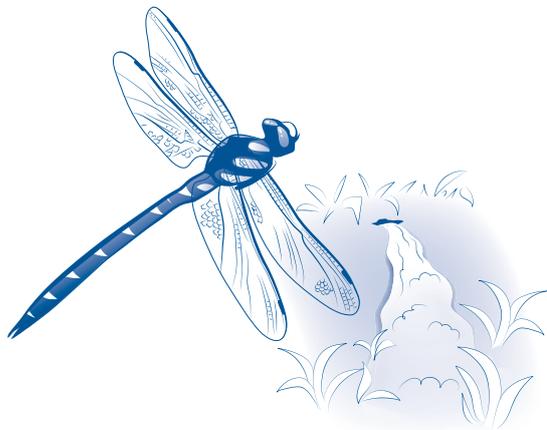


CHF 15.-
€ 10.-

aqua viva

Die Zeitschrift für Gewässerschutz



vormals «natur und mensch», seit 1958

57. Jahrgang #3 / 2015

Quellen im Fokus Dossier Sources



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.

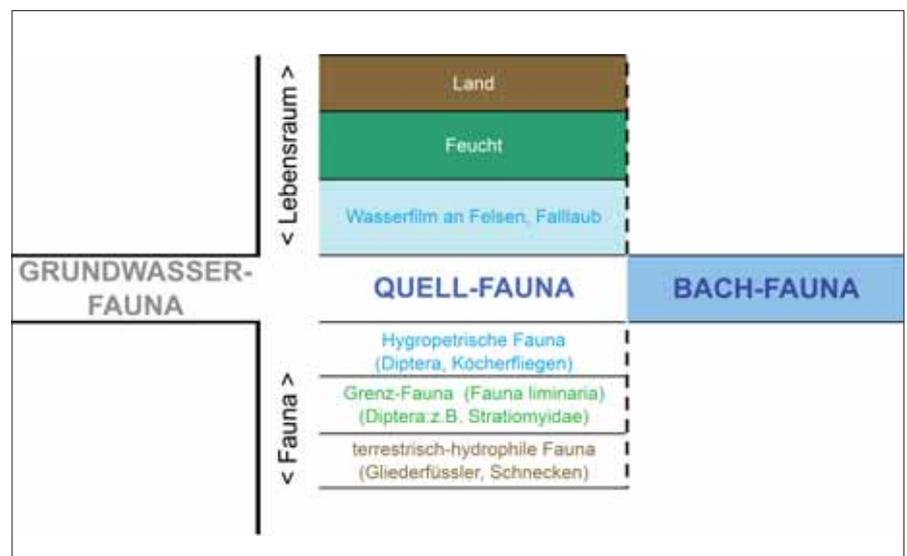
Die Lebensgemeinschaften der Quellen

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^[2]. 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 Wafelfliegen (*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.

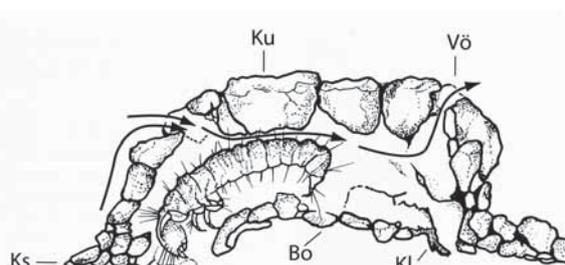
Anpassungsstrategien an den kalten Lebensraum, wo unter Umständen lebenswichtige Ressourcen nur für kurze Zeit zur Verfügung stehen, zeigen sich auch bei der Fortpflanzung. So ist die Entwicklung bei *Apatania fimbriata* deutlich kürzer als bei Arten, die in wärmerem Wasser leben. Bei *A. helvetica* 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