

# Morphologie

Gemäß Anhang V, Art. 1.1.1 und 1.2.1 der Wasserrahmenrichtlinie sind folgende morphologische Komponenten und Kriterien zur unterstützenden Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten heranzuziehen:

- **Tiefen- und Breitenvariation:** Variationen von Breite und Tiefe
- **Struktur und Substrat des Flussbetts:** Laufentwicklung, Strömungsgeschwindigkeiten, Substratbedingungen
- **Struktur der Uferzone:** Struktur und Bedingungen der Uferbereiche

In Deutschland wird zur Bewertung der hydromorphologischen Qualitätskomponente „Morphologie“ das Verfahren der Gewässerstrukturkartierung angewendet.



Abb. 1: Verfahrensempfehlung zur Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland – Verfahren für kleine bis mittelgroße Fließgewässer.

Zur Erhebung und Bewertung der Gewässerstruktur stehen dafür zwei bundesweit gültige LAWA-Vor-Ort-Verfahren für kleine bis mittelgroße und mittelgroße bis große Fließgewässer zur Verfügung (LAWA 2000, 2002) (Abb. 1). Die Verfahren sind ursprünglich für natürliche Fließgewässer entwickelt worden. Da es in Bezug auf die Gewässerstruktur aber häufig keine Unterschiede zwischen morphologisch stark veränderten natürlichen Bächen und Flüssen oder künstlich geschaffenen Gewässern gibt, kann es auch an erheblich veränderten oder künstlichen Fließgewässern (z. B. Gräben und kleinen Kanälen) angewendet werden. Das Verfahren ist sowohl in der Landschaft als auch in Ortslagen anwendbar.

Um die naturraumtypischen, spezifischen Verhältnisse besser abbilden zu können, sind von vielen Bundesländern auf Grundlage der LAWA-Verfahren eigene modifizierte Verfahren entwickelt worden.

Die LAWA-Vor-Ort-Verfahren zur Gewässerstrukturkartierung sind bereits vor Einführung der

Wasserrahmenrichtlinie entwickelt und angewendet worden. Dennoch können sie dazu genutzt werden, um den Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie an die Bewertung der unterstützenden Qualitätskomponente „Morphologie“ nachzukommen. Alle gemäß WRRL geforderten Kriterien zur Bewertung der Morphologie sind in diesen Verfahren der Gewässerstrukturkartierung enthalten und können zur Bewertung des ökologischen Zustands bzw. ökologischen Potenzials herangezogen werden.

In der Tabelle 1 sind die Einzelparameter des Strukturkartierungsverfahrens für kleine und mittelgroße Fließgewässer den Kriterien und Komponenten der unterstützenden Qualitätskomponente „Morphologie“ zugeordnet. Jedem der Kriterien der WRRL sind dabei gleichmäßig drei Parameter der Strukturkartierung zugeordnet, so dass die nach Anhang V für den „sehr guten Zustand“ und das „sehr gute ökologische Potenzial“ geforderten Komponenten und Kriterien, in vollem Umfang berücksichtigt werden.

Zur Bewertung des „mäßigen Zustands“ können ggf. weitere Einzelparameter, insbesondere Schadparameter relevant sein. Deshalb wird die „Gesamtbewertung“ für die Bewertung der Wasserkörper verwendet.

Tab. 1: Zuordnung der Einzelparameter der Strukturkartierungsverfahren zu den Kriterien und Komponenten der unterstützenden Qualitätskomponente „Morphologie“ gemäß LAWA-AO (2012).

Komponenten Anhang V, Art 1.1.1 WRRL	Kriterien Anhang V, Art. 1.2.1 WRRL	Einzelparameter der LAWA- Strukturkartierung kleine bis mittelgroße FG (LAWA 2000)
<b>Struktur des Flussbetts</b>	Laufentwicklung	Laufkrümmung
		Krümmungserosion
		Bes. Laufstrukturen
	Strömungsgeschwindigkeit	Strömungsdiversität
		Rückstau
		Querbänke
<b>Substrat des Flussbetts</b>	Substratbedingungen	Substratdiversität
		Längsbänke
		Bes. Sohlstruktur
<b>Breitenvariation</b>	Variation von Breite	Gewässerrandstreifen
		Profiltyp
		Breitenvarianz

<b>Tiefenvariation</b>	Variation von Tiefe	Profiltiefe
		Tiefenvarianz
		Breitenerosion
<b>Struktur der Uferzone</b>	Struktur und Bedingungen der Uferbereiche	Uferbewuchs
		Uferverbau
		Bes. Uferstrukturen

## Strukturkartierung von Fließgewässern

Fließgewässer sind dynamische Lebensräume: Verlagerungen des Gewässers und seiner Substrate durch verschiedene Abflüsse sind maßgeblich an der Gestaltung der Gewässerstrukturen im Gewässer, aber auch am Ufer und in der Aue beteiligt.

Unter dem Begriff Gewässerstruktur werden im Rahmen der Strukturkartierung sämtliche räumlichen und materiellen Differenzierungen des Gewässerbettes und seines Umfeldes verstanden, soweit sie hydraulisch, gewässermorphologisch und hydrobiologisch wirksam und für die ökologischen Funktionen des Gewässers und der Aue von Bedeutung sind. Die einzelnen Strukturen können natürlicherweise entstanden, anthropogen geschaffen oder initiiert worden sein. Gewässerstrukturen sind damit ein Maß für die morphologische Qualität der Gewässer, die durch diese Strukturen angezeigten dynamischen Prozesse und somit für die Qualität des Lebensraumes Fließgewässer für Fauna und Flora.

Die Strukturkartierung von Fließgewässern ist ein Verfahren, mit dem der strukturelle (hydromorphologische) Zustand des Gewässerbettes, der Ufer und des Gewässerumfeldes und damit deren Funktionsfähigkeit **erhoben** und **bewertet** werden.

### Erhebung

Die Erhebung der Strukturen erfolgt direkt am Gewässer, bzw. für die großen Fließgewässer stützt sich die Kartierung der Gewässerstruktur überwiegend auf die Auswertung vorhandener Datengrundlagen, ergänzt durch Überprüfungen im Gelände.

In Abhängigkeit von der aktuellen Gewässerbreite werden zwischen 100 und 1.000 m lange Kartierabschnitte betrachtet.

Kartiert werden Zustandsmerkmale von 25 Einzelparametern (EP) für kleine bis mittelgroße bzw. 30 Einzelparameter für mittelgroße bis große Fließgewässer, die sechs Hauptparametern (HP)

- „Laufentwicklung“ (HP 1),
- „Längsprofil“ (HP 2),
- „Sohlstruktur“ (HP 3),
- „Querprofil“ (HP 4),
- „Uferstruktur“ (HP 5) und
- „Gewässerumfeld“ (HP 6) zugeordnet sind.

Mit Hilfe standardisierter Erhebungsbögen wird objektiv und reproduzierbar festgestellt, welche der

definierten Zustandsmerkmale an dem kartierten Fließgewässer zutreffend sind. Die Erhebung erfolgt je nach Einzelparameter entweder durch Angabe der Anzahl von Zustandsmerkmalen, des prozentualen Anteils von Zustandsmerkmalen oder durch Ankreuzen des dominanten Zustandsmerkmals. Im Allgemeinen sind die Einzelparameter für Uferstruktur und Gewässerumfeld getrennt für die jeweilige Gewässerseite zu erheben. Weitergehende Erläuterungen und Definitionen zu den Einzelparametern sind in der Arbeitsanleitung zur Kartierung dargestellt.

Unter dem Einzelparameter „Laufkrümmung“ kann z. B. erhoben werden, ob ein Fließgewässer einen mäandrierenden, geschwungenen, gestreckten oder geradlinigen Verlauf hat. Das dominierende Zustandsmerkmal, z. B. „geschwungen“ wird erfasst. Der Einzelparameter „Laufkrümmung“ bildet zusammen mit anderen Einzelparametern (z. B. „Krümmungserosion“ oder „Besondere Laufstrukturen“) den Hauptparameter „Laufentwicklung“. Die Hauptparameter decken dabei die drei Bereiche eines Fließgewässers, nämlich Sohle, Ufer und Umfeld (= Land) ab.

## Bewertung

Bewertungsgrundlage ist der heutige potentielle natürliche Gewässerzustand (hpnG). Als heutiger potentiell natürlicher Gewässerzustand wird der Zustand bezeichnet, der sich nach Aufgabe vorhandener Nutzungen im und am Gewässer und seiner Aue sowie nach Entnahme sämtlicher Verbauungen einstellen würde. Bereits vor der Wasserrahmenrichtlinie ist in Deutschland der Begriff des Leitbildes eingeführt worden, das den heutigen potenziell natürlichen Gewässerzustand beschreibt. In der WRRL wird mit dem Begriff Referenzbedingungen der „sehr gute ökologische Zustand“ bezeichnet. In Deutschland werden diese Referenzbedingungen mit dem hpnG bzw. dem Leitbild gleichgesetzt. Die beste Bewertung (Strukturklasse 1) ist an diesem Maßstab ausgerichtet. Da dieser je nach Naturraum und Gewässergröße verschieden sein kann, werden für die im Wesentlichen zu unterscheidenden morphologischen Gewässertypen verschiedene Bewertungsreferenzen zugrunde gelegt.

Die Zuordnung eines Gewässers zu diesen morphologischen Typen dient als Grundlage der Bewertung der Gewässerstruktur.

Methodisch setzt sich die Bewertung aus zwei Teilen zusammen. Bei der indexgestützten Haupt- und Einzelparameterbewertung werden die Ergebnisse nach fachkundiger Erhebung im Gelände rein rechnerisch zu Hauptparameter-Wertzahlen aggregiert. Die Bewertung der funktionalen Einheiten erfolgt durch die Kartierer als Ergebnis fachkundiger Beurteilungen im Gelände.

Bei der **indexgestützten Bewertung** erfolgt die Strukturklassenbestimmung mit Hilfe eines Indexsystems. Die Bewertung setzt bereits auf der Ebene der Einzelparameter an. Jedem Zustandsmerkmal eines Einzelparameters ist eine Indexziffer zwischen 1 und 7 zugeordnet. Durch diese Skalierung der Indexziffern wird das Ausmaß der Veränderungen bezüglich des jeweiligen Einzelparameters angezeigt. Die Zuordnung der Indexziffern zu bestimmten Zustandsmerkmalen erfolgt in Abhängigkeit vom jeweiligen morphologischen Gewässertyp und der zugehörigen Bewertungsreferenz (Leitbild).

Die Zusammenführung zur Bewertung der sechs Hauptparameter erfolgt i. d. R. durch arithmetische Mittelwertbildung der Indexwerte der Einzelparameter. Für die Hauptparameter ergeben sich somit in der Regel Werte mit gebrochenen Zahlen zwischen 1,0 und 7,0.

Beim Abschreiten des Gewässerabschnittes und beim Ausfüllen der Erhebungsbögen gewinnt der Kartierer einen Eindruck vom Zustand des Gewässers. Auf Basis der morphologischen Gewässertypen und des ganzheitlichen Eindruckes vor Ort bewertet der Kartierer die funktionalen Einheiten entsprechend der siebenstufigen Klassifikation. Anschließend erfolgt durch Zusammenfassung der **funktionalen Einheiten** die Bewertung der Hauptparameter. Im Allgemeinen erfolgt dies durch arithmetische Mittelwertbildung, wobei das Ergebnis gemäß obiger Tabelle auf eine Klasse zu runden ist.

Die **Plausibilisierung** der Ergebnisse erfolgt durch den Vergleich der Hauptparameterbewertungen aus der „indexgestützten Bewertung“ und aus der „Bewertung anhand funktionaler Einheiten“.

Ergeben sich zwischen beiden Bewertungskomponenten Abweichungen von mehr als einer Klasse, so hat der Kartierer nach Überprüfung der möglichen Fehlerquellen eine Entscheidung über die Hauptparameter-Klassifikation zu treffen und diese stichwortartig zu begründen.



Abb. 2: links: naturnahes Fließgewässer der Strukturklasse 1, rechts: anthropogen überformtes Fließgewässer der Strukturklasse 7 (Fotos: T. Pottgiesser).

Bewertet wird der „Grad der Veränderung“, d. h. die Abweichung der im Rahmen der Kartierung aktuell erhobenen Strukturen vom Leitbildzustand des jeweiligen morphologischen Fließgewässertyps in einer insgesamt siebenstufigen Klassifizierungsskala (Abb. 2, Tab. 2).

Tab. 2: Definition der Strukturklassen (Wertebereiche, Grad der Veränderung und Farbe der Kartendarstellung) bei einer siebenstufigen Bewertung.

Strukturklasse	Wertebereich	Grad der Veränderung	Kurzbeschreibung des Grads der Veränderung	farbige Kartendarstellung
1	1,0 - 1,7	unverändert	Die Gewässerstruktur entspricht dem potenziell natürlichen Zustand	dunkelblau
2	1,8 - 2,6	gering verändert	Die Gewässerstruktur ist gering beeinflusst durch einzelne, kleinräumige Eingriffe.	hellblau
3	2,7 - 3,5	mäßig verändert	Die Gewässerstruktur ist mäßig beeinflusst durch mehrere kleinräumige Eingriffe	grün

<b>4</b>	3,6 - 4,4	deutlich verändert	Die Gewässerstruktur ist deutlich beeinflusst durch verschiedene Eingriffe; z. B. in Sohle und Ufer, durch Rückstau und/ oder Nutzungen.	hellgrün
<b>5</b>	4,5 - 5,3	stark verändert	Die Gewässerstruktur ist durch Kombinationen von Eingriffen, z. B. in die Linienführung, durch Uferverbau, Querbauwerke, Stauregulierung, Anlagen zum Hochwasserschutz und/oder Nutzungen in der Aue, beeinträchtigt.	gelb
<b>6</b>	5,4 - 6,2	sehr stark verändert	Die Gewässerstruktur ist durch Kombinationen von Eingriffen, z. B. in die Linienführung, durch Uferverbau, Querbauwerke, Stauregulierung, Anlagen zum Hochwasserschutz und/oder Nutzungen in der Aue, stark beeinträchtigt.	orange
<b>7</b>	6,3 - 7,0	vollständig verändert	Die Gewässerstruktur ist durch Eingriffe in die Linienführung, durch Uferverbau, Querbauwerke, Stauregulierung, Anlagen zum Hochwasserschutz und/oder durch Nutzungen in der Aue vollständig verändert.	rot

Für eine fünfstufige Bewertung, z. B. für eine vergleichbare Darstellung gemäß WRRL, ist Tabelle 3 zu verwenden.

Tab. 3: Definition der Klassen (Wertebereiche, Grad der Veränderung und Farbe der Kartendarstellung) bei einer fünfstufigen Bewertung.

<b>Klasse</b>	<b>Wertebereich</b>	<b>farbige Kartendarstellung</b>
---------------	---------------------	----------------------------------

1	1,0 - 2,2	dunkelblau
2	> 2,2 - 3,4	grün
3	> 3,4 - 4,6	gelb
4	> 4,6 - 5,8	orange
5	> 5,8	rot

### Aggregation der Bewertung

Ergebnis der Bewertung ist eine Bewertung der Hauptparameter. Für die Hauptparameter 5 Uferstruktur und Hauptparameter 6 Gewässerumfeld wird hierbei zwischen linker und rechter Fließgewässerseite unterschieden.

In der Tabelle 4 sind mögliche alternative Aggregationen der Bewertung der Hauptparameter dargestellt. So können die HP 5 und 6 jeweils zu einer Gesamtbewertung des HP zusammengeführt werden oder die sechs bzw. acht Hauptparameterbewertungen werden zu den drei Bereichen Sohle, Ufer und Land zusammengeführt. Es können aber auch alle Hauptparameter zu einer Gesamtbewertung verrechnet werden.

Tab. 4: Mögliche Aggregationen der Bewertungen.

Bewertung Hauptparameter mit links/rechts Unterscheidung		Mögliche Aggregationen der Bewertung		
HP 1: Laufentwicklung	HP 1: Laufentwicklung			Gesamtbewertung
HP 2: Längsprofil	HP 2: Längsprofil	Bereich Sohle		
HP 3: Sohlenstruktur	HP 3: Sohlenstruktur			
HP 4: Querprofil	HP 4: Querprofil			
HP 5: Uferstruktur links	HP 5: Uferstruktur	Bereich Ufer		
HP 5: Uferstruktur rechts				
HP 6: Gewässerumfeld links	HP 6: Gewässerumfeld	Bereich Land		
HP 6: Gewässerumfeld rechts				

### Gewässerstrukturkarten

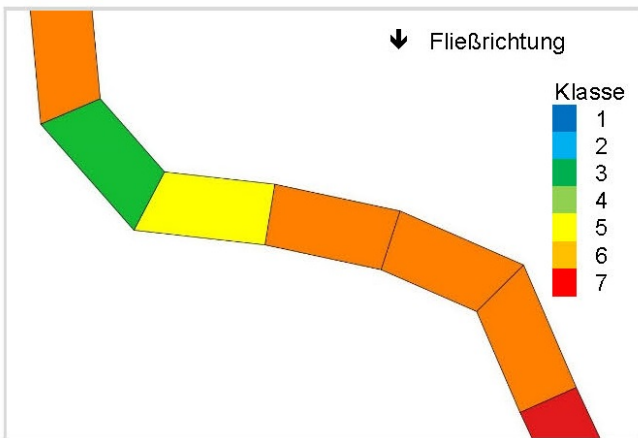
Strukturkarten zeigen als Ergebnis der Erhebung und Bewertung der Gewässerstruktur den morphologischen Zustand der untersuchten Gewässer in farbiger Banddarstellung, z. B. auf Grundlage

von topographischen Karten.

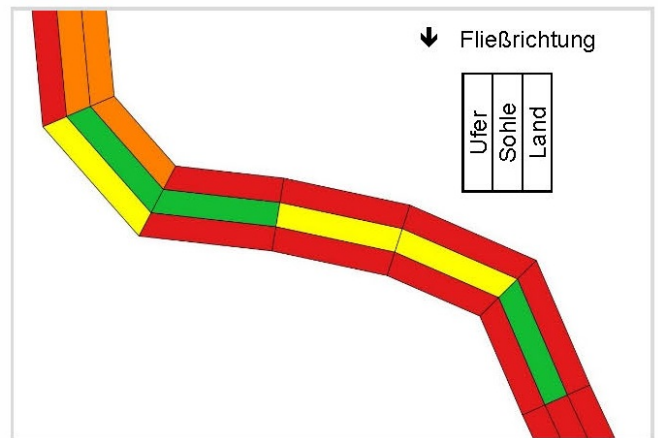
Die Strukturkarte kann je nach Anwendungsbereich und Maßstab wahlweise verschiedene Bewertungsergebnisse darstellen (Abb. 3), z. B.:

- ausgewählte Einzelparameterbewertungen
- die sechs Hauptparameterbewertungen (sechs Einzelbänder bzw. acht (bei links-rechts-Unterscheidung) je Fließgewässer)
- die Bewertungen für Sohle, Ufer und Land (drei- bzw. fünfbändige Darstellung (bei links-rechts-Unterscheidung) für ein Fließgewässer)
- die einbändige Gesamtbewertung des Fließgewässers.

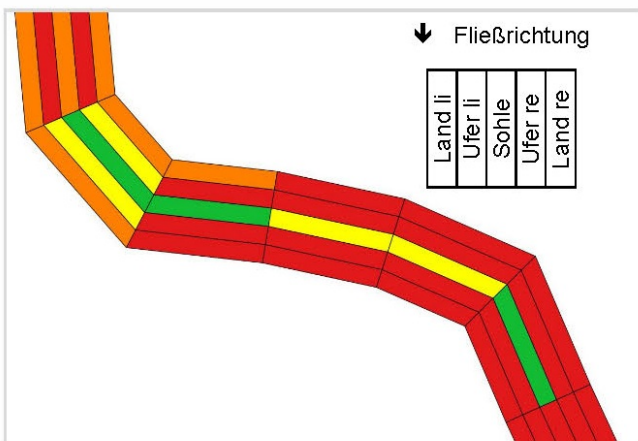
Die Banddarstellungen können durch Piktogramme für Singularitäten wie z. B. „Bauwerke“ ergänzt werden. Durch Rasterung oder Schraffur können Gewässer in Siedlungen gekennzeichnet werden.



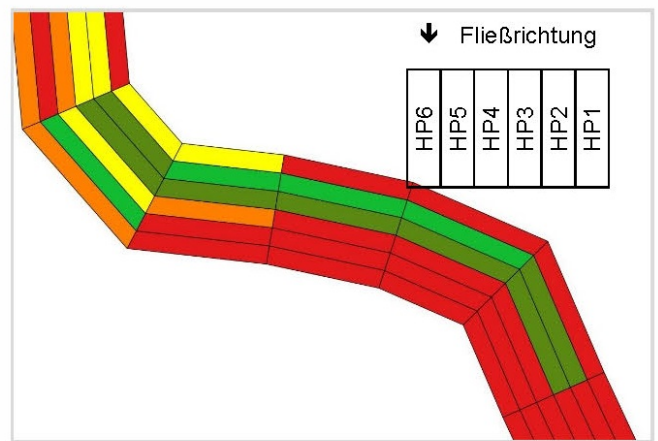
Gesamtbewertung als Bänderdarstellung



Sohle – Ufer – Land



Sohle – Ufer – Land mit links/rechts Unterscheidung



Hauptparameterbewertung

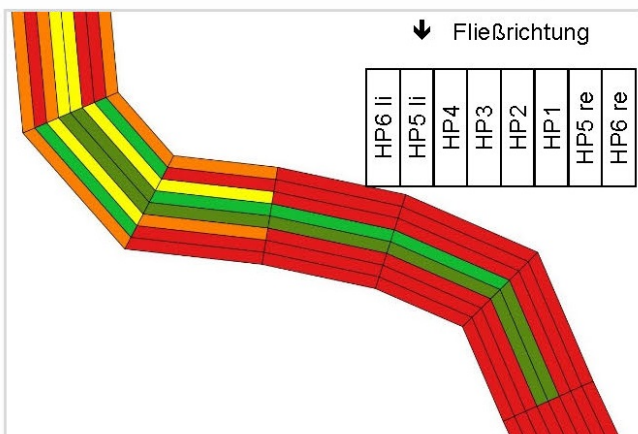




Abb. 3: Beispiele für kartographische Darstellungen der Bewertungsergebnisse der Strukturkartierung.