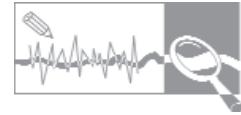


Ökologische Bewertung eines Baches



		Klasse 5 bis 7	Klasse 8 bis 10	Klasse 11 bis 13	Projektunterricht Freilandarbeit	Biologie	Chemie	Erkunde	Politik und Wirtschaft	Geschichte	Deutsch	Kunst/Werken
Lehrerinformationen und Schülermaterial												
11.1 Gewässerstruktur und Gewässerumfeld	▶ 190	▶ ● ●	▶ ● ●	▶ ● ●	● ●	● - ●	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
11.2 Wasserqualität – Vereinfachte Untersuchung	▶ 192	▶ ● ●	▶ ● ●	▶ ● ●	● ●	● ● ●	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
11.3 Wasserqualität – Chemische und physikalische Parameter	▶ 194	- - ●	- - ●	- - ●	● ●	● ●	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
11.4 Biologische Gewässergüte	▶ 196	▶ ● ●	▶ ● ●	▶ ● ●	● ●	● - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
11.5 Bestimmungsschlüssel	▶ 198	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ●	● - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
11.6 Zusammenfassung der Ergebnisse – Vereinfachte Untersuchung	▶ 199	▶ ● -	▶ ● -	▶ ● -	● -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
11.7 Zusammenfassung der Ergebnisse – Ausführliche Untersuchung	▶ 200	- - ●	- - ●	- - ●	● -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
11.8 Projektbericht – Ökologische Bewertung eines Baches	▶ 201	- - ●	- - ●	- - ●	● -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -



- ▶ M 11.1
- ▶ M 11.2
- ▶ M 11.3
- ▶ M 11.4

Ökologische Bewertung eines Baches

Hinweise zum Umgang mit den Bewertungsbögen

Aus den vorgestellten amtlichen Verfahren zur Gewässergütebewertung wurde ein vereinfachtes Bewertungsverfahren entwickelt, nach dem Schülerinnen und Schüler den ökologischen Zustand eines kleineren Fließgewässers (bis ca. 10 m Breite) abschätzen können. Sie bekommen Hinweise auf mögliche Belastungen und können feststellen, ob die Belastungen noch „im grünen Bereich“ liegen und das Gewässer ökologisch intakt ist oder ob die ökologische Funktionsfähigkeit in Gefahr ist und damit ein nicht akzeptabler, verbesserungsbedürftiger Zustand vorliegt.

In Anlehnung an die EU-Wasserrahmenrichtlinie (▶ KAP. 10-1) wurden die sieben amtlichen Bewertungsstufen auf fünf reduziert. So sind die Schülerergebnisse über die analoge, sehr anschauliche Farbuordnung mit der amtlichen Gewässergütebewertung vergleichbar.

Aussagekraft der vier Bewertungsstufen

Bewertungsstufen 1 und 2



- ökologisch intaktes Gewässer
- kein Handlungsbedarf
- das (gesetzliche) Qualitätsziel wird eingehalten

Bewertungsstufen 3 bis 5



- das Gewässer ist belastet
- Handlungsbedarf
- das (gesetzliche) Qualitätsziel wird nicht eingehalten

Die ökologische Bewertung erfolgt anhand von 4 verschiedenen Bewertungsbögen, die grundsätzlich wie einzelne Bausteine je nach Lerngruppe, Klassenstufe, individuellem Lernziel und Rahmenbedingungen (Zeitraumen, örtlichen Gegebenheiten) verwendet werden können.

- Gewässerstruktur und Gewässerumfeld ▶ M 11.1
- Wasserqualität (vereinfachte Untersuchung) ▶ M 11.2
- Wasserqualität (physikalisch-chemisch) ▶ M 11.3
- Biologische Gewässergüte ▶ M 11.4

In den Bewertungsbögen werden insgesamt 24 Parameter abgefragt, die in ▶ KAPITEL 12 ausführlich erklärt sind (Hinweise zur Erhebung, Methoden, ökologische Bedeutung des Parameters, Fotos). Diese Erläuterungen sollten bei der Freilandarbeit immer mitgenommen werden. Sie helfen den Schülerinnen und Schülern bei Unklarheiten weiter.

Mit den Bewertungsbögen können Mittelgebirgsbäche von etwa 0,5 bis 10 m Breite ökologisch bewertet werden. Für größere Flüsse oder kleinere (Quell-)Rinnsale sind die Bewertungskriterien so nicht gültig und würden falsche Ergebnisse liefern.

Gleiches gilt für Bergbäche und Tieflandbäche. Der Grund ist die typologische Vielfalt der Fließgewässer, die u.a. abhängig ist von der Wassermenge und den geographischen Merkmalen des Einzugsgebietes.

Außerdem ist zu beachten:

Es gibt keine Gesamtnote „Ökologische Gewässergüte“.

Jeder Bewertungsbogen liefert ein eigenständiges Ergebnis.

Die Einzelergebnisse werden in eine „Bewertungs-sonne“ (▶ M 11.6 und ▶ M 11.7) eingetragen, die ein zusammenfassendes, differenziertes Bild des ökologischen Zustands des Bachabschnittes gibt.

Das Bewertungsverfahren ist im doppelten Sinne ganzheitlich: Es bezieht sich auf alle „Dimensionen“ des Ökosystems Fließgewässer (Gewässerstruktur, Wasserqualität und Lebensgemeinschaften) und ermöglicht gleichzeitig ganzheitliches Lernen.

Ökologische Bewertung eines Baches

Hinweise zum Umgang mit den Bewertungsbögen



Welcher Bewertungsbogen in welcher Altersstufe?

Im Sinne der Ganzheitlichkeit sollten alle drei Aspekte (Gewässerstruktur, Wasserqualität und Biologische Gewässergüte) beginnend mit dem äußeren Erscheinungsbild des Baches bearbeitet werden. Ein aussagekräftiges Ergebnis ist auch ohne physikalisch-chemische Untersuchungen möglich.

Als Unterrichtsform eignet sich besonders Projektunterricht. In der Oberstufe kann im Rahmen von kursbegleitenden, individuellen Fach- oder Projektarbeiten auch ein ganzer Bach bewertet werden.

Klasse 5-6

Eine echte Gewässergütebestimmung anhand der Bewertungsbögen ist mit jüngeren Schülerinnen und Schülern wenig sinnvoll, vielmehr sollte die (spielerische) Erkundung der Besonderheiten eines Baches im Vordergrund stehen. ► M 1.2 BIS 1.4

Die Einordnung der biologischen Gewässergüte – ohne die Berechnung des Saprobienindex durchzuführen – ist möglich, wenn die im Bach gefundenen Tiere (► M 2.1 KLEINLEBENSÄUERE IM BACH) bestimmt und nach ihrem Zeigerwert einer der vier Güteklassen zugeordnet werden (► M 11.5 BESTIMMUNGSSCHLÜSSEL). Die Güteklasse mit den meisten Tieren entspricht in etwa der Güteklasse des Bachabschnittes.

Klasse 7-10

- Gewässerstruktur und Gewässerumfeld ► M 11.1
- Wasserqualität (vereinfachte Untersuchung) ► M 11.2
- Biologische Gewässergüte ► M 11.4
- Auswertung ► M 11.6

Klasse 10-13

- Gewässerstruktur und Gewässerumfeld ► M 11.1
- Wasserqualität (vereinfachte Untersuchung) ► M 11.2
- Wasserqualität (physikalisch-chemisch) ► M 11.3
- Biologische Gewässergüte ► M 11.4
- Auswertung
 - M 11.7 „Gesamtbewertung“ und
 - M 11.8 „Projektbericht: Ökologische Bewertung eines Baches“

Detaillierte Vorschläge zum methodischen Vorgehen, zur Vorbereitung und Vertiefung der einzelnen Bewertungsaspekte finden sich in den Hinweisen zum Unterricht zu den Bewertungsbögen.



► M 11.1

Ökologische Bewertung eines Baches

Gewässerstruktur und Gewässerumfeld

Zielgruppe

ab Klasse 7

Fachbezug

Biologie, Lernbereich Naturwissenschaften, Erdkunde, Projektunterricht

Ziele

- Sehenlernen „Ein Bach ist mehr als Wasser“, dabei strukturelle Einzelheiten eines Gewässers erkennen und beschreiben
- Kriterien zur Bewertung der Natürlichkeit eines Gewässers kennenlernen und anwenden
- Erkennen, dass die strukturelle Vielfalt eines Gewässers die Funktionsfähigkeit des Ökosystems entscheidend mitbestimmt

Material

- Klemmbrett mit Bewertungsbögen
- Bleistift (schreibt auch bei Regen)
- Karte 1:5.000 oder 1:25.000 (evtl Kartenausschnitte kopieren und auf geeigneten Maßstab vergrößern)
- Gummistiefel
- Maßband (möglichst > 10 m), Zollstock

Vorbereitung

Eine Vorexkursion des Lehrers bzw. der Lehrerin wird dringend empfohlen, um zu klären, ob das Gewässer über eine längere Strecke begangen werden kann und grundsätzlich für eine Strukturgütebewertung geeignet ist.

● Im Unterricht

Das Bewusstsein für die Ursachen und Folgen menschlicher Veränderungen an Bächen und Flüssen (► KAP. 5 GEWÄSSERAUSBAU, ► KAP. 6 GEWÄSSERBELASTUNGEN) sollte geweckt sein.

Über ► M 1.7 NATÜRLICH – WAS BEDEUTET DAS? können die wichtigsten Einflüsse zusammengefasst und die Bewertungsstufen eingeführt werden.

Auf ► FOLIE 3 sind Fotos von Bächen unterschiedlicher Strukturgüte zusammengestellt, an denen die Einzelparameter erläutert werden können.

Das Verfahren und die Ergebnisse der amtlichen Gewässerstrukturgütekartierung in Hessen kann in einem Referat vorgestellt werden (► KAP. 10-2; ► FOLIE 6).

● Vorübungen im Freiland

Der Umgang mit dem Bewertungsbogen erfordert einige Übung, bis man die einzelnen Parameter kennt und bewerten kann. Vieles wird erst im Vergleich deutlich. Deshalb sollten zunächst zwei bis drei Gewässerabschnitte von mehreren Schülern bzw. Gruppen parallel kartiert, die Ergebnisse verglichen sowie Abweichungen diskutiert werden. Am besten ist es, mit einem möglichst naturnahen Abschnitt des zu untersuchenden Gewässers zu beginnen, der gewissermaßen als Leitbild für weitere Erhebungen gilt. Hilfreich ist es auch, wenn die Schülerinnen und Schüler die Gesamtnote des Gewässerabschnittes vor der Kartierung abschätzen.

Durchführung

Der Bogen sollte grundsätzlich erst ausgefüllt werden, nachdem der zu bewertende 100 m-Abschnitt abgelaufen und genau betrachtet wurde. Um sich auszutauschen, hat sich die Arbeit in Zweiergruppen bewährt. Größere Gewässerstrecken können gruppenteilig oder als Projektarbeit kartiert werden, um dann die Ergebnisse im Unterricht auszuwerten und zu einem Gesamtbild zusammenzufügen. Weitere Details ► KAP. 12 SEITE 204-225 ERLÄUTERUNGEN

Auswertung

Die Einzelergebnisse werden in eine „Bewertungssonne“ eingetragen (► M 11.6 oder ► M 11.7).

Vertiefungsmöglichkeiten

● Erstellen einer Gewässerstrukturgütekarte

Die Ergebnisse der Strukturgütekartierung mehrerer Bachabschnitte werden auf einer Karte farbig markiert. Dazu einen möglichst großen Maßstab wählen (1:25.000, besser noch 1:5.000), eventuell einen Kartenausschnitt durch Kopie vergrößern. Die Farben (blau, grün, gelb, rot) für die jeweilige Bewertungsstufe entsprechen denen der amtlichen Gewässergütekartierung und sind durch die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) festgelegt.

● Ursachenforschung

✗ Wann und warum wurde der Bach ausgebaut? Wie sah der Bach in früheren Zeiten aus?

- Befragung von älteren Leuten (Anwohner, Angler), die den Bach aus früheren Zeiten kennen
- Vergleich des Gewässerverlaufs auf alten Karten (zu erhalten beim Hessischen Landesvermessungsamt; Adresse ► ANHANG)
- Recherchen in Archiven/Bibliotheken über die Geschichte des Baches

● Fotodokumentation „Am Bach entlang“

Zu jedem Bewertungsbogen wird ein Foto des Baches gemacht. Die Fotos werden zu einer Dokumentation „Am Bach entlang“ oder „Die Gesichter eines Baches“ zusammen- und ausgestellt.



Gewässer: Abschnitt:		1 natürlich / sehr gut (blau)	2 naturmah / gut (grün)	3 wenig naturmah / mäßig (gelb)	4 naturfern / unbefriedigend (orange)	5 schlecht (rot)	Einzelbe- wertung
M 11.1 Gewässerstruktur und Gewässerumfeld: Mittelgebirgsbäche (bewertet wird ein ca. 100m langer, repräsentativer Gewässerabschnitt)							
1. Nutzung der Aue • Wie wird die Aue im überschaubaren Umfeld des Gewässers überwiegend genutzt?	<input type="checkbox"/> naturnaher Wald (Laubbäume) <input type="checkbox"/> > 20 m <input type="checkbox"/> geschwungen, nicht verändert <input type="checkbox"/> durchgehender Gehölzsaum (Laubbäume) von mehreren Metern Breite <input type="checkbox"/> keine festgelegte Uferlinie, viele Einbuchtungen und Aufweitungen, Gewässer kann sich ungehindert in die Breite ausdehnen	<input type="checkbox"/> extensive Nutzung oder Brache: nicht gedüngte oder wenig beweidete Wiesen, keine Bebauung <input type="checkbox"/> ca. 5-20 m <input type="checkbox"/> mäßig geschwungen (z.T. verändert) <input type="checkbox"/> schmaler, aber durchgehender Gehölzsaum <input type="checkbox"/> Feuchtwiese, Hochstauden oder Röhrichte <input type="checkbox"/> Ufer begründet, aber nicht sichtbar befestigt. Mit einigen Einbuchtungen und Aufweitungen	<input type="checkbox"/> kleinere Äcker, Weiden oder Gärten <input type="checkbox"/> Nadelwald <input type="checkbox"/> ca. 2-5 m <input type="checkbox"/> gestreckt (mäßig verändert) <input type="checkbox"/> lückiger Gehölzsaum mit Krautflur <input type="checkbox"/> Krautflur aus Brennneseln u.a. Nährstoffzeigern <input type="checkbox"/> Ufer stellenweise befestigt < 50%, doch sind Uferabbrüche möglich	<input type="checkbox"/> intensive Landwirtschaft: Acker <input type="checkbox"/> stellenweise Bebauung <input type="checkbox"/> < 2 m <input type="checkbox"/> gerade (stark verändert) <input type="checkbox"/> Einzelbäume; standortfremde Vegetation (z.B. Pappeln, Nadelbäume oder Ziersträucher) <input type="checkbox"/> gemähtes Ufer <input type="checkbox"/> Ufer überwiegend befestigt (durch Steinschüttungen oder Holzpfähle)	<input type="checkbox"/> geschlossene Ortschaft <input type="checkbox"/> Industriegebiet <input type="checkbox"/> nicht vorhanden <input type="checkbox"/> gerade (sehr stark verändert) <input type="checkbox"/> keine Uferbäume, keine Krautflur, befestigter Uferand <input type="checkbox"/> gerade Uferlinie, Ufer steil abfallend, befestigt (Pflaster, Beton o.ä.)		
2. Gewässerrandstreifen • Gibt es einen naturbelassenen Gewässerrandstreifen? (Breite ab Uferkante)	<input type="checkbox"/> > 20 m <input type="checkbox"/> geschwungen, nicht verändert	<input type="checkbox"/> ca. 5-20 m <input type="checkbox"/> mäßig geschwungen (z.T. verändert)	<input type="checkbox"/> kleinere Äcker, Weiden oder Gärten <input type="checkbox"/> Nadelwald <input type="checkbox"/> ca. 2-5 m <input type="checkbox"/> gestreckt (mäßig verändert)	<input type="checkbox"/> intensive Landwirtschaft: Acker <input type="checkbox"/> stellenweise Bebauung <input type="checkbox"/> < 2 m <input type="checkbox"/> gerade (stark verändert)	<input type="checkbox"/> geschlossene Ortschaft <input type="checkbox"/> Industriegebiet <input type="checkbox"/> nicht vorhanden <input type="checkbox"/> gerade (sehr stark verändert)		
3. Gewässerverlauf • Wie ist der überwiegende Verlauf des Gewässers? Ist er verändert worden?	<input type="checkbox"/> geschwungen, nicht verändert <input type="checkbox"/> durchgehender Gehölzsaum (Laubbäume) von mehreren Metern Breite	<input type="checkbox"/> mäßig geschwungen (z.T. verändert)	<input type="checkbox"/> gestreckt (mäßig verändert)	<input type="checkbox"/> intensive Landwirtschaft: Acker <input type="checkbox"/> stellenweise Bebauung <input type="checkbox"/> < 2 m <input type="checkbox"/> gerade (stark verändert)	<input type="checkbox"/> geschlossene Ortschaft <input type="checkbox"/> Industriegebiet <input type="checkbox"/> nicht vorhanden <input type="checkbox"/> gerade (sehr stark verändert)		
4. Uferbewuchs • In welchem Ausmaß ist eine standorttypische Ufervegetation vorhanden?	<input type="checkbox"/> durchgehender Gehölzsaum (Laubbäume) von mehreren Metern Breite <input type="checkbox"/> keine festgelegte Uferlinie, viele Einbuchtungen und Aufweitungen, Gewässer kann sich ungehindert in die Breite ausdehnen	<input type="checkbox"/> schmaler, aber durchgehender Gehölzsaum <input type="checkbox"/> Feuchtwiese, Hochstauden oder Röhrichte	<input type="checkbox"/> lückiger Gehölzsaum mit Krautflur <input type="checkbox"/> Krautflur aus Brennneseln u.a. Nährstoffzeigern	<input type="checkbox"/> Einzelbäume; standortfremde Vegetation (z.B. Pappeln, Nadelbäume oder Ziersträucher) <input type="checkbox"/> gemähtes Ufer	<input type="checkbox"/> keine Uferbäume, keine Krautflur, befestigter Uferand <input type="checkbox"/> gerade Uferlinie, Ufer steil abfallend, befestigt (Pflaster, Beton o.ä.)		
5. Uferstruktur • Wie ist das Ufer beschaffen?	<input type="checkbox"/> keine festgelegte Uferlinie, viele Einbuchtungen und Aufweitungen, Gewässer kann sich ungehindert in die Breite ausdehnen	<input type="checkbox"/> Ufer begründet, aber nicht sichtbar befestigt. Mit einigen Einbuchtungen und Aufweitungen	<input type="checkbox"/> Ufer stellenweise befestigt < 50%, doch sind Uferabbrüche möglich	<input type="checkbox"/> Ufer überwiegend befestigt (durch Steinschüttungen oder Holzpfähle)	<input type="checkbox"/> gerade Uferlinie, Ufer steil abfallend, befestigt (Pflaster, Beton o.ä.)		
6. Gewässerschnitt • Wie stark ist der Bach im Verhältnis zum Umland unnatürlich eingetieft?	<input type="checkbox"/> Sehr flach Breite:Tiefe-Verhältnis > 10:1	<input type="checkbox"/> Flach Breite:Tiefe-Verhältnis > 5:1	<input type="checkbox"/> mäßig tief Breite:Tiefe-Verhältnis > 3:1	<input type="checkbox"/> tief Breite:Tiefe-Verhältnis > 2:1	<input type="checkbox"/> sehr tief Breite:Tiefe-Verhältnis < 2:1		
7. Strömungsbild • Wie deutlich ist ein Wechsel von unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten anhand der Strömung erkennbar?	<input type="checkbox"/> mosaikartig: d.h. neben- und hintereinander finden sich unterschiedliche Strömungsbilder	<input type="checkbox"/> dicht hintereinander wechseln sich schnell und langsam fließendes Wasser ab	<input type="checkbox"/> Wechsel von langsam und schnell fließendem Wasser in größeren Abständen	<input type="checkbox"/> Wechsel von langsam und schnell fließendem Wasser erkennbar	<input type="checkbox"/> Strömung einheitlich		
8. Tiefenvarianz • Wie groß ist die Variation von tiefen und flacheren Gewässerbereichen? (ggf. mit Stock sondieren)	<input type="checkbox"/> sehr groß, d.h. tiefe und flache Gewässerbereiche wechseln mosaikartig ab	<input type="checkbox"/> groß	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> keine		
9. Gewässersohle • Wie ist die Gewässersohle beschaffen? (ggf. mit Stock sondieren)	<input type="checkbox"/> mosaikartige Verteilung von Sand/Kies/Steinen und Totholz; Inselbildungen ausgeprägt	<input type="checkbox"/> Gewässersohle abwechslungsreich (Sand/Kies/Steine/Totholz); Inselbildungen in Ansätzen	<input type="checkbox"/> Gewässersohle gleichmäßiger, unterschiedliche Abstände	<input type="checkbox"/> Gewässersohle über größere Strecken verschlammmt, versandet und/oder gepflastert bzw. betoniert	<input type="checkbox"/> einformige Gewässersohle, vollständig verschlammmt und/oder gepflastert bzw. betoniert		
10. Durchgängigkeit • Gibt es natürliche Hindernisse im Wasser, die Wanderungen von Tieren im Gewässer einschränken? (schlechteste Bewertung zählt)	<input type="checkbox"/> keine Hindernisse <input type="checkbox"/> natürlicher Wasserfall/Kaskade	<input type="checkbox"/> Verrohrung < 2 m <input type="checkbox"/> künstl. Stufe aus einzelnen Steinen, kann von Fischen und Wirbellosen überwandlen werden	<input type="checkbox"/> Verrohrung 2-5 m <input type="checkbox"/> Stufe < 30 cm, kann von Fischen überwandlen werden; ggf. Fischtreppe	<input type="checkbox"/> Verrohrung > 5 m <input type="checkbox"/> Stufe oder andere Barriere 30-100 cm	<input type="checkbox"/> Verrohrung > 10 m <input type="checkbox"/> Stufe oder andere Barriere > 100 cm		
Bestimmung der Gewässerstrukturgüte		Mittelwert	Gewässerstrukturgüte	Mittelwert	Gewässerstrukturgüte	Mittelwert	Gewässerstrukturgüte
		1,0 - 1,4	1,5 - 2,4	2,5 - 3,4	3,5 - 4,3	4,4 - 5,0	Summe (der Einzelbewertungen von 1. bis 10.)
		1 sehr gut	2 gut	3 mäßig	4 unbefr.	5 schlecht	Mittelwert = Gesamtbewertung Gewässerstruktur

* gegebenfalls linkes und rechtes Ufer getrennt bewerten und Mittelwert bilden



► M 11.2

Ökologische Bewertung eines Baches Wasserqualität – Vereinfachte Untersuchung

Zielgruppe

Ab Klasse 7

Fachbezug

Biologie, Chemie, Lernbereich Naturwissenschaften,
Projektunterricht

Ziele

- Erkennen, dass auch ohne (technische) Hilfsmittel eine Einschätzung der Wasserqualität möglich ist
- Sinnesorgane als „Messgeräte“ einsetzen

Material

- 2 durchsichtige Schraubdeckelgläser (z.B. Marmeladengläser), eins davon mit Leitungswasser als Referenzprobe
- Bewertungsbogen
- Klemmbrett
- Bleistift

Allgemeine Hinweise

Anhand von vier einfachen Parametern können Schülerinnen und Schüler ohne jegliche Hilfsmittel die Wasserqualität eines Fließgewässers einschätzen und bekommen Hinweise, ob Belastungen in einem Gewässerabschnitt vorliegen.

Durchführung

In Gruppen. Weitere Einzelheiten ► SEITE 215-218 ERLÄUTERUNGEN ZUM BEWERTUNGSBOGEN

Vertiefungsmöglichkeiten

Hypothesen über die vorliegenden Belastungen eines Gewässerabschnittes aufstellen (Nährstoffbelastung/ Eutrophierung; organische Belastung/Abwasser), um Arbeitsschritte zur chemisch-physikalischen Untersuchung der Wasserqualität ► M 11.3 zu planen (Überprüfung der Hypothesen).



Bewertungsstufen				
sehr gut (blau)	gut (grün)	mäßig (gelb)	unbefriedigend (orange)	schlecht (rot)
M 11.2 Wasserqualität – Vereinfachte Untersuchung				
<p>Gewässer:</p> <p>Abschnitt:</p> <p>Datum / Uhrzeit:</p> <p>Wetter:</p>				
<p>11. Geruch • Mit Trinkwasserprobe vergleichen</p> <p>12. Farbe • Mit Trinkwasserprobe vor weißem Hintergrund vergleichen</p> <p>13. Steinunterseiten > Eutrophierungsneigung • Ist die Oberseite von Steinen oder von anderen Hartsubstrat von einem grün-braunen Algenrasen überzogen? (zunächst mit den Fingern fühlen u. anschauen; evtl. Lupe zur Hilfe nehmen) <i>Achtung! Moose und Wasserpflanzen sind hier nicht gemeint!</i></p> <p>14. Steinunterseiten > Sauerstoff im Gewässerbett • Ist die Unterseite von Steinen oder anderen Hartsubstraten schwärzlich verfärbt? (Hinweis auf Sauerstoffmangel in der Gewässersohle)</p>	<p><input type="checkbox"/> Geruch vorhanden, aber nicht unangenehm</p> <p><input type="checkbox"/> leicht getrübt</p> <p><input type="checkbox"/> Steine/Hartsubstrat vereinzelt (vor allem an sonnigen Stellen) von einem dünnen Algenfilm überzogen</p> <p><input type="checkbox"/> Steinunterseiten nur in Stillwasserzonen mit Verfärbung</p>	<p><input type="checkbox"/> nahezu geruchlos, frisch</p> <p><input type="checkbox"/> farblos, klar (schwach bräunliche Färbung durch Huminstoffe z.B. in Mooregebieten möglich)</p> <p><input type="checkbox"/> kein Algenrasen zu erkennen</p> <p><input type="checkbox"/> keine Verfärbung</p>	<p><input type="checkbox"/> unangenehmer, muffiger Geruch ; Schlammablagerungen können nach faulen Eiern (H₂S) riechen</p> <p><input type="checkbox"/> stärker getrübt oder grünlich gefärbt (durch fädige Grünalgen oder freischwebende Algen/Phytoplankton)</p> <p><input type="checkbox"/> Steine/Hartsubstrat flächenhaft von grün-braunem Algenrasen überzogen; fädige Grünalgen im freien Wasser</p> <p><input type="checkbox"/> Steinunterseiten überall mit grauer bis schwarzer Verfärbung</p>	

Auswertung
<p>Achtung, keine Mittelwertbildung, sondern Überlegung ist gefragt!</p> <p>Welches sind die besonderen Probleme an dieser Probestelle? Muss möglicherweise weitergeforstet werden?</p> <p>1. Bei welchem Parameter ist die Bewertung schlechter als Bewertungsstufe 2?</p> <p><input type="checkbox"/> Bei keinem: Die Wasserqualität ist in Ordnung</p> <p><input type="checkbox"/> bei Parameter: _____</p> <p>2. Auf welche Probleme und Belastungen könnte dies hinweisen?</p> <p><input type="checkbox"/> Eutrophierung/Überdüngung (sichtbar v.a. an Algen im Wasser und/oder auf den Steinen, verursacht durch zu hohen Nährstoffgehalt)</p> <p><input type="checkbox"/> Sauerstoffmangel; Abwasserbelastung (erkennbar am Geruch des Wassers und des schlammigen Sedimentes sowie an verfärbten Steinunterseiten)</p> <p>Eine physikalisch-chemische Untersuchung des Wassers gibt genauere Auskunft (Bewertungsbogen M 11.3)</p>



► M 11.3

Zielgruppe

Sek.II

Fachbezug

Biologie, Chemie, Lernbereich Naturwissenschaften,
Projektunterricht

Ziele

- Methoden zur chemisch-physikalischen Wasseranalyse kennenlernen und erproben
- Sorgfältigen Umgang mit Messgeräten und Chemikalien einüben
- Aussagewert (Möglichkeiten und Grenzen) von chemisch-physikalischen Messergebnissen zur Gewässergütebewertung kritisch einschätzen lernen
- Dokumentation/Darstellung von Arbeits- und Messergebnissen einüben
- begründete Deutung von Messergebnissen hinsichtlich ihrer ökologischen Bedeutung für das Untersuchungsgewässer vornehmen können

Material

- handelsübliche Schnelltests bzw. Messgeräte (Näheres ► ERLÄUTERUNGEN SEITE 219-228)
- Plastikflaschen zur Probenahme
- Gummistiefel

Allgemeine Hinweise

Die Untersuchung chemisch-physikalischer Parameter darf nicht um ihrer selbst willen durchgeführt werden, sondern sollte problemorientiert erfolgen und letztlich nach dem Ausmaß und den Ursachen der Gewässerbelastung fragen.

Nach einer vereinfachten Beurteilung 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 ist nicht erforderlich, alle aufgelisteten Parameter der Reihe nach zu messen, wichtiger ist es, eine begründete Auswahl zu treffen!

Hat sich beispielsweise bei der Voruntersuchung gezeigt, dass das Gewässer Eutrophierungserscheinungen zeigt (Algenbelag auf Steinen, grünlich verfärbtes Wasser), sollten die Nährstoffe (Phosphat,

Ökologische Bewertung eines Baches

Wasserqualität – Chemische und physikalische Parameter

Nitrat) sowie der Sauerstoffgehalt zu verschiedenen kritischen Tageszeiten (früher Morgen, früher Nachmittag) überprüft werden. Bei einem Fischsterben sollte die Nitrit- und Ammoniumbelastung, der pH-Wert und der Sauerstoffgehalt überprüft werden. Der Verdacht auf Einleitung ungereinigter Abwässer würde sich durch eine Erhöhung des Ammoniums und des BSB bestätigen lassen.

Vorbereitung

● Im Unterricht

Folgende Aspekte sind als Hintergrundwissen zur Planung und Auswertung der chemisch-physikalischen Untersuchungen unerlässlich:

- Stoffhaushalt im Fließgewässer (v.a. Stickstoffkreislauf, Dynamik des Sauerstoffhaushaltes) ► KAP. 3
- Selbstreinigung ► KAP. 3.3
- Eutrophierung (Ursachen und Auswirkung) ► KAP. 6.3
- Auf welche Belastungen weisen die jeweiligen Inhaltsstoffe hin?
- Herkunft/ökologische Bedeutung von gewässerbelastenden Stoffen ► ABB. 6-7

● Im Freiland

► M 11.2 WASSERQUALITÄT (vereinfachte Untersuchung)

Durchführung

In Gruppen. Weitere Einzelheiten

► ERLÄUTERUNGEN ZUM BEWERTUNGSBOGEN SEITE 219-228

Auswertung/Vertiefungsmöglichkeiten

- Ergebnisse in ► M 11.7 BEWERTUNGSSONNE eintragen
- Räumliche und zeitliche Veränderung von Messergebnissen graphisch darstellen
- Probleme/Belastungsschwerpunkte dieses Gewässerabschnittes benennen
- Ökologische Bedeutung der Belastungen diskutieren; mögliche Auswirkungen werden in den Erläuterungen zu jedem Parameter detailliert beschrieben.
- ✗ Welche Auswirkungen haben die Belastungen auf den Bach und seine Biozönose?
- Sanierungsmöglichkeiten diskutieren
- Messergebnisse mit den aktuellen Ergebnissen des Hessischen Gewässergütemessprogrammes (► www.hlug.de) oder anderen Untersuchungen vergleichen, dabei auf räumliche und zeitliche Veränderungen achten. Ein computergestützter Austausch von Gewässerdaten mit anderen Schulen ist über ► HESSNET möglich.
- ✗ Wie ist die Belastung an anderen Stellen? Wie verändert sie sich im Laufe der Fließstrecke?
- ✗ Wie war die Belastung in der Vergangenheit?



Bewertungsstufen					
Messwert	1 nicht belastet / sehr gut (blau)	2 wenig belastet / gut (grün)	3 mäßig belastet / mäßig (gelb)	4 kritisch belastet / unbefriedigend (orange)	5 übermäßig belastet / schlecht (rot)
M 11.3 Wasserqualität – physikalische und chemische Parameter					
15. Temperatur [°C] • im Sommer	<input type="checkbox"/> < 18	<input type="checkbox"/> 18 - 20	<input type="checkbox"/> 20 - 22	<input type="checkbox"/> 20 - 24	<input type="checkbox"/> > 24
16. pH-Wert • Hinweis auf Versauerung bzw. Eutrophierung	<input type="checkbox"/> 6,5 - 8,0 <input type="checkbox"/> in Moorbächen natürlicherweise < 6,5	<input type="checkbox"/> 6,0 - 6,4 oder 8,1 - 8,5	<input type="checkbox"/> 5,5 - 5,9 oder 8,6 - 9,0	<input type="checkbox"/> 5,0 - 5,4 oder 9,1 - 9,5	<input type="checkbox"/> < 5,0 oder > 9,5
17. Leitfähigkeit [µS/cm] • Hinweis auf Ionenbelastung allgemein, Versalzung im besonderen (Geologie des Einzugsgebietes berücksichtigen, vgl. Erläuterungen)	<input type="checkbox"/> < 300	<input type="checkbox"/> 301 - 500	<input type="checkbox"/> 501 - 700	<input type="checkbox"/> 701 - 900	<input type="checkbox"/> > 900 <input type="checkbox"/> Achtung! In Kalkbächen natürlicherweise bis 900
18. Sauerstoff [% Sättigung] • Untersättigung = Hinweis auf organische Belastung; Übersättigung = Hinweis auf Eutrophierung	<input type="checkbox"/> 91 - 110	<input type="checkbox"/> 81 - 90 oder 111 - 120	<input type="checkbox"/> 70 - 80 oder 121 - 130	<input type="checkbox"/> 60 - 70 oder 131 - 140	<input type="checkbox"/> < 60 oder > 140
19. Ammonium-Stickstoff [mg/l] NH₄-N • Hinweis auf vor kurzer Zeit erfolgte Fäkalienbelastung (Abwasser, Gülle); Eutrophierungsgefahr, akute Toxizität x 0,8*	<input type="checkbox"/> < 0,04 <input type="checkbox"/> in Moorbächen natürlicherweise bis 1	<input type="checkbox"/> 0,05 - 0,3	<input type="checkbox"/> 0,31 - 0,6	<input type="checkbox"/> 0,7 - 1,2	<input type="checkbox"/> > 1,2
20. Nitrit-Stickstoff [mg/l] NO₂-N • Hinweis auf Fäkalienbelastung (Abwasser, Gülle); Fischgift, Eutrophierungsgefahr x 0,3*	<input type="checkbox"/> < 0,01	<input type="checkbox"/> 0,02 - 0,1	<input type="checkbox"/> 0,11 - 0,2	<input type="checkbox"/> 0,21 - 0,4	<input type="checkbox"/> > 0,4
21. Nitrat-Stickstoff [mg/l] NO₃-N • Hinweis auf weiter zurückliegende Fäkalienbelastung (Abwasser, Gülle); Eutrophierungsgefahr x 0,2*	<input type="checkbox"/> < 1,0	<input type="checkbox"/> 1,1 - 2,5	<input type="checkbox"/> 2,6 - 5,0	<input type="checkbox"/> 5,1 - 10	<input type="checkbox"/> > 10
22. Phosphat-Phosphor [mg/l] PO₄-P • Hinweis auf Belastung mit Abwasser und/oder anorganischen Düngemitteln; Eutrophierungsgefahr x 0,3*	<input type="checkbox"/> < 0,02	<input type="checkbox"/> 0,03 - 0,1	<input type="checkbox"/> 0,11 - 0,2	<input type="checkbox"/> 0,21 - 0,4	<input type="checkbox"/> > 0,4
23. Biochemischer Sauerstoffbedarf BSB₅ [mg/l O₂] • Hinweis auf Belastung mit sauerstoffzehrenden Stoffen; organische Belastung x 0,3*	<input type="checkbox"/> < 1,0	<input type="checkbox"/> 1,1 - 3,0	<input type="checkbox"/> 3,1 - 5,0	<input type="checkbox"/> 5,1 - 10	<input type="checkbox"/> > 10

Auswertung

Achtung, keine Mittelwertbildung, sondern Überlegung ist gefragt! – Welches sind die besonderen Probleme an dieser Probestelle?

1. Wurden einzelne Parameter schlechter als Bewertungsstufe 2 bewertet?

Nein: Die Wasserqualität ist in Ordnung Ja: Überlegen und diskutieren:

2. Welche besonderen Probleme bestehen an dieser Probestelle (Näheres in Spalte 1)? – Gibt es aufgrund der Einzelergebnisse Hinweise auf:

Eutrophierung Versauerung Versalzung Fäkalienbelastung giftige Stoffe _____

3. Welche Ursache(n) könnte(n) die Belastung(en) haben?

Abwasserreinigung Kanalisationseinleitungen diffuse Einträge von umgebenden Flächen _____

* Der Umrechnungsfaktor muss gegebenenfalls berücksichtigt werden, wenn mit Schnelltests gearbeitet wird, die die Masse des gesamten Moleküls (NH₄, NO₂, NO₃ bzw PO₄) nachweisen, denn die Angaben in der Bewertungstabelle beziehen sich nur auf den N- bzw. P-Anteil. Dies ermöglicht den Vergleich mit Ergebnissen der amtlichen Gewässergütebewertung.



► M 11.4

Ökologische Bewertung eines Baches

Biologische Gewässergüte

Zielgruppe

ab Klasse 7

Fachbezug

Biologie, Lernbereich Naturwissenschaften, Projektunterricht

Ziele

- Vielfalt der Tiere im Gewässer erkunden und Biologische Gewässergüte bestimmen

Material

- Stabiles Klemmbrett mit Bewertungsbogen ► M 11.4 und Bestimmungsbogen ► M 11.5
- evtl. Bestimmungsbücher mit Fotos
- Bleistift (schreibt auch bei Regen)
- Engmaschiges Haushaltssieb
- Flache weiße Plastikschalen (Foto- oder Haushaltsschalen)
- Weiche Pinsel oder Federstahlpinzette (zum Absammeln der Tiere)
- Gefäße zum Sortieren der Tiere (Marmeladenglasdeckel, Petrischalen)
- Taschenrechner (zur Berechnung des Saprobienindex)
- Lupe
- Gummistiefel, wetterfeste Kleidung

Allgemeine Hinweise

Auf diesem Weg lernen die Schülerinnen und Schüler wirklich im besten Sinne biologisch zu arbeiten: Sie beschäftigen sich mit Tieren, die sie meist bis dahin nicht zu Gesicht bekommen haben und auch in dieser Vielfalt (zumindest, wenn ein intakter Bach untersucht wird) so nicht vermutet haben.

Vorbereitung

● Im Unterricht

Allgemeine Verhaltensregeln (Umgang mit den Tieren und Geräten, Verhalten am Bach) sollten vorher erklärt werden, ebenso das Verfahren zur Berechnung des Saprobienindex. Hintergründe zur Biologischen Gewässergütebewertung können in einem Referat vorgestellt werden. (► KAP. 10.3 ► FOLIE 7 und ► FOLIE 8 ► HESSISCHER GEWÄSSERGÜTEBERICHT 1997)

Durchführung

Hinweise zur Erhebung und Auswertung der Biologischen Gewässergüte sowie zur ökologischen Bedeutung und den Ursachen für Defizite. ERLÄUTERUNGEN ZUM BEWERTUNGSBOGEN
► SEITE 243-245

Vertiefungsmöglichkeiten

● Ausführliche Bestimmung des Saprobienindex

Hier ist nur eine vereinfachte biologische Gewässergütebestimmung vorgeschlagen. Um den Saprobienindex genau zu bestimmen, müssen die Tiere näher bestimmt werden. Eine gute und praktikable Anleitung, einschließlich Bestimmungsschlüssel bis auf Gattungsebene geben BARNTH/BOHN (1996).

● Datenaustausch und Vergleich der Ergebnisse

Ergebnisse mit denen des Hessischen Gewässergütemessprogrammes (Biologische Gewässergütekarte) (► www.hlug.de) vergleichen, dabei auf räumliche und zeitliche Veränderungen achten. Ein computergestützter Austausch von Gewässerdaten mit anderen Schulen ist über ► HESSNET möglich.

Biologische Gewässergütekategorie (LAWA)		Saprobienindex	
I	Unbelastet bis sehr gering belastet	1,0-1,4	■
I-II	Gering belastet	1,5-1,7	■
II*	Mäßig belastet	1,8-2,2	■
II-III	Kritisch belastet	2,3-2,6	■
III	Stark verschmutzt	2,7-3,1	■
III-IV	Sehr stark verschmutzt	3,2-3,4	■
IV	Übermäßig verschmutzt	3,5-4,0	■

*gesetzlich vorgeschriebenes Qualitätsziel

Literatur

Graw, M. (2001): Ökologische Bewertung von Fließgewässern. Schriftenreihe der Vereinigung Deutscher Gewässerschutz. Band 64. Bonn.
SCHWAB, H. (1995): Süßwassertiere. Ein ökologisches Bestimmungsbuch. Ernst Klett Verlag. Stuttgart.

M 11.4 Biologische Gewässergüte



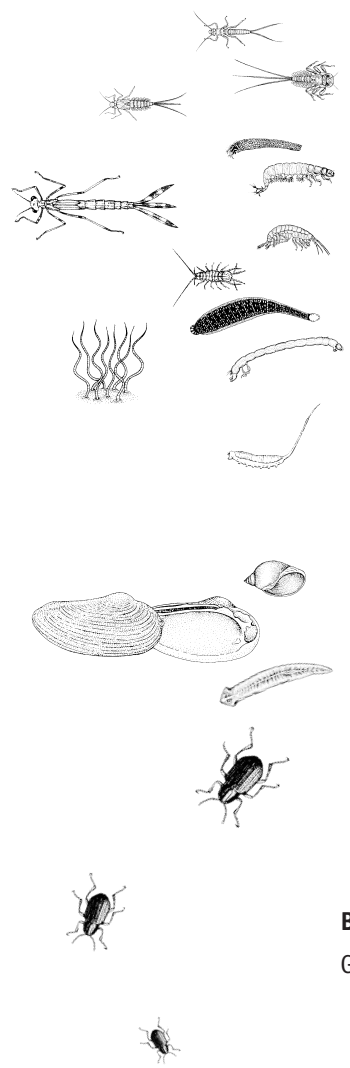
Gewässer: _____

Probestelle: _____

Datum: _____

SO WIRD DIE BIOLOGISCHE GEWÄSSERGÜTE BESTIMMT:

1. Einen repräsentativen Gewässerabschnitt von mehreren Metern Länge ca. 15 Minuten gründlich nach vorhandenen Tieren absuchen. Darauf achten, dass alle vorhandenen Substrate untersucht werden (Steine, Kies, Sand, Schlamm, Wasserpflanzen, Laub, etc.).
2. Tiere bestimmen und Anzahl in die folgende Tabelle eintragen. Bereits jetzt lässt sich anhand der Zeigerwerte die Biologische Gewässergüte erkennen.
3. Biologische Gewässergüte berechnen: Dazu zunächst das Produkt (A · s) für jede Spalte berechnen, die Gesamtzahl der Tiere ausrechnen (nur die mit Zeigerwerten!) und diese durch die Gesamtsumme teilen.
4. Ergebnis in Tabelle (ganz unten auf der Seite) eintragen.



GEFUNDENE TIERE*	Anzahl Tiere (A)	Zeigerwert (s)	Produkt (A · s)
Steinfliegenlarve (1,0 - 1,6)		1,3	=
Flache, größere Eintagsfliegenlarven (1,2 - 1,7)		1,5	=
Runde, kleinere Eintagsfliegenlarven (1,7 - 2,3)		2,0	=
Köcherfliegenlarven mit Köcher (1,0 - 2,2)		1,5	=
Köcherfliegenlarven ohne Köcher (1,5 - 2,0)		1,8	=
Libellenlarven (1,5 - 2,1)		2,0	=
Flohkrebse (1,6 - 2,4)		2,0	=
Wasserasseln (2,7)		2,7	=
Egel (2,2 - 2,7)		2,5	=
Rote Zuckmückenlarve (3,2 - 3,4)		3,3	=
Rote Schlammröhrenwürmer (3,5)		3,5	=
Rattenschwanzlarve (4,0)		4,0	=
GESAMTZAHL TIERE:	<input type="text"/>	GESAMTSUMME:	<input type="text"/>

*Zeigerwerte (= Saprobiewerte) dieser Gruppe je nach Art (nach DIN 1990)

ANDERE GEFUNDENE TIERE*	Anzahl Tiere (A)
Schnecken (1,0 - 2,8)	
Muscheln (1,8 - 2,3)	
Plattwürmer/Strudelwürmer (1,1 - 2,3)	
Andere Mückenlarven	
Käfer oder Käferlarven (1,1 - 1,6)	

*gehen nicht in Bewertung ein, da ohne aussagefähigen Zeigerwert

BERECHNUNG DER BIOLOGISCHEN GEWÄSSERGÜTE:

GESAMTSUMME : GESAMTZAHL TIERE = BIOLOGISCHE GEWÄSSERGÜTE

Bewertungsstufen	1 nicht belastet (blau)	2 mäßig belastet (grün)	3 kritisch belastet (gelb)	4 stark belastet (orange)	5 übermäßig belastet (rot)
24. Biologische Gewässergüte	<input type="checkbox"/> 1,0 - 1,4	<input type="checkbox"/> 1,5 - 2,2	<input type="checkbox"/> 2,3 - 2,6	<input type="checkbox"/> 2,7 - 3,1	<input type="checkbox"/> 3,2 - 4,0

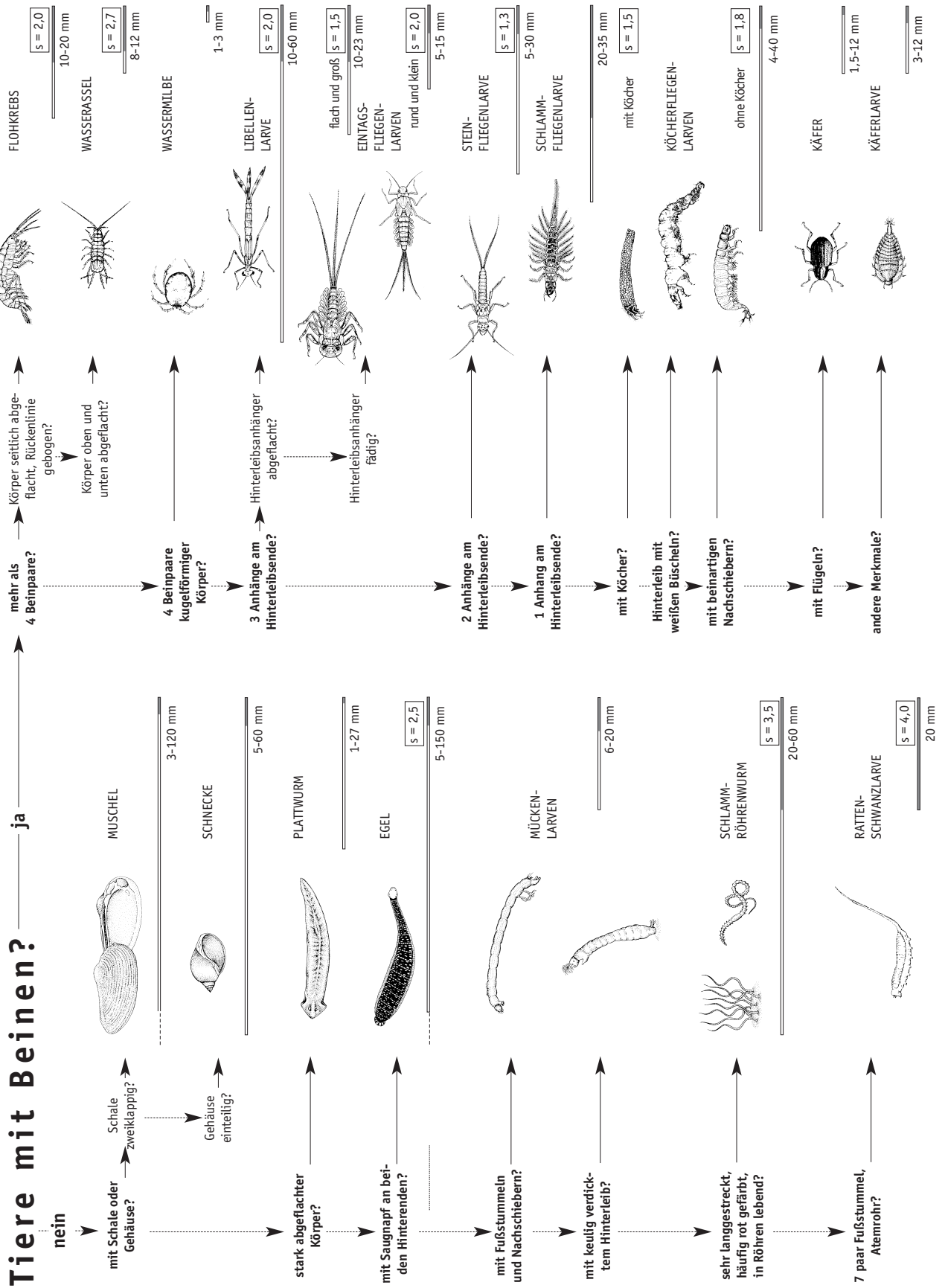
© Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz





Bestimmungsschlüssel für die häufigsten wirbellosen Tiere in Fließgewässern

Vorgehensweise: Gehe nach rechts (durchgezogener Pfeil), wenn du die Frage mit „ja“ beantwortest; gehe nach unten weiter (punktiertes Pfeil), wenn du die Frage mit „nein“ beantwortest.



Achtung: Natürlich gibt es noch eine Reihe anderer Tiere, die im Bestimmungsschlüssel nicht zu finden sind!

nach WASSMANN/XYLANDER, verändert



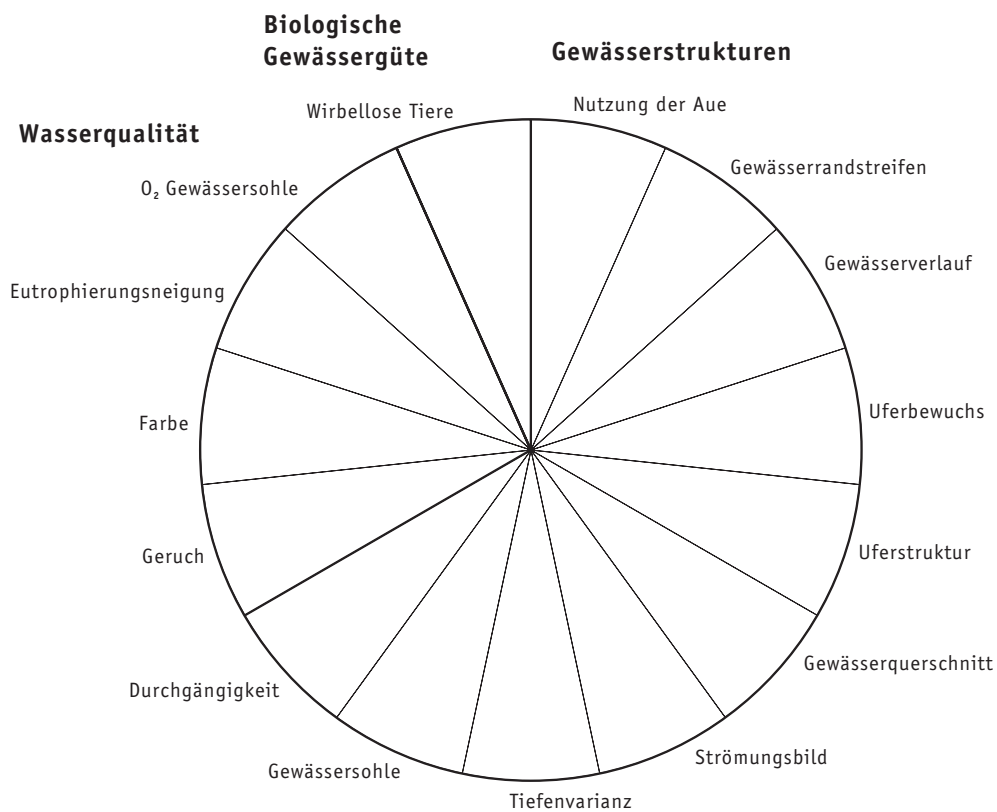
Gesamtbewertung – Zusammenfassung der Ergebnisse (Vereinfachte Untersuchung)

Gewässer: _____

Abschnitt/Probestelle: _____

Datum: _____

Bearbeitet von: _____



Aufgabe

Zeichne für jeden Parameter die Bewertungsergebnisse farbig in die Bewertungssonne ein.

Blau = sehr gut

Gelb = mäßig

Rot = schlecht

Grün = gut

Orange = unbefriedigend



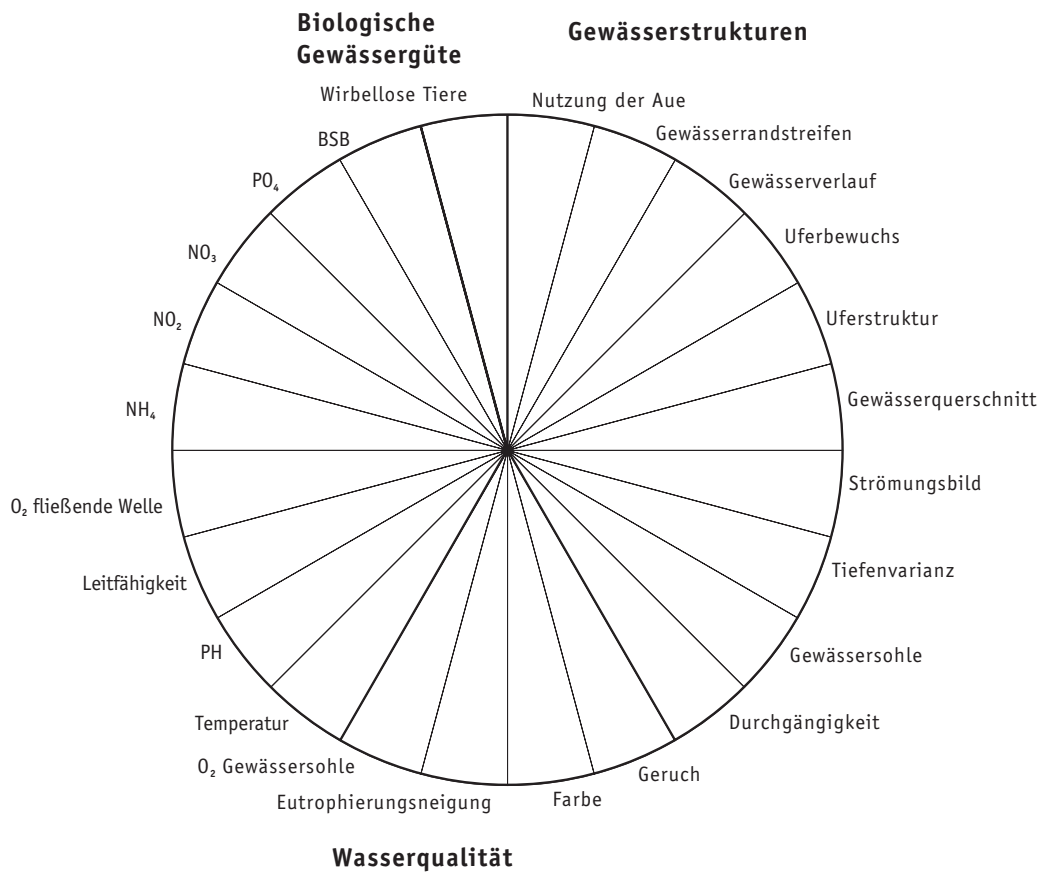
Gesamtbewertung – Zusammenfassung der Ergebnisse (Ausführliche Untersuchung)

Gewässer: _____

Abschnitt/Probestelle: _____

Datum: _____

Bearbeitet von: _____



Zeichne für jeden Parameter die Bewertungsergebnisse farbig in die Bewertungssonne ein.

Blau = sehr gut

Gelb = mäßig

Rot = schlecht

Grün = gut

Orange = unbefriedigend

Aufgabe 0

Projektbericht – Ökologische Bewertung eines Baches



Der ökologische Zustand eines Baches lässt sich nicht mit einer Gesamtnote darstellen, sondern muss ausführlicher erläutert werden. Deshalb sollten die Bewertungsergebnisse, die Beobachtungen und Schlussfolgerungen in einem schriftlichen Abschlussbericht oder einer Wandzeitung zusammengestellt werden. Dabei helfen die folgenden Leitfragen.

I. Beschreibung des Gewässers

- Name, Lage, Besonderheiten, Geschichte, Nutzungen, etc.
- Untersuchungsmethoden; Fotodokumentation

II. Bewertungsergebnisse

- Zusammenstellung und Erläuterung der Gesamtbewertungen (► M 11.7) für die einzelnen Bachabschnitte
Weitere Vorschläge:
- Gewässerstruktur und Gewässerumfeld: Ergebnisse farbig in Karte einzeichnen
- Wasserqualität: Messergebnisse graphisch darstellen und in Karte zuordnen
- Biologische Gewässergüte: Ergebnisse farbig in Karte einzeichnen

III. Welches sind die besonderen Probleme dieses Gewässerabschnittes?

Probleme sind da, wenn bei einem Parameter Bewertungsstufe 3 und 4 festgestellt wurde!

- Keine; das Gewässer und sein Umfeld ist naturnah, das Wasser ist nicht oder nur mäßig belastet
- Gewässerstruktur und Gewässerumfeld. Wo im besonderen?
- Nährstoffbelastung/Eutrophierung?
- Belastung mit sauerstoffzehrenden Stoffen/Sauerstoffmangel?
- Andere (Giftige Stoffe, Versauerung, Versalzung, etc.)?

IV. Welches könnten die Ursachen für die Belastungen sein?

- Gewässerausbau, wenn ja, in welcher Form und seit wann?
- Abwassereinleitungen (Kläranlagen, Kanalisationseinleitungen), wo liegen sie?
- Landwirtschaft?
- Aufstau des Gewässers?
- Andere (Industrie, Verkehr, Freizeitnutzung, etc.)?
- Nicht eindeutig festzustellen

V. Welche Verbesserungsmöglichkeiten gibt es?

- Renaturierung, Verbesserung der Gewässerstruktur; wie und wo genau? (► M 7.2)
- Verbesserte Abwasserreinigung?
- Verminderung der Kanalisationseinleitungen?
- Öffentlichkeitsarbeit (Information von Landwirten, Anwohnern, etc.)?
- Andere?
- Keine Verbesserung möglich

Wichtige Hinweise zur Beantwortung der Fragen III, IV und V siehe ► ERLÄUTERUNGEN ZU DEN BEWERTUNGSBÖGEN SEITE 204-231