



Quellen- Leitfaden



Quellen-Leitfaden

Impressum

Die Deutsche Bibliothek – CIP – Einheitsaufnahme

Quellen-Leitfaden /[Hrsg.: Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz.
Red.: Herbert Kiewitz. Bearb.: Holger Schindler, Wolfgang Frey]. – 1. Aufl. Bearb.-Stand: April 2008. –
Mainz: Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz, 2008
ISBN 978-3-933123-19-0

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz (MUFV)
Kaiser-Friedrich-Str. 1, 55116 Mainz

Redaktion:

Dipl.-Ing. (FH) Herbert Kiewitz,
Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG)

Bearbeitung:

ProLimno Dr. rer. nat. Holger Schindler und Dr.-Ing. Wolfgang Frey

Grafische Gestaltung und Satz:

Tatjana Schollmayer (LUWG)
gesetzt in: Adobe Garamond Pro und Frutiger Next LT CE

Druck:

Grafisches Zentrum Mainz, Dekan-Laist-Straße 38, 55129 Mainz
gedruckt auf: hochweiß matt Recycling aus 100% Altpapier (Envirotop + Mundoplus)

© 2008, Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz
Kaiser-Friedrich-Straße 1, 55116 Mainz

Bearbeitungsstand: April 2008, 1. Auflage 3.000

Diese Broschüre kann beim Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz,
Postfach 3160, 55021 Mainz, gegen eine Schutzgebühr von 5,- EURO bezogen werden.

Wichtiger Hinweis:

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesregierung Rheinland-Pfalz herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch Wahlbewerberinnen und -bewerbern oder Wahlhelferinnen und -helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Kommunal-, Landtags-, Bundestags- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Inhalt

Die Ökologie der Quellen	1
Was ist eine Quelle, was ein Brunnen?	2
Welche Bedeutung haben Quellen für uns?	6
Faszination Quelle – ein eigenständiger Lebensraum	7
Wie sehen unsere Quellen aus? – Einführung in die Quelltypologie von Rheinland-Pfalz	12
Die Sturzquelle (Rheokrene)	15
Die Sickerquelle (Helokrene)	16
Die Tümpelquelle (Limnokrene)	17
Die Wanderquelle (Migrakrene)	18
Geochemische Sondertypen	19
Welche Pflanzen gibt es in und an Quellen? – Die Quellflora	23
Welche Tiere gibt es in und an Quellen? – Die Quellfauna	27
Was geschieht mit unseren Quellen? – Gefährdungsursachen	33
Erfassung und Bewertung von Quellbiotopen	35
Das Kartier- und Bewertungsverfahren für die Quellstruktur	36
Der Kartierbogen für die Quellstruktur, Arbeitsmaterialien	37
Erläuterung zur Kartierung und Abgrenzung von Quellen	40
Erläuterungen zu den Merkmalsgruppen im Kartierbogen	41
Berechnung der Bewertungsklasse	64
Kartierung von Gewässerchemie, Flora und Fauna	65
Das Programm QABS	66

Praktische Maßnahmen – Schutz und Revitalisierung von Quellen	67
Voraussetzung für spätere Maßnahmen: die Kartierung	70
Grundlegendes vor den eigentlichen Maßnahmen	71
Rechtliche Hintergründe und Fördermöglichkeiten	75
Maßnahmen im Wald	79
Maßnahmen im Offenland	81
Maßnahmen im Siedlungsbereich	85
Maßnahmen im Einzugsgebiet und Grundwasserschutz	87
Maßnahmen bei Quellfassungen	89
Revitalisierung einer gefassten Quelle:	90
Weitere Maßnahmen	93
Wie geht es nach den Maßnahmen weiter?	97
Literatur und Ansprechpartner zu Quellen	99



Grußwort

Quellen werden seit jeher als Ursprung des Wassers und – mythisch verklärt – als Ursprung des Lebens insgesamt angesehen. Als reinigende und Leben spendende Kraft werden sie mit Begriffen wie „Quell des Lebens“, „Quell der Jugend“ oder „Quell der Freude“ belegt. Brunnenheiligtümer im keltischen, römischen wie im christlichen Kulturkreis zeugen von einer hohen Wertschätzung und kultische Handlungen wie das „Augenauswaschen“ oder das Werfen von Münzen in Brunnen sind bis in die heutige Zeit erhalten geblieben.

Im Sommer kühl und im Winter warm bieten Quellen einen Lebensraum für viele spezialisierte Organismen, die nur hier vorkommen. Aufgrund der langen Verweildauer des Quellwassers im Boden ist seine Temperatur gleichmäßig und auch der Sauerstoff- und Mineraliengehalt verändert sich kaum. Quellen sind somit ein Ort von hoher Konstanz und Beständigkeit. Aber gerade diese Konstanz macht die Quellen auch zu sehr empfindlichen Biotopen. Bereits kleine Störungen können gravierende Veränderungen bewirken. Zudem weisen Quellen eine hohe Artenvielfalt auf. Fast 500 wasserlebende Tierarten sind elementar auf intakte Quelllebensräume angewiesen.



Heute sind die meisten Quellen jedoch mehr oder weniger verändert, gefasst oder verrohrt. Deshalb gehören die Quellen und Quellbereiche mittlerweile zu den am stärksten bedrohten Lebensräumen Deutschlands.

Mittlerweile wurden in Rheinland-Pfalz etwa 500 Quellen untersucht, mit dem Ziel, mehr zu erfahren über Lebensgemeinschaften, strukturelle Verhältnisse und die Gefährdungssituation.

Unser Ziel ist daher die Wiederherstellung naturnaher Quellen in Rheinland-Pfalz, die ihre Funktion im Natur- und Wasserhaushalt erfüllen.

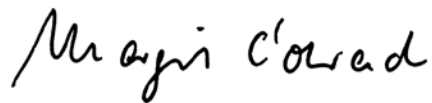
Hier haben wir eine besondere Verantwortung auch im Hinblick auf die Artenvielfalt unter den sich verändernden Rahmenbedingungen des Klimawandels, denn Rheinland-Pfalz ist eines der Zentren in Mitteleuropa für Bachtierarten, die keine große Wärmeschwankung vertragen.

Der vorliegende Leitfaden orientiert sich an aktuellen, ökologischen Forschungsergebnissen und soll helfen, Gefährdungen und Schäden durch Eingriffe zu erkennen, zu verhindern und Maßnahmen für eine naturnahe Entwicklung

zu ergreifen. Das Buch gibt praktische Hinweise zum Schutz, zur Pflege und zur Renaturierung der Quellen und bietet somit eine Arbeitsanleitung für Fachbehörden, Planungsbüros und den ehrenamtlichen Naturschutz.

Damit erfahren die früheren Aktionen „Rettet die Quellen“ (BUND; 1995) und „Quellen im Biosphärenreservat Pfälzerwald“ (Ministerium für Umwelt und Forsten/BUND/Biosphärenreservat Pfälzerwald; 1996) eine praxisnahe und anwendungsbezogene Fortsetzung. Das Bewertungs und Erfassungsprogramm zur Online-Eingabe von untersuchten Quellen ist über die Internetseite <http://www.quellenatlas.rlp.de> erreichbar.

Ich würde mich freuen, wenn der Leitfaden viele Menschen dazu bringt, sich für unsere Quellen einzusetzen und das angebotene Kartier- und Bewertungsprogramm zu nutzen. Nur gemeinsam kann ein umfangreicher Überblick über die Quellen in Rheinland-Pfalz gewonnen und der naturnahe Zustand unserer Quellen erreicht werden.



Margit Conrad

Ministerin für Umwelt, Forsten und
Verbraucherschutz, Rheinland-Pfalz

Die Ökologie der Quellen





Natürlich austretende
Quellen sind oft
schwer zu finden.

„Ein Quellbereich ist ein lokaler oder flächiger Grundwasseraustritt, der zumindest teilweise zu einem Abfluss führt, einschließlich der in diesem Bereich lebenden Pflanzen und Tiere. Zum Quellbereich gehören auch das den Grundwasseraustritt umgebende, vernässte Gebiet mit seiner Vegetation und der Beginn des abfließenden Baches (max. 100 m)“

nach Krüger, 1996

Was ist eine Quelle, was ein Brunnen?

Quellen sind natürliche, entweder ständig oder zeitweilig fließende Grundwasseraustritte an der Erdoberfläche. Sie sind die sichtbaren Ursprünge der Bäche und Flüsse. Das Grundwasser fließt bereits vorher langsam unter der Erde in Richtung des Quellaustritts, um anschließend oberirdisch mit höherer Geschwindigkeit im Quellbach weiterzufließen. Folglich bildet die Quelle einen Übergang vom Grund- zum Oberflächenwasser und ist eng mit dem Einzugsgebiet verknüpft. Am Wasseraustritt tritt das Wasser mit der Luft erstmalig in Kontakt. Quellen erstrecken sich etliche Meter in den oberen Abschnitt des Quellbaches hinein.

Der Lebensraum Quelle umfasst aber nicht nur den unmittelbaren Quellaustritt in Richtung des Bachabflusses, sondern auch die mehr oder weniger direkte Umgebung des Wasseraustrittes in alle Richtungen mit sämtlichen Tieren und Pflanzen. Die Flächenausdehnung kann dabei beträchtlich sein und bei großen Sickerquellen bis weit über 1.000 m² betragen. Deswegen spricht man besser von einem „Quellbereich“.

Die enge Verzahnung von Wasser und Land in den Quellbereichen verursacht dabei das Vorkommen unterschiedlicher Lebensgemeinschaften auf engstem Raum. Die dort lebenden Tiere und Pflanzen sind speziell an die vielgestaltigen Bedingungen in und an Quellen angepasst.

Worin unterscheidet sich nun eine Quelle von einem Brunnen? Grundsätzlich tritt eine Quelle natürlich aus dem Erdboden, Fels usw. aus, während mit einem Brunnen Grundwasser für den menschlichen Gebrauch erschlossen wird. Damit verbunden ist die Ableitung des Grundwassers in Bauwerke wie Brunnenstuben, Rohre, Rinnen oder Becken. Ein Brunnen ist als künstlich hergestellte, technische Anlage zur Erfassung von Grundwasser und Förderung von Trink- und Nutzwasser definiert. Damit sind Brunnen künstliche Aufschlüsse von Grundwasser, Quellen dagegen natürliche Grundwasseraustritte.

Die Trennung von Brunnen und Quelle war in früheren Zeiten nicht eindeutig, was noch in Ortsnamen und Dialekten erkennbar ist. Demnach meint das Wort „Brunn“ bzw. „Bronn“



eine frei abfließende Quelle, wobei historische Quellen sehr häufig, oft mit Rohr und Becken, gefasst sind. Die Quellfassung stellt den häufigsten Brunnentyp in der freien Landschaft dar. In Ortslagen ist ein Brunnen in der Regel stark vom Menschen beeinflusst („Laufbrunnen“), sein Wasser kommt mitunter auch aus der Leitung, z. B. bei Springbrunnen, und fließt in der Regel gleich in die Kanalisation ab.

Diese Brunnentypen haben mit natürlich austretenden Quellen nichts mehr gemein, besitzen aber oft kulturhistorischen Wert.

In gefassten Quellen ist zuweilen dennoch eine quelltypische Lebensgemeinschaft anzutreffen. Aus quellbiologischer Sicht sind vor allem alte Quellfassungen interessant, da sich bei ihnen nach Jahren bis Jahrzehnten wieder eine „echte“ Quellfauna und -flora ansiedeln kann.

Dies geht einher mit dem langsamen Verfall der Fassung, deren Bau vorher das Quellbiotop mehr oder weniger zerstört hatte. Sie wird letzten Endes von der Natur wieder zurückerobert. Das Quellwasser sucht sich dann seinen eigenen Weg über den Beckenrand, durch Spalten und Ritzen an der Fassung vorbei oder durch das benachbarte Gelände. Darum ist es wichtig, dass solche älteren Fassungen in Schutzüberlegungen mit einbezogen werden. Ein geduldeter, langsamer Zerfall kann auf diese Weise alte Wunden wieder heilen. Die Restaurierung der Fassung ist in einem solchen Fall nur in kulturhistorischem Sinne zu befürworten, da die Erneuerung der Fassung ökologisch einem Neuausbau und somit einer Zerstörung des wieder entstandenen Quellbiotops gleichkommt.

Die Fassung von Quellen war früher aus einem gut gemeinten, aber eher nutzungsgeprägten Naturverständnis heraus üblich, indem man die Quelle vor „Verwilderung“ schützen und „sichern“ wollte. Dies wird erkennbar, wenn als Naturdenkmal ausgewiesene Quellen gefasst sind. Diese Sichtweise entspricht eher dem Denkmalschutz als dem Naturschutz.

Als Schutzgut wird im Wesentlichen nur der anorganischen Teil der Quelle angesehen – das Quellwasser. Zum umfassenden Bild einer Quelle gehört aber auch ihr belebter Teil, den es heute um so dringlicher zu schützen gilt. Man war sich der Folgen des Eingriffs lange Zeit selbst im Na-



Brunnen als gefasste Quellen sind oft Mittelpunkte dörflichen Lebens.

turschutz nicht bewusst. Die Fassung von Quellen ist heute aus ökologischen Gründen verboten. Mittlerweile findet auch ein Gesinnungswandel bezüglich Natur und Ästhetik statt, so dass auch natürlich austretende Quellen als schön empfunden werden. Auch die Wartung und Pflege von Fassungen wirkt sich über Alter und Zustand entscheidend auf die Besiedlung aus. Alte, wenig unterhaltene und verfallene Fassungen weisen oft eine quelltypische Besiedlung auf, während neue und stark gepflegte Fassungen kaum besiedelt sind.

Quellen sind oft gefasst, auch in freien Landschaft.



Quellen gelten als heilige Orte und Kultstätten, von denen zahlreiche Sagen und Legenden berichten. Als wichtige Trinkwasserlieferanten bildeten sie die Kernpunkte menschlicher Siedlungstätigkeit. Ortsnamen wie Heilbronn, Eppenbrunn oder Alsenborn zeugen noch heute davon. Ihrem Wasser wird oftmals eine reinigende oder heilende Wirkung zugeschrieben.

Die folgenden Beispiele zeugen von der kulturhistorischen Bedeutung rheinland-pfälzischer Quellen.



„Vom Brubbel bis zum Jungfernsprung“

Berühmte Quellen in Rheinland-Pfalz



Die „Brubbel“ bei Wallenborn – Mineralquelle aus Menschenhand

Die „Brubbel“ ist das Wahrzeichen der kleinen Eifelgemeinde Wallenborn. In regelmäßigen Abständen kommt es zu Gas-Wasser-Eruptionen, bei denen aus der Tiefe aufsteigendes Kohlendioxid die Quelle zum Überlaufen bringt. Das Gas entsteht durch vulkanische Aktivitäten im Untergrund. Im Fachjargon ist die „Brubbel“ ein Calcium-Natrium-Hydrogencarbonat-Säuerling.



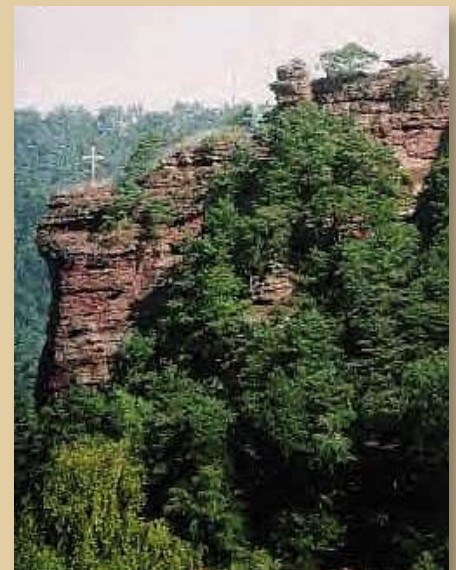
Die Gutenbornquelle bei Kindsbach – vorchristliches Quellheiligtum

Seit keltischer Zeit (etwa 1. Jh. vor Chr.) ist der Gutenborn bei Kindsbach/Pfalz als Quellheiligtum bekannt. Noch nach dem Zweiten Weltkrieg verwendeten Schwestern des Katholischen Waisenheimes in Landstuhl das borhaltige Quellwasser gegen Augenleiden. In den beiden sogenannten Heidenfelsen sind Reliefs eingemeißelt, die vermutlich eine keltische Fruchtbarkeitsgöttin und gallische Priester zeigen. In direkter Umgebung fand man tönernen Henkelkrüge aus dem 3. Jahrhundert, mit denen das Quellwasser transportiert wurde.



Die Nohner Wasserfall-Quelle – faszinierendes Naturphänomen

Nahe der Ortschaft Nohn in der Eifel entspringt der kalkreiche Quellbach der Nohner Wasserfälle. Durch Kalkausfällung (Versinterung) entstanden dort eindrucksvolle, moosbewachsene Terrassen und Kaskaden über die das Quellwasser zu Tal stürzt. Dieses berauschte Naturphänomen ist eine beliebte Touristenattraktion.



Die Sage vom Jungfernsprung bei Dahn

Über die wundersame Rettung einer Magd, die beim Holzsammeln vom Burgvogt bedrängt wurde, erzählt diese Geschichte:

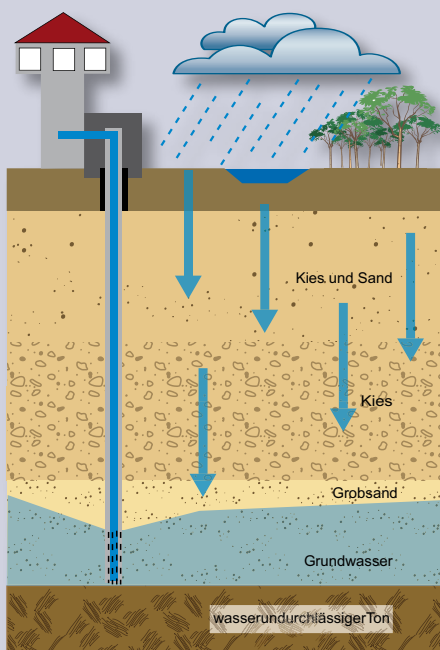
„Von alters wurde einmal ein Mädchen dort oben im Walde von einem Manne verfolgt, und da sie auf dem Kämme des Berges von Fels zu Fels geflohen und sich nicht mehr zu retten wusste, stürzte sie sich von der vorspringenden Bergstirne hinab in den Abgrund, wunderbar erhalten kam sie auf den Wiesengrund unten an, wo alsbald eine Quelle aufsprudelte, die heute noch lebendig ist.“ (August Becker 1858)

Alles Leben ging vom Wasser aus und ist notwendigerweise darauf angewiesen. Heute hat Wasser bei uns nicht mehr den gleichen Stellenwert wie früher, da es ständig verfügbar ist. Es wird leichter verschmutzt und sorglos verbraucht. Dies ist um so schlimmer, als es ungleich verteilt ist und viele Menschen zu wenig Wasser zum Leben haben, während andere verschwenderisch damit umgehen. Da die Menge des Wassers auf unserer Erde konstant bleibt und es nicht neu produziert werden kann, müssen wir den Umgang mit unserem „wichtigsten Lebensmittel“ neu überdenken.



„Wasser ist Leben“

Wo kommt unser Trinkwasser her?



Trinkwasserbrunnen

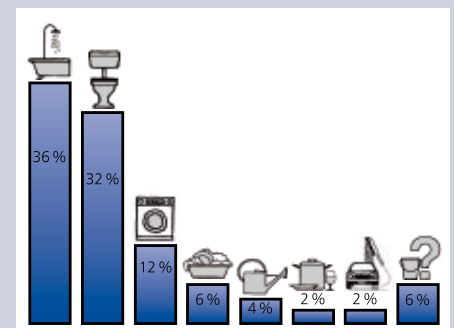
In Rheinland-Pfalz stammen 71 % des Trinkwassers aus Tiefbrunnen und somit aus dem (nicht unerschöpflichen) Grundwasserspeicher. 17 % werden aus gefassten und überbauten Quellen gewonnen. Die restlichen 12 % stammen aus dem Uferfiltrat größerer Flüsse sowie aus behandeltem Oberflächenwasser von Seen und Talsperren. Übersteigt die Förderung die Grundwasserneubildung, wird der Grundwasserspiegel gesenkt mit der Folge, dass Quellen versiegen und Feuchtgebiete austrocknen können.

Der Pro-Kopf-Verbrauch von Trinkwasser liegt in Rheinland-Pfalz bei ca. 130 l am Tag. Der größte Teil davon (36 %) wird zur Körperpflege, zum Baden und Duschen verbraucht. An zweiter Stelle folgt die Toilettenspülung durch die 32 % unseres kostbaren Trinkwassers in die Kanalisation rauschen! Lediglich 2 % werden zum Kochen und Trinken verwendet.

Wie können wir Trinkwasser sparen und damit (nicht nur) unsere Quellen schonen?

Indem wir:

- ◆ duschen statt baden,
- ◆ tropfende Wasserhähne reparieren,
- ◆ Sparspülungen in die Toilette einbauen,
- ◆ Sparprogramme bei der Waschmaschine nutzen und
- ◆ Regenwasser zum Gießen und als Brauchwasser verwenden.



Wasserverbrauch in Rheinland-Pfalz

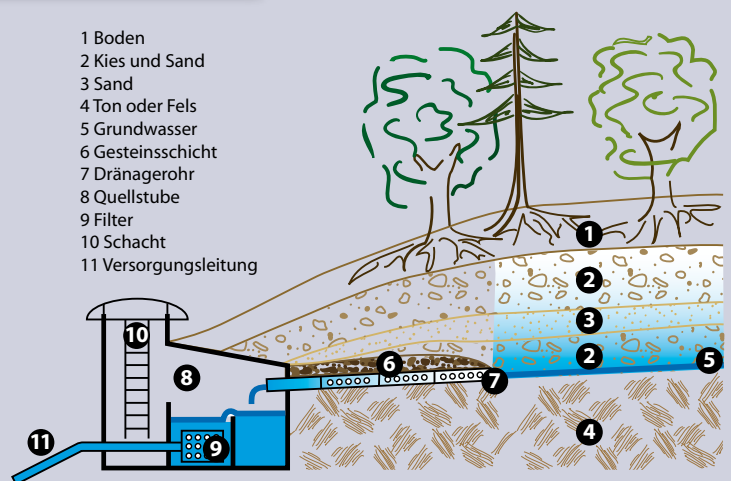
„Das Prinzip aller Dinge ist das Wasser, denn Wasser ist alles und ins Wasser kehrt alles zurück.“
Thales von Milet (624-547 v. Chr.)

Für die 1,4 Millionen Einwohner Münchens und einiger angeschlossener Randgemeinden werden pro Sekunde(!) 4200 l Trinkwasser gefördert, die nur über ausgeklügelte Fördersysteme beschafft werden können

Grundwasserfördergebiet Pfälzerwald: im Schnitt 1300 l/s

	Bayern	RLP
aus Brunnen	675 Mio. m ³ (73,4 %)	71 %
aus Quellen	182 Mio. m ³ (19,8 %)	17 %
aus Uferfiltrat	38 Mio. m ³ (4,2 %)	12 %
aus Oberflächenwasser	24 Mio. m ³ (2,6 %)	

- 1 Boden
- 2 Kies und Sand
- 3 Sand
- 4 Ton oder Fels
- 5 Grundwasser
- 6 Gesteinsschicht
- 7 Dränagerohr
- 8 Quellstube
- 9 Filter
- 10 Schacht
- 11 Versorgungsleitung



Quellfassung zur Trinkwassergewinnung

Welche Bedeutung haben Quellen für uns?

Eine wichtige Funktion der Quellen ist die Trinkwassernutzung, die sich allerdings weg von Entnahmen aus Quellen hin zu Grundwasserentnahmen aus größeren Tiefen mittels Tiefbrunnen verlagert hat. Ursache hierfür waren einerseits der gestiegene Wasserbedarf und andererseits die Qualitätsprobleme oberflächennaher Grundwässer. Die Wasserwirtschaft ist aber nicht der einzige Nutzer von Quellwasser. Es wird für die verschiedensten Zwecke verwendet: angefangen vom Wanderer, der seinen Durst an einer Quelle stillt, über die Viehtränke und das Wassertretbecken bis hin zum Fischteichbesitzer, der Quellwasser in seinen Fischteich einleitet.

Quellen sind Indikatoren für einen natürlichen, intakten Wasserhaushalt. Wegen ihrer Indikatorfunktion kommt Quellen für das Umweltmonitoring und für die Wissenschaft eine große Bedeutung zu, wie sich erst in jüngster Zeit abzuzeichnen beginnt. Umweltmonitoring heißt, dass Quellen als Spiegel ihrer Einzugsgebiete Rückschlüsse über dessen Beeinträchtigung zulassen. So können Maßnahmen im Grundwasser-, Boden- und Fließgewässerschutz gezielt ergriffen und die Umweltverschmutzung besser überwacht werden (Globale Erwärmung).

In der Wissenschaft sind Quellen lange Jahre vernachlässigt worden. In den letzten Jahren genießen Quellen jedoch immer stärkere Beachtung. Vor allem wurde erkannt, dass Quellen keine „Anhängsel“ der Bäche sind, sondern einzigartige Bedingungen mit einer völlig eigenständigen Fauna und Flora aufweisen.

Quellen haben wichtige Aufgaben indem sie z. B. nach einem ökologischen Störereignis, das weiter unterhalb im Bach stattfindet, das Wiederbesiedlungspotential bereitstellen, von dem aus sich der Bach neu beleben und regenerieren kann. Solche Störereignisse können natürlich (Hochwasser) oder vom Menschen ausgelöst sein (belastende Einleitung, Ausbau des Gewässers). Vor allem aber stellen quellnahe Bereiche Orte dar, in denen das Oberflächenwasser noch klar, sauber und unverbraucht ist. So bilden sie Refugien, in die sich viele Tiere und Pflanzen zurückziehen, die auf sauberes, kaltes Wasser angewiesen sind und dort im Vergleich zu Bächen und

Teichen relativ konstante Umweltbedingungen vorfinden.

Quellen haben neben ihrer ökologischen und ihrer Funktion für den Arten- und Biotopschutz noch eine ganz andere Bedeutung: sie besitzen Erholungsfunktion. Gerade die Quelle kann auf engem Raum durch viele Strukturen einiges an Ästhetik wie Wasserfälle, Kaskaden und eine ansprechende Pflanzenwelt mit Farnen und Moosen bieten.

Da Wanderwege oft Quellen zum Ziel haben oder an ihnen vorbeiführen, gelangen viele Besucher an Quellen. Daraus erwachsen natürlich auch Probleme für diese empfindlichen Biotope, auf die noch ausführlich eingegangen wird.

Ein weiterer Aspekt der Quellen ist ihre kulturhistorische Bedeutung. Bekannte Quellen wie der Blautopf, Siegfriedquellen und berühmte Heilquellen haben ihren Stellenwert in Märchen und Sagen sowie in der Mythologie. Als eines der Naturgeheimnisse versuchte man sich ihre Entstehung zu erklären, indem man sie ins göttliche Umfeld verlagerte. Dabei spielten vergossene Tränen, das Blut Unschuldiger, Blitzschlag, der Hufschlag eines Pferdes oder der Schlag eines Mannes (Moses in der Bibel) eine Rolle. So entstanden in unterschiedlichen Kulturkreisen ähnliche Erklärungsversuche.

Quellen symbolisieren Fruchtbarkeit, oft dargestellt durch das Weibliche. In früherer Zeit fanden viele Kulthandlungen an Quellen statt. Noch heute finden Pilgerfahrten zu Quellen zahlreiche Anhänger (Lourdes). Oft sind an solchen Stätten später Klöster, Kirchen oder Kapellen und nachfolgende Siedlungen errichtet worden. Viele Ortsnamen weisen noch heute darauf hin (s. Seite 4).

In Musik, Literatur und bildender Kunst kam der Quelle eine stark symbolisierte Rolle zu. Die Bedeutung der Quelle liegt hier vor allem an den zugeschriebenen Eigenschaften als Symbol des Lebens, der Reinigung und Heilung, des Kreislaufs, der Vergänglichkeit, des Unbewussten, der Sexualität und Fruchtbarkeit, der Wahrheit und Weisheit sowie der schöpferischen Tätigkeit.



Faszination Quelle – ein eigenständiger Lebensraum

Quellen bilden als Übergangsbiopte zwischen Oberflächenwasser und Grundwasser eine Brücke zwischen dem Bach und dem Wassereinzugsgebiet. Sie sind im wahrsten Sinne des Wortes fließende Übergänge – nicht nur vom Grundwasser zum Quellbach, sondern auch von Wasser zu Land, weil Quellen eng mit ihrem Umfeld verzahnt sind. Als „Schnittmenge“ von Ökosystemen des Grundwassers, der Fließgewässer, der terrestrischen Umgebung sowie z. T. auch Stillgewässern tragen Quellen in unterschiedlichem Maße die Merkmale dieser Biotope. Solche Lebensräume mit ausgeprägtem Übergangsscharakter bezeichnet man als Ökotone oder Schnittstellenbiotope. Zwischen den einzelnen Kompartimenten gibt es vielfältige Beziehungen, so dass man einen Quellbereich als individuellen Biotopkomplex ansehen muss.

An Quellbiotopen herrschen spezielle Bedingungen, an die sich die Quellorganismen angepasst haben. Einerseits sind viele Umweltgrößen im Quellwasser sehr konstant, vor allem in stärker fließenden Quellen. Dort bleiben Temperatur und Zusammensetzung des Wassers im Jahresverlauf nahezu unverändert. Andererseits können diese Faktoren in den Rand- und wasserüberperlten Bereichen stärker schwanken.

Generell sind Quellen relativ nährstoffarm. Knapp 500 Tierarten in Mitteleuropa sind wegen dieser einzigartigen Umweltfaktoren-Kombination speziell auf diesen Lebensraum angewiesen. Für die Bindung verantwortlich ist auch der konstante Feuchtgradient und mikroklimatische sowie Konkurrenzaspekte.

Ökologisch bedeutsam ist, dass das Ökosystem Quelle nicht am Ufer aufhört, sondern darüber hinausgeht. Die Lebensgemeinschaft ist im hohen Maße abhängig vom Umfeld, das die Nahrungsbasis garantiert, so dass Quellen als offene Systeme in engem Austausch mit ihrer Umgebung stehen. Das Einzugsgebiet und das unmittelbare Umfeld entscheiden über die individuellen Bedingungen an einer Quelle. Dies betrifft die Wassereigenschaften und die Vegetation und damit Lichteinfall sowie den Falllaubeintrag.

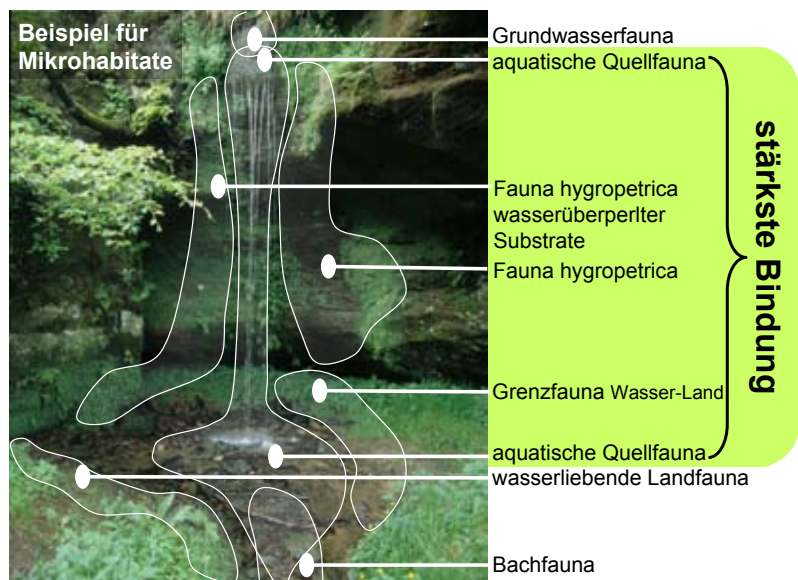
Quellen sind eigenständige Biotope mit einer speziellen Flora und Fauna.

Wichtige Größe für die Quellbesiedlung ist die Wasserströmung, welche für die Quellbewohner die ständige Gefahr bedeutet, in den Quellbach abgedriftet zu werden. Kieselalgen, die an Steinen wachsen, sind in strömungsstarken Bereichen die einzigen Pflanzen, die sich halten können.

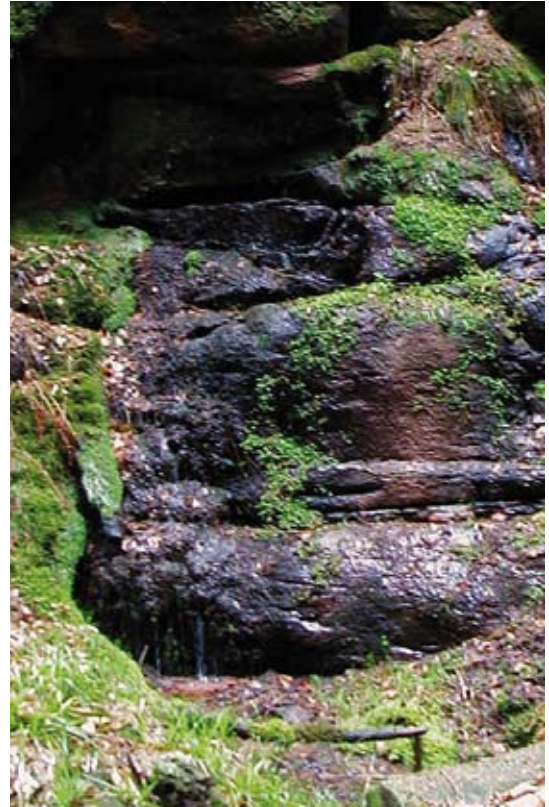
Tiere haben besondere Anpassungen zum Festhalten wie Krallen, Saugnäpfe, Haken, Kriechsohlen und Haftfäden entwickelt. Außerdem richten sich die meisten Tiere gegen die Strömung aus, so dass Wanderungen bachaufwärts erfolgen und so das Abschwemmen teilweise ausgeglichen wird. Zur Quelle hin werden lediglich Grundwassertiere abgedriftet.

Wichtige Faktoren, welche auch die Wasserströmung beeinflussen, sind Strukturelemente und Substrate. Sie bestimmen die äußere Form und Gestalt der Quelle.

Quellen sind von ganz verschiedenen Faunenelementen besiedelt.



Viele Quellen trocknen im Sommer mehr oder weniger aus (Quelle im Frühjahr-Herbst-Vergleich).



Insgesamt gilt: je mehr unterschiedliche Strukturen existieren, desto artenreicher ist die Lebensgemeinschaft, da viele Tiere auf eine bestimmte Substratkombination angewiesen sind. Meist fällt die strukturelle Vielfalt natürlicher Quellbiotop erst bei näherem Hinsehen ins Auge: organische Substrate sind überrieselte Moospolster, Totholz aus Ästen und Zweigen, Wurzeln, Falllaub und sich zersetzende Pflanzenreste (Detritus). Daneben gibt es verschiedene Wasser- und Uferpflanzen, meist Wassermoose und Kräuter sowie Hochstauden wie Seggen und Farne. Als anorganische Substrate findet sich Fels, Steine, Kies und Sand sowie Feinmaterial. Naturnahe Quellen besitzen unterschiedliche Anteile und Kombinationen aus einer Vielzahl dieser Substrate.

So bildet letztendlich jedes Quellbiotop ein einzigartiges Mosaik von Klein- und Kleinststrukturen, so genannten Mikrohabitaten aus, auf die spezielle Tiere und Pflanzen angewiesen sind. Eine Einfassung (Rohr, Becken) ist dagegen äußerst strukturarm, verursacht eine Ver-

ringung der Lebensgemeinschaft und stellt eine so genannte Wanderbarriere dar.

Ein künstlicher Absturz z. B. verhindert die natürliche Wanderung der Tiere aufwärts (Aufstiegshindernis). Dies ist besonders problematisch bei Tieren, die keine flugfähigen Stadien besitzen, wie beispielsweise Krebse, Muscheln, Schnecken, Strudelwürmer und wandernde Gurndwassertiere. Lediglich alte Fassungen, die von der Natur zurückerobert wurden und zum Teil defekt sind, also zusätzliche Strukturen aufweisen, haben weniger schädliche Auswirkungen.

Bedeutender Faktor ist die Dynamik des austretenden Wassers (Schüttung). Durch starke Schüttungen werden Tiere verdriftet und die Substratzusammensetzung verändert, dagegen besteht bei geringer Quellschüttung Austrock-

Die Fassung einer Quelle schränkt deren Besiedlung ein.



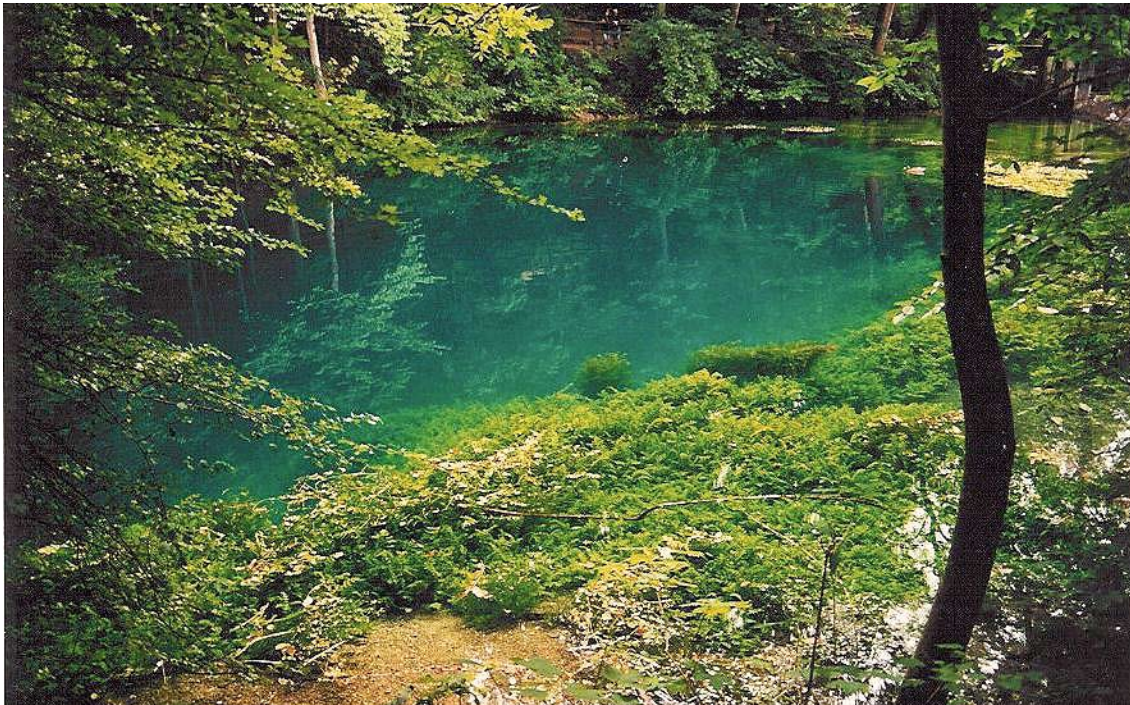
nungsgefahr. Besonders die Größe des Einzugsgebietes entscheidet darüber, ob eine Quelle ständig (perennierend) oder zeitweilig (periodisch, temporär) schüttet.

Periodische Quellen schütten übers Jahr gesehen länger als sie trocken fallen, während temporäre Quellen öfter trocken sind als Wasser führen. Sind ständig schüttende Quellen sehr konstant in ihren Lebens- und Umweltbedingungen, so gilt dies nicht für periodische Quellen. Das zeitweise Trockenfallen der Quelle wird als einschneidendes Ereignis nur von speziell angepassten Organismen überdauert. Feuchte Bodenbereiche bilden ein Refugium für viele Lebewesen, die dort überdauern. Ein solcher Bereich ist besonders empfindlich, weil er als Quellbereich kaum noch erkennbar ist.

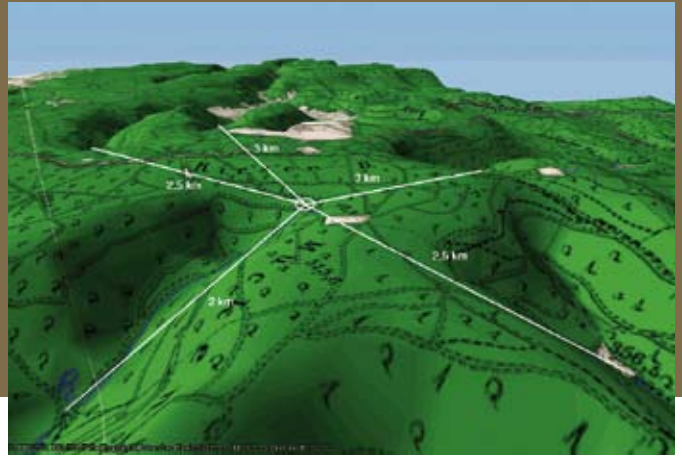
Die Schüttung einer Quelle kann stark von der Geologie abhängig sein. Karstquellen haben z. B. einen stark schwankenden Wasserabfluss, da kalkhaltiges Gestein, das oft viele Hohlräume hat, das Wasser schlecht speichert. So kommen nach Starkregenereignissen sehr starke Schüttungen zustande. So kann im Blautopf bei Blaubeuren die Schüttung kurzzeitig bis zu 23 m³/s betragen.

Zwar sind Quellen in der Regel sehr klein, die durchfeuchtete Fläche, wo noch Quellorganismen zu finden sind, ist aber häufig viel größer. Dies merkt man dann, wenn man sich einer Quelle nähert und unerwarteterweise bereits im matschigen Quellbereich steht. Die Unscheinbarkeit unterstreicht die Sensibilität der Quellen, die zu ihrer Kleinräumigkeit und Isolation noch hinzukommt. So dauert die Wiederbesiedlung gestörter Quellen durch die typische Quellfauna sehr lange, da die Tiere aus weit entfernten Quellen einwandern müssen.

Die Wassertemperatur größerer Quellen bleibt am Austritt nahezu immer gleich, egal zu welcher Tages- oder Jahreszeit, und entspricht in etwa der mittleren Lufttemperatur (7 – 10°C). Im Winter bilden Quellen nicht zufrierende Wärmeinseln, im Sommer bleibt das Quellwasser kalt. Organismen, die solche Bedingungen benötigen, bezeichnet man als kaltstenotherm. So kommt es, dass hier sowohl Arten leben, die seit den Eiszeiten überdauert haben, weil sie auf ständig kühle Temperaturen angewiesen sind (Glazialrelikte), als auch frostempfindliche Arten, die den Winter nur im wärmeren Quellwasser überdauern können. Im Quellbach werden



Der Blautopf in Blaubeuren (Schwäbische Alb) – der Austritt eines zutage tretenden Höhlenbachsystems. Diese Karstquelle schüttet sehr stark mit wechselnder Wassermenge



„Leben in der Isolation“

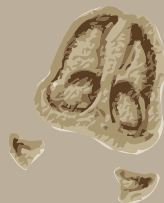
Quellen als Inseln im Wald

Quellen sind oft kleinräumige und unscheinbare Lebensräume. Nicht zuletzt deshalb sind sie auch besonders störungsempfindlich. Hinzu kommt ihre meist isolierte Lage, da benachbarte Quellen oft mehrere Kilometer entfernt liegen. Die Quelldichte in Rheinland-Pfalz beträgt im Schnitt lediglich eine Quelle je Quadratkilometer. Nur noch wenige Quellbereiche befinden sich in einem naturnahen Zustand, weshalb die Abstände zwischen natürlich besiedelten Quellen immer größer werden. Quellspezialisten finden sich deshalb in großer Zahl auf den Roten Listen der gefährdeten und vom Aussterben bedrohten Arten.

Quelle am
Wölferlinger Kopf
(Westerwald)



Schon kleinste Eingriffe können für die Tier- und Pflanzenwelt einer Quelle fatale Folgen haben, da eine Wiederbesiedlung meist nur sehr begrenzt möglich ist. Die Quellbewohner müssen einen oft (kilometer-) weiten Weg aus benachbarten Quellen zurücklegen. Forschungen ergaben, dass nach knapp vier Jahren erst die Hälfte der ursprünglichen Arten an eine renaturierte Quelle zurückgekehrt sind – allerdings nur, wenn vorher die Störungsursache vollständig beseitigt wurde.



Wie die Wiederbesiedlung einer Quelle stattfindet ist noch weitgehend unbekannt. Der in Bächen wichtigste Verbreitungsweg durch Drift in Richtung des Unterlaufs kommt naturgemäß nicht in Frage. Insekten, deren Larven sich in Quellen entwickeln, sind aufgrund ihrer Flugfähigkeit sehr mobil. Andere Organismen lassen sich vermutlich als austrocknungsresistentes Ei oder Dauerstadium mit Hilfe anderer Tiere (Vektoren) von einer Quelle zur nächsten transportieren. So befördern etwa Säugetiere und Vögel zwischen ihren Zehen Schlamm und mit ihm vielleicht einige blinde Passagiere über weite Strecken bis zur nächsten Quelle.

Quellgäste: Wildschwein und seine Suhle



die Temperaturschwankungen mit zunehmender Entfernung von der Quelle immer größer.

Anhand der geologischen Gegebenheiten werden grundsätzlich kalkreiche Karbonatquellen von kalkarmen Silikatquellen unterschieden. Silikatquellen haben weiches, ionenarmes Wasser und sind aufgrund ihres geringen Puffervermögens säureempfindlich, z. B. gegenüber saurem Regen. Solche Quellen finden sich großräumig in Buntsandstein- und Quarzitgebieten wie dem Pfälzerwald und dem Hunsrück sowie in Gebieten mit saurem Ursprungsgestein wie Granit und sauren Magmatiten.

Dagegen ist bei Karbonatquellen das Wasser kalkreich und gut gegen Versauerung abgepuffert. Eine wichtige Kenngröße ist der pH-Wert, der bei gut gepuffertem Gestein um den Wert 7 liegt. Er ist, vereinfacht gesagt, ein Maß für den Säuregehalt des Wassers. In kalkreichen Regionen und in Quellen mit hohem Pflanzenbesatz liegt er etwas über 7, in Gebieten mit silikatischem Ausgangsgestein liegt er niedriger um pH 5,5 – 6. Werte unter pH 5 sind meist durch den Menschen verursacht, z. B. durch sauren Regen oder Fichtenanpflanzungen. Versauerung

führt zu einem Rückgang der Artenzahlen, da im sauren Wasser nur noch säureunempfindliche Organismen überleben.

Einige chemische Parameter geben Rückschlüsse auf die Nährstoffsituation für Pflanzen und Bakterien und auf die anorganische bzw. organische Verschmutzung. Solche Parameter z. B. sind die Leitfähigkeit und der Gehalt an Stickstoffverbindungen, vor allem an Nitrat.

Der Nährstoffgehalt ist in Quellen natürlicherweise gering, weil das Grundwasser oft erst nach Jahren oder Jahrzehnten der Filterung wieder an die Oberfläche gelangt. In Quellen stammen Stickstoffverbindungen oft aus Düngemitteln und, in geringerer Konzentration, auch aus Niederschlägen. In verschmutzten Quellen werden Quellorganismen, welche an das nährstoffarme Wasser angepasst sind, von „Allerweltsarten“ (Ubiquisten) verdrängt.

Naturgemäß sind die meisten Quellen durch Laubbäume und Büsche beschattet. Wichtigster natürlicher Nährstofflieferant ist deswegen Falllaub, das entweder direkt in die Quelle gelangt oder mit dem Regenwasser eingeschwemmt wird.



Quellen liegen wie Inseln im Wald, die nächste Quelle ist oft kilometerweit entfernt.

Wie sehen unsere Quellen aus? – Einführung in die Quelltypologie von Rheinland-Pfalz

Lange Zeit blieb die Entstehung der Quellen rätselhaft. Bis ins 19. Jahrhundert gab es z. T. abenteuerliche Spekulationen. So sollen Quellen durch versickertes Meerwasser entstanden sein oder Vulkanismus wurde zu Erklärungsversuchen herangezogen.

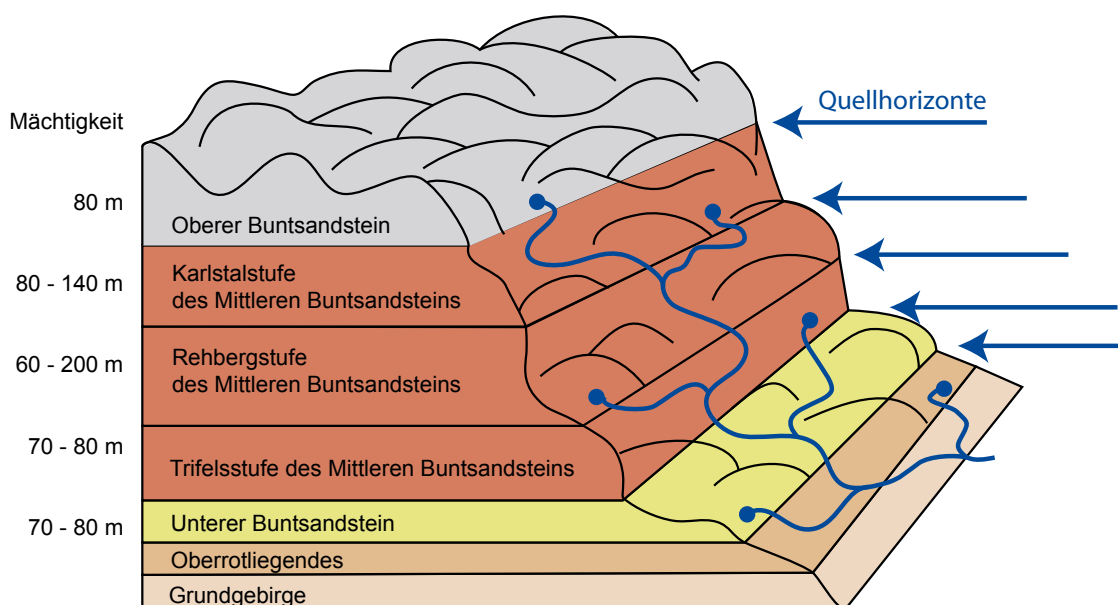
Bereits Aristoteles vertrat aber schon um 350 v. Chr. eine Auffassung, die der heutigen sehr ähnlich war. Danach versickert Regen- und Tauwasser im Boden – vor allem in bergigen Regionen – und wird durch Stein-, Erz und Tonschichten sowie durch wasserdurchlässige Gesteinsspalten und poröse Gesteine geleitet. Durch diese Wasserführung tritt das nunmehr gefilterte Grundwasser als Quelle wieder an die Erdoberfläche.

Gebirge sind wie riesige Schwämme, die, mehr oder weniger saugfähig, Wasser aufnehmen und als Grundwasser langsam unterirdisch zu Tal leiten. Er sucht sich über Jahre und Jahrzehnte hinweg, eingezwängt zwischen wasserundurchlässigen Schichten, seinen Weg talwärts, bis es irgendwann in Form einer Quelle die Oberfläche erreicht oder in ein Oberflächengewässer infiltriert. Das Grundwasser fließt dabei im so genannten Grundwasserleiter, oft in verschiedenen Stockwerken. Grundwasserneubildung ist nur möglich, wenn Niederschläge im Boden

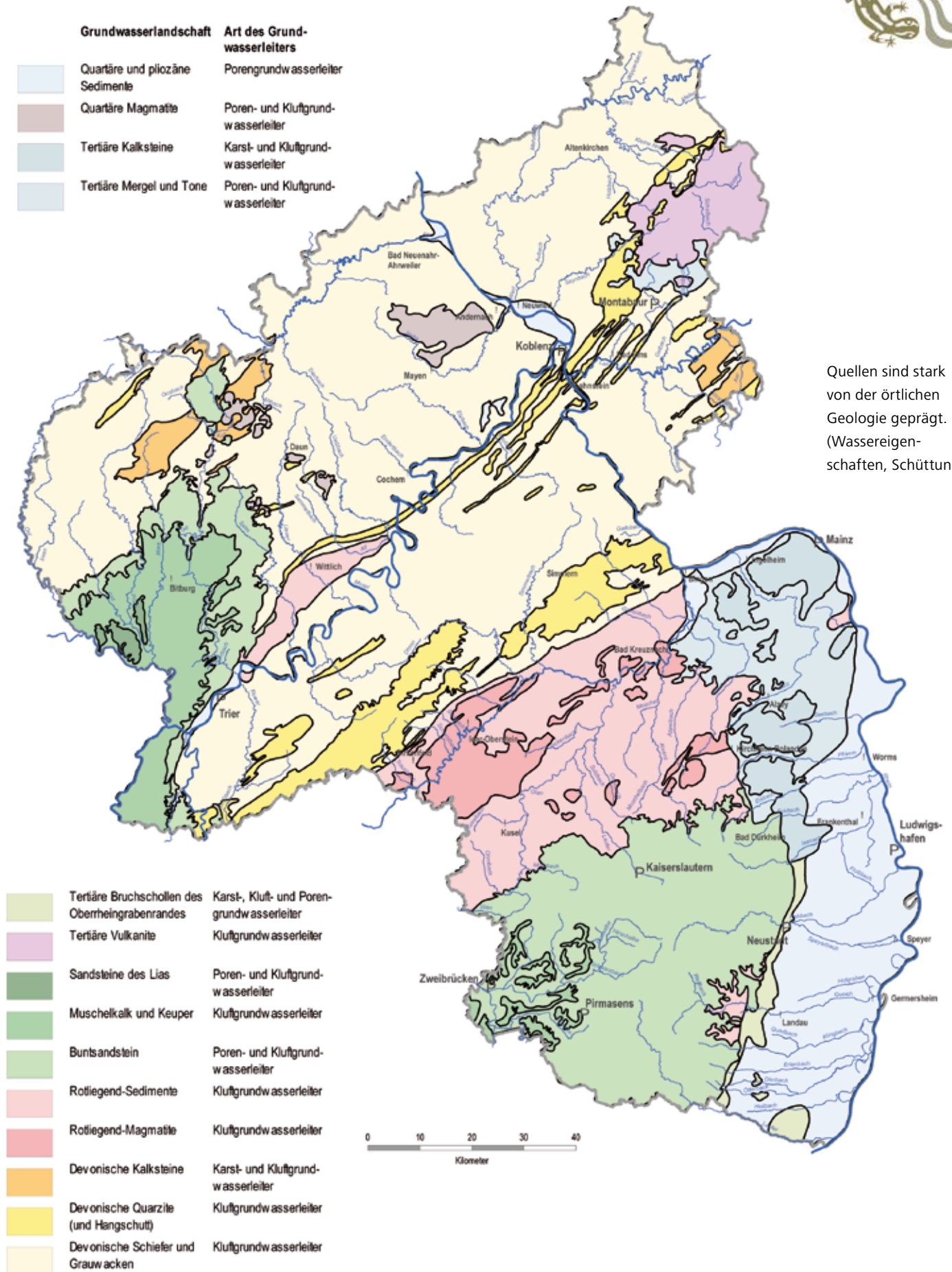
versickern können. Dabei werden in Boden und Gestein verschiedene Mineralien gelöst und das Grundwasser erhält so seine charakteristische Zusammensetzung. Boden und wasserdurchlässige Gesteinsschichten wirken aber auch als Filter, der gelöste Stoffe zurückhält. Deswegen ist Grundwasser meist von guter Qualität. Die Landnutzung im Einzugsgebiet ist für das Quellwasser sehr wichtig. So können Belastungen des Grundwassers z. B. mit Pestiziden aus der Intensivlandwirtschaft nachgewiesen werden.

Lange Zeit wusste man nicht, dass das Grundwasser selbst ein faszinierender Lebensraum ist, in dem viele ungewöhnliche Tiere vorkommen, die sich an dessen Unwirtlichkeit (Dunkelheit, Nährstoffarmut, Kälte) angepasst haben. Dieser hochinteressante Lebensraum ist noch weniger bekannt als der Lebensraum Quelle.

Wenn man sich verschiedene Quellen ansieht, gibt es sehr große Unterschiede: die eine Quelle ist scheinbar überhaupt nicht von Pflanzen besiedelt, während die andere völlig zugewachsen ist. Die Morphologie der Quellen ist ähnlich stark differenziert: sie reicht vom dauernden Wasserfall bis zur stehenden Pfütze mit langsam beginnendem Bach. Viele fal-



Quellen treten meist an geologischen Schichtgrenzen aus. (hier: Pfälzerwald)



Quellen sind stark von der örtlichen Geologie geprägt. (Wassereigenschaften, Schüttung)

Naturnahe Quellen liegen fast immer im Wald, trotzdem gibt es bei extensiver Bewirtschaftung auch naturnähere Offenlandquellen.



Quellen werden als offene Systeme stark von ihrem Umfeld beeinflusst.



len zeitweise sogar ganz trocken. Kann man bei dieser Vielfalt überhaupt von Gemeinsamkeiten sprechen? Welche Kriterien soll man anwenden? Und welche Quelltypen werden letztlich unterschieden?

Trotz der enormen Vielseitigkeit der Kleinstlebensräume und der Einzigartigkeit jedes Standortes werden Quellen in Kategorien, sogenannte Quelltypen, eingeteilt. Entscheidende Faktoren und Kriterien für die Einteilung sind die Morphologie, die Schüttungsdynamik, die Wassereigenschaften oder die Lichtverhältnisse.

Grundsätzlich lassen sich Waldquellen und Offenlandquellen unterscheiden, wobei letztere auch als Grünland- oder Wiesenquellen bezeichnet werden. Offenlandquellen sind alle mehr oder weniger menschlichen Ursprungs. Naturnahe Quellen sind meist Waldquellen. Essentiell sind in dieser Quelle natürliche Lichtverhältnisse: im Sommer ist die Waldquelle intensiv beschattet, so dass das gering einfallende Licht die Bodenvegetation begrenzt. Es wachsen nur niedrige Moose, Kräuter und wenige Hochstauden, meist Farne. So bleibt die Wassertemperatur auch im anschließenden Quellbach konstant niedrig. Im Winter dagegen wird der Quellbereich in einem Laub-Mischwald, wie er im Mittelgebirge und Flachland natürlicherweise vorkommt, stärker besonnt. Dies verursacht neben einem ausgeglichenen Temperaturhaushalt gute Lichtbedingungen für die Quellpflanzen, die als Anpassung daran bereits sehr früh im Jahr blühen.

Die Offenland- oder Wiesenquelle wird höchstens durch Hochstauden beschattet, die im Laufe des Sommers an Höhe gewinnen und im Winter absterben. Die Sonneneinstrahlung ist ganzjährig wesentlich stärker, was sich auf die Wassertemperatur, das Pflanzenwachstum und nachfolgend auf das Nährstoffangebot im Wasser auswirkt. Der Mensch hält den Quellbereich in der Regel durch Mahd oder Beweidung mit Vieh offen, so dass sich keine Waldsukzession einstellen kann. Die krautigen Pflanzen sind Ersatz für Falllaub und stellen Nahrung und Strukturen für die Fauna. Da bereits vor dem Menschen natürliche, offene Quellen vorhanden waren (Moore, Beweidungsdruck an Wasserstellen) lebt hier eine Reihe speziell angepasster Pflanzen.



Die Einteilung der Quellen nach ihrer Morphologie ist am bekanntesten und wird häufig benutzt, da sie die Biologie am besten widerspiegelt. Hier lassen sich trotz eigenem Charakter der Quelle drei morphologische Hauptquellentypen unterscheiden: Sturz-, Sicker- und Tümpelquelle, ergänzend kommt in Rheinland-Pfalz die Wanderquelle als vierte Type hinzu.

Die Hauptquellentypen sind nicht mit gleicher Häufigkeit über die Fläche verteilt. Sturzquellen finden sich vermehrt in bergigem und steilem Gelände wie z. B. dem Pfälzerwald, während Sickerquellen im Hügelland und flacheren Regionen vorherrschen. Tümpelquellen sind allgemein recht selten, können aber in allen Regionen vorkommen, dann jedoch meist in Bachtälern und an Talrändern. Wanderquellen findet man in Naturräumen mit gröberen und leicht durchlässigen Substraten.



Typische Sturzquellen

Die Sturzquelle (Rheokrene)

Der bekannteste Quelltyp, welcher der „klassischen“ Vorstellung einer Quelle am ehesten entspricht, ist die sogenannte Sturzquelle. Dieser Typ ist dadurch gekennzeichnet, dass das Wasser punktuell austritt und meist aus Felsspalten, unter Wurzeln oder aus einer Höhlung sprudelt.

Naturnahe Sturzquellen besitzen eine relativ geringe Biotopgröße von oft nur wenigen Quadratmetern. Das Wasser tritt häufig mit hoher Fließgeschwindigkeit aus, manchmal in Form eines kleinen Wasserfalls. An Felswänden oder auf moosbewachsenen Steinen bilden sich spritzwasserbedingt oft spezielle Rieselfluren aus. Wegen der starken Wasserströmung herrscht grobes Substrat wie Steine oder gar Fels vor. Die Strukturvielfalt kann dabei sehr hoch sein (Gefällestufen, Stillwasserbereiche, Spritzwasserzonen, Abstürze). Die moosreichen Quellgewässer entspringen vor allem in bergigen Regionen. Das Quellwasser ist durch sein rasches Fließen gleichmäßig temperiert. Geologisch ist meist ein stauender Horizont oder eine Kluft im Gestein vorhanden, die das Wasser an die Erdoberfläche zwingen. In Sturzquellen leben besonders viele strömungsangepasste Organismen.





Die Sickerquelle (Helokrene)

Im Gelände schwieriger zu erkennen ist die botanisch meist interessante Sicker- oder Sumpfquelle, deren Wasser meist flächig und an mehreren Stellen gleichzeitig aus dem Erdreich quillt. Dabei bildet sich häufig ein Quellsumpf mit nässe-toleranten Baumarten wie Erlen oder Eschen aus.

Sickerquellen sind wegen ihrer Größe oft Sonderstandorte für spezielle Biotoptypen wie Kalksinterfloren oder Hangbrüche. Die Sickerquelle ist oft im Flach- oder Hügelland zu finden. Da sich wegen der geringen Wasserströmung viele pflanzliche Überreste ansammeln, ist sie etwas nährstoffreicher. Auch Feinsediment verbleibt in der Quelle und wird kaum abgespült.

An schwach geneigten Hängen wurden Sickerquellen vielfach gemäht und es bildeten sich sogenannte Kleinseggenriede, die eine reichhaltige Pflanzenwelt beherbergen.

Typische Tiere einer Sickerquelle sind hygrophil, d. h. sie leben nicht direkt im Wasser, benötigen aber einen ständig nassen Lebensraum.



Typische
Sickerquellen



Die Tümpelquelle (Limnokrene)

Die sogenannte Tümpelquelle bildet einen Quelltopf, der sich vom Grund mit Wasser füllt. Der Quellbereich ist gegliedert in Tümpel (Quelltopf) und Überlauf. Die Größe des Quelltopfs kann dabei stark variieren, von einem pfützenartigen kleinen Tümpel bis zu den Ausmaßen eines kleinen Sees.

Tümpelquellen sind sowohl im Gebirge als auch im Flachland zu finden. Erkennbar ist dieser Typ am fehlenden Zulauf und dem, im Gegensatz zu „echten“ Tümpeln, klaren und gleichbleibend kalten Wasser. Die Flora und Fauna solcher Lebensräume ähnelt derjenigen kleiner, nährstoffarmer Stillgewässer. Als Untergrund dominieren Feinsubstrate wie Sand und Schlamm. Oft sind die Austrittsstellen als Sandwirbel am Grund erkennbar.

Die eindeutige Trennung dieser drei Quelltypen ist zunächst nicht immer ganz leicht. Vor allem innerhalb großflächiger, komplexer Quellbereiche findet man beim näheren Hinsehen in

der Regel Stellen mit rheokrenem, helokrenem und manchmal auch limnokrenem Charakter. Neben dem Hauptquelltyp (z. B. Sturzquelle) kommen häufig kleinere Nebenquellen eines anderen Typs vor (z. B. Sickerquelle). Fast immer kann die Hauptquelle aber einem eindeutigen Typ zugeordnet werden. Kleine Nebenquellen verlagern oft ihren Austritt oder können im Sommer ganz versiegen.



Typische
Tümpelquellen



Die Wanderquelle (Migrakrene)

Die klassische Einteilung in einer der drei Quelltypen ist bei den folgenden Quellen nur sehr schwer bzw. gar nicht anwendbar: Hier ist kein fester Quellaustritt zu sehen. Der Quellbach verbreitert sich ohne erkennbaren Zufluss und die Quelle „wandert“ linear in verschiedenen Jahreszeiten und Zeiten wechselnd starker Niederschlagsperioden z. T. beträchtliche Strecken talauf- und abwärts.

Der geologische Untergrund ist in der Regel sehr durchlässig (z. B. Kies- oder Geröllbett), so dass der Grundwasserspiegel stärkeren Schwankungen unterworfen ist. Da kein fester Austrittspunkt festgelegt ist, siedeln sich keine quelltypischen Pflanzen an und ein Austrittsort ist im Gelände nicht anzusprechen. Das „Wandern“ wird beim einmaligen Besuch der Quelle kaum erkannt; man geht eher von einer periodischen oder temporären Schüttung aus. Deswegen ist dieser Quelltyp gut „getarnt“ und, was das Substrat betrifft, relativ einheitlich. Diese Situation ist natürlich und die Substratarmut für den Quelltyp charakteristisch.

Die große „Oberfläche“ der Quelle befindet sich im Lückensystem des Untergrunds, dem Interstitial. Da wir keine Quelle im Sinne der drei klassischen Typen vor uns haben, wurde in Rheinland-Pfalz dieser zusätzliche Quelltyp der Wanderquelle hinzugefügt. Der Quelltyp hat durch seine speziellen Eigenschaften einen eigenständigen Charakter und auch eine eigene (dünnere) Besiedlung aus stärker trockenheitsresistenten Organismen. Wanderquellen sind in Rheinland-Pfalz im Rotliegenden (Donnersberg) oder im Tonschiefer mit stärkeren Schotterfraktionen zu finden (Seitentäler des Mittelrheintals).

Wanderquellen



Geochemische Sondertypen

Bei kalkhaltigem Ausgangsgestein im Einzugsgebiet ist auch das Quellwasser reich an gelöstem Kalk. In Quellbereichen kann unter diesen Voraussetzungen sogenannter Kalksinter entstehen, dessen Bildung durch bestimmte Moosarten begünstigt wird. Dabei wird dem Wasser durch die Pflanzen freies Kohlendioxid entzogen und Kalk ausgefällt, der sich an Ort und Stelle niederschlägt und imposante Säulen und Terrassen ausbilden kann.

Alle Substrate werden mit Kalk überkrustet, sogar Pflanzen und Tiere. An diesen Standorten siedeln sich kalkliebende Spezialisten an, die an diese Verhältnisse bestens angepasst sind. Kalksinterquellen sind in Rheinland-Pfalz aufgrund geologischer Gegebenheiten relativ selten, da silikatische Gesteine dominieren. Man findet sie vereinzelt im Bitburger Gutland, im Westrich oder in der Kalkeifel. Kalksinterquellen können touristische Attraktionen darstellen wie etwa der Nohner Wasserfall in der Eifel.

Als weiterer Sondertyp kommen Schwefelquellen vor, die von Schwefelbakterien bewohnt werden, die gelöstes Sulfat in Schwefelwasserstoff umwandeln und so Energie für ihren Stoffwechsel gewinnen.



Die verschiedenen Quelltypen sind unterschiedlich auf die einzelnen Naturräume von Rheinland-Pfalz verteilt; es bilden sich meist regionale Besonderheiten und wenige Typen treten gehäuft auf.

Typische Kalksinterquellen (vgl. auch Schauseite)



Schwefelquellen im
Rheingraben

Typisch sind gelblich-weiße, fädige Überzüge auf Steinen und der Geruch nach faulen Eiern (Schwefelwasserstoff). Dieser Quelltyp kommt in geologisch aktiven Zonen vor, z. B. am Rand des Oberrheingrabens in der Gegend um Worms und Landau. Schwefelquellen sind praktisch immer gefasst und in naturnaher Ausprägung in Rheinland-Pfalz nicht mehr zu finden.

Mineralquellen zeichnen sich durch hohe Mineraliengehalte aus (über 1 g/l gelöste Stoffe, z. B. Magnesium, Calcium, Kalium, Chlorid). Sie wurden teilweise schon in der Frühzeit als Heilquellen genutzt. Mineralquellen kommen z. B. in der Vulkaneifel vor. Ein Spezialfall einer Mineralquelle ist die Ockerquelle. Dort reagieren gelöste Metalle mit Luftsauerstoff und werden als Ocker ausgefällt.

Dieser Vorgang wird durch verschiedene Bakterien unterstützt. Ocker tritt vor allem in





Form von Eisenocker auf, seltener sind andere Metalle wie Mangan beteiligt. Der orangefarbene Ocker legt sich über alle Substrate und sieht flockig bzw. schleimig aus. In solchen Quellen kommen außer Bakterien nur wenige Organismen vor.

Ein weiterer Spezialfall ist die Solequelle. Sie entsteht, wenn sich Salz aus einem Salzstock löst und in Grundwasser übergeht. Der hohe Salzgehalt wird nur durch salztolerante Organismen ertragen, die sonst im Brackwasser bzw. an Küsten leben.

Thermalquellen sind durch ihre erhöhte Temperatur gekennzeichnet. Hier steigt das Grundwasser aus größerer Tiefe aus dem Boden auf und transportiert Wärme aus dem Erdinneren nach oben. Bei Temperaturen über 20°C spricht man von Thermalquellen, bei über 50°C von heißen Quellen. Beide werden zu Heilzwecken genutzt.



Mineralquellen mit Verockerungen





In diesen Quellen finden sich ebenfalls ausschließlich Spezialisten, die thermischen Bedingungen tolerieren oder sogar zum Leben benötigen, meist Bakterien. Bereits die Römer wussten die Erdwärme zu nutzen, indem sie an solchen Stellen Bäder errichteten. Heute sind Sonderformen von Quellen fast immer durch die Nutzung stark verändert und kommen natürlich praktisch nicht mehr vor.

Im Quelltypenatlas Rheinland-Pfalz sind natürliche Zustände und Strukturen der hier beschriebenen Quelltypen anhand natürlicher Referenzquellen vorgestellt. Diese sollen als Leitbilder für die Durchführung von Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung von Quellen dienen.



Thermal- und Schwefelquellen kommen in natürlicher Ausprägung bei uns nicht mehr vor; Thermalquellen wurden meist zu Kurbädern umgestaltet.



Welche Pflanzen gibt es in und an Quellen? – Die Quellflora

In Waldquellen findet die Photosynthese hauptsächlich in der Baumkronenschicht statt, deswegen ist dort der Hauptnahrungseintrag das Falllaub der Bäume. In Wiesenquellen ist die Photosynthese in die Kraut- und Staudenschicht verlagert. Eine natürliche bzw. unnatürliche Beschattung bestimmt vor allem die Ausprägung der Quellflora. Dem Faktor Licht folgt in der Bedeutung für die Pflanzenwelt der Kalkgehalt des Wassers und des Bodens.

Wegen der Temperaturkonstanz blühen viele Pflanzen an Quellen früher im Jahr. Andere vermehren sich nur vegetativ, bilden also keine Blüten, wachsen dafür aber während des ganzen Jahres. Weil viele Pflanzen wegen der konstanten Quelltemperaturen den Winter über grün bleiben, wurden sie früher als wohlschmeckendes, Vitamin C-reiches Wintergemüse sowie als Heil- und Salatpflanze gesammelt.

Die jeweils vorkommenden Pflanzen lassen oft Aussagen über die Bodeneigenschaften vor Ort zu. Dazu gehören Bodenfeuchte, Kalk-, Stickstoff- oder sogar Schwermetallgehalte. Die Brennessel (*Urtica dioica*) ist beispielsweise ein

bekannter Anzeiger für hohe Stickstoffgehalte im Boden.

Typische Quellpflanzen sind dagegen meist Grundwasser- oder Bodenfeuchtezeiger, im Gegensatz zur Quellfauna sind sie aber meist nicht ausschließlich auf Quellen spezialisiert. Quellpflanzen ertragen oder benötigen dauernde Bodendurchfeuchtung, wobei der fortwährende Wasserabfluss in der Regel eine Anreicherung von Nährstoffen verhindert. Sie kommen mit dieser Mangelsituation gut zurecht, können aber bei starker Nährstoffzufuhr nicht mit anderen Pflanzen konkurrieren.

Beispiele für Quellpflanzen sind die Brunnenkresse (*Nasturtium officinale*), das Quellkraut (*Montia fontana*), die Quellsternmiere (*Stellaria alsine*), das bittere Schaumkraut (*Cardamine amara*) und bei stärkerer Beschattung das Wald-Schaumkraut (*Cardamine flexuosa*). Das Gegenblättrige Milzkraut (*Chrysosplenium oppositifolium*) ist charakteristisch für Quellfluren des Waldes. Es kommt nur an Grundwasseraustritten vor und ist damit eine der wenigen echten quelltypischen Pflanzen.



Quellmoos

Das Gegenblättrige Milzkraut (*Chrysosplenium oppositifolium*) ist die Charakterart naturnaher Waldquellen. Es ist an die dort herrschenden Lichtverhältnisse angepasst, denn es ist wintergrün und blüht bereits im März/April, wenn die Bäume noch kein Laub tragen. Seine unscheinbaren gelb-grünen Blüten sind von gelblichen Laubblättern umrahmt. Wegen seiner milzförmigen Blätter wurde es im Mittelalter als Heilpflanze gegen Milzleiden verwendet.

„Schattendasein mit nassen und kalten Füßen...“

Das Milzkraut



Das Milzkraut braucht ganzjährig niedrige Wasser- und Bodentemperaturen. Im gleichmäßig temperierten Quellbereich ist es vor Sommertrockenheit und Winterfrösten geschützt. Es verträgt nassen Boden, mag aber keine Staunässe. Die winzigen, sprossbürtigen Wurzeln liegen dem Untergrund locker auf und sind unempfindlich gegen die ständige Durchspülung des Wurzelraumes. Sie dienen weniger der Verankerung im Boden, sondern vorwiegend der Stoffaufnahme aus dem Quellwasser.

An unversauerten Quellen findet man auf steinigem Untergrund ausgedehnte Milzkrautfluren. Bei starker Versauerung (pH < 5,0) und Beschattung (z. B. als Folge von Fichtenpflanzungen) wird die Milzkrautflur durch Torfmoose (*Sphagnum*) verdrängt.



Milzkraut in Großaufnahme (oben)
Milzkrautflur mit naturnaher Quelle (links)
und versauerte Quelle mit Torfmoosen (rechts)



Typisch für Waldquellen sind eine Reihe von Moosen. Sie können auch bei niedrigen Temperaturen und wenig Licht Photosynthese betreiben, was ihnen an lichtarmen und kalten Quellen Standortvorteile verschafft. Auf sauren Böden kommen Torfmoose (*Sphagnum sp.*) und das Brunnenmoos (*Fontinalis sp.*) vor. Das Starknervmoos (*Cratoneuron sp.*) und das Quellmoos (*Philonotis sp.*) unterstützen die Kalksinterbildung in kalkreichen Quellen. In Spritzwasserzonen und auf überperlten Substraten bilden sich sogenannte Rieselfluren. Die verschiedenen Moose und besonders die Farne, von denen einige attraktive Arten gerne an Quellen wachsen, fallen besonders ins Auge.

Offenlandquellen sind durch diverse Seggenarten (*Carex sp.*) gekennzeichnet. In sauren Quellen kommt etwa die Winkelsegge (*C. remota*) vor. Die extensive Landwirtschaft trägt an diesen Standorten wesentlich zur Artenvielfalt bei. Es entstehen floristisch interessante Rückzugsräume für seltene Pflanzengesellschaften, wie Kleinseggenriede mit seltenen Orchideen. Durch Düngung und intensive Weidewirtschaft verschiebt sich das Artenspektrum zu stickstoffliebenden Pflanzen wie Flatterbinse oder Brennessel. Es kommen auch lichtliebende Bachpflanzen wie die Bachbunge (*Veronica beccabunga*) oder der Wasserstern (*Callitriche sp.*) vor.

Laubbäume bilden das natürliche Umfeld an Quellen. Neben typischen Waldbäumen findet man Eschen, Ulmen, Ahorn, Erlen und Weiden. Ihr Laub bildet die Nahrungsgrundlage für die Quellorganismen. Die Beschattung sorgt dafür, dass sich eine typische Quellvegetation einstellen kann. In Fichtenforsten dominieren hingegen artenarme Torfmoosgesellschaften.

Sturzquellen sind in der Regel schwächer besiedelt, weil das grobe Substrat nur Algenaufwuchs im Wasser zulässt, während am Rand Moose und kleinere Kräuter zu finden sind. Pflanzen an Sturzquellen ähneln manchmal der Bachvegetation.

Sind Quellen reich an höheren Pflanzen, so wachsen diese meist am Ufer und weniger in der Quelle selbst, so an Sickerquellen, deren krautige Pflanzen zur Sumpf- und Moorvegetation überleiten. In Tümpelquellen ist die Wasservegetation oft reichhaltiger: neben Armleuchteralgen



Torfmoosquelle (oben),
Brunnenlebermoos (Mitte)
Rippenfarn (unten)



Hirschzunge (oben links), Moose und Farne (links unten); Fels mit Milzkraut und Brunnenlebermoos (rechts oben), blühendes Milzkraut (rechts unten)



(*Chara sp.*) oder Laichkräutern (*Potamogeton sp.*) findet sich etwa der aufrechte Merk (*Berula erecta*) oder Wassermoose. Bei stärkerem Lichteinfall können Tümpelquellen stark verkrauten und sind deshalb nur schwer als Quellen erkennbar.





Welche Tiere gibt es in und an Quellen? – Die Quellfauna

Aufgrund der geringen Nährstoffmenge sind Arten- und Individuenzahlen in einer einzelnen Quelle geringer im Vergleich zur anschließenden Quellbachregion und die Tiere sind durchschnittlich etwas kleiner. Viele Bewohner leben deswegen im Verborgenen und werden oft übersehen, wenn man nicht speziell nach ihnen sucht. Auch erstrecken sich die Lebenszyklen aufgrund der Nährstoffsituation meist über mehrere Jahre. Dies mag mit dazu beigetragen haben, dass die Quellforschung erst in jüngster Zeit einen Aufschwung genommen hat.

Im immer gleichtemperierten Wasser leben Reliktvorkommen aus der letzten Eiszeit wie die Quellschnecke *Bythinella* in Quellen zusammen mit wärmeliebenden Arten wie der Köcherflie-

ge *Agapetus fuscipes*. Durch die gleichbleibende Temperatur entwickeln sich viele Insektenlarven auch im Winter weiter – die Flugzeit der Imagines beginnt dann früher als bei anderen Arten oder Populationen der gleichen Art, die weiter bachabwärts im kälteren Wasser den Winter verbringen. Einige Steinfliegen und Zuckmücken fliegen in Quellbereichen bereits ab Februar, in Bächen erst ab April. Die vollständige Entwicklungszeit ist im kühlen, nährstoffarmen Wasser aber lang, so dass z. B. die Köcherfliege *Crunoecia irrorata* zwei Jahre und die Quelljungfer der Gattung *Cordulegaster* sogar fünf Jahre als Larve leben. Bachbewohner erreichen meist nach einem Jahr bereits ihr flugfähiges Erwachsenenstadium.

Fließgewässer- Lebensgemeinschaft

Strudelwürmer, Bachflohkrebse, Köcherfliegen, Steinfliegen, Eintagsfliegen, Libellen



Die Tierwelt der Quellen ist besonders artenreich, wobei Quellen auch von Tieren angrenzender Lebensräume bewohnt werden.

Übergangs- Lebensgemeinschaft

Regenwürmer, Zweiflügler, Springschwänze, Weichtiere

Stillgewässer- Lebensgemeinschaft

Lurche, Käfer, Zweiflügler, Libellen, Wanzen

Köcherfliegen, Zweiflügler, Weichtiere, Krebstiere, Käfer, Wassermilben, u.a.

Grundwasser- Lebensgemeinschaft

Höhlenflohkrebse, Höhlenstrudelwürmer, Höhlenassel, Hüpfertlinge, Muschelkrebse

Dunkelmücke
Thaumalea sp.



Quellköcherfliege
Crunoecia irrorata



Köcherfliege
Beraea maura



Hakenkäfer *Elmis*
latreillei



Wichtiger Umweltfaktor für Quellbewohner ist aber auch der konstante Feuchtigkeitsgradient. Der Kalkgehalt des Wassers ist für viele Tiere nicht so entscheidend, einige können ihren Kalkbedarf auch durch Falllaub decken. Allerdings sind kalkarme und saure Quellen deutlich ärmer an schalentragenden Tieren wie Muscheln, Schnecken und Muschelkrebse. Der Abstand zur nächsten naturnahen Quelle entscheidet als Wiederbesiedlungsaspekt die Empfindlichkeit des Quellbiotops.

Dass Quellen Schnittstellen verschiedener Biotope sind, zeigt die Fauna eindrücklich. Neben reinen Quelltieren findet man eine Vielzahl von Organismen angrenzender Lebensräume. Die Quellfauna setzt sich zusammen aus Grundwassertieren, typischen Quelltieren, Bachtieren und mehr oder weniger terrestrischen Tieren, die verschiedene Feuchtegradienten zwischen Wasser und Land besiedeln. Die Übergangsstadien sind dabei fließend und mosaikartig verzahnt. In Tümpelquellen sind die Tiere weniger strömungsangepasst. Dort leben Muscheln, Käfer und andere Stehwasserarten.

Die Grundwasserfauna lebt unterirdisch im ewigen Dunkel und ist teilweise noch unbekannt. Es sind meist farblose Organismen mit reduzierten oder fehlenden Augen. Hierzu gehören Tiere wie die Höhlenassel (*Asellus cavaticus*), der Höhlenflohkrebs (*Niphargus* sp.), die Höhlenschnecke (*Bythiospeum* sp.) und einige augenlose Strudelwürmer. Gelegentlich werden sie mit dem Grundwasser in die Quellen gespült, vor allem nach der Schneeschmelze und längeren Niederschlagsperioden.

Einige Arten wie der Höhlenflohkrebs wechseln aktiv zwischen quellnahe Grundwasser und Quelle. In Quellen können Grundwasserbewohner zumindest eine gewisse Zeit überleben, falls Rückzugsräume zur Verfügung stehen. Es handelt sich jedoch eher um wenige Arten. Ein Großteil ist mit bloßem Auge gar nicht sichtbar, z. B. Wassermilben, Muschelkrebse und Hüpferlinge.

Zur Grundwasserlebewelt kommt die eigentliche aquatische Quellfauna aus Quellspezialisten (Krenobionten) hinzu. Man kennt knapp 500 Arten, die nur in Quellen vorkommen. Sie sind an die gleichmäßig kalten Temperaturen



und nicht selten an die Strömung angepasst. In naturnahen Quellen ist der Krenobiontenanteil hoch, während in stark veränderten Quellbiotopen Arten leben, die auch in anderen Lebensräumen vorkommen.

Die Gruppe der Strudelwürmer ist mit zwei typischen Vertretern in Quellen heimisch: Der Alpenstrudelwurm (*Crenobia alpina*) lebt eher in Quellen mit kalkhaltigem Wasser, während der Vielaugenstrudelwurm (*Polycelis felina*) in weichem Wasser zu finden ist. Die Quellschnecke (Gattung *Bythinella*) ist die wichtigste Leitart für naturnahe, unversauerte Quellen.

Andere typische Quelltiere sind Wassermilben – 42 Arten davon sind Quellspezialisten – und einige kleine Muscheln. Die Quellerbsenmuschel (*Pisidium personatum*) hat sich durch ihre spezielle Fortpflanzungsweise an Quellen angepasst. Sie bringt aufgrund der Abdriftgefahr keine schwimmfähigen Larven zur Welt, sondern bereits winzig kleine Jungmuscheln, deren Schalengewicht ein Abschwemmen verhindert.

Bestimmte Köcherfliegenlarven haben sich ebenfalls an Quellen angepasst. Sie bauen Köcher aus verschiedensten Materialien (Sand, Steine, Pflanzenteile und Tiergehäuse) oder Körpersekreten (Gespinnste). Einige Käfer sowie zahlreiche Fliegen- und Mückenlarven (Zweiflügler) komplettieren das Spektrum der Quelltiere. Speziell die Gruppe der Zweiflügler ist in Quellen sehr breit gefächert. Die vielen Gruppen tragen Namen wie Waffenfliegen, Schmetterlings-, Stelz-, Zuck-, Kriebel-, Taster- und Dunkelmücken. Als einer der wenigen Vertreter der Wirbeltiere ist der Feuersalamander hervorzuheben, dessen Larven in Quellen und Quellrinsalen zu Hause sind.

Die nächste Tiergruppe in Quellen ist die strömungsliebende Fauna der Quellbachregion. Viele Bachorganismen sind vor allem in Sturzquellen zu finden, so die Bachflohkrebse (*Gammarus fossarum*), die Kriebelmücken und die Steinfliegen. Bachflohkrebse und Steinfliegen haben eine wichtige ökologische Funktion als Zersetzer von Falllaub, indem sie es zerkleinern und so für andere Organismen verwertbar machen. Sie werden in der Quelle nicht so groß wie in den nachfolgenden Bachabschnitten.



Quelljungfer
Cordulegaster boltoni



Feuersalamander
Salamandra salamandra



Vielaugenstrudelwurm
Polycelis felina



Quellerbsenmuscheln
Pisidium personatum



Quellschnecke
Bythinella dunkeri



Schmetterlingsmücke
Tonnoiriella pulchra



Höhlenflohkrebs
Niphargus sp.

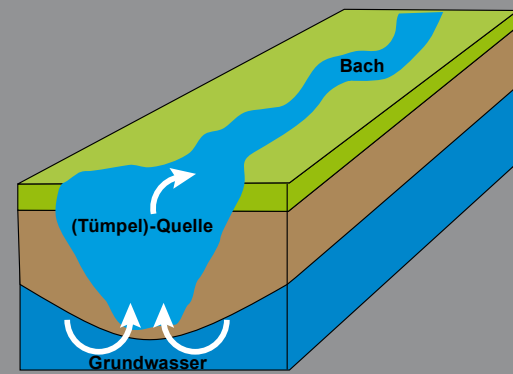
Auch zwei Libellenarten, die Quelljungfern der Gattung *Cordulegaster*, sind Quellbachbewohner. Ihre Larven leben als Räuber im Sediment eingegraben. Die bis 5 cm langen Libellenlarven werden nur noch von den Larven der Riesenschnake (*Tipula maxima*) übertroffen, die bis zu 8 cm lang werden. Steinfliegen sind typisch für kalte, sauerstoffreiche Fließgewässer. Die gegenüber Versauerung relativ unempfindlichen Tiere sitzen an der Unterseite von Steinen und sind leicht an ihren zwei Schwanzfäden erkennbar. Viele andere Tiere leben ebenfalls auf bzw. unter Steinen oder sind im Sediment eingegraben. Fehlen diese Rückzugsräume, geht die Besiedlung massiv zurück.

Ein weiterer interessanter Teil der Quellfauna ist die sogenannte Fauna hygropetrica, was man mit „Tierwelt der feuchten Steine“ übersetzen kann. Deren Lebensraum ist der hauchdünne Wasserfilm überrieselter Steine, Felsen oder Pflanzen. Besonders in Sickerquellen ist ihr Anteil recht groß, aber auch in der Spritzwasserzone an Sturzquellen kommt sie vor. Sie besteht vor allem aus Köcherfliegen- und Zweiflüglerlarven mit speziellen Anpassungen an die Luftatmung.

Zur Grenzfauna zwischen Wasser- und Landlebensraum (*Fauna liminaria*), die vor allem aus fallaubzersetzenden Zweiflüglerlarven mit hohen Ansprüchen an eine konstante Bodendurchfeuchtung besteht, kommt zusätzlich eine mehr oder weniger feuchteliebende Landfauna aus verschiedenen Gruppen (Springschwänze, Milben, Spinnen, Weberknechte, Schnecken und Schnakenlarven). Hierher gehören auch die erwachsenen Tiere des bereits erwähnten Feuersalamanders, da sie im Laubwald leben und nur zum Absetzen der Larven an Quellen und Quellbächen auftauchen.

Wenn man die Ökologie, das Vorkommen und die Habitatpräferenzen der einzelnen Tiergruppen verstehen will, ist es sehr nützlich, sich die Ernährungsweise der Tiere und die Position im Nahrungsnetz anzuschauen. Mit einem Nahrungsnetz werden die Beziehungen der Lebewesen untereinander sowie die Stoffkreisläufe und Energieflüsse innerhalb der Lebensgemeinschaft dargestellt.

Als Schnittstellenbiotope vermitteln Quellen zwischen dem Grund- und dem Oberflächenwasser. Sie bilden damit eine Brücke zwischen dem Wassereinzugsgebiet und dem Bach, der aus der Quelle hervorgeht. Durch die „fließenden Übergänge“ zwischen den Extrembiotopen Grundwasser und Quelle kommt es, dass in den Quellen echte Grundwasserarten, sogenannte Stygobionten, neben ausgesprochenen Quellspezialisten, den Krenobionten, vorkommen können.



„Fließende Übergänge“

Schnittstelle zwischen zwei Welten

Der Bachflohkrebs (*Gammarus fossarum*)

Der Gemeine oder Bach-Flohkrebs braucht kühl temperiertes Wasser und lebt in sauberen Quellbereichen. Zwischen Falllaub und Totholz versteckt er sich und nimmt seine Nahrung auf, die aus Detritus, Aas und vor allem aus den verrottenden Blättern von Erlen und Eschen besteht. Als Laubzerkleinerer erfüllt er eine wichtige Funktion in der Nahrungskette. Der Bachflohkrebs reagiert sehr empfindlich auf Gewässerversauerung und -verschmutzung. Sein Fehlen ist ein deutlicher Hinweis auf Beeinträchtigungen eines Gewässers durch den Menschen.



Der Höhlenflohkrebs (*Niphargus sp.*)

Der Höhlenflohkrebs ist als echter Grundwasserbewohner (Stygobiont) farblos und fast blind. Mehrere Arten kommen in Deutschland vor. Sie sind die Nachkommen von Meerwasserbewohnern, die über das Grundwasser in das Süßwasser eingewandert sind. Über ihre Lebensweise ist noch recht wenig bekannt. Gelegentlich werden sie in Quellen gespült, wo sie im kalten Quellwasser gut überleben können. Höhlenflohkrebs ernähren sich von organischen Stoffen, die mit dem Oberflächenwasser versickern und sich in den Poren des Grundwasserleiters ansammeln. In Quellen konkurrieren sie mit dem Bachflohkrebs um die Nahrungsquelle Falllaub. Der Höhlenflohkrebs verträgt Versauerung recht gut.



Krenobionten sind die Charakterarten der Quellbiotop. Es sind hochspezialisierte Organismen, die schon auf geringe Veränderungen ihres Lebensraumes empfindlich reagieren. Sie sind an ganzjährig niedrige Temperaturen angepasst oder sogar darauf angewiesen (kaltstenotherm).



Strudelwurm *Polycelis felina*

„Manche mögen’s kalt...“

Die Quellspezialisten



Der Feuersalamander
(*Salamandra salamandra*)

Der farbenprächtige Feuersalamander ist eines der wenigen Wirbeltiere, die direkt im Quellbereich anzutreffen sind. Die lebend gebährenden Weibchen entlassen im Frühjahr die fertig ausgebildeten Larven in den Quellbach und ziehen sich dann in den schattigen Laubwald zurück.

Die Quell-Schmetterlingsmücke
(*Tonnoiriella pulchra*)

Die Larven dieser Mückenart leben in dem dünnen Wasserfilm auf Steinen und Moosen, die vom Quellwasser benetzt werden. Sie ernähren sich von Pflanzenresten und sind Luftatmer. Ihre fächerförmigen Anhängsel verhindern, dass Wasser in ihre Atemöffnungen läuft.



Die Quellköcherfliege
(*Crunoecia irrorata*)

Die Larve der Quellköcherfliege lebt in einem kunstvoll aus Blatt- und Holzresten zusammengebauten vierkantigen Köcher. Sie ernährt sich von Algenaufwuchs und Falllaub, meidet das tiefere Wasser und hält sich überwiegend auf überrieselten Felsen, Moospolstern und in Falllaubstapeln auf. Erst nach zweijähriger Entwicklung schlüpft eine ausgewachsene Köcherfliege, die einer unscheinbaren Motte ähnelt.

Die Gestreifte Quelljungfer
(*Cordulegaster bidentata*)

Die bis zu 5 cm lange Larve der Gestreiften Quelljungfer lauert eingegraben im Sediment von Quellabflüssen, wo sie mit ihrer Fangmaske nach vorbei schwimmenden Kleininsekten schnappt. Die oft winzigen naturbelassenen Quellrinnsale sind der eigentliche Lebensraum dieser Libellenart, denn sie verbringt dort 3 bis 6 Jahre als Larve, während das ausgewachsene Fluginsekt nur wenige Wochen lebt, um für die Fortpflanzung zu sorgen.



Dunkers Quellschnecke
(*Bythinella dunkeri*)

Die sehr kleinen Quellschnecken sind die „Kühe der Quellen“. Sie weiden den Algenrasen vom Substrat ab. Die Wassertemperatur muss für sie das ganze Jahr gleichmäßig kühl sein, denn eine Fortpflanzung ist nur bei 4–8 °C möglich. Als Überlebende der Eiszeit besiedeln Quellschnecken in tieferen Lagen heute ausschließlich Quellbereiche, wo sie durch die geographische Isolation regional endemische Arten herausgebildet haben.



Cordulegaster sp.



Was geschieht mit unseren Quellen? – Gefährdungsursachen

Eine landesweit repräsentative Bewertung ergab, dass sich nur noch ein Drittel aller untersuchten Quellen in Rheinland-Pfalz in einem naturnäheren Zustand befinden (SCHINDLER 2005). Geschädigte und gefasste Quellen häufen sich in anthropogen überprägten Regionen wie in Flächen mit intensiver Landwirtschaft und um Siedlungsräume. Nadelholzmonokulturen bilden eine weitere Schädigungsursache. Fassungen, Verrohrungen, Betonverbau waren ökologisch besonders bedeutsam, aber auch Ablagerungen, Aufstau und starker Besucherdruck hatten Verschlechterungen der Struktur zur Folge. Naturnahe Quellen lagen dagegen häufig in Laub- und Mischwald sowie in extensivem Grünland.

Die Empfindlichkeit der Quellen gegenüber Störungen liegt in den bereits genannten Eigenschaften begründet. Sie sind natürlicherweise nährstoffarm und damit wenig tolerant gegenüber Stoffeinträgen, z. B. aus der Landwirtschaft. Außerdem sind sie oft unscheinbar und gleichen isolierten Inselbiotopen, welche in geringer Dichte in der Landschaft verstreut liegen. Sind Quellen erst einmal zerstört, hat ihre Lebewelt es im Gegensatz zu Bächen besonders schwer, wieder Fuß zu fassen und erst nach langer Zeit finden sich wieder typische Quelltiere und -pflanzen ein. Forschungen ergaben, dass erst nach Jahren wieder quelltypische Arten einwandern. Dies gilt aber nur bei Quellen, deren Störungsursache beseitigt wurde. Aus diesem Grund wirken sich schon kleinste Eingriffe ökologisch stark aus. Müssen doch Tiere und Pflanzen, die in einem zerstörten, kleinräumigen Habitat vorkamen, den oft kilometerweiten Weg aus benachbarten Quellen mit dem gleichen Habitat in die gestörte Quelle finden.

Wie sie das bewerkstelligen, ist bislang noch rätselhaft. Neben der Eiablage fliegender Insekten, der Aufwärtswanderung und der Besiedlung aus dem Lückensystem wäre eine passive Verfrachtung denkbar. Die Organismen würden dann in Form von Eiern oder Dauerstadien, die austrocknungsresistent sind, passiv, d. h. mit Hilfe von Tieren von einer Quelle zur nächsten verschleppt. Trinkende Säugetiere und Vögel, die Quellen besuchen, treten ins Wasser und befördern zwischen ihren Zehen Schlamm und mit ihm vielleicht einige blinde Passagiere. Mit dem nächsten Durst wird so vielleicht eine andere Quelle um ein paar Eipakete bereichert. Trotz erschwelter Umstände siedeln sich aber nach entsprechender Zeit wieder Quellbewohner an. Voraussetzung ist aber, dass keine neue Störung auftritt und in der Nähe naturnahe Quellen vorhanden sind.



Quellen tauchen in vielen Orts- und Straßennamen auf, da hier oft Siedlungen gegründet wurden. Die Quelle ist heute aber meist stark verbaut.

Nur noch wenige Quellen in Rheinland-Pfalz sind naturnah. Vor allem größere Quellen sind durch verschiedene Ursachen geschädigt.

Die Gefährdung von Quellen hat viele Ursachen. Schädigungen betreffen die Menge und die Beschaffenheit des Quellwassers oder die Struktur der Quelle selbst. Praxisbezogen ist die Unterscheidung von Gefährdungskategorien im räumlichen Bezug zum Quellbiotop.

Beeinträchtigungen des Grundwassers betreffen das Einzugsgebiet. Grundwasserbeeinträchtigungen sind z. B. Absenkungen durch Trinkwasserförderung oder der Eintrag von Stoffen wie Nitrat und Säureverbindungen durch sauren Regen, was zu Eutrophierung bzw. Versauerung führt. Durch Versauerung können Metallionen wie Aluminium oder Mangan aus dem Boden gelöst werden. Aluminium löst sich unterhalb von etwa pH 5 und lässt sich dann in höheren Konzentrationen nachweisen. Hohe Gehalte dieser Ionen wirken toxisch, so dass in stark versauerten Quellen kaum noch Leben möglich ist. Das Gleiche gilt für Belastungen mit Pestiziden. Giftige Stoffe können aber auch natürlich vorkommen, z. B. Arsen.

Die Landnutzung im Umfeld ist ein wichtiger Faktor, der sich auf Grund- und Quellwasser sowie auf die Besiedlung auswirkt. Veränderungen gehen vor allem von intensiver Landwirtschaft aus, wobei vor allem fruchtbare Gebiete mit starker ackerbaulicher Nutzung und Sonderkulturen betroffen sind.

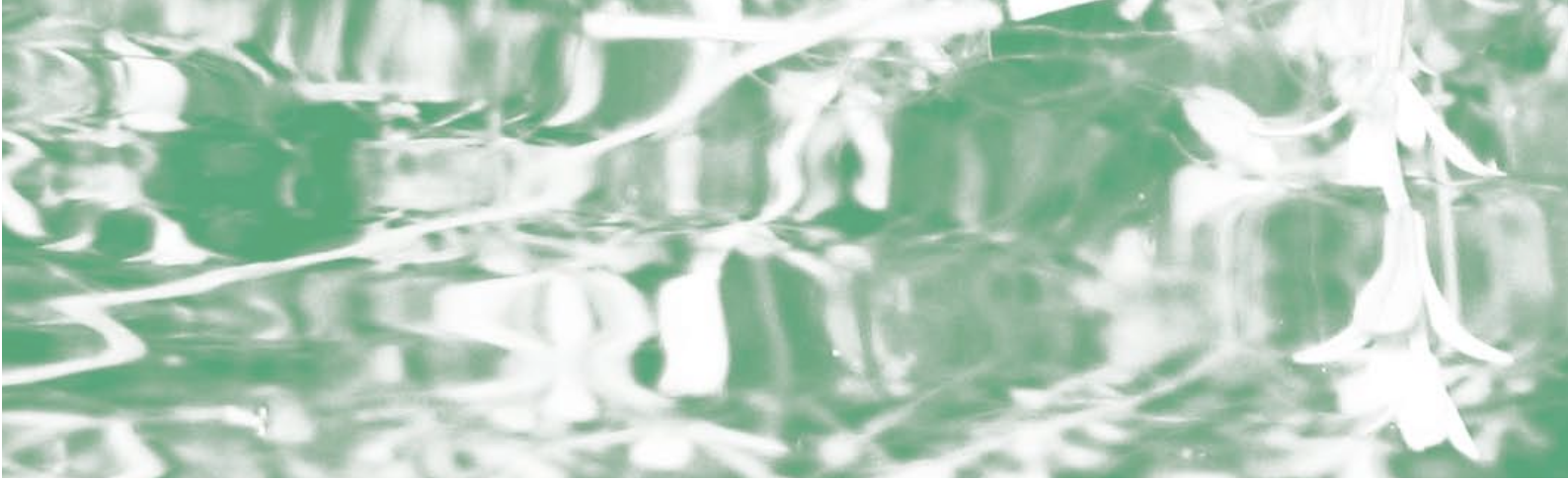
Beeinträchtigungen im Umfeld erfolgen durch standortfremde Nadelgehölze, intensive landwirtschaftliche und andere Flächennutzungen, Wegebau und durch Ablagerung von Fremdstoffen wie Haus- und Gewerbemüll, Bauschutt oder Garten- bzw. Holzabfälle. Standortfremde Monokulturen aus Fichte oder Douglasie beeinträchtigen auf vielfältige Art und Weise die Quellzönosen. So wird der Lichthaushalt durch Dauerbeschattung auch im Winter und Frühjahr gestört, so dass sich keine quelltypische Flora ansiedeln kann. Außerdem führen sie zu Bodenversauerung, da bei Zersetzung der Nadeln Säuren frei werden und Nadelwälder einen hohen, ganzjährigen Auskämmeffekt für Luftschadstoffe besitzen. Für die Quellfauna ist die größte Beeinträchtigung jedoch der Entzug der Nahrungsgrundlage, da Nadeln kaum zu verwerten sind.

Direkte Beeinträchtigungen sind Quellsfassungen, Verlegungen, Verrohrungen, Dränagen, Querbauwerke und anderer Verbau, Schlagholzrücken im Forst, die Anlage von Fischteichen, Vertritt durch Vieh, Wild und Besucher sowie die Einleitung verschieden belasteter Ab- und Restwässer. Hier ist meist die Zerstörung der Kleinhabitate entscheidend. Bei Einleitungen über Rohre oder Gräben handelt es sich selten um „echte“ Abwässer, häufiger um mehr oder weniger verunreinigtes Oberflächenwasser wie Straßenabflüsse und Drainagen. Neben übermäßigem Nährstoffeintrag gelangen hier Schadstoffe wie Pestizide und Auftausalze in den Quellbereich.

Bei direkten Schädigungen ist nicht immer böswilliges Verhalten zu unterstellen, oft fehlt das nötige Wissen um die empfindlichen Biotope, so dass noch heute Quellen geschädigt werden. Da sie aufgrund der Kleinräumigkeit und ihrer verstreuten Vielzahl schwer zu überwachen sind, ist es wichtig, so viele Nutzer wie möglich über die Problematik aufzuklären.



Guter Leumund
– schlechter Zustand.
In der Werbung
werden Quellen
gerne verwendet,
da sie ein positives
Image haben.



Erfassung und Bewertung von Quellbiotopen



Das Kartier- und Bewertungsverfahren für die Quellstruktur

Das Quellstrukturverfahren berücksichtigt alle wichtigen Umweltparameter für den Lebensraum Quelle. Dabei steht die Reduktion auf die wichtigsten ökologischen Faktoren bei großer Praktikabilität im Gelände im Vordergrund, was eine schnelle Einarbeitung möglich macht. Als Grundlage für eventuell zu treffende Maßnahmen sollen Defizite bzw. Schädigungen erkannt werden. Erhebung und Bewertung helfen, Handlungsempfehlungen abzuleiten. Wiederholungsaufnahmen können Aufschluss über die Wirksamkeit von Maßnahmen geben (Erfolgskontrolle).

Die Einspeisung der individuell erhobenen Daten (Quelldatenbögen) in ein landesweites Quellkataster ermöglicht schließlich einen Überblick über den Zustand der rheinland-pfälzischen Quellen (Quellen-Aufnahme und Bewertungs-Software QABS, S. 64).



Das Kartieren einer Quelle nimmt nach etwas Übung nur wenig Zeit in Anspruch.

Das Verfahren besteht aus einem einseitigen Erhebungsbogen, auf dem bestimmte Merkmale und Ausprägungen der zu kartierenden Quelle abgefragt werden. Über ein Rechenverfahren kann hierüber eine Einstufung in fünf Strukturgüteklassen – von 1 für naturnah bis 5 für stark geschädigt – erfolgen. Dabei werden sowohl Schadstrukturen als auch Wertstrukturen erfasst. Ergänzt wird der Erhebungsbogen durch eine Skizze und ein Foto der Quelle.

Entscheidend für die Bewertung ist einerseits die stärkste Schädigung (pessimistische Bewertung) und bei naturnahen Quellen charakteristische Umfeld- und Quellstrukturen. Das Strukturverfahren spiegelt die quelltypische Fauna wider.

Der Quellerfassungsbogen ist relativ leicht zu bearbeiten. Die Untersuchung einfacher, optisch wahrnehmbarer Kriterien war das Ziel der Konzeption. Damit ist das Verfahren auch für fachfremde Personen nach dem Studium der folgenden Beschreibung einfach anzuwenden und führt bei unterschiedlichen Bearbeitern an der gleichen Quelle zu gleichen oder ähnlichen Ergebnissen (Bogen auf S. 40).

Weitere Faktoren, die nicht direkt erkennbar sind, können von Fachleuten zusätzlich untersucht werden und grenzen das Kartiererergebnis genauer ein bzw. ergänzen es. Für eine genaue Analyse zu empfehlen ist zusätzlich zur Strukturfassung eine chemische, faunistische und eventuell eine floristische Bestandsaufnahme, so vor geplanten Maßnahmen im Quellbereich und Umfeld oder zur wissenschaftlichen Begründung von Quellschutzgebietsausweisungen. Trotzdem liefert die Strukturfassung bei geringem Aufwand ein recht genaues Bild von der Situation der jeweiligen Quelle.

Die Bewertung erfolgt mit dem Bewertungsbogen bzw. mit der EDV-Auswertung, zu der jeder Interessent kostenlos Zugang über das Landesamt für Umweltschutz, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz in Mainz bekommen kann. Gleichzeitig finden die Kartiererergebnisse dann Eingang in die Quelldatenbank des Landes.



Der Kartierbogen für die Quellstruktur, Arbeitsmaterialien

Die Beschreibung der einzelnen Erhebungsparameter erfolgt der nachfolgenden detaillierten Kartieranleitung, die zur Vermeidung von Unklarheiten bewusst ausführlich und deshalb relativ umfangreich ist. Der Bogen ist aber so kompakt gehalten, dass alle Struktur- und Umfeldabfragen sowie die Skizze auf einer einzigen Seite zu finden sind. Auf der Rückseite werden zusätzliche Daten eingetragen (Hydrochemie, Fauna, Flora).

Um die erhobenen Daten sowie das vorgeschlagene Verfahren nachvollziehbar zu machen, wird nachfolgend das Verfahren und die Vorgehensweise beim Kartieren beschrieben, Wichtiges ist unterstrichen. Es soll noch einmal erwähnt werden, dass Maßnahmen oft eine detaillierte Untersuchung erfordern; neben der Struktur ist dann die Untersuchung der Biologie erforderlich.

Der Erfassungsbogen gliedert sich in sieben Merkmalsgruppen

- a) **Stammdaten** – nicht bewertet. Zusätzlich ist anzukreuzen, ob weitere Bögen vorliegen oder die Quelle ohne offenen Abfluss bzw. zerstört ist.
- b) **Morphologie** – nicht bewertet
- c) **Einträge/Verbau** – bewertet
- d) **Vegetation/Nutzung** – bewertet
- e) **Struktur** – bewertet
- f) **Gesamteindruck** – (evtl. Korrektur der Bewertung)
- g) **Skizze/Bemerkungen** – nicht bewertet

Die grundlegende Kartierung stellt die Ausfüllung des Stammdatenkopfes dar, was nur wenige Minuten erfordert. Bei der detaillierten Struktur Erfassung von Quellen wird der ganze Bogen ausgefüllt, während eine weitere Beurteilung die bereits genannten zusätzlichen Untersuchungen erfordert (Chemie, Flora, Fauna, vgl. Bogenrückseite).

Das Ausfüllen des Strukturbogens dauert nach einer – relativ kurzen – Einarbeitungsphase und bei etwas Übung ca. 15 bis 20 Minuten. Eine Fotodokumentation der kartierten Quelle sollte ergänzt werden. Während die Skizze den Quellbereich und das nähere Umfeld berücksichtigt, erleichtert ein Detailbild des Austrittes die Wiedererkennung zusätzlich.

Der Erfassungsbogen kann mit einfachsten Hilfsmitteln bearbeitet werden:

- **Basis:** Kartierbögen, Kartieranleitung, Klemmbrett
- **Orientierung:** Karte (Maßstab 1:25 000), evtl. geologische Karte oder Karte der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, Kompass oder GPS-Handgerät
- **Schüttung:** Uhr mit Sekundenzeiger oder Stoppuhr sowie Zollstock, wasserdichte Plastiktüte mit ca. 5-10 Liter Inhalt und 5l-Eimer mit Literskala
- evtl. **weitere Utensilien** zur Erfassung von Chemie, Fauna und Flora

Neben dem Ausfüllen bzw. Anstreichen des Erfassungsbogens sind oft zusätzliche Bemerkungen sinnvoll. In den Tabellen ist das Zutreffende anzustreichen, wobei zum Teil auch Mehrfachnennungen möglich sind. Bei einigen Merkmalen ist zusätzlich deren Anzahl anzugeben (Auswertung).

Mit der Quellen-Aufnahme und Bewertungs-Software (QABS) des Landes Rheinland-Pfalz können Quellen schnell erfasst und bewertet werden.

www.quellentypenatlas.rlp.de

Abbildungen nächste Seite: Erfassungsbogen und Rückseite des Quellstrukturverfahrens.

Quellerfassungsbogen zu Struktur und Umfeld

bitte vollständig ausfüllen/ anstreichen

weiterer Bogen

Stammdaten:

Datum: _____ Bearbeiter/ Kontakt: _____

Name der Quelle: _____ Ident.-Nummer: _____

Kreis/ Gemeinde: _____ / _____ Rechtswert: _____ Hochwert: _____

Karte (TK25-Nr.): _____ Quelltypenraum: _____ Witterung: _____

Höhe ü.NN.: _____ m Geologie: _____ kein offener Abfluss, zerstörte Quelle (geschl. Brunnenstube)

Morphologie: (Sturzquelle) (Sickerquelle) (Tümpelquelle) (Wanderquelle)

Austrittsform: fließend-stürzend flächig-sickernd in Quelltopf linear

Vernetzung: Einzelquelle Quellkomplex Anzahl der Austritte: _____
Nachbarquelle in _____ m Quellbachlänge: _____ m

Geländeneigung: schroff stark mäßig schwach

Hanglage: Oberhang Mittelhang Hangfuß Tallage

Abflussrichtung: N NO O SO S SW W NW

Größe (10m Länge): Quelle: _____ m² Quellbereich _____ m²

Quellschüttung: ganzjährig periodisch temporär Menge: _____ l/s

mittl. Fließgeschwindigkeit: schnell mäßig langsam stehend

Einträge/Verbau:

Fassung: neu alt verfallen

nein Brunnenstube + Überlauf

Rohr und Becken

nur Rohr/ Rinne

Wasserentnahme: nein > 60% 30 - 59% <30% Zweck: _____

Verlegung: nein alt neu Länge: _____ m Länge unbekannt

Aufstau: nein Nebenschluss Hauptschluss nach _____ m Größe: _____ m²

künstl. Absturz: nein Gesamtabfluss Teilabfluss Höhe: _____ m

Verbau: stark mittel gering

nein Holz

Steinschüttung

wilder Verbau

Naturstein

Beton

nach _____ m für _____ m Verrohrung

Trittschäden: gering mäßig stark

nein

Verursacher (Vieh, Wild, Mensch): _____

Infrastruktur: Zuwegung Bänke/ Parkplatz Trittsteine Überdachung

nein Anzahl: _____ Wassertretbecken Wildfutterstelle Fahrschaden Sonstiges*

Ablagerung: vollständig teilweise vereinzelt

nein Haus-/ Gewerbemüll

Holzabfall

Pflanzenabfall

Erdaushub/ Bauschutt

org. Reste/ Faulschlamm

Einleitungen: nach _____ m

nein Oberfläche/ Straße Drainage/ Graben unverdünnt Rohr trocken

Vegetation/Nutzung:

	Einzugsgebiet	Umfeld	Quellbereich	Quellufer	Quellbach
standorttyp. Vegetation	-	0	0	0	0
standortfr. Vegetation	-	0	0	0	0
Moosgesellschaften	-	0	0	0	0
Laubwald	0	0	0	0	0
Mischwald	0	0	0	0	0
Gebüsch	0	0	0	0	0
Nadelforst	0	0	0	0	0
extens. Grünland	0	0	0	0	0
intens. Grünland	0	0	0	0	0
Acker/ Sonderkultur	0	0	0	0	0
unbefestigter Weg	-	0	0	0	0
befestigter Weg/ Straße	-	0	0	0	0
künstl. vegetat.-frei/ Siedlung	0	0	0	0	0

Sommerbeschattung: unbeschattet schwach mittel stark

Struktur: stark mittel gering

Substrat: natürlich

Fels/ Blöcke	0	0	0
Steine	0	0	0
Kies/ Schotter	0	0	0
Sand	0	0	0
Feinmaterial	0	0	0
Moospolster	0	0	0
Wurzeln	0	0	0
Totholz	0	0	0
Pflanzen	0	0	0
Fallaub	0	0	0
Detritus/ org. Schlamm	0	0	0
Anzahl: _____ Kalksinter...*	0	0	0
verändert			
künstlich/ fremd	0	0	0
Fadenalgen	0	0	0

Strömungsdiversität: Spritzwasser glatt fließend überfließend

Anzahl: _____ gerippt plätschernd überstürzend fallend

Wasser-Land-Verzahnung: groß mittel gering

Besondere Strukturen: Laufverzweigung Inselstrukturen Fließhindernisse Sandwirbel

natürliche Pools gr. Tiefenvarianz Kaskaden Wasserfall

Anzahl: _____ starke Quellflur Wassermoose gr. Lückensystem Rieselfur

Gesamteindruck:

	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5
	naturnah	bedingt naturnah	mäßig beeinträchtigt	geschädigt	stark geschädigt

Skizze: Maßstab: _____



***Bemerkungen:**

Gefährdungen:

Maßnahmen:

Schutzstatus:

Legende:

Erläuterung zur Kartierung und Abgrenzung von Quellen

Jeder Erfassungsbogen repräsentiert eine Quelle. Sind Quellen eindeutig zerstört, so dass kein Wasser mehr abfließt, ist dies im Bogen unter den Stammdaten einzutragen. In einem solchen Fall sind nur die Stammdaten auszufüllen. Die restlichen Erhebungsdaten entfallen (außer dem Grund der Zerstörung bei Bemerkungen). Vor allem naturnahe Quellen sind im Gelände schwer zu finden. Quellsignaturen in der Karte sind in der Praxis oft nicht brauchbar, da sie nur sehr inkonsequent gehandhabt werden und nur wenige Quellen eingezeichnet sind. Sie geben aber Hinweise auf Quellhorizonte und Quellgebiete. Das Suchen von Quellen im Gelände ist zeitaufwändig, wenn die Standorte nicht bekannt sind. Im Umfeld von bekannten Quellen sind oft weitere Quellen auffindbar.

Die Grenze, bis zu der die Kartierung erfolgt, richtet sich in erster Linie nach dem Quellbereich. Er ist in der Regel an der im Vergleich zum Quellbach veränderten Vegetation, der Morphologie und z. T. an der Struktur erkennbar. Es sind nur Gewässer zu kartieren, die durch den Grundwasseraustritt als Quelle ansprechbar sind.



Die Entscheidung, ob ein natürlicher Bachanfang vorliegt, ist manchmal nicht eindeutig zu treffen. Es kann sein, dass der abfließende Quellbach gleich wieder versiegt, was allerdings typisch für Wanderquellen ist. Wenn der Austritt mit einem Rohr gefasst ist, ist im Gelände oft nur schwer zu entscheiden, ob ein ursprünglicher Quellaustritt, ein Überlauf einer wassertechnischen Anlage, eine Drainage, eine Verlegung oder eine Entwässerung vorliegt. Künstliche Bachanfänge ähneln stark gestörten Quellen und sind im Flachland häufig. Vermutungen sind im Bogen festzuhalten. Dies gilt auch für sichtbare Beeinträchtigungen des Quellbaches, etwa die Durchgängigkeit betreffend.

Ist die Größe eines Quellbiotops in der Breite noch relativ leicht zu beurteilen, ist die Ausdehnung in Richtung Quellbach fließend. Hier richtet man sich vor allem nach dem Quelltyp und dem Schüttungsverhalten: je geringer die Schüttung und je breiter der Quellbereich ist, desto geringer ist die Ausdehnung der Quelle bachabwärts. Das bedeutet umgekehrt, dass stark schüttende Sturzquellen eine große Länge haben können – nach KRÜGER (1996) bis 100 m. In der Regel ist jedoch von ca. 10 bis 30 Längener Metern Fließstrecke auszugehen, bis der Quellbach deutlich unterschieden werden kann.

Da jede Quelle morphologisch differiert und der Wert variiert, differiert auch die Fließstrecke, nach der die Quellbedingungen hinter die des Quellbaches zurücktreten. Zu kartieren ist also die direkte Austrittsstelle bis 10 bis ca. 30 Meter bachabwärts inklusive Quellbereich und Umfeld.

DIE MINDESTKARTIERGRÖSSE DES QUELLBEREICHS BETRÄGT ALSO IMMER 10 METER FLIESSSTRECKE, was oft ausreichend ist. Die horizontale Abgrenzung des Quellbereichs und des Umfeldes wird in den Merkmalsgruppen Morphologie (Größe) bzw. Vegetation/Nutzung beschrieben. Die Kartierung durch den vorliegenden Bogen bezieht sich oft auch auf den Quellbach, weshalb Längenangaben nach dem Quellaustritt bis 100 m anzugeben sind.



Erläuterungen zu den Merkmalsgruppen im Kartierbogen

a) Stammdaten

Datum: Tag der Kartierung, dient der jahreszeitlichen Einschätzung der Ergebnisse.

Bearbeiter/Kontakt: Name des Kartierers/der Kartiererin und Kontaktadresse (e-mail).

Name der Quelle: Name der Quelle, falls vorhanden. Ist er nicht festzustellen, ist ein Flurnamen einzusetzen, der hohen Wiedererkennungswert besitzt. Bezieht sich der Name auf den sich anschließenden Bach, ist meist zusätzliche Kennzeichnung erforderlich, da in der Regel mehrer Quellen vorhanden sind.

Ident.-Nummer: Die kartierte Quelle erhält eine 7-stellige Identifikationsnummer, die sie eindeutig kennzeichnet und aus der TK-25-Nr. sowie einer laufenden Nummer (3-stellig) kombiniert wird. Zusätzlich kann die Nummer auch mit Buchstaben kombiniert werden, die für den Naturraum oder die Gemeinde stehen.

Kreis/Gemeinde: Kreis (Autokennzeichen) sowie die Gemeinde, auf deren Gemarkung die Quelle liegt.

Rechtswert/Hochwert: Die jeweils 7-stellige Zahl gibt die genaue Lage der Quelle in der Karte (TK-25) an. Die Werte geben als Gauß-Krüger-Koordinaten die Lage auf der Karte in Kilometern bzw. Metern an. Die Ermittlung erfolgt durch Ablesung einer vierstelligen Zahl am horizontalen oder vertikalen Kartenrand und Ergänzung von drei zusätzlichen Ziffern, die mit einem (durchsichtigen) Lineal gemessen werden oder alternativ durch ein GPS-Gerät. EINE FEHLENDE, GENAUE LAGEKENNZEICHNUNG DER QUELLE ENTWERTET JEDE KARTIERUNG, da diese erst die Wiederauffindung ermöglicht.

Der Standort jeder Quelle muss immer genau angegeben werden (Koordinaten), da Namen nicht eindeutig sind.

Karte (TK25-Nr.): Nummer und Name der benutzten Karte zur Identifizierung.

Quellraum (Naturraum): betreffender Quellraum (vgl. Quelltypenatlas, z. B. Hunsrück), evtl. Beschreibung

Witterung: Aktuelle Wettersituation plus die vorherrschende Situation der letzten Tage, v. a. Niederschlags- oder Trockenperioden, zur Einschätzung der Schüttungsdynamik.

Höhe ü.NN.: Höhe über Normalnull in Metern, aus der Karte entnommen.

Geologie: Bei fehlender Kenntnis werden geologische Formation und anstehendes Gestein einer geologischen Karte entnommen.

kein offener Abfluss, zerstörte Quelle: Wenn die Quelle trocken gefallen oder so stark überbaut ist, dass kein offener Abfluss mehr vorhanden ist, entfällt die weitere Bearbeitung des Bogens außer der Skizze. Allerdings ist darauf zu achten, dass der Austrittsort der Quelle hinreichend nachgewiesen oder historisch belegt ist. In einem solchen Fall ist die Quelle als stark geschädigt einzustufen.

Die Mindestkartiergröße des Quellbereichs beträgt immer 10 Meter Fließstrecke

b) Morphologie

Austrittsform: Hier ist eine Entscheidung für einen der vier Basisquellentypen zu treffen. Der Hauptunterschied zwischen Sturz- und Sickerquelle betrifft die Austrittsfläche. Sie ist bei der Sturzquelle punktuell, bei der Sickerquelle großflächig-diffus. Tümpelquellen bilden einen Quelltopf mit Überlauf. Wanderquellen befinden sich meist in Geländerrinnen und können nach einigen Metern wieder versickern. Bei Mischtypen oder einem Quellbereich mit mehreren Austritten, die verschiedenen Quelltypen entsprechen, ist der dominierende Quelltyp anzugeben. Dieser stellt den Hauptaustritt mit der größten Schüttungsmenge dar. Besondere Quelltypen wie Kalksinter-, Schwefel-, Sole-, Thermal- oder Mineralquellen sind unter Bemerkungen einzutragen. Dies gilt auch für Eisenockerausfällungen (rötliche Ablagerungen). Bei großflächigen Quellbereichen können Quellwälder, Niedermoore, Kleinseggen Sümpfe, feuchte Gras- und Staudenfluren, Seen und Weiher aus ökologischer Sicht Quellbereiche sein, wenn aus ihnen ein Bach abfließt (KRÜGER 1996), was jeweils anzugeben ist. Bei Größeren Gebieten sind repräsentative Quellen für die Kartierung auszuwählen.

Vernetzung: Dieses Merkmal beschreibt die Lage zur nächsten Quelle. EINZELQUELLE ist anzugeben, wenn im weiteren Umfeld keine Quelle zu erkennen ist. Kleinere Nebenquellen im Quellbereich der Hauptquelle zählen nicht separat, da nur EIN QUELLBACH abfließt. Liegen mindestens zwei Quellen beieinander oder ist ein Gebiet großflächig mit Quellen bedeckt, so dass mindestens ZWEI GETRENNTE QUELLBÄCHE abfließen, ist Quellgebiet anzukreuzen. Die beiden Quellbäche müssen insgesamt mindestens für 10 m Fließstrecke getrennt sein, bevor sie sich vereinigen, ansonsten ist Einzelquelle anzugeben. Die ungefähre ENTFERNUNG ZUR NACHBARQUELLE ist dagegen über Luftlinie anzugeben. Ist sie unbe-

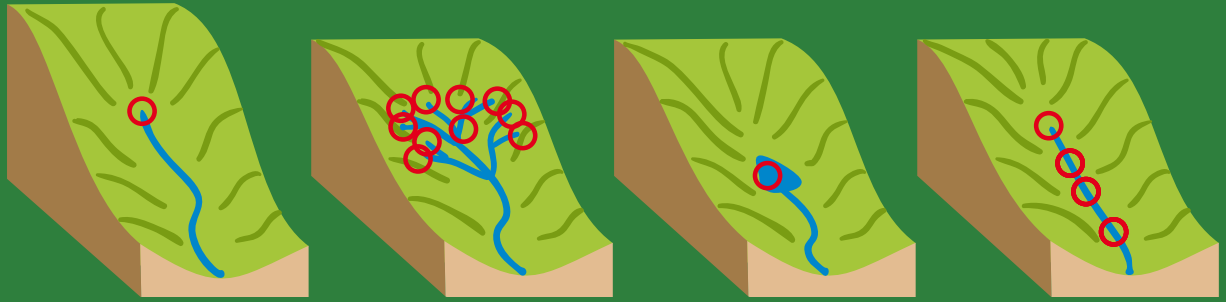
kannt, ist sie aus der Karte abzuschätzen. Die QUELLBACHLÄNGE wird gemessen vom Ende der Quelle bis zur NÄCHSTEN EINMÜNDUNG. Wenn der nächste Bach nicht sichtbar ist, ist die Länge in der Karte abzuschätzen. Die ANZAHL DER AUSTRITTE bezieht sich entweder auf die Einzelquelle oder den Quellkomplex. Die Biotopvernetzung von Quellen ist wichtig für den Wiederbesiedlungsaspekt und die Stabilität der Quellbiozöten. Nachbarquellen sind „Trittsteinbiotop“ und bilden ein mehr oder weniger dichtes Netz in der Landschaft, wobei besonders deren räumliche Anordnung von Bedeutung ist. Ist die Nachbarquelle verbaut, sollte dies unter Bemerkungen erwähnt werden.

Geländeneigung: Die Geländeneigung wird vor Ort abgeschätzt und eine der vier Stufen zugeordnet. Näherungsweise können die Höhenlinien der Karte herangezogen werden. Die Geländeneigung bezieht sich auf die Umgebung UNTERHALB DER AUSTRITTSSTELLE, d. h. auf das Umfeld im Umkreis von 20 m und nicht nur auf den Austritt. Eine Berechnung der Neigung ist nur mit technischen Geräten oder der sog. „Neigungsharfe“ aus der Karte möglich (TK25, Gradangaben).

Für die meisten Kartierzwecke reicht aber eine Abschätzung folgender Klassen aus:

- SCHROFF: Neigung 90° (senkrecht) bis 30°
- STARK: Neigung 30° bis 15°
- MÄSSIG: Neigung 15° bis 5°
- SCHWACH: Neigung 5° bis 0° (waagrecht)

Die Geländeneigung ist von Bedeutung für die Morphologie, die Fließgeschwindigkeit, die Substratzusammensetzung sowie die Sonneneinstrahlung und somit den Temperaturhaushalt.



„Quelle ist nicht gleich Quelle ...“

Die vier Basisquellentypen

Quellentyp	Sturzquelle (Rheokrene)	Sickerquelle (Helokrene)	Tümpelquelle (Limnokrene)	Wanderquelle (Migrakrene)
Austrittsort	punktuell	diffus	von unten	linear
Austrittsform	fließend-stürzend	flächig-sickernd	in Quelltopf	zeitlich wandernd
Lage	steileres Gelände	geneigtes Gelände	Tal(rand)lage	Geländerinne
Substrat	grob: Fels, Steine, Kies	fein: Ton, Sand, Feinkies	fein-mittel: Sand, Feinkies	mittel-grob: Grobkies, Schotter
Substratverteilung	nach Strömung sortiert, wechselnd	gleichmäßig, ab dem Zu- sammenfluss etwas gröber	konzentrisch um Austritt sortiert	sehr gleichmäßig in Geländerinne
Besondere Strukturen	Rieselflur, Wasserfall, Kaskaden	oft stärkere Quellflur	Sandwirbel am Grund	großes Lückensystem
Vegetation	Moose, Farne, oft wenig Vegetation	Kräuter, Farne, Binsen, Seggen	Wassermoose, nährstoffarme Tümpelvegetation	fehlende Quellvegetation

Außer diesen vier Grundtypen existieren verschiedene geochemische Sonderformen:

Kalksinterquellen entstehen nach Kalkausfällungen, bei denen oft Moose beteiligt sind

Schwefelquellen riechen nach Schwefelwasserstoff (Geruch fauler Eier) und lagern Schwefel ab

Mineral-, Sole- und Thermalquellen sind besonders mineralreich (Eisenockerablagerung) bzw. werden durch vulkanische Prozesse erwärmt. Ihr Wasser besitzt teilweise heilsame Wirkung.

Ablagerungen von:

Kalksinter



Schwefel



Eisenocker



Hanglage: Die Hanglage wird auf die GROSSRÄUMIGE UMGEBUNG bezogen. Liegt z. B. die Quelle am Fuß einer größeren Mulde am Mittelhang, so ist Mittelhang anzukreuzen. (Abbildung unten) Die Hanglage hat ähnliche Konsequenzen wie die Geländeneigung, weist aber zusätzliche Verknüpfungen mit der Schüttung und der Gewässerchemie auf.

Abflussrichtung: Die Abflussrichtung ist die Himmelsrichtung, in die der Quellbach den Quellbereich verlässt. Bei gewundenem Abfluss ist ein Mittelwert zu bilden. Die Angaben sind als Halbquadrant vorgegeben, z. B. NW = Nordwest. Das Merkmal ist wichtig für die Ausbildung der Vegetation, den Temperaturhaushalt und das Mikroklima.

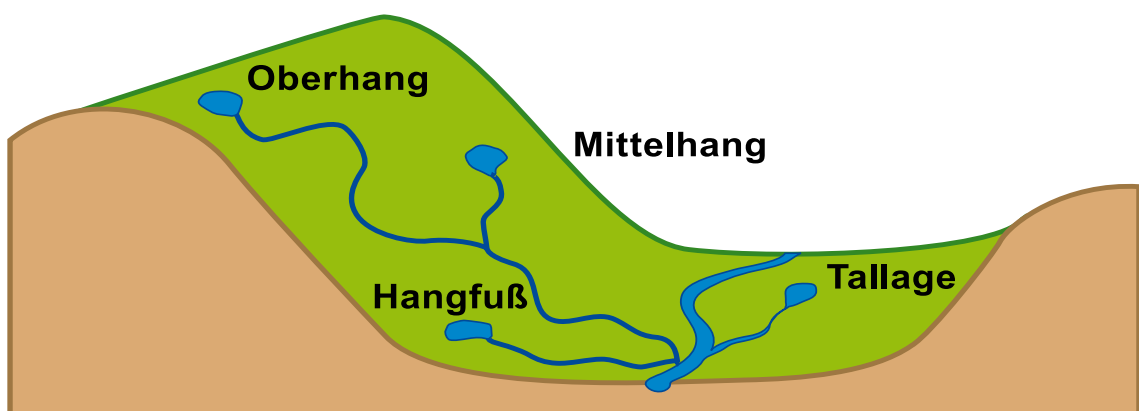
Größe: Die Größe der Quelle wird in m² geschätzt und entspricht der Fläche, die deutlich sichtbar wasserüberstanden oder überflossen ist, also dem GEWÄSSER im herkömmlichen Sinn. Der Quellbereich ist im Allgemeinen größer als die Quelle selbst. Er entspricht zusätzlich dem FEUCHTEN BODENBEREICH IM UMGEBUNG UM DIE QUELLE MIT NASSEN HÄNGEN ODER FELSEN. Er ist oft mit Quellpflanzen besiedelt, hebt sich also mit seiner Vegetation vom Umfeld ab, das sich nach außen anschließt. Das Verhältnis zwischen Quelle und Quellbereich erlaubt Rückschlüsse über die Beziehungen von Morphologie, Quelltyp und Strukturvielfalt.

Quellschüttung: Bei einem einmaligem Besuch ist die Schüttung nicht ohne Weiteres eindeutig einzuordnen, da sie Schwankungen unterliegt. Deshalb ist jede Quelle am besten mehrmals zu besuchen, es kann auch die Erfahrung von Anliegern genutzt werden:

- GANZJÄHRIG bedeutet, dass die Quelle OHNE UNTERBRECHUNGEN schüttet.
- PERIODISCH bedeutet, dass die Quelle REGELMÄSSIG MIT UNTERBRECHUNGEN fließt, z. B. Austrocknung im Sommer. Die Schüttungszeit überwiegt die Zeit des Trockenfallens.
- TEMPORÄR heißt, dass die Quelle längere Zeit trocken fällt als sie schüttet.

**Wichtig ist eine wenigstens grobe
Angabe der Schüttung
(Abflussmenge in Liter/Sekunde)**

Die SCHÜTTUNGSMENGE ist nur mit geübtem Auge abzuschätzen. Ungeübte unterschätzen sie meist. Am leichtesten ist sie bei gefassten Quellen zu messen, indem ein MESSEIMER unter das Rohr oder den Überlauf gehalten wird und die Zeit bis zur Füllung gestoppt wird. Anschließend ist in Liter pro Sekunde umzurechnen. Wichtig ist, darauf zu achten, dass der gesamte Abfluss



Darstellung von Quellen verschiedener Hanglagen.



in den Eimer fließt. Ansonsten muss mehrmals an verschiedenen Stellen gemessen und zusammengerechnet werden. Falls diese Methode bei verteiltem Abfluss oder durchsickertem Substrat nicht möglich ist (naturnahe Quelle), behilft man sich mit einem Plastiksack, der möglichst dicht am Boden liegt und das Wasser aufnimmt. Auch hier wird wieder die Zeit gestoppt.

Diese Methode eignet sich v. a. bei schwach schüttenden Sickerquellen. Sind bei bachähnlichen Sturzquellen keine Abstürze vorhanden, kann eine VEREINFACHTE ABFLUSSMESSUNG erfolgen, indem Breite, Tiefe und Fließgeschwindigkeit einer einheitlichen Stelle multipliziert werden. Eine wenigstens grobe Angabe der Quellschüttung ist hilfreich. Die Schüttung ist eine wichtige Größe, die sehr viele Faktoren beeinflusst, so die Substrat- und Vegetationsverteilung und die Zusammensetzung der Fauna. Einige chemische Parameter wie Sauerstoffgehalt, pH-Wert und die Wassertemperatur hängen von ihr ab.



mittl. Fließgeschwindigkeit: Die Fließgeschwindigkeit ist eine Größe, die je nach Ort in der Quelle variiert. Die mittlere Fließgeschwindigkeit wird gemessen, indem eine Stelle ausgesucht wird, die REPRÄSENTATIV für die Quelle ist. Dort wird eine Messung nach der sog. DRIFTKÖRPERMETHODE durchgeführt. Ein schwimmender Körper (Blatt, Holzstückchen) wird auf der Wasseroberfläche treiben gelassen und die Strecke gemessen (Zollstock) die in einer Sekunde zurücklegt wird (m/s). Anschließend wird die Fließgeschwindigkeit in eine der vier Klassen eingeteilt:

- SCHNELL: > 0,8 m/s
- MÄSSIG: 0,3 bis 0,8 m/s
- LANGSAM: < 0,3 m/s
- STEHEND: 0 m/s

Mit etwas Erfahrung können die Werte auch geschätzt werden. Die Fließgeschwindigkeit ist ähnlich wie die Schüttung ein wichtiger Faktor für die Besiedlung und hat ähnlich wichtige Bedeutung.



Typen von
Quellfassungen:
Brunnenstuben mit
und ohne Überlauf.



Typen von
Quellfassungen:
Quellfassungen mit
Rohr und Becken.

c) Einträge/Verbau:

Fassung: Verschiedene Typen von Fassungen (s. folgende Abbildungen) stellen die gravierendsten Schädigungen einer Quelle dar und müssen deswegen stärker differenziert werden:

- **BRUNNENSTUBE MIT ÜBERLAUF:** Es ist (wenigstens zeitweise) noch ein Abfluss vorhanden, der als Überlauf einer Brunnenstube gefasst ist. Der anschließende Ablauf kann mehr oder weniger beeinträchtigt bis naturnah sein. Bei größeren Wasserentnahmen kann der Überlauf trocken fallen (Schädigung beträchtlich).
- **ROHR UND BECKEN:** Hier ist der Austritt mehr oder weniger vollständig gefasst mit Beeinträchtigung der Lebensgemeinschaften. Bei einem Becken oder einem ähnlichen Bauwerk fehlt fast nie ein Rohr oder eine Rinne (Absturz), die das Wasser hineinleitet. Starker Verbau am unmittelbaren Quellaustritt ist das Hauptmerkmal dieses Fassungs-typs, er setzt sich oft noch eine weitere Strecke fort (Verrohrung, Rinnen)
- **NUR ROHR/RINNE:** Bei dieser Art der Fassung ist nur ein Rohr oder eine Rinne vorhanden, der Rest des Abflusses ist mehr oder weniger naturnah belassen. Die Schädigung ist zwar nicht so stark wie bei einem Becken, das Rohr mit Absturz stellt aber eine Wanderbarriere dar, die nur einseitig passierbar ist.

Mit den folgenden Begriffen ist das **ALTER UND DER ZUSTAND** der Fassung gemeint:

- **NEU:** Die Fassung ist noch relativ jung, vollkommen **UNVERSEHRT UND VEGETATIONSFREI** oder macht den Eindruck einer regelmäßigen und gründlichen **INSTANDHALTUNG UND REINIGUNG**. Bereits kleinere Schäden an der Fassung werden in kürzeren Abständen repariert. Die Quelle ist stark geschädigt.
- **ALT:** Die Fassung zeigt bereits Spuren des Verfalls, ist aber noch **FUNKTIONSTÜCHTIG**. Sie ist schon älter und teilweise überwachsen (Moospolster). Sie zeigt **KEINE ANZEICHEN LAUFENDER INSTANDHALTUNG** oder häufigen Reinigung. Das Wasser fließt zu einem



geringen Teil (unter 10%) durch Ritzen und Spalten der Fassung, sonst ist die Fassung intakt. Die Quelle zeigt Ansätze faunistischer und floristischer Wiederbesiedlung.

VERFALLEN: Die Fassung ist schon so stark verfallen, dass ein **DEUTLICHER TEIL** (über 10%) des Wassers nicht mehr über die Fassung, sondern **daran VORBEI** oder **DURCH SPALTEN UND RITZEN** fließt. Die Fassung ist im Sinne der ursprünglichen Anlage **NICHT MEHR (VOLL) FUNKTIONSTÜCHTIG**. Das verfallene Bauwerk ist oft stark mit Pflanzen bewachsen und kann technisch nur aufrechterhalten werden, wenn die gesamte Fassung erneuert wird (ökologisch fehlangezeigt). Die Quelle ist mit hoher Wahrscheinlichkeit wiederbesiedelt und möglicherweise als wertvoller Biotop anzusprechen (s. Abb.).

Wasserentnahme: Neben der Trinkwassernutzung gibt es eine Reihe weiterer Wasserentnahmen. Dazu zählt die Ableitung von Wasser für **VIEHTRÄNKEN**, **FISCHTEICHE** oder für die **BEWÄSSERUNG** sowie Wasserentnahmen durch Besucher mittels **KANISTERN** (Heilquellen). Die Entnahme wird in drei angegebene Klassen geschätzt und ihr Zweck angegeben. Schäden durch Entnahmen werden nach der Menge des entnommenen Wassers beurteilt.

Verlegung: Eine Verlegung liegt dann vor, wenn die Quelle mittels eines Drainage- oder sonstigen Rohres über eine gewisse Distanz **VON IHREM EHEMALIGEN AUSTRITTSORT WEGGELEITET** wird. Ist die Verlegung noch relativ neu, erkennt man ihre Länge und trägt diese in den Bogen ein. Dies ist z. T. auch bei älteren Verlegungen erkennbar. Hat man keinen Anhaltspunkt, ist „Länge unbekannt“ einzutragen. Die Verlegung unterscheidet sich von der Verrohrung durch den Eingriffsort: bei der Verlegung ist der Austritt selbst, bei der Verrohrung der unterhalb liegende Teil der Quelle verrohrt, so dass der Austritt frei liegt. Die Auswirkung der Verlegung variiert je nach Größe des Eingriffs, welche durch Länge und Alter gekennzeichnet ist.



Typen von
Quellfassungen:
Quellfassung
mit Rohr.



Aufstau: Ein Aufstau hat je nach Ort und Größe sehr unterschiedliche ökologische Folgen, z. B. verstopft er das Hohlraumssystem der Gewässersohle. Ein großer, nahe beim Quellaustritt liegender Aufstau im Hauptschluss überprägt die Quelle völlig, während ein kleiner Aufstau, der sich weit von der Quelle im Nebenschluss angliedert, praktisch keine Auswirkungen hat. Aufstau wird hier im Sinne von KÜNSTLICHEM AUFSTAU verstanden, im Gegensatz zu natürlichen Tümpelquellen. Hauptschluss bedeutet, dass das GESAMTE Wasser durch den Aufstau fließt, während bei einem Nebenschluss nur ein Teil des Wassers in den Aufstau geleitet wird, der andere Teil verbleibt im natürlichen Gewässerbett. Zusätzlich ist die Lage des Aufstaus und dessen Größe in m^2 anzugeben.

künstl. Absturz: Ein künstlicher Absturz ist ein künstlich geschaffener, freier Abfall des Wassers mit Abreißen des Bodenkontaktes, verbunden mit einem kleineren Bauwerk (Wehr, Rampe). Der Abfall kann den GESAMTEN ABFLUSS betreffen oder nur einen Teil davon. Die HÖHE ist anzugeben. Vor allem höhere Abstürze bilden eine Wanderbarriere für aquatische Tiere.



Auch Quellfassungen können naturnah besiedelt sein.



Verbau: Beim Verbau kommt es neben dem Baustoff vor allem darauf an, wie groß die verbauten Bereiche sind. Deswegen werden drei Kategorien unterschieden, die sich auf die Ufer, die Gewässersohle und den näheren Quellbereich der ersten Fließmeter beziehen:

- **STARK:** etwa von 70 bis 100 % Wasserkontaktfläche.
- **MITTEL:** etwa von 30 bis 70 % Wasserkontaktfläche.
- **GERING:** etwa von 0 bis 30 % Wasserkontaktfläche.

Als typische Baumaterialien für Quellfassungen werden folgende unterschieden:

- **HOLZ:** Verschalung mit Brettern und Balken, Holzrinnen.
- **STEINSCHÜTTUNG:** lose eingeschüttete Steine, Schotter oder Kies.
- **WILDER VERBAU:** meist illegal (Anlieger) aus Wellblech, Brettern, Beton, Autoreifen usw.
- **NATURSTEIN:** Verbau aus roh behauenen, **GEBIETSTYPISCHEM STEIN**. Gemeint ist auch eine gefugte oder ungefugte Natursteinmauer.
- **BETON:** z. B. als Betonverschalung, Betonmauer, Bausteinmauer in Zementbauweise.
- **VERROHRUNG:** Bei einer Verrohrung wird die Quelle durch ein Rohr geführt, z. B. unter einem Weg. Sie verhindert als Wanderbarriere die Ausbreitung von Tieren. Abstand und Länge sind jeweils anzugeben.



Typische Baumaterialien für den Ausbau von Quellen: Holz, Naturstein, Beton und wilder Verbau.

Zusätzliche Bemerkungen auf dem Kartierbogen ergänzen die Datenaufnahme.

Die verschiedenen Formen von Verbau verhindern – abhängig von Art und Intensität – eine natürliche Substratausstattung, die Ausbildung von Kleinhabitaten, eine natürliche Uferlinie, verkleinern den Quellbereich und zerstören Lebensräume für Quellzönsen.

Trittschäden: Geringe Trittschäden sind ökologisch wenig bedeutsam, mäßige und starke Trittschäden können jedoch Quellzönsen deutlich beeinträchtigen (siehe Abbildung Seite 81):

- GERING: Trittschäden sind zwar erkennbar, die Quellvegetation ist aber kaum verändert.
- MÄSSIG: hier ist noch Quellvegetation sowie die ursprüngliche Substratausstattung vorhanden, aber bereits beeinträchtigt.
- STARK: Hier sind die Veränderungen so gravierend, dass das Gewässerbett kaum noch erkennbar ist. Es bilden sich schlammige Flächen oder verfestigte Bodenbereiche (Pfützen, Trittschäden, Suhlen). Es ist keine nennenswerte Quellvegetation mehr vorhanden, während einheitliches Feinsubstrat vorherrscht.

Die Frage nach den Verursachern der Trittschäden liefert wertvolle Zusatzinformationen als Ansatzpunkt für Maßnahmen (Fußabdrücke).



Auch ein Fahrschaden beeinträchtigt eine Quelle massiv.

Die ökologischen Folgen von Trittschäden sind die Zerstörung der Kleinhabitats und ihrer Lebensgemeinschaften durch das „Umpflügen“ des Bodens im Quellbereich.

Infrastruktur: Sie bezieht sich in weitem Sinn auf „touristische“ oder jagdliche Veränderungen zur Freizeitnutzung im Quellbereich und im Umfeld und wirkt sich indirekt negativ auf die Struktur aus:

- ZUWEGUNG: schmaler Weg oder Pfad, der an/in den Quellbereich oder ans Quellufer heranreicht in Kombination mit Bodenverfestigungen oder Schädigung der Quellvegetation.
- BÄNKE/PARKPLATZ: Dieses Merkmal fasst touristische Einflüsse zusammen, die zwar nicht direkt durch Verbau im Quellbereich gekennzeichnet sind, deren Vorhandensein aber starke Besucherfrequentierung anzeigt (Gefährdung durch Müll, Trittschäden usw.).
- TRITTSCHADEN: Angelegte Steine, um trockenen Fußes ans Wasser treten zu können.
- ÜBERDACHUNG: Eine Überdachung wirkt sich v. a. auf den Nahrungs- und Lichthaushalt aus.
- WASSERTRETBECKEN: Ist solch ein Bauwerk direkt im Anschluss an die Quelle (Hauptanschluss) vorhanden, muss dies unter Fassung bzw. Verbau zusätzlich angegeben werden. In einiger Entfernung und im Nebenschluss genügt der Eintrag an dieser Stelle.
- WILDFUTTERSTELLE: Eine Wildfütterstelle wird gerne an Quellen errichtet, da auch das Vorhandensein einer Wasserstelle Wild anlockt. Erkennbar ist sie an Hochsitzen, Futterresten, Futtergefäßen und Wildvertritt. Neben Trittschäden besteht die Gefahr der Eutrophierung durch Futter und Tierkot (siehe Abbildung Seite XX).
- FAHRSCHADEN: Befahren des weiteren Quellbereichs mit einem Fahrzeug, ist auch bei Bauarbeiten (Bagger) sowie bei Rückschneisen (Schlagholzrücken im Wald) anzugeben, da hier ebenfalls Maschinen den Quellbereich schädigen. Bei starker Schädigung ist dies auch unter Stammdaten, Vegetation/Nutzung oder Struktur anzugeben (Abb. unten).



Ablagerung: Sie können eine Quelle inklusive des Quellbereichs:

- VOLLSTÄNDIG (80 bis 100 %),
- TEILWEISE (20 bis 80 %) oder
- VEREINZELT (0 bis 20 %) bedecken (s. Abb. rechts).

Zu unterscheiden sind:

- HAUS-/GEWERBEMÜLL: Gewerbemüll besteht im Vergleich zu Hausmüll häufig aus größeren Mengen.
- HOLZABFALL: sämtlicher Holzabfall, der nach Augenschein nicht natürlich in die Quelle gelangt ist, insbesondere große Mengen mit starker Abdeckwirkung (Stückholz, Bretter).
- PFLANZENABFALL: Gartenabfälle wie Gras, Laub, Heckenschnitt, Weihnachtsbäume.
- ERDAUSHUB/BAUSCHUTT: Hauptproblem ist die Zudeckung der Quelle sowie Veränderungen des Chemismus (Kalk, Mörtel).
- ORG. RESTE/FAULSCHLAMM: Im Gegensatz zu natürlichen Quellen kann Faulschlamm in anthropogen beeinträchtigten Quellen größere Ablagerungen bilden. Er wird durch starke organische Einträge verursacht (zersetzte Pflanzenreste, Abwasser). Faulschlamm besteht aus kleinsten organischen Resten, die unter Sauerstoffabschluss und Schwefelwasserstoffbildung langsam zersetzt werden (Geruch fauler Eier)

Ablagerungen überdüngen oder verschütten den Quellbereich, verhindern den Lichteinfall oder verändern ihn mit deren Inhaltsstoffen (Öle, Säuren, Lacke, Reinigungsmittel, Kalk).

Einleitungen: Einleitungen erfolgen einerseits absichtlich, andererseits können aus offenen Flächen nach heftigen Niederschlägen Stoffe in Quellen eingeschwemmt werden. Vor allem Quellen in Hangkerben und Tallagen sind davon betroffen. Auch bei Trockenheit ist deshalb auf eine gefährdete Exposition zu achten.

- OBERFLÄCHE/STRASSE: Oberflächenwasser ist in der Regel gering verschmutzt, es können aber Gummiabrieb, Öle, Streusalz (Straßen) oder andere wassergefährdende Stoffe beigemischt sein. Oberflächenwasser gelangt



Quellmulden werden oft als Müllkippe mißbraucht.



Illegale Ableitung zur Gartenbewässerung.

Im Umfeld werden Biototypen und Nutzungen mit ihrem Abstand zur Quelle erfasst, wobei Mehrfachnennungen erfolgen können.

auch über Gräben in eine Quelle (Auswaschung nach Regenereignissen).

- **DRAINAGE/GRABEN:** Diese Einleitungswässer gelangen über Drainagerohre oder Gräben in Quellen und sind wegen ihrer Herkunft aus (intensiv) landwirtschaftlichen Flächen zum Teil mit Düngemitteln oder Pestiziden belastet. Sie sind jedoch noch mehr oder weniger stark verdünnt.
- **UNVERDÜNNT:** Unverdünntes Abwasser stammt aus Haushalten, Industrie oder Landwirtschaft (Gülle, Silosickersäfte). Es ist am starken Geruch, der Trübung, der auffälligen Farbe oder an Bakterien (Schleimfäden: sog. „Abwasserpilz“) zu erkennen. Die Veränderungen der Nährstoffsituation und der Wasserchemie sind aufgrund der hohen Schadstoffkonzentrationen besonders dramatisch.
- **ROHR TROCKEN:** auch ein zeitweise trockenes Rohr birgt die Gefahr einer periodischen oder spontanen Einleitung, z. B. durch Reinigung eines Betriebes am Wochenende.

Bei Einleitungen spielt der Abstand zum Austritt eine wichtige Rolle (Angabe auch bei trockenem Rohr).

d) Vegetation/Nutzung:

Tabelle: Bei der Tabelle der Vegetation/Nutzung werden Biototyp und Abstand zur Quelle kombiniert, letzter gekoppelt mit dem Grad der Auswirkung. Beim Abstand zur Quelle wird unterschieden:

- **EINZUGSGEBIET:** Das Einzugsgebiet einer Quelle umfasst das Gebiet oberhalb der Quelle bis zur Wasserscheide. Zur Abschätzung der Vegetation des Einzugsgebietes sind sichtbare, dominierende Vegetations- oder Nutzungsformen anzugeben. Ein Teil des Wassers, das im Einzugsgebiet versickert, fließt unterirdisch über das Grundwasser der Quelle zu. Die Quelle bezieht ihr Wasser zwar von diesem Gebiet, das tatsächliche Einzugsgebiet kann sich aber vom oberirdisch sichtbaren Einzugsgebiet unterscheiden. Fallen Beeinträchtigungen oder abweichende, wassergefährdende Nutzungsformen im weiteren Umfeld oder im näheren Einzugsgebiet auf (z. B. eine Mülldeponie), ist dies unter Bemerkungen zu nennen.
- **UMFELD:** Das Umfeld schließt sich außen länglich oval um den Quellbereich an und reicht etwas weiter wie der Kronenradius eines großen Baumes, entsprechend ETWA 15 METER.
- **QUELLBEREICH:** Der Quellbereich meint den direkten Umkreis als DURCHNÄSSTER, WASSERGESÄTTIGTER BODENBEREICH um die Quellaustritte. Er hebt sich mit seiner (Quell-)Vegetation oft vom Umfeld ab, das sich nach außen anschließt. Hierzu gehören auch Spritzwasserzonen.
- **QUELLUFER:** Das Quellufer stellt den schmalen ÜBERGANGSBEREICH ZWISCHEN WASSER UND LAND dar, Sickerflächen und durchfeuchtete Böden gehören zum Quellbereich.
- **QUELLBACH:** Der Quellbach schließt sich unterhalb des Umfeldes an. Wichtig ist vor allem, auf die Durchgängigkeit (Verrohrung, Verbau, Abstürze), aber auch auf Nutzungsformen zu achten und gravierende Veränderungen zu notieren.



Der Quellwald

„... bietet den Quellen ein Dach über'm Kopf“



Erlenbruch als Quellsumpf,
naturnaher/natürlicher Zustand



Die Schwarzerle (*Alnus glutinosa*)

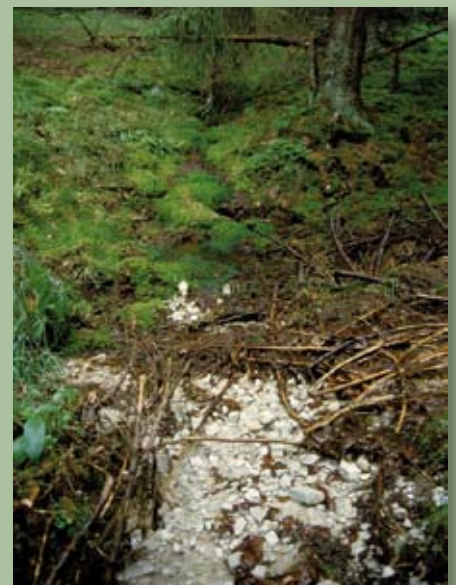
ist ein typischer Begleiter unserer Gewässer und wächst dort wo es anderen Baumarten zu nass ist. Sie wird 20 bis 25 m hoch und hat eine lockere Krone. Dadurch lässt sie auch im Sommer ausreichend Licht zum Boden durch und spendet trotzdem Schatten, der für gleichbleibende Temperaturen in Bodennähe sorgt.

Das Laub der Erle verrottet sehr leicht. Es bildet im nährstoffarmen Lebensraum Quelle die Grundlage für die Ernährung der Quellbewohner und bietet diesen zahlreiche Versteckmöglichkeiten.

Viele ehemals mit Erlen bestandene Quellsümpfe in Tallagen oder an Nordhängen wurden zum Zwecke forstlicher Nutzung in Fichtenforste umgewandelt. Durch die extreme Beschattung verschwindet die natürliche Quellflora, die Versauerung von Boden und Quellwasser wird verstärkt und den Quellbewohnern wird die wichtigste Nahrungsgrundlage – das Falllaub – entzogen. Derart beeinträchtigte Quellen sind meist biologisch verarmt.



Skelettiertes Blatt als Nahrungsgrundlage



Fichtenpflanzung im Quellsumpf führt zur Versauerung.



Detritus besteht aus zersetzten Pflanzenresten, deren Herkunft nicht mehr klar erkennbar ist

Bei den eingeteilten Biotoptypen und Nutzungsflächen können Mehrfachnennungen erfolgen:

- **STANDORTTYPISCHE VEGETATION:** standorttypische Vegetation sind Kräuter und Stauden, die charakteristische Gesellschaften für Quellen, Wald, Nasswiesen oder feuchte Hochstaudenfluren bilden (nicht verholzt). Hierzu gehören auch Röhrichte, Seggenriede oder Niedermoore. Typische Pflanzen finden sich in Bestimmungsbüchern der heimischen Flora.
- **STANDORTFREMDE VEGETATION:** standortfremde Vegetation bilden meist Hochstauden und Pflanzen wie Stickstoffzeiger in Verbindung mit sehr dichter Vegetation aus stark wuchernden Einartbeständen sowie eingeschleppte Pflanzen (Neophyten). Zu ersteren gehört die Brennnessel in großen, dichten Beständen, zu letzteren als Neophyten die Topinambur, der Riesen-Bärenklau, der Staudenknöterich, das indische Springkraut und die kanadische Goldrute, weiterhin Pflanzen, die typisch für beeinflusste Biotope sind wie Ruderalflächen und Schuttplätze sowie eine übermäßig starke Verkrautung.
- **MOOSGESELLSCHAFTEN:** pflanzliche Lebensgemeinschaften, bestehend aus Moosbeständen, die ab einer Bedeckung von

etwa 5 % die vorkommenden Substrate überwachsen.

- **LAUBWALD:** Hiermit sind auch einzelstehende Laubbäume gemeint, wenn sie sich in unmittelbarer Nähe der Quelle befinden (Quellufer, Quellbereich oder Umfeld mit Kronenüberdachung). Laubwald wird ab einem Laubbaumanteil von 80 % angegeben und bildet die natürliche Bestockung um Quellen.
- **MISCHWALD:** Mischwald wird aus Laub- und Nadelbäumen gebildet und ab einem ausgeglicheneren Verhältnis von 20 zu 80 % (Laub-/Nadelbäume) angegeben. Im nahen Umfeld (Kronenüberdachung) genügen bereits unterschiedliche Einzelbäume für die Nennung von Mischwald. Mischwald steht in seinen Einflüssen zwischen Nadel- und Laubwald.
- **GEBÜSCH:** Gebüsch hat eine Höhe von weniger als 5 bis 6 m. Liegt die Höhe darüber, wird entweder Laub-, Nadel- oder Mischwald angegeben.
- **NADELFORST:** Nadelbäume mit einem Nadelbaumanteil von mehr als 80 % sind immer forstwirtschaftlich bedingt und standortfremd, da sie natürlich in Mittelgebirgen nur selten und in großen Höhen vorkommen. Es sind auch Einzelbäume zu nennen, die sich in Quellnähe befinden (nahes Umfeld, Kronenüberdachung). Nadelholzmonokulturen sind ökologisch stark schädigend.
- **EXTENS. GRÜNLAND:** Extensives Grünland wird nicht, unregelmäßig oder wenig gedüngt (kein Kunstdünger). Es wird gering beweidet oder ein- bis höchstens zweimal im Jahr gemäht. Bestimmte Pflanzenarten zeigen extensive Wiesen an, wobei unter Bemerkungen zu notieren, ob Wiese oder Weide vorliegt.
- **INTENS. GRÜNLAND:** Intensives Grünland wird regelmäßig und häufig gedüngt und gemäht (3 bis 5 mal im Jahr) oder intensiv beweidet. Auch intensive Nutzungsformen werden durch typische Pflanzenarten angezeigt, fast immer dominieren wenige Arten.
- **ACKER/SONDERKULTUR:** Neben Äckern gehören auch Sonderkulturen wie Wein, Hopfen, Tabak, Gemüse oder Obstbau dazu.



- **UNBEFESTIGTER WEG:** Hier sind gering oder unbefestigte Wege gemeint, die zwar durch eine Bodenverfestigung gekennzeichnet sind, aber keine starke Auflage aus gebietsfremden Materialien aufweisen. Streckenweise können aber Befestigungsmaterialien verwendet werden, z. B. Bauschutt. Hierzu zählen auch Wanderwege oder Wege, deren Auflage entweder aus Naturstein besteht, überwachsen oder nicht mehr erkennbar ist (keine größeren Unterhaltungsmaßnahmen).
- **BEFESTIGTER WEG/STRASSE:** Dieser Punkt umfasst breitere Wege, die in großem Umfang mit Schotter, Splitt oder ähnlichen Materialien (gebietsfremd) befestigt sind, außerdem alle versiegelten Straßen.
- **KÜNSTL. VEGETAT.-FREI/SIEDLUNG:** Die Ausbildung natürlicher Vegetation kann durch Verbau, Vertritt oder künstliches Entfernen verhindert werden. Natürlich vegetationsfreie Ufer (Fels, Beschattung) sind nicht gemeint. Außerdem umfasst der Punkt versiegelte Flächen wie Häuser, Ortschaften und Städte, Gewerbeflächen sowie andere intensive Nutzungen wie Bahndämme, (Schreber-) Gärten, Spielplätze, Parks, Friedhöfe usw. Konkrete Flächennutzungen sind unter Bemerkungen anzugeben.

Sommerbeschattung: Die Sommerbeschattung ist die Beschattung, die **GEHÖLZE** in vollständig **BELAUBTEM ZUSTAND** erzielen. Bei Kartierungen in Winter, Frühjahr und Herbst orientiert man sich an der von Ästen und Zweigen bedeckten Oberfläche. Dabei ist die Beschattung von oben zu schätzen:

- **UNBESCHATTET:** 0 % Flächendeckung.
- **SCHWACH:** 0 bis 30 % Flächendeckung.
- **MITTEL:** 30 bis 70 % Flächendeckung.
- **STARK:** > 70 % Flächendeckung.

Die Substratdiversität hat sich als entscheidender Faktor für die Besiedlung der Quellen herausgestellt.

e) **Struktur:**

Substrat: Dieser Punkt ist sehr wichtig für die Lebensgemeinschaften in einer Quelle, da Substrat Lebensraum und Nahrungsgrundlage zugleich darstellt. Mit Substrat ist das Material gemeint, aus dem das Gewässerbett einschließlich der umspülten Ufer und der Spritzwasserzonen besteht. Das Substrat ist also immer **WASSERBENETZT**. Für die Klassengrenzen wurden in der Bodenkunde übliche Maße verwendet (AG BODEN 1994). Die Häufigkeit des Substrates wird in drei Klassen eingeteilt:

- **STARK:** der wasserüberstandene Bereich ist zu über 50 % daraus zusammengesetzt.
- **MITTEL:** er besteht zu 20 bis 50 % daraus.
- **GERING:** er besteht zu 1 bis < 20 % daraus. Substrate unter 1 % entfallen.

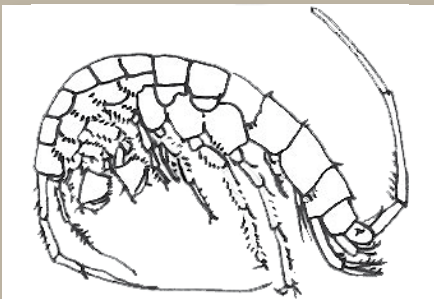
Bei den Materialien werden in der Regel Mehrfachnennungen vorgenommen, wobei bei „stark“ nur eine Nennung möglich ist. Ist eine große Substratvielfalt vorhanden, werden meistens die Ausprägungsgrade „gering“ und „mittel“ angegeben. Manchmal kann die relative Substratarumt einer naturnahen Quelle naturraumbedingt sein. In einem solchem Fall werden trotz optimaler Substratausstattung nur geringe Substratzahlen erreicht. Bei naturnahen Quellen sind aber praktisch immer wenigstens 3 Substrate anzusprechen. Eine Ausnahme können naturnahe Buchenwaldsickerquellen im Herbst darstellen, wenn diese kurzzeitig völlig mit Falllaub und Zweigen überdeckt sind. In einem solchen Fall sind die bedeckten (häufig vielfältigen) Substrate mit zu berücksichtigen. Als natürliche Substrattypen werden unterschieden:

- **FELS/BLÖCKE:** Blöcke beginnen ab einem Durchmesser von ca. 20 cm, sind aber meist deutlich größer. Fels ist im Vergleich zu Blöcken fest im Boden verankert, hat aber ähnliche Eigenschaften.
- **STEINE:** Korngröße von ca. 6 cm bis ca. 20 cm.
- **KIES/SCHOTTER:** Korngröße von 2 mm bis 6 cm. Kies ist rund, Schotter kantig.
- **SAND:** Korngröße 0,1 mm bis 2 mm: noch sichtbare und fühlbare Körner (Verreiben).

Die häufigsten Quelltiere sind mit ein wenig Übung leicht von anderen Gewässertieren zu unterscheiden. Allerdings sind sie oft klein, unscheinbar und gut zwischen Pflanzen und Fallaub getarnt.

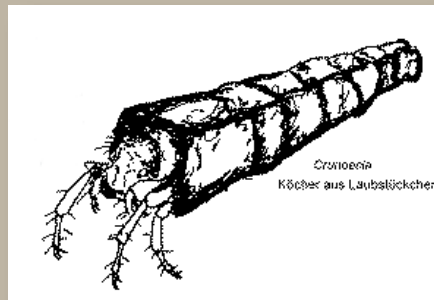
Bei der Suche können Steine und Totholz umgedreht, Fallaubstapel oder die Wasservegetation mit einem kleinen Sieb durchsucht werden. Hierbei bitte nur punktuell und vorsichtig vorgehen und keine Trittschäden hinterlassen! Nach dem Anschauen werden die Tiere wieder freigelassen.

Bestimmung häufiger Quelltiere „Leitarten silikatischer Quellen“



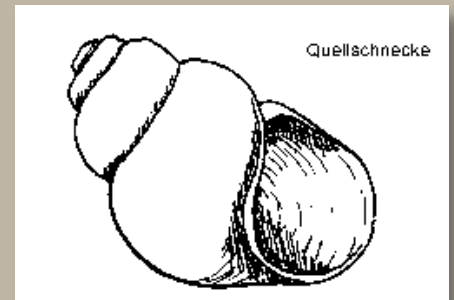
Höhlenflohkrebs *Niphargus sp.*

Größe 5 bis 30 mm, weiße Farbe, augenlos, Form ähnlich dem Bachflohkrebs *Gammarus fossarum*



Quellköcherfliege *Crunoecia irrorata*

Länge der Larve 8 mm, Köcher vierkantig aus Blattstückchen



Quellschnecke *Bythinella sp.*

Größe bis 2,5 mm, Farbe grau, zuweilen überdeckt durch rostbraune Substrate, Form abgerundet (oval):



Quelljungfer *Cordulegaster sp.* (links)

Sehr große Libelle, Größe knapp 100 mm, schwarzer Hinterleib mit gelben Ringen

Feuersalamander *Salamandra salamandra* (rechts)

Schwarz mit gelben Flecken, unverkennbar Larven mit langem Schwanz und Kiemenbüscheln hinter dem Kopf





- **FEINMATERIAL:** Material mit einer Korngröße unter 0,1 mm, nicht sicht- und fühlbar.
- **MOOSPOLSTER:** Moose direkt am Ufer (Wasserkontakt) oder im Spritzwasserbereich.
- **WURZELN:** Wurzelflächen mit Wasserkontakt.
- **TOTHOLZ:** abgestorbene Äste und Zweige, die im Wasser liegen oder an Strömungshindernissen festgespült sind bilden wichtige Strukturen und Nahrung für Tiere.
- **PFLANZEN:** lebende Pflanzen, wenigstens teilweise untergetaucht (submers).
- **FALLLAUB:** Abgefallene Blätter bilden flächige Bereiche oder sammeln sich an bestimmten Stellen zu Falllaubstapeln. Falllaub ist häufig reich besiedelt.
- **DETRITUS/ORGANISCHER SCHLAMM:** abgestorbene, kleinste Pflanzen- und Tierreste, die bereits so zersetzt sind, dass deren ursprüngliche Form und Herkunft nicht erkennbar ist. Er setzt sich meist in Mulden, stehendem Wasser oder zwischen Steinen und Totholz ab (s. Abb. S. 55).
- **KALKSINTER...:** Kalksinter ist ein poröses Material aus ausgefälltem Kalk, das Pflanzen und Substrate überzieht. Es kann krümelig oder terrassenartig verbacken sein und vergrößert oft die natürliche Oberfläche der Quelle. Andere natürliche Materialien sind etwa Schwefelablagerungen oder Eisen- bzw. Manganocker. Ocker ist ein orangerotes bis rotbraunes, gelartiges Substrat, das am Quellaustritt ausflockt und vorhandene Substrate überzieht (siehe Abbildungen Schauseite).
Veränderte Substrattypen sind:
- **FADENALGEN:** Fadenalgen bilden in überdüngten (Nitrat) und sonnigen Quellen (v. a. in Becken und Rinnen) größere Bestände, sie kommen natürlicherweise nur in kleineren Mengen vor. Im Gegensatz dazu fallen kleinere Grün- oder Kieselalgen als Substrat nicht auf.
- **KÜNSTLICH/FREMD:** Mit künstlichem oder fremdem Substrat sind Substrate gemeint, die durch den Menschen eingebracht wurden. Dies sind verschiedene Formen von Verbau wie Beton, Mauern, Holzverschalungen, Kunststoffe und Metall. Aber auch Müll kann bei starker Anschüttung Substrat bilden (Bauschutt, Holz- und Pflanzenabfall,

Autoreifen, Wellpappe). Es ist auch an gebietsfremde Schüttmaterialien wie Schotter von Wegen zu denken.

- Strömungsdiversität:** Die Strömung ist ein Hauptparameter für Fließwasserorganismen. Je vielfältiger die Strömungszustände, desto mehr Kleinhabitate stehen für Krenozöosen zur Verfügung. Die bezeichneten Strömungszustände sind in einer Reihe von mehr oder weniger stehend bis schnell fließend angeordnet. Es sind alle Strömungszustände anzustreichen, die deutlich erkennbar und nicht nur einmal auf wenigen Quadratzentimetern Fläche vorkommen:
- **SPRITZWASSER:** Diese Bereiche sind zwar ständig nass, aber nicht überflutet. Sie liegen an Felswänden oder seitlich unter Abstürzen. Das Wasser rieselt, perlt oder tropft dabei über das Substrat (Rieselfluren)
 - **GLATT:** Das Wasser steht und/oder es ist keine Bewegung an der Oberfläche erkennbar.
 - **FLIESEND:** Das Wasser fließt ruhig und gleichmäßig (Blätter treiben ab), es ist maximal ein leichtes Kräuseln der Oberfläche ohne Wellenbildung zu beobachten.
 - **ÜBERFLIESEND:** Hiermit ist das Überfließen von Substraten gemeint, wobei nur geringe Wassertiefen erreicht werden (wenige Millimeter). Die Strömung bleibt ruhig und es kommt zu keiner Blasenbildung.
 - **GERIPPELT:** Hier sind bereits Wellen erkennbar, die Oberfläche ist stärker gekräuselt und verläuft uneben, wobei noch keine deutliche Blasen- oder Schaumbildung zu erkennen ist.
 - **PLÄTSCHERND:** Die Strömung ist heftiger, so dass das Wasser an Substraten oder in kleinen Strudeln erstmals mit sichtbarer Blasenbildung gebrochen wird. Das Wasser beginnt dabei zu schäumen („weiße“ Farbe). Darüber hinaus ist ein Plätschern hörbar.
 - **ÜBERSTÜRZEND:** Hier ist die Blasenbildung stärker, so dass Blasen in einem Strudel unter Wasser gedrückt werden (weiße Unterströmung) und ein deutliches Sprudeln zu hören ist. An Substratkanten stürzt das Wasser nach unten, ohne allerdings eine eindeutige Fallphase aufzuweisen.

„Substratvielfalt schafft Lebensraum“ Oasen für Quellspezialisten



Rieselflur, moosbewachsenes Holz/Felsen



Falllaubstapel

Quellspezialisten sind an die extremen Bedingungen des Lebensraumes Quelle hervorragend angepasst. Die starke Anpassung bringt jedoch im Gegenzug auch eine starke Abhängigkeit mit sich. So sind viele Arten auf eine ganz bestimmte Kombination von Substratstrukturen angewiesen, die innerhalb der Quellbereiche oft nur sehr kleinräumig vorzufinden sind (Mikrohabitate). Eine Larve der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*), einer Libellenart, vergräbt sich beispielsweise bis zu sechs Jahre in einem mitunter nur teller großen Quellabschnitt, um dort auf Beute zu lauern. Außerhalb dieses winzigen Areals sind die Bedingungen für sie nicht zuträglich bzw. sogar lebensfeindlich oder gar absolut tödlich. Ähnlich ergeht es anderen Spezialisten, die z.B. auf Falllaubstapel, überrieselte Moospolster oder Totholzgeniste angewiesen sind.

In naturnahen Quellbereichen sind immer mindestens drei verschiedene Substrattypen zu finden. Besondere Bedeutung haben dabei die Substrate Falllaub und Totholz, die in den nährstoffarmen Quellen Nahrung aber auch Versteckmöglichkeiten bieten. Viele Quellbewohner bevorzugen überrieselte, moosbewachsene Substrate, sogenannte Rieselfluren, wo sie in dem feinen Flüssigkeitsfilm leben, den das benetzende Quellwasser ausbildet.



Totholzgenist



Vertreter der Fauna hygropetrica:
Dunkelmücke *Thaomalea*



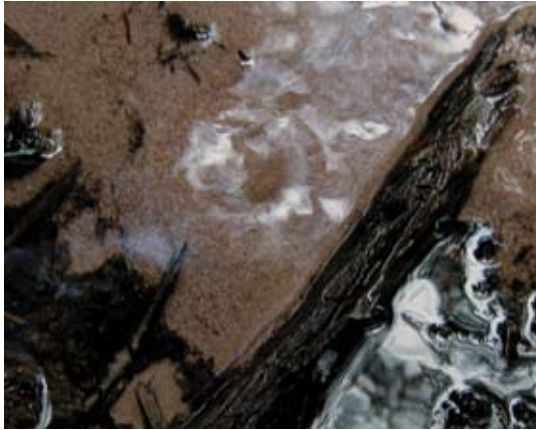
- **FALLEND:** Hier ist eine deutliche Fallphase erkennbar, während das Wasser intensiv mit Luft vermischt wird. Es bildet sich eine größere weiße Schaumzone und ein deutliches Platschen ist zu vernehmen. Bei Substrataufprall kommt es oft zur Spritzwasserbildung.

In der Wasser-Land-Verzahnung spielt die Substratbenetzung, die Uferlinie und die Ausprägung der Uferkante hinein.

Wasser-Land-Verzahnung: In die Wasser-Land-Verzahnung spielt die Substratbenetzung, die Uferlinie sowie die Ausprägung der Uferkante hinein. Mit SUBSTRATBENETZUNG ist die vom Austrittswasser benetzte Fläche gemeint. Sie kann entweder groß sein (oft bei natürlichen Quellen), während bei beeinträchtigten Quellen ein vorgegebener Verlauf (z. B. durch Gräben) nur eine sehr geringe Fläche zulässt, wo ständige Nässe dominiert. Bei der Abschätzung ist dem naturgegebenen Relief und dem Naturraum Rechnung zu tragen, so dass eine gewisse Erfahrung des Kartierers gefragt ist. So wird eine naturnahe Tümpelquelle in Sandsteingebieten einen flächenmäßig geringeren Nassbereich aufweisen als eine naturnahe Sturzquelle, die einen Wasserfall bildet. Bei Regenwetter kann die feuchte Fläche kaum geschätzt werden, wenn die Quelle nicht sehr gut bekannt ist. Die UFERLINIE bildet die Grenze zwischen Wasser und Land am Rand der wasserüberstandenen Fläche. Sie kann gerade, buchtig gewunden oder diffus verteilt sein. Die UFERKANTE dagegen ist durch die Steilheit des Wasser-Land-Übergangs gekennzeichnet. Bei naturnahen Quell- und Quellbachabschnitten sind die Ufer flach ausgebildet, während bei Offenlandquellen und nach Eingriffen die Ufer eher steil verlaufen (Umleitungen, Verbau). Dies gilt in

besonderem Maß im anschließenden Quellbach. Die Entscheidung über die Ausprägung der Wasser-Land-Verzahnung erfolgt durch „Mittelwertbildung“ der drei genannten Einzelparameter, d. h. die häufigeren Ausprägungen werden ausgewählt und zusammengefasst:

- **GROSS:** Die Wasser-Land-Verzahnung ist groß, wenn die durchfeuchtete Fläche so groß ist, dass fast alle Bereiche um die eigentliche Quelle wassergesättigt sind. Die Ufer des beginnenden Quellbaches bleiben sehr flach. Will man sich der Quelle nähern, findet man kaum Abschnitte, in denen man nicht „nasse Füße“ bekommt oder im feuchten Boden einsinkt. Bevor man den genauen Austritt vor sich hat, steht man häufig bereits im Quellbereich. An einer solchen Quelle werden alle Möglichkeiten verwirklicht, die die Standortvoraussetzungen für eine großflächige Verteilung des Wassers geboten haben, so dass eine klare Uferlinie kaum erkennbar ist (diffus).
- **MITTEL:** Die Quelle besitzt sowohl Bereiche, in denen eine starke Wasser-Land-Verzahnung mit großflächig nassem Boden vorhanden ist, als auch Bereiche, in denen eine scharfe Trennung von Wasser und Ufer sichtbar ist. Die Quellufer sind wechselnd steil und die Uferlinie ist mehr oder weniger buchtig. Bei Quellen mit diffuser und zusätzlich gerader Uferlinie ist der Mittelwert (buchtig) zu bilden.
- **GERING:** Außer dem aquatischen Bereich fehlt eine durchfeuchtete Fläche praktisch völlig, so dass das Ufer eine starke Trennung zwischen Wasser und Land aufweist. Bereits wenige Zentimeter oberhalb der Wasserkante ist der Boden trocken. Hier ist die Uferkante fast überall relativ steil und die Uferlinie ist relativ gerade. Solche Quellen sind oft anthropogen verändert. Manche naturnahe Quellen in Kerbtälern scheinen zunächst eine geringe Wasser-Land-Verzahnung aufzuweisen. Bei genauem Hinsehen ist allerdings die Uferlinie nicht gerade, da das anstehende Gestein buchtige Ränder ausbildet, außerdem ist die Uferkante meist flach.



Sandwirbel sind ein typisches Strukturelement von Tümpelquellen.



Viele Wassermoose sind typisch für Quelltöpfe.

Sind viele besondere Quellstrukturen vorhanden, ist oft auch die Besiedlung naturnah.

Besondere Strukturen: Die besonderen Strukturen geben typische Quellstrukturen an, die in der Regel eng mit der Naturnähe und der Besiedlung zusammenhängen. Ihre Ausbildung ist z. T. quelltypabhängig. Besondere Strukturen sind oft in naturnahen Quellen anzutreffen, während sie in veränderten oder geschädigten Quellen fehlen.

Von dieser Regel sind zwar Einzelfälle, die zum Teil auch naturräumlich gehäuft auftreten können, ausgenommen. Trotzdem bilden besonderen Strukturen ein wichtiges Kriterium für die ökologische Wertigkeit einer Quelle, z. B. für die Ausstattung mit Kleinlebensräumen. Das Merkmal ist offen, so dass weitere Strukturen hinzufügender sind:

- **LAUFVERZWEIGUNG:** Abschnitt in der Quelle, wo sich der Lauf des Gewässers auf einer gewissen Strecke trennt und sich danach wieder vereinigt. Hier ist auch die Laufgabelung eingeschlossen, welche sich bachaufwärts teilt und nicht wieder vereinigt (mehrere Quellaustritte).
- **INSELSTRUKTUREN:** kleinere und oft mehr oder weniger rundliche Substratflächen (Abgrenzung zur Laufverzweigung), die über die Wasseroberfläche erhaben und meist bewachsen sind.
- **FLIESSHINDERNISSE:** in naturnahen Quellen treten fast immer **NATÜRLICHE** Fließhindernisse auf. Sie werden gebildet aus Totholz, Wurzeln, Steinen oder Falllaubstapeln, selten werden sie von Pflanzen verursacht (stark bewachsene Sickerquellen). An einem Fließhindernis wird ein deutlich erkennbarer Prozentsatz des Quellwassers umgeleitet oder leicht natürlich angestaut.
- **SANDWIRBEL:** typische, mehr oder weniger kugelförmige Struktur am Grunde von Tümpelquellen, bei der Sand durch die Austrittsströmung aufgewirbelt wird und die deswegen vegetationsfrei bleibt (Abb. links).
- **NATÜRLICHE POOLS:** Kleine Bereiche, in denen stehendes Wasser von der fließenden Welle und der Hauptströmung mehr oder weniger isoliert ist. Am Grund setzt sich oft Feinmaterial ab.



- **GR. TIEFENVARIANZ:** Dieses Merkmal beschreibt viele unterschiedliche Wassertiefenbereiche in der Quelle. Es müssen mindestens 5 deutlich differenzierbare Tiefenbereiche im aquatischen Raum auftreten, so dass die Wasserstände auffällig stark variieren. Eine große Tiefenvarianz kann mitunter auch in gefassten Quellen vorkommen. Bei baulich künstlicher Tiefenvarianz erfolgt keine Nennung.
- **KASKADEN:** Kaskaden sind mehrere natürliche Gefällestrufen, die von Wasser überflossen sind, wobei die Abstürze niedrig bleiben (Abgrenzung zum Wasserfall). Sie sind häufig treppenförmig ausgebildet, z. B. bei Kalksinterquellen (Abb. S. 20).
- **WASSERFALL:** natürliche Wasserfälle – nur diese sind gemeint – sind Bereiche, in denen das Wasser meist nicht nur an einer, sondern an vielen Stellen abstürzt. Deswegen bilden sich am und unter dem Absturz, wo das Wasser zusätzlich vorbeifließt, Strukturen und Kleinhabitate wie Moospolster aus.
- **STARKE QUELLFLUR:** Vor allem in Sickerquellen vorhandene Struktur aus besonders vielen und quelltypischen Kräutern, z. B. Milzkraut, dominierend im gesamten Quellbereich (Abb. S. 16).
- **WASSERMOOSE:** Es sind stark ausgebildete und quelltypische, untergetauchte (submers) lebende Wasser- bzw. Quellmoose gemeint, die häufig in Tümpelquellen vorkommen.
- **GR. LÜCKENSYSTEM:** Vor allem in Wanderquellen vorkommende natürliche Struktur (Hangschuttquellen), wobei das hyporheische Interstitial aufgrund von relativ grobem Geschiebe (Steine, Schotter) ohne zusätzliches Feinmaterial vergrößert ist.
- **RIESELFLUR:** hiermit sind mit Moosen, Farne oder Quellkräutern überwachsene Spritz- und Rieselwasserbereiche gemeint, in denen Quellwasser nach unten tropft, perlt oder zusätzlich aus Felsen sickert. Sie befinden sich oft an stark geneigten oder senkrechten Felswänden oder in der Nähe eines Wasserfalls einer Sturzquelle (Abbildungen rechts).



Kaskaden sind typisch für Sturzquellen und Quellbäche in steilerem Gelände.



An überrieselten Felsen bilden sich oft sogenannte Rieselfluren aus.

f) Gesamteindruck:

Ein erfahrener Kartierer hat manchmal vor Ort das Gefühl, der realen Situation einer Quelle mit dem ausgefüllten Bogen nicht ganz gerecht zu werden, sei es dass die Quelle trotz Verbau einen naturnahen Eindruck macht, sei es dass eine nach dem Bogen relativ naturnahe Quelle tatsächlich stärker beeinträchtigt ist (begründeter Verdacht, Gefährdungen). Aus diesen Gründen, aber auch um die Erfahrung des Kartierers einfließen zu lassen (Bestätigung), kann an diesem Punkt eine **SUBJEKTIVE ODER VERGLEICHENDE BEWERTUNG** vorgenommen werden. Diese kann in begründeten Ausnahmefällen das Kartierergebnis etwas auf- bzw. abwerten.

Auch dem Kartieranfänger sei geraten, diesen Punkt auszufüllen, was der eigenen Schulung und Erfahrungsbildung dient. Zur Durchführung wird die Quelle in die dem Kartierer am plausibelsten erscheinende Klasse aus den fünf angegebenen Klassen gestellt. Dabei vergewöhnt man sich die wichtigsten Einflüsse mit ihrer jeweiligen Gewichtung und fasst diese in einem persönlichen Urteil zusammen. Bei einer Ergebniskorrektur in Verbindung mit einer Abweichung vom errechneten Wert ist diese gut zu begründen.



g) Skizze/Bemerkungen:

Skizze: Die **ÜBERSICHTSSKIZZE** dient dem Wiederauffinden eines Quellstandortes und macht die Lagebeziehung einzelner Vegetationsmerkmale und Flächennutzungen untereinander auf einen Blick erkennbar. Eine gute Skizze sagt mehr aus, als dies mit Worten oder einem Foto in ähnlich kurzer Zeit vor Ort möglich wäre. Deshalb ist eine einfache Skizze unerlässlich. Zur Ausführung:

- unbedingt **MASSSTAB** angeben und auf **HIMMELSRICHTUNG** achten. Ohne Maßstab oder Himmelsrichtung kann eine Zeichnung im Gelände nicht eingeordnet werden.
- zur Klarheit **LEGENDE** oder Beschriftung anfügen.
- Der **QUELLBEREICH MIT DEM UNMITTELBAREN UMFELD** ist grob in einfacher, klarer Linienführung in Umrissen zu skizzieren (Quelle und Quellbach). Vor allem soll der Umriss der Wasserfläche und der Quellbereich mit grober Vegetationsanordnung dargestellt werden. Die umliegende Nutzung wie Wald oder Grünland (schraffiert) und Verbauorte sind anzureißen. **MARKANTE PUNKTE** oder **DOMINANTE STRUKTUREN** wie Bäume oder Felsen nahe dem Austritt sind einzufügen. Hervorgehobene Geländemerkmale erleichtern die Wiedererkennung. Ergänzend sollte ein **DETAILFOTO** gemacht werden.

Bemerkungen: Ein formaler Bogen kann per Definition niemals allen Quellstandorten gerecht werden. Unter Bemerkungen können und sollen alle Besonderheiten der Quelle aufgeführt werden, die nach der Meinung des Kartierers nicht vom Bogen berücksichtigt wurden. Zudem müssen oft Angaben im Bogen ergänzt, erläutert oder begründet werden (Zweifelsfälle).

Eine Skizze, bzw. ein Bild erleichtert die Wiedererkennung der kartierten Quelle im Gelände.

Quellen: Bewertungsbogen zur Naturnähe von Struktur und Umfeld

bitte Erfassungsbogen übertragen und zutreffende Werte umringeln

Name der Quelle: _____ Ident.-Nummer: Datum: _____

zerstörte Quelle: nicht mehr bewertbar (schlechtestes Ergebnis)

A: (höchster Wert)				B: (Verrechnung)				
Morphologie:				Vegetation/Nutzung: a)				
nicht bewertet				Einzugsgebiet	b) Umfeld	c) Quellbereich	d) Quellufer	e) Quellbach
Einträge/Verbau:				standorttyp. Vegetation	-	1	1	1
Fassung:				standortfr. Vegetation	-	2	3	2
nein: 1				Moosgesellschaften	-	1	1	1
Brunnenstube mit Überlauf	5	4	3	Laubwald	1	1	1	1
Rohr und Becken	5	4	2	Mischwald	2	2	2	2
nur Rohr/Rinne	3	2	1	Gebüsch	2	2	2	2
Wasserentnahme:				Nadelforst	3	4	5	4
>60%				extens. Grünland	2	3	3	3
30 - 59%				intens. Grünland	3	4	5	4
<30%				Acker/Sonderkultur	4	4	5	4
nein				unbefest. Weg	-	3	4	3
4				befest. Weg/ Straße	-	4	5	4
Verlegung:				künstl. vegetationsfrei/Siedlung	4	4	5	4
nein: 1				Mittelwertberechnung:				
alt >100m				f) Sommerbeschattung:				
alt 10-100m				unbeschattet				
alt <10m				4				
unbekannt				schwach				
4				3				
Aufstau:				mittel				
nein: 1				2				
nach <10m				1				
nach >=10-49m				bei "stark" + Überdachung oder Nadelforst im Quellbereich/Umfeld: 5				
nach >50m				Struktur: <i>natürlich</i>				
4				gewertete Strukturmerkmale:				
5				g) Substrat:				
3				substratararm: 1 - 2 Substrate				
2				durchschnittlich: 3 - 6 Substrate				
2				substratreich: >= 7 Substrate				
2				verändert				
2				nur zur Kontrolle, nicht mitzählen				
künstl. Absturz:				h) Strömungsdiversität:				
nein: 1				1 - 2 Kreuze				
Gesamtabfluss: 4				3 - 5 Kreuze				
Teilabfluss: 3				=> 6 Kreuze				
Verbau:				i) Wasser-Land-Verzahnung:				
nein: 1				gering				
stark				mittel				
mittel				groß				
gering				1*				
4				k) Besondere Strukturen:				
3				kein Kreuz				
3				1 - 4 Kreuze				
2				5				
2				O				
2				gewertete Strukturmerkmale X = _____				
2				B berechnen: [a)+b)+c)+d)+e)+f)+g)+h)+i)+k] / [6 + X] = _____				
Trittschäden:				bei 3 oder mehr Sternen* wird der Wert der Quelle insgesamt um 0,4 aufgewertet				
nein: 1				Aufwertung: ja nein				
gering: 2				Gesamteindruck als Bewertungsvergleich:				
mäßig: 3				1 2 3 4 5				
stark: 5				naturmah bedingt naturmah mäßig beeinträchtigt geschädigt stark geschädigt				
Infrastruktur:								
nein: 1								
1 Kreuz: 2, 2 Kreuze: 3, 3 Kreuze: 4, >=4 Kreuze: 5								
Ablagerung:								
nein: 1								
vollständig								
teilweise								
vereinzelt								
5								
5								
5								
5								
5								
Einleitungen:								
nein: 1								
für Quellbach >50m gilt: jeweils 1 weniger								
Oberfläche /Straße								
Drainage /Graben								
unverdünnt								
Rohr trocken								
3								
3								
5								
4								
Bewertungsklassen:								
Klasse								
Wert								
Farbe								
1								
1,0 - 1,8								
blau								
2								
1,81 - 2,6								
grün								
3								
2,61 - 3,4								
gelb								
4								
3,41 - 4,2								
orange								
5								
4,21 - 5,0								
rot								

Berechnung des Gesamtwertes für Struktur und Umfeld: der Wert A für die Bereiche Einträge und Verbau und der Wert B für Vegetation/ Nutzung/ Struktur werden getrennt berechnet: Einträge/ Verbau: höchster angekreuzter Wert = A (keine Verrechnung). Der bestmögliche Wert ist immer 1, nicht 0. Vegetation/ Nutzung/ Struktur: Wert der Einzelparameter (Mittelwerte) zusammenrechnen und durch 6 + X teilen (Anzahl der Parameter) = B (X = Anzahl gewichteter Strukturmerkmale, Ungültige [-] zählen nicht). Der Gesamtwert ergibt sich aus (A + B) / 2.

Wert Einträge/Verbau (höchster erhobener Wert): **A = _____**
 Wert Vegetation/Nutzung/Struktur (einzelne Mittelwerte zusammenrechnen / Anzahl erhobener Parameter ohne Ungültige): **B = _____**

Gesamtergebnis Struktur und Umfeld: (A + B) / 2 = _____

Aufwertung durch Struktur um den Wert 0,4? _____

Je mehr Erläuterungen vorhanden sind, desto konkreter kann man sich später die betreffende Quelle vor Augen führen. Gesonderte Blätter sollten mit Datum und Quellnamen versehen und an den Originalbogen geheftet werden. Falls unter diesem Punkt zusätzliche Schädigungen oder positive Besonderheiten eingetragen wurden, kann dies am Merkmal Gesamteindruck seinen Niederschlag finden.

Gefährdungen: Hier sollten wichtige und offensichtliche Gefährdungen, d. h. potentielle Schädigungen, notiert werden. Beispiel wäre eine Ablagerungsgefährdete Quelle unterhalb von Kleingärten.

Maßnahmen: An dieser Stelle können bereits konkrete Maßnahmen genannt werden, die zu einer ökologischen Aufwertung der Quelle führen.

Schutzstatus: Falls der aktuelle Schutzstatus nicht bekannt oder ausgeschrieben ist (Naturdenkmal, Naturschutzgebiet) ist er nach der Kartierung zu ermitteln.



Berechnung der Bewertungsklasse

Die Bewertungsklasse wird mit dem Bewertungsbogen berechnet (Abb. S. 64). Die betreffenden Werte werden mit dem Erfassungsbogen übertragen und nach der Anleitung zusammengerechnet. Abschnitt A (linke Seite) enthält nur Schadstrukturen, wobei eine pessimistische Bewertung durch den schlechtesten Parameter erfolgt. Abschnitt B (rechte Seite) enthält Schad- und Wertstrukturen, wobei eine Berechnung durch Mittelwertbildung erfolgt. Von der Standardberechnung in Teil B werden zum Teil Abweichungen vorgenommen bei Quellen, die entweder von besonderen Schadstrukturen wie Nadelforst im Umfeld oder einer Überdachung betroffen sind oder in mehr als drei Strukturparametern besonders naturnah ausgeprägt sind. Die Bewertungsklasse berechnet sich aus $(A + B) / 2$, wobei der ermittelte Wert einer der Bewertungsklassen zugeordnet wird:

Die Berechnung der Bewertungsklasse erfolgt automatisch im QABS (Internet).

Bewertungsklassen	Klasse	Wert	Farbe
naturnah	1	1,0–1,8	blau
bedingt naturnah	2	1,81–2,6	grün
mäßig beeinträchtigt	3	2,61–3,4	gelb
geschädigt	4	3,41–4,2	orange
stark geschädigt	5	4,21–5,0	rot

Im QABS erfolgt eine automatische Berechnung (Internet; vergl. S. 64)

Bei der Berechnung ist durchaus beabsichtigt, dass der Parameter Vegetation/Umfeld in Abschnitt B bei ökologisch positiver Ausprägung den Parameter Einträge/Verbau in Abschnitt A abmildern und den Gesamtwert modifizieren kann. Dies trägt dem Tatbestand Rechnung, dass die Ausbildung eines naturnahen Umfeldes als Potential für Renaturierungen von Bedeutung ist.



Kartierung von Gewässerchemie, Flora und Fauna

Die Gewässerchemie kann vor Ort mit recht einfachen Mitteln, so etwa einem „Gewässeruntersuchungskoffer“ mit Messstäbchen oder einfachen Farbumschlagmethoden oder auch mit Feldsonden bestimmt werden. Wichtig ist vor allem der pH-Wert, der besiedlungsbeschränkend sein kann, vor allem unterhalb von pH 5. Versauerte Quellen finden sich oft in den hohen Gebirgslagen mit pufferarmem Gestein. Liegt der pH-Wert einer Quelle ständig unter diesem Wert (mehrmals jährlich gemessen), so ist von einer stark verarmten Besiedlung auszugehen. Dies ist für Maßnahmen von Belang, da dann nicht ganz so vorsichtig mit der Quelle umgegangen werden muss. Ein wichtiger Anzeiger für Quellbedingungen ist die konstant niedrige Temperatur im Austritt. Ein erhöhter Nitratgehalt zeigt landwirtschaftliche Belastungen im Einzugsgebiet an. Andere Parameter geben allgemeine oder auch spezielle Hinweise auf Belastungen oder geogene Faktoren, welche aber nicht immer leicht zu interpretieren sind.

Die Flora und Fauna einer Quelle ist natürlich für die Ökologie das entscheidende Kriterium, sie sind von Laien aber kaum zu erheben. Hier sind Fachleute hinzuzuziehen, die sich mit der Ökologie von Quellen auskennen (s. Lit.). Allerdings können nach einiger Übung typische Quellpflanzen wie das Milzkraut schnell erkannt werden (s. S. 25). Es zeigt naturnahe, unversauerte Waldquellen an. Selbst bestimmte Tierarten, die typisch für naturnahe Quellen sind, können mit etwas Übung gefunden und erkannt werden (Schauseite S. 55). Finden sich ein oder mehrere solcher quelltypischen Arten der Flora und Fauna, so ist von einem sensiblen Quellbiotop auszugehen. Eventuelle Maßnahmen sollten nur entsprechend vorsichtig umgesetzt werden.

Ökologisch aussagekräftige Untersuchungen bleiben Fachleuten überlassen.



Kohlendioxid ist ein natürlicher Bestandteil von Quellwasser, vor allem bei Mineralquellen.



Köcherfliegenlarven lieben strukturreiche Quellen (Unterwasserbild).

Leitarten der Fauna stellen typische Arten für die Quellen in einer Region. Ist wenigstens eine dieser Arten vorhanden, ist von einem naturnahen Quellbiotop auszugehen. Sind mehrere solcher Arten vorhanden oder kommt eine Art mit großer Häufigkeit vor, so ist die Quelle als wertvoll zu bezeichnen.

Leitarten für naturnahe Quellen in Rheinland-Pfalz sind:

- die Quellköcherfliege *Crunoecia irrorata*
- die Quellschnecke *Bythinella dunkeri*
- der Höhlenflohkrebs *Niphargus sp.*
- der Alpenstrudelwurm *Crenobia alpina* (in kalkhaltigen Quellen)

Das Programm QABS

Das Programm QABS (Quellaufnahme- und Bewertungssoftware) hat gleich mehrere Vorteile: es berechnet automatisch die eingegebenen Daten und erfasst diese gleichzeitig in einer landesweiten Datenbank des Landesamtes für Umweltschutz, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG) in Mainz. Außerdem gibt es einen Überblick über die Situation einer Quelle.

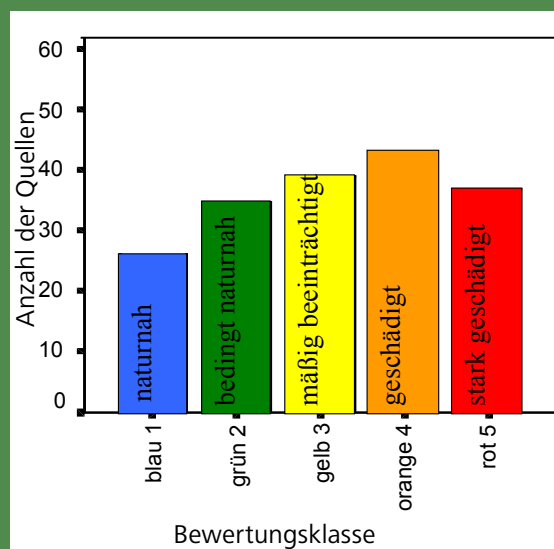
Mit QABS kann der Zustand der Quellen in Rheinland-Pfalz festgestellt und überwacht werden.

Hierbei wird ein ausgedruckter bzw. kopierter Bogen im Gelände ausgefüllt und die Ergebnisse direkt im Internet in den identisch

aussehenden Bogen übertragen. Bei einer direkten Laptopeingabe mit Internetanschluss ist sogar nur ein Arbeitsschritt möglich. Anschließend kann der ausgefüllte Bogen ausgedruckt werden. Mit einem Mausklick gelangt man zur Auswertung in Form des Bewertungsbogens, wo man eventuelle Defizite der Quelle direkt ablesen kann. Gleichzeitig wird bereits das berechnete Ergebnis und die Quellstrukturklasse angezeigt. Bisher hat sich gezeigt, dass ein Großteil der Quellen mehr oder weniger stark geschädigt sind (Abb. unten).

Bei der Auswertung werden die Daten direkt via Internet nach Mainz übertragen und in einer zentralen Datenbank gespeichert, wo die Daten weiter ausgewertet werden können. Durch diverse Sicherheitsabfragen und Schutzeinrichtungen werden nur vollständige und plausible Daten gespeichert. Den Zugang erhält man über <http://www.quelltypenatlas.rlp.de>.

Strukturbewertung von Quellen in Rheinland-Pfalz (180 repräsentative ausgewählte Quellen)



Schäden meist durch:

- Fassungen (60% der Quellen)
- weiterer Verbau (oft Verrohrungen)
- Nadelholzmonokulturen
- Acker, intens. Grünland, Siedlungen, Verkehrsflächen
- starke Trittschäden
- stärkere Ablagerungen

Schäden oft in:

- landwirtschaftlichen Räumen (am häufigsten)
- Ballungsräumen
- touristischen Regionen



Praktische Maßnahmen – Schutz und Revitalisierung von Quellen



Oft kann mit wenig Aufwand bereits viel für die Verbesserung des Zustands einer Quelle erreicht werden.

Die beiden vorangegangenen Kapitel haben gezeigt, welche ökologischen Zusammenhänge und Gefährdungen bei Quellen zu berücksichtigen sind und wie Schädigungen an Quellen beurteilt und bewertet werden. In diesem Kapitel werden konkrete Maßnahmen genannt, die dem Schutz von Quellen dienen. Bislang wurden nur wenige Erfahrungen über Revitalisierungen, Pflegemaßnahmen und ihre Erfolgskontrollen an Quellen gesammelt. Trotzdem ist es sehr oft möglich, mit relativ wenig Aufwand viel im Quellschutz zu erreichen. Dieses Kapitel zeigt, wie dabei effektiv und erfolgversprechend vorgegangen wird. Zuerst sollte man sich über grundsätzliche Zielsetzungen klar sein:

Ein durchgehendes Fließgewässersystem von der Quelle bis zur Mündung:

Die Durchgängigkeit lässt Wanderungen der Fließgewässerorganismen zu, so werden einzelne Abschnitte des Fließgewässers nicht getrennt und bleiben nach Störereignissen besiedelbar.

Natürliche Wasserabfluss- und Substratverhältnisse:

Die Erhaltung der hydrologischen Funktion ist Voraussetzung für die ökologische Entwicklung. Obwohl Quellen eine geringe Abflussdynamik aufweisen, ist die Vermeidung von Abflussbeschleunigungen auch für das folgende Fließgewässersystem von Bedeutung, da sich Störungen oft bachabwärts fortsetzen (Eintiefung). Natürliche Quellstrukturen tragen zudem durch ihren Substratreichtum zur Artenvielfalt bei.

Eine quelltypische Lebensgemeinschaft von Pflanzen und Tieren:

Die Erhaltung von typischen Quellbereichen mit einer natürlichen Flora und Fauna steht im Mittelpunkt der Maßnahmen (biologische Vielfalt). Der Schutz bestehender natürlicher Lebensgemeinschaften ist wichtiger als die Revitalisierung geschädigter Quellen.

Naturnahe Umfeldstrukturen im Nahbereich der Quelle:

Die Erhaltung einer ausreichenden Zahl von Quellbereichen, eingebettet in ein naturnahes Umfeld, ist wichtig, um die Biotopvielfalt und ausreichend stabile Quellökosysteme in der Kulturlandschaft zu gewährleisten. Naturnahe Waldquellgebiete sind hierfür besonders geeignet. Eine große Biotopvielfalt, z.B. an Offenlandquellen, bedeutet auch eine hohe Artenvielfalt.

Die Optimierung der Wasserqualität und der Schutz des Einzugsgebietes vor Einträgen:

Anzustreben ist die Minimierung von Stoffeinträgen auf Böden, da Quellen als sauberste Gewässerabschnitte eine natürliche, nährstoffarme Basis für die angrenzenden Fließgewässer bilden.

Die Verhinderung einer übermäßigen Grundwasserentnahme sowie die Verbesserung der Grundwasserneubildungsrate:

Grundwasserabsenkungen ist Einhalt zu gebieten, damit Quellen nicht versiegen. Versiegen Quellen, so wird auch das Netz der kleinen Quellbäche ausgedünnt. Diese Beeinträchtigungen erfolgen oft großflächig und sind wesentlich unspektakulärer als der Ausbau großer Fließgewässer. Ebenso sind großflächige Bodenversiegelungen zu vermeiden oder bestehende rückzubauen, um eine Verbesserung der Versickerung und somit der Grundwasserneubildung zu erreichen.

Von diesen Zielen ausgehend lassen sich Maßnahmen für Quellen ableiten, um eine größtmögliche Annäherung an den natürlichen Zustand zu erreichen. Je weiter der Zustand von einer naturnahen, naturraumtypischen Quelle entfernt ist, desto umfassendere Eingriffe sind nötig, um mittelfristig eine naturnahe Situation zu erreichen.

Durch eine Revitalisierung werden Strukturen beseitigt, welche die Selbstentwicklung über lange Zeit verhindern würden (Fassung, Ablagerungen, Bodenversiegelung). Die ergriffenen Maßnahmen fördern die Neuansiedlung von Quellorganismen. Dies kann allerdings Jahre bis Jahrzehnte dauern, je nach den jeweiligen Umständen und Vorbedingungen.

Die Landnutzung im Umfeld ist ein bedeutsamer Faktor, der sich auf Grund- und Quellwasser sowie auf die Besiedlung der Quellen auswirkt. Durch die Nutzung bedingte negative Auswirkungen auf Quellen haben beispielsweise der Verbau, der Eintrag von Stoffen, die Ablagerung von Müll und Bauschutt, die Anlage von Fischteichen oder der Vertritt durch Vieh, Wild und Besucher.



Die Nutzung im Umfeld

„Es ist entscheidend, was drumherum passiert ...“

Offenland-Quellen sind meist in besonderem Maße durch landwirtschaftliche Nutzungen beeinträchtigt. Verbau aller Art wie Quellfassungen, Verlegungen, Verrohrungen und Drainagen sowie Viehtritt und Direkteinträge von Düngemitteln und Pestiziden spielen dort eine Rolle. Am stärksten beeinträchtigt sind Quellen im Siedlungsbereich sowie in der Nähe intensiv bewirtschafteter Grünland- und Ackerflächen.

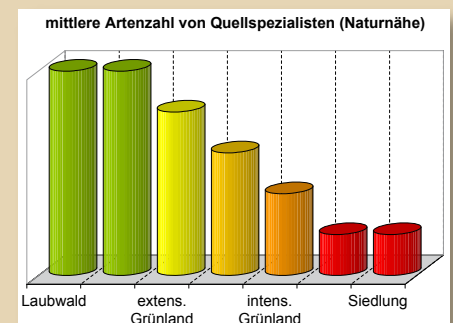


Auch Waldquellen sind verschiedenen Nutzungseinflüssen unterworfen. Besonders negativ wirken sich standortfremde Monokulturen aus Fichte oder Douglasie auf die Lebensgemeinschaft der Quelle aus. Die Dauerbeschattung auch im Winter und Frühjahr verhindert die Ansiedlung eines quelltypischen Pflanzenwuchses, Versauerungseffekte werden verstärkt und der Quellfauna wird die Nahrungsgrundlage entzogen. Auch ästhetisch begründete Quellfassungen, Trittschäden durch Wanderer, Vertritt durch Wild an Futterstellen, die gerne in Quellnähe angelegt werden, oder Bodenverdichtungen durch Schlagholzrücken und Wegebau können Quellen gefährden.



Das Umfeld verschiedener beeinträchtigter Quellen

oben: Offenland-Quelle im Acker/Grünland
links: Offenland-Quelle (Traktor beim Ausbringen von Herbiziden.)
links unten: Waldquelle im Fichtenforst
Mitte und rechts unten: Offenland-Quellen auf Weiden mit Viehtritt



Voraussetzung für spätere Maßnahmen: die Kartierung

Die Kartierung und Bewertung der Quelle bildet die Voraussetzung für Maßnahmen.



Nur bei einer Kartierung werden Schädigungen und Gefährdungen erkannt und es kann entsprechend gehandelt werden. Außerdem können die Daten zentral gesammelt werden. Lediglich auf kleinen Mosaikflächen unseres Landes sind Quellen überhaupt erfasst. Diese wenigen Ergebnisse legen bereits ein hohes Gefährdungspotential nahe, so dass weitere Erfassungen umso dringlicher erscheinen.

Über eine isolierte, punktuelle Betrachtung der kartierten Quellen hinaus geht eine differenzierte Erfassung der Gesamtsituation eines Gebietes, Quell- oder Naturraums. Wenn z. B. der Schutz in einem Naturschutzgebiet bereits gewährleistet ist, kann eine Erfassung an anderer Stelle sinnvoller sein. Manchmal reicht die Erfassung nur der für den gesetzlichen Schutz erforderlichen Daten aus (Biotopausstattung). In wertvollen Gebieten können dagegen genauere Kartierungen stattfinden.

Bevor die Maßnahmen und das Ziel der Revitalisierung definiert werden kann, muss die Quelle ausreichend und genau genug kartiert und bewertet sein. Dazu reicht es oft aus, die hier beschriebene Quellkartierung und -bewertung durchzuführen. Wo immer möglich, sollte ergänzend die Untersuchung der Wasserchemie, der Fauna bzw. der Flora durch Fachleute erfolgen. So erhält man ein noch differenzierteres Bild von der Quelle, was vor Maßnahmen hilfreich ist, da ein Fachmann die Besiedlung der Quelle exakt prüfen kann (seltene Arten). Dies gilt vor allem für alte, verbaute Quellen, die oft eine respektable Quellfauna haben können. Bereits kleine Risse, Über- und Umläufe an Fassungen sowie Moospolster schaffen bereits naturnähere Strukturen, die häufig besiedelt sind. Eine größere Revitalisierungsmaßnahme mit baulichen Eingriffen kann hier negative Folgen haben.

Zu empfehlen ist es, die Quelle im Jahresverlauf zu studieren (Schüttungsperiodik) oder eine Wiederholungskartierung durchzuführen. Das Bild der Quelle, das man zeichnen will, ist durchaus wörtlich zu nehmen: eine genauere Skizze ist unabdingbar. Vorteilhaft ist es, Fachleute mit Erfahrung im Quellschutz hinzuzuziehen, die die Situation genau beurteilen können.

Auch solche sommerlichen Rinnsale können im Frühjahr stark schütten.





Grundlegendes vor den eigentlichen Maßnahmen

Nach einer Bestandsaufnahme ist es von Vorteil, die Geschichte der Quelle samt den naturräumlichen Rahmenbedingungen zu ermitteln. Hier können alte Flurkarten, die die frühere Lage bezeichnen – etwa vor einer Flurbereinigung – bei der Gemeindeverwaltung eingesehen werden. Die Befragung von Zeitzeugen ist ein weiteres Mittel der Recherche. Die naturräumlichen Gegebenheiten müssen unbedingt Berücksichtigung finden. Der Umgang mit Nachbarquellen weist auf Quellschicksale hin, die typisch für eine Region oder eine bestimmte Nutzungsform sind.

Der nächste Schritt besteht in der Formulierung der Ziele. Angepasst an die Situation muss die Frage geklärt werden, was mit welchen Mitteln erreicht werden soll. Durch die Vielgestaltigkeit der verschiedenen Quellstandorte (Naturräume, Einzugsgebiete, Substrate) ist ein einfacher, für alle Quellen geltender Maßnahmenkatalog kaum erstellbar. Zudem gibt es zum Quellbiotopmanagement kaum Erfahrungswerte, so dass Maßnahmen so differenziert wie das zu schützende Objekt selbst sind.

Das potentielle Leitbild ist eingeschränkt durch äußere Einflüsse, die durch die Maßnahmen selbst nicht behoben werden können. Aufgrund dieser Restriktionen ist deshalb kein Referenzzustand erreichbar, sondern nur ein Entwicklungsziel. Bei vielen Quellen ist das Entwicklungsziel mehr oder weniger weit vom Leitbild entfernt, da einige Rahmenbedingungen nicht oder nur mit sehr großem Aufwand verändert werden können. Bei einer Quelle an einer vielbefahrenen Straße etwa muss man sich mit der schlechten Lage zufriedengeben und das Entwicklungsziel den Gegebenheiten anpassen oder Maßnahmen sogar grundsätzlich in Frage stellen. Ähnlich verhält es sich bei Quellen mit einem intensiv landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebiet und einem ebensolchen Umfeld. Andere Umfeldbedingungen dagegen lassen sich eher positiv verändern, z. B. bei standortfremden Pflanzen, Wanderwegen oder kleineren Verrohrungen. Das Entwicklungsziel wird durch das Leitbild vorgegeben, welches näherungsweise im Quelltypenatlas beschrieben ist (s. Bsp. S. 68).



Naturnahe Quellen bilden Leitbilder für Revitalisierungen.

Revitalisierungsmaßnahmen sind aus ökologischen und Kostengründen nur an geschädigten und mäßig beeinträchtigten Quellen der Klassen 3 und 4 sinnvoll.

Grundsätzlich sind verschiedene Leitziele zu unterscheiden. Neben dem Leitziel Natürlichkeit gibt es ein Leitziel Arten- und Biotopschutz und weitere Ziele wie Kulturlandschaft, Ästhetik oder andere menschliche Interessen, z. B. auch die Umweltbildung. Vor Ort muß dann ein angepasstes Leitbild mit größtmöglicher Förderung der wichtigsten Ziele entwickelt werden.

Quellen wurden früher für den Menschen nutzbar gemacht. Diese Einstellung ist noch weit verbreitet (Fassungen als „falsch verstandener Quellschutz“).

Viele Nutzungsansprüche wie die Erholungsnutzung oder die Umweltbildung lassen sich aber zumindest teilweise mit den ökologischen Zielen verbinden, auch wenn sie sich nicht völlig zur Deckung bringen lassen. Kompromisse können besonders bei gefassten und kulturhistorisch oder touristisch bedeutsamen Quellen geschlossen werden, so dass kein Neuausbau stattfindet und Pufferzonen bzw. eine Besucherlenkung eingerichtet werden.

So ist an Quellen oft die Abwägung einzelner Interessen gefordert. Nutzungen sind mit Naturschutzinteressen abzuwägen, wobei eine

Lösung anzustreben ist, die eine funktionsfähige Lebensgemeinschaft in der Quelle fördert bzw. erhält. Revitalisierungen sollten so schonend wie möglich durchgeführt werden und stehen hinter dem Erhalt intakter Quelllebensräume zurück. Trotzdem schaffen sie auf lange Sicht wieder neue Lebensräume für Quellspezialisten, wenn auch die Revitalisierung selbst noch keinen unmittelbar naturnahen Zustand herstellt. Vielmehr werden Störungen beseitigt, um die Quelle dann der eigendynamischen Entwicklung zu überlassen.

Revitalisierungen sind auch Eingriffe. So kann eine Quelle, die sich im Stadium der Wiederbesiedlung befindet, durch eine Revitalisierung geschädigt werden, wenn Veränderungen zu plötzlich erfolgen. Deshalb sind mehrmalige Veränderungen in kleineren Schritten mit längeren Zwischenzeiten besser als einmalige Eingriffe, z. B. bei der Umwandlung von Nadel- in Laubwald. In der Zwischenzeit passen sich die Quellorganismen an die veränderte Situation an. Hierzu muss natürlich etwas Geduld aufgebracht werden: die Revitalisierung von Quellen benötigt viel Zeit.

Da natürliche Prozesse die Revitalisierung unterstützen, ist sie als Anstoß zur Selbstentwicklung zu verstehen. Die Maßnahmen sind dabei als Initialmaßnahmen zu betrachten, ähnlich wie dies an Bächen bereits geschieht.

Revitalisierungsmaßnahmen sind aus ökologischen und Kostengründen nur an geschädigten und mäßig beeinträchtigten Quellen der Klassen 3 und 4 sinnvoll. Bei stark geschädigten (Klasse 5), oftmals gefassten Quellen, steht der Aufwand für die Revitalisierung oft in keinem Verhältnis zum Ergebnis. Bedingt naturnahe Quellen (Klasse 2) werden dagegen sehr leicht durch Eingriffe geschädigt – auch hier ist eine Revitalisierung nicht angebracht. Vor allem mäßig beeinträchtigte Quellen sind häufig sensibel, da bereits eine quellbezogene Besiedlung existiert.

Mögliche Ansprechpartner vor Maßnahmen sind die Landwirtschaft, der Forst, die Lokalpolitik, die Naturschutzbehörden, die Wasserwirtschaft, Waldbesitzer, Wandervereine und die Umweltverbände. Das Einbeziehen aller Ansprechpartner nutzt einerseits den Multiplikator



Auch heute noch werden Quelfassungen immer wieder erneuert.



effekt, andererseits fühlen sich die Beteiligten nicht ausgegrenzt. Exkursionen, wo geplante Arbeiten abgeklärt werden können, dienen dem gegenseitigen Austausch vor Ort. Die Planungen sowie spätere Erfolgskontrollen sollten am besten dem LUWG als zentraler Sammelstelle gemeldet werden.

Im Quellschutz ist die Öffentlichkeitsarbeit ein sehr wichtiger Schritt zum Erfolg. So ist die schlechte Situation unserer Quellen und die Notwendigkeit des Handelns kaum bekannt und eine wesentliche Ursache der Schädigungen. Aufklärung tut Not. Durch Veröffentlichungen und Broschüren wird Aufmerksamkeit erregt und es wird gleichzeitig die ökologische Bedeutung und die Sensibilität der Quellen publik gemacht.

Ist erst einmal ein Bewußtsein für die Problematik geschaffen, ist es leichter, Unterstützung für Maßnahmen zu finden. Wanderwege und Quelllehrpfade können auf die Ästhetik von Quellen aufmerksam machen, Informations- und Bildungsveranstaltungen erreichen besonders Politiker, Lehrer, Schüler und Heimatvereine. In Presseartikeln oder dem regionalen Rundfunk werden die Aktivitäten bekanntgemacht. Gerade die Wirkung und das positive öffentliche Image der Quellen ist nicht zu unterschätzen und bietet oft eine willkommene Abwechslung.

Der folgende Maßnahmenkatalog bietet eine Handlungsanleitung. Die Überschriften dienen dabei der Orientierung und sind als Hinweise auf mögliche Hauptanwendungsorte gedacht. Dabei entscheiden die Umfeldbedingungen über die Maßnahmenbündel, weshalb im Folgenden die Bereiche Wald, Feldflur, Siedlungsbereich und Einzugsgebiet getrennt dargestellt sind. Vorab wird auf die rechtlichen Hintergründe hingewiesen.

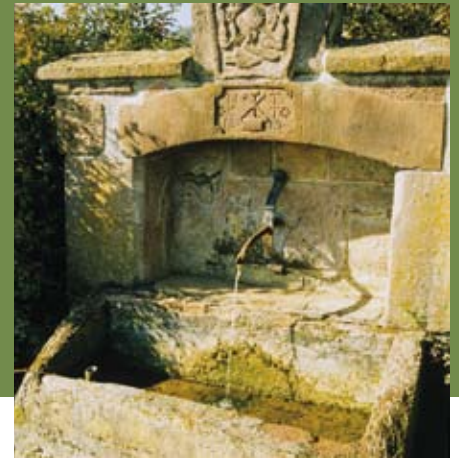
Danach soll näher auf das wichtige und häufige Problem der Quellfassung sowie ergänzende Maßnahmen eingegangen werden. Bei jeder Maßnahme ist immer an die ökologische Zielsetzung zu denken, durch die sie begründet ist. Ein Zeitplan für die Umsetzung der Tätigkeiten ist sehr zu empfehlen, vor allem wenn Maßnahmen sukzessiv in bestimmten Abständen erfolgen. Auch hier sollten Fachleute eingebunden werden.



Stark geschädigte, verbaute Quellen sind nur mit erheblichem Aufwand zu revitalisieren.

Aufklärung aller Beteiligten über die Ziele ist den Maßnahmen voranzustellen.

Die meisten Quellen wurden aus ästhetischen oder aus praktischen Gründen gefasst, etwa um einen kontrollierten Abfluss des Quellwassers zu gewährleisten. Derartige Eingriffe hatten meist fatale Folgen für die quellgebundene Tier- und Pflanzenwelt. Eine Neufassung von Quellen ist deshalb prinzipiell abzulehnen.



Gefasste Quellen

„Revitalisierung, Restauration oder geduldeter Verfall?“



Ob er aus Kupfer wertvoller ist?

Einige dieser teilweise mehr als 100 Jahre alten Fassungen sind heute dem Verfall preisgegeben und werden langsam von der Natur zurückerobert. Durch Risse und Spalten in der Fassung sucht sich das Quellwasser neue Wege und die alten Bauwerke werden von Moosen und höheren Quellpflanzen überwachsen. Dies verleiht ihnen mitunter ein „wildromantisches“ Aussehen. Schließlich finden sich dort auch viele Quelltiere wieder ein.



Alte Fassungen haben zuweilen naturnäheren Charakter und sollten so bleiben.

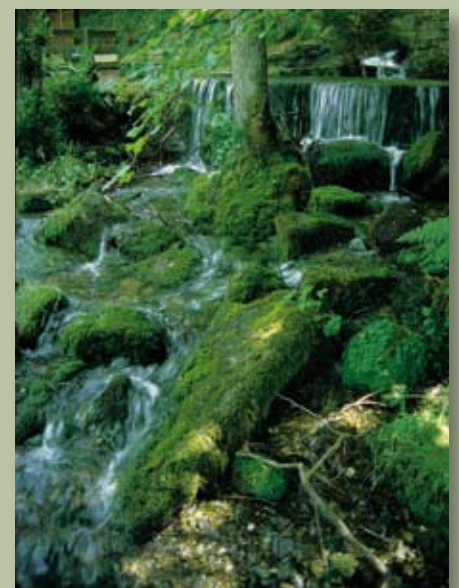


Bei der Restaurierung der Fassung dieser Quelle ist das Vorkommen der Rote-Liste-Köcherfliegenart *Apatania muliebris* erloschen.



Deckel über Deckel ...

Problematisch ist nun der Umgang mit solchen älteren Quellfassungen. Entfernt man die alte Fassung und ersetzt sie durch eine neue, wird der entstandene Quellbiotop mit sämtlichen Tieren und Pflanzen zerstört. Eine solche Maßnahme kommt einer Neufassung gleich und ist deshalb abzulehnen. Bei alten Fassungen sollten, wenn überhaupt, höchstens Maßnahmen zur Unterhaltung durchgeführt werden, die mit Fachleuten des Naturschutzes abzusprechen und an den jeweiligen Einzelfall anzupassen sind.



Ist nicht nur schön – im Moos ist auch was los!



Rechtliche Hintergründe und Fördermöglichkeiten

Gesetzliche Regelungen bilden die Grundlage für alle Quellschutztätigkeiten. Auch wenn sie teilweise vor Ort nicht bekannt sind und nicht immer einen effektiven Schutz gewährleisten, schaffen sie die Rahmenbedingungen zum Handeln. Da viele Quellen stark verändert wurden, genießen Quellbereiche Schutz nach § 30 des Bundesnaturschutzgesetzes vor Beeinträchtigungen. Der Schutz von Quellbiotopen wird in den jeweiligen Bundesländern geregelt. In Rheinland-Pfalz sind Quellbereiche nach § 28 Landesnaturschutzgesetz (LNatSchG) geschützt: „es ist verboten, Quellbereiche zu beseitigen, zu zerstören, zu beschädigen, sowie deren charakteristischen Zustand zu verändern“. Allerdings gibt es keine verbindliche Definition des Begriffes „Quellbereich“ in den landesrechtlichen Bestimmungen, auch nähere Angaben zu Biotopgröße, Abgrenzung und Biotopausstattung fehlen.

Wasserrechtlich gesehen zählen Quellgewässer zu den Gewässern (§ 1 Wasserhaushaltsgesetz), welche gemäß § 1a WHG als Bestandteil des Naturhaushalts und als Lebensraum für Tiere und Pflanzen zu sichern sind. So sollen vermeidbare Beeinträchtigungen der Gewässer und ihrer ökologischen Funktionen unterbleiben, so dass insgesamt eine nachhaltige Entwicklung gewährleistet ist. Auch im Rahmen des WHG, das vor allem die Wassernutzung regelt, erlassen die einzelnen Länder ihre eigenen Landeswassergesetze, die sich auch auf Quellen beziehen. Nach dem Landeswassergesetz Rheinland-Pfalz (§ 2 LWG) ist hier ein „naturnaher Zustand der Gewässer anzustreben“. Grundsätzlich zählt das „aus Quellen wild abfließende Wasser“ zu den oberirdischen Gewässern 3. Ordnung, womit sie dem LWG unterliegen und bezüglich Nutzung, Ausbau und Unterhaltungspflicht kleinen Bächen vergleichbar sind. Gewässerbenutzungen bedürfen nach dem Wasserhaushaltsgesetz und dem Landeswassergesetz Rheinland-Pfalz einer Erlaubnis oder Bewilligung.

Seit einigen Jahren bildet die europäische Wasserrahmenrichtlinie die Grundlage für die Bewirtschaftung und Entwicklung der Gewässer in den Staaten der Europäischen Union, wobei alle Gewässer betroffen sind. Hier sind Quellen

„Es ist verboten, Quellbereiche zu beseitigen, zu zerstören, zu beschädigen, sowie deren charakteristischen Zustand zu verändern.“

zwar eher indirekt genannt, das Ziel der Wasserrahmenrichtlinie, das Erreichen eines „guten ökologischen Zustands“, bezieht sich aber auf alle Gewässer. Im Entwurf der geplanten Tochterrahmenrichtlinie für Grundwasser aber sind ausdrücklich Quellen als Untersuchungspunkte für die Grundwasserüberwachung genannt, wobei sie auch zu den „grundwasserabhängigen Ökosystemen“ überleiten, die Indikatoren für den Zustand des Grundwassers sind.

☐ Fachbehörden und Verwaltungen einbeziehen

Maßnahmen an Quellen sind in der Regel wasserrechtlich zulassungspflichtig. Zudem wird durch rechtzeitige Absprachen der Absichten und Planungen Akzeptanz erreicht. Einzubinden sind am besten das zuständige Forstamt bzw. die Kommune sowie die unteren Naturschutzbehörden, allerdings hängt dies von der Art der Maßnahme ab. Neben dem behördlichen sollte auch der ehrenamtliche Naturschutz (Naturschutzverbände) einbezogen werden.

☐ Ausweisung eines Schutzgebietes

Obwohl Quellen per se geschützte Biotope sind, kann trotzdem eine zusätzliche Ausweisung als Naturdenkmal (wertvolle Einzelquelle), Landschaftsschutzgebiet oder Naturschutzgebiet sinnvoll sein, z. B. bei Quellgebieten oder Quellbächen. Die Erwirkung einer gesetzlichen Sicherstellung von Quellen durch ein Schutzgebiet ist ein wichtiges Quellschutzinstrument. Wasserschutz- bzw. Heilquellenschutzgebiete nach § 13 und 18 LWG dienen dem Schutz der Res-

source Trinkwasser, so dass darin liegende Quellen in der Regel gefasst sind. Gerade hier sollte in Zukunft auch der Schutz naturnaher und ungenutzter Quellen berücksichtigt werden.

□ Umsetzung des § 30 BNatSchG und des § 28 LNatSchG in Rheinland-Pfalz

Dass Quellbereiche ausdrücklich geschützt sind, ist oft vor Ort nicht bekannt. Hier kann man Anwohner oder Nutzer in Gesprächen auf deren Schutzstatus aufmerksam machen, da hier noch großer Aufklärungsbedarf besteht.



□ Erarbeitung von Gewässerpflegeplänen auch für Quellen

Als Leitlinien für den Umgang mit Fließgewässern werden vielerorts Gewässerpflegepläne erarbeitet. Diese waren bisher aber lediglich Empfehlungen und nicht rechtsverbindlich, gewinnen aber im Zuge der Wasserrahmenrichtlinie immer mehr an Bedeutung. Nach § 64 Abs. 3 LWG kann die zuständige Wasserbehörde den Gewässerunterhaltungspflichtigen, soweit es die Belange des Naturhaushalts erfordern, zur Aufstellung eines Gewässerpflegeplans verpflichten und diesen für die Durchführung der Unterhaltung für verbindlich erklären. In Rheinland-Pfalz kann die Aufstellung eines Gewässerpflegeplans aus Mitteln der Wasserwirtschaftsverwaltung finanziell gefördert werden. Die Unterhaltungspflichtigen (meist Kommunen) müssen noch einen Eigenanteil leisten. Im Rahmen der Aktion Blau lassen sich auch Gewässerpflegepläne für Quellen realisieren, was in wenigen Regionen von Rheinland-Pfalz bereits geschehen ist. Wegen der Vielzahl der Quellstandorte und der fortschreitenden Bedrohung der Quellen sind solche Konzepte beispielhafte Herangehensweisen.

□ Ankauf und Pacht

In vielen Fällen ist das Anpachten oder der Ankauf von Quellbereichen sinnvoll. Dies muss zwar finanziert werden, allerdings ist die Fläche, um die es sich handelt und damit der Preis meist klein. Der Ankauf oder die Pacht der Flächen kann durch Kommunen, Privatpersonen, Vereine oder Initiativen erfolgen. In Rheinland-Pfalz gibt es etwa die Stiftung Natur und Umwelt, die den Ankauf von Flächen zu Naturschutzzwecken finanziell unterstützt.

□ Pflegevertrag mit dem Grundbesitzer aushandeln

Vor Ort können konkrete Pflegeverträge geschlossen werden, die den Umgang mit dem Quellbereich vor Ort regeln. Beispielweise kann an einer Wiesenquelle, wo keine Verbuschung



gewünscht wird, eine Herbstmahd mit schonendem Maschineneinsatz (Motorsense) vereinbart werden. Gerade im Wald liegen oft durch Quellen gespeiste Fischteiche in Staatsbesitz, die an Privatleute verpachtet sind. Diese Pachtverträge werden aus gewässerökologischen Gründen oft nicht mehr verlängert, im Zweifel sollte bei den zuständigen Behörden in diesem Punkt nachgefragt werden.

□ Extensivierung landwirtschaftlicher Flächen im Umfeld von Quellen

Von landwirtschaftlich genutzten Flächen geht oftmals eine Gefährdung von Quellen durch Dünger- und Pestizidaustrag aus. Die Extensivierung solcher Flächen im näheren Umfeld der Quelle kann zu einer starken Entlastung führen. Extensivierungsmaßnahmen werden durch die EU gefördert, wobei Auskünfte von der zuständigen Kreisverwaltung erteilt werden. Außerdem muss mit den Landwirten verhandelt werden.

□ Restauration („Instandsetzung“) von Quellfassungen: Neuausbau oder Unterhaltungsmaßnahme?

In vergangener Zeit wurden viele Quellen gefasst, vor allem an Wegen für die bequeme Trinkwassernutzung von Wanderern oder zum Trockenlegen des Quellbereiches in Feld oder Wald. Das Bauen von Fassungen wurde bis in unsere heutige Zeit hinein vom Naturschutz oft hingegenommen. Heute ist die Neufassung von Quellen ohne wasserrechtliche Zulassung auch aus Naturschutzgründen verboten. Die Erschließung einer Quelle ist gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 6 WHG erlaubnispflichtig.

Mittlerweile existieren eine Reihe alter Fassungen, die teilweise von Verfall betroffen sind. Ökologisch gesehen können solche, von der Natur zurück eroberten Fassungen wieder sekundär ökologisch wertvoll sein. Hier ist nicht selten wieder ein höherwertiges Quellbiotop entstanden, weswegen Maßnahmen ohne spezielle Untersuchung unterlassen werden sollten. Erkennbar ist dies an Moosen und höheren Quellpflanzen,

Bei der Instandsetzung von Fassungen werden die Wasserbehörden oft nicht hinzugezogen.

auch Quelltiere leben in den nunmehr wieder reicher strukturierten Kleinlebensräumen (Risse im Stein, überlaufendes Becken, seitliche Abläufe an der Fassung vorbei). Nun wäre die Wiederherstellung der Fassung ein sich ökologisch negativ auswirkender Eingriff. Wenn der Verfall weiter fortschreitet und kaum noch Wasser durch die Fassung fließt, kommt die Instandsetzung der alten Fassung einer Neufassung gleich, da der entstandene Quellbiotop mit sämtlichen Tieren und Pflanzen mehr oder weniger zerstört wird. Die Instandsetzung einer solchen Fassung ist aber stets wasserrechtlich zulassungspflichtig, so dass in solchen Fällen die rechtzeitige Einbeziehung der Wasserbehörden zu erfolgen hat.

Rechtlich gesehen sind Quellbereiche geschützt, dürfen also nicht verbaut oder verändert werden. Quellen, für die ein Wasserrecht besteht z. B. für die Trinkwasserversorgung, liegen meist in „Wasserschutzgebieten“. Ob ein Wasserrecht besteht, ist also im Einzelfall genau zu prüfen. Ist ohne wasserrechtliche Zulassung eine Quelle gefasst oder findet gar ein (Wieder-)Ausbau statt, kann durch die zuständige Behörde die Wiederherstellung des alten (ungefassten) Zustandes gefordert werden. Bei bestehendem Wasserrecht kann die Instandsetzung der Fassung auch eine Unterhaltungsmaßnahme sein, die der Unterhaltungspflichtige durchzuführen hat. Unterhaltungsmaßnahmen bei wasserrechtlich nicht belegten Quellen sollten möglichst nicht stattfinden.

Die Instandsetzung alter Fassungen ist aus naturschutzfachlicher Sicht nur bei kulturhistorischer und denkmalpflegerischer Bedeutung oder touristisch stark frequentierten Quellen zu befürworten und erfordert eine wasserrechtliche Zulassung. Art und Umfang der Maßnahme ist mit Fachleuten der Wasser- und Naturschutzbehörde abzusprechen und dem jeweiligen Einzelfall anzupassen, wobei so schonend wie möglich vorzugehen ist.

Der Tatbestand des Gewässerausbaues bei Umleitung des ablaufenden Wassers betrifft auch eine mögliche Revitalisierung der Quelle, so dass auch hier die Einbeziehung der Wasserbehörde nötig ist. Da etwa viele alte Brunnenstuben nicht mehr genutzt werden und langsam verfallen, bieten sich solche Anlagen für eine Revitalisierung an.

Obwohl vieles, was hier genannt wird, mit geringen finanziellen Mitteln durchgeführt werden kann, ist doch bei größeren Maßnahmen

eine fachliche und finanzielle Unterstützung unumgänglich. Dies gilt auch für den Einsatz von Maschinen und Geräten oder bei Druckkosten für eine Info-Broschüre. Hier können Institutionen, Behörden, Firmen oder Vereine Hilfe oder Unterstützung leisten. Im Folgenden werden Anlaufstellen genannt, die für den Quellschutz angesprochen werden können. Vorteilhaft ist immer die Kontaktierung von Organisationen oder Personen, die bereits Erfahrung im Umgang mit Quellen und deren Revitalisierung haben.

Fördermöglichkeiten im Quellschutz

Ansprechpartner	Beispiel
Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Mainz	Material und Hilfe bei Revitalisierungen, Materialien zum Fließgewässerschutz, Quellkataster (zentrale Sammelstelle), Biotopkataster, Öffentlichkeitsarbeit
Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Landesverband Rheinland-Pfalz	Materialien zum Quellschutz und Hilfe bei Revitalisierungen
Umweltamt/Naturschutzbehörden	Genehmigung und Hilfestellung vor Ort, Karten
ProLimno GbR Schindler u. Frey: www.ProLimno.de	Untersuchung von Quellen und Hilfestellung vor Ort
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA)	Materialien zum Fließgewässerschutz
GFG – Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft für Wasserwirtschaft und Landschaftsentwicklung	Materialien zum Fließgewässerschutz
Gesellschaft für Quellökologie und Quellschutz	Fachliteratur
Umweltbundesamt	Informationsmaterial zum Thema Gewässer
private Spenden	Info-Tafeln
Firmen, Sponsoren (Mineralbrunnen, Brauereien)	Einrichtungen zur Besucherlenkung, Druckkostenbeihilfe, Geräteverleih für Maßnahmen
Heimat- und Wandervereine	Gelder für Revitalisierungen, Schilder
Stiftungen, z. B. Natur + Umwelt	Flächenankauf
Wasser- und Bodenverbände	Infos zur Kartierung und Pflege von Quellen
Arbeitsagentur	Stellen für Quellschutzprojekte
Bestehende Quell-Patenschaften	Erfahrungsaustausch, Hilfe bei Erfolgskontrollen



Maßnahmen im Wald

Im Wald finden sich die meisten naturnahen Quellen, die es bei uns noch gibt. Aber auch im Wald ist die Mehrzahl der Quellen durch den Menschen beeinträchtigt. Im Pfälzerwald etwa, dem größten geschlossenen Waldgebiet Deutschlands, sind fast 60 % aller größeren Quellen gefasst. Ähnlich dürften die Verhältnisse in den meisten anderen Waldgebieten liegen. Hinzu kommen Fichtenanpflanzungen, forstlicher Wegbau, Grundwasserabsenkungen, Drainagen und das Rücken von Schlagholz im Quellbereich als wichtigste Beeinträchtigungen. Trittschäden durch Wanderer und überhöhte Wildbestände stellen ebenfalls ein Problem dar. Wegen der zunehmenden Aufgeschlossenheit vieler Förster sind die Aussichten für den Quellschutz im Wald aber besonders gut.

□ Information der Revierförster

In der Information und Ausbildung der Förster und Waldarbeiter durch die Forstverwaltung und die Naturschutzverbände nimmt die Gewässerökologie zwar eine immer größere Bedeutung ein, trotzdem sollte speziell auf bedeutende Flächen hingewiesen werden.

□ Förderung standortgerechter, heimischer Baumarten im Quellbereich

Allgemein sind in den Mittelgebirgs- und Tieflandlagen Deutschlands standortgerechte Laubbäume zu fördern. Zusätzlich sollten nassetolerante, heimische Baumarten gefördert werden (Erlen, Eschen). Standortfremde Nadelholzmokulturen sind an Quellen äußerst schädlich und müssen behutsam und sukzessive ersetzt werden (keine Kahlschläge). Am besten entfernt man immer den am nächsten zum Wasser stehenden, standortfremden Baum und überlässt der Sukzession die weitere Entwicklung. Der Baum ist so schonend wie möglich aus dem Quellbereich zu entfernen (möglichst kein Wasserkontakt, wenig Bodenberührung). 3 bis 4 Eingriffe in 10 Jahren sind ideal, um eine Waldumwand-

lung zu erreichen. Dadurch wird eine Mindestbeschattung der Quellaustritte erhalten und gleichzeitig die Naturverjüngung gefördert. Nur wenn sich mittelfristig keine standortgerechten Baumarten ansiedeln, können heimische Laubbäume wie z. B. Schwarzerlen gepflanzt werden. Bei Durchforstungen sollte generell ein gewisser Kronenschirm über den Quellbereichen erhalten bleiben.

□ Berücksichtigung der Quellen bei der Forstplanung und Forstintegration

Bereits bei forstlichen Standortkartierungen und der Erstellung der Forsteinrichtung sollten Quellen berücksichtigt werden. Dies gilt auch für die Nutzung des Umfeldes und des Einzugsgebietes (s. „Maßnahmen im Einzugsgebiet“). Bei Fragen können Förster und Waldbesitzer beraten und aufgeklärt werden. Naturnahe Quellgebiete können u. U. auch als Naturwaldzellen ausgewiesen werden.

□ keine Räumarbeiten oder Schlagholzrücken im Quellbereich

Mechanische Beeinträchtigungen wie das Befahren des Quellbereichs (Forstpflüge) sind enorm schädlich für die Quellebensgemeinschaften. Rückearbeiten, bei denen gefällte Bäume mit schwerem Gerät zu Wegen gezogen werden, finden meist in natürlichen Geländesenken und Tälern statt, Bereichen also, in denen vielfach Quellen liegen. Hier sind Rückeschneisen so zu wählen, dass Quellbereiche nicht beeinträchtigt werden. Auch das Lagern von Holz sollte abseits von Quellen erfolgen.

□ Aussparung von Quellräumen bei der Nutzung

Quellen sollen der freien Entwicklung unterliegen. Der Nutzungsverzicht fällt in den kleinen Flächen wirtschaftlich kaum ins Gewicht. Staun-

asse Flächen sind ohnehin nur bedingt für wertvolle Baumarten geeignet. So wie die Sukzession im Quellbereich zuzulassen ist, muß Totholz von Laubbäumen belassen werden, was auch vor Vertritt schützt. Starker Fichtenabraum sollte allerdings entfernt werden. Der Holzschlag im Quellbereich ist außer zur Verbesserung der Umfeldsituation zu unterlassen. Im weiteren Umfeld einer Quelle sollten großflächige Baumentnahmen ebenfalls unterbleiben.

□ **Angepasster Wegebau, Abstand zu Quellen, Anlegen von Furten, Rückbau von Verrohrungen**

Beim Neuanlegen von Wegen ist die örtliche Geologie zu berücksichtigen, da ansonsten Quellen versiegen können. In der Nähe von Quellhorizonten und direkt an Quellen sollte kein Wegebau stattfinden. Bei der Neuanlegung ist möglichst ein hinreichender Abstand von mindestens 50 m einzuhalten. Bei Baumaßnahmen jeglicher Art im Umfeld sollte der Quellbereich kenntlich abgegrenzt sein (Markierungsband). Es empfiehlt sich grundsätzlich bei Verrohrungen des Quellbaches, diese zu einer Furt zurückzubauen.



Die Umwandlung einer Verrohrung zu einer offenen Furt ist eine zentrale Maßnahme des Quellschutzes.

Dies ist vor allem dort anzuraten, wo bereits Wege in Quellnähe vorhanden sind. Dabei werden die Rohre entfernt (Entfesselung). Die Verwendung von gebietseigenem Schottermaterial beim Anlegen der Furt sollte obligatorisch sein. Ziel ist der Anschluss der Quelle an die unteren Gewässerabschnitte (Durchgängigkeit, Vernetzung). Ist die komplette Entfernung nicht möglich, kann eventuell mit einer Teilöffnung die

Auswirkung abgemildert werden. Am Besten ist immer der Rückbau des kompletten (wenig frequentierten) Weges, so dass dies im Forst eine gute Möglichkeit ist, Quellschutz zu betreiben. Der Versiegelungsgrad von Wegen ist gering zu halten, da in der Nähe von Quellen oft Quellhorizonte liegen. Das Anlegen von Stichwegen unter Aussparung von Quellen ist eine Maßnahme für großflächige Quellgebiete. Zur Besichtigung einer Quelle können wie in anderen trittempfindlichen Bereichen (Moore, Dünen) Wanderwege mit Schotterauflage durch Holzstege ersetzt werden, Pfade mit Geländern schützen vor Zutritt.

□ **Besucherlenkung, Entfernen von Müll und Schutt**

Auf das Problem des Tourismus mit seinen Folgen (Müll, Trittschäden), im Wald eine häufige Schädigungsursache an Quellen, wird im Anschluss eingegangen (s. „Zusätzliche Maßnahmen“).

□ **Allgemeine Entlastung der Quellbiozönose im Wald**

Im Quellschutz ist das Umfeld besonders wichtig. Waldkalkungen und Walddüngungen sollten nicht in der Nähe von Quellen durchgeführt werden. Grundwasserentnahmen müssen in Quellgebieten gering gehalten werden, um ein Versiegen zu verhindern. Die flächendeckende Durchsetzung der naturgemäßen Waldwirtschaft wirkt der Versauerung entgegen und schafft natürliche Licht- und Bodenverhältnisse. Auch kleine Maßnahmen können bereits die Quellbiozönose entlasten. An stark frequentierten Wegen etwa halten kleine Totholzbarrieren Besucher fern.

Die Verrohrung selten frequentierter Wege muss nicht sein; Furten schaffen Abhilfe.



❑ Rückbau von Fassungen, Revitalisierung, kein Aufstau oder Umleiten von Quellen

Wegen der Bedeutung wird auf diesen Punkt im Abschnitt „Quellfassungen“ eingegangen.

❑ Entfernen von Wildfütterungen aus dem Quellbereich, Verhinderung von Trittschäden

Quellen ziehen als natürliche Wasserstellen Wild an. Jäger fördern dies zusätzlich, indem sie Wildfütterstellen an Quellen und Quellbächen anlegen, um leichter zum Schuss zu kommen (Abb. re.). Dadurch kommt es zu erheblichen Trittschäden an der Quelle. Findet man eine solche Futterstelle (der Ansitz liegt meist nicht weit davon), sollte man den Jagdpächter oder den Revierförster darauf hinweisen. Ein zeitweises oder



Starke Trittschäden erfolgen meist durch Wild an Wildfütterstellen.

dauerhaftes Abzäunen des Quellbereichs kann im Einzelfall bei starkem Wildtritt in Erwägung gezogen werden, sollte aber eher vermieden werden. Abschussstellen sind zu verlegen.

Maßnahmen im Offenland

Naturnahe Quellen sind heute sehr oft Waldquellen. Offenland ist fast immer die Folge menschlicher Tätigkeit, insbesondere der Landwirtschaft. Hauptschädigungsursachen an Offenlandquellen sind die Grundwasserbelastung durch Überdüngung (Nitrat) und Pflanzenschutzmittel, die Fassung und Drainierung sowie die intensive Landnutzung mit Pestizid- und Düngereinträgen und Viehtritt.

Offene Quellen gab es aber auch schon vor dem Menschen, weshalb solche mit geringem Nutzungsgrad artenreich sein können. Deswegen ist die Abwägung der Maßnahmen im Einzelfall besonders wichtig und hängt unmittelbar mit dem umliegenden Biototyp zusammen. Die betroffenen Landwirte und die Landespflege müssen miteinbezogen werden, wobei bei Offenlandquellen mehrere Maßnahmenbündel in Betracht kommen. Die Voraussetzung ist die Zustimmung des Besitzers, die Pacht oder der Ankauf der Fläche. Die Entfernung einer Fassung ist in der Feldflur nur sinnvoll, wenn auch der direkte Quellbereich und wenigstens das nahe Umfeld langfristig verbessert werden.

❑ Aussparung des Quellbereichs bei der (intensiv-)landwirtschaftlichen Nutzung

Diese Maßnahme ist im Allgemeinen für den direkten Quellbereich durchzusetzen. Da nasse Bereiche oft von Bauern gemieden werden, werden sie bei der Nutzung ohnehin oft ausgespart, so dass sich nur geringe wirtschaftliche Nachteile ergeben. Vorsicht ist geboten bei Quellen, die eine wertvolle Biotopausstattung mit hoher Artenvielfalt aufweisen, z. B. bei einem Kleinsiegenried mit seltenen Arten. Hier ist die bisherige Nutzung beizubehalten.

Die meisten Quellen der Feldflur sind in ihrer Besiedlung jedoch oft verarmt. Durch die Einstellung der Nutzung setzt die Sukzession ein, so dass die Quelle verbuscht und schließlich ein Sumpf oder (Quell-)Wald entsteht, was meist positiv ist. Auf Viehweiden unterbindet ein Einzäunen des Quellbereichs schnell und günstig die Nutzung. Die einsetzende Sukzession verhindert die eher unnatürliche, vollständige Besonnung.

Die Überdüngung macht auch vor Quellen nicht halt: viele Algen sind dafür ein Zeichen.



□ Erhalt landwirtschaftlich bedingter, halbnatürlicher Lebensräume

Auch halbnatürliche, also anthropogene Lebensräume sind in der Kulturlandschaft von großer Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz. Artenreiche Quellen im Offenland benötigen unter Umständen Pflege- und Unterhaltungsmaßnahmen, um im Einzelfall den Status quo zu erhalten. Die biotoptypische Pflege läuft auf Beweidung oder Mahd hinaus, die im Folgenden näher beschrieben sind.

□ Maßnahmen zur Wiedervernässung oder Erhalt der Vernässung

In der Vergangenheit sind Quellbereiche im Zuge von Flurbereinigungsmaßnahmen vielfach durch Drainagen trocken gelegt worden. Quellen sind meist um eine gewisse Strecke verlegt, wobei sich meist nur schwer feststellen lässt, wo eine Drainage herkommt. Als Maßnahme käme die Entfernung des Drainagerohres in Betracht. Aber hier ist Vorsicht geboten: durch das Herausreißen der Leitung erfolgt eine extreme Veränderung des Quellbereichs. Diese Maßnahme ist erst nach Prüfung der Besiedlung und eventuell einer Rekonstruktion des alten Austritts statthaft. Erst dann sollten Drainagen entfernt oder rückgebaut werden. Liegen Drainagen im Quellumfeld oder führen seitlich in die Quelle, sollten sie vorsichtig entfernt oder verstopft werden. Sie stammen meist aus benachbarten Nutzflächen und leiten Sickerwasser ein, wobei sich oft ein zusätzliches Problem durch Einträge ergibt. Danach erfolgt die Wiedervernässung des Quellbereichs. Zu beachten ist, dass dies u. U. wegen der Auswirkung bis in Nachbarflächen hinein zu Konflikten mit Landwirten führen kann. Parallel sollten wiedervernässte Flächen extensiviert werden. Belastetes Drainwasser sollte aus dem Quellbereich bachabwärts eingeleitet werden, so dass Drain- und Quellwasser getrennt abfließen. Bei intensiv bewirtschafteten, kleinen Flächen (z. B. im Weinbau) kann nach Wiedervernässung u. U. eine Nutzungsentschädigung gezahlt werden (Förderung von Flächenstillegungen).

Offenlandquellen werden meist dräniert und sind als Quelle nicht mehr erkennbar.



Offenlandquellen können Ersatzquellen für Sümpfe und Moore darstellen.



□ Verringerung des Viehbestandes im Quellumfeld, Maßnahmen der Beweidung

Wiesenquellen sind z. T. erhaltenswerte Sekundärbiotope „aus zweiter Hand“, so dass eine extensive Beweidung sogar notwendiges Kriterium für den Erhalt sein kann. Die Entscheidung, ob eine Quelle beweidet werden soll oder der Sukzession überlassen wird, ist im Einzelfall nach einer Untersuchung der Biozönosen zu treffen. Die konkreten, angepassten Viehbesatzmaßnahmen können dann in einem Nutzungs- und Pflegevertrag geregelt werden, z. B. zwischen Naturschutzbehörde und Grundstückseigentümer. Sinnvoll wäre etwa eine Regelung, nach der mit Hilfe eines beweglichen Zaunes der Quellbereich im Frühjahr abgezäunt (Blühen der Quellvegetation) und dieser ab Sommer für die extensive Beweidung geöffnet wird. Auf diese Weise bleiben auch bei nährstoffreichem Boden Weidequellen weitgehend offen ohne die stärkere Bildung von Hochstauden und starker Verkrautung. Diese würden ansonsten durch Beschattung verhindert. Der Viehbestand (Großvieh) sollte 1 Tier/ha nicht überschreiten. Der Viehauftrieb im Umfeld der Quelle sollte frühestens ab Mitte Juni erfolgen. Ein geringer Vertritt ist nicht schädlich, da Hochstauden zugunsten von nassliebenden Quellpflanzen verdrängt werden. Wird die extensive Beweidung aus Artenschutzgründen nicht befürwortet, so ist die Quelle in Viehweiden vollständig abzuzäunen. Auch die Kenntnis der Nutzungsgeschichte kann hier über Maßnahmen mitentscheiden.



□ Pflegemaßnahmen an Offenlandquellen (Mahd)

Eine standortgerechte Vegetation in Quellbereich und Umfeld ist Voraussetzung für naturnahe Offenlandquellbiotope. Deswegen ist bei intensiver Nutzung ein Wechsel zu extensiveren Bewirtschaftungsformen anzustreben. Dazu gehört die Verminderung des Düngereinsatzes auf den angrenzenden Flächen und die Einstellung der Düngung im Quellumfeld.

Auf Pflanzenschutzmittel (Pestizide) muß im Umfeld und möglichst auch im (nahen) Ein-

Nach der Wiedernässung entstehen botanisch wertvolle Offenlandquellbereiche. Natürliche Offenlandquellen sind selten und in Rheinland-Pfalz trotzdem oft teilbeschattet

zugsgebiet der Quelle verzichtet werden. Zeitpunkt und Häufigkeit der Mahd ist an die jeweiligen Standortbedingungen und die Biotopausstattung anzupassen. Sie kann jährlich oder nur alle paar Jahre erfolgen und sollte schonend durchgeführt werden, z. B. jährlich wechselnde Teilmahd.

Die Pflegemaßnahmen orientieren sich dabei an der umgebenden Fläche und können darin einbezogen werden (Pflege durch Nutzung). Das Mähgut sollte behutsam aus dem Quellbereich entfernt werden (Gefahr der Überdüngung). Teilweise können sich auch bisherige, extensive Maßnahmen als geeignet für die Pflege herausstellen, während bei anderen Quellen stärker extensiviert werden muss. Offenlandquellen mit einer wertvollen Besiedlung sollten nicht einem plötzlichen Nutzungswechsel ausgesetzt werden.

Bei Offenlandquellen ist grundsätzlich immer die Frage nach Gründen für die Offenhal-

tung zu stellen. Bei vielen Quellen ist es sinnvoller, wenn sie der Sukzession unterliegen, z. B. geschädigte Quellen. Erst bei Anhaltspunkten für einen wertvollen Quellbiotop (Artenvielfalt) wird die bisherige Offenhaltung favorisiert.

❑ Quellfassungen entfernen, Viehtränken verlegen

Wegen Tritt- und Verbauschäden sollen Viehtränken bachabwärts verlegt werden (Abb. unten). Ein Teil des Bachwassers kann dafür abgeleitet werden, dabei ist der Schutz der Quelle und des Baches durch Zäune zu gewährleisten. Auf das Problem der Fassung wird unter „Quellfassungen“ eingegangen.

❑ Schaffung landschaftstypischer Pufferbereiche zwischen Nutzung und Quelle

Pufferzonen können durch unbewirtschaftete Säume oder extensivierte Streifen aufgebaut werden. Gehölze und Hecken aus Erlen, Weiden und Holunder oder Hochstauden in Pufferzonen dienen auch dem Schutz vor eindringendem Vieh. Der umgebende Biotoptyp ist bei der Entscheidung miteinzubeziehen. Liegt z. B. eine auf Mahd angewiesene Sumpfdotterblumenwiese neben einer Quelle, so ist der extensiven Mahd den Vorzug zu geben. Eine Bepflanzung mit Hecken oder eine natürliche Verbuschung wäre hier eher fehlangezeigt. In einer „Agrarwüste“ mit Intensivlandwirtschaft sähe der Fall dagegen anders aus. Hier bilden Büsche einen besseren Schutz vor Einträgen, da viele Pflanzenschutz- oder Düngemittel mit dem Wind in die Quelle gelangen können.

Flächen für Pufferstreifen können gepachtet oder in Absprache gepflegt werden (Nutzungsaufgaben). Das Abstecken mit Pfählen (Abzäunung) des Pufferbereichs schafft eine sichtbare Begrenzung zu anderen Flächennutzungen. Wichtig ist die Breite der Pufferzone. Diese sollte im Radius mindestens 15 Meter betragen, wobei ein Mindeststreifen von etwa 30 – 50 m Länge bachabwärts eingeräumt wird, am besten ist der Quellbach komplett einzubeziehen.



Viehtränken haben in Quellbereichen nichts verloren und sollten an den Quellbach verlegt werden.



Maßnahmen im Siedlungsbereich

In Siedlungen sind praktisch alle Quellen gefasst, der Versiegelungsgrad liegt hier bei 60 bis 70%. In den Randbereichen um Siedlungen sind Quellen oft mit Müll und Schutt verfüllt. Dazu kommt evtl. das Einleiten von Abwässern sowie hoher Besucherdruck (Vertritt). Insgesamt ist davon auszugehen, dass in Siedlungen kaum noch naturnahe Lebensgemeinschaften anzutreffen sind, vielfach wird das Quellwasser sogar direkt in die Kanalisation abgeleitet. In Siedlungen ist die Revitalisierung von Quellen deshalb besonders kompliziert und aufwändig.

□ Kartierung und Aufbau eines Quellkatasters in Städten

Die Kartierung und Beobachtung von Quellen ist in Städten aufgrund der räumlichen Nähe leichter durchzuführen als in ländlichen Gebieten oder im Wald. Bei Pflege- und Unterhaltungsmaßnahmen werden aber die meisten Quellen in Städten „überpflegt“, das Grünflächenamt nimmt meist eine „Reinigung“ von Fallaub, Totholz und Moospolstern vor und verhindert so oft die Eigenentwicklung. Informationen über die richtige Pflege (so wenig wie möglich) sollten an die behördlichen Stellen weitergeleitet und auf deren Umsetzung geachtet werden. Im Vordergrund steht die Eigenentwicklung nach entsprechenden Revitalisierungsmaßnahmen (Entfernung von Verbau, Müll) wo dies möglich ist. Quellen bilden dann mit ihrem Umfeld attraktive Lebensräume in der Stadt.

Viele Quellen bleiben aber als Kulturdenkmäler in Siedlungen gefasst, können aber trotzdem in die Umweltbildung miteinbezogen werden (Info-Tafeln) und dienen als Orte der Naherholung. An naturnäheren Quellen sollte keine Pflege stattfinden, vielmehr sollte die Fläche vor Vertritt geschützt werden. Zur Übersicht über Quellen in Siedlungen ist ein Quellkataster zu empfehlen. Es sollte einen Überblick über Standorte und Nutzungsgeschichte der Quellen, die zeitliche Entwicklung, durchgeführte Untersuchungen und Pflegemaßnahmen sowie deren Entwicklungsziele geben.

□ Entfesselung von Quellverbauungen, Revitalisierung

In Siedlungen erscheint die Beseitigung von Verbau, Rohren und Becken besonders dringlich, ist oft aber kaum durchzusetzen. Revitalisierungen können dennoch bei guten Voraussetzungen (unversiegeltes Umfeld) auch in der Stadt durchgeführt werden. Fernziel ist die Schaffung naturnaher, quelltypischer Strukturen. Dazu ist neben der Entfernung des Verbaues die Entsigelung von Flächen im Umfeld voranzutreiben und Neuversiegelungen zu verhindern. Nicht zu umgehende Bodenbefestigungen können mit durchlässigen Materialien wie Schotter oder Rasen-Pflaster erfolgen. Besonders an Quellhorizonten sollten Befestigungen vorsichtig rückgebaut werden. Eine Beschattung durch standorttypische Laubbäume schafft bessere Mikroklimabedingungen im warmen Siedlungsklima. Weiteres findet sich unter „Quellfassungen“. Maßnahmen an Quellen sind mit der Stadtverwaltung abzustimmen.

□ Schaffung eines offenen, durchgehenden Fließgewässersystems

Diese Forderung muß als Oberziel verstanden werden, da sie durch die Überbauung in Siedlungen meist illusorisch bleibt. Trotzdem sollten erste Schritte in diese Richtung unternommen werden. Quellen verschwinden oft direkt in der Kanalisation. Degegen bieten sich Gewässer und Quellen gerade in Siedlungen als Erholungsräume und Punkte der Naturbeobachtung an. Wo noch Gewässer vorhanden sind, können angrenzende, verbaute und verrohrte Gewässer revitalisiert werden.

□ Entfernen von Müll und Schutt, richtige Pflege

Das Zuschütten der Quellen mit Müll und Schutt aller Art ist in den Randbereichen von Siedlungen besonders häufig zu beobachten (s.

„Zusätzliche Maßnahmen“). In der Stadt ergibt sich noch ein weiteres Problem: so positiv eine Müllentfernung etwa durch die Stadtreinigung ist, die Laubentfernung, der Rasen- und Heckenschnitt sowie das Fällen von Bäumen sollte unterbleiben, da dies zu Substrat- und Strukturarmut führt.



Gefasste
Siedlungsquelle

□ Besucherlenkung, Information, Umweltbildung

An den wenigen naturnahen Quellen ist der Besucherdruck vor allem in dicht besiedelten Orten hoch. Der Quellbereich wird oft als Hundetoilette und zur Abfallentsorgung missbraucht. Hier muss der empfindliche Bereich wirksam gegen Vertritt gesichert werden (Naturzaun, Holzgeländer). Es bietet sich an, an Quellen Hinweisschilder zur Geschichte, Gefährdung und



Info-Tafeln klären
über unscheinbare
Quellen auf.

Revitalisierung der Quelle zu errichten, um die Akzeptanz in der Bevölkerung zu erhöhen.

□ Schutz des Quellbereichs vor (Bau-)Fahrzeugen und anderer Nutzung

In Städten und Gemeinden herrscht oft rege Bautätigkeit. Bei Baumaßnahmen im Umfeld muss der Quellbereich gut sichtbar abgesperrt werden, da er sonst durch Fahrzeuge geschädigt wird. Auch die Lagerung von Bau- und Werkstoffen sowie das Parken von Fahrzeugen können Quellen schädigen.

□ Beobachtung durch Anwohner, Vermitteln von Quellpatenschaften

Es ist hilfreich, wenn Anwohner von Zeit zu Zeit ein Auge auf die Quelle werfen und Veränderungen dem Grünflächenamt oder dem ehrenamtlichen Naturschutz mitteilen.

Wenn noch Pflegemaßnahmen zur Beobachtung hinzukommen, können Quellpatenschaften entstehen. Analog zu den bewährten Bachpatenschaften kann der Quellbereich von Müll gesäubert und die Infrastruktur (Besucherlenkung, Info-Tafeln) instand gehalten werden. Aufkommende, natürliche Strukturen wie Totholz, Moospolster oder Hochstauden dürfen nicht entfernt werden, um die Entwicklung nicht zu beeinträchtigen. Hiervon ausgenommen sind standortfremde Pflanzen (Neophyten).

□ Wasser- und Gewässerschutz in Siedlungen, Grundwasserschutz

In Siedlungen kann vieles indirekt für den Quellschutz getan werden. Neben Wassersparmaßnahmen (Einbau wassersparender Armaturen) ist etwa die Brauch- und Regenwassernutzung zu nennen. Entsigelungsmaßnahmen tragen zur Regenwasserversickerung bei und wirken der Senkung des Grundwasserspiegels unter Ortschaften entgegen. Das Grundwasser kann durch rücksichtsvollen Umgang vor Einträgen geschützt werden (s. folgendes Kapitel).



Maßnahmen im Einzugsgebiet und Grundwasserschutz

Quellen werden in hohem Maß durch ihr Einzugsgebiet beeinflusst. Eine Verbesserung seiner Verhältnisse ist daher anzustreben. Da geeignete Maßnahmen „in die Flächen gehen“, werden schnell unterschiedlichste Interessen davon berührt und das Konfliktpotential ist entsprechend hoch. Die Maßnahmen müssen daher mit der Politik, den Behörden und den Flächennutzern abgestimmt sein.

□ Reduzierung und Vermeidung von Stoffeinträgen

Durch Luftverunreinigung (saurer Regen), Austräge aus Landwirtschaft und Einleitungen gelangen Nähr- und Schadstoffe in Boden und Grundwasser, so dass an vielen Orten das Grundwasser bereits stark belastet ist. Deswegen müssen Einträge gestoppt oder wenigstens vermindert werden. Die Minimierung des Dünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes ist anzustreben. Vorbild ist die biologische Landwirtschaft. Auf diese Weise wird die weitere Überdüngung (Nitrat) und schädliche, intensive Wirtschaftweisen vermieden. Vor allem im näheren Einzugsgebiet von Quellen ist die Umsetzung dieser Forderungen wichtig.

Quelleinzugsgebiete können zusätzlich durch winterliche Streusalzeinsätze belastet werden (Chloride). Hier kann die Salzung auf gefährliche Straßenabschnitte beschränkt und verstärkt die Splitt- und Sandstreuung eingesetzt werden. Die Luftreinhaltung läßt sich dagegen nur politisch erreichen. Veränderungen des bisherigen Zustandes dauern erfahrungsgemäß Jahrzehnte. Oberziel dieser Maßnahmen ist die Wiederherstellung natürlicher Stofffrachten im Grund- und damit auch im Quellwasser.

□ Förderung der natürlichen Grundwasserneubildung

Die Neubildung von Grundwasser darf nicht wesentlich eingeschränkt werden, da es sonst zur Grundwasserabsenkung mit nachfolgendem Ver-

Die ökologische Landwirtschaft ist für den Quell- und Grundwasserschutz sehr bedeutsam.

siegen von Quellen kommen kann. Zur verstärkten Grundwasserneubildung trägt der Rückbau und die Aufhebung von Entwässerungsmaßnahmen bei. Hierzu gehören der Gewässerausbau und die Flächendrainierung. Abflusshemmende Maßnahmen wie die Wiedervernässung von Auebereichen sind zu fördern.

Bei starken Oberflächenversiegelungen haben Entsiegelungsmaßnahmen positive Folgen, sie verringern den Oberflächenabflusses und führen zu einer größeren Versickerungsrate, was die Grundwasservorräte stabilisiert.

□ Verminderung der Grundwasserentnahmen im Quellgebiet

Besonders im Sommer trocknen Quellgebiete leicht aus, wenn viel Grundwasser oberhalb des Quellhorizontes entnommen wird. Vor allem in Gebieten mit vielen Quellen (Quellhorizonte) muss auf eine verminderte Grundwasserentnahme hingewirkt werden mit dem Ziel der völligen Einstellung an empfindlichen Stellen.

Tiefbrunnenentnahmen sind im Wasserrecht soweit einzuschränken, dass Quellen nicht nachteilig beeinflusst werden. Insgesamt ist die dezentrale Wassergewinnung der zentralen Versorgung vorzuziehen.

□ Belastetes Oberflächenwasser nicht in Quellen und deren Täler einleiten

Zuweilen ist zu beobachten, dass nach starken Regenereignissen größere Wassermengen aus landwirtschaftlich genutzten oder stark versie-

gelten Einzugsgebieten abströmen. Es sammelt sich an tiefen Punkten, an denen oft auch Quellen entspringen. Durch dieses Wasser werden Quellen stark verändert.

Zur Abschwemmung der Organismen kommt teilweise ein Nährstoffüberangebot hinzu. Hier können Umleitungen geschaffen werden, so dass Oberflächenwasser in sicherem Abstand zum Quellbereich abgeführt wird. Dafür sind bei Regenereignissen die Hauptabflusswege zu notieren. Ein Spülsaum ist auch nach dem Regen noch an der Vegetation und an Müllresten erkennbar.

Durch
Nadelholzmonokultur
(Fichte) geschädigte
Quelle.



□ Langfristiges Zurückdrängen von standortfremden Nadelgehölzen und naturgemäße Waldwirtschaft

Durch Zurückdrängen der Fichte und Douglasie als standortfremde Baumarten auf großer Fläche (nicht nur um Quellen, s. Abb. unten) werden wieder annähernd naturnahe Verhältnisse für Waldquellen geschaffen.

Durch die großflächige Umsetzung einer naturnäheren Waldwirtschaft ist dieses Ziel am umfassendsten zu erreichen. Hierdurch wird auf großer Fläche Grundwasser- und damit Quellenschutz betrieben.

□ Förderung einer „Ökologischen Flurbereinigung“

Eine ökologische Flurbereinigung trägt dazu bei, dass die ausgeräumte Agrarlandschaft wieder ökologisch aufgewertet wird. Besonders bedeutend für den Quellenschutz ist die stärkere Wasser-rückhaltung solcher Landschaften in Verbindung mit verringerten Einträgen in Oberflächen- und Grundwasser. Ähnlich wie die naturgemäßen Waldwirtschaft wirkt diese Maßnahme auf großer Fläche und hat eine entsprechende Auswirkung auf Quellgebiete.

□ Förderung des behördlichen und ehrenamtlichen Gewässerschutzes

Bach- und Flussrevitalisierungen, die Reinhaltung von Luft und Wasser sowie der Grundwasserschutz sind wichtige Voraussetzungen für erfolgreichen Quellenschutz.

Diese Aufgaben müssen unterstützt und weiter vorangetrieben werden. Außerdem ist die Aufklärung der Behörden und die Weiterbildung im Fließgewässer- und Quellenschutz vonnöten, um Quellenschutz zu thematisieren.



Maßnahmen bei Quellfassungen

Wie bei jeder Maßnahme geht auch bei Fassungen die Kartierung und Untersuchung der Quelle voraus. Danach gibt es bei Quellfassungen grundsätzlich drei mögliche Vorgehensweisen:

- das Aussetzen/die Verhinderung von Maßnahmen
- die Revitalisierung der Quelle laut den folgenden Empfehlungen oder
- die Restaurierung der Fassung.

Wie die Entscheidung letztlich ausfällt, hängt neben der Bewertung auch vom Kosten-Nutzen-Verhältnis ab. Hiermit ist gemeint, mit welchem Aufwand eine Quelle renaturiert werden kann, damit das Ergebnis noch in einem vernünftigen Verhältnis zu den Aufwendungen steht. So lohnt es sich kaum, eine Quelle in einer intensiv landwirtschaftlich genutzten Fläche zu renaturieren, wenn nicht gleichzeitig eine gewisse Fläche im Umfeld als Pufferstreifen unbewirtschaftet bleibt und das weitere Umfeld extensiviert wird. Mit Revitalisierung ist hier der Versuch gemeint, die Quelle wieder in eine natürliche Situation zu versetzen, wobei lediglich ein Anstoß in diese Richtung erfolgt. Eine Restaurierung hingegen gestaltet die Quelle nach rein bautechnischen Gesichtspunkten, indem die Fassung technisch instand gesetzt wird und so ein naturferner Zustand der Quelle künstlich aufrechterhalten wird.

☐ Maßnahmen sind fehlangezeigt, wenn:

- eine Quelle als naturnah (Klasse 1), bedingt naturnah (Klasse 2) und oft auch wenn die Quelle als stark geschädigt (Klasse 5) bewertet wurde
- starke Restriktionen dagegensprechen. Dies ist der Fall, wenn starke bauliche oder Umfelfeinträge nicht eingedämmt oder verhindert werden können (starke touristische Frequentierung, intensive Landwirtschaft, Straßen, Siedlungen). Des Weiteren kann die fehlende Kooperation des Besitzers, unzureichende Mittel oder eine bisher unzu-

Maßnahmen sind meist nur an mäßig beeinträchtigten und geschädigten Quellen der Klasse 3 und 4 sinnvoll; bei Klasse 3 muss sehr schonend vorgegangen werden.

reichende Kartierung gegen Maßnahmen sprechen.

- die Quelle ausgebaut und mit einem Wasserrecht zu Nutzung für die Wasserversorgung belegt ist.
- ökologische Gründe dagegensprechen. Dies ist der Fall, wenn eine Untersuchung ergeben hat, dass die Quelle bereits so stark besiedelt ist, dass ein Eingriff schädliche Folgen hat. Dies ist bei alten, verfallenen oder überwachsenen Fassungen der Fall (entspricht nicht selten bereits Klasse 2, meist aber Klasse 3).

☐ Revitalisierung kann erfolgen, wenn:

- die Quelle als mäßig beeinträchtigt (Klasse 3) oder geschädigt (Klasse 4) bewertet wurde.
- logistische Gründe dafür sprechen, z. B. günstige Lage, Modellprojekt, Unterstützung durch Besitzer, Behörde oder Verein, gute Beobachtungsmöglichkeiten, geringer Arbeits- oder finanzieller Aufwand.
- ökologische Gründe dafür sprechen. Dies geht in erster Linie aus einer Untersuchung hervor, die eine quelfremde oder fehlende Besiedlung aufzeigt. Auch kann es sein, dass ein ökologisch bedeutsames Gebiet erhalten werden soll, in dem Quellen liegen (Auwald, Bruchwald) oder die Durchgängigkeit eines Fließgewässers hergestellt werden soll (Speisung eines Folgebiotops). Gerade in Bezug auf die Vernetzung von Quellgebieten ist besonders auf den Kontakt der Quellen untereinander als Trittsteinbiotope zu achten.

- ein Potential für die Zurückversetzung in einen naturnäheren Zustand gegeben ist (mäßige Schäden, gutes Umfeld, Lage abseits von Hauptwanderwegen, Straßen usw.).



Nach dem Rückbau der Fassung sollte das Baumaterial zumindest grob entfernt werden. Ein naturnaher Ablauf sollte möglichst unangetastet belassen bleiben.

□ Restaurierung kann erfolgen, wenn:

- Gründe des Denkmalschutzes für eine Restaurierung sprechen (Abwägung im Einzelfall). Vor allem kulturhistorisch bedeutsame Quellen können aus verschiedenen Gründen meist nicht renaturiert werden (s. oben).
- die Quelle so stark geschädigt ist, dass eine Revitalisierung einen großen Aufwand erfordert oder die Mittel hierzu fehlen.
- eine Quelle nachgewiesenermaßen keine oder eine quellfremde Besiedlung aufweist.

Revitalisierung einer gefassten Quelle

Zuerst weist man den Flächenbesitzer auf den schlechten Zustand der Quelle, den Handlungsbedarf sowie auf die Problematik im Quellschutz hin. Stimmt er einer Revitalisierungsmaßnahme zu, sollte die Abstimmung mit der zuständigen Behörde erfolgen (Landespflege).

Ein kleiner Pflege- und Entwicklungsplan legt dabei das Leitziel fest, auf das hingearbeitet wird. Probleme bei Maßnahmen ergeben sich durch die unterschiedlich lange, seit dem Fassungsdatum verstrichene Zeitspanne. Sie kann von relativ kurz bei neuen Fassungen bis zu sehr lange bei verfallenen Fassungen reichen. Besonders alte, bereits wiederbesiedelte Fassungen dürfen, wie bereits erwähnt, nicht umgestaltet oder komplett entfernt werden.

Der Besiedlungsgrad ist in solchen Fällen meist nur schwer erkennbar und muss deshalb in der Regel genauer untersucht werden. Eine Einschätzung gibt aber die Kartierung der Quellstruktur, welche naturnähere Fassungen aussortiert (Klasse 2). Vorsicht ist vor allem bei Quellen der Klasse 3 geboten.

Bei gefassten Quellen sind verschiedene Fassungsmöglichkeiten zu unterscheiden:

- a) Die Quelle ist mit einem Rohr gefasst
- b) Sie ist mit Rohr und Becken gefasst
- c) Die Fassung erfolgte als Brunnenstube (Trinkwassergewinnung), ein Überlauf kann vorhanden sein



Zusätzlich zur Fassung kann die Quelle mehr oder weniger verbaut sein. Es sind Betonierungen, Vermauerungen, Pflasterungen, Steinschüttungen und naturnähere Verbaumaßnahmen wie Holzverschalungen und Weidenfaschinen zu unterscheiden. Bauwerke wie Durchlässe, Verrohrungen, Drainagen, künstliche Abstürze (Wehre, Rampen) und Aufstauung treten zuweilen hinzu.

- a) **Die Fassung mit Rohr** hat von den drei aufgelisteten Typen ökologisch die geringsten Folgen. Wenn die Fassung bereits vor langer Zeit erfolgt ist und die Quelle einen naturnahen Ablauf ohne Verbau besitzt, ist oft eine artenreiche Lebensgemeinschaft anzutreffen. Das Rohr (oder eine Steinrinne) bildet aber eine Wanderbarriere, die den Faunenaustausch zwischen Grund- und Oberflächenwasser beeinträchtigt oder verhindert.

Maßnahmen:

Ziel der Maßnahmen ist die Wiederherstellung der Durchgängigkeit für die Quellfauna. Dies gilt für alle Quellen gleichermaßen. Die Umsetzung kann im Einzelfall aber etwas verschieden aussehen. Am Besten ist die Entfernung des Rohres. Da das Rohr meist nicht einfach im Erdreich steckt, sondern in einer Mauer, in Fels oder Beton verankert ist, ist die vollständige Entfernung nicht ganz einfach.

Unter der Prämisse, so wenig plötzliche Veränderungen wie möglich mit leichtem Gerät durchzuführen (von den Kosten ganz abgesehen), kann ein eingemauertes oder einbetoniertes Rohr auch abgesägt werden, so dass das Wasser direkt aus der Mauer oder dem Fels ohne freien Absturz austritt. Mit dieser einfachen Maßnahme ist bereits ein Teil der Durchgängigkeit wiederhergestellt. Nach einiger Zeit bilden sich oft zusätzlich Risse in der Natursteinmauer, bei sehr harten oder standortuntypischen Materialien wie Beton sollte nachgeholfen werden. Beton kann vorsichtig an- oder aufgebohrt bzw. zerklopft werden, wobei der frische Schutt zu entfernen ist. Gebietstypische Natursteintrümmer können in der Quelle verbleiben.

Sind Reste einer alten Quellfassung bereits von der Natur zurückerobert (Moospolster) und undicht oder dauernass, sollten sie in der Quelle verbleiben, und zwar unabhängig vom Material. Weiterer Verbau wie Verrohrungen sind zu entfernen. Der Quellbach ist etwas weniger empfindlich gegen Eingriffe, da dynamische Vorgänge bachtypisch sind, während Quellen eher von konstanten Lebensbedingungen geprägt sind. Deswegen ist beim Entfernen des Verbaus darauf zu achten, dass der Lauf und der Austritt der Quelle nicht erheblich verändert oder verlegt wird. Sind größere Arbeiten mit einer Verlagerung des Austrittes nötig, kann gestaffelt vorgegangen werden, indem z. B. ein Jahr später die Arbeiten fortgesetzt werden. Dieses Vorgehen ist auch bei Umfeldveränderungen größeren Ausmaßes geboten (sukzessive Waldumwandlungen) und entfällt bei nachgewiesenermaßen fehlender oder quelluntypischer Besiedlung.

- b) **Eine Fassung mit Rohr und Becken** bedeutet eine massive Beeinträchtigung der Quelle. Durch den Eingriff wird der Lebensraum sehr vieler Quellorganismen zerstört, die sich nicht mehr oder erst nach langer Zeit wieder ansiedeln können. Zur Rohrfassung kommt das mehr oder weniger große Becken mit

Das Entfernen einer großen Betonfassung oder einer Betonröhre ist oft nur mit Maschinen möglich und entsprechend aufwändig.



entsprechenden Auswirkungen wie Aufstau und Abstürzen. Oft verschwindet das Quellwasser unmittelbar nach dem Becken in Verrohrungen oder sogar der Kanalisation.

Die Durchgängigkeit wird neben dem Rohr zusätzlich durch das Becken eingeschränkt, der Aufstau verändert je nach Größe den Fließgewässercharakter hin zum Stillgewässer.

Grundlegendes Merkmal dieser gefassten Quellen ist ihre relative Struktur- und Substratarmut. Man hüte sich aber vor einer vorschnellen Beurteilung: wenn die Fassung langsam zerfällt, kommen wieder Substrate und Strukturen auf, die Lebensräume für Tiere und Pflanzen bieten.

Erst die Quellstrukturbewertung bzw. eine Untersuchung klärt über die reale Situation auf, während der erste Eindruck nur Vermutungen gestattet. Die Vegetation gibt allerdings wertvolle Hinweise auf eine mögliche Besiedlung.

Maßnahmen:

Ist das Entfernen des Rohres noch vergleichsweise einfach und fast immer zu befürworten, ist beim Rückbau eines Beckens differenzierter vorzugehen.

Die Grundlage hierfür bildet wieder die Kartierung bzw. eine biologische Untersuchung der Quelle. Ökologisch hochwertige Quellen (verfallene Fassungen) sind vor Veränderungen zu schützen. Als Maßnahmen wären höchstens eine Rohrkürzung und die vorsichtige Entfernung von Verrohrungen, hohen Abstürzen sowie Umfeldverbesserungen zu vertreten.

Die gleichen Maßnahmen bieten sich auch bei wenig Geld oder bei Natursteinfassungen mit geringer quelltypischer Besiedlung an. Ist die Quelle nachgewiesener-

maßen nicht oder quelluntypisch besiedelt, kann die gesamte Fassung entfernt werden. Dies ist in der Regel kostenintensiv und aufwändig.

Beim Einsatz von Fahrzeugen oder Maschinen ist auf eine schonende Vorgehensweise zu achten (Überwachung, Absperrung). Der Quellbereich darf nur so wenig wie möglich befahren werden. Werden Drainagen gefunden, sind diese ebenfalls zu entfernen. Es sollten keine gestalterischen Maßnahmen durchgeführt werden (Wasserlauf, Anpflanzungen). Steine und andere Substrate sollen nicht eingebracht werden. Man kann die vor Ort vorhandenen Substrate höchstens grob verteilen. Ansonsten wird die Quelle der natürlichen Sukzession überlassen. Bei Natursteinfassungen kann die Fassung bzw. das Becken auch zertrümmert und vor Ort belassen werden.

Ähnliches gilt auch bei geringen finanziellen Mitteln, wobei standortfremde Materialien entfernt werden sollten. Auf diese Weise beschleunigt die vergrößerte Oberfläche die Wiederbesiedlung. Bei bereits besiedelten Quellen können auch einige Lücken und Risse in den Stein geschlagen (oder gebohrt) werden, um den Verfall zu beschleunigen. Dabei werden bereits überwachsene Abschnitte der Fassung oder des Beckens ausgespart.

Bei solchen Maßnahmen ist besonders auf die Schonung des abfließenden Quellbaches und umliegender Kleinwasseraustritte zu achten.

- c) **Die Fassung als Brunnenstube zur Trinkwassergewinnung** ist aus ökologischer Sicht der extremste Typ einer Fassung, da die ehemalige Quelle völlig überbaut und verändert ist. Bei einigen Brunnenstuben existiert nicht einmal ein Überlauf. Wo er vorhanden ist, liegt eine zusätzliche Rohrfassung vor. Das Problem des Überlaufs liegt darin, dass er zwar im Winter und nach Regenperioden fließt, im Sommer aber trockenfallen kann, da dann die Wasserentnahme stärker ins Gewicht fällt. Die Austrocknungsphasen verändern die Biozönose drastisch.

Bei der Revitalisierung von Quellfassungen gibt es noch wenig Erfahrung und noch weniger Erfolgskontrollen.



Wo Brunnenstuben zu finden sind, waren früher mit hoher Wahrscheinlichkeit Quellen anzutreffen, allerdings können ähnlich aussehende Wasserbehälter im Gelände nicht eindeutig von gefassten Quellen unterschieden werden. Sie sammeln das Wasser aus Brunnenstuben und sind wie diese meist auch in Karten eingezeichnet.

Viele Brunnenstuben werden heute nicht mehr genutzt und können rückgebaut bzw. revitalisiert werden. In Waldregionen sind aber noch viele Brunnenstuben in Betrieb und stellen die Wasserversorgung der Bevölkerung sicher. Ähnliches gilt auch für Messorte im hydrologischen Messnetz, welche natürlich nicht verändert werden dürfen.

Maßnahmen:

Brunnenstuben sind meist im Besitz von Kommunen und Wasserwerken. Entnahmestellen zur Trinkwasserversorgung sind eingezäunt und werden gewartet, sind also leicht von nicht mehr genutzten Brunnenstuben zu unterscheiden. Da mittlerweile die meisten Trinkwasserentnahmen mit Hilfe von Tiefbrunnen erfolgen und die alten Quellfassungen nicht mehr benötigt werden, eignen sich solche Brunnenstuben für Revitalisierungen, allerdings ist der Aufwand oft hoch und oft nur mit behördlicher bzw. finanzieller Unterstützung zu leisten. Ein Nachforschen beim Wasserwerk verschafft Klarheit über die Nutzungsverhältnisse und klärt über den aktuellen Verwendungszweck auf.

Falls eine kompletter Rückbau nicht in Betracht kommt, kann der Überlauf entsprechend den obigen Hinweisen mit deutlich geringerem Aufwand naturnäher gestaltet werden. Generell sind dieselben Maßnahmen wie bei mit Rohr und Becken gefassten Quellen zu ergreifen. Das alte Kiesbett der Brunnenstube oberhalb des Quellaustrittes (im Boden) sollte möglichst belassen werden.

Weitere Maßnahmen

□ bei Müll, Schutt, Pflanzenabfällen

Vor allem um Siedlungsbereiche, aber auch in Wald und Feldflur werden Quellen zuweilen als Müllkippe missbraucht. Zum Teil wird sogar versucht, den Quellbereich durch Verfüllung trocken zu legen. Hier sind die Kommune und die Landespflege zu informieren. Eingetragene Fremdmaterialien jeder Art sowie Ablagerungen sollten schonend aus dem Quellbereich entfernt werden. Dazu können Jugendgruppen, Vereine, Initiativen oder der ehrenamtliche Naturschutz gewonnen werden. Neben der Verschüttungsgefahr (Drainagewirkung von Bauschutt) werden schädliche Stoffe in die Quelle eingebracht (Kalk, Öle usw.), die entfernt werden müssen. Falls Faulschlamm als Rest organischer Verunreinigungen (Gartenabfälle) vorhanden ist, kann er grob entfernt werden. Entrümpelungsmaßnahmen müssen evtl. wiederholt werden. Wichtig ist die regelmäßige Beobachtung. Der Vertritt sollte bei den genannten Tätigkeiten so klein wie möglich gehalten werden.



Solche alten Brunnenstuben können u. U. wieder geöffnet und revitalisiert werden.

□ bei Teichen und Fischteichen

Die Wirkung eines Aufstaus hängt erstens vom Abstand zur Quelle und zweitens vom Anschlussstyp ab. Der Anschlussstyp besagt, ob der Teich im Hauptschluss (das gesamte Fließgewässer fließt durch) oder im Nebenschluss (nur ein Teil des Wassers fließt durch) liegt. Am schlimmsten ist die Schädigung bei einem Hauptschluss in sehr kurzer Entfernung zur Quelle.



Oft werden Quellen direkt in Fischteiche eingeleitet, was die Ausbildung eines Quellbiotops verhindert.

Liegt der Teich direkt an einer Quelle, kann entweder der Austritt überstaut sein oder er liegt oberhalb und das Quellwasser wird über ein Rohr in den Teich eingeleitet (Abb. oben). Beide Schädigungen haben den gleichen Effekt: sie verhindern eine Quelllebensgemeinschaft, schaffen künstliche Stillgewässerbedingungen und verhindern die Durchgängigkeit des Fließgewässers. Fischteiche sind außerdem oft nährstoffreicher, vor allem bei geringem Durchfluss.



Typische „Quellmöblierung“

Liegt ein künstlicher Aufstau vor, so sollte auf ein (langsames) Ablassen hingewirkt werden, damit die Durchgängigkeit wiederhergestellt wird. Wurde ein Teich lange nicht mehr bewirtschaftet, so ist abzuklären, ob sich mittlerweile sekundär ein wertvolles Biotop z. B. für Libellen gebildet hat, das nicht zerstört werden sollte.

Kann ein Teich abgelassen werden, ist nach Verhandlungen und dem Einverständnis des Besitzers das Wehr zu entfernen oder zu öffnen, so dass der Teich stufenweise über längere Zeit sein Wasser verliert. Die natürlich verbliebene, mit Restwasser gefüllte Mulde sollte belassen werden. Für solche Maßnahmen ist vielfach die Voraussetzung, dass die Pacht nicht verlängert wird (Behörden). Können bei mehreren Fischteichen nicht alle Teiche abgelassen werden, sollte wenigstens auf quellnahe Teiche verzichtet werden. Aufstau im Nebenschluss und weiter bachabwärts sind weniger schädlich. Dabei muss möglichst viel Wasser dem Bachlauf erhalten bleiben, so dass nur ein kleinerer Teil des Bachwassers dem Teich zufließt, was meist zur Erhaltung des Wasserstandes im Stillgewässer ausreicht.

Fischbesatz sollte in quellnahen Teichen nicht erfolgen. Eine weitere Maßnahme ist das Verlegen von Teichen in den Nebenschluss, wobei auch hier nur wenig Wasser aus dem Fließgewässer entnommen werden sollte.

□ bei starkem touristischem Druck: Besucherlenkung

Der Tourismus mit seinen Folgen wie Müll und Trittschäden ist besonders im Wald eine Hauptschädigungsursache für Quellen. Vielbesuchte Wanderwege sollten um naturnahe, empfindliche Quellen herumführen.

Bei bereits gefassten Quellen ist Besucherdruck nicht ganz so dramatisch, während bei ökologisch wertvollen Quellen ein größerer Abstand zu den Besuchern einzuhalten ist. Solche Maßnahmen stehen aber nicht im Widerspruch zur Erlebbarkeit der Quellen, denn das Erleben der Natur ist gerade für die Akzeptanz im Quellschutz wichtig. So bietet sich an Hauptwanderwegen eine Besucherlenkung an, die etwa mittels Stegen und Geländern ein Erleben von



Quellen gestattet, während der empfindliche Bereich wirksam gegen Vertritt gesichert ist.

Bei Abgrenzungen sollten landschaftsanangepasste, naturnahe Baumaterialien Verwendung finden (Holzgeländer). Hinweisschilder haben Aufklärungs- und Bildungsfunktion, locken aber gleichzeitig Besucher an die Quelle heran. Deswegen sind sie eher für gefasste Quellen geeignet.

Quellen, die abseits liegen, sollten unberührt bleiben. Um die Erlebbarkeit von Wasser zu sichern (Kinder), kann unterhalb ein Zugang zum Quellbach geschaffen werden. Dies beugt gleichzeitig der zu starken „Invasion“ in den sensiblen Quellbereich vor.

☐ Schutz vor Oberflächen- und Abwassereinleitungen in Quellbereiche

Es ist darauf zu achten, dass keine Einleitungen in die Quelle gelangen. Abwässer aller Art gehören nicht in den Quellbach und erst recht nicht in die Quelle selbst.

Bei Straßenentwässerungen darf die Einleitung erst weiter bachabwärts erfolgen, nachdem der Bachabfluss so groß geworden ist, dass der Abwasseranteil den Bach nicht schädigt.

☐ Umgehungsfließgerinne für Fischteiche, Abstürze, Verrohrungen, Fassungen

Es gibt viele Situationen, in denen man aufgrund von zu großen Restriktionen von einer kompletten Revitalisierung absehen muss. Die Ursachen sind vielfältig: es kann zu wenig Geld für eine Revitalisierung vorhanden sein, ein Bauwerk kann nicht gänzlich entfernt werden (Brücke), oder ein größerer Eingriff ist ökologisch nicht zu rechtfertigen. In diesen Fällen hat es sich als nützlich erwiesen, wenn man ein zusätzliches Gewässerbett schafft, das ein Wanderhindernis umgeht und die Durchgängigkeit wenigstens teilweise wiederherstellt.

Diese Lösung ist zwar nicht ideal, aber trotzdem oft relativ einfach und kostengünstig. Außerdem ist ein Umgehungsgerinne fast überall realisierbar. Besonders Fischteiche, Abstürze

und Verrohrungen können umgangen werden, aber auch an Fassungen können sie in kleinem Maßstab angewendet werden. Hier überschneiden sie sich mit anderen, obengenannten Maßnahmen. Am besten wird (zunächst) nur ein Teil des Wassers umgeleitet, damit die Änderungen nicht zu plötzlich erfolgen.

Mit diesen Maßnahmen werden natürliche Prozesse unterstützt und beschleunigt, welche sonst erst nach Jahren oder Jahrzehnten stattfinden würden.

Der Schutz intakter Quellen ist wichtiger als die Revitalisierung bereits geschädigter Quellen.



Risse und Spalten in Fassungen ermöglichen es dem Quellwasser, seinen eigenen Weg zu finden, so dass ein kleines Umgehungsfließgerinne die Auswirkung der Fassung abmildern und die Durchgängigkeit teilweise wiederhergestellt wird.



□ Vernetzungen mit anderen Quell(gebiet)en erhalten und fördern

Für die Wiederbesiedlung einer Quelle sind die im Umfeld und in der Region liegenden Nachbarquellen entscheidend. Sind auch sie verbaut, dauert die Wiederbesiedlung erheblich länger als wenn naturnahe Quellen direkt neben einer frisch renaturierten Quelle liegen. Deswegen ist es sinnvoll, in einem größeren Gebiet aktiv zu werden und lieber an mehreren Quellen gleichzeitig Initialmaßnahmen durchzuführen, als eine Quelle komplett und bis ins Letzte zu renaturieren, was sowieso kaum gelingt bzw. sehr lange dauert.

Da die Ausbreitungswege vieler Quellorganismen noch weitgehend unbekannt sind, weiß man noch nicht, welche genauen Maßnahmen in Quellgebieten zur Vernetzung besonders geeignet sind. Es ist aber davon auszugehen, dass die Vorschläge zum Grundwasserschutz oder zur Durchgängigkeit der Fließgewässer die Vernetzung fördern. Naturnahe Quellen bilden dann sogenannte Trittsteinbiotope, über die Wiederbesiedlungen ihren Ausgang nehmen.



Nach einigen Jahren sind die Spuren des Eingriffs durch die Revitalisierung kaum noch sichtbar.





Wie geht es nach den Maßnahmen weiter?

□ Dokumentation der Quellschutzmaßnahmen und Öffentlichkeitsarbeit

Über die eigene Arbeit, die geleistet wurde, sollte natürlich entsprechend informiert werden. Im Vordergrund steht die Presseinformation. Ergänzend kann die Herausgabe eines Faltblattes oder gar einer kleinen Broschüre geplant werden. Eine Ausstellung oder ein Vortrag über die erreichten Ergebnisse verdeutlicht die Situation der Quellen im Naturschutz. Die Anschauung vor Ort wird am besten durch Exkursionen erreicht. Sie können bei entsprechender Nachfrage in regelmäßigem Turnus wiederholt werden (Erwachsenenbildung, Schulklassen). Vor Ort bietet sich an Parkplätzen oder an häufig frequentierten, revitalisierten oder gefassten Quellen die Aufstellung von Info-Tafeln zur gezielten Aufklärung von Besuchern an. Eine gute Informationstafel enthält Hinweise auf die hohe ökologische Bedeutung der Quellräume und ist mit Schaubildern und Zeichnungen illustriert. Mögliche Themen einer Info-Tafel sind:

- Lebensraum Quelle: Tiere und Pflanzen, Wassereigenschaften, Grundlagen
- Bedrohung: Grundwasserentnahme, Ablagerungen, Trittschäden, Fassungen usw.
- Verhaltensregeln: Ansehen, nicht betreten, nichts entnehmen/hineinwerfen usw.

□ Beobachtung der Veränderungen und Nachkartierung in zeitlichen Abständen

Bei Quellschutzaktivitäten ist es wichtig, die Quelle nach den Freilandmaßnahmen nicht aus den Augen zu verlieren. Neben dynamischen Veränderungen, die natürlicherweise stattfinden, werden meist nicht sämtliche Gefährdungsursachen beseitigt, z. B. bei Grundwasserabsenkungen. Vor allem muss die Entwicklung des Quellbiotops dokumentiert werden, um eine Erfolgskontrolle für weitere Revitalisierungen zu erhalten. Das größte Manko des Quellschutzes ist das Fehlen solcher Erfolgskontrollen und Dokumentationen der erreichten Ergebnisse. Aber erst wenn bekannt ist, wie sich eine Maßnahme aus-

wirkt, kann sie in ihrer Bedeutung richtig beurteilt werden. Die Dokumentation erfolgt durch Kartierungen in zeitlichen Abständen, z. B. nach 1, 2 und 5 Jahren. Die Ergebnisse sollten an das Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz in Mainz weitergegeben werden und an Stellen, welche sich mit Quellschutz befassen.

□ Vernetzung mit anderen Quellen weiterverfolgen

Die Bearbeitung weiterer Quellen fördert potentielle Wiederbesiedlungsmöglichkeiten und hilft mit, die Isolation einzelner Quellen etwas zu verringern (Trittsteinbiotope).



Die Aufklärung soll auch Wanderer erreichen, die die Fassung von Quellen bisher als Ziel angesehen haben und die negativen Folgen noch nicht kennen.

□ Bildung von Quellpatenschaften

Eine besondere Form der Bindung von Personen an Quellen sind Quellpatenschaften, welche im Südwesten des Landes bereits existieren. Hier liegen bereits regionale Pflege- und Entwicklungsvorschläge für über 100 Quellen vor, die Zug um Zug umgesetzt werden (VG Dahner Felsenland). Zur Verfolgung von Quellschutzzwecken ist die Bildung von Quellpatenschaften empfehlenswert, die sich um bestimmte Quellen oder Quellgebiete kümmern. Analog zu Bachpatenschaften können sie ähnliche Ziele im Bereich des Quellschutzes verfolgen. Bisher gibt es allerdings erst wenig Erfahrungen in diesem Bereich.

Neben der Revitalisierung geschädigter Quellen ist insbesondere der Schutz noch intakter Quellbiotope anzustreben, welche meist in waldrreichen Gebieten liegen. Das Naturschutzmanagement an Quellen muss die Vielzahl verschiedener Interessen von Ökologie, Wirtschaft, Erholung und Kultur berücksichtigen, da sonst Konflikte vorprogrammiert sind.

Nach wie vor ist noch einiges an Öffentlichkeitsarbeit nötig, um einen sinnvollen, konsequenten und erfolgreichen Quellschutz in Forst- und Landwirtschaft, Landespflege und Wasserwirtschaft sowie in der Bevölkerung zu etablieren. Gerade der Umgang mit der Quelle als Schnittstelle verschiedener Bereiche bietet die Möglichkeit, bisherige Wirtschaftsweisen in Bezug zur heute geforderten Nachhaltigkeit zu überdenken.

Quellpatenschaften sind ein ideales Instrument, um Quellschutz und Öffentlichkeitsarbeit zu betreiben.

Ansprechpartner hierzu finden Sie auf Seite 101.



Ein Bild der renaturierten Quelle von Seite 90.

Literatur und Ansprechpartner zu



- BISS, R. (1999): Quellen und Quellbereiche. 1. Aufl. Biotope in Baden-Württemberg 12, Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- BOSCHI et al. (2003): Die kleinen Fließgewässer: Bedeutung – Gefährdung – Aufwertung. Hochschulverlag ETH Zürich
- BOTOSANEANU, L. (Hrsg., 1998): Studies in Crenobiology. The biology of springs and spring brooks, Brill, Backhuys, Leiden
- BUND FÜR UMWELT- UND NATURSCHUTZ DEUTSCHLAND e. V. (BUND), Landesverband Rheinland-Pfalz in Mainz: Quellschutzkampagne, z.B. Quellbiotopkartierung Rheinland-Pfalz im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz, Ausstellung Rettet die Quellen u.a. Infomaterial, z.B.:
- BUND-LANDESVERBAND RHEINL.-PFALZ (1999): Quellen im Biosphärenreservat Pfälzerwald. Broschüre, Mainz
- GERECKE, STOCH, MEICH, SCHRANKEL (2005): Die Fauna der Quellen und des hyporheischen Interstitials in Luxemburg. Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle Luxembourg, Luxembourg
- GERECKE, R. et al. (2006): Quellen im Nationalpark Berchtesgaden – Lebensgemeinschaften als Indikatoren des Klimawandels. Forschungsbericht 51 der Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, Berchtesgaden
- GFQ, GESELLSCHAFT FÜR QUELLÖKOLOGIE UND QUELLSCHUTZ (HRSG.) (1992-1999): Crunoecia, Zeitschrift der Gesellschaft für Quellökologie und Quellschutz NRW. Verlag Natur und Wissenschaft, Solingen
- GÖBEL, LAUKÖTTER, KNEPPE & TENBERGEN (2007): Quellen – Ursprung des Lebens. Broschüre der LWL-Archäologie für Westfalen, Museum für Naturkunde, Münster
- HAHN, H. J. & SCHINDLER, H. (2001): Wasser im Pfälzerwald als Lebensraum, Wirtschafts- und Kulturgut. Annales scientifiques de la Réserve de Biosphère transfrontalière Vosges du Nord – Pfälzerwald – 9, 39-61
- HÄUSLER (2003): Lebendige Gewässer im Wald, BUND-Werkzeug (Broschüre) des BUND-Landesverbandes Baden-Württemberg, Radolfzell
- HUTTER, C.-P., KONOLD, W. & SCHREINER, J. (1996): Quellen, Bäche, Flüsse und andere Fließgewässer. Weitbrecht in Thienemann, Stuttgart
- KRÜGER, K. (1996): Quellbereiche in Brandenburg. Verein für Natur und Umwelt „Adonishänge“ e.V., Lebus
- LFW, LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT RHEINLAND-PFALZ (2002): Quelltypenatlas Rheinland-Pfalz. Grundlagen der Gewässerentwicklung in Rheinland-Pfalz, Heft 2, Landesamt für Wasserwirtschaft, Mainz
- LUDWIG, H. (1993): Tiere in Bach, Fluß, Tümpel, See. BLV Verlagsgesellschaft, München



- MINISTERIUM FÜR UMWELT, FORSTEN UND VERBRAUCHERSCHUTZ RHEINLAND-PFALZ (2007): Handbuch für Bachpaten. Mainz.
- PAULUS, T (1995): Rettet die Quellen. BUND Landesverband Rheinland-Pfalz e.V. Mainz
- SCHINDLER, H. (2000): Die Quellen im Pfälzerwald und ihre tierische Besiedlung – eine Übersicht. In: Hahn et al.: Wasser im Biosphärenreservat Naturpark Pfälzerwald, Ergebnisse der interdisziplinären Fachtagung vom 10.-12. Juni an der Universität Landau, Landau
- SCHINDLER, H. & HAHN, H. J. (2002): Ansatz einer faunistisch begründeten Leitbildentwicklung für Quellen in Rheinland-Pfalz. In: Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2001 (Kiel), Tutzing
- SCHINDLER, H., GUTENSOHN, T. & HAHN, H. J. (2004): Pilotprojekt zur umweltgerechten Entwicklung von Quellen auf dem Gebiet der Verbandsgemeinde Dahner Felsenland. Annales scientifiques de la Réserve de Biosphère transfrontalière Vosges du Nord – Pfälzerwald – 11
- SCHINDLER, H.(2005): Bewertung der Auswirkungen von Umweltfaktoren auf Struktur und Makrozoobenthos von Quellen in Rheinland-Pfalz. In: Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL-Hrsg.) – Tagungsbericht 2004 (Potsdam), Hamburg
- SCHINDLER, H.(2005): Bewertung der Auswirkungen von Umweltfaktoren auf die Struktur und Lebensgemeinschaften von Quellen in Rheinland-Pfalz. Dissertation an der Universität Koblenz-Landau, Landau
- ZOLLHÖFER, J. (1997): Quellen, die unbekanntes Biotope. Bristol-Stiftung, Bristol-Schriftenreihe Band 6, Zürich

Ansprechpartner:

- Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz (MUFV), Mainz
- Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG), Mainz
- ProLimno, Dr. rer. nat. Holger Schindler, Elmstein: <http://www.prolimno.de>
- Bund für Umwelt u. Naturschutz Deutschland (BUND), Landesverb. Rheinland-Pfalz, Mainz
- Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd (SGD), Neustadt/WStr.
- Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord (SGD), Koblenz/Rh.
- Obere (SGDen) und Untere Naturschutzbehörde (Kreisverwaltungen)
- Obere (SGDen) und Untere Wasserbehörde (Regionalstellen der SGD Nord und Süd)
- Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft für Wasserwirtschaft u. Landschaftsentwicklung (GFG), Mainz

Internet:

<http://www.quelltypenatlas.rlp.de> oder www.quellenatlas.rlp.de

http://www.lfu.bayern.de/natur/fachinformationen/aktionsprogramm_quellen/index.htm bzw.

<http://www.wasser.lfu.bayern.de/lfw/projekte/qp/welcome.htm>

<http://www.alpenquellen.com>

http://www.hydrogeographie.de/lebensraum_quelle.htm

<http://www.biologie.uni-erlangen.de/geobot/forschung/quellen1.html>

http://www.eawag.ch/publications/eawagnews/www_en49/en49d_pdf/en49d_zol.pdf

<http://www.uni-saarland.de/fak5/physgeo/Quellen.html>

<http://www.lbv.de/biotopschutz/quellschutz/life-projekt.html>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Quelle>

<http://www.oekosystem-grundwasser.de>



Abbildungsverzeichnis

alle Fotos:

Dr. Holger Schindler; ProLimno

außer

S. 3 unten, S. 18 oben: W. Frey

S. 4 oben links: Roger Lang; Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz

S. 4 rechts unten: Verbandsgemeinde Dahn

S. 22 oben, S. 31 links Mitte: LUWG

S. 31 rechts unten: Andreas Fuchs

S. 49 links Mitte: H. J. Hahn

S. 53 oben, S. 76, S. 86 oben: Tatjana Schollmayer

S. 56 rechts unten: Dr. Jürgen Frechen

S. 80: Sigfried Kappler

Zeichnungen S. 56 von Gerhardt Laukötter

Karte S. 13 aus: „Hydrologischer Atlas Rheinland-Pfalz“, Hrsg: Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG). 2004

Alle Rechte an den Bildern und Grafiken liegen bei den jeweils genannten Autoren/Eigentümern.