

Bewertung ökologischer Zustand

Bewertung ökologischer Zustand gemäß PHYLIB

Zur Bewertung der Teilkomponente Makrophyten gemäß [PHYLIB](#) erfolgt die Berechnung eines Referenzindex. Das Teilmodul Makrophyten basiert auf der Erfassung des Unterschiedes zwischen der vorgefundenen Biozönose mit dem Arteninventar im Referenzzustand. Dieser Unterschied wird durch die Berechnung des Referenzindex ermittelt. Hierfür werden die aquatisch vorkommenden Arten gewässertypspezifisch in drei Gruppen unterteilt:

Artengruppe A enthält Arten, die an Referenzstellen dominieren und somit als typspezifisch bezeichnet werden können. Mit fortschreitender Gewässerbelastung nimmt der Anteil dieser Arten ab.

Artengruppe B umfasst alle Taxa mit weiter ökologischer Amplitude sowie solche mit Schwerpunkt im mittleren Belastungsbereich. An vollständig unbelasteten Stellen kommen diese neutralen Arten gemeinsam mit Arten aus Gruppe A vor, an stark degradierten Stellen zusammen mit Arten der Gruppe C.

In **Artengruppe C** werden Störzeiger zusammengefasst, die einen deutlichen Verbreitungsschwerpunkt an degradierten Standorten zeigen und höchstens in geringen Mengen an den Referenzstellen auftreten.

Tab. 1 zeigt einen Auszug der Einstufung der Makrophyten-Taxa für die unterschiedlichen Makrophyten-Fließgewässertypen nach PHYLIB.

Tab. 1: Einstufung der Makrophyten-Taxa für die unterschiedlichen Fließgewässertypen nach PHYLIB (Auszug).

lfd. Nr.	DV-Nr	Artname	MRK	MRS	MP(G)	TN	TR
14	2043	<i>Brachythecium plumosum</i>	A	A	A	B	A
15	2995	<i>Brachythecium rivulare</i>	A	A	B	B	A
16	2335	<i>Brachythecium rutabulum</i>	A	A	B	B	A
17	12292	<i>Bryum gemmiparum</i>	A				
18	2950	<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	A	A			
19	12277	<i>Bryum schleicheri</i>	A				
20	2012	<i>Butomus umbellatus</i>	C	C	C	B	C
21	2160	<i>Callitriche brutia var. hamulata</i>	A	A	A	A	A
22	2171	<i>Callitriche cophocarpa</i>	B	B	B	B	B
23	2964	<i>Callitriche obtusangula</i>	C	C	C	C	C
24	2173	<i>Callitriche platycarpa</i>	B	B	B	B	B
25	2263	<i>Callitriche stagnalis</i>	B	B	B	B	B
26	2013	<i>Cardamine amara</i>	B	B	B	B	B

Die im Gelände ermittelten Pflanzenmengen werden zuerst in Quantitäten umgewandelt: (Pflanzenmenge³ = Quantität). Die Berechnung des Referenzindex erfolgt anhand folgender Formel:

$$RI = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} Q_{Ai} - \sum_{i=1}^{n_C} Q_{Ci}}{\sum_{i=1}^{n_g} Q_{gi}} * 100$$

- RI = Referenzindex
- Q_{Ai} = Quantität des i-ten Taxons aus Gruppe A
- Q_{Ci} = Quantität des i-ten Taxons aus Gruppe C
- Q_{gi} = Quantität des i-ten Taxons aller Gruppen
- n_A = Gesamtzahl der Taxa aus Gruppe A
- n_C = Gesamtzahl der Taxa aus Gruppe C

Der Referenzindex wird ergänzt durch einige gewässertypspezifische Zusatzkriterien, die mit dem Referenzindex verrechnet werden. Erst der Endwert, der „korrigierte Referenzindex“, der nach der Einbeziehung aller Zusatzkriterien entsteht, wird für die Gesamtbewertung von Fließgewässern und die Verrechnung des Teilmoduls Makrophyten mit den anderen Teilmodulen verwendet. Je nach Makrophyten-Fließgewässertypen nach PHYLIB werden unterschiedliche Zusatzkriterien verwendet (s. Tab. 2).

Tab. 2: Gewässertypspezifische Zusatzkriterien zur Berechnung des Referenzindex.

MRK:	-
MRS:	-
MP (G):	Mindestartenzahl
TRk:	Helophytendominanz
TRm:	Helophytendominanz
TRg:	Helophytendominanz
TNk:	Mindestartenzahl, Gesamtquantität der Taxa <i>Myriophyllum spicatum</i> und <i>Ranunculus</i> ssp., Helophytendominanz und Evenness
TNm:	Mindestartenzahl, Gesamtquantität der Taxa <i>Myriophyllum spicatum</i> und <i>Ranunculus</i> ssp., Helophytendominanz und Evenness
TNg:	Mindestartenzahl, Gesamtquantität der Taxa <i>Myriophyllum spicatum</i> und <i>Ranunculus</i> ssp., Helophytendominanz und Evenness

Das Zusatzkriterium „Gesamtquantität der Taxa *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus* ssp.“ weist durch die Dominanz dieser Arten auf eine Rhithralisierung hin. Das Zusatzkriterium „Helophytendominanz“ indiziert hingegen eine starke Potamalierung. Das Kriterium „Evenness“ berechnet sich aus dem Diversitätsindex nach Shannon & Weaver wie folgt.

Berechnung des Diversitäts-Index

$$H_s = -\sum_{j=1}^s N_j * \ln N_j$$

- H_s = Diversitäts-Index
- N_i = Quantität der Art i/Gesamtquantität aller Arten
- s = Gesamt-Taxazahl der Biozönose

Berechnung der Evenness

$$E = \frac{H_s}{\ln s}$$

E = Evenness
 H_s = Diversitäts-Index nach Shannon-Weaver
 s = Gesamtartenzahl

Gesicherte Bewertungsergebnisse

Um eine gesicherte Bewertung zu erhalten, müssen drei Mindestkriterien gleichzeitig erfüllt sein:

- Die Gesamtquantität aller an der Probestelle vorkommenden submersen Arten muss mindestens 17 betragen
- Zugleich muss die Anzahl der submersen und zugleich indikativen Taxa 2 betragen und
- der Anteil der eingestufteten Arten (A/B/C) muss über 75 % liegen.

Ist eines dieser Kriterien nicht erfüllt, so gilt die Bewertung als nicht gesichert.

Makrophytenverödung

Wurden in einem Wasserkörper nicht genügend aquatische Wasserpflanzen für eine gesicherte Bewertung gefunden, ohne dass es hierfür plausible natürliche Ursachen gibt, so muss die Möglichkeit einer Makrophytenverödung geprüft werden. Eine Makrophytenverödung hat ihre Ursachen in anthropogener Beeinflussung. Beispiele hierfür sind übermäßige Nährstoffbelastung, Mahd, Räumung, Pestizideinsatz etc. Liegt eine Makrophytenverödung vor, so wird der RI-Wert auf -100 gesetzt, die Teilkomponente Makrophyten ergibt dann eine gesicherte Bewertung der ökologischen Zustandsklasse fünf.

Skalierung des Referenzindex

Vor der Verrechnung mit den Teilmodulen Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen sowie der Ermittlung der Zustandsklasse wird der durch die Zusatzkriterien korrigierte Referenzindex auf eine Skala von 0 bis 1 skaliert:

$$M_{MPS} = \frac{(RI + 100) \cdot 0,5}{100}$$

M_{MPS} = Modul Makrophytenbewertung
 RI = korrigierter Referenzindex

Der Wert „1“ entspricht dabei dem bestmöglichen ökologischen Zustand. „0“ dagegen höchste Degradation des Gewässers, d. h. Zustandsklasse 5. Nachfolgend werden zwei Beispiele für Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse dargestellt.

Beispiel 1: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse für Makrophyten, anzuwenden bei gesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Diatomeen und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Fließgewässer des Alpenvorlandes, LAWA-Typen 2, 3, 4 sowie 11 und 19 in der Ökoregion Alpenvorland.

Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 070	1,00 – 0,75	1,00 – 0,85	1,00 – 0,80
2	0,69 – 0,50	0,74 – 0,35	0,84 – 0,50	0,79 – 0,55
3	0,49 – 0,25	0,34 – 0,10	0,49 – 0,25	0,54 – 0,30
4	0,24 – 0,03	0,09 – 0,01	0,24 – 0,03	0,29 – 0,05
5	0,02 – 0,00	0,00	0,02 – 0,00	0,04 – 0,00

Beispiel 2: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse für Makrophyten, anzuwenden bei gesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen und ungesichertem Modul Diatomeen: Silikatisch und karbonatisch geprägte Fließgewässer des Mittelgebirges.

Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,70	1,00 – 0,75	1,00 – 0,85	1,00 – 0,80
2	0,69 – 0,50	0,74 – 0,35	0,84 – 0,50	0,79 – 0,55
3	0,49 – 0,25	0,34 – 0,10	0,49 – 0,25	0,54 – 0,30
4	0,24 – 0,03	0,09 – 0,01	0,24 – 0,03	0,29 – 0,05
5	0,02 – 0,00	0,00	0,02 – 0,00	0,04 – 0,00

Beispiel 3: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse für Makrophyten, anzuwenden bei gesichertem Modul Makrophyten und, ungesichertem Modul Diatomeen und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes.

Makrophyten	TRk	TRm	TRg	TNk	TNm	TNg
1	1,00 – 0,75	1,00 – 0,65	1,00 – 0,55	1,00 – 0,63	1,00 – 0,58	1,00 – 0,60
2	0,74 – 0,50	0,64 – 0,40	0,54 – 0,30	0,62 – 0,50	0,57 – 0,40	0,59 – 0,35
3	0,49 – 0,25	0,39 – 0,15	0,29 – 0,05	0,49 – 0,25	0,39 – 0,20	0,34 – 0,10
4	0,24 – 0,03	0,14 – 0,01	0,04 – 0,01	0,24 – 0,05	0,19 – 0,03	0,09 – 0,01
5	0,02 – 0,00	0,00	0,00	0,04 – 0,00	0,02 – 0,00	0,00

Bewertung ökologischer Zustand gemäß NRW-Verfahren

Die Bewertung erfolgt typbezogen. Grundlage für die Bearbeitung ist die Fließgewässer-Typologie der LAWA mit weiterer Differenzierung in rhithrale bzw. potamale Ausprägungen, z. B. Typ 19 rhithral und 19 potamal. Das methodische Vorgehen ist bei LANUV NRW ([2015](#), [2017](#)) beschrieben.

Aufgrund der weiten ökologischen Amplitude vieler Makrophyten-Arten wurde für die Klassifikation des NRW-Verfahrens ein vegetationskundlicher Ansatz gewählt. Für jeden untersuchten Abschnitt erfolgt die Zuordnung zu einem Vegetationstyp anhand der dominanten Wuchsform.

Dem Leitbild bzw. dem Referenzzustand entsprechen Vegetationseinheiten, die der potentiellen natürlichen Vegetation des zugehörigen Gewässertyps entsprechen. Diese Vegetationseinheiten finden sich an Referenzstellen. Falls keine Referenzstellen für einen bestimmten Gewässertyp vorlagen, erfolgte die Zuordnung anhand von Literaturangaben.

Nicht dem Leitbild entsprechen Vegetationseinheiten, die von Störzeigern dominiert werden. Hierzu zählen Elodeiden (*Elodea canadensis*, *E. nuttallii*, *Egeria densa*), *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Hydrocotyle ranunculoides*, Parvopotamiden (*Potamogeton pectinatus*, *P. pusillus* agg., *P. trichoides*, *P. crispus*, *Zannichellia palustris*), *Callitriche obtusangula*, *Leptodictyum riparium*, *Octodicerus fontanum* und Lemniden (*Lemna minor*, *L. gibba*, *L. minuta*, *L. turionifera*, *Spirodela polyrhiza*, *Azolla filiculoides*), *Cladophora* spp. (> 0,5 m Länge), *Oedogonium* spec. (> 0,5 m Länge), *Rhizoclonium* spec. (> 0,5 m Länge), *Spirogyra* spec. (> 0,5 m Länge), *Enteromorpha* spec.

Die Bewertung umfasst mehrere Schritte und erfolgt gewässertypspezifisch: Zuerst wird die Gesamtdeckung der Makrophytenbestände im Untersuchungsabschnitt ermittelt oder aus dem Vor-Ort-Protokoll abgelesen.

Makrophytenarme bzw. makrophytenfreie Untersuchungsabschnitte

Diese Gewässerstrecken stellen hinsichtlich der Bewertung einen Sonderfall dar. Gewässerabschnitte, die keine oder nur sehr wenige Makrophyten (< 2%) aufweisen, können bei kompletter Beschattung des Gewässers und bei Fehlen struktureller und stofflicher Belastungen als „sehr gut“ bewertet werden. Im umgekehrten Fall können makrophytenfreie bzw. -arme Gewässerabschnitte (< 2% Bedeckung) ohne Beschattung oder mit Teilbeschattung und mit einer nachweislich starken Gewässerbelastung als verodet bzw. verarmt eingestuft und als „schlecht“ (ohne Makrophyten) bzw. „unbefriedigend“ (Makrophytendeckung < 2%) bewertet werden. Liegen in diesen Fällen keine belastbaren Erkenntnisse über die Belastungssituation vor, ist das Ergebnis mit „unklar“ zu bewerten.

Untersuchungsabschnitten mit mindestens 2 %-Makrophytenbedeckung

In diesen Fällen erfolgt die weitere Klassifikation. Dazu werden die Dominanzverhältnisse bestimmt und daraus der **Vegetationstyp** ermittelt. Im nächsten Schritt, der Bewertung, werden die Anteile der **Störzeiger** und der **Gütezeiger** sowie die **Anzahl der Wuchsformen** für die Bestimmung des ökologischen Zustands herangezogen.

Für jeden untersuchten Abschnitt erfolgt die Zuordnung zu einem der folgenden Vegetationstypen anhand der dominanten Wuchsform:

- Makrophytenfreier- bzw. -armer Typ (Bäche und kleine Flüsse bis 10 m Breite)*
- *Berula-Nasturtium-Apium-Veronica*-Typ*
- *Sparganium emersum*- Gesellschaft*
- *Potamogeton polygonifolius-Juncus bulbosus-Nitella flexilis-Utricularia* -Gesellschaft*
- Groenlandia-Ranunculus trichophyllus-Typ*
- Groß-Laichkraut-Typ*
- Myriophylliden-Typ der Mittelgebirge von Bächen und kleinen Flüsse (bis ca. 10 m Breite)*
- Myriophylliden-Typ der Mittelgebirge von großen Flüssen (ab ca. 10 m Breite)*

- Myriophylliden-Typ des Tieflandes*
- Callitricho-Myriophylletum alterniflori*
- *Callitriche platycarpa/stagnalis/cophocarpa*-Typ*
- *Scapania*-Typ *
- *Platyhytnidium riparioides-Fontinalis antipyretica*-Typ*
- Kalk-Moos-Typ
- *Chara spp.*-Typ
- Makrophytenfreier Typ (große Flüsse ab 10 m Breite)
- Elodeiden-*Ceratophyllum*-Typ
- Parvopotamiden-Typ
- Callitrichetum obtusangulae
- Lemniden-Typ
- *Nitella mucronata*-Typ
- *Leptodictyum*-Typ
- *Octodiceas*-Typ
- Langfädiger Grünalgen-Typ
- Thermophiler Neophyten-Typ
- Helophyten-Typ

* Vegetationstyp entspricht dem Leitbild bzw. Referenzzustand

Die Vegetationstypen, die dem Leitbild bzw. dem Referenzzustand entsprechen, werden je nach Ausprägung den ökologischen Zustandsklassen sehr gut, gut bzw. mäßig zugeordnet. Die Zuordnung zu den ökologischen Zustandsklassen erfolgt anhand des Anteiles von Störzeigern. Im sehr guten Zustand fehlen Störzeiger. Im guten Zustand treten Störzeiger mit geringen Anteilen auf. Im mäßigen Zustand sind Makrophyten, die dem Leitbild entsprechen, und Störzeiger mit gleichen Mengenanteilen vorhanden.

Die Vegetationstypen, die nicht dem Leitbild bzw. dem Referenzzustand entsprechen, werden je nach Ausprägung den ökologischen Zustandsklassen mäßig bzw. unbefriedigend zugeordnet. Die Differenzierung erfolgt anhand der Anzahl der vorhandenen Wuchsformen.



Abb. 1: *Sparganium emersum*-Gesellschaft.

Die Bewertung der typischen Vegetationseinheit potamaler Fließgewässer, der *Sparganium emersum*-Gesellschaft (Abb. 1), erfolgt anhand der Anzahl der vorhandenen Wuchsformen und des Anteils von Gütezeigern (Arten mit Verbreitungsschwerpunkt in oligo-, meso- bis schwach eutrophen Fließgewässern).



Abb. 2: *Ranunculus fluitans*.

Plausibilisierung der Bewertung

Jede unkritische Anwendung von Bewertungsverfahren ist problematisch. Deshalb müssen formal durchgeführte Bewertungen plausibilisiert werden, um Fehlbeurteilungen zu verhindern. Dabei können die folgenden Fragen hilfreich sein:

- Wie sieht die Gewässerstruktur im Wasserkörper aus?
- Liegen thermische oder stoffliche Belastungen (z. B. durch Pestizide oder chemisch-physikalische Parameter, insbesondere Chlorid oder Nährstoffe) vor?
- Liegen hydraulische Belastungen vor? Sind die Substrate lagestabil?
- Erfolgte vor kurzem eine Mahd im Gewässer oder im Uferbereich?
- Wie ist der Ausbauzustand des Gewässers, wie oft und wie intensiv wird es unterhalten?
- Wie ist das Umfeld ober- und unterhalb der Untersuchungsstrecke strukturiert?
- Gab es vor kurzem ein Hochwasserereignis, einen Störfall?
- Gibt es deutliche Abweichungen zu Ergebnissen aus Voruntersuchungen?

In bestimmten Fällen kann von der formalen Bewertung um eine Zustandsklasse (positiv bzw. negativ) abgewichen werden, sofern eine plausible Begründung vorliegt (subjektives Korrektiv). Kriterien für die begründete Abweichung von der formalen Bewertung können z. B. die Gesamtdeckung, der Anteil von Güte- bzw. Störzeigern oder die Anzahl der Wuchsformen sein.

Das NRW-Verfahren indiziert nicht nur eine ökologische Zustandsklasse, sondern gibt auch Hinweise auf Beeinträchtigungen und zielführende Maßnahmen zur ökologischen Verbesserung. Insbesondere Rhithralisierung bzw. Potamalisierung von Fließgewässern werden durch den verwendeten vegetationskundlichen Ansatz gut abgebildet. Das NRW-Verfahren indiziert aber auch Eutrophierung, thermische Belastung und strukturelle Degradation. Für den LAWA-Typ 19 potamal sind z.B. die folgenden Beeinträchtigungen und Maßnahmen aufgeführt:

- Anthropogen erhöhte Fließgeschwindigkeit: Leitbildkonforme Maßnahmen zur Verringerung der Fließgeschwindigkeit sowie typkonforme Abflussregulierung
- Anthropogen erhöhte Fließgeschwindigkeit und nicht leitbildkonforme Substrate: Leitbildkonforme Maßnahmen zur Verringerung der Fließgeschwindigkeit sowie typkonforme Abflussregulierung; Entfernung nicht typspezifischer Hart-Substrate (z. B. Wasserbausteine)
- Anthropogen verringerte Fließgeschwindigkeit: Leitbildkonforme Maßnahmen zur Erhöhung der Fließgeschwindigkeit sowie typkonforme Abflussregulierung
- Hochwüchsige Helophyten: Anthropogen verringerte Fließgeschwindigkeit: Leitbildkonforme Maßnahmen zur Erhöhung der Fließgeschwindigkeit sowie typkonforme Abflussregulierung; niedrigwüchsige Helophyten (*Glyceria fluitans*, *Agrostis* spp.) und Beweidung des Fließgewässers: Anlage von Uferstreifen
- Hydromorphologische Degradation: Leitbildkonforme Maßnahmen zur Erhöhung der Strömungsdiversität, Tiefen- und Breitenvarianz
- Eutrophierung: Maßnahmen zur Verringerung der trophischen Belastung
- Thermische Belastung: Leitbildkonforme Maßnahmen zur Verringerung thermischer Belastungen (Reduzierung der Einleitungen von Sumpfungswässern) und typkonforme Dynamisierung des Abflusses
- Eutrophierung und hydromorphologische Degradation: Leitbildkonforme Maßnahmen zur Verringerung der trophischen Belastung; Maßnahmen zur Erhöhung der Strömungsdiversität, Tiefen- und Breitenvarianz
- Ursachenanalyse bei Makrophytenverödung: Sind die Substrate in Folge anthropogen erhöhter Fließgeschwindigkeit lageinstabil? Liegt eine stoffliche Belastung vor?

Bewertung ökologischer Zustand nach dem NRW-Verfahren

Das NRW-Verfahren zur Bewertung von Fließgewässern mit Makrophyten beinhaltet auch eine Metrifizierung. Zur Berechnung kann das [online Tool MaBS](#) genutzt werden. Für die Metrifizierung wurde das NRW-Bewertungsverfahren in verschiedene Module aufgeteilt. Jedem Modul sind bestimmte Arten in Abhängigkeit vom Fließgewässertyp zugeordnet. Im Einzelnen werden bei der Bewertung die folgenden Arbeitsschritte unterschieden:

1. **Berechnung der Gesamtdeckung**
2. **Auswertung der Referenzarten 1 und 2**
3. **Auswertung und Berechnung der Ecological Quality Ratio (EQR) je Modul**
 - Eutrophierung
 - Potamalisierung 1
 - Potamalisierung 2
 - Rhithralisierung 1
 - Rhithralisierung 2
 - thermische Belastung

Zur Bewertung ist es erforderlich, die Summe der Häufigkeiten bzw. Deckungswerte je Modul und die Gesamthäufigkeit bzw. Gesamtdeckung aller Arten zu berechnen. Aus dem Verhältnis eines Moduls im Vergleich zur Gesamthäufigkeit wird ein Quotient gebildet, der wiederum einem EQR zugeordnet ist. Bei einigen Modulen ist es erforderlich, die Anzahl der Wuchsformen für die Zuordnung zu einem EQR zu ermitteln. Tab. 1 zeigt ein entsprechendes Beispiel für das Modul Eutrophierung, LAWA-Typ 5: Grobmaterialreiche, silikatische Bäche der Mittelgebirge. Für das Modul Eutrophierung wird zunächst die Summe Häufigkeiten der Eutrophierungszeiger ermittelt. Dann wird der Quotient Häufigkeiten der Eutrophierungszeiger/Gesamthäufigkeit aller Makrophyten berechnet. Liegt das Verhältnis $> 0,5$ (s. Tab. 3), ist zusätzlich die Berechnung der Wuchsformen erforderlich. Anhand der Zahl der Wuchsformen erfolgt die Zuordnung zu den EQR 0,6 (≥ 2 Wuchsformen), EQR 0,5 (1 Wuchsform) bzw. EQR 0,4 (0 Wuchsformen). Die grau markierten Zellen indizieren eine trophische Belastung; empfohlen werden Maßnahmen zur Verringerung der trophischen Belastung.

Tab. 3: Modul Eutrophierung, LAWA-Typ 5: Grobmaterialreiche, silikatische Bäche der Mittelgebirge des NRW-Verfahrens (Auszug aus: LANUV NRW 2015).

ÖKZ	sehr gut	gut	gut	gut	mäßig	mäßig	unbefriedigend	unbefriedigend	schlecht
EQR	1	0,95	0,85	0,75	0,65	0,6	0,5	0,4	0,2
Summe der Häufigkeiten der Eutrophierungszeiger*/ Gesamthäufigkeit aller Makrophyten	0	<0,1	0,1- <0,25	0,25- <0,4	0,4- 0,5	> 0,5	> 0,5	>0,5	
Zahl der Wuchsformen (ohne dominante Wuchsform und ohne Eutrophierungszeiger und ohne Potamalisierungszeiger)						≥ 2	1	0	

*Eutrophierungszeiger: *Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. pusillus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*, *Zannichellia palustris*, *Callitriche obtusangula*, *Crassula helmsii*, *Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii*, *Egeria densa*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Lagarosiphon major*, *Leptodictyum riparium*, *Hygrohypnum ochraceum f. obtusifolia*, *Octodicerias fontanum*, *Cladophora spp.* ($> 0,5$ m Länge), *Oedogonium spec.* ($> 0,5$ m Länge), *Rhizoclonium spec.* ($> 0,5$ m Länge), *Spirogyra spec.* ($> 0,5$ m Länge), *Enteromorpha spec.*

Die **Bewertung der ökologischen Zustandsklasse auf Basis der Teilkomponente Makrophyten gemäß NRW-Verfahren** erfolgt durch Verschneidung der einzelnen Module, wobei immer die schlechteste Bewertung eines einzelnen Moduls maßgeblich ist (worst-case-Ansatz). Für die potamalen LAWA-Typen erfolgt die Bewertung der *Sparganium*

emersum-Gesellschaft in einem separaten Datenblatt. Hierbei erfolgt die Bewertung durch eine Zuordnung der Anzahl der Wuchsformen in Kombination mit dem Anteil der Gütezeiger. Separat wird auch der Myriophylliden-Typ von Flüssen der Mittelgebirge bewertet. Hierbei sind die Anzahl der Wuchsformen und das Vorkommen von Gütezeigern relevant. Dies sind Arten, die ihren Schwerpunkt in oligo-, meso- bis schwach eutrophen Fließgewässern haben.

Bewertung gemäß BEMA-Verfahren

Vor der Durchführung der Bewertung ist es erforderlich, die Messstelle anhand der kennzeichnenden Parameter (Breite, Salinität (elektrische Leitfähigkeit), Lage) einer der sechs Untereinheiten gemäß Tabelle 4 zuzuordnen. Bei Zweifelsfällen ist eine Einzelfallbeurteilung durch Experten erforderlich.

Allen Hydrophyten sind für die verschiedenen Untereinheiten der Marschengewässer spezifische Wertpunkte zugeordnet.

Tab. 4: Untereinheiten der nicht tideoffenen Marschengewässer (nach [Brux et al. 2009](#)).

Untereinheiten		Breite	Elektrische Leitfähigkeit	Geesteinfluss
1	schmale bis mittelbreite, geestbeeinflusste Marschengewässer	≤ 10 m	< 1.500 µS/cm	hoch
2	breite, geestbeeinflusste Marschengewässer	> 10 m	< 1.500 µS/cm	hoch
3	schmale bis mittelbreite Marschengewässer ohne Geesteinfluss, ggf. schwach tidebeeinflusst	≤ 10 m	< 5.000 µS/cm i.d.R. < 1.500 µS/cm	gering bis nein
4	breite Marschengewässer ohne Geesteinfluss, ggf. schwach tidebeeinflusst	> 10 m	< 5.000 µS/cm i.d.R. < 1.500 µS/cm	gering bis nein
5	Marschengewässer der Köge und Polder	beliebig	< 5.000 µS/cm i.d.R. < 1.500 µS/cm	nein
6	Marschengewässer mit erhöhter Salinität	beliebig	> 5.000 µS/cm	nein

Wertpunkte existieren für

- das qualitative und quantitative Vorkommen von wertgebenden Makrophytenarten
- die Gesamtbedeckung und Artenzahl wertgebender Makrophytenarten sowie
- die Anzahl vorhandener Wuchsformen.

Die an einer Messstelle erzielten Wertpunkte werden zur „Ökologischen Qualitätskennzahl“ aufaddiert und über eine Transformationsregel wird hieraus das ökologische Potenzial errechnet.

Bewertung gemäß BMT-Verfahren

Der Bewertung der Makrophyten in den tideoffenen Marschengewässern gemäß BMT-Verfahren erfolgt anhand des „[Standorttypindex-Makrophyten](#)“ (STI_{MT}). Dazu sind die in den Tidegewässern potenziell vorkommenden Makrophytenarten in vier ökologische Kategorien eingestuft. Eurytope sowie standortfremde Arten gehören zur Kategorie 1. Stenotope und/oder endemische Arten sind in die Kategorie 4 eingestuft. Die Kategorien 2 und 3 vermitteln zwischen diesen beiden Extremen.

Zur Berechnung des STI_{MT} werden gemäß der nachstehenden Formel die relativen Anteile (Quantitäten) aller Arten einer

ökologischen Kategorie ermittelt, mit einer Indikationsgewichtung versehen und im Sinne des gewichteten Mittelwertes (K_{DA} -Wert) verrechnet.

$$STI_{MT} = B_{S_{ges}} \cdot B_s \frac{\sum K_{DA}}{nK}$$

STI_{MT} = Standortstypindex-Makrophyten in Tidegewässern (LUNG 2002, verändert)

$B_{S_{ges}}$ = Besiedlungsstruktur Eulitoral **und** Sublitoral ($B_{S_{ges}}$ -Faktor)

B_s = Besiedlungsstruktur Eulitoral (Bs-Faktor)

K_{DA} -Wert = Quantität der ökologischen Kategorie an der Gesamtquantität

nK = Anzahl der vorkommenden ökologischen Kategorien

Im Falle des Fehlens von submersen Makrophyten im Sublitoral erfolgt eine Abstufung der Besiedlungsstruktur über den Faktor $B_{S_{ges}}$. Danach wird die Besiedlungsstruktur der im Eulitoral vorkommenden emersen Makrophyten (Bs-Faktor) beurteilt. Auch hier bildet die Abweichung vom Referenzzustand die Grundlage für die Ermittlung des Faktors. Der Umfang der Abweichung von den Referenzen wird über die Zusatzkriterien „Ausdehnung“, „Vegetationszonierung“ und „Vitalität“ beurteilt und führt über ein Punkteschema je nach Ausmaß der Degradation zu einer Abstufung der Besiedlungsstruktur der emersen Makrophytenbestände und damit zu einer weiteren Verringerung des STI_{MT} -Wertes.

Für „erheblich veränderte“ Gewässer wurden allein die emersen Makrophytenbestände als „höchstes ökologisches Potenzial“ definiert und so das Umweltziel verringert.