

# Morphologie

Zur quantitativen Bewertung der beiden hydromorphologischen Qualitätskomponenten – Morphologie und Tidenregime – ist für die Übergangs- und Küstengewässer das gemeinsame Verfahren „[HyMo-TCW Bewertungsmatrix](#)“ (Arbeitstitel) entwickelt worden.

## Erfassung

Im Rahmen dieses Verfahrens werden die in Tabelle 1 aufgeführten Einzelparameter für einen Wasserkörper erfasst. Die Erhebung erfolgt GIS basiert über die Auswertung von Monitoringdaten, wie z. B. hydrographische Vermessungen, Pegel- und Strömungsdaten, Sediment- und Habitatkartierungen. Datenquellen hierfür sind z. B. das nationale Monitoring, Daten des „European Marine Observation and Data Network“ (EMODnet), des Europäischen Erdbeobachtungsprogramm Copernicus, des „International Council for the Exploration of the Sea“ (ICES), usw..

Tab. 1: Erhobene Einzelparameter für die beiden hydromorphologischen Qualitätskomponenten.

hydromorphologische Qualitätskomponente	erhobene Einzelparameter
<b>Morphologie</b>	hydromorphologische Strukturelemente
	Tiefenvariation
	Substrat
	Gezeitenzone
<b>Tidenregime</b>	Tidenhub
	Süßwasserzustrom
	Seegangsbelastung

## Morphologische Qualitätskomponenten

Die Flächenanteile der **hydromorphologischen Strukturelemente** werden für die im Wasserkörper vorkommenden flächen- und linienhafte Elemente aufgenommen. Die Typen unterscheiden sich hinsichtlich der vorkommenden Elemente. Für den Typ N4: Polyhalines Wattenmeer beispielsweise werden bei den flächenhaften Elementen Gezeitenrinnen, Wattflächen/Platen, Vorländer und Außensände, bei den linienhaften Elementen Insel-/Halligküste, Festlandküste und Dämme erfasst.

Die **Tiefenvariation** wird in mehreren Klassen erhoben; die Abstufungen variieren je nach Typ. Erhoben wird der prozentuale Flächenanteil, mit dem jede dieser Tiefenklassen im Wasserkörper auftritt. Für den Typ N4: Polyhalines Wattenmeer sind dies z. B. die Tiefenklassen 0 - 2,5 m, 2,5 - 5 m, 5 - 10 m, 10 - 15 m, > 15 m.

Für den Parameter **Substrat** wird der Flächenanteil der vier mineralischen Substratklassen Schlick, Sand/Kies, Mischsedimente sowie Hartsubstrat (Steine, Blöcke, Fels) im Wasserkörper erfasst. Bezüglich der Struktur der Sedimente ist zudem der Wassergehalt der schlackigen, sandigen und kiesigen Substrate in den Klassen hoch, mittel und gering, sowie die Sohl- und Besiedlungsrauheit in den Klassen glatt, mäßig rau und sehr rau anzugeben. In einigen Fällen, z. B. für den Typ 5: Euhalines felsgeprägtes Küstengewässer Helgolands, kann es notwendig sein zwischen Substraten unterschiedlicher Entstehung zu differenzieren. Für diesen Fall kann

zwischen primären und sekundären Substratfazies unterschieden werden. Die Substratfaziesräume ergeben sich in der Regel aus den hydromorphologischen Strukturelementen. Für den Typ N4 werden z. B. Eulitoralfazies und Sublitoralfazies betrachtet.

Unter **Gezeitenzone** wird der Anteil dieser Fläche an der Wasserkörperfläche ermittelt, unterteilt in Sublitoral, Eulitoral und Supralitoral.

Als **Belastungsfaktoren** werden zusätzlich noch erfasst:

- Dämme
- Deiche
- Aquakultur und Fischerei
- Windparks
- Sedimententnahme
- Sedimentanschüttung / Baggergut
- Fehlender Uferbewuchs

## Tideregime Qualitätskomponenten

Unter **Tidenhub** wird der mittlere Tidenhub in Metern angegeben.

Die Menge des **Süßwasserzustroms** wird in m<sup>3</sup>/a erfasst. Optional kann die maximale Geschwindigkeit in m/sec angegeben werden.

Die Erfassung der **Seegangbelastung** unter Berücksichtigung der vorwiegenden Windrichtung und Küstenlinie zur Beurteilung der Wellenbelastung erfolgt in den sechs Klassen: äußerst exponiert, sehr exponiert, exponiert, mäßig exponiert, geschützt, sehr geschützt und extrem geschützt. Des Weiteren kann optional die Expositionsrichtung angegeben werden.

## Bewertung

Die Bewertung erfolgt gewässertypspezifisch in den drei Klassen: sehr gut, gut sowie mäßig und schlechter.

Für jeden Einzelparameter und dessen Ausprägungen sind für den sehr guten Zustand typspezifische Referenzwerte festgelegt worden (Abb. 1). Für den guten Zustand sowie mäßig und schlechter wurden die entsprechenden Abstufungen (reference value = RV) vorgenommen.

Typ: T1a (Elbe/Weser)	mandatory/optional	Sehr guter Zustand (mandatory)	Guter Zustand	Mäßiger Zustand und schlechter
<b>1. Hydromorphologische Strukturelemente</b>				
<b>flächenhafte Elemente</b>		Charakteristisch im Referenzzustand sind: flächenhafte Elemente mit	durch Vergrößerung (+), Verkleinerung (-) der flächenhafter Elemente um:	durch Vergrößerung (+), Verkleinerung (-) der flächenhafter Elemente um:
Fahrwasser		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> < <input type="text"/> %	<input type="text"/> > <input type="text"/> %
Wattflächen/Platen		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> < <input type="text"/> %	<input type="text"/> > <input type="text"/> %
Vorländer		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> < <input type="text"/> %	<input type="text"/> > <input type="text"/> %
Strände		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> < <input type="text"/> %	<input type="text"/> > <input type="text"/> %
Gezeitenrinne ohne Fahrwasser		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> < <input type="text"/> %	<input type="text"/> > <input type="text"/> %
...		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> < <input type="text"/> %	<input type="text"/> > <input type="text"/> %
...		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> < <input type="text"/> %	<input type="text"/> > <input type="text"/> %
<b>linienhafte Elemente</b>		linienhafte Elemente mit	linienhafter Elemente um:	linienhafter Elemente um:
Deiche		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> < <input type="text"/> %	<input type="text"/> > <input type="text"/> %
Dämme		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> < <input type="text"/> %	<input type="text"/> > <input type="text"/> %
		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> < <input type="text"/> %	<input type="text"/> > <input type="text"/> %
<b>Morphologische Bedingungen:</b> (wenn unter 2. - 4. Eintragungen gemacht werden können, ist das Feld mandatory/optional zu beachten!)				
<b>2. Tiefenvariation</b>				
0 - 2,5 m	mandatory	<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> < <input type="text"/> %	<input type="text"/> > <input type="text"/> %
2,5 - 5 m		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> < <input type="text"/> %	<input type="text"/> > <input type="text"/> %
5 - 10 m		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> < <input type="text"/> %	<input type="text"/> > <input type="text"/> %
10 - 15 m		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> < <input type="text"/> %	<input type="text"/> > <input type="text"/> %
15 - 20 m		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> < <input type="text"/> %	<input type="text"/> > <input type="text"/> %
20 - 30 m		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> < <input type="text"/> %	<input type="text"/> > <input type="text"/> %
> 30 m		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> < <input type="text"/> %	<input type="text"/> > <input type="text"/> %
<b>3. Substrat</b>				
<b>3.1 Primäre Substratfazies</b>				
3.1.1 Flächenanteil Schlack (Mud)	mandatory	30 - 50 %	50 - 60 %	60 - 100 %
3.1.2 Flächenanteil Sand/Kies		40 - 60 %	30 - 40 %	0 - 30 %
3.1.3 Flächenanteil Mischsedimente		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> - <input type="text"/> %
3.1.4 Flächenanteil Hartsubstrat		0 - 20 %	20 - 30 %	30 - 100 %
3.1.5 Wassergehalt		mittel	mittel	hoch
3.1.6 Sohlrauheit		sehr rau	mäßig rau	mäßig rau
3.1.7 Besiedlungsrauheit		mäßig rau	mäßig rau	mäßig rau
<b>4. Gezeitenzone</b>				
4.1 Anteil Sublitoral	mandatory	<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> - <input type="text"/> %
4.2 Anteil Eulitoral		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> - <input type="text"/> %
4.3 Anteil Supralitoral		<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> - <input type="text"/> %	<input type="text"/> - <input type="text"/> %
<b>Tideregime:</b> (wenn unter 5. - 7. Eintragungen gemacht werden können, ist das Feld mandatory/optional zu beachten!)				
<b>5. Tidenhub</b>				
5.1 mittlerer Tidenhub	mandatory	Charakteristisch im Referenzzustand: = <input type="text"/> 3 m	Veränderung um: bis zu +/- <input type="text"/> 1 m	Veränderung um: mehr als +/- <input type="text"/> 1 m
<b>6. Süßwasserzustrom</b>				
6.1 Menge	mandatory	Charakteristisch im Referenzzustand: <input type="text"/> XXX m <sup>3</sup> /a	Veränderung um: bis zu +/- <input type="text"/> 40 %	Veränderung um: mehr als +/- <input type="text"/> 40 %
6.2 maximale Geschwindigkeit	optional	< <input type="text"/> 3 m/s	+ <input type="text"/> 1 m/s	+ <input type="text"/> 1 m/s
<b>7. Seegangbelastung</b>				
7.1 Seegangsexposition (CIS 2.4)	mandatory	Charakteristisch im Referenzzustand: mäßig exponiert	Veränderung zu: exponiert oder	Veränderung zu: sehr exponiert
7.2 Expositionsrichtung	optional	SW <input type="text"/> - N <input type="text"/>	geschützt	sehr geschützt

Abb. 1: Bewertungsmatrix exemplarisch für den Übergangsgewässertyp T1: Übergangsgewässer Elbe-Weser-Ems (HyMo-TCW Bewertungsmatrix).

Die für den Ist-Zustand ermittelten Werte (observed value = OV) aller Einzelparameter bzw. Ausprägungen werden dem typspezifischen Wertebereich einer der drei Klassen zugeordnet und mit einem Rang von 1 bis 3 belegt. Der Klasse „sehr gut“ ist der Rang „1“, der Klasse „gut“ der Rang „2“ und der Klasse „mäßig und schlechter“ der Rang „3“ zugeordnet (Tab. 2).

Tab. 2: Beispiel für die Erhebung und Bewertung des Einzelparameters Substratverteilung für einen Wasserkörper des Typs T1: Übergangsgewässer Elbe-Weser-Ems.

Substrat	Anteil im Ist-Zustand (%)	Entspricht Wertebereich der Klasse	Rang
Schlack	30	sehr gut	1
Sand/Kies	35	gut	2
Hartsubstrat (Steine, Blöcke, Fels)	35	mäßig und schlechter	3

Nach dem Ranking der Ist-Zustandswerte (observed value = OV) basierend auf den Referenzwerten (RV) bzw. Vergleichswerten der Klassen gut und schlechter erfolgt in einem zweiten Schritt die Ermittlung des

Qualitätsquotienten (quality ratio = QR) für jeden Einzelparameter bzw. jede Ausprägung. Dabei werden zunächst der Minimal- und Maximalwert des im ersten Schritt ermittelten Rangs festgesetzt. Beispielsweise hat der sehr gute Zustand immer den Maximalwert 1 und den Minimalwert 0,81. Guter und mäßiger oder schlechterer Zustand haben Werte von 0,8 und 0,6 bzw. 0,6 und 0,4.

Durch Mittelwertbildung der Qualitätsquotienten der jeweiligen Ausprägungen ergeben sich dann die Qualitätsquotienten für die Einzelparameter (z. B. Tiefenvariation oder Substratverteilung).

In einem dritten Schritt werden den Einzelparametern Sensitivitäts- und Wichtungsfaktoren zugeordnet, da ihre Relevanz für die Bewertung unterschiedlich ist. Die Ermittlung der Sensitivitätsfaktoren erfolgt anhand einer Matrix, in der die Einzelparameter mit den Belastungsfaktoren in Beziehung gesetzt wurden (Tab. 4).

Tab. 4: Sensitivitätsfaktor.

Hydromorphologische Parameter		Belastungsfaktoren						
		Dämme	Deiche	Aquakultur / Fischerei	Windparks	Sedimententnahme	Sedimentanschüttung / Baggergut	Fehlender Uferbewuchs
		P1	P2	P3	P4	P5	P7	P8
Tiefenvariation	E1	3	2	1	1	3	2	2
Substratverteilung	E2	3	2	3	2	3	2	3
Gezeitenzone	E3	2	2	1	1	1	1	1
Tidenhub	E4	2	2	1	1	1	1	1
Exposition	E5	3	2	2	2	1	1	1
Strömungsgeschwindigkeit	E6	2	2	2	1	1	1	1

Für die Wichtungsfaktoren wurden in einer Matrix die Einzelparameter mit den biologischen Qualitätskomponenten in Beziehung gesetzt (Tab. 5).

Tab. 5: Wichtungsfaktoren.

Hydromorphologische Parameter		Biologische Qualitätskomponenten		
		Phytoplankton	Großalgen und Angiospermen	Benthische wirbellose Fauna
		B1	B2	B3
Tiefenvariation	E1	2	3	2
Substratverteilung	E2	1	3	3

<b>Gezeitenzone</b>	<b>E3</b>	2	2	2
<b>Tidenhub</b>	<b>E4</b>	2	2	2
<b>Exposition</b>	<b>E5</b>	3	2	2
<b>Strömungsgeschwindigkeit</b>	<b>E6</b>	1	2	2

Durch Mittelwertbildung beider Faktoren errechnet sich der SI-Faktor für jeden Einzelparameter.

## Gesamtbewertung

Die Ermittlung des Zustands von Morphologie und Tideregime in einem Wasserkörper wird errechnet, indem der Qualitätsquotient mit dem SI-Faktor multipliziert und dann durch die Gesamtzahl des SI-Faktors dividiert wird.

Formel zur Bewertung des ökologischen Zustands der **Qualitätskomponente Morphologie** (morphological condition) in einem Wasserkörper:

$$\sum QS_{\text{morphological condition}} = \frac{QR_{E1-E3} \times SI}{\sum SI}$$

QS = Quality Status (ökologischer Zustand)

E1 - E6 = Quality element 1 until Quality element 6 (Einzelparameter 1 bis 6)

QR = Quality Ratio (Qualitätsquotient)

SI = Sensitivity and Importance factor (Sensitivitäts- und Wichtungsfaktor)

Formel zur Bewertung des ökologischen Zustands der **Qualitätskomponente Tidenregime** (tidal regime) in einem Wasserkörper:

$$\sum QS_{\text{tidal regime}} = \frac{QR_{E4-E6} \times SI}{\sum SI}$$

QS = Quality Status (ökologischer Zustand)

E1 - E6 = Quality element 1 until Quality element 6 (Einzelparameter 1 bis 6)

QR = Quality Ratio (Qualitätsquotient)

SI = Sensitivity and Importance factor (Sensitivitäts- und Wichtungsfaktor)