

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen



Sachinformationen zum Thema	
Gewässerstruktur und Gewässerumfeld	▶ 204
Wasserqualität – Vereinfachte Untersuchung	▶ 226
Wasserqualität – Chemischer und physikalische Parameter	▶ 231
Biologische Gewässergüte	▶ 243



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld

Allgemeine Hinweise

Die Gewässerstruktur beschreibt das äußere Erscheinungsbild eines Fließgewässers mit den Teilbereichen Wasser, Gewässersohle, Ufer und Aue (Gewässerumfeld). Die Gewässerstrukturgüte bewertet die ökologische Qualität der Gewässerstrukturen und zeigt an, inwieweit ein Gewässer durch menschlichen Einfluss von seinem (potenziell) natürlichen Zustand abweicht.

Auswahl des Kartierungsabschnittes

Mit dem Bewertungsbogen können **Mittelgebirgsbäche von 0,5 bis maximal 10 m Breite** analog zur amtlichen Gewässerstrukturgütekartierung nach LAWA bewertet werden, kleinere und größere Gewässer sowie Flachlandbäche aufgrund ihrer Besonderheiten jedoch nicht!* Die Kartierung eines einzigen Gewässerabschnittes ist wenig aussagekräftig. Es gilt die charakteristischen Veränderungen eines Baches in seinem Verlauf zu erfassen. So bietet sich ein Vergleich von Bachabschnitten an, bei denen exemplarisch der Kontrast von naturnaher und naturferner Gewässerstruktur deutlich wird. Zum Beispiel:

- außerhalb einer Ortschaft – innerhalb einer Ortschaft
- im (naturnahen) Wald – in intensiv genutzten Bereichen (z.B. Landwirtschaft)
- renaturierter Abschnitt – ausgebauter Abschnitt

* Für die Bewertung der Gewässerstrukturgüte von Flachlandbächen gibt es ein vereinfachtes Bewertungsverfahren in Graw (2001). (► Anhang)

Vorgehen bei der Kartierung

Das Gewässer wird abschnittsweise bewertet. **Die Länge der Abschnitte sollte ca. 100 m, mindestens jedoch 50 m** betragen. Bei der Auswahl der Abschnitte darauf achten, dass die Gewässerabschnitte in sich etwa gleichartig aussehen. Zunächst läuft man den ganzen Bachabschnitt entlang und beobachtet genau, erst dann wird der Bogen ausgefüllt. Zur Bewertung werden 10 Einzelparameter erhoben. **Die Zuordnung der Bewertungsstufen** wird durch Leitfragen, kleine Piktogramme (sie repräsentieren jeweils einen 100 m-Abschnitt) sowie durch ausführliche Erläuterungen zu jedem einzelnen Parameter erleichtert. Bewertet wird der überwiegende Zustand des Abschnittes in Bezug auf den Parameter. Faustregel: **Die Aussage der Bewertungsstufe muss auf den überwiegenden Teil des Gewässerabschnittes zutreffen (d.h. auf mehr als 50%).**

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld



Probleme mit der Zuordnung der Bewertungsklasse? Zweifelsfälle?

Überlegen: In welchem Maße hat der Mensch an dem äußeren Erscheinungsbild des Gewässers und seinem Umfeld etwas verändert? Außerdem die Fragestellung auf dem Bewertungsbogen sowie die ausführlichen Erläuterungen zu den einzelnen Parametern genau lesen. Grundsätzlich ist bei der Strukturgütebewertung die Zuordnung der Bewertungsstufen subjektiver und weniger reproduzierbar als z.B. bei chemischen Parametern, denn es kann kein Messwert abgelesen werden, sondern die Entscheidung für eine Bewertungsstufe muss durch Beobachtung und Abschätzung getroffen werden. In Zweifelsfällen sollte man nach dem Ausschlussprinzip vorgehen, die Bewertungsstufen gegeneinander abwägen und sich für die am ehesten zutreffende entscheiden. Es können auch Zwischenstufen als Einzelbewertung eingetragen werden. Letztlich ist die Zuordnung von der (Natur-) Erfahrung der Kartierenden abhängig. In der Regel bewerten Schüler, die nur kanalisierte Stadtbäche kennen, ein Gewässer optimistischer als solche, die naturnahe Bäche aus eigener Anschauung kennen. Dies ist die Problematik und zugleich der Reiz und der didaktische Wert der Strukturgütebewertung. **Ausschlaggebend ist für die Bewertung: Je stärker die Abweichung vom (potenziellen) Naturzustand, desto schlechter die Bewertung!**

Auswertung

Aus den Einzelbewertungen wird ein einfacher Mittelwert gebildet und danach die Gewässerstrukturgüteklasse zugeordnet. Die Einzelergebnisse werden zur Gesamtauswertung in ► M 11.6 oder ► M 11.7 eingetragen.



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld

1. Nutzung der Aue (Gegebenenfalls rechtes und linkes Ufer getrennt bewerten und Mittelwert bilden)

<p>1</p> <p>natürlich / sehr gut</p>	<p>naturnaher Wald (Laubbäume)</p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p>2</p> <p>naturnah / gut</p>	<p>extensive Nutzung oder Brache: nicht gedüngte oder wenig beweidete Wiesen, keine Bebauung</p>	<p>Foto: C. Günther</p> 
<p>3</p> <p>wenig naturnah / mäßig</p>	<p>kleinere Äcker, Weiden oder Gärten oder Nadelwald</p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p>4</p> <p>naturfern / unbefriedigend</p>	<p>intensive Landwirtschaft, Äcker und / oder Nadelwald</p>	<p>Foto: C. Günther</p> 
<p>5</p> <p>schlecht</p>	<p>geschlossene Ortschaft oder Industriegebiet</p>	<p>Foto: C. Günther</p> 

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld



1. Nutzung der Aue

Erläuterungen zur Bewertung

Bei der Erhebung des Parameters „Nutzung der Aue“ geht es vor allem um die **Intensität der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung** sowie die Bebauung im Einflussbereich des Gewässers. Als naturnah (Bewertungsstufe 2) gelten nur Nutzungsformen, die Staunässe und teilweise Überschwemmungen vertragen (d.h. naturnaher Wald, Brache, extensive Landwirtschaft; nicht jedoch Ackerbau, intensive Weidewirtschaft sowie dichte Bebauung). Zur Bewertung wird die überschaubare Umgebung (ca. 300 m Umkreis) des jeweiligen Abschnittes herangezogen.

Unterschiedliche Ufer: Unterscheiden sich die Nutzungen am linken und rechten Ufer (z.B. Linkes Ufer: Wald = Bewertungsstufe 1, rechtes Ufer: Acker = Bewertungsstufe 4), wird jeweils die für das linke und rechte Ufer zutreffende Bewertung getrennt angekreuzt und in der letzten Spalte als Einzelbewertung der Mittelwert gebildet (für das genannte Beispiel wäre dies 2,5).

Ökologische Bedeutung

Fließgewässer sind in entscheidendem Maß von ihrem näheren und weiteren Umfeld abhängig. Die Nutzung des Einzugsgebietes und des näheren Gewässerumfeldes durch den Menschen und damit einhergehende Veränderungen der Aue (Abholzung, Trockenlegung) und des Gewässerlaufes (Begradigung, Uferbefestigung, etc., um die genutzten Flächen vor Überschwemmungen und Staunässe zu schützen) haben in den meisten Fällen negative Auswirkungen auf die ökologische Funktionsfähigkeit des Gewässers:

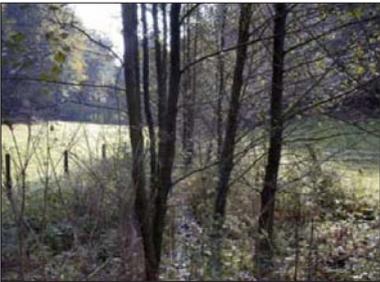
- **Vielfalt von gewässerbegleitenden Biotopen**, damit einhergehender Artenrückgang
- **Einschränkung des Hochwasserrückhaltevermögens**, Verlust der Eigendynamik und Strukturvielfalt
- **Einschränkung des Strukturregenerationsvermögens** (eigenständige Entwicklung und Wiederherstellung einer vielfältigen Gewässerstruktur)
- **Verschlechterung der Wasserqualität** durch diffusen Eintrag von wasserunverträglichen Stoffen wie Nährstoffe (Dünger), Pestizide und Bodenpartikel durch Abschwemmungen von landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen
- **Wassertrübung durch Bodenerosion**
- **Verarmung des Landschaftsbildes.**



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld

2. **Gewässerrandstreifen** (Gegebenenfalls rechtes und linkes Ufer getrennt bewerten und Mittelwert bilden)

<p>1</p> <p>natürlich / sehr gut</p>	<p>> 20 m</p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p>2</p> <p>naturnah / gut</p>	<p>ca. 5 - 20 m</p>	<p>Foto: C. Günther</p> 
<p>3</p> <p>wenig naturnah / mäßig</p>	<p>ca. 2 - 5 m</p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p>4</p> <p>naturfern / unbefriedigend</p>	<p>< 2 m</p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p>5</p> <p>schlecht</p>	<p>nicht vorhanden</p>	<p>Foto: C. Günther</p> 

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld



2. Gewässerrandstreifen

Erläuterungen zur Bewertung

Entscheidend ist, bis zu welcher Breite **ein naturbelassener, nicht genutzter Uferstreifen** entlang des Gewässers vorhanden ist. Auf einem solchen Gewässerrandstreifen befindet sich kein Weg, er wird nicht gemäht, er wird nicht als Weide genutzt, es wachsen dort keine Kulturpflanzen oder standortfremde Bäume (d.h. es gibt einen natürlichen Bewuchs aus Hochstauden und/oder Gehölzen aus Erlen, Weiden und Eschen). Natürliche Uferabbrüche (Ufererosion) und Verlaufsänderungen des Gewässers sind innerhalb des Gewässerrandstreifens möglich. Ist der Gewässerrandstreifen auf dem zu bewertenden 100 m-Abschnitt unterschiedlich breit, so ist die auf diesem Abschnitt überwiegende Mindestbreite (d.h. zu 50% vorherrschende) für die Bewertung ausschlaggebend. Anfangs sollte die Breite des Gewässerrandstreifens (ab der Uferkante!) ausgemessen werden, Geübte dürfen schätzen.

Unterschiedliche Ufer: Unterscheidet sich die Breite des Gewässerrandstreifens am linken und rechten Ufer, wird jeweils die für das linke und rechte Ufer zutreffende Bewertung getrennt angekreuzt und in der letzten Spalte als Einzelbewertung für diesen Parameter der Mittelwert gebildet.

Ökologische Bedeutung

Das Ökosystem Fließgewässer endet nicht an der Uferkante, sondern hat als wesentliches Merkmal die ständige, **dynamische Wechselwirkung** mit dem umgebenden Land (Land-Wasser-Vernetzung). Nur ein genügend breiter, völlig naturbelassener Gewässerrandstreifen ermöglicht die Entwicklung gewässerbegleitender Biotope (Auenwälder, Altarme, Tümpel, Kiesbänke, etc). Gerade in der Kulturlandschaft ist die Schaffung von Gewässerrandstreifen ein erster, wichtiger und relativ einfacher Schritt zur Renaturierung eines Gewässers und die Aufwertung der ökologischen Qualität seines Umfeldes.

Die Bedeutung von Gewässerrandstreifen im Einzelnen:

- **Lebens- und Rückzugsraum** für Pflanzen und Tiere
- **Dynamik- und Entwicklungsraum** (= „Spielraum“) für das Gewässer
- **Sukzessionsraum** für natürlichen Uferbewuchs
- Beitrag zur **natürlichen Biotopvernetzung** (Wanderweg für Tiere in der Kulturlandschaft)
- **Schutz vor diffusen Einträgen** aus landwirtschaftlichen Nutzflächen (Dünger, Pestizide) und Schutz vor Eintrag von Bodenerosion („Pufferzone“)
- **Bereicherung des Landschaftsbildes.**



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld

3. Gewässerverlauf

<p>1</p> <p>natürlich / sehr gut</p>	<p>geschwungen, nicht verändert</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: M. Crav</p> 
<p>2</p> <p>naturnah / gut</p>	<p>mäßig geschwungen (z.T. verändert)</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: IGUG</p> 
<p>3</p> <p>wenig naturnah / mäßig</p>	<p>gestreckt (mäßig verändert)</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: IGUG</p> 
<p>4</p> <p>naturfern / unbefriedigend</p>	<p>weitgehend gerade (stark verändert)</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: C. Günther</p> 
<p>5</p> <p>schlecht</p>	<p>gerade (sehr stark verändert)</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: C. Günther</p> 

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld



3. Gewässerverlauf

Erläuterungen zur Bewertung

Ein natürliches Gewässer verläuft niemals schnurgerade. Wenn die geographischen Verhältnisse (Talform, Untergrund) es zulassen und das Gefälle nicht zu groß ist, besteht vor allem im Unter- und Mittellauf die Tendenz der Ausbildung von Schleifen bzw. Mäandern. Ausgehend von diesem Leitbild ist für die Bewertung entscheidend, wie das Gewässer **überwiegend** (zu über 50%) innerhalb des 100 m-Abschnittes verläuft. **Lässt die Talform (Kerbtäler) einen mäandrierenden oder geschwungenen Verlauf nicht zu und ist das Gewässer nicht künstlich in seinem Verlauf verändert worden, gilt Bewertungsstufe 1.**

Ökologische Bedeutung

Ein natürlicher, geschwungener Gewässerverlauf ist entscheidend für die Ausbildung der typischen Strukturvielfalt, die wiederum Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit des Ökosystems Fließgewässer ist:

- **Natürliche Hochwasserrückhaltung** durch Verlangsamung der Fließgeschwindigkeit (Gewässergefälle ist durch Laufverlängerung geringer als Talgefälle)
- **Strukturvielfalt:** Durch die Mäander wird die Strömung sehr vielfältig und es kommt zu einem kleinräumig wechselnden Auf- und Abtrag von Substrat (Sand, Steinen, Kies, Totholz), zu Inselbildungen, einem Wechsel von Gleit- und Prallhängen und einem Wechsel von Still- und Schnellwasserzonen.
- Vielfältige Strukturen im und am Gewässer bedeuten **Biotop- und Artenvielfalt**.
- **Erhöhung der Selbstreinigung** durch Oberflächenvergrößerung (größeres Angebot an Wuchsfächen für Mikroorganismen, die die Selbstreinigung des Gewässers bewirken).
- **Verbessertes Strukturregenerationsvermögen** (eigenständige Entwicklung und Wiederherstellung einer vielfältigen Gewässerstruktur)
- **Natürliche Landschaftsbereicherung.**



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld

4. Uferbewuchs (Gegebenenfalls rechtes und linkes Ufer getrennt bewerten und Mittelwert bilden)

<p>1</p> <p>natürlich / sehr gut</p>	<p>durchgehender Gehölzsaum (Laubbäume) von mehreren Metern Breite</p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p>2</p> <p>naturnah / gut</p>	<p>schmäler, aber durchgehender Gehölzsaum und / oder Feuchtwiese, Hochstauden, Röhricht</p>	<p>Foto: M. Graw</p> 
<p>3</p> <p>wenig naturnah / mäßig</p>	<p>lückiger Gehölzsaum mit Krautflur und / oder Krautflur aus Brennnesseln u.a. Nährstoffzeigern</p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p>4</p> <p>naturfern / unbefriedigend</p>	<p>Einzelbäume; evtl. Krautflur standortfremde Vegetation (z.B. Pappeln, Nadelbäume oder Ziersträucher gemähte Ufer</p>	<p>Foto: C. Günther</p> 
<p>5</p> <p>schlecht</p>	<p>keine Uferbäume, keine Krautflur, befestigter Uferstrand</p>	<p>Foto: C. Günther</p> 

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld



4. Uferbewuchs

Erläuterungen zur Bewertung

Bewertet wird der Bewuchs des Uferbereiches mit Bäumen, Stauden und Krautpflanzen. Das weitere Umfeld wird mit Parameter 1 bewertet. Ausschlaggebend ist, welcher Bewuchs zu mehr als 50% im Abschnitt vorhanden ist.

Unterschiedliche Ufer: Unterscheidet sich die Vegetation am linken und rechten Ufer (ist z.B. nur ein Ufer von Bäumen bestanden), so wird jeweils die für das linke und rechte Ufer zutreffende Bewertung angekreuzt und in der letzten Spalte als Einzelbewertung der Mittelwert eingetragen.

Zur Bewertung ist kein vertieftes botanisches Fachwissen erforderlich. Es reicht aus, wenn man die Baumarten Weiden, Erlen und Eschen zuordnen kann, sowie Brennnesseln erkennt.

Beim Baumbestand ist wichtig, ob es sich um standorttypische, heimische Uferbäume (Weiden, Erlen, Eschen) handelt. Allerdings reicht bei Quellläufen sowie in schmalen Tälern der Einfluss des Gewässers naturbedingt für die Ausbildung einer typischen Auenvegetation häufig nicht aus. Als natürlich ist dann ein Laubmischwald anzusehen.

Der Artenbestand der krautigen Ufervegetation wird durch die Bodenfeuchtigkeit sowie den Nährstoffgehalt bestimmt. Als gut gelten:

- **Röhrichte** aus hohen Gräsern (Schilf, Rohrglanzgras). Sie kommen vor allem im Flachland vor.
- **naturnahe Krautfluren** häufig mit Frühblüheren (z.B. Sumpfdotterblume, Scharbockskraut, Lerchensporn, Anemonen) und/oder Hochstauden (z.B. Pestwurz, Mädesüß)
- nicht gedüngte, artenreiche **Feuchtwiesen** (mit Binsen und Seggen), die höchstens 2 mal im Jahr gemäht werden

Flächendeckendes Vorkommen von **Brennnesseln**, Giersch oder anderen Nährstoffzeigern weist auf Nährstoffeintrag hin und kann nicht mehr mit „gut“ bewertet werden. Gleiches gilt für gemähte und befestigte Ufer sowie für standortfremde (Zier-)Gehölze.

Ökologische Bedeutung

Der Uferbewuchs entfaltet seine optimale ökologische Wirksamkeit, wenn er ungleichförmig verteilt ist, d.h. dicht und weniger dicht bewachsene Böschungsfächen, sowie Bäume unterschiedlichen Alters einschließlich Totholz sich abwechseln.

- Laub (v.a. der Erle) dient als **Ernährung** für Detritusfresser und ist Ausgangspunkt für die gesamte Nahrungskette in Fließgewässeroberrläufen.
- **Lebensraum für Tiere:** Krautvegetation und Bäume sind Lebens- und Paarungsraum für adulte Wasserinsekten. Ufergehölze sind Brut- und Rückzugsraum für Vögel. Wurzelbereiche und Totholz bieten Verstecke für Fische und andere Gewässertiere.
- **Bereicherung der Ufer- und Gewässerstruktur** z.B. durch Bildung von Uferbuchten und Umläufen zwischen den Bäumen und Wurzelüberhängen sowie durch die Bereitstellung von Totholz.
- **Biotopvernetzung**
- **Beschattung** verhindert Algenwachstum bei hohem Nährstoffeintrag (Verminderung der Eutrophierungsgefahr) und reduziert die Erwärmung im Sommer.



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld

5. Uferstruktur (Gegebenenfalls rechtes und linkes Ufer getrennt bewerten und Mittelwert bilden)

<p>1</p> <p>natürlich / sehr gut</p>	<p>keine verfestigte Uferlinie, viele Einbuchtungen und Aufweitungen, Gewässer kann sich ungehindert in die Breite ausdehnen</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: T. Schmidt</p> 
<p>2</p> <p>naturnah / gut</p>	<p>Ufer begradigt, aber nicht sichtbar befestigt, mit einigen Einbuchtungen und Aufweitungen</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: IGUG</p> 
<p>3</p> <p>wenig naturnah / mäßig</p>	<p>Ufer stellenweise befestigt < 50 %, doch sind Uferabbrüche möglich</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: C. Günther</p> 
<p>4</p> <p>naturfern / unbefriedigend</p>	<p>Ufer überwiegend befestigt (durch Steinschüttungen oder Holzpfähle)</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: IGUG</p> 
<p>5</p> <p>schlecht</p>	<p>gerade Uferlinie, Ufer steil abfallend, befestigt (Pflaster, Beton o.ä.)</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: C. Günther</p> 

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld



5. Uferstruktur

Erläuterungen zur Bewertung

Für die Uferstruktur entscheidend ist das **Ausmaß der künstlichen Uferbefestigungen**. Diese sind häufig auf den ersten Blick nicht zu erkennen, wenn sie überwachsen oder verfallen sind. Deshalb sollte an einzelnen Stellen mit einem Stock genau nachgeprüft werden, ob das Ufer mit künstlich eingebrachten großen Steinen, Mauerwerk, Beton, Faschinen o.ä. befestigt wurde. Ein wichtiger Anhaltspunkt ist die Frage, ob sich das Gewässer bei höherem Wasserstand ungehindert in die Breite ausdehnen kann.

Ökologische Bedeutung

Die Gewässerufer sind von Natur aus keine festgelegten Linien, sondern verändern sich mit Wasserstand und Strömung: Eine Ausdehnung in die Breite ist jederzeit möglich. Natürliche Begrenzungen können Bäume, große Steine, das langjährig ausgewaschene Hochwasserbett bzw. die Talform sein. Ein vielfältig strukturiertes Ufer weist immer auch auf eine Strukturvielfalt im Gewässer hin und erfüllt folgende ökologische Funktionen:

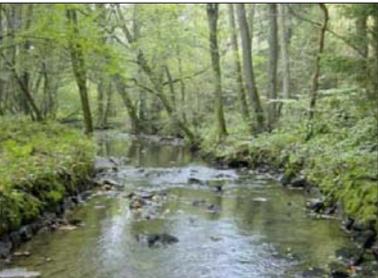
- **Natürliche Hochwasserrückhaltung:** Gewässer kann sich in die Breite ausdehnen, Fließgeschwindigkeit wird durch Hindernisse am Ufer gebremst
- **Bereicherung es Lebensraumangebotes:** Biotop- und Artenvielfalt (z.B. Uferabbrüche für Eisvogel)
- **Verbessertes Strukturregenerationsvermögen:** Nachlieferung von Geschiebe; eigenständige Entwicklung und Wiederherstellung einer vielfältigen Gewässerstruktur
- **Natürliche Landschaftsbereicherung.**



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld

6. Gewässerquerschnitt

<p>1</p> <p>natürlich / sehr gut</p>	<p>sehr flach Breite : Tiefe - Verhältnis > 10 : 1</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: T. Schmidt</p> 
<p>2</p> <p>naturnah / gut</p>	<p>flach Breite : Tiefe - Verhältnis > 5 : 1</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: IGUG</p> 
<p>3</p> <p>wenig naturnah / mäßig</p>	<p>mäßig tief Breite : Tiefe - Verhältnis > 3 : 1</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: IGUG</p> 
<p>4</p> <p>naturfern / unbefriedigend</p>	<p>tief Breite : Tiefe - Verhältnis > 2 : 1</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: C. Günther</p> 
<p>5</p> <p>schlecht</p>	<p>sehr tief Breite : Tiefe - Verhältnis < 2 : 1</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: Gemeinde Fulda</p> 

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld



6. Gewässerquerschnitt

Erläuterungen zur Bewertung

Entscheidend ist das **Ausmaß des Gewässerbettes (Querprofil) unabhängig vom aktuellen Wasserstand**. Als Bezugspunkt für das Ausmessen von Breite und Tiefe gilt daher die Uferböschung. D.h. wie tief liegt die Gewässersohle unterhalb der Erdoberfläche des Gewässerumfeldes? Sind die beiden Uferseiten unterschiedlich hoch, wird gemittelt. Ist das Gewässer nicht künstlich, sondern aufgrund der Talform eingetieft, gilt Bewertungsstufe 1. Es lohnt sich auch, zunächst von einer repräsentativen Probestelle ein differenziertes Querprofil aufzunehmen und nachzuzeichnen. Dazu wird über die ganze Breite des Gewässers alle 10 cm die Profiltiefe gemessen.

Ökologische Bedeutung

Wenn es die Talform zulässt, ist ein natürliches Gewässer relativ flach. Vertiefungen kommen nur kleinräumig an einzelnen Stellen vor (Kolke). Durch Ausbaumaßnahmen zur Entwässerung landwirtschaftlicher Nutzflächen und zum Hochwasserschutz wurden viele Gewässer künstlich eingetieft und werden noch im Rahmen der Gewässerunterhaltung regelmäßig ausgebaggert. Ist ein Gewässer zusätzlich begradigt, wird die Eintiefung durch erhöhte Fließgeschwindigkeiten oft erheblich verstärkt (Tiefenerosion) und das Gewässer verliert mehr und mehr die Verbindung zum Umland: die Aue fällt trocken. Bei der Renaturierung stark eingetiefter Gewässer muss zunächst die Gewässersohle angehoben werden, um die Land-Wasser-Vernetzung wieder herzustellen.

Die Bedeutung eines naturnahen, flachen Querprofils im Einzelnen:

- **Natürliche Hochwasserrückhaltung:** Gewässer kann sich in die Breite ausdehnen
- **Verbesserte Selbstreinigung** durch Oberflächenvergrößerung; größeres Angebot an Wuchsfächen für Mikroorganismen, die die Selbstreinigung des Gewässers bewirken
- Entwicklung und Erhaltung gewässerbegleitender Biotope (**Biotop- und Artenvielfalt**).



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen
M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld

7. Strömungsbild

<p>1</p> <p>natürlich / sehr gut</p>	<p>mosaikartig, d.h. nebeneinander und hintereinander finden sich unterschiedliche Strömungsbilder</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: C. Günther</p> 
<p>2</p> <p>naturnah / gut</p>	<p>dicht hintereinander wechseln sich schnell und langsam fließendes Wasser ab</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: IGUG</p> 
<p>3</p> <p>wenig naturnah / mäßig</p>	<p>Wechsel von langsam und schnell fließendem Wasser in größeren Abständen</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: C. Günther</p> 
<p>4</p> <p>naturfern / unbefriedigend</p>	<p>Wechsel von langsam und schnell fließendem Wasser erkennbar</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: C. Günther</p> 
<p>5</p> <p>schlecht</p>	<p>Strömung einheitlich</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: IGUG</p> 

© Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld



7. Strömungsbild

Erläuterungen zur Bewertung

Es gilt, die an der Wasseroberfläche erkennbaren Strömungsunterschiede innerhalb des 100 m-Abschnittes, die auf unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten hinweisen, genau zu betrachten. Die Fließgeschwindigkeit wird dabei nicht gemessen. Zur Verdeutlichung der Strömungsverhältnisse ist es jedoch hilfreich, an unterschiedlichen Stellen des Gewässerabschnittes Stöckchen, Blätter o.ä. treiben zu lassen und deren Weg im Gewässer zu verfolgen. Je gradliniger und gleichmäßiger sie schwimmen, desto weniger differenziert (= unnatürlicher) ist das Strömungsbild.

Entscheidend sind die Verhältnisse bei mittlerem Wasserstand.

Ökologische Bedeutung

Die an der Wasseroberfläche erkennbaren Strömungsunterschiede werden letztlich durch verschiedene Substrate im Gewässerbett sowie die Uferstruktur verursacht. Entsprechend der durchfließenden Wassermenge ergeben sich bei reich strukturiertem Ufer und Gewässerbett (verschieden große Steine, Längs- und Querbänke, Uferbäume, Totholz, etc.) unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten innerhalb des Wasserkörpers. Diese wiederum haben Rückwirkung auf den Geschiebetransport und das Sedimentationsgeschehen.

Ökologische Bedeutung im Einzelnen:

- **Natürliche Hochwasserrückhaltung** (Hochwasserwellen werden gebremst)
- **Bereicherung des Lebensraumbereiches** für Benthosorganismen und Fische an der Gewässersohle und im Wasserkörper (Rückzug- und Versteckmöglichkeiten, Nahrungsangebot; Laichplätze)
- **Natürliche Selbstreinigung** (ständige Durchmischung des Wasserkörpers, physikalischer O₂-Eintrag durch Turbulenzen)
- **Verbessertes Strukturregenerationsvermögen** (Eigenständige Entwicklung und Wiederherstellung einer vielfältigen Gewässerstruktur).



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld

8. Tiefenvarianz

<p>1</p> <p>natürlich / sehr gut</p>	<p>sehr groß, d.h. tiefe und flache Gewässerbereiche wechseln mosaikartig ab</p>	<p>Foto: T. Schmidt</p> 
<p>2</p> <p>naturnah / gut</p>	<p>groß</p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p>3</p> <p>wenig naturnah / mäßig</p>	<p>mäßig</p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p>4</p> <p>naturfern / unbefriedigend</p>	<p>gering</p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p>5</p> <p>schlecht</p>	<p>keine</p>	<p>Foto: C. Grünher</p> 

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld



8. Tiefenvarianz

Erläuterungen zur Bewertung

Zu bewerten ist die Häufigkeit des räumlichen Wechsels der Wassertiefe im 100 m-Abschnitt. Die Tiefenvarianz muss nicht systematisch gemessen werden, sondern es sollte abgeschätzt werden. Ggf. kann mehrfach mit einem Stock sondiert werden.

Ökologische Bedeutung

Bereiche mit unterschiedlichen Wassertiefen ist wie die Strömungs- und Substratvielfalt ein Merkmal natürlicher Bachläufe. Flach- und Tiefenwasserbereiche wechseln in regelmäßigen Abständen ab. Je größer die Tiefenvarianz, desto größer das Lebensraumangebot.



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld

9. Gewässersohle

<p>1</p> <p>natürlich / sehr gut</p>	<p>mosaikartige Verteilung von Sand / Kies / Steinen und Totholz; Inselbildungen ausgeprägt</p>	<p>Foto: T. Schmidt</p> 
<p>2</p> <p>naturnah / gut</p>	<p>Gewässersohle abwechslungsreich (Sand / Kies Steine / Totholz); Inselbildungen in Ansätzen</p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p>3</p> <p>wenig naturnah / mäßig</p>	<p>Gewässersohle gleichmäßiger, unterschiedliche Strukturen in größeren Abständen</p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p>4</p> <p>naturfern / unbefriedigend</p>	<p>Gewässersohle über größere Strecken verschlamm, versandet und / oder gepflastert bzw. betoniert</p>	<p>Foto: C. Günther</p> 
<p>5</p> <p>schlecht</p>	<p>einförmige Gewässersohle, vollständig verschlamm und / oder gepflastert bzw. betoniert</p>	<p>Foto: IGUG</p> 

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld



9. Gewässersohle

Erläuterungen zur Bewertung

Zu bewerten ist das Vorkommen unterschiedlicher Substrattypen im Gewässer. Die Gewässersohle kann aus unterschiedlichstem Substrat bestehen und sehr vielgestaltig sein, deshalb: In Flachlandbächen (v.a. Sand- oder Moorbächen) ist die Gewässersohle natürlicherweise weniger abwechslungsreich und wird weniger streng bewertet. Ein gewisser Anteil organischen Materials ist natürlich. Bäche in Küstennähe sind ein Sonderfall, da sie naturgemäß zur Verschlammung neigen. Am vielgestaltigsten ist die Gewässersohle in Mittelgebirgsbächen, da Steine unterschiedlicher Größe vorhanden sind. Da nicht alle Gewässertypen berücksichtigt werden können, sind in einigen Fällen eigene Bewertungsmaßstäbe anzusetzen. Dazu muss überlegt werden, inwieweit die Gewässersohle durch menschlichen Einfluss verändert wurde. Ökologisch problematisch ist eine Befestigung der Gewässersohle (z.B. mit Beton oder Pflastersteinen), eine Verschlammung durch Bodenerosion oder ein großer Anteil an organischem Material. Häufig wird eine künstliche Sohlenbefestigung von lockerem Sediment überdeckt und ist deshalb nicht sofort zu erkennen. Zur Erhebung des Parameters muss in solchen Fällen ein stabiler Sondierstab/Stock zu Hilfe genommen werden, um festzustellen, wie die Gewässersohle beschaffen ist. An mehreren Stellen des 100 m-Abschnittes wird der Stab bis in etwa 10 cm Tiefe (wenn dies möglich ist) in den Gewässerboden gestoßen.

Ökologische Bedeutung

Eine natürlich strukturierte, gut durchströmte Gewässersohle ist entscheidende Voraussetzung für die natürliche Artenvielfalt im Fließgewässers, da sich in ihrem Lückensystem ein Großteil der Organismen entwickeln (z.B. kieslaichende Fische, Wasserinsektenlarven). Außerdem finden in der Gewässersohle die entscheidenden biochemischen Prozesse der Selbstreinigung statt. Ist sie verschlammt oder betoniert, ist die ökologische Funktionsfähigkeit des Gewässers nicht mehr gegeben..



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld

10. Durchgängigkeit

<p>1</p> <p>natürlich / sehr gut</p>	<p>keine Hindernisse und / oder natürlicher Wasserfall / Kaskade</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: T. Schmidt</p> 
<p>2</p> <p>naturnah / gut</p>	<p>Verrohrung < 2 m und / oder künstliche Stufe aus einzelnen Steinen, kann von Fischen und anderen Wirbellosen überwunden werden</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: IGUG</p> 
<p>3</p> <p>wenig naturnah / mäßi</p>	<p>Verrohrung 2 - 5 m und / oder Stufe < 30 cm, kann von Fischen überwunden werden; ggf. Fischtreppe</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: IGUG</p> 
<p>4</p> <p>naturfern / unbefriedigend</p>	<p>Verrohrung > 5 m und / oder Stufe oder andere Barriere 30 - 100 cm</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: C. Günther</p> 
<p>5</p> <p>schlecht</p>	<p>Verrohrung > 10 m und / oder Stufe oder andere Barriere > 100 cm</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Foto: IGUG</p> 

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.1: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld



10. Durchgängigkeit

Erläuterungen zur Bewertung

Es gilt, alle Hindernisse zu erfassen, die Tiere (Benthosorganismen, Fische, Amphibien, Säugetiere) daran hindern, im Gewässer und entlang des Ufers zu wandern. Entscheidend für die Bewertung ist die Länge einer Verrohrung bzw. die Höhe und Beschaffenheit eines Querbauwerkes (Staustufe, Wehr, etc.). Reicht eine Verrohrung in zwei nebeneinanderliegende 100 m-Abschnitte hinein, dann wird sie nur in dem Abschnitt erfasst, in dem sie sich **überwiegend** befindet.

Ökologische Bedeutung

Die Möglichkeit, im und am Gewässer zu wandern, ist für eine große Anzahl von Tieren äußerst wichtig: Benthosorganismen müssen die Abdrift durch Strömung kompensieren. Fische suchen auf mehr oder weniger langen Wanderungen Laich- und Futterplätze auf (besonders betroffen von Querbauwerken sind die Langdistanzwanderfische wie Aal und Lachs, aber auch Forellen, Äschen und Barben sowie gefährdete Kleinfischarten wie Mühlkoppe und Elritze). Typische Auenbewohner (Fischotter, Amphibien etc.) wandern entlang des Ufers. Durch Verrohrungen und Querbauwerke (Staustufen, Wehre, etc.) wird die Funktionsfähigkeit des Ökosystems gravierend beeinträchtigt. Das Gewässer wird zur Einbahnstraße, eine natürliche Selbstregeneration nach „Störfällen“ durch Wiederbesiedlung und der Austausch des Gewässers mit seinem natürlichem Umfeld ist nicht mehr möglich.

- **Störung der natürlichen Selbstregeneration**, Bildung von Inselbiotopen
- **Verlust gewässerbegleitender Biotope, Verlust der Artenvielfalt**



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.2: Wasserqualität (vereinfachte Untersuchung)

Allgemeine Hinweise

● Auswahl der Probestelle

Die Probestelle sollte:

- Repräsentativ für einen längeren Gewässerabschnitt sein
- Nicht im unmittelbaren Einflussbereich von Kläranlagen liegen (es sei denn, man möchte diesen Aspekt gezielt untersuchen).

● Zeitpunkt

Untersuchungen bei normalem Wasserstand (nicht bei Hochwasser) durchführen. Stärkere Regenfälle sollten mindestens 24 Stunden zurückliegen.

● Auswertung

Es wird kein Mittelwert gebildet, sondern jeder Parameter für sich ausgewertet. Entscheidend sind die Parameter, die mit Bewertungsstufe 3 bis 5 bewertet wurden, also das Qualitätsziel „mäßige Belastung“ überschritten haben und auf bestimmte Belastungen hinweisen. Näheres siehe Fragen zur Auswertung auf dem Bewertungsbogen.

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.2: Wasserqualität (vereinfachte Untersuchung)



11. Geruch mit Trinkwasserprobe vergleichen

1 nicht belastet / sehr gut	nahezu geruchlos, frisch
2 wenig belastet / gut	Geruch vorhanden, aber nicht unangenehm
3 mäßig belastet / mäßig	unangenehmer, muffiger Geruch; Schlammablagerungen können nach faulen Eiern (H ₂ S) riechen
4 kritisch belastet / unbefriedigend	unangenehmer, muffiger Geruch; Schlammablagerungen können nach faulen Eiern (H ₂ S) riechen
5 übermäßig belastet schlecht	unangenehmer, muffiger Geruch; Schlammablagerungen können nach faulen Eiern (H ₂ S) riechen

Erläuterungen zur Bewertung

Die Wasserprobe wird in ein weites Gefäß gefüllt (z.B. Marmeladenglas), beim Riechen muss die Probe hin- und hergeschüttelt werden. Als Vergleich wird eine mitgebrachte (geruchlose) Trinkwasserprobe herangezogen. Die Einschätzung des Parameters ist subjektiv, jedoch ein wichtiger Anhaltspunkt für mögliche Abwasserbelastung, die dann durch genauere chemische Untersuchungen festgestellt werden muss.



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.2: Wasserqualität (vereinfachte Untersuchung)

12. Farbe mit Trinkwasserprobe vor weißem Hintergrund vergleichen

1 nicht belastet / sehr gut	farblos, klar (schwach bräunliche Färbung durch Humusstoffe z.B. in Mooregebieten möglich)
2 wenig belastet / gut	leicht getrübt
3 mäßig belastet / mäßig	stärker getrübt oder grünlich verfärbt (durch fädige Grünalgen oder freischwebende Algen / Phytoplankton)
4 kritisch belastet / unbefriedigend	stärker getrübt oder grünlich verfärbt (durch fädige Grünalgen oder freischwebende Algen / Phytoplankton)
5 übermäßig belastet / schlecht	stärker getrübt oder grünlich verfärbt (durch fädige Grünalgen oder freischwebende Algen / Phytoplankton)

Erläuterungen zur Bewertung

Die Wasserprobe wird in ein durchsichtiges Gefäß (z.B. Marmeladenglas) gefüllt und zur Beurteilung vor einen weißen Hintergrund (z.B. ein Blatt Papier) gehalten und mit einer Trinkwasserprobe verglichen. Die Farbe gibt einen ersten, sehr einfach festzustellenden Hinweis auf starke Belastungen.

- **Trübe, milchige Verfärbung:** Abwasserbelastung
- **Braunfärbung** kann verschiedene Ursachen haben:
 - Kieselalgen (v.a. im Frühjahr und im Herbst), Hinweis auf Eutrophierung
 - Einträge/Bodenerosion aus landwirtschaftlichen Flächen (besonders ausgeprägt nach starken Regenfällen)
 - Huminstoffe, v.a. in walddreichen Gebieten, naturbedingt, keine Belastung (Bewertungsstufe 1) ansonsten Hinweis auf hohen Anteil biologisch gereinigten Abwassers
- **Grünfärbung** wird meist durch Grünalgen hervorgerufen und ist damit ein Hinweis auf Eutrophierung. Bei Verdacht auf planktische Algen lohnt es sich, die Probe zu mikroskopieren.

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.2: Wasserqualität (vereinfachte Untersuchung)



13. Steinoberseiten (Eutrophierungsneigung) Ist die Oberseite von Steinen oder von anderem Hartsubstrat von einem grün-braunen Algenrasen überzogen? (zunächst mit den Fingern fühlen und anschauen, eventuell Lupe zur Hilfe nehmen)
Achtung! Moose und Wasserpflanzen sind hier nicht gemeint.

1 nicht belastet / sehr gut	kein Algenrasen zu erkennen
2 wenig belastet / gut	Steine / Hartsubstrat vereinzelt (vor allem an sonnigen Stellen) von einem dünnen Algenfilm überzogen
3 mäßig belastet / mäßig	Steine / Hartsubstrat flächenhaft von grün-braunem Algenrasen überzogen; fädige Grünalgen im freien Wasser
4 kritisch belastet / unbefriedigend	Steine / Hartsubstrat flächenhaft von grün-braunem Algenrasen überzogen; fädige Grünalgen im freien Wasser
5 übermäßig belastet / schlecht	Steine / Hartsubstrat flächenhaft von grün-braunem Algenrasen überzogen; fädige Grünalgen im freien Wasser

Foto: T. Schmitt



Erläuterungen zur Bewertung

In unbelasteten Gewässern sind die Oberseiten von Hartsubstraten blank oder nur von sehr dünnen, filmartigen Belegen überzogen. In eutrophierten, d.h. nährstoffbelasteten Gewässern bildet sich vor allem auf Steinen und anderen Hartsubstraten Algenbewuchs, zunächst nur an besonnten Stellen, bei höherem Nährstoffangebot überall, d.h. auch an beschatteten Stellen und im freien Wasser.

Methode: Es sollten mindestens zwei Steine aus einem besonnten und zwei Steine aus einem beschatteten Bereich des Gewässerabschnittes auf ihren Bewuchs untersucht werden. Diesen erkennt man mit dem bloßen Auge, man kann ihn fühlen, oder evtl. eine Lupe zu Hilfe nehmen. Sind keine Steine vorhanden, müssen andere im Wasser befindlichen Hartsubstrate (Totholz, Beton, Blechdosen, etc.) untersucht werden. Notfalls können auch Steine ins Wasser gelegt und der sich einstellende Bewuchs nach einigen Tagen oder Wochen untersucht werden.

Ökologische Bedeutung

■ Folgen erhöhten Algenwachstums:

- Sauerstoffschwankungen (tags Übersättigung durch Photosynthese, nachts Untersättigung durch Dunkelatmung)
- pH-Schwankungen (durch Verschiebung des Kalk-Kohlensäuregleichgewichtes)
- Veränderung der Artenzusammensetzung (Verschiebung der Ernährungstypen zu Weidegängern/ Filtrierern).

Ursachen für Belastungen

Siehe auch ► ERLÄUTERUNGEN ZU PHOSPHAT (PARAMETER 22) SEITE 227



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.2: Wasserqualität (vereinfachte Untersuchung)

14. Steinunterseiten (Sauerstoff im Gewässerbett) Ist die Unterseite von Steinen oder anderen Hartsubstraten schwärzlich verfärbt? (Hinweis auf Sauerstoffmangel in der Gewässersohle)

1 nicht belastet / sehr gut	keine Verfärbung
2 wenig belastet / gut	Steinunterseiten nur in Stillwasserzonen mit Verfärbung
3 mäßig belastet / mäßig	Steinunterseiten überall mit grauer bis schwarzer Verfärbung
4 kritisch belastet / unbefriedigend	Steinunterseiten überall mit grauer bis schwarzer Verfärbung
5 übermäßig belastet / schlecht	Steinunterseiten überall mit grauer bis schwarzer Verfärbung



Foto: D. Borchardt

Erläuterungen zur Bewertung

Bei Abwesenheit von Sauerstoff im Gewässerbett entsteht ein niedriges bzw. negatives Redox-Potential. Dabei bilden sich Sulfide, insbesondere FeS, das schwarz gefärbt ist.
Methode: Es sollten mindesten zwei größere Steine aus dem Wasser genommen und die Verfärbung der Unterseiten betrachtet werden. Bei unterschiedlichen Strömungsverhältnissen muss darauf geachtet werden, dass je zwei Steine aus Stillwasser- und aus schneller fließenden Bereichen entnommen werden. Bei natürlich dunkel gefärbten Steinen (z.B. Basalt) muss genauer hingesehen werden, ob der Stein mit einem Belag überzogen ist („Fremdfärbung“). In Zweifelsfällen oder bei sandig-schlammigen Gewässern ohne Steine sollte eine Sedimentprobe (ca. 5 cm tief mit einer kleinen Schaufel o.ä. entnehmen) entnommen werden. Ist sie schwarz gefärbt und riecht sie außerdem nach Faulschlamm, ist dies ein sicherer Hinweis auf Sauerstoffmangel im Gewässerbett.

Ökologische Bedeutung

Zeitweiliger oder permanenter Sauerstoffmangel im Sediment hat weitreichende Folgen für das Fließgewässer und seine Biozönose:

- **Reproduktion von Boden- und Kieslaichern** (z.B. Forellen) **gefährdet**
- **Rückgang sauerstoffbedürftiger Makrobenthosarten** (Wirbellose des Gewässergrundes), z.B. Steinfliegen- und Eintagsfliegenlarven
- **Verschlechterung der Wasserqualität** durch Remobilisierung von P und von Schwermetallen aus dem Sediment.

Ursachen für Belastungen

- **Belastung mit organischen Stoffen** (Abwasser, Eintrag aus landwirtschaftlichen Flächen)
 Siehe auch ► ERLÄUTERUNGEN ZU SAUERSTOFF (PARAMETER 18) SEITE 226/237
- **Sekundärbelastung mit abgestorbenem Pflanzenmaterial** in eutrophierten Gewässern

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen



M 11.3: Wasserqualität (ausführliche Untersuchung chemisch-physikalisch Parameter)

Hinweise zur Durchführung - Material und Methoden

Die Untersuchung chemisch-physikalischer Parameter sollte nicht um ihrer selbst willen durchgeführt werden, sondern sollte immer problemorientiert erfolgen und letztlich nach dem Ausmaß und den Ursachen der Gewässerbelastung fragen. Nach einer vereinfachten Untersuchung der Wasserqualität (M 11.2) werden Hypothesen über die spezifischen Probleme und bestimmte belastende Inhaltsstoffe eines Gewässerabschnittes aufgestellt, die dann durch gezielte Untersuchungen überprüft werden. **Es müssen nicht alle aufgelisteten Parameter der Reihe nach gemessen werden, wichtiger ist es, aufgrund der Ergebnisse der Voruntersuchungen (M 11.2) eine begründete Auswahl zu treffen!** Hat sich beispielsweise gezeigt, dass das Gewässer Eutrophierungserscheinungen zeigt (Algenbelag auf Steinen, grünlich verfärbtes Wasser), sollten die Nährstoffe (Phosphat, Nitrat) sowie der Sauerstoffgehalt zu verschiedenen kritischen Tageszeiten (früher Morgen, früher Nachmittag) überprüft werden. Bei einem Fischsterben sollten die Nitrit- und Ammoniumbelastung, der pH-Wert und der Sauerstoffgehalt untersucht werden. Der Verdacht auf Einleitung ungereinigter Abwässer würde sich durch eine Erhöhung des Ammoniums und des BSB bestätigen lassen.

● Auswahl der Analysemethoden, Vorbereitung

Die geeigneten Analysemethoden sind zum einen handelsübliche Schnelltests, zum anderen transportable, digitale Messgeräte. In der Praxis haben sich die Schnelltests als einfache chemische Methode der Wasseruntersuchung für Laien bewährt. Sie lassen sich leicht im Freiland handhaben, in den Koffern sind alle erforderlichen Chemikalien sowie das entsprechende Zubehör enthalten. Ihre Genauigkeit ist natürlich begrenzt, reicht jedoch für die hier beschriebenen Zwecke aus. Zweckmäßigerweise legt man sich auf das Analysesystem eines Herstellers fest. Es ist darauf zu achten, dass ein Schnelltest zur Analyse von Gewässern handelt (es gibt auch welche zur Trinkwasser- oder Abwasseranalyse mit einem anderen Empfindlichkeitsbereich). Zur Bestimmung von Sauerstoffgehalt, Leitfähigkeit, pH-Wert und Temperatur gibt es mittlerweile gute digitale Feld-Messgeräte. Vor dem Arbeiten mit den Analysesätzen und Messgeräten sollte man sich mit deren Handhabung vertraut machen. Am besten ist es, sie vorher auszuprobieren und ihre Funktionsfähigkeit zu überprüfen, damit man im Freiland keine bösen Überraschungen erlebt. Es empfiehlt sich, die Gebrauchs- und Bedienungsanleitungen genau zu lesen und zu beachten.

● Räumliche und zeitliche Gültigkeit der Messungen

Chemische und physikalische Messergebnisse haben nur eine sehr enge zeitliche und räumliche Gültigkeit, d.h. sie geben lediglich den momentanen Zustand der Wasserqualität zum Zeitpunkt einer Messung an und gelten auch nur für die jeweilige Probestelle. Dies ist bei der Auswertung der Messergebnisse grundsätzlich zu beachten! Vergleichende Messungen an verschiedenen Tagen oder der Vergleich mit anderen Messwerten (z.B. aus amtlichen Gewässergütemessprogrammen) sind vorteilhaft.

● Zeitpunkt

Um repräsentative Messergebnisse zu bekommen, sollten die wasserchemischen Untersuchungen bei normalem Wasserstand (nicht bei Hochwasser) durchgeführt werden. Stärkere Regenfälle sollten mindestens 24 Stunden zurückliegen.

● Auswahl der Probestelle.

Die Probestelle sollte:

- Repräsentativ für einen längeren Gewässerabschnitt sein
- Gut zugänglich sein, um das Wasser aus der „fließenden Welle“ zu entnehmen
- Nicht im unmittelbaren Einflussbereich von Kläranlagen liegen (es sei denn, man möchte diesen Aspekt gezielt untersuchen).

Bei der Probenahme darauf achten, dass Ufer und Pflanzenbestände nicht beschädigt werden.

● Probenahme/Durchführung der Messung

Grundsätzlich muss zur Bestimmung der Wasserqualität das Wasser aus der „fließenden Welle“, d.h. aus der Mitte des Gewässers entnommen werden. Am Rand herrschen häufig Ausnahmbedingungen (z.B. geringere Fließgeschwindigkeiten, Ablagerung von Sedimenten, Erwärmungen mit entsprechenden Auswirkungen auf die örtliche Wasserbeschaffenheit). Für die Wasserentnahme verschleißbare Plastikflaschen verwenden. Die Flaschen bei der Probenahme entgegen der Fließrichtung schräg halten und verschließen. Soll die Probe transportiert werden, randvoll füllen und verschließen, gegebenenfalls kühlen (Kühltasche!). Details zur Probenahme und Durchführung der Messungen siehe Erläuterungen der Einzelparameter sowie Gebrauchs- und Bedienungsanleitungen der Messgeräte und Analysesätze. Da sich unter den Reagenzien stark ätzende und auch giftige Verbindungen befinden (z.B. Neßlers Reagenz bei der Ammoniumbestimmung), muss man bei der Benutzung die nötigen Vorsichtsmaßnahmen beachten (v.a. nicht essen!). Die mit Chemikalien versetzten Wasserproben dürfen nicht einfach ins Gelände geschüttet werden, sondern müssen in einer Plastikflasche gesammelt und sachgerecht entsorgt werden!

● Auswertung

Es wird kein Mittelwert gebildet, sondern jeder Parameter für sich ausgewertet. Entscheidend sind die Parameter, die schlechter als Bewertungsstufe 2 bewertet wurden, also auf bestimmte Belastungen hinweisen (Näheres siehe Fragen zur Auswertung auf dem Bewertungsbogen).



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.3: Wasserqualität (ausführliche Untersuchung)

15. Temperatur im Sommer

1 nicht belastet / sehr gut	< 18 °C
2 wenig belastet / gut	18 - 20 °C
3 mäßig belastet / mäßig	20 - 22 °C
4 kritisch belastet / unbefriedigend	20 - 24 °C
5 übermäßig belastet / schlecht	> 24 °C

Erläuterungen zur Bewertung

Die Temperatur ist von der Sonneneinstrahlung abhängig und ändert sich im Laufe des Tages und natürlich im Laufe des Jahres. Tageshöchstwerte sind in der Regel am frühen Nachmittag zu erwarten. Die angegebenen Werte geben das erreichbare Maximum an. Es ist daher im Sommer zu messen.

Methode: Die Temperatur sollte nach Möglichkeit in der fließenden Welle mit einem digitalen Messgerät festgestellt werden (die meisten Sauerstoff-, pH- und Leitfähigkeitsmessgeräte haben auch Temperaturfunktion). Bei der Verwendung eines Glasthermometers ist die Bruchgefahr im strömenden Wasser zu groß. Das Wasser muss deshalb mit einem Becher entnommen und die Temperatur sofort bestimmt werden.

Ökologische Bedeutung

Die Wassertemperatur ist ein Faktor, der nahezu alle physikalischen, chemischen und biologischen Vorgänge im Gewässer beeinflusst. Alle im Gewässer lebenden Organismen sind an einen bestimmten Temperaturbereich angepasst und können Schwankungen nur bis zu gewissen Graden vertragen. So sterben bestimmte Eintagsfliegen bereits bei Wassertemperaturen über 18°C, Bachforellen bei über 27°C, Karpfen vertragen dagegen Temperaturen über 35°C.

■ Folgen erhöhter Wassertemperatur:

- Abnahme der Löslichkeit von Gasen (insbesondere Sauerstoff)
- Zunahme des freien, fischgiftigen Ammoniaks (NH_3) gegenüber dem Ammonium (NH_4^+)
- Erhöhter Sauerstoffbedarf durch Zunahme der Aktivität und damit des Stoffumsatzes der Wasserorganismen, gesteigertes Wachstum der Wasserorganismen sowie die Beschleunigung der Abbauprozesse durch Mikroorganismen (z.B. Kohlenstoffabbau, Nitrifikation, Tensidabbau).

Ursachen für Belastungen

- **Einleitung von Abwasser sowie Brauch- und Kühlwasser** (Kläranlagen, Industriebetriebe, Kraftwerke)
- **Mangelnde Beschattung**, weil Uferbäume fehlen
- **Verringerte Fließgeschwindigkeit** durch Aufstau (z.B. an Wehren)

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.3: Wasserqualität (ausführliche Untersuchung)



16. pH-Wert Hinweis auf Versauerung bzw. Eutrophierung

1 nicht belastet / sehr gut	6,5 bis 8,0 (in Moorbächen natürlicherweise $\text{pH} < 6,5$)
2 wenig belastet / gut	6,0 bis 6,4 oder 8,1 bis 8,5
3 mäßig belastet / mäßig	5,5 bis 6,9 oder 8,6 bis 9,0
4 kritisch belastet / unbefriedigend	5,0 bis 5,4 oder 9,1 bis 9,5
5 übermäßig belastet / schlecht	$< 5,0$ oder $> 9,5$

Erläuterungen zur Bewertung

Der pH-Wert eines Gewässers liegt natürlicherweise zwischen 6,5 und 8,5 und wird vor allem durch die geologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet bestimmt. Ein natürlich erhöhter pH-Wert findet sich in Kalkbächen. In nährstoffbelasteten Gewässern ist ein erhöhter pH-Wert ein Sekundäreffekt der Eutrophierung (Störung des Kalk-Kohlensäuregleichgewichtes).

Das Problem der **Gewässerversauerung** betrifft vor allem auf den ersten Blick naturnah und unbelastet erscheinende Bäche in höheren, der Luftverschmutzung ausgesetzten Gebirgslagen, die gegenüber den sauren Niederschlägen wenig Puffervermögen aufweisen (z.B. Buntsandsteingebiete wie Kaufunger Wald, Hunsrück, Teile des Odenwaldes).

■ Erkennungsmerkmale versauerter Bäche:

- Verarmung, d.h. keine oder unerwartet wenige (säureresistente) Tierarten wie z.B. Steinfliegen
- glasklares Wasser (keine Algen und Wasserpflanzen)
- hohe Aluminiumkonzentrationen
- kein Phosphat (wird an Aluminium gebunden)

In versauerungsgefährdeten Gewässern sollte der pH-Wert mehrmals, vor allem im Frühjahr (nach der Schneeschmelze) gemessen werden.

Methode: Digitale Messgeräte sind einfach zu handhaben und bei vorheriger Eichung genau. Einen Anhalt dafür, ob ein ökologisch bedenklicher pH-Wert vorliegt, kann notfalls auch mit Hilfe von Indikatorpapier gewonnen werden.

Ökologische Bedeutung

Der pH-Wert beeinflusst direkt und indirekt zahlreiche chemische, physikalische und biologische Prozesse im Gewässer. So hängt die giftige Wirkung bestimmter Substanzen vom pH-Wert ab. Toxisch für Fische sind Werte < 4 bzw. > 10 , für Kleinlebewesen bereits Werte $< 5,5$. Gefährlich sind neben Extremwerten starke Schwankungen (Hemmung der Stoffwechselvorgänge, verminderte Selbstreinigung). Sie werden in eutrophierten Gewässern durch Störung des Kalk-Kohlensäuregleichgewichtes erreicht.



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.3: Wasserqualität (ausführliche Untersuchung)

■ Ökologische Bedeutung niedriger pH-Werte (Versauerung)

- Auflösung der kalkhaltigen Schalen von Muscheln, Schnecken und Krebstieren, Störung der Ionenregulation
- Giftwirkung bestimmter Substanzen (Nitrit, Phenole) wird verstärkt
- Eingeschränkte Nutzung u.a. wegen toxischer Aluminium-Konzentrationen (Grenzwert Trinkwasser 200 mg/l Al, deshalb Schließung von Brunnen in versauerten Gebieten)
- Zusammenbruch der Primärproduktion (keine Algen und Wasserpflanzen), da P und CO₂ fehlen (P wird durch Al gebunden, CO₂ gast aus)

■ Ökologische Bedeutung erhöhter pH-Werte

- Das Dissoziationsverhältnis zwischen Ammonium und Ammoniak verschiebt sich zugunsten des toxischen Ammoniaks (Folgen siehe dort).

Ursachen für Belastungen

- direkt über **Luftverunreinigungen** (saurer Regen),
- in eutrophierten Gewässern indirekt über **mikrobielle oder pflanzliche Umsetzungen von Wasserinhaltsstoffen** (Störung des Kalk-Kohlensäuregleichgewichtes)

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.3: Wasserqualität (ausführliche Untersuchung)



17. Leitfähigkeit Hinweis auf Ionenbelastung allgemein, Versalzung im besonderen (Geologie des Einzugsgebietes berücksichtigen)

1 nicht belastet / sehr gut	< 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$
2 wenig belastet / gut	301 bis 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$
3 mäßig belastet / mäßig	501 bis 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$
4 kritisch belastet / unbefriedigend	701 bis 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$
5 übermäßig belastet / schlecht	> 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Achtung! In Kalkbächen natürlicherweise bis 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$)

Erläuterungen zur Bewertung

Die Leitfähigkeit ist der reziproke Wert des elektrischen Widerstandes. Weil die Höhe des Wertes temperaturabhängig ist, sollte mit einem digitalen Messgerät mit Temperaturkompensation gemessen werden. Die elektrische Leitfähigkeit ist zwar ein leicht zu bestimmendes **Maß für den Gesamt-Ionen (= Salz)-Gehalt** eines Gewässers; um welche Ionen es sich handelt, wird dabei jedoch nicht festgestellt, so dass der Parameter nur bedingt für eine Bewertung der Wasserqualität herangezogen werden kann. Insbesondere müssen die geologischen Verhältnisse (Gesteinstypen) des Einzugsgebiets berücksichtigt werden. Für den ganz überwiegenden Teil Hessens sind die angegebenen Bewertungsklassen gültig, nur in Gebieten mit Carbonatgestein (Kalkbäche in Teilen der Rhön, Kalkgebiete Nordhessens) werden natürlicherweise 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ erreicht.

■ Vergleichswerte

- 10-100 $\mu\text{S}/\text{cm}$: Quellwasser aus Granit oder Buntsandstein
- 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$: Grenzwert für Bewässerungszwecke (darüber Versalzungsgefahr)
- bis 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$: Kalkquellen, Kalkbäche; kommunales Abwasser
- 50.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$: Meerwasser

Ökologische Bedeutung

Salz besteht aus unterschiedlichen Komponenten. Die Salzbelastung von Fließgewässern ist meist auf folgende Stoffe zurückzuführen: Natrium, Calcium, Magnesium, Kalium, Chlorid, Sulfat, Hydrogencarbonat, Karbonat, Nitrat. Die ökologische Bedeutung sowie Schadwirkung dieser Salze ist sehr unterschiedlich und konzentrationsabhängig. Grundsätzlich sind bestimmte Salze für physiologische Prozesse lebensnotwendig. Allgemein reagieren Pflanzen empfindlicher auf Salze als Tiere.

■ Folgen erhöhter Salzkonzentrationen

- Veränderung bzw. Verarmung der Artenzusammensetzung
- Einschränkung der Nutzung (Bewässerung, Trinkwassergewinnung)

Ursachen für Belastungen

- Salzableitungen aus Industrie und Bergbau
- Streusalz im Winter



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.3: Wasserqualität (ausführliche Untersuchung)

18. Sauerstoff Untersättigung = Hinweis auf organische Belastung
 Übersättigung = Hinweis auf Eutrophierung

1 nicht belastet / sehr gut	91 bis 110 % Sättigung
2 wenig belastet / gut	81 bis 90 oder 111 bis 120 % Sättigung
3 mäßig belastet / mäßig	71 bis 80 oder 121 bis 130 % Sättigung
4 kritisch belastet / unbefriedigend	60 bis 70 oder 131 bis 140 % Sättigung
5 übermäßig belastet / schlecht	< 60 oder > 140 % Sättigung

Erläuterungen zur Bewertung

Zur Beurteilung der Sauerstoffverhältnisse eines Gewässers ist ein Einzelwert unzureichend und kann zu Fehleinschätzungen führen, denn der Sauerstoffgehalt ist v.a. in eutrophierten Fließgewässern mehr oder minder starken Tagesschwankungen unterworfen (s.u.), da er von verschiedenen physikalischen und biologischen Prozessen bestimmt wird, die einander überlagern:

- **Sauerstoffanreicherung aus der Luft.** Der physikalisch bedingte Sauerstoffaustausch zwischen Wasser und Luft ist abhängig von der Sauerstoffsättigung des Wassers, der Temperatur und den Turbulenzen des Gewässers. In reich strukturierten, flachen Bächen ist sie besonders hoch.
- **Sauerstoffanreicherung durch Photosynthese** von Algen und Wasserpflanzen. Sie findet nur tagsüber statt und ist abhängig von der Sonneneinstrahlung. Deshalb verändert sich in eutrophierten Gewässern mit reichem Pflanzenwuchs der Sauerstoffgehalt im Laufe des Tages.
- **Sauerstoffzehrung** durch Abbau von organischer Substanz durch Bakterien. Weil sie von der Menge an abbaubarem Material abhängt, ist sie in abwasserbelasteten Gewässern besonders hoch. Auch der Abbau von toten Tieren, Laub und Holz im Gewässer sowie die Atmung der Organismen verbraucht Sauerstoff.

Wesentlich für eine Bewertung sind die täglichen Extremwerte, die vor allem am späten Nachmittag und in den frühen Morgenstunden (vor Sonnenaufgang) auftreten. Zur Beurteilung einer Einzelmessung sind Angaben über Tageszeit und Pflanzenbewuchs der Probestelle von großer Bedeutung. Aussagekräftiger ist die Messung von Tagesgängen: Starke Amplituden (nachts Untersättigung, tagsüber Übersättigung) deuten auf Eutrophierung hin.

Methode: Die Messung mit einem digitalen Messgerät ist einer Schnelltestanalyse vorzuziehen, da mit der Elektrode direkt im Gewässer an verschiedenen Stellen gemessen werden kann. So entfallen die bei einer chemischen Analyse immer wieder auftretenden Verfälschungen durch Zeitverzögerungen und Vermischungen bei der Probenahme. Außerdem nehmen die Messgeräte gleichzeitig eine Temperaturkompensation vor und es lassen sich sowohl die Sauerstoffsättigung als auch die Konzentration ablesen. Da der Sauerstoffgehalt druck- und temperaturabhängig ist, ist die Angabe der Sauerstoffsättigung aussagekräftiger als die der Konzentration.

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.3: Wasserqualität (ausführliche Untersuchung)



Ökologische Bedeutung

Die Sauerstoffverhältnisse im Fließgewässer sind der entscheidende Überlebensfaktor für alle höheren Gewässerorganismen, wobei der Sauerstoffbedarf artspezifisch sehr unterschiedlich sein kann. Anaerobe Zustände im Gewässer können nur Mikroorganismen (Anaerobier) überleben.

■ Folgen der Sauerstoffuntersättigung

- Absterben von Organismen
- Zunahme anaerober Stoffwechselfvorgänge durch Mikroorganismen, die z.T. Toxine erzeugen

■ Folgen der Sauerstoffübersättigung

- Gasblasenkrankheit von Fischen

Ursachen für Belastungen

- **Belastung mit organischen Stoffen** (Abwasser, Eintrag aus landwirtschaftlichen Flächen)
- Eutrophierung, d.h. erhöhtes Algen- und Pflanzenwachstum infolge von **Nährstoffbelastung**



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.3: Wasserqualität (ausführliche Untersuchung)

19. Ammonium-Stickstoff (NH₄-N) Hinweis auf vor kurzer Zeit erfolgte Fäkalienbelastung (Abwasser, Gülle); Eutrophierungsgefahr, akute Toxizität

1 nicht belastet / sehr gut	< 0,04 mg/l (in Moorbächen natürlicherweise bis 1 mg/l)
2 wenig belastet / gut	0,05 bis 0,3 mg/l
3 mäßig belastet / mäßig	0,31 bis 0,6 mg/l
4 kritisch belastet / unbefriedigend	0,7 bis 1,2 mg/l
5 übermäßig belastet / schlecht	> 1,2 mg/l

Erläuterungen zur Bewertung

Ammonium entsteht im Gewässer durch den mikrobiellen Abbau von eingeleiteten stickstoffhaltigen Substanzen (z.B. Proteine, Aminosäuren, Harnstoff). Weil Ammonium im Rahmen des Stickstoffkreislaufes auch von natürlich entstandener Biomasse ständig freigesetzt wird, ist es auch in unbelasteten Gewässern in geringen Mengen vorhanden.

Methode: handelsübliche Schnelltests.

Umrechnung: 1 mg NH₄⁺ entspricht 0,778 mg NH₄⁺-N.

Ökologische Bedeutung

Neben der Eutrophierungsgefahr ist die besondere Problematik höherer Ammoniumbelastung die Gefahr der Ammoniakbildung (NH₃), denn bei steigendem pH-Wert (über 7) und steigender Temperatur verschiebt sich das Dissoziationsgleichgewicht zwischen Ammonium und Ammoniak zugunsten des toxischen Ammoniaks. Da Ammonium im Gewässer durch Mikroorganismen über Nitrit zu Nitrat oxidiert wird, können hohe Ammoniumeinträge den Sauerstoffhaushalt des Gewässers belasten.

■ Folgen hoher Ammoniumbelastung:

- Ammoniak (NH₃) ist giftig (Nervengift). Tödliche Konzentrationen für Fischbrut ab 0,2 mg/l NH₃-N, für Forellen ab 0,6 mg/l NH₃-N
- Ammonium (NH₄) ist Pflanzennährstoff, d.h. Ammoniumbelastung trägt zur Eutrophierung bei
- Gefahr von Sauerstoffdefiziten bei der Nitrifikation (zur Oxidation von 1 mg NH₄ zu NO₃ werden 4,57 mg O₂ verbraucht!).

Ursachen für Belastungen

- Abwasser aus kommunalen Kläranlagen
- Abwasser aus Kanalisationen (Regenüberläufe, Mischwassereinleitungen)
- Eintrag aus landwirtschaftlichen Flächen (Gülle)
- Industrieabwasser (Düngemittel- und Lebensmittelhersteller, chemische Industrie)
- Niederschläge

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.3: Wasserqualität (ausführliche Untersuchung)



20. Nitrit-Stickstoff Hinweis auf Fäkalienbelastung (Abwasser, Gülle);
Fischgift, Eutrophierungsgefahr

1	nicht belastet / sehr gut	< 0,01 mg/l
2	wenig belastet / gut	0,02 bis 0,1 mg/l
3	mäßig belastet / mäßig	0,11 bis 0,2 mg/l
4	kritisch belastet / unbefriedigend	0,21 bis 0,4 mg/l
5	übermäßig belastet / schlecht	> 0,4 mg/l

Erläuterungen zur Bewertung

Nitrit entsteht im Gewässer als kurzes Zwischenprodukt bei der Nitrifikation des Ammoniums zu Nitrat. Weil Nitrit gleich weiteroxidiert wird, ist es normalerweise nur in Spuren vorhanden. Bei sprunghaft ansteigender NH_4 -Konzentration, erhöhtem pH-Wert sowie erhöhter Temperatur können jedoch leicht höhere Konzentrationen erreicht werden. Wegen seiner Giftigkeit für Fische sollte es immer mit erfasst werden.

Methode: handelsübliche Schnelltests.

Umrechnung: 1 mg NO_2 entspricht 0,304 mg $\text{NO}_2\text{-N}$.

Ökologische Bedeutung

Durch Nitrit wird der rote Blutfarbstoff Hämoglobin zu Methämoglobin oxidiert, ein Sauerstofftransport im Blut ist nicht mehr möglich. Im Gewässer ist es daher besonders für Fische gefährlich. Die Giftigkeit des Nitrits ist zum einen von abiotischen Faktoren (pH-Wert, Temperatur, Sauerstoff, Chloridgehalt, Wasserhärte) zum andern von der Fischart, dem Alter und der Akklimation abhängig.

Ursachen für Belastungen

- **Abwasser aus kommunalen Kläranlagen und Kanalisation** (Regenüberläufe, Mischwassereinleitungen)
- **Industrieabwasser** (Düngemittel- und Lebensmittelhersteller, chemische Industrie)
- **Eintrag aus landwirtschaftlichen Flächen**
- Entstehung im Gewässer durch **unvollständige Nitrifikation**



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.3: Wasserqualität (ausführliche Untersuchung)

21. Nitrat-Stickstoff (NO₂-N)

Hinweis auf weiter zurückliegende Fäkalienbelastung (Abwasser, Gülle);
Eutrophierungsgefahr

1 nicht belastet / sehr gut	< 1 mg/l
2 wenig belastet / gut	1,1 bis 2,5 mg/l
3 mäßig belastet / mäßig	2,6 bis 5,0 mg/l
4 kritisch belastet / unbefriedigend	5,1 bis 10 mg/l
5 übermäßig belastet / schlecht	> 10 mg/l

Erläuterungen zur Bewertung

Nitrat ist die höchste Oxidationsstufe des Stickstoffkreislaufes im Gewässer und spielt daher die zahlenmäßig größte Rolle in der Stickstoffbilanz.

Methode: handelsübliche Schnelltests.

Umrechnung: 1 mg NO₃⁻ entspricht 0,226 mg NO₃-N.

Ökologische Bedeutung

Auch in höheren Konzentrationen keine schädigende Wirkung auf Wasserorganismen. Als Pflanzennährstoff ist er so reichlich vorhanden, dass er im Gegensatz zu Phosphat nicht limitierend wirkt.

■ Folgen erhöhter Nitratbelastung

- verstärktes Pflanzenwachstum, Eutrophierungsgefahr
- Einschränkung der Nutzung (Trinkwassergewinnung)

Ursachen für Belastungen

- **Eintrag aus landwirtschaftlichen Flächen, auch über Grundwasser** (Gülle und organischer Dünger)
- **Abwassereinleitungen aus kommunalen Kläranlagen**
- **Kanalisation** (Regenüberläufe, Mischwassereinleitungen) N-Austrag überwiegend als NH₄
- Im Gewässer durch **Nitrifikation**
- **Industrieabwasser** (Metallverarbeitende Industrie, Dünge- und Lebensmittelhersteller, chemische Industrie)

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.3: Wasserqualität (ausführliche Untersuchung)



22. Phosphat-Phosphor (PO₄-P) Hinweis auf Belastung mit Abwasser und / oder anorganischen Düngemitteln; Eutrophierungsgefahr

1	nicht belastet / sehr gut	< 0,02 mg/l
2	wenig belastet / gut	0,03 bis 0,1 mg/l
3	mäßig belastet / mäßig	0,11 bis 0,2 mg/l
4	kritisch belastet / unbefriedigend	0,21 bis 0,4 mg/l
5	übermäßig belastet / schlecht	> 0,4 mg/l

Erläuterungen zur Bewertung Phosphat kommt in Gewässern gelöst und partikulär in organischen und anorganischen Verbindungen vor. In natürlichen Gewässern ist Phosphat nur in Spuren vorhanden.

Methode: handelsübliche Schnelltests.

Umrechnung: 1 mg PO₄ entspricht 0,326 mg PO₄ -P.

Ökologische Bedeutung Phosphat ist der limitierende Faktor (Minimumfaktor) für das Pflanzenwachstum in Fließgewässern (Algenblüten, Verkrautung) und daher die entscheidende Ursache für die Eutrophierung.

Ursachen für Belastungen

- **Abwasser aus kommunalen Kläranlagen und Kanalisationen** (Regenüberläufe, Mischwasser-einleitungen), wobei die Belastung vornehmlich aus Fäkalien stammt, die Phosphatbelastung aus Waschmitteln ist durch den Einsatz von Ersatzstoffen stark zurückgegangen
- **Einträge aus landwirtschaftlichen Flächen** (Bodenerosion)
- **Einträge über Niederschläge**
- **Industrieabwasser** (Düngemittel- und Lebensmittelhersteller, chemische Industrie)



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.3: Wasserqualität (ausführliche Untersuchung)

23. Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB₅) Hinweis auf Belastung mit sauerstoffzehrenden Stoffen; organische Belastung

1 nicht belastet / sehr gut	< 1 mg/l O ₂
2 wenig belastet / gut	1,0 bis 3,0 mg/l O ₂
3 mäßig belastet / mäßig	3,1 bis 5,0 mg/l O ₂
4 kritisch belastet / unbefriedigend	5,1 bis 10 mg/l O ₂
5 übermäßig belastet / schlecht	> 10 mg/l O ₂

Erläuterungen zur Bewertung

Der BSB₅ gibt an, wie viel Sauerstoff in 5 Tagen benötigt wurde, um die organischen Stoffe im Wasser abzubauen. Der BSB ist der entscheidende Parameter zur Beschreibung der Belastung eines Fließgewässers mit sauerstoffzehrenden, biologisch leicht abbaubaren Stoffen. Er gehört seit Jahrzehnten zur Beurteilung der Gewässerbelastung und ist fester Bestandteil für die Bemessung und Beurteilung von Kläranlagen.

Methode: Für die Bestimmung des BSB muss eine Wasserprobe aus der fließenden Welle entnommen, der momentane Sauerstoffgehalt mit einem digitalen Messgerät bestimmt und dann die verschlossene Probe ins Labor transportiert werden. Wichtig ist, die Probe lichtdicht zu verschließen (z.B. durch eine Umhüllung der Flasche mit Alufolie), damit die evtl. Sauerstoffproduktion von Algen die Messung nicht verfälscht. Nach 5 Tagen im Dunkeln bei gleichbleibender Temperatur (ca. 20 °C) wird noch einmal der Sauerstoffgehalt bestimmt. Die Differenz entspricht dem BSB₅. Für eine einfache Beurteilung kann auch der BSB₂ nach zwei Tagen erhoben werden.

$$\text{BSB}_5 \text{ (in mg/l)} = (\text{O}_2\text{-Konzentration bei Probenahme}) - (\text{O}_2\text{-Konzentration nach 5 Tagen})$$

Ökologische Bedeutung

Die Sauerstoffverhältnisse im Fließgewässer sind der entscheidende Überlebensfaktor für alle höheren Gewässerorganismen, wobei der Sauerstoffbedarf artspezifisch sehr unterschiedlich sein kann. Anaerobe Zustände im Gewässer können nur bestimmte Mikroorganismen (Anaerobier) überleben.

Sauerstoffmangel führt zum Absterben von höheren Organismen und zur Zunahme anaerober Stoffwechselvorgänge durch Mikroorganismen, die z.T. Toxine erzeugen.

Ursachen für Belastungen

Nicht oder unzureichend gereinigtes organisches Abwasser aus Kanalisationseinleitungen oder schlecht funktionierenden Kläranlagen.

Erläuterungen zu den Bewertungsbögen



M 11.4: Biologische Gewässergüte

Erläuterungen zur Erhebung und Auswertung

● Zeitpunkt

Die Biologische Gewässeruntersuchung sollte nach Möglichkeit im Frühjahr (März bis Mai) durchgeführt werden. Zu diesen Zeiten befinden sich die meisten Wasserinsektenlarven im Gewässer und das Ufer ist noch leicht zugänglich. Spätere Untersuchungen sind möglich, doch sind die genannten Einschränkungen zu berücksichtigen.

● Auswahl der Probestelle

Die Probestelle sollte

- repräsentativ für einen längeren Gewässerabschnitt sein
 - alle gewässertypischen Substrate enthalten (Kies, Steine, Schlamm, Totholz/Blätter)
 - nicht im gestauten Bereich eines Gewässers, unter einer Brücke oder nach einer Verrohrung liegen.
- Stehende Gewässer lassen sich nach dieser Methode nicht bewerten!

● Fehlerquellen

- Um repräsentative Ergebnisse zu bekommen, sollte nur bei normalem Wasserstand gesammelt, starke Regenfälle sollten 24 Stunden zurückliegen (bei Hochwasser werden viele Tiere verdriftet).
- In technische ausgebauten Gewässern kann das Ergebnis der biologischen Untersuchungen trotz sichtbar guter Wasserbeschaffenheit stark beeinträchtigt sein. Bestimmte Indikatororganismen fehlen hier, weil sie keine geeigneten natürlichen Lebensräume vorfinden, nicht jedoch wegen der schlechten Wasserqualität.
- Wird die biologische Untersuchung nur an Ruhigwasserstellen durchgeführt, kann das Ergebnis schlechter sein als in der Strömung; werden nur Steine untersucht, wird das Ergebnis künstlich verbessert, weil die „Schmutzfinken“ nicht erfasst werden. Also: Immer alle Substrattypen untersuchen!
- jahreszeitlich bedingt können bestimmte Organismen fehlen (z.B. schon geschlüpfte Insektenlarven).

● Aufsammeln der Tiere

Zur Biologischen Gewässergütebestimmung wird das sog. Makrozoobenthos, das heißt die mit bloßem Auge erkennbaren wirbellosen Tiere des Gewässergrundes, herangezogen. Man findet die Insektenlarven, Schnecken, Kleinkrebse usw. vor allem an oder unter Steinen, im Schlamm oder an Wasserpflanzen. Es ist darauf zu achten, dass alle vorhandenen Substrate (Sand, Kies, Steine, Schlamm, Totholz, etc.) nach Tieren abgesucht werden, da in den einzelnen Substraten sehr unterschiedliche Arten vorkommen.

Zu empfehlen ist folgendes Vorgehen:

- 5x im Wasserpflanzenbestand keschern
- 5x Feinsubstrat (Kies, Sand, Schlamm) sieben („Goldwaschen“)
- 10 Steine aufnehmen und alle Seiten nach Tieren absuchen (möglichst schnell hochnehmen, damit keine Tiere herunterfallen oder fortgespült werden!)
- 3 Totholzanschwemmungen bzw. Laubpackungen durchsuchen.

Die Tiere werden sehr vorsichtig mit Pinsel oder Federstahlpinzette aufgenommen und zum Bestimmen in Weißschalen überführt. Tiere nach dem Bestimmen ins Wasser zurücksetzen!

● Bestimmen der Tiere

Die Bestimmung nach ► M 11.5 ist so angelegt, dass sie im Freien mit einer Lupe möglich ist. Deshalb werden die Tiere auch nur in größere Gruppen, nach einfachen optischen Merkmalen zugeordnet. Für eine genauere Bestimmung sind SCHWAB (1995) und GRAW (2001) geeignet.

● Auswertung

Vor allem in Gewässern, deren Verschmutzung im mittleren Bereich liegt, lassen sich an einer Probestelle nicht nur ausschließlich Tiere einer einzigen Güteklasse finden, sondern es kommen nebeneinander „Arten“ vor, die von ihrem Zeigerwert (= Saprobiewert) anderen Gewässergüteklassen zuzuordnen sind. Deshalb muss neben dem Saprobiewert auch die Anzahl der Tiere berücksichtigt werden. Sie geht in die Formel zur Berechnung der Biologischen Gewässergüte mit ein. Bei Massenaufkommen reicht es, die Individuen bis ungefähr 150 auszuzählen.

● Zur Auswahl der „Indikatorarten“

Zur Gewässergütebestimmung werden nur Tiere herangezogen, die relativ leicht zu bestimmen sind, typisch für ihre jeweilige Gewässergüteklasse sind und dort relativ häufig vorkommen. Andere gefundene Tiere sollten der Vollständigkeit halber mit aufgeführt werden, sie gehen jedoch nicht in die Gewässergütebestimmung ein, weil sie schwer zu bestimmen sind oder ein zu großes Toleranzspektrum gegenüber der Wasserqualität haben, d.h. in sauberem und verschmutztem Wasser gleichermaßen vorkommen.



Erläuterungen zu den Bewertungsbögen

M 11.4: Biologische Gewässergüte

24. Wirbellose Tiere Biologische Gewässergüte

1 nicht belastet / sehr gut	1,0 bis 1,4
2 wenig belastet / gut	1,5 bis 2,2
3 mäßig belastet / mäßig	2,3 bis 2,6
4 kritisch belastet / unbefriedigend	2,7 bis 3,1
5 übermäßig belastet / schlecht	3,2 bis 4,0

Ökologische Bedeutung

Der Saprobienindex weist in erster Linie auf die Belastung eines Fließgewässers mit sauerstoffzehrenden, biologisch leicht abbaubaren Stoffen hin. Darüber hinaus gibt das Arteninventar auch wichtige Auskünfte über den gesamtökologischen Zustand des Gewässerabschnittes. So ist ein natürliches Artenspektrum nur in Gewässern zu erwarten, die auch eine naturnahe, vielfältige Gewässerstruktur aufweisen. Ein geringes Artenspektrum trotz guter Gewässerstruktur und guter Wasserqualität kann auf länger zurückliegende Verunreinigungen hinweisen. Auch in versauerten Gewässern sowie beim Vorhandensein bestimmter toxischer Stoffe ist eine biologische Verarmung zu beobachten..

Ursachen für Belastungen

- Nicht oder unzureichend gereinigtes (organisches) Abwasser aus Kanalisationseinleitungen oder schlecht funktionierenden Kläranlagen, Klärgruben oder Gewerbebetrieben.
- Naturferne Gewässerstrukturen
- Giftstoffe z.B. aus Industrie oder intensiver Landwirtschaft

Bewertungsbögen zusammengestellt nach:

BORCHARDT, D.; SCHMIDT, T. (1997): Leitfaden für das Erkennen ökologisch kritischer Gewässerbelastungen durch Abwassereinleitungen. Hrsg. Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit. Wiesbaden.

DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU (DWWK) (1996): Fluß und Landschaft – Ökologische Entwicklungskonzepte. Merkblatt 240/1996. Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser. Bonn.

HAMM, A. (Hrsg.) (1991): Studie über Wirkungswerte und Qualitätsziele für Nährstoffe in Fließgewässern; Academia Verlag. St. Augustin.

LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER LAWVA (Hrsg.) (1998): Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland. Chemische Gewässergütequalifikation. Kulturbuchverlag. Berlin

LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER LAWVA (2000): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland. Kulturbuchverlag. Berlin.

REGIERUNGSPRÄSIDIUM GIESSEN (Hrsg.) (1994): Modellhafte Erarbeitung eines ökologisch begründeten Sanierungskonzeptes für kleine Fließgewässer am Beispiel der Lahn. Abschlussbericht. Gießen.

