

QUELLEN UND QUELLBEREICHE



Impressum

Herausgeber:

Ministerium Ländlicher Raum
Kernerplatz 10
70182 Stuttgart

ISSN

0945-2583
Biotope in Baden-Württemberg 12
Quellen und „Quellbereiche“
1. Auflage, 1999

Manuskript

Regina Biss

Bearbeitung, Gestaltung und Redaktion

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-
Württemberg
Abteilung 2 „Ökologie, Boden- und
Naturschutz“

Titelbildgestaltung

merz punkt, umweltorientierte design-
agentur, Sandhausen

Bildnachweis

Titelbild „Reisenbachquelle im Oden-
wald“ (mit *Chrysosplenium oppositifoli-*
um, *Stellaria nemorum* und dem Moos

Scapania undulata) von R. Bostelmann;
Rückseite „*Cochlearia pyrenaica* auf
Quelltuff“ im Naturschutzgebiet St.
Wendel zum Stein von BNL Stuttgart;
R. Biss 4, 5 oben, 7, 8, 12 oben, 14
unten, 15, 16, 17, 32, 33;
U. Braukmann 27 unten, 28, 33, 34;
R. Buchwald 27 oben; S. Demuth 14
oben, 19; G. Laukötter 12 unten,
25, 26; M. Nebel 9; E. Schelkle 18;
Tierzeichnungen 23, 25 aus W. Engel-
hardt „Was lebt in Tümpel, Bach und
Weiher“, Kosmos Naturführer.

Druck

GREISERDRUCK, Rastatt

gedruckt auf

100 % Recyclingpapier

Vertrieb

Verlagsauslieferung der LfU bei der JVA
Mannheim
– Druckerei –
Herzogenriedstr. 111
68169 Mannheim
Telefax: 06 21/3 98-3 70

Karlsruhe: Dezember 1999

Nachdruck – auch auszugsweise – nur
mit Zustimmung des Herausgebers
unter Quellenangabe und Überlassung
von Belegexemplaren gestattet.

Quellen und Quellbereiche

*„Und horch! da sprudelt es silberhell
Ganz nahe, wie rieselndes Rauschen,
Und stille hält er, zu lauschen;
Und sieh, aus dem Felsen,
geschwätzig, schnell,
Springt murmelnd hervor
ein lebendiger Quell . . .“*

Friedrich von Schiller

Das saubere, frische Quellwasser und sein geheimnisvoller Ursprung aus dem Inneren der Erde machten die Quellen seit alters her zum Gegenstand menschlicher Bewunderung. Dichter, Schriftsteller und Märchenerzähler ließen sich von dem sprudelnden Naß inspirieren. Im Volksglauben wurden Quellen als heilige Orte verehrt, häufig wurden dort Kirchen und Kapellen errichtet. Quellwasser, das in früheren Zeiten als Wunder- und Heilmittel verwendet wurde, gilt als Symbol der Reinheit und Klarheit.

Quellen stellen Austrittsstellen des Grundwassers dar, die abhängig von den geologischen Gegebenheiten, vom Gefälle, von der Höhenlage, der Niederschlagsmenge und vom Grad der Verbauung ganz unterschiedlich aussehen.

Quellbereiche sind meist nur kleinflächig ausgebildet und weit voneinander entfernt. Die hier vorkommenden Pflanzengesellschaften und Tiergemeinschaften treten räumlich sehr isoliert auf. Solch eine Insellage bedeutet für die einzelne

Quelle, daß ein Verlust von Arten, z. B. nach Eingriffen durch den Menschen, nur sehr langsam ausgeglichen werden kann oder sogar wegen der mangelnden Ausbreitungsfähigkeit der Quellspezialisten endgültig sein kann.

In unserer intensiv genutzten Kulturlandschaft und im Siedlungsbereich sind Quellen heute nur noch selten zu finden. Zum größten Teil sind sie gefaßt oder drainiert und ihr Wasser tritt erst nach langer Wanderung durch Rohrsysteme ans Tageslicht, wo es in Betrieben, Haushalten, Kneippanlagen, Bädern usw. für den alltäglichen menschlichen Bedarf verwendet wird.

Um wenigstens die noch vorhandenen naturnahen Quellen bzw. Quellbereiche mit ihrer typischen Umgebung zu erhalten, wurden sie vom Gesetzgeber unter besonderen Schutz gestellt. Ein Auszug aus dem am 1. Januar 1992 in Kraft getretenen „Biotopschutzgesetz“ ist im Anhang der Broschüre abgedruckt.

Verbreitung der Quellen

Das Grundwasser wird unterirdisch in wasserdurchlässigen Schichten, beispielsweise Buntsandstein oder grobem Sand, geführt. Wasserstauende Schichten aus Lehm, Schiefer-tonen oder anderen tonigen Gesteinen, die den Grundwasserleiter zumindest immer nach unten hin begrenzen, sind wasserundurchlässig. Quellen bilden sich dort, wo die grundwasserführende Schicht die Erdoberfläche schneidet oder wo die entsprechenden geologisch-tektonischen Verhältnisse das Grundwasser stauen und zum Austritt zwingen. Wird die wasserführende Schicht auf größerer Länge angeschnitten, so daß mehrere Quellen nebeneinander austreten, spricht man von einem Quellhorizont.

Wenn wir uns auf die Suche nach Quellen begeben, wo sollten wir zuerst nachschauen?

Im Berg- und Hügelland, also vor allem im Schwarzwald, Odenwald und Alpenvorland, werden wir wohl den größten Erfolg haben. Hier sind Sturzquellen, aber auch Sumpf- und Sickerquellen weit verbreitet. An Berghängen, Hangfüßen, Verwerfungslinien – überall dort, wo wasserstauende Schichten zutage treten – sprudelt uns das klare Quellwasser entgegen.

Seltener begegnen uns Quellen im Flachland. Man findet sie hier in Mulden und Talniederungen, vor allem in den erdneuzeitlich geprägten Flußlandschaften des Rheines.

Die Armut an Quellen auf der Schwäbischen Alb ist auf das poröse verkarstete

Kalkgestein zurückzuführen, welches das sofort versickernde Niederschlagswasser auf verschlungenen, unterirdischen Wegen an anderen, unvermuteten Stellen (Aachquelle, Blautopf) wieder an die Erdoberfläche treten läßt. Charakteristisch für Karstgebiete und somit auch für die Schwäbische Alb sind die sogenannten Hungerquellen. Das sind episodische Quellen mit unregelmäßiger Schüttung. Nach lang andauernden Niederschlägen spenden sie reichlich Wasser, während sie im Sommer versiegen können.

Die Gewässernetzkarte vermittelt einen groben Überblick über die Verbreitung von Quellen in Baden-Württemberg.

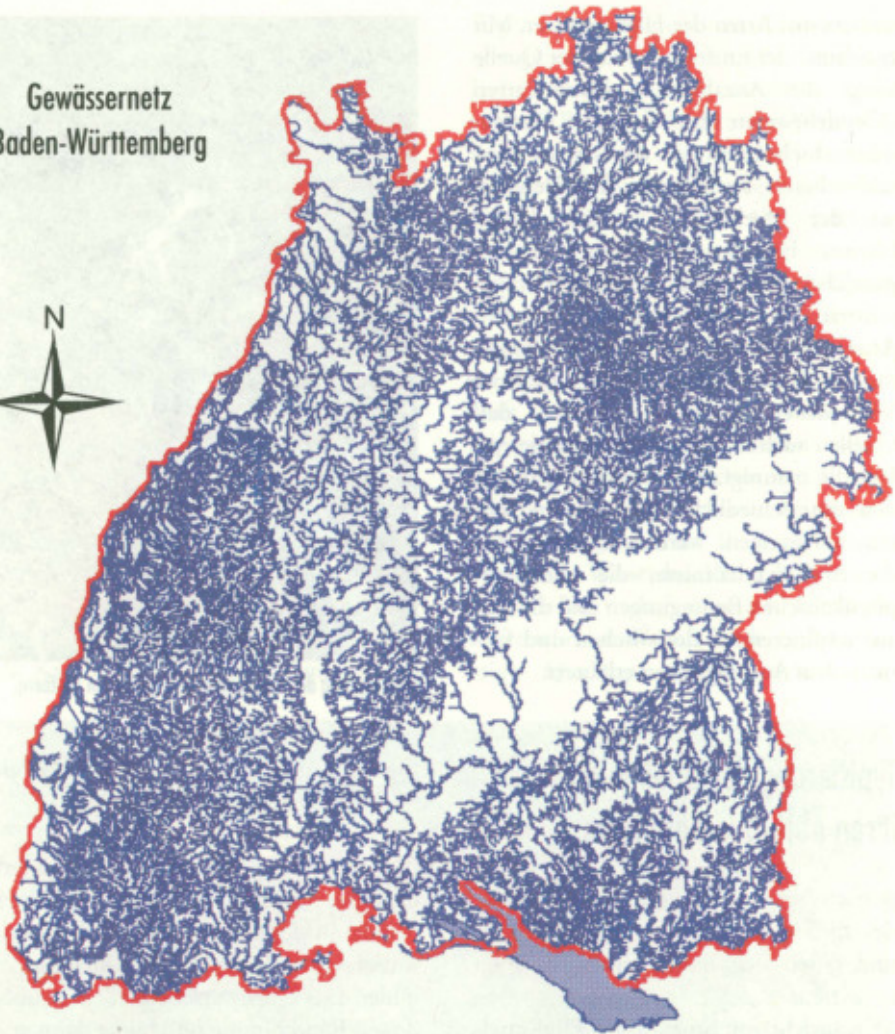
Quellentypen

Jede Quelle ist anders.

Wasserchemismus, Temperatur, Exposition, geographische Lage, Geländeform, Schüttungsmenge, Beschattung sowie Substratstruktur führen zu unterschiedlichen Eigenschaften der Quellen. Baden-Württemberg besitzt aufgrund der Vielfalt seiner Naturräume ein breites Spektrum von Quelltypen:

Sturzquellen, Tümpel-, Sumpf- und Sickerquellen und als Besonderheit in der Rheinebene die Gießen. Dem jeweiligen Ausgangsgestein im Einzugsgebiet entsprechend kommen diese Quelltypen als kalkarme Silikatquellen oder als kalkreiche Karbonatquellen vor. Von den Mittelgebirgen über das Hügelland bis ins Flachland bietet Baden-Württemberg alle in Deutschland vorhandenen Standortgegebenheiten für die verschiedenen Ausprägungen von Quelltypen.

Gewässernetz Baden-Württemberg



Die Gewässernetzkarte zeigt, wo in Baden-Württemberg mit Vorkommen von Quellen zu rechnen ist.

Auch die Umgebung der Quellen bestimmt die Qualität des Quellwassers. So unterliegen Quellen, die im Wald entspringen, anderen Umgebungs- und Beeinflussungsfaktoren als die, die ihren Ursprung im Grünland, im Ackerland oder im Siedlungsbereich nehmen. Beispielsweise verstärkt die saure Nadelstreu naturferner Fichtenmonokulturen im

direkten Umfeld von Waldquellen den Versauerungseffekt bei Quellen, die schon durch Säureeintrag aus den Niederschlägen belastet sind.

Biologisch gesehen bilden Quellen Nahtstellen aquatischer und terrestrischer Lebensräume. Im Wasser der Quelle vermischen sich Höhlenarten des Grund-

wassers mit Arten der Fließgewässer. Mit zunehmender Entfernung von der Quelle steigt die Anzahl der Rhithralarten (Kleinlebewesen des obersten Fließgewässerabschnitts), die die konkurrenzschwächeren Krenalarten (Kleinlebewesen der Quellregion) zurückdrängen. Ebenso ist die Vegetation an die ganzjährig gleich niedrigen Wassertemperaturen der Quellstandorte angepaßt. Arten wie das Gegenblättrige Milzkraut, die immergrüne Charakterart kalkarmer Waldquellen, profitieren davon, daß Quellen auch im Winter nicht zufrieren. Um die mannigfaltigen Einflüsse, die zu den unterschiedlichen Quelltypen führen, aufzuzeigen, werden im folgenden die Abflußverhältnisse, die chemisch-physikalischen Bedingungen und die daraus resultierenden floristischen und faunistischen Ausprägungen erläutert.

Typisierung der Quellen nach ihren Abflußverhältnissen

Je nach Neigung und Gestalt des Geländes fließen Quellen unterschiedlich ab und lassen sich limnologisch wie folgt typisieren:

Man spricht von **Sturz- oder Fließquellen (Rheokrenen)**, wenn viel Grundwasser auf engem Raum, z. B. aus Felsspalten, hervortritt und sich sofort in ein abgegrenztes Bachbett ergießt. Große Mengen Quellwasser fließen schnell ab und führen alle Schweb- und Sinkstoffe talwärts, so daß als Quellgrund anstehender Fels und große Steine übrigbleiben. Wasserpflanzen sind hier selten, am häufigsten treten Moose im klaren Wasser und in der Spritzwasserzone auf. Dieser



Der Ursprung der Wiese, eine Sturzquelle am Feldberg.

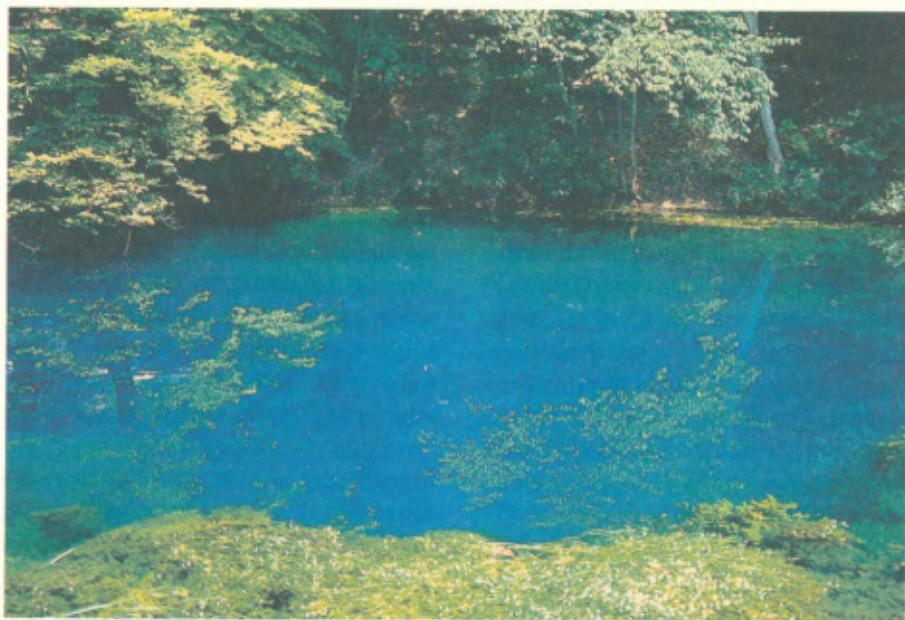
Quellentyp ist vor allem im Bergland (Beispiel „Wiesequelle“) verbreitet.

Bei **Tümpelquellen (Limnokrenen)** liegt der Quellmund am Grund einer Mulde, in der sich zunächst das Grundwasser sammelt und einen Quelltümpel bildet. Das Quellwasser ergießt sich über dessen Rand hinweg und bildet dann erst den Quellbach. Dieser Quelltyp ist am häufigsten in Karstgebieten zu finden. Handelt es sich um große Wassermengen, die aus einem unterirdischen Höhlensystem im Kalkgebirge stammen und aus tiefen trichterförmigen Mulden entspringen, sprechen wir von **Karstquelltöpfen**. Der Blautopf bei Blaubeuren im Donautal ist nach dem Aachtopf die größte Karstquelle Deutschlands. Die Wasserschüttung reicht von 250 l/s bis

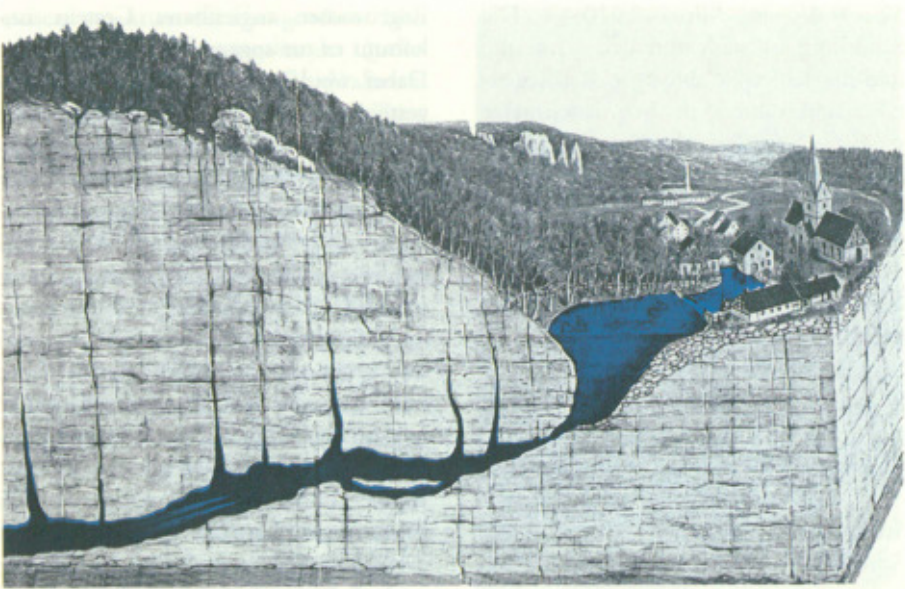
32.670 l/s, im Mittel 2.310 l/s. Die Schüttung ist stark von der Witterung und der Jahreszeit abhängig. Bei Regenfällen und während der **Schneeschnmelze** steigt die Schüttung des Blautopfes stark an, dann erscheint das Blautopfwasser grünlich oder sogar schmutzig braun entsprechend der Farbe der mitgeführten Teilchen aus dem unterirdischen Höhlensystem. Nur nach längeren Regenspau- sen zeigt sich ein intensives Blau, die Eigenfarbe klaren Wassers bei großer Sichttiefe.

Wie kommt es zu so einem umfangreichen und zugleich so wechselhaften Schüttungsverhalten des Blautopfes? Die Schwäbische Alb ist im Bereich von Blaubeuren überwiegend aus kalkreichen Gesteinen des Weißen Jura aufgebaut. Da Kalk ein durch die Kohlensäure im

Regenwasser angreifbares Gestein ist, kommt es zur sogenannten Verkarstung. Dabei werden ständig aus dem Kalk- gestein Bestandteile herausgelöst, vor- handene Spalten erweitert und weitver- zweigte Höhlensysteme ausgebildet. Die Niederschläge auf der Albhochfläche fließen nicht in Bächen und Flüssen ab, sondern versickern sofort in den Unter- grund. In Rissen, Spalten und unterirdi- schen Seen sammelt sich das Sickerwasser im Berginneren und fließt der Schwerk- kraft und der Schichtung des Gesteins folgend zum Südrand der Schwäbischen Alb. Das Wasser braucht nur wenige Tage von der Albhochfläche bis zu seinem süd- lichen Austrittsort am Blautopf. Durch den hohen Wasserdruck und die kalkzer- setzende Eigenschaft des mit Kohlensäure angereicherten Wassers ist ein trichterför- miger Quelltopf entstanden, der eine



Einer der bekanntesten Karstquelllöpfe in Baden-Württemberg ist der Blautopf bei Blaubeuren; im Überlauf ein Unterwasserbestand der Aufrechten Bachberle (*Berula erecta*).



Das Wasser des Blautopfs entstammt einem Einzugsgebiet von ca. 160 km² und wird durch ein gigantisches Höhlensystem im Karst herangeführt (aus „Höhlen – Welt ohne Sonne“ von Ernst W. Bauer).

Tiefe bis 21 m erreicht. Das Wasser, das im Sommer und im Winter annähernd die gleiche Temperatur von ca. 9 °C hat, stammt aus einem Einzugsgebiet von ungefähr 160 km².

Grob lassen sich zwei Typen von Tümpelquellen unterscheiden. Zum einen die o. g. Karstquellen, die aus gut durchlässigen Grundwasserleitern ohne bedeutende organische Anteile mit sauerstoffreichem, „jungem“ Grundwasser gespeist werden. Der andere Tümpelquellentypus wird aus einem gering durchlässigen Grundwasserleiter (mit hohem organischem Anteil) mit „älterem“, sauerstoffarmen (z. T. < 50 % Sauerstoffsättigung) Wasser versorgt.

Sumpf- oder Sickerquellen (Helokrenen), weit verbreitet im Flach- und

Hügelland, entstehen, wenn Grundwasser in zahlreichen kleinen Wasseradern austritt, die das Erdreich durchdringen, durchtränken und dann einen flächigen Quellsumpf bilden. Da und dort können auch kleinere freie Wasserflächen eingestreut sein. Dem Gefälle des Geländes folgend bildet sich der Quellbach aus der Vereinigung kleiner Quellrinnsale im sickerfeuchten Areal. Gehäuft kommen solche Quellen in sehr feinporigem, wenig durchlässigem Gestein, z. B. auf Ton-schiefern und Lettenkalken, vor.

Verschiedene Quelltypen können in einem Quellbereich nebeneinander und miteinander verflochten vorkommen. So ist es nicht selten, daß eine Sturzquelle in sehr steilem Relief beginnt und der Quellbach dann mit abnehmendem Gefälle von mehreren Sickerquellen in



Der Quellbereich des Seebochs am Feldberg; die Sumpf- und Sickerquellen sind von den Viehweiden durch eine Abzunung getrennt.

sumpfiger Ausbildung gespeist wird. Oder Sturzquellen wechseln sich kaskadenartig mit Tümpelquellen gemäß den geologischen Gegebenheiten ab.

Eine Sonderform der Sickerquellen sind sog. **Naßgallen**, die wegen der geringen Menge austretenden Grundwassers keinen Oberflächenabfluß haben. Die aus ihnen entstehenden Biotope bilden sich meistens nur sehr kleinflächig aus.

Als weitere Sonderform der Quellen gelten im Oberrheingebiet die **Gießen**. Hierbei handelt es sich um kalte Quellwasserablaufe, die aus den Schottermassen des Rheintalbeckens austreten und in bachartigem Lauf über die Gerllbanke dahinflieen. Die Gießen münden oft schon nach kurzer Fließstrecke in Altrheinarmen oder entspringen als „Unter-

wasserquellen“ direkt in diesen und verbessern deren Wasserqualität erheblich.

Chemisch-physikalische Eigenschaften der Quellen

Der chemische Charakter des Quellwassers wird im wesentlichen durch den geologischen Untergrund des Einzugsgebietes bestimmt. Das Untergrundgestein kann nach den Hauptkomponenten seiner mineralischen Bestandteile in zwei Gruppen eingeteilt werden:

Silikat-Gesteine

Hierzu gehören Granit, Gneis, Buntsandstein und Tonschiefer. Den Hauptmineralbestand dieser Gesteine bilden Quarz, Feldspäte und Glimmer. Kalkmi-



Gießeen werden von Quellwasser gespeist; meist münden sie schon nach kurzer Fließstrecke in einem Altrheinarm (NSG Taubergießen).

nerale sind, wenn überhaupt, nur in geringen Anteilen vorhanden. Gewässer im Einzugsgebiet von Silikatgesteinen reagieren sauer und sind weich. Silikatgesteine stehen in Baden-Württemberg hauptsächlich im Schwarzwald, auf der Baar und im Odenwald an.

Karbonat-Gesteine

Zu dieser Gruppe zählen Kalk, Mergel und Dolomit. Diese Gesteine bestehen hauptsächlich aus Kalzit bzw. Dolomit. Gewässer aus Einzugsgebieten mit hohem Anteil von Karbonatgesteinen sind basisch bzw. alkalisch und hart.

In Baden-Württemberg ist diese Gesteinsart vor allem auf der Schwäbischen Alb, im Alpenvorland und im Schwäbisch-Fränkischen Wald vertreten.

Quellwasser ist meist mit **Kohlendioxid** (CO_2) angereichert. Bei Anwesenheit von Kalzium (Vorkommen in Kalkgebirgen) bildet sich an Quellaustritten durch das Entweichen von CO_2 Kalziumkarbonat, das Steine, Pflanzen und Blätter mit Kalkkrusten überzieht.

Dieser Vorgang wird häufig biogen verstärkt (Kasten S. 10), d. h. Moose und Algen entziehen dem Quellwasser bei der Photosynthese Kohlendioxid, so daß sich das Kalziumkarbonat an der Unterseite der Pflanzen ablagert und im Lauf der Zeit mächtige Gesteinsbänke, teilweise mit Pflanzenresten vermischt, entstehen. Diese neuentstandene, mit organischen Bestandteilen angereicherte Gesteinsart bezeichnet man als Travertin oder Quelltuff. Typische Moosarten kalkreicher Quellen, die die Tuffbildung unterstüt-



Das Starknervmoos (*Cratoneuron commutatum*) beherrscht die Quellfluren der Kalkgebirge; in den Moospolstern entsteht Quelltuff.

zen, sind das Quellmoos (*Philonotis cal-carea*) und das Starknervmoos (*Cratoneu-ron commutatum*).

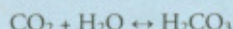
Quellen in Kalkgebirgen, die kalkreiches Wasser führen, sind weniger anfällig gegen Säureschübe. Das Karbonat, das aus der Verwitterung von Kalkgestein zur Verfügung steht, neutralisiert die Säure. Der pH-Wert, der in Kalkeinzugsgebieten im alkalischen (pH-Wert > 7) liegt, bleibt normalerweise stabil und unterschreitet den Neutralwert von 7 in der Regel nicht.

Auch die **Wassertemperatur** beeinflusst entscheidend die Ausprägung der Lebensgemeinschaft in einer Quelle. Bei der Fließgewässerzonierung definiert man die Quellregion als die Stelle des Wasseraustritts aus dem Erdinneren

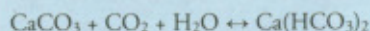
einschließlich des unmittelbar anschließenden Abflusses, dessen jährliche Temperaturschwankungen 5°C nicht überschreiten.

Die Temperatur des Quellwassers schwankt nur wenig um die mittlere Jahrestemperatur der Luft des entsprechenden Gebietes. Quellen sind daher sommerkühl und winterwarm, d. h. sie frieren im Winter nicht zu. Aus diesem Grund sind Quellen geeignete Lebensräume für Tiere, die an gleichmäßig niedrige Temperaturen gebunden sind (kaltstenotherme Tiere), aber auch für Tier- und Pflanzenarten, die tiefe Wintertemperaturen oder ein Zufrieren der Gewässer nicht vertragen. Die Temperatur des Quellwassers verändert sich in Abhängigkeit vom Quelltyp nach Austritt aus der Erde mehr oder weniger

Das Kohlensäure-Gleichgewicht und die biogene Entkalkung

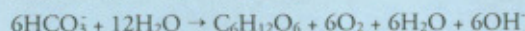
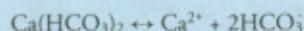


Ein Teil des gelösten CO_2 im Grundwasser bildet mit Wasser Kohlensäure (H_2CO_3). Bei Anwesenheit von Kalzium bildet sich je nach dem CO_2 -Gehalt des Wassers Kalziumkarbonat (CaCO_3) oder Kalziumbikarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$).



Damit Kalziumbikarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) in Lösung bleibt, muß ständig CO_2 bzw. überschüssige Kohlensäure ($\text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$) vorhanden sein. Tritt CO_2 -haltiges Wasser aus einer Quelle aus, so kann CO_2 entweichen, wodurch das Kalziumbikarbonat in das schwerer lösliche Kalziumkarbonat (CaCO_3) übergeht.

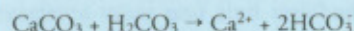
Sind an Quellaustritten im Kalkgestein Wasserpflanzen, Moose und Algen vorhanden, entziehen sie dem Wasser CO_2 und bewirken diese Kalkausfällung biogen.



Im Prozeß der Photosynthese, zu dem nur chlorophyllhaltige Organismen befähigt sind, wird das CO_2 aus dem Hydrogenkarbonat (2HCO_3^-) entzogen. Mit Hilfe des Chlorophylls und der Sonneneinstrahlung bauen die Pflanzen unter Abgabe von Sauerstoff Kohlenhydrate ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) auf. Die dabei freiwerdenden OH^- -Ionen erhöhen den pH-Wert lokal und Kalziumcarbonat (CaCO_3) fällt aus (biogene Entkalkung).

Der Zerfall der Kohlensäure ist pH-abhängig. Ist nur oder überwiegend CO_2 vorhanden, wie dies in Quellen vorkommen kann, so ist der pH-Wert niedrig.

Ist mehr CO_2 vorhanden, als für das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht benötigt wird (aggressive Kohlensäure), wird das Kalziumkarbonat wieder gelöst.



Diese aggressive Kohlensäure bewirkt in Kalkgebirgen die Aushöhlung des Gesteins und führt zur Verkarstung.

rasch. Sicker- und Sumpfquellen weisen zumeist andere Temperaturen als Sturzquellen auf. Durch den engen Kontakt mit den Erdschichten erfolgt eine schnellere Erwärmung oder Abkühlung, als dies in Sturzquellen der Fall ist. Tümpelquellen können in Abhängigkeit von Sonneneinstrahlung und Schüttungsmenge sowie dem Anteil brauner Huminstoffe im Wasser tagesperiodische Schwankungen der Temperatur aufweisen.

In Sumpf- und Sickerquellen sowie in Sturzquellen mit sehr geringer Wasserführung kann die Temperatur tagsüber stark zunehmen (um bis zu 10°C), so daß eurytherme Arten (an größere Temperaturschwankungen angepaßte Arten) auftreten können.

Einen Sonderfall stellen Buchenlaubquellen dar: Sie sind besonders kalt (Sommertemperatur $2\text{--}3^\circ\text{C}$), denn die dichten, lufthaltigen Buchenlaubschichten, die

nur langsam vermodern, sind ein schlechter Wärmeleiter und schirmen das Quellwasser vor Sonneneinstrahlung gut ab.

Beim Austritt an die Erdoberfläche ist der **Sauerstoffgehalt** in Sturz-, Fließ- und Karstquellen am größten (80% bis 100% Sättigung). Hier tritt meist schnell versickertes, junges und sauerstoffreiches Wasser aus. Auch bei Sickerquellen ist der Sauerstoffgehalt meist hoch, da hier das Wasser die Bodenschichten langsam durchdringt und länger Gelegenheit hat, Sauerstoff aus der Bodenluft aufzunehmen.

Bei Tümpelquellen mit „altem“ Grundwasser aus gering durchlässigen Grundwasserleitern und hohem Anteil an organischem Material, bei Sumpfquellen, Gießen und Naßgallen ist die Sauerstoffsättigung mit weniger als 50% gering. Im Quellbereich abgelagerte organische Stoffe, wie z. B. Laub und anderes abgestorbenes Pflanzenmaterial, verringern den Sauerstoffgehalt durch sauerstoffzehrende Abbauprozesse. Bei diesen Quellen ist der unmittelbare Quellbereich von Arten besiedelt, die kein besonders hohes Sauerstoffbedürfnis haben. Das Quellwasser reichert sich jedoch, sobald es mit der Erdatmosphäre in Berührung kommt, nach kurzem Fließverlauf schnell mit Sauerstoff an und sauerstoffbedürftige Tierarten können in den Quellbach vordringen.

Einige Quellen fallen durch orangegelbe Überzüge im gesamten Quellbereich auf. Hierbei handelt es sich um Eisenocker, das ausfällt, wenn eisenhaltiges Quellwasser an die Erdoberfläche dringt. Das unterirdisch noch in Lösung gehaltene

Eisen wird bei Kontakt mit Sauerstoff und gleichzeitigem Verlust von Kohlendioxid unter Mitwirkung von Eisenbakterien in Eisenocker umgewandelt.

So prägen die unterschiedlichen chemisch-physikalischen Verhältnisse die Pflanzengesellschaften und Lebensgemeinschaften der Quellen und ihrer Umgebung.

Vegetation der Quellen

Die Vegetation von Quellbereichen hängt in erster Linie von der Vegetation des Umfeldes und vom Chemismus des Quellwassers ab. Waldquellfluren besitzen ein völlig anderes Lichtklima als Quellen, die im Freiland entspringen. Die Unterschiede im floristischen Inventar dieser beiden Quelltypen sind sogar größer als die von Kalk- und Silikatquellfluren.

Werfen wir zunächst einen Blick auf die Waldquellfluren: Das Mikroklima der Waldquellen ist ganzjährig kühl und feucht, entsprechend kommen bei uns an Waldquellen schattenertragende Arten wie das Gegenblättrige Milzkraut (*Chrysosplenium oppositifolium*) mit atlantisch-subatlantischer Verbreitung oder das Wald-Schaumkraut (*Cardamine flexuosa*) vor. Im Nadelwald, insbesondere in Fichtenforsten, kann sich aufgrund eines durch die saure Nadelstreu veränderten pH-Wertes (pH-Wert < 5) eine Gesellschaft mit Weiß-Torfmoosen (*Sphagnum*-Arten) ausbilden, die die typischen Elemente der Waldquellfluren ersetzt. Die Ersatzbaumart Fichte zieht also eine Ersatzvegetation in der Quelle nach sich.



Waldquelle im Elzquellgebiet mit moosbewachsenem Totholz.

Das Mikroklima in Freilandquellen ist für Pflanzen extremer, denn die Sproßspitzen heizen sich durch die Sonneneinstrahlung stark auf, während die Wurzeln dem kalten Quellwasser ausgesetzt sind.

Daher findet sich hier eine eher arktisch-alpine Flora mit Arten wie dem Schmalblättrigen Wollgras (*Eriophorum angustifolium*) und der Braunen Segge (*Carex fusca*). Der Kalkgehalt des Quellwassers wirkt ebenfalls auf das Artengefüge seiner Pflanzengesellschaften ein. Für Sturzquellen und Sickerquellen sind im folgenden Kasten die sich durch unterschiedlichen Kalkgehalt ergebenden Vegetationseinheiten gegenübergestellt. Einige typische, z. T. aber seltene Arten des jeweiligen Quelltyps werden dort aufgeführt. Das Quellkraut (*Montia fontana*) beispielsweise ist eine für lichte Weichwasser-



Die Polster des Quellkrauts (*Montia fontana*) sind charakteristisch für Weichwasser-Quellfluren.

	kalkarm	kalkreich
Überrieselte Quellflur (Sturzquellen)	Silikatquellfluren – Gegenblättriges Milzkraut (<i>Chrysosplenium oppositifolium</i>) – Quellmoos (<i>Philonotis fontana</i>) – Quellkraut (<i>Montia fontana</i>) – Quell-Sternmiere (<i>Stellaria alsine</i>)	Quelltuff-Fluren – diverse Moosarten: Starknervmoos (<i>Cratoneuron commutatum</i>) – Quellmoos (<i>Philonotis calcarea</i>) – Pyrenäen-Löffelkraut (<i>Cochlearia pyrenaica</i>) – Bach-Steinbrech (<i>Saxifraga aizoides</i>)
Feuchter Quellsumpf (Sickerquellen)	Saure Kleinseggenriede – Grausegge (<i>Carex curta</i>) – Sternsegge (<i>Carex echinata</i>) – Sumpf-Veilchen (<i>Viola palustris</i>) – Fieberklee (<i>Menyanthes trifoliata</i>)	Kalk-Kleinseggenriede – Davalls Segge (<i>Carex davalliana</i>) – Sumpf-Stendelwurz (<i>Epipactis palustris</i>) – Gewöhnliche Simsenlilie (<i>Tofieldia calyculata</i>)

Quellfluren typische Art, die durch extensive Beweidung gefördert wird.

In Tümpelquellen und in den Gießen der Oberrheinebene findet man im klaren Quellwasser, in Abhängigkeit vom Wasser- und Substratchemismus, verschiedene Arten der Armleuchteralgen (*Characeen*). Allgemein kommen Armleuchteralgen nur in sauberen, nährstoffarmen (oligo- bis mesotrophen) Gewässern vor, wo sie dichte unterseeische Wiesen aufbauen, die artenarm sind oder häufig sogar nur aus einer einzigen Art bestehen. *Chara aspera*, *Chara hispida* und *Tolypella glomerata* bevorzugen kalkreiches Wasser, während *Nitella syncarpa* kalkarme Gewässer besiedelt.

Ein Beispiel für eine Tümpelquelle stellt der Hauerzer Quellweiher (S. 14) nord-

östlich von Bad Waldsee dar. Ursprünglich im 17. Jahrhundert künstlich angelegt, beträgt seine Tiefe maximal 1,4 m. Gespeist wird der Weiher von Quellzuflüssen aus der Süßwassermolasse im Osten. Das ganzjährig kalte, klare Quellwasser ist kalkhaltig und weist einen pH-Wert von durchschnittlich 8 auf. Der Quellgrund ist nur von wenigen Wasserpflanzen bewachsen. Im Frühling und Sommer kommen dichte Rasen von Armleuchteralgen (*Chara fragilis* und *Chara intermedia*) und der Haarblättrige Hahnenfuß (*Ranunculus trichophyllus*) vor.

Die Gießen der Oberrheinebene werden vielerorts aufgrund des weitläufig vernetzten Gewässersystems mehr oder weniger schnell mit Wasser der Altrheinarme durchmischt. In diesen Grundwas-



Quellen bieten Sicherheit vor Frost; davon profitiert das frostempfindliche Gegenblättrige Milzkraut (*Chrysosplenium oppositifolium*).

serastritten, die zunächst einen mehr oder weniger großen Quelltümpel ausbilden, besiedeln dichte Rasen von Armleuchteralgen den Gewässergrund. Ansonsten ist im nährstoffarmen Wasser die pflanzliche Produktion gering. Solche Gewässer mit niedriger organischer Produktion bezeichnet man als oligotroph und oligotrophe Standorte besiedelnde Arten als oligotraphent. Nährstoffreiche Gewässer – beispielsweise die Altrheinarme – weisen eine hohe pflanzliche Produktion auf und sind eutroph. Die Arten, die hier vorkommen, nennt man eutrathent. Übergänge zwischen diesen beiden Haupttypen der Trophie klassifiziert man als mesotroph. Im Durchmischungsbereich von Quell- und Rheinwasser bildet sich je nach Nährstoffgehalt eine flutende Wasservegetation mit oligo- bis eutrathenten Arten aus. Mit zuneh-



Der Hauerzer Quellweiher mit Armleuchteralgen-Rasen auf dem Grund.



Arملهuchteralgen-Wiesen im Gießen bei Burkheim.

memdem Nährstoffgehalt verzahnen sich die Bestände der Armleuchteralgen mosaikartig mit dichten Polstern des Aufrechten Merks (*Berula erecta*), verschiedener Wasserstern-Arten (*Callitriche spec.*), des Tannenwedels (*Hippuris vulgaris*) und des Fieber-Quellmooses (*Fontinalis antipyretica*). Auf den vom klaren Wasser flach überströmten Kiesbänken wächst die stark im Rückgang begriffene und gefährdete Rotalge *Hildenbrandia rivularis*, die auf den Steinen rostrote Beläge bildet.

Einteilung der Quellbiotope nach Pflanzenformationen

Die wichtigsten der in Baden-Württemberg in Quellbereichen vorkommenden Biotypen sind:

- Quellfluren
- Kleinseggenriede (auch Quell- oder Niedermoore genannt)
- Naßwiesen
- Staudenfluren (hierzu gehören: Hochstaudenfluren, waldfreie Sümpfe, Großseggenriede und Röhrichte)
- Gebüsche feuchter Standorte
- Sumpf- oder Quellwälder

Die schon mehrfach erwähnten **Quellfluren** sind besonders im Bergland Baden-Württembergs verbreitet. Es handelt sich um niedrige, häufig moosreiche Pflanzenbestände auf von Quellwasser überrieselten Flächen. Je nach Standort dominieren kalk- oder säureliebende Pflanzenarten.

Als **Silikat-Quellflur** besonders hervorzuheben ist die im Schwarzwald häufig vorkommende moosarme Milzkraut-Quell-

flur mit dem Gegenblättrigen Milzkraut (*Chrysosplenium oppositifolium*; Titelbild) als Charakterart. Der größte Teil dieser Pflanze liegt dem durchsickerten Substrat auf, befindet sich also in der mikroklimalisch ausgeglichenen Schicht direkt über der Wasseroberfläche, die Schutz vor Trockenheit und Frost bietet. Ganz sicher vor Frost ist die empfindliche Art aber nur im Wald. Da das Milzkraut mit geringsten Lichtintensitäten auskommt (z. T. nur 1 % des vollen Tageslichts), ist sie an Waldquell-Standorten sehr konkurrenzstark. Das Milzkraut wächst in ausgedehnten, dichten Matten, in denen nur unter günstigeren Lichtbedingungen weitere Arten wie das Bittere Schaumkraut (*Cardamine amara*), das Quellkraut (*Montia fontana*), die Echte Brunnenkresse (*Nasturtium officinale*), die Quell-Sternmiere (*Stellaria alsine*) und das

Pyrenäen-Löffelkraut (*Cochlearia pyrenaica*) dazukommen.

Erwähnenswert ist noch eine besondere Ausprägung der Silikatquellflur, die außerhalb der Alpen nur im Feldberggebiet vorkommt. Es handelt sich um die Sternsteinbrechflur mit verschiedenen Laub- und Lebermoosen und dem Sternsteinbrech (*Saxifraga stellaris*), einem Glazialrelikt, als Charakterart.

Die moosreichen Kalk-Quellfluren sind durch Quelltuffbildung charakterisiert. Hierbei wird lebendes und totes organisches Material (auch in den Quellbereich gefallene Blätter, Äste, Laub, Moose der Umgebung) total von Kalkkrusten eingeschlossen. Die Abdrücke können nach Jahrmillionen noch Auskünfte über die Tuffbildner und die Vegetation der



Basenarmes Kleinseggenried (Quellenmoor) am Feldberg.



Wiesenquelle im Langenordnachtal
(Herzblatt-Braunseggensumpf).

Umgebung geben. Die Tuffe spielen somit für die Erforschung der Vegetationsgeschichte eine bedeutsame Rolle.

Bei Sumpf- und Sickerquellen durchtränkt das Grundwasser den Boden langsam. Ist der Standort zusätzlich nährstoffarm und unbeschattet, bilden sich **Kleinseggenriede** aus. Auf basenarmen Standorten (Silikatgesteinen) sind sie aus anderen Pflanzenarten zusammengesetzt als auf basenreichen Böden (Kalkgesteinen). In den niederwüchsigen moosreichen Beständen dominieren Kleinseggen bzw. in Kalkgebieten auch Kopfbinsen. Die Kleinseggenriede oder in diesem Zusammenhang besser Quellmoore genannten Pflanzenformationen sind auch als Niedermoore gesetzlich geschützt.

In Kleinseggenrieden basenarmer Standorte (auf Silikatgestein) setzt sich das Artenspektrum aus Magerkeits-, Feuchte- und Säurezeigern zusammen. Hierzu sind neben den bereits auf S.13 genannten Arten die Hirsen-Segge (*Carex panicea*), das Wald-Läusekraut (*Pedicularis sylvatica*), die Quendel-Kreuzblume (*Polygala serpyllifolia*) und der Sumpf-Baldrian (*Valeriana dioica*) zu nennen. Auf etwas basenreicheren Böden, z. B. auf extensiv beweideten Flächen, treten zusätzlich die Grün-Segge (*Carex demissa*), die Floh-Segge (*Carex pulicaris*), das Breitblättrige Wollgras (*Eriophorum latifolium*), das Herzblatt (*Parnassia palustris*) und das Gewöhnliche Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*) hinzu.

Kleinseggenriede basenreicher Standorte sind vor allem auf der Baar, im Alpenvorland, im Bodenseegebiet und auf der Schwäbischen Alb im Bereich von Sickerquellen oder auf Standorten mit hochanstehendem, kalkhaltigem Grundwasser zu finden. Kleinseggen wie Davalls Segge (*Carex davalliana*), Gelbe Segge (*Carex flava*), Schuppen-Segge (*Carex lepidocarpa*), Saum-Segge (*Carex hostiana*) sowie Rostrote und Schwarze Kopfbinsse (*Schoenus ferrugineus* und *Schoenus nigricans*) sind hier typisch und zeigen Magerkeit, Nässe und Kalk an. Als Besonderheiten können der Schlauch-Enzian (*Gentiana utriculosa*), der Blaue Sumpfstern (*Swertia perennis*), der Glanzstendel (*Liparis loeselii*), die Mehlprimel (*Primula farinosa*) und andere Arten der Kalkflachmoore dazukommen.

Mit steigendem Nährstoffangebot fällt die Vegetation um Sumpf- und Sicker-



Eine typische Pflanzenart in Kleinseggen-Rieden basenreicher Standorte ist die Mehlprimel.

quellen üppiger und hochwüchsiger aus. Fünf Formationen, die allerdings nicht nur auf Quellen beschränkt sind, sondern auch auf anderen feuchten Standorten vorkommen, können grob als Naßwiesen, Hochstaudenfluren, waldfreie Sümpfe, Röhrichte und Großseggenriede unterschieden werden.

Die Artenspektren und Eigenschaften dieser Formationen werden hier nur angeschnitten und in anderen Broschüren der Reihe „Biotope in Baden-Württemberg“ ausführlicher behandelt.

Die **Naßwiese** – ein ebenfalls nach § 24a NatschG geschützter Biotoptyp (vgl. Biotope in Baden-Württemberg, Heft 5, 1995) – ist durch zumindest gelegentli-

che Düngung und ein- bis zweimalige Mahd im Jahr charakterisiert. Sie setzt sich aus feuchte- und nassetoleranten, mehr oder weniger nährstoffliebenden und mahdtoleranten Arten zusammen. Der Anteil an Seggen, Binsen und Hochstauden ist hoch. Je nach Basengehalt und Höhenlage bilden sich unterschiedliche Arteninventare aus. Typisch sind die Wald-Engelwurz (*Angelica sylvestris*), die Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*), die Sumpf-Segge (*Carex acutiformis*), die Knäuel-Binse (*Juncus conglomeratus*), verschiedene Knabenkräuter (*Dactylorhiza spec.*), das Sumpf-Vergißmeinnicht (*Myosotis palustris*) und der Wiesen-Knöterich (*Polygonum bistorta*). Schwerpunktmäßig findet man Naßwiesen in den Sumpf- und Sickerquellen des Schwarzwaldes, des Alpenvorlandes, des Schwäbisch-Fränkischen Waldes, der Mittleren Oberrheinebene und des Odenwaldes.

Bei hohem Nährstoffangebot und nachlassender Nutzung können aus Naßwiesen **Hochstaudenfluren** werden und es entstehen fließende Übergänge zwischen Naßwiese und Hochstaudenflur.

Die hinsichtlich der Wasser- und Nährstoffversorgung anspruchsvollen Hochstauden bilden dichte Bestände auf quelligen und sumpfigen Böden vor allem auf der Baar, im Schwarzwald, im Alpenvorland, im Odenwald und in der Oberrheinebene. Die bestandsbildenden, hochwüchsigen, meist großblättrigen Arten wie Mädestüß (*Filipendula ulmaria*), Echter Arzneibaldrian (*Valeriana officinalis*), Berg-Kälberkropf (*Chaerophyllum hirsutum*), Weiße Pestwurz (*Petasites albus*) und Blauer Eisenhut (*Aconitum napellus*) bevorzugen sehr nährstoffreiche Standorte,



Die Sumpfdotterblume bevorzugt sickerfeuchte, quellige Bereiche in Naßwiesen.

die aber nicht so naß sein müssen wie die von Röhrichten und Großseggenrieden. Um langfristig die Sukzession mit Gehölzen zu verhindern, ist eine gelegentliche, aber nicht jährliche Mahd erforderlich.

An waldfreien, nährstoffreichen und

quelligen Standorten, oft in engem Kontakt mit Röhricht, Großseggenried, Gebüsch feuchter Standorte und Sumpfwald, bilden sich hochwüchsige feuchte- und nässeliebende Staudenformationen aus, die als **waldfreie Sümpfe** zusammengefaßt werden. Hier treffen sich

Quellentyp	Biotoptyp
Sturz-/Fließquellen:	Quellfluren, Differenzierung s. u.
Tümpelquellen:	Armleuchteralgenrasen
Karstquelltöpfe:	Armleuchteralgenrasen, je nach Nährstoffgehalt z. T. mit Beimischung Höherer Wasserpflanzen
Gießen:	Armleuchteralgenrasen; mit zunehmendem Nährstoffgehalt Ausprägung von Schwimmblatt- und Laichkrautgesellschaften
Sumpf-/Sickerquellen: (inkl. Naßgallen)	Verschiedene Biotopausprägungen (s. u.) abhängig vom Ausgangsgestein des Einzugsgebietes, vom Nässegrad, vom Nährstoffgehalt, von der Nutzung und der Höhenlage

Quellentyp	Nässegrad	Nährstoffe	Nutzung	Biototyp	Höhenlage
Sturz-/ Fließ- quelle	ständig überrieselt	nährstoff- arm (<i>oligotroph</i>)	keine	Quellflur basenarm/-reich	subalpin- montan
Sumpf-/ Sicker- quelle	feucht bis naß	nährstoff- arm (<i>oligotroph</i>)	einschürige Mahd, ext. Beweidung	Kleinseggenried (Quellmoor) basenarm/-reich	montan- submontan
Sumpf-/ Sicker- quelle	wechselfeucht bis naß	± nährstoff- reich (<i>meso- bis eutroph</i>)	ein- bis zwei- schürige Mahd	Naßwiese basenarm/-reich	montan- planar
Sumpf-/ Sicker- quelle	ständig feucht	nährstoff- reich (<i>eutroph</i>)	± ungenutzt, gelegentlich Mahd	Hochstaudenflur sumpfiger oder quelliger Standorte	montan- planar
Sumpf-/ Sicker- quelle	feucht bis naß	± nährstoff- reich (<i>eutroph</i>)	ungenutzt, gelegentlich Mahd	Waldfreier Sumpf	montan- planar
Sumpf-/ Sicker- quelle	wechselfeucht bis naß	± nährstoff- reich (<i>eutroph</i>)	ungenutzt, max. Mahd 1x pro Jahr	Großseggenried	montan- planar
Sumpf-/ Sicker- quelle	feucht bis naß	± nährstoff- reich (<i>eutroph</i>)	± ungenutzt, gelegentlich Mahd	Röhrricht	montan- planar
Sumpf-/ Sicker- quelle	feucht bis naß	± nährstoff- reich (<i>eutroph</i>)	keine Mahd, Sukzession	Feuchtgebüsch	montan- planar
Sumpf-/ Sicker- quelle	wechselfeucht bis naß, z. T. überstaut	± nährstoff- reich (<i>eutroph</i>)	keine Entbu- schung oder Rodung	Sumpf- oder Quellwald	montan- planar

Typisierung von Quellbiotopen

wenige nährstoffliebende Arten, die sich in Abhängigkeit von der Feuchtigkeit z. B. als Waldsimsen-Sumpf oder Schachtelhalm-Sumpf formieren. In Mulden auf sickerfeuchten bis nassen Böden dominiert die Waldsimse (*Scirpus sylvaticus*). Auf lebhaft durchsickerten, nährstoff- und basenreichen Standorten, im Bereich von Sickerquellen und Naßgallen kommen dichte Bestände des Riesen-Schachtelhalmes (*Equisetum telmateja*) vor.

Das **Röhrricht** stellt sich auf grundwasser-nahen Standorten, zumeist im Randbereich von Sickerquellen ein, oft in Kontakt mit Feuchtgebüsch, Sumpfwäldern und Naßwiesen. Es handelt sich dabei um artenarme Bestände, in denen das Schilfröhrricht (*Phragmites australis*) dominiert. Als besonderes Röhrricht ist das Schneiden-Ried zu nennen, in dem die Schneide (*Cladium mariscus*) hohe und dichte Bestände an kalkhaltigen Sickerquellen mit sauerstoffreichem Was-

ser bildet. Da ihre oberirdischen Teile sehr frostempfindlich sind, stellen Quellen für die Schneide optimale Wuchsorte dar. Die Schneide verträgt nur bedingt eine Mahd, bei häufigem Schnitt kümmerst sie zunächst und verschwindet dann. Das Schneiden-Ried ist in Baden-Württemberg nur noch im Bodenseegebiet und im Alpenvorland in größeren Beständen vorhanden. In der Oberrheinebene ist die Schneide vom Aussterben bedroht: von ehemals fünf Vorkommen sind nur noch zwei Reliktbestände vorhanden.

Die Übergänge von den Naßwiesen und Röhrichten zum **Großseggenried** können fließend sein. Läßt man Streu- und Naßwiesen länger brachliegen, d. h. es findet keine Mahd und keine Düngung mehr statt, bildet sich das Großseggenried aus. Je nach Standort kommen artenarme, dichte Bestände aus hochwüchsigen Seggen vor. Beispielsweise dominiert auf oligo- bis mesotrophen, basenarmen Böden die Schnabelsegge (*Carex rostrata*), auf basenreichen, wasserzügigen Böden dagegen die Kammsegge (*Carex disticha*). Die Großseggenriede sind schwerpunktmäßig auf der Baar, im Alpenvorland, in der Mittleren und Nördlichen Oberrheinebene verbreitet. Das **Gebüsch feuchter Standorte** (Quellgebüsch) ist aus breitblättrigen Strauchweiden (z. B. die Grauweide *Salix cinerea* und die Ohrweide *Salix aurita*) oder dem Faulbaum (*Frangula alnus*) aufgebaut und befindet sich auf ständig feuchten, von Grundwasser beeinflussten Standorten. Natürlich kommt es am Rand von Moor- und Bruchwäldern, auf Quellstümpfen und an Seeufern vor. Die Bestände sind aus lichten bis undurchdring-

lichen, auffällig kugelförmigen Sträuchern zusammengesetzt.

Die **Sumpfwälder**, die bei uns in den naturnahen Talauen der größeren Flüsse zu finden sind, werden in der Broschüre „Bruch-, Sumpf- und Auwälder“ gesondert dargestellt (vgl. Biotope in Baden-Württemberg, Heft 7, 1995).

Die Tierwelt der Quellen

Quellen sind Lebensräume für Spezialisten. Wie in keinem anderen Fließgewässerabschnitt kommt es im Bereich der Quellen zur Verflechtung unterschiedlicher Teillebensräume. Mit den eigentlichen Charakterarten der Quellebensgemeinschaft vermischen sich Faunenelemente des Grundwassers, aufsteigende Bacharten, Stillwasserformen und Allerweltsarten. Entlang der Kontaktzone des fließenden Wassers und des feuchten Erdreichs entsteht ein Bereich, in dem ein gleichmäßig dünner Wasserfilm das Substrat benetzt (hygropetrischer Lebensraum).

Da sich die äußeren Bedingungen der Quellräume im Laufe von Jahrtausenden kaum geändert haben, haben sich viele der Quelltiere, ebenso wie die Quellpflanzen, besonders eng an diese Verhältnisse angepaßt. Für die Tierwelt der Quellen gilt allgemein, daß ihre wenigen Arten meist kleiner und farblich unauffälliger sind und in der Regel in viel geringerer Individuenzahl auftreten als ihre Verwandten in Bach und Fluß.

Ein besonderes Merkmal der Quellinsekten, insbesondere einiger Zuckmücken- und Steinfliegenarten, ist die Flugzeit der

erwachsenen Tiere im zeitigen Frühjahr. Schon ab Februar schlüpfen die Vollinsekten, denn in dem verhältnismäßig warmen Quellwasser vermögen sie sich als Larven während des Winters weiterzuentwickeln. In Bächen und Flüssen dagegen legen viele Arten während des Winters Entwicklungspausen ein, so daß deren Hauptschlüpfzeit erst im April beginnt.

Die Faktoren, die den faunistischen Lebensraum „Quelle“ bestimmen, sind mannigfaltig. Neben der **Strömungsgeschwindigkeit** wirken sich der **Sauerstoffgehalt** und die **Temperatur** des Wassers auf die Organismen aus. So lassen z. B. mäßig schüttende Tümpelquellen Arten vermissen, die auf hohe Strömungsgeschwindigkeiten angewiesen sind (rheobionte Arten). An ihre Stelle treten die an stehendes Wasser angepaßten Arten (stagnophile Arten). Sturzquellen dagegen beherbergen keine Arten der Stillgewässer, weil diese sich im strömenden Wasser nicht halten können. Ihr Besiedlungsspektrum setzt sich aus Arten zusammen, die an ganzjährig gleichmäßig niedrige Temperaturen (kaltstenotherme Arten) und turbulente Verhältnisse angepaßt sind. In Sumpf- und Sickerquellen kann die Wassertemperatur je nach Sonneneinstrahlung stärker schwanken, so daß sich an höhere Temperaturschwankungen angepaßte Arten (euritherme Arten) ansiedeln können.

Das **Substrat** einer Quelle – die anorganischen und organischen Anteile, in der Quelle selbst entstanden (autochthon) oder von außerhalb in die Quelle eingebracht (allochthon) – stellt sowohl den nutzbaren Wohnraum als auch die Nah-

rungsgrundlage seiner Besiedler dar. Das Fließverhalten des Wassers bestimmt, ob sich überwiegend Geröll, Sand oder Schlamm (anorganisches Substrat) ablagert und ob pflanzliches Material (organisches Substrat) angereichert oder verdriftet wird.

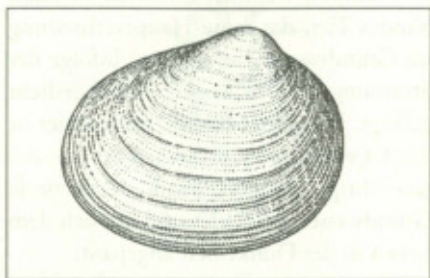
Turbulente Verhältnisse, die ausschließlich in Sturzquellen auftreten, lassen oft den nackten **Fels** zutage treten. Schwebstoffe und pflanzliche Reste werden samt und sonders weggespült. Diese Tatsache machen sich die Filtrierer zunutze. Die Larven bestimmter Köcherfliegen (z. B. die köcherlose *Dipterona felix*) bauen ähnlich den Spinnen stabile Netze, die sie in die Strömung hängen. In den Maschen sammeln sich dann organische Partikel, die den Larven als Nahrung dienen.

An Quellen, an denen kaum krautige Pflanzen vorkommen, können sich **Moospolster** üppig entwickeln. In Sturzquellen, in denen diese Moose dauernd vom Wasser benetzt werden, siedeln sich viele Weidegänger (z. B. verschiedene Käferarten und kleinere Steinfliegenarten) an. Außer Nahrung finden sie hier auch Schutz vor der Strömung. Einige Köcherfliegenarten (z. B. *Trilolepus granulatus*) bauen die feinen Moosblättchen in ihre Köcher ein und tarnen sich dadurch optimal.

Das **Geröll**, das sich vor allem am Rande des bewegten Wassers der Sturzquellen ablagert, bietet beispielsweise Steinfliegenlarven und Hakenkäfern im groben Lückensystem geschützte Kleinlebensräume.

In ruhigen Zonen aller Quelltypen sam-

melt sich Sand, Schluff oder Ton, in denen grabende oder wühlende Tiere gute Lebensbedingungen vorfinden, wie z. B. die Quell-Erbsenmuschel (*Pisidium personatum*), die mit maximal 4 mm Breite eine der kleinsten heimischen Muschelarten ist.



Quell-Erbsenmuschel (*Pisidium personatum*).

Krautige Pflanzen wie z. B. die Brunnenkresse prägen das Erscheinungsbild vieler Quellen und bieten Schnecken und Insektenlarven Unterschlupf.

Organische Bestandteile, hauptsächlich kleine organische Partikel (Detritus), Pflanzenreste abgestorbener Quellvegetation, Laub und Totholz von Bäumen der Umgebung, lagern sich vor allem in Sumpf- und Sickerquellen oder in Tümpelquellen ab. Doch kaum eine Quelle erstickt daran. Quellen spülen sich frei und die Quelltiere, z. B. Bachflohkrebse, zersetzen die Blätter. Totholz, vielfach mit Moos bewachsen, dient als Unterschlupf, Nahrungsquelle, zur Eiablage oder als Trittstein für schlupffreie Larven bzw. Puppen verschiedener Stein- und Köcherfliegenarten.

Auch das Schüttungsverhalten wirkt sich auf die Besiedelung von Quellen aus. Ganzjährig wasserführende Quellen kön-

nen eher von Arten mit mehrjähriger Entwicklung (z. B. die Quelljungfern *Cordulegaster bidentata* und *C. boltoni* sowie die Köcherfliege *Crunoecia irrorata*) besiedelt werden, während Quellen, die zeitweise versiegen, überwiegend von Arten mit kurzen Entwicklungszyklen (Zuckmücken und Kriebelmücken) als Brutstätten angenommen werden.

Der Chemismus des Quellwassers (aus Kalk- oder Silikatgebieten) ist für die Tierwelt einer Quelle ebenfalls von Bedeutung. Das mit Kalk angereicherte Quellwasser verursacht die Bildung von Quelltuff, der das Lückensystem der Stromsohle abdichtet. Viele Tierarten benötigen aber ein offenes Lückensystem, in das sie sich zurückziehen können. So ist es nicht verwunderlich, wenn die Lebensgemeinschaften in Kalkquellen artenärmer sind als in Silikatquellen. Dafür kommen aber kalkliebende Tiergruppen, wie Muscheln, Schnecken und Flohkrebse, in hoher Anzahl vor. Sie sind jedoch mit Ausnahme der Brunnen-schnecken (*Bythiospeum spec.*) nicht auf Kalkquellen spezialisiert, sondern man findet sie, wenn auch in geringerer Individuendichte, ebenfalls in Silikatquellen.

Bislang war nur die Rede von den Kleintierbewesern der Quellbereiche, die zweifellos den Hauptanteil der vorkommenden Tierarten ausmachen. Aber manchmal entdeckt man in sauberen, kühlen und sauerstoffreichen Quellbächen die Larven des Feuersalamanders. Der Feuersalamander (*Salamandra salamandra*), der keine Eier ablegt, sondern kleine Larven zur Welt bringt, bevorzugt quellnahe Fließgewässer und Quellen als Kinderstube.

Die Tiergemeinschaften der Quellbereiche

Nach allgemeinen limnologischen Gesichtspunkten lassen sich grob sieben Gruppen der Kleinlebewesen unterscheiden, deren Beziehungen zur Quellregion in der folgenden Abbildung schematisch dargestellt sind.

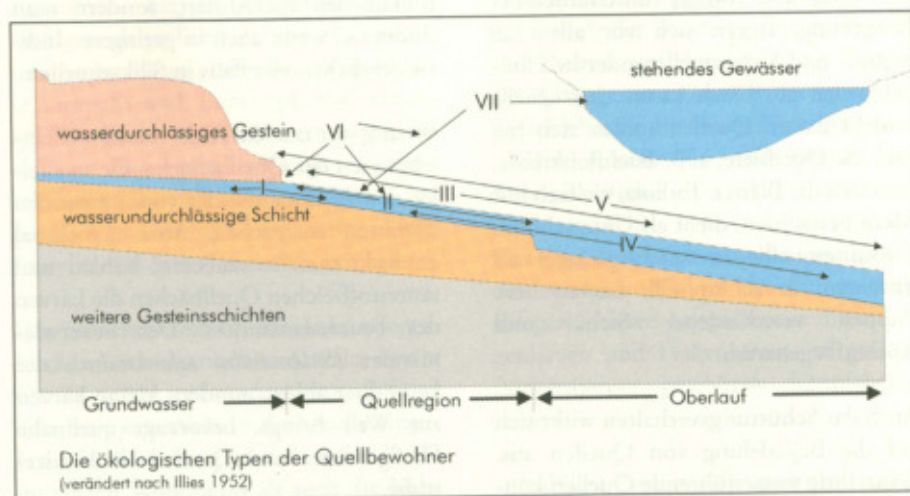
Gruppe I: Grundwassertiere

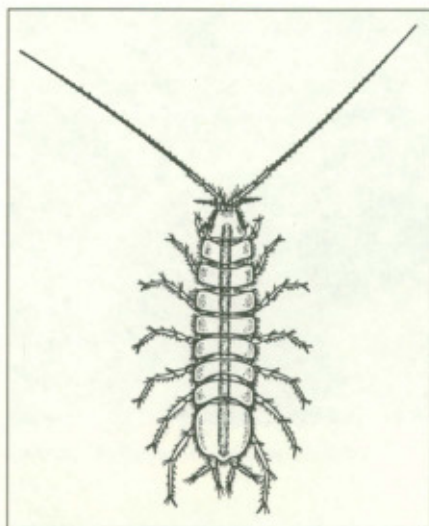
Dies sind Arten, die aus dem Grundwasser in die Quellregion einwandern bzw. eingespült werden. Das ganzjährig ausgeglichene Temperaturmilieu des Quellwassers und seine Sauerstoffarmut sind wichtige Faktoren für das Überleben dieser Tiere. Aufgrund ihrer Anpassung an ein Leben im Dunkeln und im engen Lückensystem des Grundwassers sind nahezu alle Arten klein, unscheinbar, durchscheinend weiß und augenlos; lauter Eigenschaften, die den Tieren in Oberflächengewässern wenig nützlich sind. Der in Quellen nur schwach ausge-

prägte Konkurrenzdruck ermöglicht es den echten Grundwasserarten, zu denen der Höhlenstrudelwurm (*Phagocata vitta*) und die Höhlenschnecken (*Bythiospeum spec.*) gehören, zu überleben.

Die Höhlenassel (*Asellus cavaticus*) ist ein sehr kleines, weißlich durchscheinendes, blindes Tier, das seine Hauptverbreitung im Grundwasser hat und nur infolge der Strömung des Quellwassers ans Tageslicht gelangt. In einem früheren Erdzeitalter ist die Art vor dem oberirdischen Frost in das ganzjährig gleichbleibend temperierte Grundwasser geflüchtet und hat sich dem Leben in der Dunkelheit angepaßt.

Der Höhlenkrebs (*Niphargus puteanus*), ebenfalls eine aus dem Grundwasser eingespülte Art, kann sich nur im Bereich des Quellmundes halten, in dem der ansonsten konkurrenzstärkere Bachflohkrebis (*Gammarus fossarum*) noch nicht vorkommt. Der Höhlenkrebs stammt von marinen Krebsen ab, die im Altertär (vor ca. 65 Millionen Jahren) ins Süßwasser eingewandert sind.



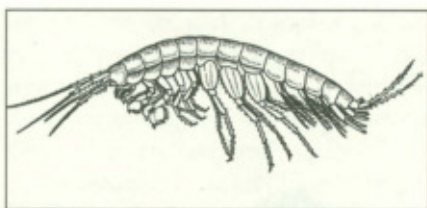


Höhlenassel (*Asellus cavaticus*).

Gruppe II:

Charakterarten der Lebensgemeinschaft, deren Verbreitung auf den Quellbiotop beschränkt ist (Krenobionte)

Krenobionte sind Spezialisten mit geringer ökologischer Amplitude, d. h. es sind Arten, die schon auf geringe Abweichungen von ihren Standard-Lebensbedingungen mit einem Rückgang der Individuendichte reagieren oder ganz verschwinden. Andererseits sind sie an den extremen und kargen Lebensraum der Quellwohnungen hervorragend angepaßt. In der Quelle leben neben kaltstenothermen (an ganzjährig niedrige Temperaturen angepaßte) Arten wie der Quellschnecke (*Bythinella dunkeri*) und dem Alpenstrudelwurm (*Crenobia alpina*) auch einige Arten ohne besondere Temperatursprüche (eurytherme Arten). Die Quell-Köcherfliege (*Crunoecia irrorata*) ist beispielsweise dort häufig



Höhlenkrebs (*Niphargus puteanus*).

anzutreffen, wo das austretende Grundwasser die Substratoberfläche gerade noch benetzt oder in morastigen Randbereichen von Quellen und muß daher größere Schwankungen der Temperatur in Kauf nehmen. Ihre Larven ernähren sich pflanzlich und verlassen erst nach zwei Jahren als geflügelte Insekten das Wasser. Die Quell-Köcherfliege gehört zu den häufigsten Quellarten der Mittelgebirge und ist im Gelände relativ leicht zu identifizieren. Ihr charakteristischer vierkantiger Köcher (ca. 7–8 mm lang) aus groben Pflanzenteilen wie Holzstückchen und Blatteilen läßt kaum eine Verwechslung zu.



Quell-Köcherfliege (*Crunoecia irrorata*).



Quellschnecken (*Bythinella dunkeri*).

Nur wenige Krenobionte ernähren sich räuberisch, wie z. B. der Alpenstrudelwurm (*Crenobia alpina*).

Die in Baden-Württemberg vorkommenden Quellschnecken (*Bythinella dunkeri* und *Bythinella badensis*) leben als kaltstenotherme Arten ausschließlich in Quellen und Quellbächen der Berg- und Hügelländer mit atlantisch-mildem Winterklima. Sie sind sehr klein (ca. 2 mm lang) und besonders *Bythinella dunkeri* kann bei uns lokal in Massen vorkommen.

Gruppe III:

Arten, die ihr Hauptvorkommen in Quellen haben, aber auch in den anschließenden Bachoberlauf einwandern (Krenophile)

Zumeist sind es strömungsliebende, sauerstoffbedürftige Arten, die weniger empfindlich gegen Temperaturschwankungen

sind als die Krenobionten. Hierher gehören die Larven der Steinfliegenarten *Diura bicaudata* und *Nemoura cambrica*, die Larven der Köcherfliegenarten *Agapetus fuscipes* und *Plectrognemia geniculata* sowie die Wassermilben *Lebertia lineata* und *Sperchon longissimus*. Einzelne krenophile Arten findet man sogar im Bachmittellauf, so z. B. den Zwergwasserkäfer (*Hydraena nigrita*), den Strudelwurm *Polycelis felina* und die Larven der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*). Die geringe Individuendichte dort läßt jedoch stets erkennen, daß es sich um verschleppte Exemplare handelt.

Die Larve der Gestreiften Quelljungfer, einer typischen krenophilen Art, gräbt sich in den kiesigen oder sandigen Boden winziger Quellrinnsale ein, wo sie auf ihre Beute, vorbeidriftendes Kleingetier, lauert. Ihre Entwicklungszeit kann in Abhängigkeit vom Nahrungsangebot drei bis fünf Jahre dauern. *Cordulegaster*



Gestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*).

bidentata gehört aufgrund ihrer starken Gefährdung zu den in Baden-Württemberg besonders geschützten Arten. Die erwachsenen Libellen jagen bevorzugt über offenen Gewässern und vollziehen dort ihre Paarung. Dichte Aufforstungen mit Fichten im Quellbereich gefährden den Lebensraum der Quelljungfer. Einerseits verdunkeln die Fichten das Gewässer, so daß der Algenaufwuchs, der indirekt die Nahrungsgrundlage der Larven darstellt, sich verringert. Andererseits reichert sich die schwer abbaubare Nadelstreu auf dem Quellgrund an, dichtet das Lückensystem ab und reduziert die zur Verfügung stehenden Unterschlupfmöglichkeiten der Larven.

Gruppe IV: Eindringende Bacharten

Die Gruppe setzt sich fast ausschließlich aus eingewanderten Tierarten des Bachoberlaufes zusammen. Diese Arten sind rheobiont (auf einen hohen Sauerstoffgehalt angewiesen) und nur schwach kaltstenotherm. Steinfliegenlarven wie *Iso-*

perla rivulorum und *Leuctra nigra*, die Köcherfliegenlarven *Rhyacophila evoluta* und *Drusus annulatus*, der Wasserkäfer *Esolus angustatus* und der Bachflohkrebs *Gammarus fossarum* sind regelmäßig in Quellbächen zu finden. Eintagsfliegenlarven, so z. B. *Baetis alpinus* und *Rhithrogena*-Arten sind eher seltene Gäste im Quellbach. Nur die Eintagsfliege *Ameletus inopinatus*, die hohe Ansprüche an die Wasserqualität stellt, kommt außer im Bachoberlauf häufig in Quellbächen vor.

Die Köcherfliege *Rhyacophila evoluta* baut keinen Köcher, sondern streift im Gewässer frei umher und ernährt sich von allerlei kleinem Wassergetier. Sie ist eine Charakterart der obersten Zone des Bachoberlaufes (des Epirhithrals) mit deutlicher Anbindung an die Quellzone.



Köcherfliege (*Rhyacophila evoluta*).

Der Bachflohkrebs (*Gammarus fossarum*) kommt nur in den sauerstoffreichen Zonen des Quellabflusses vor; sauerstoffarme Zonen an der unmittelbaren Austrittsstelle des Grundwassers meidet er



Bachflohkrebs (*Gammarus fossarum*).

und überläßt sie dem Höhlenkrebs (*Niphargus puteanus*). In Uferbuchten und Stillwasserzonen, wo eine gemäßigte Strömungsgeschwindigkeit die Ablagerung von Pflanzenresten und anderen organischen Bestandteilen erlaubt, findet der Bachflohkrebs ausreichend Nahrung. Er zerkleinert das organische Material, das er nur zum Teil selber frißt. Die Reste überläßt er anderen Kleinlebewesen, die auf seine Vorarbeit angewiesen sind.

Der Bachflohkrebs ist charakteristisch für den Bachoberlauf (das Rhithral), stellt aber auch ein deutliches Bindeglied zwischen der Quellzone und dem Bachoberlauf dar.

Gruppe V: Fauna hygropetrica – Tierwelt überrieselter Felsen

Hinter der Fauna hygropetrica verbirgt sich eine eigene Lebensgemeinschaft, die

als Tierwelt dünner Wasserhäutchen auf feucht-überrieselten Felsen beschrieben wird. Die Lebensbedingungen dieser Grenzzone zwischen Wasser und Land stimmt bezüglich der Temperaturverhältnisse und der Anreicherung des Wassers mit viel Sauerstoff mit denen des Oberlaufs überein, so daß sich einige Arten der Bachoberläufe hier ansiedeln können. Auf tropfnassen Felsen, auf von Quellwasser überzogenem Laub oder in durchtränkelten Moospolstern findet man Arten, die auf unterschiedliche Weise an das Leben in den dünnen, sauerstoffreichen Wasserfilmen eingestellt sind. Neben Insektenlarven, die über Kiemenblättchen atmen, finden sich solche, die sich zwar im Wasser aufhalten, aber durch Herausstrecken atmungsfähiger Körperanhänge den Sauerstoff aus der Luft aufnehmen können. Auch Insektenlarven, die über ihre gesamte Körperoberfläche oder bestimmte Körperöffnungen (Stigmen) atmen, kommen hier vor.

Charakterarten der hydropetrischen Fauna sind Larven der Schmetterlingsmücken (*Psychodidae*), der Waffenfiegen (*Stratiomyidae*), der Tastermücken (*Dixidae*), der Dunkelmücken (*Thaumaleidae*) sowie verschiedener Köcherfliegen (z. B. *Crunoecia irrorata*, *Ptilocolepus granulatus* und mehrerer Arten der Gattung *Tinodes*).

Gruppe VI: Fauna liminaria – Tierwelt feuchter Böden und Sümpfe

Die Tierwelt feuchter Böden und Sümpfe ist an einen halbaquatischen und halbtropischen Lebensraum angepaßt. Hier sammelt sich organisches Material an, das als Nahrung dient. In den morastigen Randsäumen von Sumpf- und Sickerquellen, wo die Wassermenge im Gegensatz zum späteren Bach gering ist, werden Steine, Äste, Laub, Moos oder andere Pflanzen vielfach nur auf der Unterseite benetzt. Daher mischen sich im Quellgebiet viele mehr oder weniger feuchtigkeitsbedürftige Landtiere, wie Regenwürmer, Schnecken, Springschwänze, Fliegen- und Mückenlarven, Käfer, Spinnen und Asseln, mit echten Wasserbewohnern.

Einige Arten der Köcherfliegen zeigen in dieser nur noch schwach durchnässten Quellperipherie erste Anzeichen eines Überganges zur terrestrischen Lebensweise, beispielsweise verliert die Köcherfliegenlarve *Crunoecia irrorata* ihre Tracheenkiemen bereits im Puppenstadium.

Gruppe VII: Stillwasserarten (lenitische Arten)

Stillwasserarten finden sich überwiegend in Tümpelquellen oder in Wasseransammlungen der Sumpf- und Sickerquellen. Neben kaltstenothermen Arten stehender Gewässer kommen durchaus auch eurytherme (an höhere Temperaturschwankungen angepaßte) Organismen vor. Zu den Quell-Spezialisten gehören die Quell-Erbsenmuschel (*Pisidium personatum*) und die Zweigestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster boltoni*), während Arten wie die Leberegelschnecke (*Galba truncatula*), die Schlamm Schnecke (*Radix peregra*) und der Stoßwasserläufer (*Velia caprai*) auch im Schlamm bzw. auf der Wasseroberfläche verschiedener Seen und in Stillwasserbereichen von Fließgewässern zu finden sind.

Die winzige, bis etwa 4 mm breite Quell-Erbsenmuschel (*Pisidium personatum*) besiedelt vorwiegend den feinsandigen, schlammigen Grund der Sumpf-/Sickerquellen und der Tümpelquellen. Sie toleriert weiches Wasser, bevorzugt aber Kalkquellen, wo sie sich häufig mit einer dicken, rotbraunen Eisenoxidschicht verkleidet, so daß sie schwer zu finden ist. Während sie sich im feinkörnigen Substrat der Quellsohle kriechend und grabend fortbewegt, filtert sie zum Nahrungserwerb organische Partikel aus dem Sediment heraus.

Die Quellen in der Natur folgen nicht unbedingt diesem einheitlichen Gruppenschema. Je nach Ausprägung des Quellbiotops können sich die Lebensräume der Tiergruppen auch überschneiden.

Gefährdungen und Beeinträchtigungen für Quellbereiche

Quellen und ihre unmittelbare Umgebung gehören nicht nur in Baden-Württemberg zu den am meisten von Eingriffen betroffenen Biotoptypen. Die volkswirtschaftlich notwendige Fassung ergiebiger Quellen zur Trinkwassergewinnung steht hier im Vordergrund. Die noch verbliebenen unverbauten Quellbiotope müssen als Lebensraum hochspezialisierter Lebensgemeinschaften vor weiteren Beeinträchtigungen geschützt werden. Oft sind es rein pragmatische Gesichtspunkte, die zur Beseitigung von Quellbiotopen führen. Insbesondere Sickerquellen, die nur als vernäbste, störende Bereiche im Kulturland die Bewirtschaftung von Wiesen, Weiden, Äckern und anderen Nutzungsflächen behindern, wurden oft durch Drainagen trockengelegt, in Rohre verbannt, mit Erdreich oder Bauschutt verfüllt und als Lebensraum „Sickerquelle“ unwiederbringlich zunichte gemacht.

Im Wald ist es häufig die Aufforstung mit Fichten, die Waldquellen schädigt. Fichtenmonokulturen fördern die Gewässerversauerung und verdunkeln den Quellbereich: Als Folge des Lichtmangels erlischt das Pflanzenwachstum. Dies betrifft nicht nur Gefäßpflanzen und Moose, sondern auch die kaum wahrnehmbaren Aufwuchsalgen, die die Nahrungsbasis vieler Kleintiere der Quellen darstellen. Außerdem stehen die Fichtennadeln nicht auf dem Speiseplan der wichtigsten laubzersetzenden Tierarten, so daß sie sich auf dem Quellgrund ansammeln und das Lückensystem



Quellfassung als touristische Attraktion (Elzquelle).



Trinkwasser-Zierbrunnen im Südschwarzwald.



Wasserfassung in einem Wasserschutzgebiet des Nordschwarzwaldes (Latschigbachtal).

abdichten. Das bedeutet für viele Kleinlebewesen den Verlust des Lebensraumes.

Ein weiteres Problem stellt die oftmals unnötige Fassung von Quellen in natürlicher Umgebung dar. Aus einer fraglichen Tradition heraus und als touristische Anziehungspunkte wurden Quellen in Stein gefaßt oder zu Trinkwasserbrunnen umgestaltet.

Oft führen Wanderwege in die unmittelbare Nähe besonders attraktiver Quellen. Die Erholungssuchenden verhalten sich nicht immer umwelt- und naturbewußt. Zurückgelassener Müll und Trittschäden im Quellumfeld sind die Folge.

Abgesehen davon, daß einzelne Quellen durch direkte Eingriffe vernichtet oder beeinträchtigt werden, beeinflussen großräumig wirkende Faktoren das Grundwasser in den Quelleinzugsgebieten.

Durch Bebauung und Verkehr versiegelte Oberflächen, entwässerte Feuchtgebiete, verbaute Sohlen von Fließgewässern oder übermäßige Entnahme von Grundwasser aus Brunnen können zu einer verminderten Schüttung führen und kleinere Quellen zum Versiegen bringen.

Die Zusammensetzung des Grund- und Quellwassers wird natürlicherweise von den geologischen Gegebenheiten im Einzugsbereich bestimmt. Mit dem Ausbau der Industrie, der Intensivierung der Landwirtschaft, dem immer noch steigenden Verkehrsaufkommen und dem Einsatz und der Verwendung einer Vielzahl chemischer Stoffe wirkt der Mensch auf die Reinheit des Quellwassers direkt oder indirekt ein. Alles, was den Boden erreicht und nicht von Pflanzen aufgenommen bzw. durch Bodenlebewesen abgebaut werden kann oder von Bodenmineralen festgehalten wird, taucht letztendlich im Quellwasser auf.

Im Schwarzwald wird ein Teil des Grundwassers in Brunnen zur Trinkwassergewinnung gefaßt. Wird Trinkwasser übermäßig verbraucht, müssen immer mehr Trinkwasserressourcen erschlossen und neue Brunnen angelegt werden. Dadurch sinkt der Grundwasserspiegel und ganze Quellgebiete können dann trockenfallen.

Quellen werden außerdem von sauren Niederschlägen, verursacht durch Emis-

sionen des Verkehrs, der Haushalte und der Industrie, beeinträchtigt. Säurebildende Gase wie Schwefeldioxid (SO_2) und Stickoxide (NO_x) vermindern die ohnehin schon geringe Pufferkapazität silikatischer Böden und können zur Gewässerversauerung führen. Davon betroffen sind in Baden-Württemberg vor allem die Quellen und quellnahen Oberläufe im Nordschwarzwald und im Odenwald. Für das Grund- und damit

Mögliche Gefährdungen von Quellen und ihrer Einzugsgebiete

Qualität des Quellwassers

- ⇒ Eutrophierung und Verunreinigung des Grundwassers durch Auswaschung von Nährstoffüberschüssen und Pflanzenschutzmitteln aus landwirtschaftlicher Intensivbewirtschaftung (viele Trinkwasserbrunnen mußten schon geschlossen werden, weil Pflanzenschutzmittel das Trinkwasser unbrauchbar gemacht haben)
- ⇒ Eindringen von verschmutztem Oberflächenwasser oder von Abwässern ins Grundwasser
- ⇒ Anreicherung von nicht abbaubaren bzw. vom Boden nicht filterbaren Schadstoffen (z. B. Schwermetalle, Chloride usw.) im Grundwasser; Austritt als verunreinigtes Quellwasser
- ⇒ Quellversauerung durch saure Niederschläge und Aufforstungen mit Fichten im Einzugsgebiet von Quellen

Qualität der Quellbiotope

- ⇒ Neuaufforstung mit Fichten im Quellbereich
- ⇒ Schäden durch hohen Wildbesatz, weil Waldquellen von den Tieren als Tränken und Suhplätze benutzt werden
- ⇒ Trittschäden, wenn Quellbereiche beweidet werden
- ⇒ Übermäßige Trinkwassergewinnung für verschwenderischen Wasserverbrauch kann zum Versiegen der Quelle führen
- ⇒ Versiegen von Quellen durch Absenkung des Grundwasserspiegels (z. B. bei Flußregulierungen)
- ⇒ Zerstörung von Quellen und Quellbiotopen durch Drainagen, Fassungen oder Auffüllungen
- ⇒ Schäden durch Freizeitaktivitäten, z. B. Nutzung als beliebte Kinderspielplätze in der Nähe von Siedlungen

das Quellwasser verschärft sich die Situation, wenn zusätzlich bei der Schneeschmelze oder bei Niederschlägen nach längeren Trockenperioden organische Säuren aus der Streuschicht ausgespült werden und in sogenannten Säureschüben wirksam werden. Der Versauerung von Quellen geht die des Bodens voraus. Je nach Ausgangsgestein und Zusammensetzung des Bodens wird die Wirkung der aus den Niederschlägen eingetragenen Säuren („Saurer Regen“) durch verschiedene Systeme abgepuffert: In basenreichen Böden auf kalkhaltigem Gestein wirkt der Karbonatpuffer und neutralisiert saure Einträge. Anders ist die Situation in basenarmen Böden auf silikatischem Ausgangsgestein. Der Silikatpuffer, besonders im quarzsandreichen und feldspatarmen Buntsandstein, ist schnell erschöpft, so daß der pH-Wert im Boden unter 5,0 sinkt.

In diesem pH-Bereich gehen Aluminium-, Mangan- und Eisensalze in Lösung, werden mit dem Quellwasser ausgewaschen und wirken auf empfindliche Pflanzen und Tiere toxisch. Nur wenige Arten kommen mit diesen verschlechterten Lebensbedingungen zurecht.

Die bei uns häufigste Pflanzengesellschaft der Waldquellen in kalkarmen Gebieten ist die Quellflur mit dem Gegenblättrigen Milzkraut. Das Milzkraut erreicht sein Optimum bei pH-Werten um 6,0. Hat eine Quellversauerung eingesetzt und sinkt der pH-Wert langfristig unter 5, tritt das Milzkraut zugunsten säureliebender Moose wie den verschiedenen Torfmoosarten (*Sphagnum spec.*) oder dem Gemeinen Haarmützenmoos (*Polytrichum commune*) zurück.

Parallel dazu zeigen sich auch negative Auswirkungen auf das Artenspektrum der Quelltiere. Im allgemeinen verarmt die Fauna mit zunehmender Versauerung. Nur wenige Arten – meist Steinfliegen- und Köcherfliegenarten – akzeptieren das saure Milieu. Dank mangelnder Konkurrenz können sie dann sogar in erheblich höheren Individuendichten vorkommen als in nicht versauerten Quellbiotopen. Die Larven der säuretoleranten Steinfliege *Diura bicaudata* beispielsweise kommen in Quellbächen und montanen Oberläufen vor und besiedeln auch die mäßig bis stark versauerten Quellbäche des Schwarzwaldes.

Viele Quellspezialisten werden direkt durch die veränderte Wasserqualität – z. B. durch die toxische Wirkung erhöhter Aluminium- und Eisenkonzentrationen – beeinträchtigt.



Larve der Steinfliege *Diura bicaudata*.



Larve der Eintagsfliege *Ameletus inopinatus*.

Muscheln, Schnecken und Kleinkrebse vertragen keine niedrigen pH-Werte, weil zu wenig Kalk zum Aufbau ihrer Schalen vorhanden ist. Die Quellschnecke *Bythinella dunkeri* beispielsweise überlebt nur in Quellrieseln, in denen der pH-Wert permanent über 6,5 liegt. Daher bevorzugt sie Kalkquellen, deren Wasser Säureschübe abpuffert. Auch der Bachflohkrebs *Gammarus fossarum* reagiert empfindlich auf saure Gewässer. In schwach sauren Gewässern kommt er kleiner als normal gerade noch vor. Bei zunehmender Versauerung verschwindet er dann aus den betreffenden Bachabschnitten.

Indirekt werden die Kleinlebewesen durch ein verändertes Nahrungsangebot geschädigt. Beispielsweise gehen Aufwuchsalgen – Hauptnahrung der Weidgänger – in versauerten Quellbächen

deutlich zurück. Untersuchungen haben ergeben, daß algenabweidende Arten schon in schwach bis mäßig versauerten Quellen fehlen.

Die Larven der Eintagsfliege *Ameletus inopinatus* tolerieren periodisch saure Gewässer und vertragen zumindest vereinzelt auftretende stärkere Säureschübe. Die Art, eine nordeuropäische Gebirgsart, ist bundesweit stark gefährdet und kommt in verschiedenen Quellbächen und Bachoberläufen des Feldberggebietes vor. Im gleichmäßig kalten Quellwasser (ca. 3–7 °C) kann die Larve im Winter heranwachsen und bereits im zeitigen Frühjahr schlüpfen.

Schutz, Pflege und Entwicklung von Quellbereichen

Zum Schutz der Quellbiotope in ihren verschiedenen Ausprägungen und mit ihren spezialisierten Lebensgemeinschaften sind nach § 24a des Naturschutzgesetzes (Abs. 2) „alle Handlungen verboten, die zu einer Zerstörung oder erheblichen Beeinträchtigung führen können“. Eine Liste solcher verbotener Handlungen ist auf S. 35 zusammengestellt. Die Verbote sollen dazu beitragen, den Bestand an Quellbereichen zu erhalten.

Darüber hinaus können wichtige Quellbereiche in Schutzgebiete (Naturschutzgebiete, Naturdenkmale oder Wasserschutzgebiete) integriert oder als solche ausgewiesen werden.

Wenn die Lebensgemeinschaften der Quellen außerhalb des Waldes erhalten

Verbotene Handlungen in Quellbereichen

- ⇒ Übermäßige Düngung und Einsatz von Bioziden in der näheren Umgebung
- ⇒ Zu hoher Viehbesatz bei Weiden in der näheren Umgebung (Trittschäden, Nährstoffeinträge)
- ⇒ Übermäßige Wasserentnahme zur Felderbewässerung aus Quellbächen und Tümpelquellen
- ⇒ Drainieren und Verdolen von Sickerquellen
- ⇒ Verfüllen von Quellen
- ⇒ Fassung noch ungefaßter Quellen (Viehtränke, Brunnen)
- ⇒ Neuanlage von Fischteichen
- ⇒ Baumaßnahmen (Wege, Picknickplätze, Kneippanlagen, Steinverbau der Quellaustrittsstelle etc.)
- ⇒ Ablagerung von Hausmüll, Bauschutt etc.

Schutzmaßnahmen

- ⇒ Ausweisung als Naturdenkmal bzw. Naturschutzgebiet bei besonders bedeutsamen, größeren, natürlich erhaltenen Quellgebieten

Pflegemaßnahmen

- ⇒ Müll, Schutt etc. entfernen
- ⇒ Gelegentliche Mahd von Quellbereichen außerhalb des Waldes (Verbuschung/Verwaldung verhindern)

Entwicklungsmaßnahmen

- ⇒ Extensivierung der Bewirtschaftung in der Umgebung von Quellbereichen außerhalb des Waldes
- ⇒ Aufbau standorttypischer Baumbestände um Quellbereiche im Wald
- ⇒ Rückbau von Drainagen, Verdolungen, Fassungen etc. und Renaturierung der Quellbereiche
- ⇒ Verlagerung von Verkehrs- und Freizeiteinrichtungen aus Quellbereichen in weniger empfindliche Gebiete
- ⇒ Entwicklung großräumiger Schutzkonzepte für ganze Einzugsgebiete, insbesondere dann, wenn der Wasserchemismus der Quellen gestört oder die Schüttungsmenge rückläufig ist
- ⇒ Verbesserung der Grundwasserqualität durch Verminderung der Schadstoffeinträge (z. B. aus Verkehr, Industrie und Haushalten)
- ⇒ Verminderung des Trinkwasserverbrauchs durch sparsamen Umgang mit dem Wasser und durch Mehrfachbenutzung des Wassers (z. B. Brauchwasseranlagen, Regenwasserspeicher für Bewässerung, Wäsche, Toiletten etc.)
- ⇒ Öffentlichkeitsarbeit (z. B. Fortbildungsveranstaltungen, Quellschutzkampagnen, analog zu den Bachpatenschaften Vergabe von Quellpatenschaften, Zusammenarbeit des Naturschutzes mit Wander- und Heimatvereinen)

werden sollen, bedarf es einer gelegentlichen Pflege durch Mahd, um eine Verbuschung bzw. Verwaldung zu vermeiden. Gar nicht so selten findet man in Quellbereichen – besonders die „unnützen und morastigen“ Sickerquellen sind davon betroffen – Ablagerungen von Müll, Schutt, Altheu oder Gartenabfällen. Dieser Unrat muß durch Pflegeeinsätze beseitigt werden, denn „wo Dreck ist, kommt Dreck hinzu“.

Generell ist es nötig die Bevölkerung auf die besonders wertvollen, empfindlichen und geschützten Biotope der Quellbereiche aufmerksam zu machen. Dies kann durch Lehrveranstaltungen, Ausstellungen und Veröffentlichungen, aber auch durch gemeinschaftliche „Quellputzeten“ oder durch Übernahme von Quellpatenschaften geschehen.

Literatur

- BAUER, ERNST W. (1971): Höhlen – Welt ohne Sonne. – Österreichischer Bundesverlag, Wien.
- BRAUKMANN, U. (1987): Zooökologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie. – Arch. Hydrobiol. Beih. 26.
- BREHM, J. & MEIJERING, M.P.D. (1990): Fließgewässerkunde – Einführung in die Limnologie der Quellen, Bäche und Flüsse. – 2. Aufl. Quelle & Meyer Verlag Heidelberg – Wiesbaden.
- ELLENBERG, H. (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – Eugen Ulmer Verlag Stuttgart.
- ENGELHARDT, W. (1986): Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? – Kosmos Naturführer, 12. Aufl. Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart.
- GESELLSCHAFT FÜR QUELLÖKOLOGIE U. QUELLSCHUTZ (Hrsg.)

Verhaltensregeln

für jedermann:

- Betreten Sie Quellbereiche möglichst nicht!
- Kinder spielen gerne an Quellen und Bächen. Zeigen Sie Ihren Kindern die Besonderheiten dieser Lebensräume und machen Sie sie auf deren Empfindlichkeit aufmerksam!

für Landnutzer:

- Verunreinigen Sie weder Quell- noch Grundwasser durch Abwasser- und Schadstoffeinträge!
- Bringen sie Gülle, Mist oder Kunstdünger so aus, daß Grund- und Quellwasser nicht beeinflußt werden!
- Lagern Sie keinen Müll in Quellen oder in Quellnähe ab (weder Hausmüll, Autoreifen, Plastikabfälle, Bauschutt, Gartenabfälle, Mist usw.)!
- Drainieren oder Verfüllen Sie keinen Quellbereich!
- Entnehmen Sie keine großen Wassermengen aus einer Quelle!

- (1992–1999): Crunoecia 1–6, Zeitschrift der GfQ. Verlag Natur & Wissenschaft, Solingen.
- HINTERLANG, D. (1994): Von Bäumen, Kräutern und Moosen an Quellen. – In: LÖBF-Mitteilungen 1 „Quellen: Ökologie, Gefährdung, Bewertung und Schutzkonzepte.“ S. 18–23. – Hrsg. Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten (LÖBF), Recklinghausen.
- ILLIES, J. (1952): Die Mölle – Faunistisch-ökologische Untersuchungen an einem Forellenbach im Lipper Bergland. – Arch. Hydrobiol. Bd. 46.
- KLIMA, F. et al. (1994): Die aktuelle Gefährdungssituation der Köcherfliegen Deutschlands. – In: Natur und Landschaft, 69. Jg., Hef 11.
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER – LAWÄ (1995): Grundwasser-richtlinie 04/95 – Quellen.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BAD.-WÜRTT. (Hrsg.) (1994): Auswirkungen saurer Niederschläge auf Böden und Gewässer, Kurzbericht, Karlsruhe.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BAD.-WÜRTT. (1997): Arten, Biotope, Landschaft – Schlüssel zum Erfassen, Beschreiben, Bewerten. Fachdienst Naturschutz – Allgemeine Grundlagen 1; 2. Auflage, Karlsruhe.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BAD.-WÜRTT. (1997): §24a-Kartierung Bad.-Württ. – Kartieranleitung. Fachdienst Naturschutz – Allgemeine Grundlagen 2; 4. Auflage, Karlsruhe.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BAD.-WÜRTT. (1998): Grundwasserüberwachungsprogramm – Ergebnisse der Beprobung 1997. – Handbuch Wasser 3, Bd. 5, Karlsruhe.
- LAUKÖTTER, G. (1994): Zurück zu den Quellen. – In: LÖBF-Mitteilungen 1 „Quellen: Ökologie, Gefährdung, Bewertung und Schutzkonzepte.“ S. 10–17. – Hrsg. Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten (LÖBF), Recklinghausen.
- MAUDEN, R. (1994): Der Einfluß der Gewässerversauerung auf die Quellbach-zoozönose. – In: LÖBF-Mitteilungen 1 „Quellen: Ökologie, Gefährdung, Bewertung und Schutzkonzepte.“ S. 24–28. – Hrsg. Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten (LÖBF), Recklinghausen.
- OBBERDORFER, E. (1993): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. – Gustav Fischer Verlag Stuttgart.
- SCHÖNBORN, W. (1992): Fließgewässerbiologie. – Gustav Fischer Verlag Jena.
- SCHWOERBEL, J. (1984): Einführung in die Limnologie. – 5. Aufl. Gustav Fischer Verlag Stuttgart.
- STEENKEN, B. (1998): Die Grundwasserfauna: ein Vergleich zweier Grundwasserlandschaften in Baden-Württemberg. Reihe Umweltforschung in Baden-Württemberg, Ecomed-Verlag, Landsberg.
- WILMANN, O. (1984): Ökologische Pflanzensoziologie. – 3. Aufl. Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg.

ANHANG

Auszug aus dem Naturschutzgesetz:

[= Gesetz zur Änderung des Naturschutzgesetzes (Biotopschutzgesetz) vom 19. November 1991 – Gesetzblatt für Baden-Württemberg (GBl) Nr. 29 vom 30. November 1991, S. 701–713.]

§ 24 a

Besonders geschützte Biotope

(1) Die folgenden Biotope in der in der Anlage zu diesem Gesetz beschriebenen Ausprägung sind besonders geschützt:

1. Moore, Sümpfe, naturnahe Bruch-, Sumpf- und Auwälder, Streuwiesen, Röhrichbestände und Riede, seggen- und binsenreiche Naßwiesen;
2. naturnahe und unverbaute Bach- und

Flußabschnitte, Altarme fließender Gewässer, Hülen und Tümpel, jeweils einschließlich der Ufervegetation, Quellbereiche, Verlandungsbereiche stehender Gewässer sowie naturnahe Uferbereiche und naturnahe Bereiche der Flachwasserzone des Bodensees;

3. offene Binnendünen, Zwergstrauch- und Wacholderheiden, Trocken- und Magerrasen, Gebüsche und naturnahe Wälder trockenwarmer Standorte einschließlich ihrer Staudensäume;
4. offene Felsbildungen, offene natürliche Block- und Geröllhalden;
5. Höhlen, Dolinen;
6. Feldhecken, Feldgehölze, Hohlwege, Trockenmauern und Steinriegel, jeweils in der freien Landschaft.

(2) Alle Handlungen, die zu einer Zerstörung oder erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigung der besonders geschützten Biotope führen können, sind verboten. Weitergehende Verbote in Rechtsverordnungen und Satzungen über geschützte Gebiete und Gegenstände bleiben unberührt.

(3) Abweichend von Absatz 2 Satz 1 ist es zulässig,

1. Pflege- und Unterhaltungsmaßnahmen durchzuführen, die zur Erhaltung oder Wiederherstellung der besonders geschützten Biotope notwendig sind;
2. die land- und forstwirtschaftliche Nutzung in der Art und in dem Umfang fortzusetzen, wie sie am 31. Dezember 1991 ordnungsgemäß ausgeübt wurde;
3. die land- und forstwirtschaftliche Nutzung wieder aufzunehmen, die auf Grund vertraglicher Bewirtschaftungsbeschränkungen oder der Teilnahme an einem Extensivierungs- oder Stilllegungsprogramm zeitweise eingeschränkt oder aufgegeben worden war;
4. Nutzungen fortzusetzen oder aufzunehmen, die am 31. Dezember 1991 auf Grund einer behördlichen Gestattung oder

einer ausdrücklichen Regelung in einer Rechtsverordnung nach §§ 21 oder 24 ausgeübt werden oder begonnen werden dürfen;

5. Vorhaben im Sinne von § 35 Abs. 1 Nr. 1 und 2 des Baugesetzbuches durchzuführen, die in unmittelbarem räumlichem Zusammenhang mit einer landwirtschaftlichen Hofstelle oder einem ausgesiedelten Betriebszweig stehen.

(4) Die Naturschutzbehörde kann Ausnahmen von den Verboten des Absatzes 2 Satz 1 zulassen, wenn

1. überwiegende Gründe des Gemeinwohls diese erfordern oder
2. keine erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigungen des Biotops und der Lebensstätten gefährdeter Tier- und Pflanzenarten zu erwarten sind oder wenn durch Ausgleichsmaßnahmen ein gleichartiger Biotop geschaffen wird.

(...)

(7) Die Naturschutzbehörde erfaßt die besonders geschützten Biotope und trägt sie in Listen und Karten mit deklaratorischer Bedeutung ein. Die Listen und Karten liegen bei der Naturschutzbehörde und den Gemeinden zur Einsicht für jedermann aus. Die Gemeinden geben die Listen ortsüblich bekannt.

(8) Die Naturschutzbehörde teilt Eigentümern und sonstigen Nutzungsberechtigten auf Anfrage mit, ob sich auf ihrem Grundstück ein besonders geschütztes Biotop befindet oder ob eine bestimmte Handlung verboten ist.

Anlage zu § 24 a Abs. 1

Definitionen der besonders geschützten Biotoptypen

V o r b e m e r k u n g

1. Die nach § 24 a besonders geschützten Biotope werden anhand der Standortsverhält-

nisse, der Vegetation und sonstiger Eigenschaften definiert.

2. Zur Verdeutlichung der Biotopdefinitionen sind in der Regel besondere typische Arten aufgeführt. Insbesondere bei Wiesen- und Waldbiotopen begründet nicht das Vorkommen einer einzigen besonderen typischen Art, sondern erst die Kombination von mehreren der genannten Arten das Vorliegen eines besonders geschützten Biotopes.
3. Bei den Nummern 1.6, 1.8 und 3.5 sind zusätzlich die Kenn- und Trennarten des jeweiligen Biotoptyps durch Fettdruck gekennzeichnet. Diese Arten kommen fast nur in besonders geschützten Grünlandbiotopen, in der Regel aber nicht auf intensiv genutztem Grünland vor. Erst wenn mehrere der Kenn- und Trennarten auftreten, ist davon auszugehen, daß ein besonders geschützter Biotop vorliegt.
4. Als naturnah werden Biotope bezeichnet, die ohne gezielte Veränderung des Standortes oder ohne direkten menschlichen Einfluß entstanden sind, nicht wesentlich vom Menschen verändert wurden und höchstens extensiv genutzt werden, sowie künstlich geschaffene Biotope, die nach ihrer Entstehung einer weitgehend natürlichen Entwicklung überlassen wurden und für den Standort typische Pflanzen- und Tierarten aufweisen. Als naturnahe Wälder werden Wälder bezeichnet, deren Baum-

schicht weitgehend aus standortheimischen Baumarten besteht und die eine weitgehende Übereinstimmung von Standort, Waldbestand und Bodenvegetation aufweisen. (...)

2.4 Quellbereiche

Quellbereiche umfassen Quellen und deren typische Umgebung. Quellen sind örtlich begrenzte, natürliche, ständig oder zeitweise schüttende Quellwasseraustritte. Die typische Umgebung der Quellen umfaßt Quellfluren, Kleinseggen-Sümpfe, Niedermoore, Naßwiesen, nasse Staudenfluren und Quellwälder, die vom Quellwasser beeinflußt sind.

Erfaßt sind auch alle naturnah ausgebildeten Quellbereiche an gefaßten Quellen sowie Grundwasseraustritte, die zeitweise oder ständig einer Zufuhr von Oberflächenwasser ausgesetzt sind (Gießen oder Karstwasseraustritte).

Besondere typische Arten der Quellbereiche sind:

Quellkraut (*Montia fontana*), Bitteres Schaumkraut (*Cardamine amara*), Milzkraut-Arten (*Chrysosplenium* spp.), Quellmoos-Arten (*Philonotis* spp.), Starknervmoos-Arten (*Cratoneuron* spp.), Armleuchter-Algen (*Chara aspera*, *Chara hispida*, *Tolypella glomerata*, *Nitella syncarpa*), Brunnenkresse (*Nasturtium officinale*), Schneide (*Cladium mariscus*), Rispen-Segge (*Carex paniculata*).



Das Pyrenäen-Löffelkraut gilt als Eiszeitrelikt und wächst gerne in Kalktuff-Quellfluren, wie hier im Jagsttal.

Die Reihe „Biotop in Baden-Württemberg“:

- | | |
|--------|--|
| Nr. 1 | Binnendünen und Sandrasen |
| Nr. 2 | Höhlen und Dolinen |
| Nr. 3 | Wacholderheiden |
| Nr. 4 | Magerrasen |
| Nr. 5 | Streuwiesen und Naßwiesen |
| Nr. 6 | Felsen und Blockhalden |
| Nr. 7 | Bruch-, Sumpf- und Auwälder |
| Nr. 8 | Kartierung und Schutz |
| Nr. 9 | Moore, Sümpfe, Röhrichte und Riede* |
| Nr. 10 | Verlandungsbereiche* |
| Nr. 11 | Gebüsche und Wälder trockenwarmer Standorte* |
| Nr. 12 | Quellen und Quellbereiche |
| Nr. 13 | Uferbereiche und Flachwasserzonen des Bodensees* |
| Nr. 14 | Bäche, Flüsse und Altarme* |

* = in Bearbeitung

Weiteres Informationsmaterial zum Biotopschutz

- Naturschutz-Praxis. Flächenschutz 1: Gesetzlicher Biotopschutz – Vortrag mit Folien 1998
- Naturschutz-Praxis. Flächenschutz 2: Besonders geschützte Biotope – Vortrag mit Dia-Serie 1998