesgericht geltendes Recht gleich interpretiert und erteilt dem Projekt «Nuolen See» eine klare Absage. Weder hätten die Behörden die vorgesehenen Schüttungen noch die Überbauungen auf planerischer Ebene bewilligen dürfen. Das Bundesgerichtsurteil hält fest, dass es nicht zulässig ist, ein bestehendes Gewässer mitsamt Gewässerraum für Überbauungen zu zerstören. Das macht Hoffnung für die Zukunft der Uferregionen. Das Urteil zu Nuolen See ist als grosser Erfolg für den Gewässerschutz zu werten.

👉 [medienmitteilungen.aquaviva.ch](http://medienmitteilungen.aquaviva.ch)

### **Reuss LU – Gravierende Mängel beim Hochwasserschutz**

Nach den schweren Hochwassern 2005 hat sich der Kanton Luzern an die Erarbeitung des Projektes «Hochwasserschutz und Renaturierung Reuss» gemacht. Nach jahrelanger Arbeit wurde die Öffentlichkeit im Frühling zur Stellungnahme eingeladen. Aqua Viva hat diese Chance genutzt und das Projekt unter die Lupe genommen. Fazit: Gravierende Mängel bei guter Stossrichtung. Entsteht das Projekt wie geplant, wird der Reuss beim Reusszopf und im Abschnitt Schiltwald jährlich etwa 12 000 Kubikmeter Kies und Sand entnommen. Das sind 75 Prozent der gesamten Kies- und Sandmengen in diesem Abschnitt. Eine Katastrophe für Fischarten wie die Äsche. Dabei ist die Luzerner Reuss eine Äschenregion von nationaler Bedeutung. In diesem Punkt gilt es das Projekt zu überarbeiten und den Zielen des Gewässerschutzgesetzes Rechnung zu tragen. 👉 [stuellnahmen.aquaviva.ch](http://stuellnahmen.aquaviva.ch)

### **Aarau AG – Es braucht dringend Fischabstiegshilfen**

Unseres Wissens haben in der Schweiz gerade mal zwei von über 1500 Kraftwerksbauwerken eine Fischabstiegsanlage. Per Bundesgesetz ist die freie Fischwanderung flussauf- und -abwärts sicherzustellen – was fast alle Kraftwerksanlagen missachten. Dieser Zustand ist unduldbar. Insbesondere bei kleineren Kraftwerken, wo es Lösungen zur Sicherstellung des Fischabstiegs gibt. Bei grossen Wasserkraftwerken, wo die Realisierbarkeit von Fischabstiegsanlagen noch schwierig ist, müssen die Anstrengungen erhöht werden. Auch beim Maschinenhaus des Kraftwerks Aarau wurde die Sicherstellung des Fischabstiegs ungenügend abgeklärt. Aqua Viva erhob daher Beschwerde gegen das Konzessions- und Bauprojekt KW Aarau. Die zentrale Forderung der Beschwerde ist ein Fachgutachten betreffend den Möglichkeiten, die Fischwanderung flussabwärts zu verbessern. 👉 [medienmitteilungen.aquaviva.ch](http://medienmitteilungen.aquaviva.ch)

### **Kanton Zürich – Startschuss Revitalisierungen**

Am 1. Januar 2011 trat das revidierte Gewässerschutzgesetz in Kraft. Vier Jahre nach diesem Meilenstein in der Geschichte des Schweizer Gewässerschutzes präsentiert der Kanton Zürich sein Vorgehen zur Umsetzung der gesetzlichen Anforderungen. Die Planung zeigt vorbildlich auf, wo und wie Fischwanderung, Geschiebetransport und Schwall-Sunk verbessert werden müssen und welche Bäche und Flüsse revitalisiert werden sollen. Nach getaner Grundlagenarbeit folgt nun der Vollzug, eine Herkulesaufgabe für den Kanton und die Gemeinden. Denn jetzt gilt es Farbe zu bekennen und Überzeugungsarbeit, insbesondere in landwirtschaftlichen Kreisen, für mehr Gewässerraum zu leisten. 👉 [www.gewaesserschutzgesetz.zh.ch](http://www.gewaesserschutzgesetz.zh.ch)

◀ Verdiente Siegerin des Landart-Wettbewerbs am Rhy-Fäscht 2015 ist Julia. Sie gewinnt einen Aqua Viva-Wassererlebnistag für sich und ihre Kindergartenklasse.



1

### Sarneraa OW – Umweltverbände steigen aus

Der Kanton Obwalden plant seine Hochwasserprobleme mit einem rund 6,5 Kilometer langen Entlastungsstollen aus dem Sarnersee und dem Bau eines Hilfswehrs in der Sarneraa zu reduzieren. Die Sarneraa wird dabei auf Wunsch der Politik nur minimalst ökologisch aufgewertet. Auf die zentralen Forderungen der Umweltverbände wird nicht eingegangen. Vor diesem Hintergrund haben die Umweltverbände entschieden, sich nicht länger in der Projektsteuergruppe und der Begleitgruppe Umwelt zu engagieren. Sie werden das Projekt mit Argusaugen beobachten und sich im Herbst 2015 im Rahmen der Stellungnahmen detailliert zum Vorhaben äussern. [↪ stellungnahmen.aquaviva.ch](http://www.stellungnahmen.aquaviva.ch)



2

### Wynau BE/SO – Rosinen picken auf Kosten der Umwelt

Die Elektrizitätswerke Wynau AG planen seit 1988 den Bau eines 3,2 Kilometer langen Stollens, direkt beim BLN-Gebiet Aareknie Wolfwil-Wynau. Das Projekt wurde vom Bundesgericht zur Neubeurteilung zurückgewiesen und ist seit 1999 hängig. Im Mai 2015 reicht die EW Wynau die überarbeiteten Dossiers ein – zusammen mit einem Gesuch um Sistierung des Verfahrens. Die AG gibt offen zu, dass der Stollen nur mit den vorgesehenen Subventionen der Energiepolitik 2050 rentabel sein wird. Die Umweltverbände haben beantragt, die Sistierung nicht zu gewähren und das Verfahren abzuschliessen. Subventionen dürfen unrentable Projekte nicht auf Kosten einer Landschaft von nationaler Bedeutung rentabel machen. Aqua Viva wehrt sich gegen den Stollen und die Rosinenpickerei auf Kosten der Umwelt. [↪ projekte.aquaviva.ch](http://www.projekte.aquaviva.ch)

### Bischofszell TG – Enttäuschter Ausstieg aus Dialog

Enttäuscht bricht Aqua Viva die partizipativen Gespräche mit der Betreiberin des Kraftwerks Turrau ab. Diskussionslos will die Betreiberin am geplanten maximalen Neubau festhalten. Die Verhältnismässigkeit stimmt da aber leider gar nicht: Zum Stromgewinn für 4000 Haushalte soll das oberhalb des Kraftwerks liegende Auengebiet von nationaler Bedeutung drei Meter höher als bisher eingestaut und die Restwassersituation im nationalen Auengebiet unterhalb verschärft werden. Das ist nicht tragbar und eine Mitarbeit unsererseits nicht mehr vertretbar. Schade, denn es wären auch verträglichere Lösungen mit erhöhter Stromproduktion möglich gewesen.

[↪ projekte.aquaviva.ch](http://www.projekte.aquaviva.ch)



3

### Eglisau ZH – Chance vertan für eine nachhaltige Vernetzung des Glattstollens

1916 wurde die Glatt mit dem Bau des Kraftwerks Eglisau in einen Stollen verlegt. Noch immer fliesst sie dort, strukturarm und unterirdisch. Im Rahmen der Neukonzessionierung des Kraftwerks Eglisau wurde die Pflicht zur Sicherstellung der Fischwanderung durch den Glattstollen festgelegt. So weit, so gut. Leider handelt es sich dabei nur um eine provisorische Lösung. Aqua Viva forderte eine nachhaltigere Verbesserung der Situation. Eine gute Möglichkeit ergibt sich nun mit der geplanten Teil-Revitalisierung der Glatt in den nächsten Jahren. Die Chance, den Stollen mit finanzieller Unterstützung der Kraftwerksbetreiberin endlich nachhaltig zu vernetzen, wird leider nicht genutzt. Der Kanton Zürich sieht momentan keine Möglichkeit die Finanzierung sicherzustellen. Traurig für die Wasserlebewesen. [↪ projekte.aquaviva.ch](http://www.projekte.aquaviva.ch)



4

- 1 Sarneraa, Foto: Aqua Viva
- 2 Aare bei Wynau, Foto: Christoph Hurni
- 3 Restwasser Kraftwerk Turrau, Foto: Aqua Viva
- 4 Glattstollen, Foto: Wikimedia Commons albinfo
- 5 Bagger im Rhein, Foto: mats\_60
- 6 Surferwiese, Foto: Erich Sutter
- 7 Biber bei Hofen, Foto: Samuel Gründler



### **Birsfelden BL – Rheinausbaggerungen sind wieder ein Thema**

Die Überlegungen der Betreiberin hinsichtlich Austiefungen unterhalb des Kraftwerks Birsfelden erschrecken Aqua Viva. Für eine leichte Steigerung der Stromproduktion soll in die Sohle des Rheins eingegriffen und das Gefälle unterhalb des Kraftwerks reduziert werden. Für typische und strömungsliebende Wasserlebewesen des Rheins sicher keine erfreuliche Nachricht. Früher im Rhein häufige Arten wie Strömer und Äsche sind schon heute gefährdet. Weitere mögliche Lebensraumverluste im grösstenteils eingestauten Hochrhein – 11 Wasserkraftwerke in Folge! – sind unseres Erachtens nicht tragbar.

---

### **Verband zum Schutze des Greifensees VSG**

#### **Niederuster ZH – Bauverbot-Prozess vor Bundesgericht verloren**

Auf der «Surferwiese» bei der Schiffflände Niederuster wollte ein privater Verein das Seerestaurant «Pavillon Nouvel» bauen. Seit Jahren kämpfte der Verband zum Schutz des Greifensees (VSG) mit grossem personellem und finanziellem Aufwand gegen die Überbauung an. Ziel war die Wiedereintragung des Bauverbots (Servituts) aus dem Jahr 1933. Das Bauverbot war 1998, ohne Mitteilung an den VSG als Berechtigten, auf Antrag der Meliorationsgenossenschaft Uster gelöscht worden. Leider zerschlug das Bundesgericht nun alle Hoffnungen und wies das Anliegen des VSG ab. Ein kleiner Trost bleibt. Die Stadt Uster hat ihre Planung inzwischen abgeändert und beschlossen, das Seerestaurant an Stelle des bestehenden Kiosks an der Schiffflände zu bauen. Die «Surferwiese» bleibt damit fürs erste verschont.

---

### **Fischereiverein Schaffhausen FVS**

#### **Fischer schaffen Lebensraum**

An der Biber bei Hofen läuft seit 2014 ein Pilotprojekt des Schweizerischen Fischerei-Verbandes zum Thema «Fischer schaffen Lebensraum». In Absprache mit dem Kanton Schaffhausen wird die Biber mit einfachen Massnahmen durch die lokalen Fischer ökologisch aufgewertet. In der ersten Etappe wurden über 200 Schwarzerlen, Weiden und Heckengehölze gepflanzt, Totholzstrukturen eingebracht und massive Uferverbauungen ingenieurbologisch aufgewertet. Die ersten Zwischenresultate sind vielversprechend.

---

### **Neu für Schulklassen: Mikroschadstoffe im Wasser ergründen**

Seit diesem Sommer ist Aqua Viva um zwei Umweltbildungs-Module reicher: An den Aqua Viva-Wassererlebnistagen können Schulklassen neu den Schwerpunkt auch auf «Mikroplastik» oder «Mikroverunreinigungen» legen. Stufengerecht vermitteln wir draussen am Gewässer Hintergrundwissen zur Herkunft und den Folgen dieser Stoffe. Spielerisch fahnden wir nach Verunreinigungen und lernen, wie wir unsere Gewässer davor schützen können. Das Modul lässt sich gut mit der Erforschung unserer Wasserlebewesen verbinden. [schulen.aquaviva.ch](http://schulen.aquaviva.ch)

---

### **Impressum**

**Herausgeber:** Aqua Viva **Redaktion:** Günther Frauenlob Dipl. Geogr., [redaktion@aquaviva.ch](mailto:redaktion@aquaviva.ch), Salome Steiner, Dipl. Biol., [salome.steiner@aquaviva.ch](mailto:salome.steiner@aquaviva.ch) **Lektorat:** Dr. Martina Bauchowitz, [www.wissensreich.com](http://www.wissensreich.com) **Übersetzung:** Pascal Stucki, [contact@aquabug.ch](mailto:contact@aquabug.ch), Laurence Frauenlob, [laurence.frauenlob@t-online.de](mailto:laurence.frauenlob@t-online.de) **Geschäftsstelle von Aqua Viva und Redaktion:** Weinsteig 192, Postfach 1157, CH-8201 Schaffhausen, Tel: 052 625 26 58, [www.aquaviva.ch](http://www.aquaviva.ch), Postcheck 82-3003-8 Schaffhausen, Postbank Karlsruhe BLZ 660 100 75, Konto 300 550 758 **Satz:** Diener-Grafics GmbH **Layout:** Diener-Grafics GmbH, Martin Diener, Winterthurerstrasse 58, 8006 Zürich, [www.diener-grafics.ch](http://www.diener-grafics.ch); Konzentrat, Thomas Zulauf, [www.konzentrat.ch](http://www.konzentrat.ch); Günther Frauenlob **Druck und Spedition:** Ropress Genossenschaft, Baslerstrasse 106, 8048 Zürich **Abonnementspreise 2015:** Inland Fr. 50.–, Ausland € 45.–, Einzelheft Fr. 15.–/€ 10.–, ISSN 2296-2506, Erscheinungsweise 5 x jährlich.

Nachdruck von Beiträgen aus *aqua viva* werden gestattet unter Quellenangabe und Zusand von 2 Belegen. Die veröffentlichten Beiträge geben die Meinung der Autorinnen und Autoren wieder und müssen nicht immer der Auffassung von Aqua Viva entsprechen.



5



6



7



### Naturnaher Tourismus

Der naturnahe Tourismus ist ein wichtiges Element der ökologisch nachhaltigen Entwicklung im Alpenraum.

Um eine hohe Qualität des naturnahen Tourismus zu gewährleisten, ist ein funktionierendes Qualitätsmanagement wichtig. Die Autoren präsentieren dazu zehn Standards. Sie reichen vom Schutz der Natur, der Pflege der Landschaft, der guten Architektur, der Raumplanung und der Angebotsentwicklung bis zum naturnahen Marketing und zur Umweltbildung im Tourismus. Diese Qualitätsstandards wurden unter Einbezug von Expertinnen und Experten aus sechs Alpenländern erarbeitet und in Fallstudien überprüft.

Als Ergebnis liegt eine Checkliste zum naturnahen Tourismus in den Alpen vor. Damit wird Verantwortlichen von Destinationen und Regionen ein sehr gutes Werkzeug an die Hand gegeben, mit dem sie

die eigene Arbeit einschätzen und weiterentwickeln können. Darüber hinaus sind die vorgestellten Qualitätsstandards ein Beitrag zur Diskussion über die Zukunft des Tourismus und die nachhaltige Regionalentwicklung in den Alpen.

Günther Frauenlob, Waldkirch

---

### Naturnaher Tourismus

*Qualitätsstandards für sanftes Reisen in den Alpen*

Dominik Siegrist, Susanne Gessner, Lea Ketterer Bonnelame  
«Bristol Schriftenreihe» Band 44  
Haupt Verlag, www.haupt.ch  
309 Seiten, 137 Abbildungen  
ISBN 978-3-258-07922-6  
Preis: EUR 36.– / Fr. 36.– (UVP)

---

### Gummibootführer Schweiz

Wenn der Gummibootführer Schweiz auf dem Tisch herumliegt, fällt er sofort auf. Und das freche Cover verspricht nicht zu viel: Der Führer beschreibt kurzweilig und anschaulich 22 gut recherchierte Flusstouren, wo das Gummibootfahren richtig Spass macht. Um nur eine herauszupicken: Vom spektakulären Rheinfall geht die Fahrt über 7 Kilometer bis zur Kloster-



insel Rheinau – eine geeignete Tour für Abend- und Mondscheinfahrten. Das Buch hält zudem zahlreiche wissenswerte Hinweise zu Natur, Gebäuden und Rastplätzen entlang der Strecken bereit. Informationen zum benötigten Material, Checklisten, richtiges Verhalten auf dem Fluss und nicht zuletzt die 10 Gummi-Gebo(o)te runden diesen praktischen und nutzerfreundlichen Führer ab. Der Sommer kann bleiben!

Salome Steiner, Schaffhausen

---

### Gummibootführer Schweiz

*Spass, Erholung und Abenteuer auf Schweizer Flüssen*

Iwona Eberle  
Werd & Weber Verlag AG Thun/Gwatt, 2015  
248 Seiten, 22 Flusskarten, über 240 Farbfotos (Christoph Hurni)  
IBAN 978-3-85932-742-9  
Preis: Fr. 39.90

---

### † Nachruf Dominik Rossi

Überzeugend, kraftvoll, offen. Dominik Rossi ist Ende 2010 zu Aqua Viva gestossen. Menschlich und fachlich ein Glücksfall. Dominik hat sich als Vorstandsmitglied von Beginn weg mit seinem scharfen Verstand, seiner offenen und kritischen Haltung für die Ziele von Aqua Viva engagiert. Als gelernter Gärtner und studierter Landschaftsarchitekt mit viel Erfahrung im praktischen Gewässerschutz wurde er ganz schnell zu einer wichtigen Stütze unserer Organisation. Seine konstruktive

und motivierende Mitarbeit hat viel zum Gelingen des Zusammenschlusses von Aqua Viva mit dem Rheinaubund beigetragen. Von Anfang an hat er die Idee des Zusammengehens unterstützt, kritisch hinterfragt und auf mögliche Hürden hingewiesen. Dank seiner direkten und ehrlichen Art konnten auch Themen diskutiert werden, die ansonsten verborgen geblieben wären.

Dominik war es wichtig, die Arbeit der Mitarbeitenden auf der Geschäftsstelle

zu kennen. Er gehörte zu denjenigen Vorstandsmitgliedern, die wussten, was gut und was weniger gut läuft. Als Vorstandsgötti war er verantwortlich für den Bereich «Gewässerschutz». Sehr gewissenhaft und mit Weitsicht hat er sich dieser Aufgabe angenommen. Neben dem fachlichen Austausch hatte er dabei immer auch ein Ohr für die «Sörgeli» der Mitarbeitenden.

Dominik hat es gut verstanden, seinen Beruf als Projektleiter im Bereich Wasserbau und Revitalisierung beim Kanton Zug

von den Interessen von Aqua Viva zu trennen. Es gehört eine Portion Mut dazu, sich als Mitarbeiter einer kantonalen Verwaltung in einer Umweltschutzorganisation zu engagieren. Es war seine feste Überzeugung, dass beide Seiten von diesem Engagement profitieren.

Seine Präsenz in der Organisation war auch neben der Arbeit im Vorstand spür- und erlebbar. Wann immer es ihm ging, kam er mit auf eine unserer Wasserleben-Exkursionen. Neugierig auf Neues, Lust auf Gespräche und Begeisterung für schöne Landschaften motivierten ihn mitzukommen. Ab und zu in Begleitung seines Vaters Bruno Rossi. Schöne gemeinsame Momente, die bleiben.

Kurz vor seinem Tod durften wir mit Dominik ein Wochenende auf dem Herzberg bei Aarau verbringen. An dieser Retraite definierte der Vorstand in Zusammenarbeit mit den Mitarbeitenden der Geschäftsstelle die Eckpfeiler der Ziele von Aqua Viva für die nächsten Jahre. Wie immer hat sich Dominik engagiert eingebracht und mit seiner wertschätzenden Art viel zum Gelingen beigetragen. Die wunderbaren, zum Teil von Visionen und Spinnideen befruchteten Gespräche in den Pausen und am Abend bleiben.

Dominik ist am 30. März 2015 im Alter von 41 Jahren bei einem Lawinenunglück in seinen geliebten Bergen ums Leben gekommen. Aqua Viva verliert einen wunderbaren Menschen und eine fachliche



Stütze. Dominik ist nicht mehr da. Was uns bleibt sind lebhaftere Erinnerungen an einen starken und warmherzigen Menschen mit Überzeugungskraft.

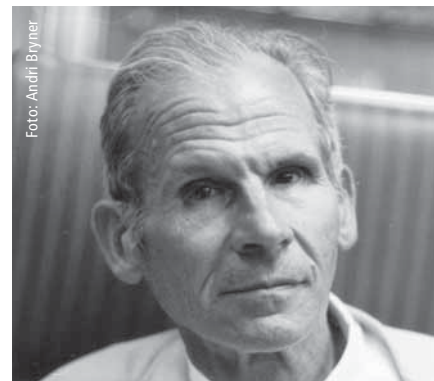
*Stefan Kunz, Aqua Viva*

### † Ein Leben für den Natur- und Landschaftsschutz

Am 13. Mai 2015 verstarb Dr. iur. Robert Munz in seinem 85. Altersjahr. Robert Munz war lange Zeit im damaligen Bundesamt für Forstwesen und Landschaftsschutz tätig. Sieben Jahre lang war er Mitglied der Eidgenössischen Natur- und Heimatschutzkommission (ENHK). Später gründete er sein eigenes Anwaltsbüro. Nachdem er über 35 Jahre Abonnent unserer Zeitschrift war (damals «natur+mensch»), wurde er 1988 Mitglied des Rheinaubundes. Die Wahl in den Vorstand erfolgte 1990. Mit seiner reichen juristischen Erfahrung, insbesondere im Bereich Natur- und Landschaftsschutz, war er uns eine sehr grosse Stütze. Von ihm verfasste Stellungnahmen zu Vorlagen des Gesetzgebers und Rechtsschriften in von uns bestrittenen Verfahren waren stets gründlich recherchiert und perfekt formuliert. Sein «geistiges Vermächtnis» an den Rheinaubund war das unter seiner Regie und den Mitverfassern Andri Bryner und Dominik Siegrist verfasste Buch «Landschaftsschutz im Bundesrecht», herausgegeben im Verlag Rüegger.

Robert Munz war auch für zahlreiche andere Institutionen tätig, z.B. für den Schweizer Heimatschutz, Pro Natura Zürich oder Via Storia. Er verfasste für diese Institutionen Rechtsgutachten und Artikel. Auffallend war seine ausgesprochene Bescheidenheit. Als Beispiel seine Rüge, dass entgegen seinem Manuskript für eine Jubilarenehrung sein voller Name anstelle den Initialen «R.Mz» aufgeführt wurde. Damit werde der als Ehrung für den Jubilar gedachte Text in seiner Bedeutung abgeschwächt und zu einer rein persönlichen Bewertung deklassiert. Seine Bescheidenheit spiegelte sich aber auch in der Höhe seiner Honorare, wenn er überhaupt solche einforderte. Seine Aktivitäten seien im Allgemeinen mehr defizitär als einträglich und nicht geeignet, ein grosses Vermögen zu bilden, schrieb er selber.

Im Jahre 1996 trat Robert Munz aus dem Vorstand zurück mit der Begründung, dass er ohne weiteres ersetzbar sei und lieber jetzt zurücktrete, als im fortgeschrittenen Alter dazu aufgefordert werden zu müs-



sen. Zunehmende Altersbeschwerden, insbesondere aber der Tod seiner geliebten Frau Rosmarie, haben ihm sehr zugesetzt. So lockerte sich der Kreis der Mitgliedschaften. Dem Rheinaubund (heute Aqua Viva) blieb er aber weiterhin treu, bis ihn seine Kräfte in verliessen.

Robert Munz möge uns als bescheidene und trotzdem starke Persönlichkeit und mit seinem Expertenwissen in steter dankbarer Erinnerung bleiben.

*Ruedi Schneider, Aqua Viva*

«Die Schweizer Bevölkerung will, dass das Generationenprojekt «Renaturierung der Schweizer Fliessgewässer» zügig umgesetzt wird. Das Gewässerschutzgesetz schreibt vor, dass bis in 80 Jahren 4000 Kilometer Flüsse und Bäche renaturiert werden. Das ist nur möglich, wenn wir alle am gleichen Strick ziehen – auch die Landwirtschaft. Machen wir die Schweiz gemeinsam noch schöner!»



Foto: Bafu

Bruno Oberle  
Direktor Bundesamt für Umwelt (Bafu)

---

[www.aquaviva.ch](http://www.aquaviva.ch)

---

**Autoren dieser Ausgabe:**

Stefan Kunz  
Daniel Küry  
Verena Lubini-Ferlin  
Sophie Ryser  
Pascal Stucki