

Gewässergütebewertung



Sachinformationen zum Thema

- 10.1 Praxis und Hintergründe der Gewässergütebewertung ▶ 176
- 10.2 Gewässerstrukturgüte – Das äußere Erscheinungsbild ▶ 178
- 10.3 Biologische Gewässergüte – Das Saprobien-system ▶ 180
- 10.4 Chemische Gewässergüte – Die Wasserqualität ▶ 183
- 10.5 Gewässergütebewertung in der Schule –
Möglichkeiten und Grenzen ▶ 184



10.1 Praxis der Gewässergütebewertung

In Deutschland wird der Zustand der Gewässer regelmäßig kontrolliert. Dies ist wichtig, um Belastungen zu erkennen und wirksame Schutzmaßnahmen ergreifen zu können. Weil die Belastungen sehr unterschiedlich sein können und sich im Laufe der Jahre geändert haben, muss eine Vielzahl an Parametern untersucht werden. Auch die Bewertungsmethoden wurden verändert und erweitert. Die Ergebnisse der umfangreichen Messprogramme werden in den Gewässergüteberichten der Länder zusammengefasst. Um eine einheitliche und vergleichbare Beurteilung zu ermöglichen, sind die Kriterien zur Gewässergütebewertung von der ► LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA) verbindlich festgelegt.

Für die Durchführung des Gewässergütemessprogramms in Hessen ist die ► HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (HLUG) zuständig. Sie betreibt mehr als 100 über das ganze Land verteilte Messstationen an Fließ-, Still- und Badegewässern und gibt in regelmäßigen Abständen ausführliche Gewässergüteberichte heraus. Die Standorte der Messstationen sowie Messdaten und Gütekarten sind auch im Internet abrufbar ► www.hlug.de).

Von der Gewässergütekarte zum Gewässergüteatlas

Lange Zeit gab es in Deutschland nur eine einzige Gewässergütekarte. Sie wurde bundesweit erstmals 1976 herausgegeben und alle fünf Jahre aktualisiert. Die erste Gewässergütekarte Hessens erschien bereits 1970 ► FOLIE 8). Die Reihe der Gewässergütekarten dokumentiert eindrucksvoll, dass sich die Wasserqualität in

den letzten Jahrzehnten kontinuierlich verbessert hat und inzwischen weit gehend das gesetzlich eingeforderte Qualitätsziel „mäßige Belastung“ (= Gewässergüteklasse II) erreicht worden ist ► FOLIE 7). Damit haben sich die Karten als wirksames politisches Instrumentarium zur Durchsetzung und Erfolgskontrolle von Gewässerschutzmaßnahmen bewährt.

Allerdings bedeuten die weit gehend grün gewordenen Gewässergütekarten nicht, dass die Gewässer „in Ordnung“ sind und im Gewässerschutz nichts mehr zu tun ist. Die Gewässergüte lässt sich nicht mit einer plakativen Gesamtnote bzw. Farbe darstellen. Dazu ist das Spektrum möglicher Belastungen und deren ökologischer Auswirkungen viel zu komplex.

Den bekannten Gewässergütekarten liegt ein biologisches Verfahren zu Grunde: das Saprobien-system ► KAP. 10.3). Deshalb werden die Karten auch biologische Gewässergütekarten genannt. Das Saprobien-system beschreibt einen Teilaspekt möglicher Gewässerbelastungen: die biologisch wirksame Belastung mit Sauerstoff zehrenden, organischen Stoffen durch (ungereinigtes) Abwasser aus Haushalten und Gewerbe. Auf die Beschreibung und Lösung dieses Problems konzentrierten sich über viele Jahrzehnte vorrangig die Bemühungen des Gewässerschutzes. Es ist mittlerweile durch die flächendeckende Einrichtung von Kläranlagen gelöst. Dafür haben andere Belastungen an Bedeutung gewonnen und müssen beschrieben werden, will man ein umfassendes Bild des ökologischen Zustands der Fließgewässer bekommen. So kann aufgrund einer chemischen Analyse in einem Bachabschnitt Trinkwasserqualität nachgewiesen werden, weil der Bach jedoch in einer öden Betonrinne verläuft, ist er als Lebensraum für Pflanzen und Tiere verloren.

Einstufung des ökologischen Zustandes	Farbe	Beschreibung
Sehr gut	Blau	Lebensgemeinschaften, Wasserqualität sowie Wasserhaushalt und Struktur (=Hydromorphologie) des Gewässers weisen keine oder nur geringfügige Abweichungen von einem Zustand auf, der ohne störende menschliche Einflüsse zu erwarten wäre (Leitbild).
Gut	Grün	Die Lebensgemeinschaften weisen auf geringe, vom Menschen verursachte Störungen hin, weichen aber nur geringfügig vom sehr guten Zustand ab (Qualitätsziel).
Mäßig	Gelb	Die Lebensgemeinschaften weisen auf signifikant stärkere Störungen hin und weichen mäßig vom sehr guten Zustand ab.
Unbefriedigend	Orange	Die Lebensgemeinschaften weichen erheblich vom Zustand ohne menschliche Störungen ab.
Schlecht	Rot	Große Teile der Lebensgemeinschaften, die bei sehr gutem Zustand vorhanden wären, fehlen.

Abb. 10-1 Bewertungsstufen nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie

Gewässergütebewertung



Zur Beschreibung des ökologischen Zustands eines Gewässers müssen drei Aspekte berücksichtigt werden:

- Biologischer Aspekt: Lebensgemeinschaften
- Hydromorphologischer Aspekt: Gewässerstruktur und Wasserhaushalt
- Chemischer Aspekt: Wasserbeschaffenheit

Deshalb ist auch die Praxis der Gewässergütebewertung in Deutschland in den letzten Jahren grundsätzlich verändert und erweitert worden. So gibt es nicht mehr eine einzelne Gewässergütekarte, sondern einen Gewässergüteatlas, der ständig aktualisiert wird. Darin werden die biologische Gewässergütekarte, die Gewässerstrukturgütekarte sowie Einzelkarten zur chemischen Wasserbeschaffenheit veröffentlicht. Herausgegeben wird der Gewässergüteatlas von der ► LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA).

Bewertung nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie

Durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie sind erstmals europaweit gültige Vorgaben zur Gewässergütebewertung festgelegt. Danach müssen alle europäischen Gewässer von der Quelle bis zur Mündung

nach vergleichbaren Kriterien beschrieben und bewertet werden. Leitbild ist der Zustand, den das Gewässer ohne Einfluss des Menschen haben würde. Von dem Leitbild werden die übrigen Bewertungsstufen abgeleitet (► Abb. 10-1). Wichtigster Aspekt sind die Lebensgemeinschaften. Gewässerstruktur und Wasserhaushalt sowie die Wasserbeschaffenheit müssen mit erhoben werden, da sie wichtige Hinweise auf die Ursachen für mögliche Störungen geben und damit Ansatzpunkte für notwendige Maßnahmen liefern können. Die Bewertungsergebnisse sollen in bekannter Weise in farbigen Karten für jedes größere Flusseinzugsgebiet in 5 (bisher 7) Abstufungen dargestellt werden. Ziel ist, einen „guten Zustand“ der Oberflächengewässer bis 2015 zu erreichen (Bewertungsstufe 2).

Grundsätzlich wird es kein EU-weites Einheitsverfahren zur Gewässergütebewertung geben. Denn jeder Fluss ist anders. So sind in Flüssen Nordeuropas andere Lebensgemeinschaften zu erwarten als in den Mittelmeerländern, bei einem Bergbach andere Bewertungsmaßstäbe anzusetzen als bei einem Flachlandgewässer. Allerdings müssen die Bewertungsergebnisse vergleichbar sein. Jeder Mitgliedstaat muss bis Ende 2006 die für seine Gewässer geeigneten Bewertungsverfahren festlegen und national und international im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie abstimmen.

Warum Gewässergütekarten?

- Beschreibung des Gütezustands des Gewässers
- Umsetzung von Gütedaten in eine allgemeinverständliche Sprache
- Sichtbarmachen von Defiziten, um Maßnahmen zur Verbesserung durchzusetzen
- Darstellung der Schutzwürdigkeit noch intakter Gewässer(abschnitte)
- Erfolgskontrolle nach Durchführung von Sanierungsmaßnahmen

Ökologische Bewertung nach EU-Wasserrahmenrichtlinie

- „**Biologische Komponenten**“: Lebensgemeinschaften
Gewässerflora: Wasserpflanzen und Algen; Wirbellose der Gewässersohle*; Fische
- „**Hydromorphologische Komponenten**“: Wasserhaushalt und Gewässerstruktur
Abfluss und Abflussdynamik; Verbindung zu Grundwasserkörpern; Durchgängigkeit*; Tiefen- und Breitenvariation*; Struktur und Substrat des Flussbettes*; Struktur der Uferzone*
- „**Chemische und physikalische Komponenten**“: Wasserbeschaffenheit
Wassertemperatur*; Sauerstoffhaushalt*; Salzgehalt*; Versauerungszustand*; Nährstoffbedingungen*; Spezifische Schadstoffe

* Für den Parameter existieren Bewertungsverfahren der LAWA

Abb. 10-2 Parameter zur ökologischen Bewertung nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie



Damit sind die derzeit verwendeten Bewertungsverfahren vorläufig. In Deutschland sind jedoch keine grundsätzlichen Änderungen erforderlich, denn die meisten der in der EU-Wasserrahmenrichtlinie vorgegebenen Parameter sind bereits in den gültigen Bewertungsverfahren der LAWA enthalten (► Abb. 10-2). Angeglichen werden müssen die Bewertungsstufen. Dann können auch bereits vorhandene Gewässergütedaten im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie ausgewertet werden. Neu ist, dass Fische und Wasserpflanzen sowie der Wasserhaushalt einbezogen werden müssen. Außerdem erfolgt die Bewertung nicht nach Bundesländern, sondern nach Flusseinzugsgebieten. Hessen hat Anteile an den europäischen Flusseinzugsgebieten von Weser und Rhein.

Informationen über die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Hessen sind unter ► www.flussgebiete-hessen.de zu finden. Ausführliche Informationen über Ziele und Inhalt der Wasserrahmenrichtlinie gibt das Bundesumweltministerium unter ► www.bmu.de. Die deutsche Textfassung der Richtlinie kann ebenfalls dort abgerufen werden.

10.2 Gewässerstrukturgüte – Das äußere Erscheinungsbild

Mit der Gewässerstruktur wird das äußere Erscheinungsbild eines Gewässers beschrieben. Dieses ist durch die Begradigung und den technischen Ausbau der Gewässer sowie die weiträumige Zerstörung natürlicher Auenlandschaften nachhaltig verändert worden und eine Ursache dafür, dass in vielen Bächen und Flüssen die charakteristischen, artenreichen Lebensgemeinschaften mit vielen spezialisierten Tieren und Pflanzen nicht mehr vorkommen und auch der Wasserhaushalt empfindlich gestört ist. Die Gewässerstruktur gibt also indirekt wichtige Auskünfte über die Eignung eines Gewässers als Lebensraum und damit über die Funktionsfähigkeit des Ökosystems. Die beste Wasserqualität nützt wenig, wenn der Fluss in eine schnurgerade Betonrinne gezwängt ist.

Der Schutz bzw. die Wiederherstellung natürlicher Gewässerstrukturen ist heute die wichtigste Aufgabe des Gewässerschutzes. Um

	Hauptparameter	Einzelparameter
Gewässerlauf	Laufentwicklung	1. Laufkrümmung 2. Krümmungserosion (z.B. Uferabbrüche) 3. Längsbänke (Kies-, Sand- und Schotterbänke) 4. Besondere Laufstrukturen (z.B. Verzweigungen, Aufweitungen, Verengungen) 5. Profiltiefe 6. Uferverbau
	Längsprofil	7. Querbauwerke (Wanderungshindernisse für Tiere) 8. Verrohrungen und Durchlässe 9. Rückstau (als Folge von Querbauwerken) 10. Querbänke (natürliche Sohlenanhebungen) 11. Strömungsdiversität 12. Tiefenvarianz (Wechsel von Kolken und Flachwasser)
	Sohlenstruktur	13. Substrattyp (Lehm, Kies, Schotter, Steine, etc.) 14. Sohlenverbau (Pflasterung, Versiegelung) 15. Substratdiversität 16. Besondere Sohlenstrukturen (z.B. Schnellen, Kolke, Flachwasser)
Ufer	Querprofil	17. Profiltiefe (Ausmaß der unnatürlichen Eintiefung) 18. Profiltyp (Ausmaß des technischen Ausbaus) 19. Breitenvarianz 20. Breitenerosion
	Uferstruktur	21. Uferbewuchs 22. Uferverbau 23. Besondere Uferstrukturen (z.B. Totholz, Unterstände, Buchten, Nistwand)
Aue	Gewässerumfeld	24. Flächennutzung 25. Gewässerrandstreifen 26. Schädliche Umfeldstrukturen (z.B. Straßen, Fischteiche)

Abb. 10-3 Parameter der Gewässerstrukturgütekartierung (LAWA 2000)

Gewässergütebewertung



gezielt handeln zu können, wurde in allen Bundesländern die Struktur der Bäche und Flüsse systematisch erhoben und bewertet. Die Ergebnisse sind in farbigen Gewässerstrukturgütekarten dargestellt. Sie zeigen, wie groß der Handlungsbedarf zur Wiederherstellung ökologisch intakter Gewässerlebensräume ist. Außerdem sind sie ein wichtiges Instrumentarium zur Planung und Umsetzung geeigneter (Renaturierungs-)Maßnahmen.

Bei der Strukturgütekartierung wird das äußere Erscheinungsbild des Gewässers, der Ufer und der Aue von Kartierern abschnittsweise begangen und anhand von 6 Hauptparametern, denen 26 Einzelparameter zugeordnet sind, bewertet. Wesentliche Aspekte sind u.a. der Gewässerverlauf, die Beschaffenheit der Gewässer-sole, des Ufers und der Zustand der Aue.

Wie auch die biologische Gewässergüte werden die Ergebnisse der Strukturgütekartierung durch einen 7-stufigen Farbcode (von blau über grün und gelb zu rot) sichtbar gemacht, der den Gewässern abschnittsweise entsprechend ihrer Bewertung zugeordnet wird. Bezugspunkt bei der Bewertung der Gewässerstruktur ist der „potenziell natürliche Zustand“, d.h. der vom Menschen weitgehend unbeeinflusste Zustand eines Fließgewässers. Er entspricht der Strukturgüteklasse 1. Alle Abweichungen von diesem Leitbild werden je nach Ausmaß entsprechend schlechter bewertet.

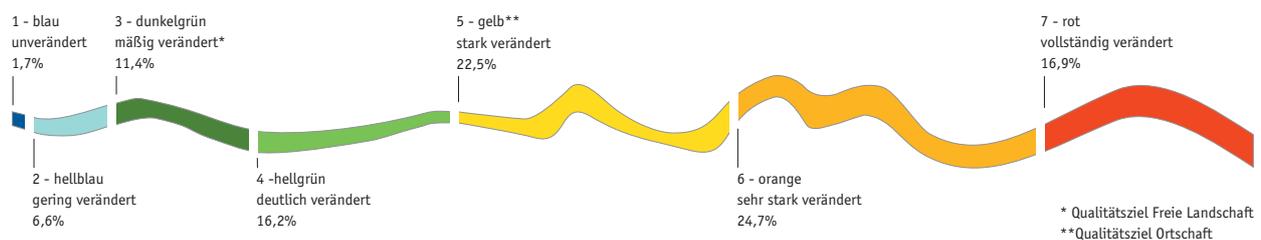
Als erstes Bundesland hat Hessen landesweit von 1997 bis 1999 eine detaillierte Strukturgütekartierung durchgeführt. Es wurden in

100 m-Abschnitten über 23.000 km Bäche und Flüsse bewertet. Die Ergebnisse sind auf ► FOLIE 6 und in ► ABB. 10-4 dargestellt. Die erste Gewässerstrukturgütekarte für die ganze Bundesrepublik wurde 2002 veröffentlicht (LAWA 2002).

Die Ergebnisse sind alarmierend und unterscheiden sich in Hessen kaum vom bundesdeutschen Gesamtergebnis. Danach befinden sich weniger als 2% der hessischen Bäche und Flüsse in natürlichem, unverändertem Zustand. Zu etwa 80% sind sie in ihrer Struktur so stark verändert worden, dass ihre ökologische Funktionsfähigkeit gefährdet ist (Strukturgüteklasse > 3). Der Handlungsbedarf ist also groß. Vor allem im Bereich geschlossener Ortschaften und in Gebieten mit intensiver Landwirtschaft sind viele Fließgewässer durch Begradigungen und technischen Ausbau stark bis vollständig verändert worden.

Auch für die Gewässerstrukturgüte sind Qualitätsziele festgesetzt worden. So wird angestrebt, in der freien Landschaft durch geeignete Sanierungsmaßnahmen (► Kap. 7 RENATURIERUNG) mindestens Strukturgüteklasse 3 zu erreichen. In Ortschaften dagegen sind die Entwicklungsmöglichkeiten durch Bebauung, Verkehrswege und Hochwasserschutzgründen zwangsläufig eingeschränkt. Hier wurde die Strukturgüteklasse 5 als Qualitätsziel festgelegt.

Gewässerstrukturgüte in Hessen 2000



Gewässerstrukturgüte bundesweit 2002

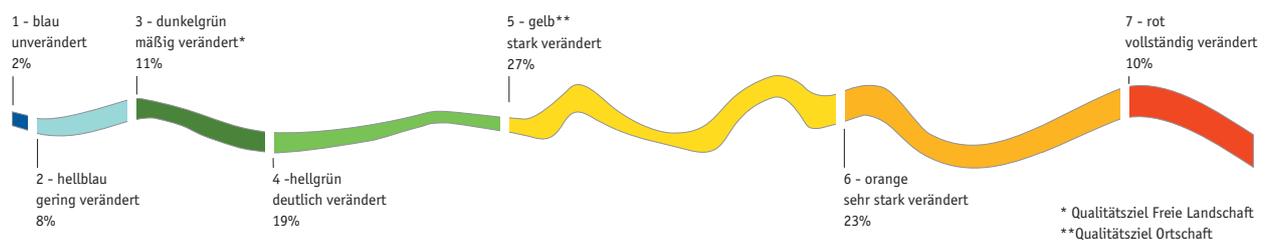


Abb. 10-4 Gewässerstrukturgüte in Hessen (HMULF 2000) und Gewässerstrukturgüte in der Bundesrepublik (LAWA 2002)



10.3 Biologische Gewässergüte – Das Saprobien-system

Lebensgemeinschaften reagieren sehr sensibel auf Störungen ihrer Umwelt. Als Folge veränderter Konkurrenzverhältnisse verschieben sich die Häufigkeiten der Arten. Bei stärkeren Veränderungen zeigen viele Tiere Fluchtverhalten, indem sie sich etwa im Sediment vergraben oder, wenn sie dies nicht können, aktiv oder passiv mit der Strömung verdriften lassen. Zu einem Absterben kommt es erst bei Extremereignissen (z.B. Einleitung toxischer Abwässer). Auch Pflanzen sind gute Bioindikatoren, weil sie Belastungen über längere Zeiträume anzeigen und vor allem empfindlich auf Nährstoffe reagieren. Grundsätzlich kann jede Tier- oder Pflanzengruppe als Bioindikator verwendet werden, wenn sie gegenüber den anzuzeigenden Belastungen hinreichend empfindlich reagiert. Ein großer Vorteil besteht gegenüber chemischen Analysen darin, dass die Bewertung über Bioindikatoren nicht nur eine Momentaufnahme liefert, sondern in Abhängigkeit von der Länge des Lebenszyklus einer Art die jeweiligen Lebensbedingungen und damit die Wasserqualität über einen längeren Zeitraum dokumentiert (► ABB. 10-5).

Bedeutendstes, seit langem standardisiertes Verfahren zur Biologischen Gewässergütemessung und Grundlage für die Biologischen Gewässergütekarten ist das Saprobien-system. Andere biologische Verfahren (Artenfehlbetrag, Bioindikation über spezielle Tier- und Pflanzengruppen) sind wissenschaftlich anerkannt, werden jedoch nur für wissenschaftliche Fragestellungen angewendet. Grundsätzlich sind biologische Untersuchungen relativ aufwendig, weil sie Artenkenntnis und Zeit erfordern und nicht zu automatisieren sind.

Das Saprobien-system ist eine Zusammenstellung von ausgewählten Indikatorarten („Leitorganismen“), über deren Vorkommen und Häufigkeit in einem Fließgewässer auf die Belastung mit organischen, biologisch leicht abbaubaren Stoffen geschlossen werden

kann („Saprobie“ = Belastung mit sauerstoffzehrenden Stoffen). In die DIN-Saprobienliste sind 140 wirbellose Tiere des Makrobenthos (v.a. Insektenlarven, Kleinkrebse, Schnecken, Muscheln, Egel), einige Fischarten sowie ca. 90 Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Ciliaten) aufgenommen, wobei letztere vor allem dann in die Bewertung einfließen, wenn nicht genügend Makroorganismen vorhanden sind.

Jedem Tier der Saprobienliste sind zwei Werte zugeordnet, der Saprobiewert (s) und das Indikationsgewicht (G). Der Saprobiewert (Zeigerwert, Gütefaktor) ist ein Index, der anzeigt, in welcher Gewässergüteklasse die entsprechende Art bevorzugt anzutreffen ist. Dabei gibt es Arten, die nur eine sehr enge Toleranz gegenüber organischer Belastung aufweisen und wirklich nur in einer Güteklasse auftreten (z.B. *Crenobia alpina* Alpenstrudelwurm), wohingegen andere gegenüber organischer Belastung toleranter sind und in mehreren Güteklassen auftreten können (z.B. *Gammarus pulex* Bachflohkrebs) (► ABB. 10-7). Diese spezifische Toleranzbreite einer Art (ökologische Valenz) wird durch das dimensionslose Indikationsgewicht G (= 1,2,4,8 und 16) zum Ausdruck gebracht. Arten, die in Gewässern aller Güteklassen vorkommen, sind als Indikatoren ungeeignet und werden daher in der Saprobienliste nicht genannt (z.B. *Culex pipiens* Gemeine Stechmücke und andere Dipterenlarven). Als Bioindikatoren sind grundsätzlich nur Arten mit relativ geringem Toleranzbereich gegenüber den anzuzeigenden Belastungen geeignet, deshalb haben alle Saprobienorganismen mindestens das Indikationsgewicht 4. Ein vereinfachter Saprobienindex kann auch ohne Einbeziehung des Indikationsgewichtes berechnet werden. In diesem Fall wird G in der Formel ersatzlos gestrichen.

Als dritte Größe wird bei der Berechnung des Saprobienindex noch die Häufigkeit A der jeweiligen Art an einer Probestelle eingebracht, die nach DIN in Häufigkeitsklassen (0-7) zu schätzen ist, jedoch auch über die absolute Anzahl der Individuen einfließen kann.

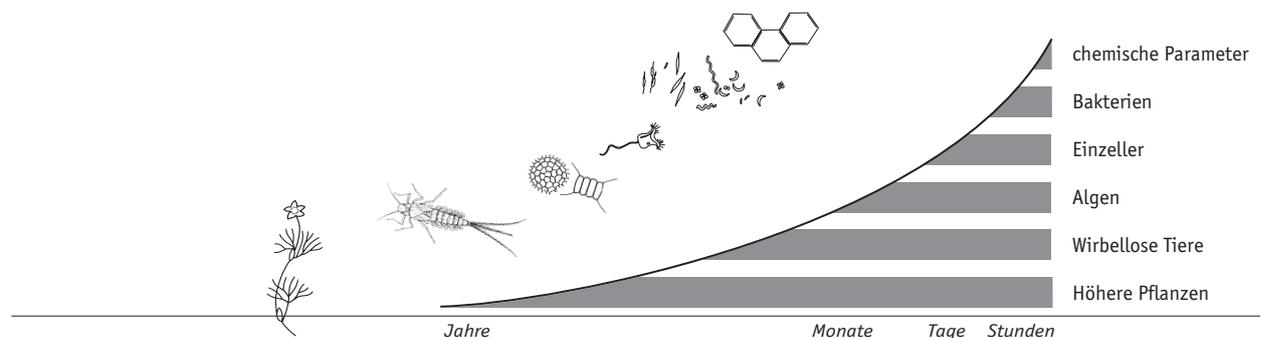


Abb. 10-5 Zeitliche Gültigkeit chemischer und biologischer Indikatoren zur Gewässergütemessung (nach SCHMEDIJE/KOHMANN 1988). Die Reaktionszeit auf Umweltveränderungen ist abhängig von der Lebensdauer der Organismen.

Gewässergütebewertung



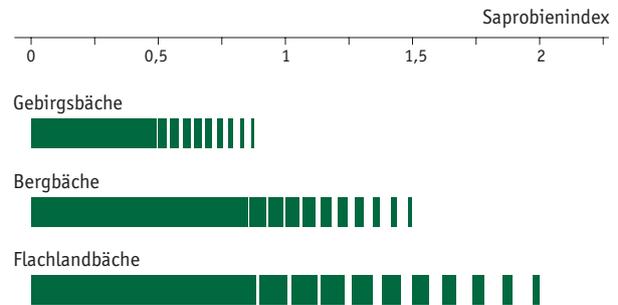
Die Zuordnung der Saprobienorganismen wurde mehrfach überarbeitet und erweitert, geht in den Grundzügen jedoch immer noch auf KOLKWITZ und MARSSON (1902) zurück. So überzeugend das Saprobien-system wirken mag, ist doch immer wieder Kritik an dem Verfahren geübt worden. Ein wichtiges Problem ist, dass das natürliche Artenspektrum von Fließgewässern große regionale Unterschiede aufweist. So ist das Saprobien-system vor allem auf die Situation schnellfließender, sauerstoffreicher Bergbäche zugeschnitten und hat dort seine volle Gültigkeit. Langsam fließende Bäche des Flachlandes sind jedoch natürlicherweise höher mit organischen Stoffen „belastet“ und weisen einen geringeren Sauerstoffgehalt auf, so dass Arten der Güteklasse 1 hier natürlicherweise nicht vorkommen. Entsprechend können unbelastete Flachlandbäche Güteklasse 1 nach dem Saprobien-system nie erreichen.

► ABB. 10-6

Formel zur Berechnung des Saprobienindex

$$S = \frac{\sum A \cdot s \cdot G}{\sum A \cdot G}$$

S = Saprobienindex
 A = Häufigkeit (geschätzt oder gezählt);
 s = Saprobiewert; Zeigerwert
 G = Indikationsgewicht



Auch wurden die auf empirischem Wege gewonnenen Erkenntnisse von KOLKWITZ und MARSSON bisher nur für einzelne Arten durch physiologisch-ökologische Untersuchungen (z.B. Tubifex, Gammarus) bestätigt (SCHWOERBEL 1993). Trotz aller Unschärfen jedoch hat sich das Saprobien-system bewährt und sehr erfolgreich die Gewässergütebewertung als politisches Instrumentarium zur Durchsetzung von Gewässerschutzmaßnahmen etabliert.

Abb. 10-6 Natürlicher Saprobienindex in unbelasteten Bachtypen. Flachlandbäche haben natürlicherweise einen höheren Gehalt an organischen Stoffen und einen geringeren Sauerstoffgehalt (nach BRAUKMANN 1987).

Art	Saprobiewert	Indikationsgewicht	Verteilung auf die Gewässergüteklassen*							
			1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	
Crenobia alpina (Alpenstrudelwurm)	1,1	16	18	2						
Baetis rhodani (Eintagsfliegenlarve)	2,3	8		2	6	10	2			
Gammarus pulex (Bachflohkrebs)	2,1	4	1	3	10	3	3			
Asellus aquaticus (Wasserassel)	2,7	4		1	3	7	5	4		

*(Die Zahlen geben die gewichtete 20-Punkte Verteilung der Arten auf die Gewässergüteklassen an)

Abb. 10-7 Beispiel für die Charakterisierung der Saprobienorganismen (Auszug aus der Saprobienliste nach DIN 38410, 1990).



Gewässergütebewertung

Güteklasse	Farbe	Saprobienindex	Beschreibung
I Unbelastet bis sehr gering belastet	Dunkelblau 	1,0-1,4	Reines, stets annähernd sauerstoffgesättigtes, nährstoffarmes Wasser Geringer Bakteriengehalt Mäßig dichte Besiedlung mit Algen, Moosen, Strudelwürmern, Insektenlarven Laichgewässer für Salmoniden
I-II Gering belastet	Hellblau 	1,5-1,7	Geringe anorganische Nährstoffzufuhr und organische Belastung, jedoch ohne nennenswerte Sauerstoffzehrung Dicht und meist in großer Artenvielfalt besiedelt Salmonidengewässer
II Mäßig belastet*	Dunkelgrün 	1,8-2,2	Mäßige Verunreinigung und gute Sauerstoffversorgung Sehr große Artenvielfalt und Individuendichte von Algen, Schnecken, Kleinkrebsen, Insektenlarven; Wasserpflanzenbestände können größere Flächen bedecken Artenreiche Fischgewässer
II-III Kritisch belastet	Hellgrün 	2,3-2,6	Belastung mit organischen, sauerstoffzehrenden Stoffen bewirkt einen kritischen Zustand Rückgang der Artenzahl bei Makroorganismen; einige Arten neigen zu Massenentwicklungen; fädige Algen können flächendeckende Bestände bilden Fischsterben infolge Sauerstoffmangel möglich
III Stark verschmutzt	Gelb 	2,7-3,1	Starke organische, sauerstoffzehrende Verschmutzung, meist niedriger Sauerstoffgehalt; örtlich Faulschlammablagerungen Kaum Algen und höhere Wasserpflanzen, jedoch Massenentwicklung von Schwämmen, Egel, Egel, Wasserasseln; Kolonien von Wimperntierchen und Abwasserbakterien Periodische Fischsterben sind möglich
III-IV Sehr stark verschmutzt	Orange 	3,2-3,4	Eingeschränkte Lebensbedingungen durch sehr starke Verschmutzung mit organischen, sauerstoffzehrenden Substanzen, oft durch toxische Einflüsse verstärkt; zeitweilig kein Sauerstoff, ausgedehnte Faulschlammablagerungen Besiedlung durch Mikroorganismen, Wimperntierchen, Schlammröhrenwürmer, Rote Zuckmückenlarven Fische nicht auf Dauer anzutreffen
IV Übermäßig verschmutzt	rot 	3,5-4,0	Übermäßige Verschmutzung durch organische, sauerstoffzehrende Abwässer; Sauerstoff über lange Zeit in niedrigen Konzentrationen vorhanden oder gänzlich fehlend; Fäulnisprozesse herrschen vor Besiedlung fast ausschließlich durch Mikroorganismen (Geißeltierchen, Wimperntierchen, Bakterien); bei starker toxischer Belastung biologische Verödung Fische fehlen

*gesetzlich vorgeschriebenes Qualitätsziel

Abb. 10-8 Beschreibung der Biologischen Gewässergüteklassen (nach LAWA 1996). Die Gewässergüteklassen weisen neben dem Vorkommen der Leitarten weitere charakteristische Merkmale hinsichtlich des Sauerstoffgehaltes, der Nährstoffbelastung und der Besiedlung mit Pflanzen und anderen Tieren auf. Allerdings kann aus der biologischen Güteklasse nicht zwangsläufig auf bestimmte Konzentrationen einzelner chemischer Parameter geschlossen werden. Die Beschreibungen sind rein empirisch.

Gewässergütebewertung



10.4 Chemische Gewässergüte – Die Wasserqualität

Die regelmäßige Überprüfung chemisch-physikalischer Parameter macht den größten Teil der Gewässergütemessprogramme der Länder aus. Weil in der Gewässeranalytik inzwischen eine unüberschaubare Anzahl von Einzelparametern bekannt ist, nicht zuletzt wegen der immer größer werdenden Zahl an synthetischen, umweltgefährdenden Stoffen und der verfeinerten Analysetechnik, muss bei der Festlegung des Messprogramms gezielt ausgewählt werden. Abgesehen von den allgemeinen Kenngrößen zur Beschreibung der Wasserbeschaffenheit (Abfluss, pH, Sauerstoff, Leitfähigkeit, Temperatur) ist eine Messung nur sinnvoll, wenn der entsprechende Stoff eine mögliche Belastung darstellt. So muss in Industriegebieten die Belastung mit Schwermetallen und synthetischen Stoffen (► XENOBIOTICA) überwacht werden, in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten sind dagegen Pestizide und Nährstoffe wichtige Messgrößen.

In Hessen werden je nach Umfang des Messprogramms an einer Messstation bis zu 40 Parameter überprüft. In bestimmten Fällen – z.B. bei Hochwasser oder Verschlechterung der Gewässergüte durch unbekannte Einleitungen – werden gegebenenfalls erweiternde Sonderuntersuchungen vorgenommen.

Für eine Bewertung der Chemischen Gewässergüte fehlten lange Zeit vergleichbare Klassifikationskriterien, was angesichts der Vielzahl der Parameter und ihrer sehr unterschiedlichen Auswirkungen auf das Ökosystem Fließgewässer auch nicht verwundert. Von der LAWA wurden 1998 für 46 Parameter aus den Stoffgruppen Nährstoffe, Salze, Summenkenngrößen, Schwermetalle und Industriechemikalien chemische Gewässergüteklassen festgelegt. In bekannter 7-stufiger Farbgebung wurden danach im aktuellen Hessischen Gewässergütebericht erstmals für hessische Fließgewässer 16 Chemische Gewässer-

Stoffgruppe	Wichtigste Parameter
Allgemeine Kenngrößen	Abfluss, pH, Leitfähigkeit, Sauerstoff*
Nährstoffe	Gesamtphosphor*; Gesamtstickstoff*, Nitrat*, Nitrit*, Ammonium*
Salze	Chlorid*, Sulfat*
Schwermetalle	Blei*, Cadmium*, Chrom*, Kupfer*, Nickel*, Quecksilber*, Zink
Summenkenngrößen	BSB (Biochemischer Sauerstoffbedarf) CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf) TOC* (Gesamtkohlenstoff)
Industriechemikalien/ Xenobiotica	AOX* (Summenparameter für halogenierte Kohlenwasserstoffe) sowie diverse synthetische Einzelstoffe

*Themenkarte zur Chemischen Gewässergüteklassifizierung mit Darstellung der Belastungssituation 1993-1997 in Hessen im Hessischen Gewässergütebericht 1997

Abb. 10-9 Die wichtigsten Stoffgruppen des Hessischen Gewässergütemessprogrammes.

gütekarten erstellt, in denen jeweils für einen Stoff die Belastungssituation an den Messstellen des Gütemessprogramms dargestellt ist. Eine Gesamtkarte „Chemische Gewässergüte“ gibt es also nicht. Sie hätte wenig Aussagekraft und würde wichtige Probleme verwischen. Nur eine differenzierte, stoff- und problembezogene Darstellung der Bewertungsergebnisse kann die Verhältnisse angemessen beschreiben und den Handlungsbedarf aufzeigen. Wie bei der Biologischen Gewässergüte gilt auch für die Chemische Gewässergüte jeweils Güteklasse II als Qualitätsziel.

Stoffbezogene Chemische Gewässergütekategorie	Farbe	Nitrat-N [mg/l]	Nitrit-N [mg/l]	Ammonium-N [mg/l]	Orthophosphat-P [mg/l]	Sauerstoff [mg/l]
I Unbelastet	Dunkelblau	≤ 1	≤ 0,01	≤ 0,04	< 0,02	> 8
I-II Sehr geringe Belastung	Hellblau	≤ 1,5	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,04	> 8
II Mäßige Belastung*	Dunkelgrün	≤ 2,5	≤ 0,1	≤ 0,3	≤ 0,1	> 6
II-III Deutliche Belastung	Hellgrün	≤ 5	≤ 0,2	≤ 0,6	≤ 0,2	> 5
III Erhöhte Belastung	Gelb	≤ 10	≤ 0,4	≤ 1,2	≤ 0,4	> 4
III-IV Hohe Belastung	Orange	≤ 20	≤ 0,8	≤ 2,4	≤ 0,8	> 2
IV Sehr hohe Belastung	Rot	> 20	> 0,8	> 2,4	≤ 0,8	< 2

* Qualitätsziel

Abb. 10-10 Chemische Gewässergüteklassifikation nach LAWA (1998). Auszug aus der Stoffgruppe Nährstoffe. Für die Parameter Leitfähigkeit, pH und BSB gibt es keine Güteklassifizierung.



10.5 Gewässergütebewertung in der Schule – Möglichkeiten und Grenzen

Die große Bedeutung der Freilandarbeit und der Erkundungen vor Ort im Rahmen einer Unterrichtseinheit „Fließgewässer“ ist unbestritten. Damit diese auch erfolgreich verläuft, sollten bei der Auswahl des Bewertungsverfahrens und des methodischen Vorgehens die Zielsetzungen genau bedacht werden. Schließlich ist der mit der Freilandarbeit verbundene organisatorische und zeitliche Auf-

wand beträchtlich und sollte sich für alle Beteiligten lohnen. Ein Gewässerbewertungsverfahren für Schülerinnen und Schüler muss einen möglichst ganzheitlichen Zugang zum Ökosystem Fließgewässer ermöglichen, es muss überschaubar sein, nachvollziehbare Ergebnisse liefern und sich auf die wichtigsten Probleme des Gewässerschutzes beziehen. Der Vergleich der drei wichtigsten Verfahren zur Ökologischen Gewässergütebewertung zeigt, dass jedes in unterschiedlicher Weise den genannten schulischen Zielsetzungen gerecht wird. ► ABB. 10-11

Gewässergütebewertung in der Schule: Allgemeine Lernziele

schülerbezogen

- Erkundung eines Ökosystems in freier Natur (Handlungsorientierung)
- Sinn für die Schönheit und Einzigartigkeit von Fließgewässern wecken (sinnliches Lernen)

problemorientiert*

- Bedeutung von (aktuellen!) Problemen des Gewässerschutzes aufgrund erworbenen Fachwissens einschätzen können; praktikable Verfahren zu deren Beurteilung kennenlernen; Sachkenntnis erwerben

sach-/fachbezogen

- Struktur und Funktion eines Ökosystems am Beispiel Fließgewässer kennenlernen
- Arbeitstechniken lernen (beobachten, beschreiben, protokollieren; Umgang mit Messgeräten; Dokumentation und Auswertung von Arbeits- und Messergebnissen)

gesellschaftsbezogen*

- Möglichkeiten und Grenzen der amtlichen Gewässergütebewertung einschätzen können

**gilt vor allem für die Sekundarstufe II*

Weil Gewässergütebewertungen in der Schule andere Ziele als in der Wasserwirtschaft haben, muss aus der Fülle möglicher Parameter gezielt ausgewählt und die offiziellen Verfahren müssen im beschriebenen Sinne didaktisch reduziert werden. Diese Vereinfachung bringt natürlich Unschärfen mit sich und die Vergleichbarkeit der Schülerergebnisse mit denen der Gewässergütekarten ist nur eingeschränkt möglich. Allerdings ist dies auch ein nachgeordnetes Lernziel; im Vordergrund stehen der Schülerbezug und die Problemorientierung: Nach einer exemplarisch durchgeführten Gewässergütebewertung sollten Schülerinnen und Schüler in der Lage sein, auch ohne aufwendige Hilfsmittel eine qualifizierte und sachlich richtige Einschätzung der ökologischen Situation eines Baches zu geben. Dies ist auch ohne technische Messgeräte möglich und erstaunlich einfach, wenn man einmal verstanden hat, worauf es ankommt. Für das Erkennen der ökologisch bedeutsamen Fließgewässerprobleme ist eine kluge Einschätzung, das Verstehen der Zusammenhänge von Symptomen, Ursachen und Wirkungen und ein geschärfter Blick besser als jede aufwendige, ohne Verstand durchgeführte Messung. Das wichtige Problem der Nährstoffbelastung/Eutrophierung lässt sich relativ einfach mit bloßem Auge

an vermehrtem Algenwachstum erkennen. Ein organisch übermäßig belasteter Bach stinkt und sieht schmutzig aus. Um festzustellen, ob ein Bach vergiftet ist, muss man schon genauer hinschauen: Hier könnte die Untersuchung der Tiere und Pflanzen Hinweise liefern. Welcher der unüberschaubar vielen umweltschädigenden synthetischen Stoffe (Xenobiotica) die Ursache sein könnte, ist dagegen eine Frage, die nur durch aufwendige Analysen zu klären ist, sie mit schulischen Mitteln durchführen zu wollen, wäre falscher Ehrgeiz. ► ABB. 10-12

Für das Erkennen des derzeit größten und ökologisch bedeutsamsten Problems der Bäche und Flüsse, die Schädigungen durch den technischen Gewässerausbau, steht mit der Strukturkartierung ein besonders schülerfreundlicher Ansatz zur Verfügung. Es bedarf keines Vorwissens, keiner teuren Chemikalien und Messgeräte und sie ist an jedem beliebigen Bach durchzuführen. Hier tut sich ein breites Tätigkeitsfeld auf: Schülerinnen und Schüler können auf Probleme aufmerksam machen, die über die Schule hinaus von großem umweltpolitischen Interesse sind, jedoch bisher kaum im öffentlichen Bewusstsein. Handlungsorientierung im besten Sinne.

Gewässergütebewertung



	Chemisch-physikalische Parameter	Biologische Gewässergüte (Saprobienindex)	Gewässerstrukturgüte
Objektivität/Reproduzierbarkeit	Wissenschaftl. exaktes Arbeiten vorausgesetzt	Bei guter Artenkenntnis	eher subjektiv; viele Sonderfälle
Zeitliche Gültigkeit	Momentaufnahme	Monate bis Jahre	Jahre bis Jahrzehnte
Räumliche Gültigkeit	Punktuell	Größer	auf Kartierungsabschnitt bezogen (einschließlich Gewässerumfeld)
Aussagewert über ökologischen Zustand	Abhängig von der Wahl des Parameters	Abhängig von der Wahl der Indikatorarten	groß
Didaktisches Potential	relativ großer Materialaufwand genaues, sorgfältiges Arbeiten erforderlich abstraktes Ergebnis Aussagewert des erhobenen Parameters muss überdacht werden; Hintergrundwissen erforderlich ab Klasse 10	Geringer Materialaufwand Biologisch Bestimmung der Arten kann Schwierigkeiten bereiten ab Klasse 7	Kein Materialaufwand Intensive Auseinandersetzung mit dem Ökosystem Schult Beobachtung; Naturerleben Bewertung muss überdacht und begründet werden ab Klasse 7

Abb. 10-11 Vergleich der Verfahren zur Gewässergütebewertung und ihre Einsatzmöglichkeiten in der Schule.

Die aktuell bedeutsamen Fließgewässerbelastungen	Verfahren zum Erkennen der Belastung
Ökologische Schäden durch Gewässerausbau	Strukturgütekartierung
Xenobiotika (= synthetische Stoffe)/Industrielle Abwässer	Ausgewählte chemische Parameter*
Nährstoffbelastung/Eutrophierung	Sauerstoff (vor allem Tagesgänge), Nährstoffe (P,N)
Kommunale Abwässer	Sauerstoff, BSB, Saprobienindex
	<i>*in der Schule nicht möglich!</i>

Abb. 10-12 Die aktuell bedeutsamsten Belastungen von Fließgewässern und Möglichkeiten, diese nachzuweisen.