

## Kartierung und Bewertung der Quellstruktur

Nachfolgend ist das Verfahren und die Vorgehensweise beim Kartieren beschrieben, Wichtiges ist unterstrichen.

### 1 Gliederung des Quellstrukturbogens

Der Erfassungsbogen gliedert sich in sieben Merkmalsgruppen:

- a) **Stammdaten:** Datum, Bearbeiter/ Kontakt, Name der Quelle, Ident.-Nummer, Kreis/ Gemeinde, Rechtswert, Hochwert, Karte (TK25-Nr.), Naturraum, Witterung, Höhe ü.NN., Geologie – nicht bewertet. Zusätzlich ist anzukreuzen, ob weitere Bögen vorliegen oder die Quelle ohne offenen Abfluss bzw. zerstört ist.
- b) **Morphologie:** Austrittsform, Vernetzung, Geländeneigung, Hanglage, Abflussrichtung, Größe, Quellschüttung, mittlere Fließgeschwindigkeit – nicht bewertet
- c) **Einträge/ Verbau:** Fassung, Wasserentnahme, Verlegung, Aufstau, künstlicher Absturz, Verbau, Trittschäden, Infrastruktur, Ablagerungen, Einleitungen – bewertet
- d) **Vegetation/ Nutzung:** Tabelle Vegetation/ Nutzung, Sommerbeschattung – bewertet
- e) **Struktur:** Substrat, Strömungsdiversität, Wasser-Land-Verzahnung, Besondere Strukturen – bewertet
- f) **Gesamteindruck:** Subjektive Einschätzung – (evtl. Korrektur der Bewertung)
- g) **Skizze/ Bemerkungen:** Skizze, Bemerkungen, Gefährdungen, Maßnahmen, Schutzstatus – nicht bewertet

Die grundlegendste Kartierung stellt die Ausfüllung des Stammdatenkopfes dar, der nur wenige Minuten benötigt. Bei der detaillierten Strukturergreifung von Quellen wird der ganze Bogen ausgefüllt, während eine weitere Beurteilung die bereits genannten zusätzlichen Untersuchungen erfordert (Chemie, Flora, Fauna, vgl. Bogenrückseite im Anhang). Das Ausfüllen des Strukturbogens dauert nach einer - relativ kurzen - Einarbeitungsphase und bei gewisser Übung ca. 15 bis 20 Minuten. Eine Fotodokumentation der kartierten Quelle sollte auf jeden Fall ergänzt werden. Während die Skizze den Quellbereich und das nähere Umfeld berücksichtigt, erleichtert ein Detailbild des Austrittes die Wiedererkennung zusätzlich.

### Materialien und Techniken zur Kartierung:

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 bzw. Fluchtstab zum Messen von Fließgeschwindigkeit und Schüttung bzw. zur Abflussmessung, wasserdichte Plastiktüte mit ca. 5-10 Liter Inhalt und 5l-Eimer mit Literskala zur Schüttungsmessung
- evtl. **weitere Utensilien** zur Erfassung von Chemie, Fauna und Flora

Die Bearbeitung des Bogens erfolgt, indem die betreffenden Punkte ausgefüllt bzw. angestrichen werden. Oft sind zusätzliche Bemerkungen sinnvoll. In den Tabellen ist das Zutreffende anzustreichen, wobei neben Einfach- auch Mehrfachnennungen möglich sind. Bei einigen Merkmalen ist zusätzlich deren Anzahl für die Auswertung anzugeben.

## 2 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 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 Quellen sind oft noch mehr oder größere 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 wassertechnische 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 einer Quelle in ihrer Breite noch relativ leicht zu beurteilen, ist ihre 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 Längenermeter Fließstrecke auszugehen, bis der Quellbach deutlich unterschieden werden kann. Dieser Wert ist nicht immer wörtlich zu nehmen, da jede Quelle morphologisch differiert und der Wert variiert, so dass nach einer gewissen Fließstrecke 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.

## 3 Erläuterungen zu den Merkmalsgruppen im Strukturbogen

### a) Stammdaten

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

**Bearbeiter/ Kontakt:** Name des Kartierers/ der Kartierer 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 einen 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. und einer laufenden Nummer (3-stellig) kombiniert wird. Zusätzlich kann die Nummer auch mit Buchstaben kombiniert werden, die etwa für den Naturraum oder die Gemeinde stehen

**Kreis/ Gemeinde:** Kreis (Autokennzeichen) sowie die nächste Gemeinde des Standortes

**Rechtswert/ Hochwert:** Die jeweils 7-stellige Zahl gibt die genaue Lage der Quelle in der Karte (TK-25) an. Die Werte werden auch als Gauß-Krüger-Koordinaten bezeichnet und sind auf der Karte in km angegeben. 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. Eine fehlende, genaue Lagekennzeichnung der Quelle entwertet jede Kartierung, da diese erst die Wiederauffindung ermöglicht

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

**Naturraum:** Naturraum/ Landschaft des Standortes, evtl. weitergehende 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 (Beurteilung des Wasserchemismus oder gebietstypischer Steine in Verbauformen)

**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

## 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 Geländerinnen 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 Eisenockerfällungen (rötliche Ablagerungen). Bei großflächigen Quellbereichen können Quellwälder, Niedermoore, Kleinseggensümpfe, feuchte Gras- und Staudenfluren, Seen und Weiher aus ökologischer Sicht Quellbereiche sein, wenn aus ihnen ein Bach abfließt (KRÜGER 1996), was jeweils anzugeben ist. In der Regel sind repräsentative Quellen für eine 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 unbekannt, ist sie aus der Karte abzuschätzen. Die Quellbachlänge wird gemessen vom Ende der Quelle bis zur nächsten Einmündung. Wenn der nächste Bach

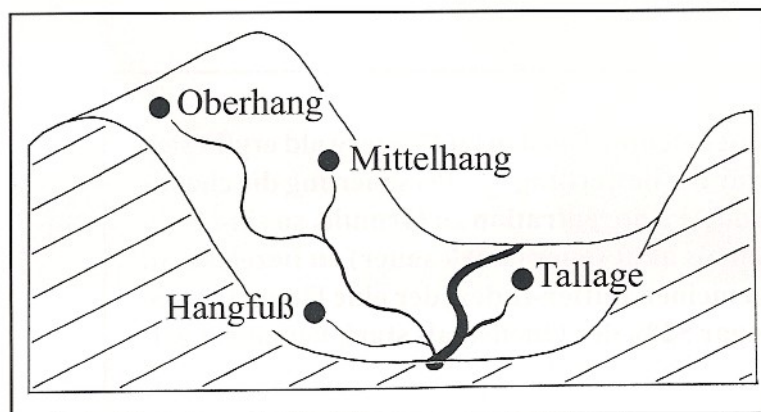
nicht sichtbar ist, ist die Länge in der Karte abzuschätzen. Die Anzahl der Austritte bezieht sich entweder auf die Einzelquelle oder den Quellkomplex. Die Biotopvernetzung von Quellen ist wichtig für den Wiederbesiedlungsaspekt und die Stabilität der Quellbiozöten. Nachbarquellen sind „Trittsteinbiotope“ 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 Höhenlinie 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

**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. Zur näheren Erläuterung der Begriffe siehe Abbildung 1. Die Hanglage hat ähnliche Konsequenzen wie die Geländeneigung, weist aber zusätzliche Verknüpfungen mit der Schüttung und der Gewässerchemie auf



**Abb. 1:** Darstellung von Quellen verschiedener Hanglage

**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:** Der Quellbereich ist im allgemeinen größer als die Quelle selbst. Die Größe der Quelle wird in m<sup>2</sup> geschätzt und entspricht der Fläche, die deutlich sichtbar wasserüberstanden oder überflossen ist, also dem Gewässer im herkömmlichen Sinn. Der Quellbereich entspricht zusätzlich dem feuchten Bodenbereich im Umkreis 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 unterliegen kann. Deshalb ist die 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

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 l/s umzurechnen. Wichtig ist, darauf zu achten, dass der gesamte Abfluss 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 gefragte 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 zurückgelegt 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

### c) Einträge/ Verbau:

**Fassung:** Verschiedene Typen von Fassungen 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 Fassungsstyps, 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 Scädigung 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

**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

**Aufstau:** Ein Aufstau hat je nach Ort und Größe sehr unterschiedliche ökologische Folgen, z. B. verstopft er das Hohlräumssystem 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<sup>2</sup> 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

**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 werden 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

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 Quellzönosen

**Trittschäden:** Geringe Trittschäden sind ökologisch wenig bedeutsam, mäßige und starke Trittschäden können jedoch Quellzönosen deutlich beeinträchtigen:

- 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). 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“ Veränderungen im Quellbereich und im Umfeld einer Quelle 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.)
- Trittsteine: 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 (Hauptschluss) vorhanden, muss dies unter Fassung bzw. Verbau zusätzlich angegeben werden. In einiger Entfernung und im Nebenschluss genügt der Eintrag an dieser Stelle
- Wildfütterstelle: 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
- Fahrschaden: Befahren des weiteren Quellbereichs mit einem Fahrzeug, ist auch bei Bauarbeiten (Bagger) sowie bei Rückeschneisen (Schlagholzrücken im Wald) anzugeben, da hier ebenfalls Maschinen den Quellbereich schädigen. Bei starker Schädigung ist dies auch unter a), d) oder e) anzugeben

**Ablagerung:** Sie können eine Quelle inklusive des Quellbereichs:

- vollständig (80 bis 100 %),
- teilweise (20 bis 80 %) oder
- vereinzelt (0 bis 20 %) bedecken

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 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. Diese 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 Biotoptyp 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

Bei den folgend 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 einmal 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 hierher auch Sonderkulturen wie Wein, Hopfen, Tabak, Gemüse oder Obstbau
- 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

#### 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 Substratarmut einer naturnahen Quelle naturraumbedingt sein. In einem solchen Fall werden trotz optimaler Substratausstattung nur geringe Substratzahlen erreicht. Bei naturnahen Quellen sind aber 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)
- 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)

- **Fallaub:** Abgefallene Blätter bilden flächige Bereiche oder sammeln sich an bestimmten Stellen zu Falllaubstapeln. Falllaub ist häufig reich besiedelt
- **Detritus/ org. 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
- **Kalksinter...:** Kalksinter ist ein poröses Material aus ausgefälltem Kalk, das Pflanzen und andere Substrate überzieht. Es kann krümelig oder terrassenartig verbacken sein und vergrößert oft die natürliche Oberfläche in Quellen. Andere natürliche Materialien sind etwa Schwefelablagerungen oder Eisen- bzw. Manganocker. Ocker ist ein orangerotes bis rotbraunes gel-artiges Substrat, das am Quellaustritt ausflockt und vorhandene Substrate überzieht

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 Krenozönosen 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 Quadratcentimetern 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
- **fließend:** Das Wasser fließt ruhig und gleichmäßig (Blätter treiben ab), es ist maximal ein leichtes Kräuseln der Oberfläche ohne Wellenbildung zu beobachten
- **überfließend:** 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
- **geripfelt:** 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
- **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

**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 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

**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 hinzufügar 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 wenig kugelförmige Struktur am Grunde von Tümpelquellen, bei der Sand durch die Austrittsströmung aufgewirbelt wird und die deswegen vegetationsfrei bleibt
- 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 sind mindestens 5 deutlich differenzierbare Tiefenbereiche im aquatischen Raum gemeint, 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 Gefällestufen, die von Wasser überflossen sind, wobei die Abstürze niedrig bleiben (Abgrenzung zum Wasserfall). Sie sind häufig treppenförmig ausgebildet, z. B. bei Kalksinterquellen
- 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 Kleinhabitats wie Moospolster aus
- starke Quellflur: Vor allem in Sickerquellen vorhandene Struktur aus besonders vielen und quelltypischen Kräutern, z. B. Milzkraut, dominierend im gesamten Quellbereich
- Wassermoose: Es sind stark ausgebildete und quelltypische, untergetaucht (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, Farnen 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

#### 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 vergegenwärtigt 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 Wasseroberfläche 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). 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 eines Friedhofes

**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 ausgeschildert ist (Naturdenkmal, Naturschutzgebiet) ist er nach der Kartierung zu ermitteln

#### 4 Berechnung der Bewertungsklasse

Die Bewertungsklasse wird mit dem Bewertungsbogen berechnet und ist dort erläutert. 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 (Tab. 1):

**Tab. 1:** Zuordnung der Bewertungsklassen zum berechneten Wert

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

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.