

NRW-Verfahren zur Bewertung von Fließgewässern mit Makrophyten

Fortschreibung und Metrifizierung

LANUV-Arbeitsblatt 30

2. überarbeitete und ergänzte Auflage

NRW-Verfahren zur Bewertung von Fließgewässern mit Makrophyten

Fortschreibung und Metrifizierung

LANUV-Arbeitsblatt 30

2. überarbeitete und ergänzte Auflage

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
Recklinghausen 2017

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen Telefon 02361 305-0, Telefax 02361 305-3215 E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de
	Dieser Fachbericht wurde erarbeitet vom LANUV in Kooperation mit dem Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) und dem Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW).
Projektbearbeitung	Dr. Klaus van de Weyer, lanaplan, Lobbericher Straße 5, 1334 Nettetal Internet: www.lanaplan.de , E-Mail: klaus.vdweyer@lanaplan.de , unter Mitarbeit (Programmierung der MaBS – Software) von Dr. Jens Pätzolt, Umweltsoft, Uhuweg 12, 14458 Schwielowsee Internet: www.umweltsoft.de , E-Mail: info@umweltsoft.de
Projektbetreuung	Dr. Norbert Kirchhoff, LANUV
Fachliche Begleitung	Dr. Ilona Arndt, Dr. Julia Foerster, Dr. Gabriele Eckartz-Vreden, Kerstin Plantikow, Wolfgang Wieneke, Michael Holland (alle LANUV), Martina Jährling (LHW Sachsen-Anhalt), Kerstin Jennemann (LfULG Sachsen), Dr. Jens Pätzolt (LUGV Brandenburg)
Titelbild	Dr. Klaus van de Weyer
ISSN	2197-8336 (Print), 1864-8916 (Internet), LANUV-Arbeitsblätter
Informationsdienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter • www.lanuv.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • WDR-Videotext
Bereitschaftsdienst	Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst) Telefon 0201 714488

Inhalt

1	Einleitung	5
2	Geltungsbereich und Differenzierung der Fließgewässertypologie	6
3	Definition und Wuchsformen von Makrophyten	8
4	Probenahme und Bestimmung der Makrophyten	13
4.1	Festlegung der Probestrecken	13
4.2	Auswahl der geeigneten Methodik	13
4.3	Allgemeine Rahmenbedingungen für die Durchführung der Untersuchungen	14
4.4	Ablauf der Probenahme	14
4.5	Erforderliche Zusatzangaben im Vor-Ort-Protokoll.....	17
4.6	Probenkonservierung und -transport, Bestimmung und Nomenklatur	17
5	Das klassische Verfahren: Klassifikation und Bewertung	18
5.1	Klassifikation.....	18
5.2	Bewertung	20
5.2.1	Wuchsformenzahl und Störzeiger	20
5.2.2	Gütezeiger	21
5.3	Bewertung makrophytenfreier Probestellen	21
6	Makrophytische Vegetationstypen der Fließgewässer	22
6.1	Makrophytenfreier Typ	22
6.1.1	Bäche	22
6.1.2	Flüsse.....	23
6.2	<i>Berula-Nasturtium-Apium-Veronica</i> -Typ	24
6.3	Nymphaeiden- bzw. Vallisneriden-Typen.....	25
6.3.1	<i>Sparganium emersum</i> -Gesellschaft.....	25
6.3.2	<i>Potamogeton polygonifolius-Juncus bulbosus-Nitella flexilis-Utricularia</i> -Typ.....	28
6.4	Elodeiden-Typen	29
6.5	Parvopotamiden-Typ	30
6.6	Groß-Laichkraut-Typ.....	31
6.7	Myriophylliden-Typen.....	32
6.7.1	Myriophylliden-Typ des Tieflandes.....	32
6.7.2	Myriophylliden-Typ von Bächen der Mittelgebirge.....	33
6.7.3	Myriophylliden-Typ von Flüssen der Mittelgebirge	34
6.7.4	<i>Groenlandia densa-Ranunculus trichophyllus</i> -Typ	35
6.7.5	Weitere Myriophylliden-Typen	36
6.8	<i>Callitriche</i> -Typen.....	36
6.8.1	<i>Callitriche platycarpa / stagnalis / cophocarpa</i> -Typ	37
6.8.2	<i>Callitriche</i> etum obtusangulae.....	38
6.9	<i>Callitriche-Myriophylletum alterniflori</i>	39
6.10	Lemniden-Typ.....	40

6.11	Haptophyten-Typen	41
6.11.1	<i>Scapania</i> -Typ	41
6.11.2	<i>Platyhypnidium riparioides</i> - <i>Fontinalis antipyretica</i> -Typ.....	41
6.11.3	<i>Leptodictyum</i> -Typ	43
6.11.4	<i>Octodicerias fontanum</i> -Typ.....	43
6.11.5	<i>Hygrohypnum ochraceum</i> f. <i>obtusifolia</i> -Typ	44
6.11.6	Kalk-Moos-Typ	44
6.11.7	Langfädiger Grünalgen-Typ	45
6.12	Chariden-Typen.....	46
6.13	Thermophiler Neophyten-Typ	47
6.14	Helophyten-Typ	48
7	Metrifizierung und Makrophytenbasiertes Bewertungssystem mit der Software MaBS	49
8	Plausibilisierung und Endbewertung	51
9	Indikation von gewässerökologischen Defiziten zur Ableitung von Maßnahmen.....	53
9.1	Trophie	53
9.2	Kalkgehalt / Karbonathärte	54
9.3	pH-Wert	55
9.4	Salinität.....	55
9.5	Temperatur	56
9.6	Hydrologie und Morphologie	57
9.6.1	Fließgeschwindigkeit	57
9.6.2	Sonstige hydromorphologische Degradation.....	59
9.7	Makrophytenverödung	60
9.8	Multifaktorelle Belastungen.....	60
10	Ausblick	60
11	Danksagung	60
12	Zusammenfassung / Kurzbeschreibung	61
13	Summary	64
14	Literatur (zitiert und weiterführend)	67
Anhang 1: Ablaufschema der Makrophytenbewertung in Fließgewässern nach dem NRW-Verfahren in fünf Schritten		79
Anhang 2: Bestimmungshilfe für die in Deutschland nachgewiesenen Fließgewässer-Arten der Gattung <i>Callitriche</i> in Hinblick auf die Einordnung der Vegetationstypen		80
Anhang 3: Kurzanleitung für das metrifizierte Verfahren.....		81
Anhang 4: Wuchsformen der aquatischen Makrophyten in Deutschland		82
Anhang 5: Klassische typspezifische Bewertungstabellen		
Anhang 6: Metrifizierte typspezifische Bewertungstabellen		

1 Einleitung

Im Jahr 2001 erschien die „Klassifikation der aquatischen Makrophyten der Fließgewässer von Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie“ (LUA NRW 2001a). Im Jahr 2003 folgte hierauf die „Kartieranleitung zur Erfassung und Bewertung der aquatischen Makrophyten der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie“ (LUA NRW 2003a). Im Jahr 2008 wurde die Fortschreibung des Bewertungsverfahrens für Makrophyten in Fließgewässern in Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EG-Wasser-Rahmen-Richtlinie veröffentlicht (LANUV 2008). In den Folgejahren wurde das Verfahren kontinuierlich weiter entwickelt. Außerdem erfolgte eine Metrifizierung der LAWA-Typen 5, 14 und 15 als Grundlage für die Interkalibrierung. Die Interkalibrierung des NRW-Verfahrens wurde im Jahr 2015 erfolgreich abgeschlossen (BIRK & VAN DE WEYER 2015). Im Dezember 2015 erschien nach Fertigstellung der Metrifizierung für die meisten LAWA-Fließgewässertypen die fortgeschriebene Verfahrensbeschreibung als LANUV-Arbeitsblatt 30 „NRW-Verfahren zur Bewertung von Fließgewässern mit Makrophyten“ als Online-Veröffentlichung (LANUV 2015).

Die hier vorliegende Bearbeitung, die in Kooperation und mit finanzieller Beteiligung der Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Sachsen und Sachsen-Anhalt entstand, stellt die zweite überarbeitete und ergänzte Auflage des Arbeitsblatts 30 dar. Aufgenommen wurde u.a. das neu entwickelte Software-Tool MaBS zur Online-Bewertung von Fließgewässern mit Makrophyten. Das MaBS-Tool ist unter www.lanuv.nrw.de/mabs zu erreichen.

In Hinblick auf die Anwendung des Verfahrens in weiteren Bundesländern fließen in die vorliegende Fassung folgende Ergebnisse weiterer Untersuchungen mit ein:

- Abschlussberichte zum FuE-Projekt des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG) Referat 33: „Methodenkritik und Regionalisierung der im übergeordneten Maßstab entwickelten WRRL-relevanten gewässerökologischen Referenz- und Bewertungsbedingungen für die biologische Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos unter Berücksichtigung der spezifischen naturräumlichen Verhältnisse in Sachsen“ (KROKER & WOLF 2007, WOLF 2008)
- Anpassung des in Nordrhein-Westfalen (NRW) entwickelten Bewertungsverfahrens für Makrophyten in Fließgewässern an sächsische Naturraumverhältnisse (LANAPLAN 2011)
- Verfahrensanleitung zur Bewertung der makrophytischen Fließgewässervegetation in Schleswig-Holstein (STUHR et al. 2013)
- Aktuelle Daten aus den Bundesländern NRW, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein
- Neue Literatur
- Verschiedene Änderungen und Anpassungen bei den typspezifischen klassischen Tabellen, die sich aufgrund des Erfahrungszugewinns infolge der verstärkten Anwendung in der Praxis ergeben haben.

2 Geltungsbereich und Differenzierung der Fließgewässertypologie

Das Verfahren gilt für Fließgewässer, die im Rahmen der WRRL bearbeitet werden, und beinhaltet alle in NRW vorkommenden Fließgewässertypen (s. Tab. 2-1).

Tab. 2-1: Liste der in NRW vorkommenden LAWA-Fließgewässertypen nach POTTGIESSER et al. (2004)

LAWA-TYP	LAWA-TYP
5	Grobmaterialreiche, silikatische Bäche der Mittelgebirge
5.1	Feinmaterialreiche, silikatische Bäche der Mittelgebirge
6	Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche
7	Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche
9	Silikatische, fein-grobmaterialreiche Flüsse der Mittelgebirge
9.1	Karbonatische, fein-grobmaterialreiche Flüsse der Mittelgebirge
9.2	Große Flüsse der Mittelgebirge
11	Organisch geprägte Bäche
12	Organisch geprägte Flüsse
14	Sandgeprägte Tieflandbäche
15	Rhithrale, Sand- & Lehmgeprägte Tieflandflüsse
15g	Große, Sand- & Lehmgeprägte Tieflandflüsse
16	Kiesgeprägte Tieflandbäche
17	Kiesgeprägte Tieflandflüsse
18	Löss-lehmgeprägte Tieflandbäche
19	Niederungsfließgewässer

Ausgenommen sind Kies- und Sandgeprägte Ströme (LAWA-TYP 10 und 20); hier sind andere Verfahren erforderlich (z.B. IKSR 2009). Nicht abgedeckt werden durch das vorliegende Bewertungsverfahren Gewässer der Alpen und des Alpenvorlands, Marschengewässer und Rückstau- bzw. brackwasserbeeinflusste Ostseezuflüsse (LAWA-Typen 22 und 23), für die bereits separate Vorschläge zur Bewertung vorliegen (BRUX et al. 2009, STILLER 2005).

Das Bewertungsverfahren wurde an die LAWA-Fließgewässertypen (POTTGIESSER et al. 2004) angepasst (s. Anhang). Für einige Gewässertypen muss eine weitere Differenzierung in rhithrale und potamale Gewässerabschnitte erfolgen (LANUV 2008, SCHAUMBURG et al. 2012: s. hier auch Verfahrenbeschreibung zur Unterscheidung in potamale und rhithrale Abschnitte).

Für Nordrhein-Westfalen lassen sich die LAWA-Fließgewässertypen (POTTGIESSER et al. 2004) wie folgt differenzieren (s. Tab. 2-2):

Tab. 2-2: Differenzierte LAWA-Fließgewässertypen für Nordrhein-Westfalen nach POTT-GIESSER et al. (2004); Unterscheidung anhand des Leitbildes in: rhithral = überwiegend schnell fließend und potamal = überwiegend langsam fließend

	LAWA-TYP
5	Grobmaterialreiche, silikatische Bäche der Mittelgebirge
5.1	Feinmaterialreiche, silikatische Bäche der Mittelgebirge
6	Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche
7	Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche
9	Silikatische, fein-grobmaterialreiche Flüsse der Mittelgebirge
9.1	Karbonatische, fein-grobmaterialreiche Flüsse der Mittelgebirge
9.2, rhithral	Rhithrale, große Flüsse der Mittelgebirge
9.2, potamal	Potamale, große Flüsse der Mittelgebirge
11, rhithral	Rhithrale, organisch geprägte Bäche (meist mit teilmineralischer Prägung)
11, potamal	Potamale, organisch geprägte Bäche
12	Organisch geprägte Flüsse
14, rhithral	Rhithrale, sandgeprägte Tieflandbäche
14, potamal	Potamale, sandgeprägte Tieflandbäche
15, rhithral	Rhithrale, sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse
15, potamal	Potamale, sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse
15g, rhithral	Große, rhithrale, sand- & lehmgeprägte Tieflandflüsse
15g, potamal	Große, potamale, sand- & lehmgeprägte Tieflandflüsse
16	Kiesgeprägte Tieflandbäche
17, rhithral	Rhithrale, kiesgeprägte Tieflandflüsse
17, potamal	Potamale, kiesgeprägte Tieflandflüsse
18, rhithral	Rhithrale, löss-lehmgeprägte Tieflandbäche
18, potamal	Potamale, löss-lehmgeprägte Tieflandbäche
19, rhithral	Rhithrale Niederungsfließgewässer
19, potamal	Potamale Niederungsfließgewässer

In Sachsen-Anhalt und in Nordrhein-Westfalen gibt es Fließgewässer, die zu Altgewässern überleiten (z.B. Ehle [Elbe], Griethauser Altrhein). Wenn die Bewertung mit dem vorliegenden Verfahren keine plausiblen Ergebnisse liefert, besteht die Möglichkeit, alternativ eine Bewertung für Altgewässer nach LUA NRW (2006) durchzuführen. In diesen Gewässern besteht auch die Möglichkeit, dass Arten wie z.B. *Ranunculus circinatus* oder *Myriophyllum verticillatum* dominant auftreten.

Für einzelne künstliche (AWB) und erheblich veränderte Fließgewässer (HMWB) gibt es Bewertungsverfahren auf der Basis von Makrophyten (UBE, IGB & LANAPLAN 2008, VAN DE WEYER 2014), es liegt jedoch bisher noch kein bundesweites Bewertungsverfahren für Makrophyten in künstlichen und erheblich veränderten Fließgewässern vor (BELLACK et al. 2012). Im LAWA-Projekt O 1.13 „Bewertung von HMWB/AWB-Fließgewässern und Ableitung des HÖP/GÖP“ wurde im Abschlussbericht (2014) exemplarisch für einzelne Fallgruppen zwar eine grundlegende Eignung der Qualitätskomponente Makrophyten zur Bewertung von HMWB festgestellt, es konnte jedoch im Rahmen dieses Projekts noch keine allgemein gültige Methode entwickelt werden. Dies wäre Gegenstand eines weiteren Vorhabens.

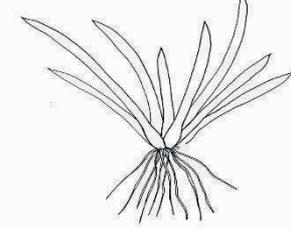
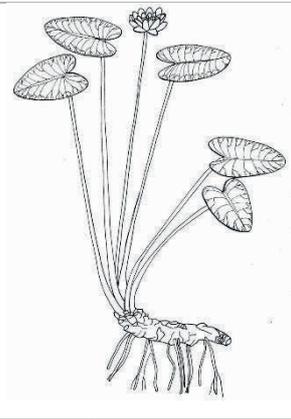
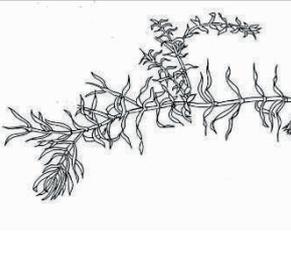
3 Definition und Wuchsformen von Makrophyten

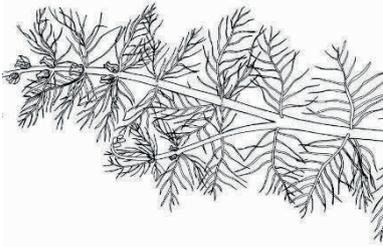
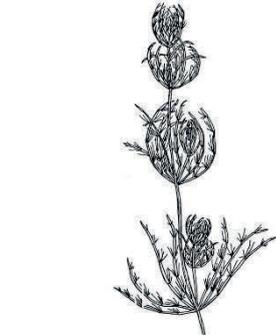
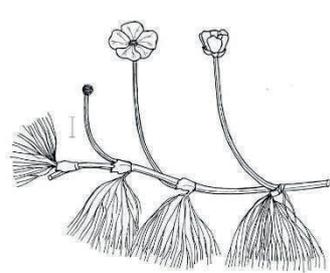
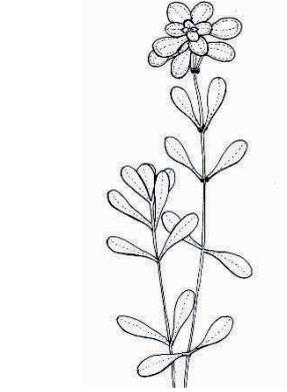
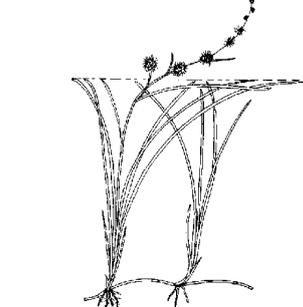
Makrophyten umfassen nach WEBER-OLDECOP (1974) alle makrophytischen Phanerogamen und Kryptogamen (Bryophyta, Rhodophyta, Charophyta, Chlorophyta, Lichenes), die zumindest teilweise Submersformen bzw. Wasserformen ausbilden. Morphologisch lassen sich in Anlehnung an WIEGLEB (1991) die folgenden Wuchsformen unterscheiden (s. a. VAN DE WEYER 1999):

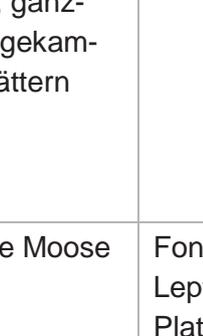
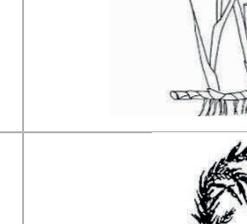
- I Rhizophyten (im Sediment wurzelnde Pflanzen)
 - I.1 Helophyten (Sumpfpflanzen)
 - I.2 Hydrophyten (Wasserpflanzen)
- II Pleustophyten (Wasserschweber)
- III Haptophyten (Haftpflanzen: Moose, Rot- und Grünalgen, Flechten)

Die nachfolgenden Tabellen 3-1 und 3-2 geben einen Überblick über die einzelnen Wuchsformen der Hydrophyten und Pleustophyten. Die Abbildungen stammen aus VAN DE WEYER & SCHMIDT (2011).

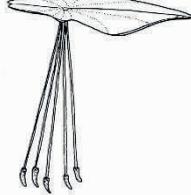
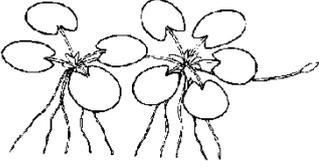
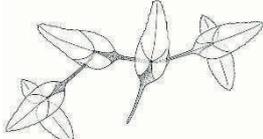
Tab. 3-1: Wuchsformen der Hydrophyten ohne fädige Grünalgen

Isoetiden	Niedrigwüchsige Grundsprossgewächse	Eleocharis acicularis, Isoëtes, Juncus, Litorella, Lobelia, Pilularia, Subularia	
Nymphaeiden	Schwimmblattgewächse	Alisma, Baldellia, Hydrocotyle, Hygrophila, Luronium, Nymphaea, Nymphoides, Nuphar, Persicaria, Potamogeton, Ranunculus, Sagittaria	
Elodeiden	Kleinblättrige untergetauchte Makrophyten mit wirteligen Sprossen, Blätter unzerteilt	Egeria, Elatine, Elodea, Hippuris	
Parvopotamiden	Untergetauchte Makrophyten mit unzerteilten, ganzrandigen Blättern (Kleinlaichkrautartige)	Groenlandia, Isolepis, Potamogeton, Zannichellia	
Magnopotamiden	Untergetauchte Makrophyten mit unzerteilten, breiten, ganzrandigen Blättern (Großlaichkrautartige)	Nuphar, Potamogeton	

<p>Myriophylliden</p>	<p>Untergetauchte Makrophyten mit beblätterten Sprossen, Blätter zerteilt</p>	<p>Apium, Hottonia, Myriophyllum, Oenanthe, Ranunculus, Sium</p>	
<p>Chariden</p>	<p>Untergetauchte Makrophyten mit wirteligen Ästen, mit Rhizoiden im Sediment verankert</p>	<p>Chara, Nitella, Nitellopsis, Tolypella</p>	
<p>Batrachiden</p>	<p>Makrophyten mit Schwimm- und Unterwasserblättern, letztere zerteilt oder unzerteilt</p>	<p>Ranunculus Subgenus Batrachium, Potamogeton, Shinnersia</p>	
<p>Pepliden</p>	<p>Makrophyten mit länglichen oder spatelförmigen Blättern, letztere eine endständige Rosette bildend (die Rosette kann bei untergetauchten Formen auch fehlen)</p>	<p>Callitriche, Crassula, Elatine, Ludwigia, Montia, Peplis</p>	
<p>Vallisneriden</p>	<p>Makrophyten mit grundständigen, aber lang flutenden Blättern, im Sediment wurzelnd</p>	<p>Sparganium emersum f. vallisnerifolia, Vallisneria spiralis</p>	

Stratiotiden	Frei schwimmende Makrophyten mit emersen Blättern bzw. Teilen der Pflanzen, die deutlich aus dem Wasser herausragen	Hydrocotyle, Hypericum, Pistia, Stratiotes	
Graminoiden	Süßgräser	Agrostis, Alopecurus, Catabrosa, Glyceria, Phalaris	
Herbiden	Kräuter	Apium, Berula, Hygrophila, Myosotis, Nasturtium, Oenanthe, Sium, Veronica	
Equisetiden	Schachtelhalme	Equisetum	
Junciden	Untergetauchte Makrophyten mit unzertheilten, schmalen, ganzrandigen, gekammerten Blättern (Binsen)	Juncus	
Bryiden	Aquatische Moose	Fontinalis, Scapania, Leptodictyum, Platyhypnidium u. a.	

Tab. 3-2: Wuchsformen der Pleustophyten (Wasserschweber)

Lemniden	Pleustophyten mit kleinen, blattähnlichen Schwimmsprossen	Azolla, Lemna, Ricciocarpos, Spirodela, Wolffia	
Hydrochariden	Pleustophyten mit großen Schwimmblättern	Hydrocharis	
Ceratophylliden	Pleustophyten mit großen, zerteilten Unterwasserblättern	Ceratophyllum, Utricularia	
Riccielliden	kleine untergetauchte Pleustophyten	Riccia, Lemna trisulca	

Für alle aquatischen Makrophyten in Nordrhein-Westfalen findet sich im Anhang (s. Tab. 3-3) eine Tabelle mit einer Übersicht der Wuchsformen. Hierbei wird für jede Art die für die Bewertung relevante Wuchsform angegeben. *Potamogeton alpinus* kann z.B. als Batrachide, Nymphaeide oder als Magnopotamide vorkommen, für die Bewertung wird die Art als Magnopotamide eingestuft. Zusätzlich finden sich Angaben zur Gefährdung gemäß der Roten Listen (BFN 1996, JÄGER & HOFFMANN 1997) und der Einstufung gemäß FFH-Richtlinie (MUNLV NRW 2004, SSYMANK et al. 1998). Außerdem wird angegeben, ob es sich um Neophyten (eingebürgert oder unbeständig) handelt (VAN DE WEYER & HUSSNER 2008, HUSSNER et al. 2010).

4 Probenahme und Bestimmung der Makrophyten

4.1 Festlegung der Probestrecken

Je nach Fragestellung kann die Erfassung der Makrophytenvegetation auf der gesamten Länge des Fließgewässers oder stichprobenartig an ausgewählten Abschnitten erfolgen (LUA NRW 2003a). Die Erfassung der Makrophytenvegetation auf der gesamten Länge des Fließgewässers ermöglicht einen genauen Überblick über die gesamte Makrophytenvegetation, ist jedoch sehr zeitaufwendig. Die Erfassung an ausgewählten Abschnitten eignet sich bei der Untersuchung großer Einzugsgebiete (VAN DE WEYER et al. 1990), bei denen die Erfassung auf der gesamten Länge der Fließgewässer zu zeitintensiv ist; allerdings müssen die Probestrecken so ausgewählt werden, dass sie möglichst repräsentativ (hinsichtlich Struktur, Beschattung, Belastungssituation) für das Gewässer sind.

Sowohl bei der Untersuchung auf der gesamten Länge wie auch bei der stichprobenartigen Bearbeitung erfolgt die Erfassung der Makrophyten abschnittsweise. Der Untersuchungsabschnitt kann unterschiedlich lang sein (mindestens 50-100 m), aber er muss auf seiner Länge möglichst homogen hinsichtlich Beschattung, Ausbauart, Fließgeschwindigkeit und Sohlsubstrat sein. Deutliche Begrenzungen der Untersuchungsabschnitte sind sichtbare Einleitungen, Stauwehre, Einmündungen, Flussgabelungen etc. sowie grundlegende Änderungen der Beschattung, der Linienführung, der Ausbauart, der Fließgeschwindigkeit und des Sedimentes. Die so festgelegten Grenzen des Untersuchungsabschnitts sind nachvollziehbar zu dokumentieren (z.B. durch Einmessung mit einem GPS-Gerät).

Die Abgrenzung des Untersuchungsabschnittes zum Ufer erfolgt anhand der MW-Linie. Hierzu sollten vor der Probenahme aktuelle Pegelraten – soweit vorhanden – abgefragt werden. Ansonsten kann vor Ort anhand der Ufervegetation die Mittelwasserlinie bestimmt werden.

4.2 Auswahl der geeigneten Methodik

Bei flachen Gewässern erfolgt die Probenahme durch Bewatung und Entnahme der Makrophyten von Hand. Bei tieferen Gewässern können die Makrophyten auf diese Weise nur in den Randbereichen erfasst werden. Tiefer liegende bzw. weiter entfernte Bestände können mit Hilfe einer langstieligen Harke vom Rand aus erfasst werden. Um eine möglichst vollständige Erfassung der Makrophyten zu erreichen, sollte von beiden Ufern aus gearbeitet werden.

Wenn eine umfassende Beprobung der Makrophyten auf diesem Weg nicht möglich ist, kann die Untersuchung von einem Boot – nach Möglichkeit mit Glasboden – aus erfolgen. Die Makrophyten werden dann mit einer Harke, einem Wurfanker bzw. einem Bodengreifer entnommen. In tiefen Fließgewässern sind Tauchuntersuchungen erforderlich (VAN DE WEYER 2007). Ergebnisse aus Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz haben gezeigt, dass Tauchuntersuchungen in nicht durchwatbaren Flüssen zu höheren Artenzahlen und stimmigeren Bewertungen führen.



Abb. 4-1, 4-2: In tiefen Fließgewässern erfolgt die Erfassung der Makrophyten durch Taucher

4.3 Allgemeine Rahmenbedingungen für die Durchführung der Untersuchungen

Die Untersuchungen sollten in den Monaten Juni-September bei Niedrig- oder Mittelwasser und trockenem Wetter erfolgen. Nach Möglichkeit sollten die Untersuchungen von zwei Personen durchgeführt werden. Beim Einsatz von Wathosen bzw. Booten sollten aus Sicherheitsgründen Schwimmwesten benutzt werden. In Fließgewässern mit hoher Fließgeschwindigkeit sollten die Probenehmer im Gewässer von der Brücke oder vom Ufer aus mit einem Seil gesichert werden.

Wenn Tauchuntersuchungen in Gewässern mit Bootsverkehr durchgeführt werden, ist neben den beiden Tauchern eine dritte Person mit Boot zur Sicherung erforderlich.

Bei allen Untersuchungen sind die Sicherheitsbestimmungen und gesetzlichen Regelungen zu beachten.

4.4 Ablauf der Probenahme

Anfang und Ende der Probeflächen werden festgelegt und nachvollziehbar dokumentiert (z.B. durch Erfassung der Geo-Koordinaten) sowie textlich beschrieben (z.B. „10 m oberhalb Brücke xy 100 m flussaufwärts bis Einmündung Graben ZZ“).

Vom Anfang und Ende der Probeflächen sollten Fotos in die Probeflächen hinein gemacht werden, weitere Detailfotos sind hilfreich.

Bei kleinen bis mittelgroßen, flachen Fließgewässern werden die Makrophyten auf der gesamten Breite des Gewässers erfasst, wobei das Gewässer im Zickzack gegen die Fließrichtung durchwatet (vgl. Abb. 4-3), die Gewässersohle mit einem Sichtkasten betrachtet wird und die Makrophyten per Hand aufgesammelt werden.

Wenn ein Gewässer nicht komplett durchwatet werden kann, erfolgt eine Bewatung am Gewässerrand, soweit möglich, und/oder eine Probenahme vom Ufer aus. Dazu werden Harken (z.B. mit ausziehbaren Stielen) eingesetzt. Bewährt haben sich auch Konstruktionen, bei denen Angelruten mit kleineren Harken kombiniert werden. Diese bieten neben guter Hand-

habbarkeit den Vorteil geringen Gewichtes. Der Abstand der einzelnen Zähne der Harken sollte möglichst eng sein (< 5 mm); bewährt haben sich z.B. Läusekämme für Pferde. Greifapparate können auch verwendet werden. Auf jeden Fall ist eine möglichst vollständige Erfassung der Makrophyten anzustreben. Dazu sollte möglichst von beiden Ufern aus gearbeitet werden.

Auch bei Einsatz eines Bootes sowie bei der Tauchuntersuchung wird das Gewässer im Zickzack gegen die Fließrichtung untersucht. Mit dem Boot wird nach dem in Abb. 4-3 beschriebenen Muster jeweils von einem Ufer zum anderen gefahren und Proben werden mit einer Harke, einem Wurfanker bzw. einem Bodengreifer entnommen.

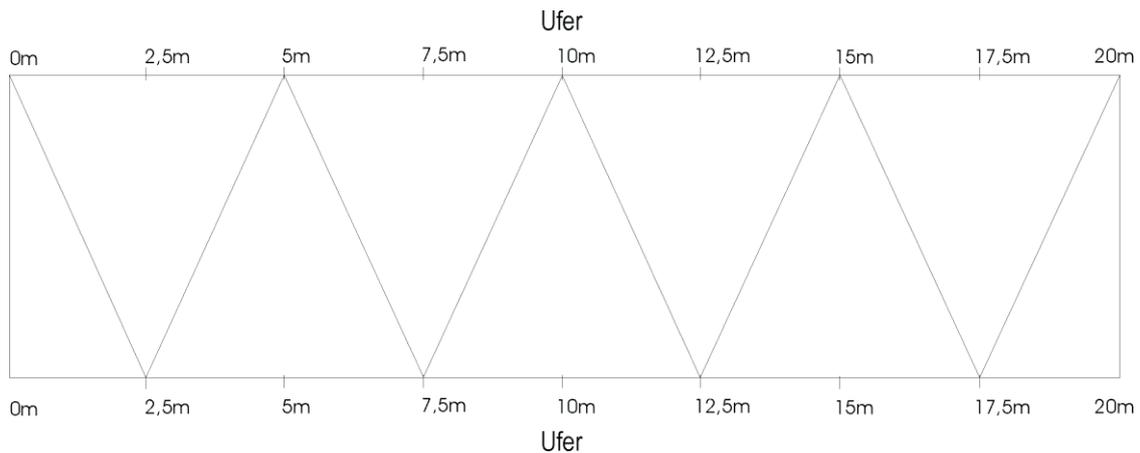


Abb. 4-3: Untersuchungsgang beim Einsatz von Booten (nach HOLMES et al. 1999, verändert)

Bei der Probenahme werden alle Gefäßpflanzen, Moose und Armeleuchteralgen (Characeen) erfasst. Zusätzlich werden folgende Algen berücksichtigt, wenn sie mit bloßem Auge erkennbare Bestände ausgebildet haben: *Lemanea/Paralemanea* spp., *Enteromorpha* spp. Ebenfalls werden Bestände folgender Grünalgen erfasst, wenn die Fäden eine Länge von $> 0,5$ m aufweisen: *Cladophora* spp., *Oedogonium* spp., *Rhizoclonium* spp., *Spirogyra* spp.

Es werden alle Taxa berücksichtigt, die komplett im Wasser wachsen (aquatische Formen) oder die bei Mittelwasser zumindest im Gewässer wurzeln (Helophyten). Die Mittelwasserlinie kann vor Ort anhand der Ufervegetation bestimmt werden.

Manche Bestände können direkt bei der Probenahme bis auf Artniveau bzw. bis auf das für die Bewertung erforderliche Niveau (vgl. Tab. 3-3 im Anhang) bestimmt werden; andernfalls müssen für eine Nachbestimmung im Labor geeignete Exemplare entnommen werden. Bei Lemniden-Beständen werden dazu repräsentative Proben abgeschöpft.

Alle Taxa werden in einem Vor-Ort-Protokoll erfasst. Darin wird auch angegeben, ob das Taxon emers (als Helophyt) oder aquatisch vorkommt. Kommt eine Art sowohl emers (als Helophyt) als auch aquatisch vor, werden die Bestände separat voneinander notiert. Es ist nicht notwendig, bei der Probenahme die spezielle Wuchsform der Pflanze (s. Kap. 3) zu erfassen, da die bewertungsrelevante Wuchsform fest zugeordnet ist (s. Tab. 3-3 im Anhang). Es ist lediglich erforderlich, zwischen „aquatisch“ und „emers“ zu unterscheiden.

Weiterhin muss in dem Vor-Ort-Protokoll für jedes Taxon und getrennt nach emersen und submersen Beständen die Häufigkeit bezogen auf den erfassten Untersuchungsabschnitt angegeben werden. Für die Häufigkeitsschätzungen gibt es verschiedene Methoden. Für die quantitative Erfassung der Makrophyten in Fließgewässern gemäß EG-WRRL sollten die beiden Schätzskalen der Häufigkeit nach KOHLER (1978a) **und** des Deckungsgrades nach LONDO (1974) unabhängig voneinander verwendet werden.

Tab. 4-1: Schätzskala der Häufigkeit nach KOHLER (1978a)

Häufigkeit	Skala
1	sehr selten
2	selten
3	verbreitet
4	häufig
5	sehr häufig bis massenhaft

Tab. 4-2: Schätzskala des Deckungsgrades nach LONDO (1974), leicht verändert

	Deckung (%)	Wert für Berechnung
+	< 1	0,5
0.1	1	1
0.2	1-3	2
0.4	3-5	4
0.7	5-10	7
1.2	10-15	12
2	15-25	20
3	25-35	30
4	35-45	40
5	45-55	50
6	55-65	60
7	65-75	70
8	75-85	80
9	85-95	90
10	95-100	100

Sollten zwei oder mehrere Arten den gleichen Wert nach KOHLER (1978a) bzw. LONDO (1974) aufweisen, ist im Gelände zu notieren, welche Art dominant ist.

Für Berechnungen werden bei der Skala nach KOHLER (1978a) die Häufigkeitswerte (1-5, s. Tab. 4-1) bzw. bei der Skala nach LONDO (1974) die Werte zur Berechnung (s. Tab. 4-2, 3. Spalte) verwendet.

Wenn der Untersuchungsabschnitt makrophytenfrei (0 % Deckung) oder makrophytenarm (< 2 % Deckung) ist, muss ggf. eine weitere Untersuchung an anderer Stelle des Wasserkörpers erfolgen. Es empfiehlt sich, bei der Probenahme zu prüfen, ob in den benachbarten Abschnitten (also 100 m ober- und unterhalb der Probestrecke) Makrophyten vorkommen, und die Untersuchung ggf. dort durchzuführen.

Die Gesamthäufigkeit **und** Deckung der Summe aller langfädigen Grünalgen ist separat zu erheben.

Weitere Angaben zur Erfassung von Makrophyten finden sich bei VAN DE WEYER (1999).

4.5 Erforderliche Zusatzangaben im Vor-Ort-Protokoll

Zusätzlich zur Taxaliste müssen allgemeine Angaben zum Untersuchungsabschnitt im Vor-Ort-Protokoll (Breite, Tiefe, Beschattung, Substrate etc.) erhoben werden.

Die Kartierer sollten mit der LAWA-Typologie und der Unterscheidung rhithral - potamal vertraut sein, um die vorgegebene Typ-Einstufung im Gelände überprüfen zu können und ggf. entsprechende Bemerkungen im Vor-Ort-Protokoll zu notieren.

4.6 Probenkonservierung und -transport, Bestimmung und Nomenklatur

Die Bestimmung der meisten Sippen kann im Gelände erfolgen. Hierzu wurde ein separater Bestimmungsschlüssel erarbeitet (VAN DE WEYER & SCHMIDT 2011). Bei kritischen Sippen werden **Frischproben** entnommen und im Labor nachbestimmt; der Transport kann in angefeuchteten Plastiktüten erfolgen. Zur **Konservierung** werden Moose und Flechten an der Luft getrocknet und in gefalteten Papiertüten aufbewahrt. Höhere Pflanzen und Armleuchteralgen werden zwischen Papier gepresst und anschließend auf Herbarbögen geklebt, Rot- und Grünalgen in Alkohol oder durch Zugabe von Lugol'scher Lösung konserviert und dunkel gelagert. Rotalgen können auch tiefgefroren werden. Alle Proben müssen eindeutig beschriftet werden; üblicherweise werden folgende Angaben gemacht: Fundort, Standort, Funddatum und Sammler. Damit die Daten auch für die floristische Kartierung verwendet werden können, sollte jeweils auch die Nummer der topografischen Karte 1 : 25.000 und nach Möglichkeit auch der Quadrant bzw. Viertelquadrant angegeben werden.

Tab. 4-3: Konservierung von Makrophyten

Höhere Pflanzen	Herbarium
Arملهuchteralgen	Herbarium
Moose	Moostüten
Rot- und Grünalgen	Alkohol bzw. Lugol'sche Lösung, dunkle Lagerung

Die Nomenklatur und Bestimmung der höheren Pflanzen und Moose erfolgt nach VAN DE WEYER & SCHMIDT (2011), die Nomenklatur und Bestimmung der Grünalgen und Rotalgen richtet sich nach GUTOWSKI & FOERSTER (2009).

5 Das klassische Verfahren: Klassifikation und Bewertung

Sinnvoll ist, dass möglichst ein und dieselbe Person die Daten zu den Makrophyten erhebt **und** bewertet bzw. dass die Person, welche die Probe genommen hat, auch in die Bewertung mit einbezogen wird. Die Bewertung umfasst mehrere Schritte:

- 1) Zuerst wird die Gesamtdeckung der Makrophytenbestände im Untersuchungsabschnitt ermittelt oder aus dem Vor-Ort-Protokoll abgelesen. Makrophytenarme (< 2 % Deckung) oder makrophytenfreie Untersuchungsabschnitte stellen hinsichtlich der Bewertung einen Sonderfall dar, der in Kapitel 5.3 dargestellt wird.
- 2) Bei mindestens 2 % Deckung erfolgt die Klassifikation. Dazu werden die Dominanzverhältnisse bestimmt und daraus der Vegetationstyp ermittelt.
- 3) 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.
- 4) Abschließend ist das so ermittelte Ergebnis zu plausibilisieren.

5.1 Klassifikation

Voraussetzung für eine Typisierung nach dem Dominanzprinzip ist eine Gesamtdeckung des Makrophytenbestandes von mindestens 2 % bzw. für mindestens eine Art eine Mindestabundanz von „3“ nach KOHLER (1978a) bzw. Deckungsklasse „0.2“ (1-3 % Deckung) der Londo-Skala.

Dann erfolgt die Typisierung, d. h. die Zuordnung eines aufgenommenen Bestandes zu einem Vegetationstyp, nach dem **Dominanzprinzip**.

Definition Vegetationstyp (Dominanzprinzip aus: STUHR et al. 2013):

Ein Vegetationstyp ist in erster Linie durch eine einheitliche Struktur charakterisiert, die sich aus dem Wuchsformtyp der auftretenden Arten ergibt. Der Wuchsformtyp ist Ausdruck der am Wuchsort herrschenden Standortbedingungen. Jeder Vegetationstyp besitzt in seiner optimalen Ausprägung eine charakteristische Artenzusammensetzung und ist weiterhin durch das Auftreten von dominanten und ggf. von codominanten und subdominanten Arten gekennzeichnet. Soweit die differenzierten Vegetationstypen mit beschriebenen pflanzensoziologischen Einheiten übereinstimmen (DIERSSEN et al. 1988, POTT 1995), wird die entsprechende Nomenklatur verwendet. Die übrigen Vegetationseinheiten werden als „Typ“ bezeichnet.

Eine Dominanz liegt vor, wenn eine oder mehrere typbestimmende Arten (Charakterarten eines Vegetationstyps) dominant im untersuchten Bestand auftreten, d. h. ihr Deckungswert (bzw. die Summe ihrer Einzel-Deckungswerte) bzw. Abundanzwert muss mindestens eine Klasse höher sein als die der Arten des Vegetationstyps mit der nächst höheren Deckung bzw. Abundanz.

Zur Bestimmung der Dominanzverhältnisse sind vorrangig die Deckungsgrade bzw. die Londo-Werte zu verwenden. Wenn diese Angaben nicht vorliegen, können ersatzweise die Kohler-Werte angewendet werden.

Für Deckungsschätzungen nach LONDO (1975) gilt, dass für die Feststellung einer Dominanz die Klasse „1+“ (10-15 % Deckung) gegenüber der Klasse „1-“ (5-10 % Deckung) als ausreichend anzusehen ist. Entsprechend der oben vorgegebenen Mindestdeckung von 2 % sind daher auch Deckungsklassen von „0.4“ (3-5 % Deckung) sowie „0.2“ (1-3 % Deckung) für die Feststellung der Dominanz als ausreichend anzusehen, da gemittelte Prozentwerte der Deckungsklassen zu Grunde gelegt werden sollen. Treten innerhalb eines Typs mehrere Charakterarten auf, sind ihre Deckungswerte (Klassenmittelwerte) aufzusummieren und somit festzustellen, ob die Summe der Klassenmittelwerte dieser Arten in verschiedenen LONDO-Klassen liegt und somit eine Dominanz eines Vegetationstyps vorliegt.

Manchmal ist es nicht möglich, eindeutig einen dominanten Vegetationstyp zu ermitteln, weil die prägenden Arten zweier oder mehrerer Vegetationstypen die gleiche Gesamtdeckung erreichen. Es liegt also eine **Codominanz** vor.

In solchen Fällen haben für die Bewertung leitbildkonforme Arten gegenüber Störzeigern Vorrang (z. B. bei Codominanz von *Callitriche platycarpa* und *Elodea canadensis* ist der Bestand dem *Callitriche*-Typ zuzuordnen). Ebenso gilt, dass bei Codominanz von Hydrophyten und Helophyten bzw. bei Codominanz von Hydrophyten und langfädigen Fadenalgen für die Bewertung der jeweilige Hydrophyten-Typ zugrunde zu legen ist.

In den verbleibenden Fällen von Codominanz kann in der Regel für die Bewertung ein Mischtyp gebildet werden. Dies bedeutet, dass die Bewertung zunächst separat nach jedem Typ vorgenommen wird und die verschiedenen Bewertungen durch die Plausibilisierung zusammengeführt werden. Nachfolgend werden einige Begriffe erläutert:

Tab. 5-1: Erläuterung der Begriffe Dominanz, Codominanz und Subdominanz

Begriff	Beispiel
Dominanz: eine Art bzw. eine Wuchsform weist den höchsten Wert der Häufigkeit auf	3 <i>Sparganium emersum</i> (Dominanz) 2 <i>Potamogeton pectinatus</i> 1 <i>Elodea nuttallii</i>
Codominanz: zwei Arten bzw. zwei unterschiedliche Wuchsformen haben die gleiche Häufigkeit	3 <i>Sparganium emersum</i> (Codominanz) 3 <i>Potamogeton pectinatus</i> (Codominanz) 1 <i>Elodea nuttallii</i>
Subdominanz: die betreffende Art bzw. Wuchsform hat eine geringere Häufigkeit als die dominante Art bzw. Wuchsform	3 <i>Sparganium emersum</i> 2 <i>Potamogeton pectinatus</i> (Subdominanz)

5.2 Bewertung

Die Zuordnung zu einer ökologischen Zustandsklasse innerhalb jedes Vegetationstyps (s. Tab. 5-19p im Anhang) erfolgt durch die Anzahl der Wuchsformen und den Anteil der Störzeiger bzw. Gütezeiger.

5.2.1 Wuchsformenzahl und Störzeiger

Die Anzahl der begleitenden Wuchsformen wird unter Zuhilfenahme von Tabelle 3-3 ermittelt. Die dominante Wuchsform wird hierbei nicht berücksichtigt. Bei der Ermittlung der Wuchsformenzahl werden Störzeiger nicht mitgezählt (vgl. STUHR et al. 2013). Unter Störzeigern werden Arten verstanden, die bei Massenentwicklung auf stark eutrophe bis polytrophe Verhältnisse hinweisen. Im Einzelnen handelt es sich hierbei um: langfädige *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., *Callitriche obtusangula*, Parvopotamiden (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. x lintonii*, *P. pusillus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*, *Zannichellia palustris*), Elodeiden (*Elodea* spp., *Egeria densa*), *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Leptodictyum riparium*, *Hygrohypnum ochraceum* f. *obtusifolia*, *Octodicerias fontanum*.

Alle Lemniden werden in allen rhithralen Vegetationstypen ab einer Häufigkeit von „2 - selten“ nach KOHLER (1978a) als Störzeiger berücksichtigt.

Bei *Hygrohypnum ochraceum* zum Beispiel zeigt die f. *ochraceum* in Sachsen einen Schwerpunkt in gering belasteten Fließgewässern. Sie wird daher als Leitbild-konform eingestuft. Die Forma *obtusifolia* kommt im Gegensatz dazu in Sachsen hingegen vorwiegend in belasteten Fließgewässern vor und wird daher als nicht Leitbild-konform und als Störzeiger eingestuft. Häufig treten bei *Hygrohypnum ochraceum* aber auch Zwischenformen auf, deren standortliche Bindung und Indikation aktuell nicht klar ist. Sie werden daher für die Bewertung nicht berücksichtigt (aus: LANAPLAN 2011).

Tab. 5-2: *Hygrohypnum ochraceum* s.l.: Auswertung von abiotischen Parametern aus sächsischen Fließgewässern (aus: LANAPLAN 2011)

<i>Hygrohypnum ochraceum</i> f. <i>obtusifolia</i> (N = 66)	Ges-P (mg/l)	Leitfähigkeit (µs)	NH ₄ -N (mg/l)
Mittelwert	0,15	309	0,27
Max	0,31	743	2,38
Min	0,02	74	0,01
<i>Hygrohypnum</i> f. <i>ochraceum</i> (N = 30)	Ges-P (mg/l)	Leitfähigkeit (µs)	NH ₄ -N (mg/l)
Mittelwert	0,05	160	0,05
Max	0,18	317	0,24
Min	0,02	74	0,01

Die Ergebnisse der Interkalibrierung (BIRK & VAN DE WEYER 2015) machten es erforderlich, die Grenze zwischen dem sehr guten und guten ökologischen Zustand im Gegensatz zu LANUV (2008) strenger zu fassen. In der vorliegenden Fassung wird der sehr gute ökologische Zustand nur dann erreicht, wenn Störzeiger vollständig fehlen. Kommen sie in Einzel-exemplaren vor, entspricht dies in den leitbildkonformen Vegetationstypen dem guten ökologischen Zustand.

Najas marina ssp. *intermedia*, die aktuell in Deutschland in starker Ausbreitung ist und eine sehr breite ökologische Amplitude aufweist, wird bei der Berechnung der Wuchsformen nicht berücksichtigt. Es bliebe zu prüfen, ob sie ggf. als Störzeiger eingestuft werden sollte.

5.2.2 Gütezeiger

Für die Bewertung wird bei einzelnen Vegetationstypen auch der Anteil von sogenannten „Gütezeigern“ berücksichtigt. Hierbei handelt es sich um Arten, die ihren Schwerpunkt in oligo-, meso- bis schwach eutrophen Fließgewässern haben (vgl. BIRK et al. 2007, GUTOWSKI et al. 1998, LUA NRW 2001a, 2003a, SCHAUMBURG et al. 2006, SCHNEIDER 2000, STUHR et al. 2013). Hierzu zählen vor allem Armleuchteralgen (KÖHLER 1982, KRAUSE 1997) und submerse Großlaichkräuter. Im Einzelnen handelt es sich um die folgenden Arten: *Callitriche brutia* var. *hamulata*, *Chara* spp., *Groenlandia densa* (karbonatisch), *Hippuris vulgaris* (karbonatisch), *Isolepis fluitans* (silikatisch), *Juncus bulbosus* (silikatisch), *Lemna trisulca*, *Luronium natans*, *Montia fontana* agg., *Myriophyllum alterniflorum*, *Nitella flexilis*, *N. opaca*, *Nitelopsis obtusa*, *Pilularia globulifera*, *Peplis portula*, *Potamogeton alpinus*, *P. coloratus*, *P. gramineus*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*, *P. polygonifolius* (silikatisch), *P. praelongus* [in NRW ausgestorben/verschollen], *Ranunculus hederaceus*, *Riccia fluitans*, *Tolypella* spp., *Utricularia* spp.

5.3 Bewertung makrophytenfreier Probestellen

Fließgewässer können von Natur aus frei von Makrophyten sein. Bei Bächen und kleinen Flüssen bis ca. zehn Meter Breite, die komplett beschattet sind, entsprechen makrophytenfreie Fließgewässer dem sehr guten ökologischen Zustand, wenn weder strukturelle noch stoffliche Belastungen vorliegen. Bereiche, die eine sehr geringe Deckung aufweisen (< 2 %) werden als „makrophytenarm“ bezeichnet.

Fehlen Gehölze und gleichzeitig Makrophyten, ist zu prüfen, ob die Gewässerbelastung so stark ist, dass es sich um eine Verödungszone handelt. Wenn Makrophyten komplett fehlen, erfolgt eine Einstufung als „schlecht“. Sind Makrophyten mit sehr geringer Deckung vorhanden (Deckung < 2 %), erfolgt eine „unbefriedigende“ Bewertung.

Nicht in allen Fällen ist diese Entscheidung eindeutig. In diesem Fall erfolgt eine Einstufung als „Makrophytenfrei, Bewertung ungesichert“. Es wird dringend empfohlen, bei makrophytenfreien Probestellen zusätzliche Abschnitte oberhalb und unterhalb zu untersuchen bzw. in die Auswertung einzubeziehen.

6 Makrophytische Vegetationstypen der Fließgewässer

Nachfolgend werden die makrophytischen Vegetationstypen der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen beschrieben; hierbei handelt es sich um eine Fortschreibung von LANUV (2008) unter Berücksichtigung der in Kapitel 1 dargestellten Änderungen.

Eine Übersicht auf die in den differenzierten LAWA-Fließgewässertypen nach POTTGIESSER et al. (2004, s. Tab. 2-2) vorkommenden Vegetationstypen und ihre ökologischen Zustandsklassen findet sich in Tabelle 5-19p im Anhang.

6.1 Makrophytenfreier Typ

6.1.1 Bäche

Fließgewässer können von Natur aus frei von Makrophyten sein. Bei Bächen und kleinen Flüssen bis ca. zehn Meter Breite (vgl. MURL 1999), die komplett beschattet sind, entsprechen makrophytenfreie Fließgewässer dem sehr guten ökologischen Zustand, falls keine strukturellen und stofflichen Belastungen vorliegen. Bereiche, die eine sehr geringe Deckung aufweisen (< 2 %), werden als „makrophytenarm“ bezeichnet.

Wenn nicht klar ist, ob es sich um naturnahe oder verödete Bereiche handelt, besteht die Möglichkeit, alternativ die Einstufung „unsicher“ anzugeben. Wenn Makrophyten als Folge von Belastungen komplett fehlen, erfolgt eine Einstufung als „schlecht“. Sind Makrophyten infolge von Belastungen nur mit sehr geringer Deckung vorhanden (Deckung < 2 %), erfolgt eine „unbefriedigende“ Bewertung. Wie in Kapitel 5.3 ausgeführt, sollten bei makrophytenfreien Probestellen alternativ auch ober- und unterhalb gelegene Abschnitte beprobt und bewertet werden.



Abb. 6-1: Der Rothenbach, ein von Natur aus makrophytenfreies Fließgewässer

6.1.2 Flüsse

Flüsse beherbergen mit einigen Ausnahmen (KRAUSE 1988) aufgrund des fehlenden Kronenschlusses von Natur aus Makrophyten. Fehlen Makrophyten oder treten sie nur mit sehr geringer Deckung auf ($\leq 2\%$), ist zu prüfen, warum der Bereich verödet ist. Mögliche Ursachen sind hohe stoffliche Einträge (Nährstoffe, Schadstoffe), mineralische Trübung oder laugeinstabile Substrate als Folge künstlich erhöhter Fließgeschwindigkeit.



Abb. 6-2: Die Wupper weist im Wuppertaler Stadtgebiet aufgrund anthropogener Belastungen keine Makrophyten auf

6.2 *Berula-Nasturtium-Apium-Veronica-Typ*

Beim *Berula-Nasturtium-Apium-Veronica-Typ* handelt es sich um Dominanzbestände von *Berula erecta* bzw. *Nasturtium officinale* agg. Hier werden auch Dominanzbestände von *Apium nodiflorum*, *Veronica beccabunga*, *Veronica anagallis-aquatica* und *Veronica catenata* einbezogen.

Diese Arten sind Helophyten, die submerse Formen bilden können (Herbiden, s. Kap. 3). Die Vorkommen sind auf kleine Fließgewässer beschränkt. GUTOWSKI et al. (1998) geben zu *Berula erecta* an: „Weite ökologische Amplitude, Optimum im nährstoffarmen Bereich“. KAHNT et al. (1989), KOHLER et al. (1971, 1974, 1994), KOHLER & SCHIELE (1985), KUTSCHER (1984), ROBACH et al. (1996), VEIT et al. (1997) und WÜRZBACH et al. (1997) weisen auf die weite ökologische Amplitude hin. Zudem sei darauf hingewiesen, dass die Dominanzbestände von *Berula erecta* pflanzensoziologisch sehr unterschiedlich gefasst werden (POTT 1995, VERBÜCHELN et al. 1995, WIEGLEB & HERR 1984). HERR et al. (1989b) geben *Berula*-Bestände für gestörte Fließgewässer des Berglandes an. Nach Beobachtungen des Verfassers im Gelände und Auswertung der vorliegenden Vegetationsaufnahmen gehören diese Bestände zur potentiellen natürlichen Vegetation kleiner, kalkarmer wie kalkreicher Fließgewässer.



Abb. 6-3, 6-4: *Berula erecta*, *Nasturtium officinale*

Der *Berula-Nasturtium-Apium-Veronica-Typ* entspricht dem Leitbild und somit dem sehr guten Zustand kleiner Fließgewässer, falls Störzeiger fehlen. Der gute Zustand des *Berula-Nasturtium-Apium-Veronica-Typs* ist durch geringe Anteile von Störzeigern gekennzeichnet. Der mäßige Zustand des *Berula-Nasturtium-Apium-Veronica-Typs* ist durch die Codominanz von Störzeigern gekennzeichnet.

6.3 Nymphaeiden- bzw. Vallisneriden-Typen

6.3.1 *Sparganium emersum*-Gesellschaft

Dieser Vegetationstyp ist durch die Dominanz von *Sparganium emersum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Potamogeton natans*, *P. nodosus*, *Sparganium erectum*, *Butomus umbellatus* bzw. *Persicaria amphibia* gekennzeichnet. In Hinblick auf die Bewertung (s. Tab. 3-3: Bewertungsrelevante Wuchsformen) werden alle Vertreter der *Sparganium emersum*-Gesellschaft einheitlich als Nymphaeiden eingestuft (*Sparganium emersum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Potamogeton natans*, *P. nodosus*, *Sparganium erectum*, *Butomus umbellatus*, *Persicaria amphibia*).

HERR et al. (1989a, b) fassen diese Ausbildungen als *Sparganium emersum*-Gesellschaft zusammen und bezeichnen sie als „die natürliche Vegetation potamaler Fließgewässer der Norddeutschen Tiefebene“ (HERR et al. 1989a, vgl. a. RIIS et al. 2000). Der historische Vergleich von HERR et al. (1989a) aus Niedersachsen zeigt, dass „Großlaichkraut-reiche Ausbildungen ... früher häufiger waren als heute“. Auch in Nordrhein-Westfalen waren submerse Groß-Laichkräuter in potamalen Gewässern häufiger, wie die nachfolgenden Beispiele der Auswertung historischer Daten zeigen:

- *Potamogeton alpinus*, Issumer Fleuth, MSTR (Herbarium Naturkundemuseum Münster)
- *P. alpinus*, Nette, MSTR
- *P. alpinus*, Hopstener Aa, RUNGE (1979)
- *P. alpinus*, Rehrbache im Torfvenn, bei Besten bei Gahlen, 18.06.1911, leg. HÖPPNER, ex Herbarium HÖPPNER, MSTR
- *P. alpinus*, Schaler und Voltlager Aa, RUNGE (1979)
- *P. alpinus*, Ahse, HÖPPNER & PREUSS (1926)
- *P. gramineus*, Nette (HÖPPNER 1927)
- *P. lucens*, Werse bei Münster, BECKHAUS (1893)
- *P. lucens*, Lippe, MSTR, STEUSLOFF (1953)
- *P. lucens*, Vechte, BECKHAUS (1893)
- *P. perfoliatus*, Lippe bei Hamm, Stever bei Lüdinghausen, BECKHAUS (1893)
- *P. perfoliatus*, Werse, MSTR
- *P. praelongus*, Nette, Schwalm, Renne, HÖPPNER (1926, 1927)

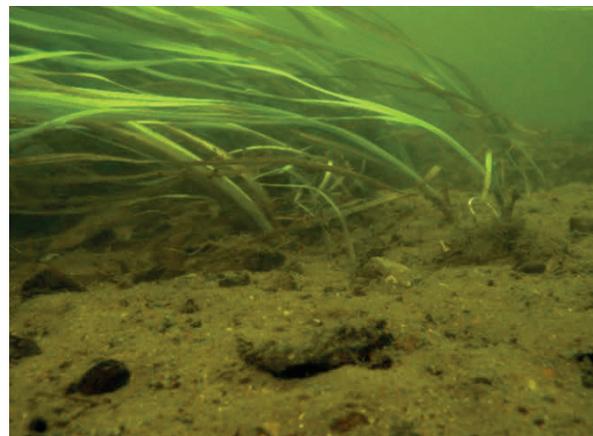


Abb. 6-5, 6-6: *Sparganium emersum*-Gesellschaft und *Sparganium emersum*

Dem Leitbild entspricht die sehr wuchsformenreiche *Sparganium emersum*-Gesellschaft in potamalen Fließgewässern.

Die Zahl der Wuchsformen aquatischer Makrophyten in potamalen Fließgewässern (HERR et al. 1989, KOENZEN 2005, VAN DE WEYER 1999, WIEGLEB 1991) ist primär von den hydromorphologischen Bedingungen geprägt. Dieser Parameter findet auch bei den belgischen und niederländischen Bewertungsverfahren für Makrophyten in Fließgewässern gemäß EG-WRRL Berücksichtigung (LEYSEN et al. 2005, VAN DER MOELEN et al. 2012). Das Wuchsformenspektrum ist neben der Trophie vor allem von der Strömungsdiversität und Tiefenvarianz abhängig (LUA NRW 2001a, 2003a, VAN DE WEYER 2008). Grundsätzlich erfolgt eine unterschiedliche Bewertung der Wuchsformen in potamalen und rhithralen Fließgewässern.

Bei der Berechnung der Wuchsformen werden Störzeiger und Lemniden nicht mitgezählt. Zudem wird das Vorkommen von sogenannten „Gütezeigern“ berücksichtigt. Hierbei handelt es sich um Arten, die ihren Schwerpunkt in oligo- bis schwach eutrophen Fließgewässern haben (vgl. BIRK et al. 2007, GUTOWSKI et al. 1998, LUA NRW 2001a, 2003a, SCHAUMBURG et al. 2006, SCHNEIDER 2000, STUHR et al. 2013). Hierzu zählen vor allem Armleuchteralgen (KÖHLER 1982, KRAUSE 1997) und submerse Großlaichkräuter. Im Einzelnen handelt es sich um die folgenden Arten: *Callitriche brutia* var. *hamulata*, *Chara* spp., *Groenlandia densa* (karbonatisch), *Hippuris vulgaris* (karbonatisch), *Isolepis fluitans* (silikatisch), *Juncus bulbosus* (silikatisch), *Lemna trisulca*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Nitella* spp., *Nitellopsis obtusa*, *Potamogeton alpinus*, *P. gramineus*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*, *P. polygonifolius* (silikatisch), *P. praelongus* [in NRW ausgestorben/verschollen], *Ranunculus hederaceus*, *Riccia fluitans*, *Tolypella* spp., *Utricularia* spp.

In **potamalen** Fließgewässern erfolgt die Bewertung der *Sparganium emersum*-Gesellschaft wie folgt:

sehr gut	Arten der <i>Sparganium emersum</i> -Gesellschaft dominant; außerdem mindestens 5 weitere Wuchsformen (ohne Störzeiger) vorhanden (Isoetiden, Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Elodeiden, Chariden, Pepliden, Hydrochariden, Riccieliden, Ceratophylliden, Magnopotamiden, Bryiden); Gütezeiger fehlend oder vorhanden	Arten der <i>Sparganium emersum</i> -Gesellschaft dominant; außerdem mindestens 3-4 weitere Wuchsformen (ohne Störzeiger) vorhanden (Isoetiden, Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Elodeiden, Chariden, Pepliden, Hydrochariden, Riccieliden, Ceratophylliden, Magnopotamiden, Bryiden); Gütezeiger mit hohen Anteilen
gut	Arten der <i>Sparganium emersum</i> -Gesellschaft dominant; außerdem mindestens 3-4 weitere Wuchsformen (ohne Störzeiger) vorhanden (Isoetiden, Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Elodeiden, Chariden, Pepliden, Hydrochariden, Riccieliden, Ceratophylliden, Magnopotamiden, Bryiden); Gütezeiger fehlend oder mit geringen Anteilen	Arten der <i>Sparganium emersum</i> -Gesellschaft dominant; außerdem 2 weitere Wuchsformen (ohne Störzeiger) und Gütezeiger mit hohen Anteilen

mäßig	Arten der <i>Sparganium emersum</i> -Gesellschaft dominant; außerdem 2 weitere Wuchsformen (ohne Störzeiger) vorhanden (Isoetiden, Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Elodeiden, Chariden, Pepliden, Hydrochariden, Riccieliden, Ceratophylliden, Magnopotamiden, Bryiden); Gütezeiger fehlend oder mit geringen Anteilen	Arten der <i>Sparganium emersum</i> -Gesellschaft dominant; außerdem 1 weitere Wuchsform (ohne Störzeiger) vorhanden (Isoetiden, Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Elodeiden, Chariden, Pepliden, Hydrochariden, Riccieliden, Ceratophylliden, Magnopotamiden, Bryiden); Gütezeiger mit hohen Anteilen
unbefriedigend	Arten der <i>Sparganium emersum</i> -Gesellschaft dominant; außerdem 0-1 weitere Wuchsform (ohne Störzeiger) vorhanden (Isoetiden, Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Elodeiden, Chariden, Pepliden, Hydrochariden, Riccieliden, Ceratophylliden, Magnopotamiden, Bryiden); Gütezeiger fehlend oder mit geringen Anteilen	
schlecht	-*	

-* keine Zuordnung des Vegetationstyps zu dieser ökologischen Zustandsklasse

Im Rhein und der Weser entspricht in langsam fließenden Bereichen eine Großlaichkrautreiche Nymphaeiden-Gesellschaft mit Magnopotamiden und *Potamogeton nodosus* dem Leitbild (vgl. LUA NRW 2005).

In **rhithralen** Fließgewässern entspricht die *Sparganium emersum*-Gesellschaft nicht dem Leitbild; hier sind ihre Vorkommen Folgen von Stauhaltungen. Die Bewertung erfolgt hier wie folgt:

sehr gut	-*	
gut	-*	
mäßig	Arten der <i>Sparganium emersum</i> -Gesellschaft dominant; außerdem mindestens 2 weitere Wuchsformen (ohne Störzeiger) vorhanden (Isoetiden, Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Elodeiden, Chariden, Pepliden, Hydrochariden, Riccieliden, Ceratophylliden, Magnopotamiden, Haptophyten [Moose, Rotalgen])	
unbefriedigend	Arten der <i>Sparganium emersum</i> -Gesellschaft dominant; außerdem 0-1 weitere Wuchsform (ohne Störzeiger) vorhanden (Myriophylliden, Batrachiden, Magnopotamiden, Chariden, Pepliden, Haptophyten [Moose, Rotalgen])	
schlecht	-*	

-* keine Zuordnung des Vegetationstyps zu dieser ökologischen Zustandsklasse

6.3.2 *Potamogeton polygonifolius*-*Juncus bulbosus*-*Nitella flexilis*-*Utricularia*-Typ

Dominanzbestände von *Potamogeton polygonifolius* gehören nach der Bearbeitung von VAN DE WEYER (1997) zur naturnahen Ausstattung karbonatarmer Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen (vgl. a. LUA NRW 1999a, b). Das deckt sich mit Untersuchungen aus der Pfalz (WOLFF 1999), aus den Niederlanden (MESTERS 1997) und aus Frankreich (ROBACH et al. 1996). Die *Potamogeton polygonifolius*-Gesellschaft entspricht somit dem Leitbild karbonatarmer Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. Die Vorkommen sind auf kleine Fließgewässer beschränkt (bis ca. 5 m Breite). Hier werden auch Dominanzbestände von *Juncus bulbosus*, *Nitella flexilis* bzw. *Utricularia* spp. einbezogen.



Abb. 6-7, 6-8: *Potamogeton polygonifolius* und *Juncus bulbosus*

Der sehr gute Zustand des *Potamogeton polygonifolius*-*Juncus bulbosus*-*Nitella flexilis*-*Utricularia*-Typs ist durch artenarme Bestände gekennzeichnet. Alternativ können auch Torfmoose (*Sphagnum* spp.) bzw. Arten der Litorelletea (z.B. *Isolepis fluitans*) auftreten; Störzeiger fehlen in diesen Ausbildungen. Im guten Zustand des *Potamogeton polygonifolius*-*Juncus bulbosus*-*Nitella flexilis*-*Utricularia*-Typs treten Störzeiger mit geringen Anteilen auf. Der mäßige Zustand des *Potamogeton polygonifolius*-*Juncus bulbosus*-*Nitella flexilis*-*Utricularia*-Typs ist dadurch gekennzeichnet, dass Störzeiger codominant auftreten. Dominieren Störzeiger, werden die Bestände nicht mehr dem *Potamogeton polygonifolius*-*Juncus bulbosus*-*Nitella flexilis*-*Utricularia*-Typ, sondern anderen Vegetationstypen (s.u.) zugeordnet.

6.4 Elodeiden-Typen

Dieser Vegetationstyp umfasst die von den Elodeiden *Elodea canadensis* und *E. nuttallii* aufgebauten Bestände. Beide Arten sind Neophyten in Deutschland (HUSSNER et al. 2010), die als eingebürgert gelten. Aufgrund ihrer Konkurrenzkraft können *Elodea canadensis* und *E. nuttallii* andere Arten verdrängen. Elodeiden-Bestände weisen nach HERR et al. (1989b) auf Störungen in Fließgewässern des Tieflands hin. Daher entsprechen diese Bestände nicht dem Leitbild. In diesen Vegetationstyp einbezogen werden die Ceratophylliden *Ceratophyllum demersum* und *Ceratophyllum submersum*, die sich ökologisch ähnlich verhalten. Diese Arten haben ihren Schwerpunkt in Stillgewässern, treten aber auch dominant in Fließgewässern auf. In der Lippe konnten bei Tauchuntersuchungen Formen von *Ceratophyllum demersum* festgestellt werden, die zwar keine Wurzeln ausbilden, aber mit den Sprossen im Sediment verankert sind (VAN DE WEYER 2007). Der Vegetationstyp wird als Elodeiden-Ceratophyllum-Typ bezeichnet.

In potamalen Fließgewässern des Tieflandes erfolgt die Bewertung wie folgt: Der mäßige Zustand des Elodeiden-Ceratophyllum-Typs ist arten- und wuchsformenreich. Von den Gruppen der Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Chariden, Magnopotamiden, Lemniden, Riccieliden bzw. Pepliden sind mindestens drei Wuchsformen vertreten. Der unbefriedigende Zustand des Elodeiden-Ceratophyllum-Typs ist wuchsformen- und artenarm. Von den Gruppen der Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Chariden, Lemniden, Riccieliden bzw. Pepliden sind maximal zwei Wuchsformen vertreten.



Abb. 6-9, 6-10: *Elodea nuttallii* und *Ceratophyllum demersum*

In rhithralen Fließgewässern des Tieflandes und im Mittelgebirge erfolgt die Bewertung wie folgt: Der mäßige Zustand des Elodeiden-Ceratophyllum-Typs ist mäßig arten- und wuchsformenreich. Von den Gruppen der Myriophylliden, Batrachiden, Magnopotamiden, Chariden, Pepliden, Haptophyten (Moose, Rotalgen) sind mindestens zwei Wuchsformen vertreten. Der unbefriedigende Zustand des Elodeiden-Ceratophyllum-Typs ist wuchsformen- und artenarm. Von den Gruppen der Myriophylliden, Batrachiden, Magnopotamiden, Chariden, Pepliden, Haptophyten (Moose, Rotalgen) ist maximal eine Wuchsform vertreten.

6.5 Parvopotamiden-Typ

Dieser Vegetationstyp ist durch Dominanzbestände von Parvopotamiden (*Potamogeton pectinatus*, *P. pusillus* agg., *P. trichoides*, *P. crispus*, *P. x lintonii*, *Zannichellia palustris*, *Eleocharis acicularis* f. *submersa*) gekennzeichnet. Diese Arten haben ihren Schwerpunkt im eutrophen bis hypertrophen Bereich (vgl. GUTOWSKI et al. 1998, KUTSCHER 1984, s.a. RODWELL et al. 1995). Dominanzbestände von Parvopotamiden weisen nach HERR et al. (1989a, b) auf Störungen hin und entsprechen daher nicht dem Leitbild (vgl. a. POTT 1980, 1984, 1990, 1995).

In potamalen Fließgewässern des Tieflandes erfolgt die Bewertung wie folgt: Der mäßige Zustand des Parvopotamiden-Typs ist arten- und wuchsformenreich. Von den Gruppen der Nymphaeiden / Vallisneriden, Elodeiden, Myriophylliden, Batrachiden, Chariden, Magnopotamiden, Lemniden, Riccieliden, Isoetiden, Hydrichariden bzw. Pepliden sind mindestens drei Wuchsformen vertreten. Der unbefriedigende Zustand des Parvopotamiden-Typs ist wuchsformen- und artenarm. Von den Gruppen der Nymphaeiden / Vallisneriden, Elodeiden, Myriophylliden, Batrachiden, Chariden, Lemniden, Riccieliden, Isoetiden, Hydrichariden bzw. Pepliden sind maximal zwei Wuchsformen vertreten.

In rhithralen Fließgewässern des Tieflandes und im Mittelgebirge erfolgt die Bewertung wie folgt: Der mäßige Zustand des Parvopotamiden-Typs ist mäßig arten- und wuchsformenreich. Von Myriophylliden, Batrachiden, Magnopotamiden, Chariden, Pepliden, Haptophyten (Moose, Rotalgen) sind mindestens zwei Wuchsformen vertreten. Der unbefriedigende Zustand des Parvopotamiden-Typs ist wuchsformen- und artenarm. Von den Gruppen der Myriophylliden, Batrachiden, Magnopotamiden, Chariden, Pepliden, Haptophyten (Moose, Rotalgen) ist maximal eine Wuchsform vertreten.



Abb. 6-11, 6-12: *Potamogeton pectinatus* und *Potamogeton crispus*

Aus Schleswig-Holstein liegen Angaben von Dominanzbeständen von *Potamogeton compressus*, *P. obtusifolius* bzw. *P. friesii* vor. Einbezogen werden auch *Potamogeton acutifolius*-Bestände. Der Vegetationstyp wird als *Potamogeton acutifolius* / *P. compressus* / *P. obtusifolius* / *P. friesii*-Typ bezeichnet. Nach STUHR et al. (2013) kann die Bewertung, falls mindestens vier weitere Wuchsformen vorliegen, zum guten ökologischen Zustand führen. Ansonsten entspricht die Bewertung dem Parvopotamiden-Typ.

6.6 Groß-Laichkraut-Typ

Hierunter werden alle Bestände gefasst, die von Groß-Laichkräutern dominiert werden. Diese Einheit beinhaltet somit obligate Magnopotamiden (*Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *P. praelongus*) und fakultative Magnopotamiden (*Potamogeton alpinus*, *P. gramineus*). Die Bestände weisen eine enge Beziehung zur *Sparganium emersum*-Gesellschaft auf (s. Kap. 6.3.1) auf. Wie schon in Kapitel 6.3.1 ausgeführt, waren Groß-Laichkräuter in potamalen Gewässern in Nordrhein-Westfalen früher häufiger. Der historische Vergleich von HERR et al. (1989a) aus Niedersachsen zeigt, dass „Großlaichkraut-reiche Ausbildungen ... früher häufiger waren als heute“. Der Groß-Laichkraut-Typ entspricht daher wie die arten- und wuchsformenreichen Ausbildungen der *Sparganium emersum*-Gesellschaft dem Leitbild von potamalen Fließgewässern im Tiefland.



Abb. 6-13, 6-14: *Potamogeton lucens* und *Potamogeton perfoliatus*

Im sehr guten bzw. guten Zustand des Groß-Laichkraut-Typs fehlen Störzeiger. Der gute Zustand des Groß-Laichkraut-Typs ist durch geringe Anteile von Störzeigern charakterisiert. Der mäßige Zustand des Groß-Laichkraut-Typs ist demgegenüber durch Codominanz der Großlaichkräuter und der Störzeiger gekennzeichnet.

6.7 Myriophylliden-Typen

6.7.1 Myriophylliden-Typ des Tieflandes

Dieser Typ ist durch die Dominanz von *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus fluitans*, *R. peltatus* bzw. *R. penicillatus* s.l. gekennzeichnet, hierbei sind auch batrachide Wuchsformen von *R. peltatus* bzw. *R. penicillatus* s.l. einbezogen. In potamalen Fließgewässern sind die Vorkommen in Zusammenhang mit einer künstlichen Erhöhung der Fließgeschwindigkeit zu sehen. Daher entsprechen diese Bestände, die pflanzensoziologisch als *Ranunculetum fluitantis* bzw. *Myriophyllum*-Bestände aufgefasst werden, nicht dem Leitbild von potamalen Fließgewässern. Durch Renaturierungsmaßnahmen wie z.B. an der Lippe (Klostermersch) zeigt sich, dass bei der Verringerung der Fließgeschwindigkeit eine Entwicklung des Myriophylliden-Typs des Tieflandes zu leitbildkonformen Vegetationseinheiten möglich ist. In potamalen Fließgewässern erfolgt die Bewertung wie folgt:

sehr gut	-*
gut	-*
mäßig	<i>Myriophyllum spicatum</i> / <i>Ranunculus fluitans</i> / <i>R. peltatus</i> / <i>R. penicillatus</i> dominant, außerdem mindestens 3 weitere Wuchsformen (ohne Störzeiger) vorhanden (Nympheniden / Vallisneriden, Batrachiden, Parvopotamiden, Magnopotamiden, Chariden, Lemniden, Riccieliden, Isoetiden, Hydrochariden, Pepliden, Elodeiden, Bryiden)
unbefriedigend	<i>Myriophyllum spicatum</i> / <i>Ranunculus fluitans</i> / <i>R. peltatus</i> / <i>R. penicillatus</i> dominant, außerdem mindestens 0-2 weitere Wuchsformen (ohne Störzeiger) vorhanden (Nympheniden / Vallisneriden, Batrachiden, Parvopotamiden, Magnopotamiden, Chariden, Lemniden, Riccieliden, Isoetiden, Hydrochariden, Pepliden, Elodeiden, Bryiden)
schlecht	-*

-* keine Zuordnung des Vegetationstyps zu dieser ökologischen Zustandsklasse



Abb. 6-15, 6-16: *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus fluitans*

In Fließgewässern, die im Leitbild rhithral sind, entspricht der Myriophylliden-Typ des Tieflandes hingegen dem Leitbild, hier erfolgt die Bewertung wie folgt:

sehr gut	<i>Myriophyllum spicatum</i> / <i>Ranunculus fluitans</i> / <i>R. peltatus</i> / <i>R. penicillatus</i> dominant; Störzeiger fehlend
gut	<i>Myriophyllum spicatum</i> / <i>Ranunculus fluitans</i> / <i>R. peltatus</i> / <i>R. penicillatus</i> dominant; Störzeiger mit geringen Anteilen oder Gütezeiger fehlend und gleichzeitig Störzeiger fehlend
mäßig	<i>Myriophyllum spicatum</i> / <i>Ranunculus fluitans</i> / <i>R. peltatus</i> / <i>R. penicillatus</i> dominant; Störzeiger co- bis subdominant
unbefriedigend	-*
schlecht	-*

-* keine Zuordnung des Vegetationstyps zu dieser ökologischen Zustandsklasse

6.7.2 Myriophylliden-Typ von Bächen der Mittelgebirge

Dieser Typ ist durch die Dominanz von *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus fluitans*, *R. peltatus* bzw. *R. penicillatus* s.l. gekennzeichnet, hierbei sind auch batrachide Wuchsformen von *R. peltatus* bzw. *R. penicillatus* s.l. einbezogen. Nach HERR et al. (1989b) und VAN DE WEYER et al. (1990) entspricht der *Ranunculus*- bzw. Myriophylliden-Typ von Bächen der Mittelgebirge dem Leitbild karbonatarmer und -reicher Fließgewässer der Mittelgebirge (Schwach-karbonatisches Deckgebirge, Silikatgebirge, Verkarstete Kalkgebiete).

Beim sehr guten Zustand des Myriophylliden-Typs von Bächen der Mittelgebirge fehlen Störzeiger. Der gute Zustand des *Ranunculus*-Typs der Mittelgebirge von Bächen der Mittelgebirge ist durch geringe Anteile von Störzeigern charakterisiert. Der mäßige Zustand des Myriophylliden-Typs von Bächen der Mittelgebirge ist durch die Codominanz von Störzeigern gekennzeichnet.

6.7.3 Myriophylliden-Typ von Flüssen der Mittelgebirge

Dieser Typ entspricht weitgehend dem in Kapitel 6.7.2 beschriebenen, bezieht sich jedoch auf Flüsse. Im Gegensatz zum Myriophylliden-Typ von Bächen der Mittelgebirge sind Groß-Laichkräuter in Flüssen allgemein von Bedeutung, da sie hier geeignete Wuchsbedingungen vorfinden. Die Ausbildungen mit Großlaichkräutern entsprechen nach HERR et al. (1989b) dem Leitbild „größerer Berglandflüsse“. In Nordrhein-Westfalen finden sich Groß-Laichkräuter nur noch vereinzelt in Flüssen der Mittelgebirge, so z.B. in der Wupper (WEBER 1986), in der Ruhr sind Großlaichkräuter ausgestorben (vgl. ZANDER et al. 1991). Darüber hinaus gibt es verschiedene historische Angaben von Groß-Laichkräutern aus größeren Fließgewässern in Nordrhein-Westfalen:

Silikatisches Grundgebirge

- *Potamogeton alpinus*, Lüdenscheid in der Lenne, BECKHAUS (1893)
- *P. gramineus*, Düssel, HÖPPNER & PREUSS (1926)
- *P. lucens*, in Menge in der Ruhr, BECKHAUS (1893)
- *P. lucens*, in den Gebieten der Ruhr einschl. Hönne, Lenne und Volme sehr zerstreut, HÖPPNER & PREUSS (1926)
- *P. perfoliatus*, Ruhr, Lenne, MSTR (Herbarium Naturkundemuseum Münster)
- *P. perfoliatus*, Ruhr bei Hattingen, BECKHAUS (1893)
- *P. perfoliatus*, etwas häufiger in den Gebieten der Hönne, Lenne und Volme, HÖPPNER & PREUSS (1926)

Schwach karbonatisches Deckgebirge

- *Potamogeton perfoliatus*, Werre bei Herford, Emmer, BECKHAUS (1893)

Verkarstete Kalkgebiete

- *Potamogeton perfoliatus*, Alme bei Paderborn, BECKHAUS (1893)

Muschelkalkgebiete

- *Potamogeton perfoliatus*, Nethe bei Erkeln unweit Brakel, RUNGE (1979)

Unklar ist, ob Groß-Laichkräuter auch in der Sieg ehemals vorkamen. Die historische floristische Literatur (s.o.) und KRAUSE (1979) führen keine Groß-Laichkräuter auf.

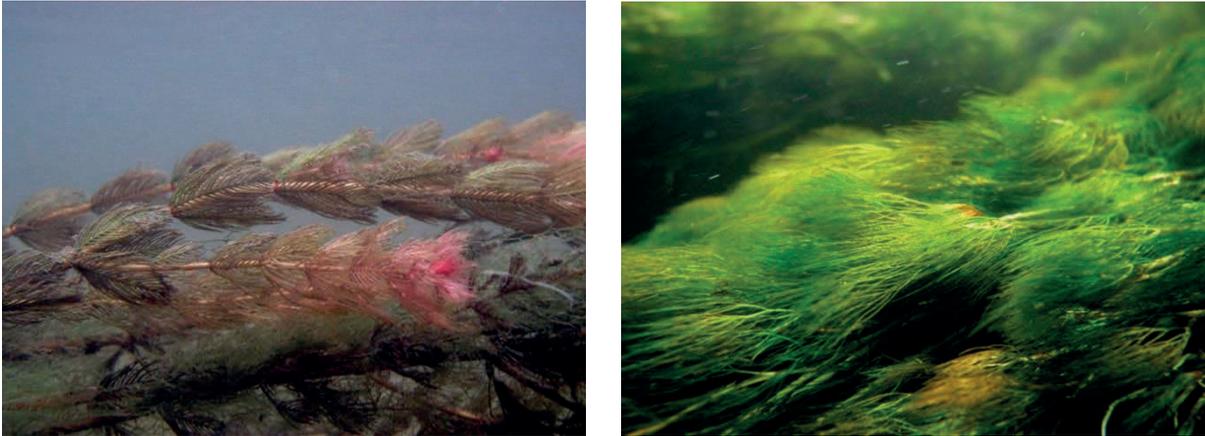


Abb. 6-17, 6-18: *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus penicillatus* ssp. *penicillatus*

Der sehr gute Zustand des Myriophylliden-Typs von Flüssen der Mittelgebirge ist durch das Vorhandensein von Groß-Laichkräutern (*Potamogeton alpinus*, *P. gramineus*, *P. lucens*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*) gekennzeichnet. Störzeiger fehlen. Der gute Zustand des Myriophylliden-Typs von Flüssen der Mittelgebirge ist durch das Vorhandensein von Groß-Laichkräutern (*Potamogeton alpinus*, *P. gramineus*, *P. lucens*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*) gekennzeichnet. Störzeiger finden sich mit geringen Anteilen. Der mäßige Zustand des Myriophylliden-Typs von Flüssen der Mittelgebirge ist durch die Dominanz von Myriophylliden und das Fehlen von Großlaichkräutern (*Potamogeton alpinus*, *P. gramineus*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*) gekennzeichnet. Störzeiger können fehlen oder maximal subdominant auftreten.

6.7.4 *Groenlandia densa*-*Ranunculus trichophyllus*-Typ

In kleinen karbonatreichen Gewässern der Niederungen und Mittelgebirge treten Dominanzbestände von *Groenlandia densa* auf. GUTOWSKI et al. (1998) geben für diese Art an: „Schwerpunkt in unbelasteten Gewässerbereichen, aber noch in leicht belastete Bereiche vordringend“. Die Dominanzbestände dieser Art, das *Groenlandietum densae*, sind nach POTT (1995) „bezeichnend für klare, wenig verschmutzte, kalkreiche Fließgewässer“. Entsprechende Bestände sind sowohl aus dem Tiefland als auch aus dem Mittelgebirge beschrieben worden. Während es sich im Mittelgebirge um rhithrale, kalkreiche, gering bis schwach belastete Bäche handelt (HERR et al. 1989b, KAHNT et al. 1989, KOHLER et al. 1971, 1994, KUTSCHER 1984, VEIT et al. 1997, WÜRZBACH et al. 1997), hat *Groenlandia densa* einen zweiten Schwerpunkt in den Stromtälern des Tieflandes, wo die Art eine breitere ökologische Amplitude aufweist (SCHAMINÉE et al. 1995) und auch in gestörten Elodeiden- bzw. Parvopotamiden-Beständen auftritt (HERR 1984, VAN DE WEYER 1989, 1992).

Aufgrund vergleichbarer ökologischer Ansprüche werden *Ranunculus trichophyllus*-Dominanzbestände in das *Groenlandietum densae* einbezogen und als *Groenlandia-Ranunculus trichophyllus*-Typ zusammengefasst (vgl. HERR et al. 1989b, KUTSCHER 1984). Dieser sehr seltene Typ, der in karbonatischen kleinen Fließgewässern der Niederungen und in karbonatischen Mittelgebirgsbächen auftritt (vgl. HERR et al. 1989), wurde im Laufe der Praxistests nicht nachgewiesen (s.a. STUHR et al. 2013).



Abb. 6-19, 6-20: *Groenlandia densa* und *Ranunculus trichophyllus*

Wenn Störzeiger fehlen, entspricht der *Groenlandia-Ranunculus trichophyllus*-Typ dem Leitbild für karbonatreiche Fließgewässer und dem sehr guten Zustand. Wenn Störzeiger mit geringen Anteilen auftreten, entspricht der *Groenlandia-Ranunculus trichophyllus*-Typ dem guten Zustand. Der mäßige Zustand des *Groenlandia-Ranunculus trichophyllus*-Typs ist demgegenüber durch Codominanz von *Groenlandia densa* bzw. *Ranunculus trichophyllus* und Störzeigern gekennzeichnet.

In Schleswig-Holstein wurden Dominanzbestände von *Hippuris vulgaris* in kürzeren Fließgewässerabschnitten nachgewiesen. Es bleibt zu prüfen, ob *Hippuris vulgaris*-Dominanzbestände dem *Groenlandia densa-Ranunculus trichophyllus*-Typ zugeordnet werden können (STUHR et al. 2013).

6.7.5 Weitere Myriophylliden-Typen

Dominanzbestände von *Myriophyllum heterophyllum* sind aus dem Elster-Saale-Kanal bekannt. Sie werden als nicht Leitbild-konform eingestuft.

In Schleswig-Holstein wurden in kürzeren Fließgewässerabschnitten auch Dominanzbestände von *Myriophyllum verticillatum* beschrieben. Es bleibe zu prüfen, ob sie dem Leitbild entsprechen.

6.8 *Callitriche*-Typen

Hierbei handelt es sich um Vertreter der Gattung *Callitriche*, über deren Ökologie und Soziologie vergleichsweise wenige Unterlagen vorliegen, was möglicherweise mit den Bestimmungsschwierigkeiten innerhalb dieser Gattung zusammenhängt. In Anhang 2 findet sich eine Bestimmungshilfe für die in Deutschland nachgewiesenen Fließgewässer-Arten der Gattung *Callitriche*. Da die verschiedenen Sippen zudem gemeinsam auftreten können, werden nachfolgend nach Möglichkeit die Bestände, die von *Callitriche* spp. aufgebaut werden, zusammengefasst.

6.8.1 *Callitriche platycarpa* / *stagnalis* / *cophocarpa*-Typ

Nach WOLFF (1999) ist *Callitriche stagnalis* in Fließgewässern der Pfalz „ziemlich empfindlich gegenüber Verschmutzung“ (vgl. a. HAURY & MULLER 1991). DERSCH (1986) gibt *Callitriche stagnalis* für „Bäche mit weichem und wenig verschmutztem bzw. eutrophiertem Wasser“ aus Niedersachsen an. POTT (1990) gibt für das Veronico-Callitrichetum *stagnalis* „oligotrophe, kalkarme, saubere und rasch fließende Gewässer ... in Quellnähe“ an. RINGLER et al. (1994) schreiben zum Veronico-Callitrichetum *stagnalis*: „Bevorzugung von kalkstenothermen, sehr schnell fließendem, O₂-reichem, klaren Wasser“. Nach RODWELL et al. (1995) findet sich die *Callitriche stagnalis*-community auch an eutrophen Standorten. Für *Callitriche platycarpa* gibt WOLFF (1999) an: „Schwerpunkt in wärmeren, nährstoffreicheren Wässern, verschmutzungstoleranter Wasserstern mit der weitesten Amplitude“. DERSCH (1986) schreibt: „An die Qualität des Wassers stellt sie [*Callitriche platycarpa*] keine besonderen Ansprüche, da sie im kalkarmen bis kalkreichen, nährstoffarmen wie nährstoffreichen (vor allem stickstoffreichen) und selbst stark verschmutzten Gewässern gedeiht“. Weitere Angaben, die die breite ökologische Amplitude von *Callitriche stagnalis* und *C. platycarpa* unterstreichen, sind bei GUTOWSKI et al. (1998) zusammengestellt.



Abb. 6-21, 6-22: *Callitriche platycarpa* und *Callitriche stagnalis*

In diesen Vegetationstyp werden vorläufig Dominanzbestände von *Callitriche cophocarpa* einbezogen. Die vorliegenden Erkenntnisse weisen darauf hin, dass sich *Callitriche cophocarpa* ökologisch ähnlich wie *C. platycarpa* / *C. stagnalis* verhält (vgl. a. BERG et al. 2004, CASPER & KRAUSCH 1980/1981, DERSCH 1986, GUTOWSKI et al. 1998, LANSDOWN 2008, MIERWALD 1988, PASSARGE 1992, VOGGESBERGER 1996). Diese vorläufige Einstufung von Dominanzbeständen von *Callitriche cophocarpa* sollte jedoch durch weitere Untersuchungen abgesichert werden.

Der sehr gute Zustand des *Callitriche platycarpa* / *stagnalis* / *cophocarpa*-Typs ist durch das Fehlen von Störzeigern gekennzeichnet. Beim guten Zustand des *Callitriche platycarpa* / *stagnalis* / *cophocarpa*-Typs treten Störzeiger mit geringen Anteilen auf. Der mäßige Zustand des *Callitriche platycarpa* / *stagnalis* / *cophocarpa*-Typs ist durch die Codominanz von Störzeigern gekennzeichnet.

6.8.2 Callitrichetum obtusangulae

Callitriche obtusangula ist eine wärmeliebende Art, die in Nordrhein-Westfalen auf das Tiefland beschränkt ist. Nach Beobachtungen des Verfassers hat sie sich in den letzten Jahren ausgebreitet, was sich mit Ergebnissen aus der Pfalz deckt (WOLFF 1999). Dieser Autor gibt für *Callitriche obtusangula* an: „Zeiger für Gewässerbelastung, die aber sehr gering sein kann. Sehr strömungsfest und konkurrenzkräftig“. GUTOWSKI et al. (1998) bezeichnen *Callitriche obtusangula* als „tolerant, aber deutliche Bevorzugung von leicht bis stark eutrophierten Gewässern“. RINGLER et al. (1994) schreiben zum Callitrichetum obtusangulae in Bayern: „Die Gesellschaft besiedelt ziemlich träge fließende Gewässer und ist, von Südwesten kommend, auch in Bayern eingewandert, wo sie Nährstoff- (v.a. Ammonium-)reiche Bäche beispielsweise der Münchener Schotterebene besiedelt.“ POTT (1995) schreibt über das Callitrichetum obtusangulae: „Die Gesellschaft des Nussfrüchtigen Wassersterns gedeiht in eutrophen bis hypertrophen Fließgewässern. Zeiger für hohe Gewässerbelastung...“ Daher wird das Callitrichetum obtusangulae nicht als leitbildkonform eingestuft.

In potamalen Fließgewässern des Tieflandes erfolgt die Bewertung wie folgt: Der mäßige Zustand des Callitrichetum obtusangulae ist arten- und wuchsformenreich. Von den Gruppen der Elodeiden, Myriophylliden, Batrachiden, Chariden, Magnopotamiden, Lemniden, Nymphaeiden / Vallisneriden, Isoetiden, Hydrochariden, Riccieliden bzw. Pepliden sind mindestens drei Wuchsformen vertreten. Der unbefriedigende Zustand des Callitrichetum obtusangulae ist wuchsformen- und artenarm. Von den Gruppen der Elodeiden, Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Chariden, Lemniden, Nymphaeiden / Vallisneriden, Isoetiden, Hydrochariden, Riccieliden bzw. Pepliden sind maximal zwei Wuchsformen vertreten.

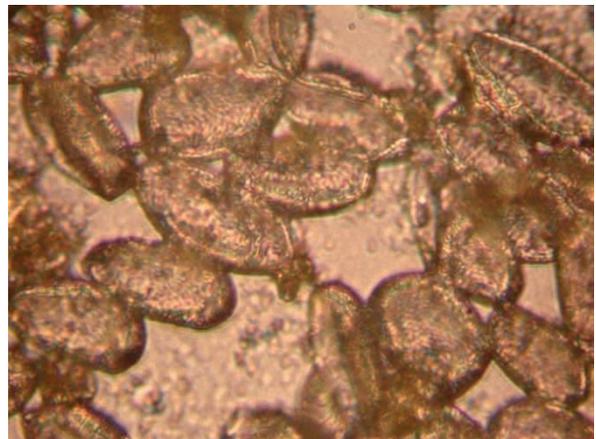


Abb. 6-23, 6-24: *Callitriche obtusangula* (rechts: Pollen)

In rhithralen Fließgewässern des Tieflandes und im Mittelgebirge erfolgt die Bewertung wie folgt: Der mäßige Zustand des Callitrichetum obtusangulae ist mäßig arten- und wuchsformenreich. Von den Gruppen der Myriophylliden, Batrachiden, Magnopotamiden, Chariden, Pepliden, Haptophyten (Moose, Rotalgen) sind mindestens zwei Wuchsformen vertreten. Der unbefriedigende Zustand des Callitrichetum obtusangulae ist wuchsformen- und artenarm. Von den Gruppen der Myriophylliden, Batrachiden, Magnopotamiden, Chariden, Pepliden, Haptophyten (Moose, Rotalgen) ist maximal eine Wuchsform vertreten.

6.9 Callitricho-Myriophylletum alterniflori

Dieser Typ wird durch die Peplide *Callitriche brutia* var. *hamulata* bzw. die Myriophyllide *Myriophyllum alterniflorum* aufgebaut und ist typisch für „oligotrophe bis schwach mesotrophe Bäche mit stärkerer Strömung, die ein karbonatarmes Wasser führen“ (REMY 1993, s.a. KOHLER & ZELTNER 1974, POTT 1984, 1990, PREISING et al. 1990, RIIS et al. 2000 und RODWELL et al. 1995). GUTOWSKI et al. (1998) geben für *Callitriche brutia* var. *hamulata* und *Myriophyllum alterniflorum* an: „Schwerpunkt im oligo-mesotrophen Bereich“. Nach HERR et al. (1989b) und VAN DE WEYER et al. (1990) ist das Callitricho-Myriophylletum alterniflori typisch für naturnahe, karbonatarme, rhithrale Fließgewässer des Tieflands und der Mittelgebirge und entspricht daher auch dem Leitbild. Vorkommen finden sich in den Sandgebieten, Niederungen und im Silikatischen Grundgebirge. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass *Callitriche brutia* var. *hamulata* eine weitere ökologische Amplitude als *Myriophyllum alterniflorum* besitzt und auch in belasteten Gewässern wächst (KUTSCHER 1984, MONSCHAUDUDENHAUSEN 1982, VAN DE WEYER 1990).

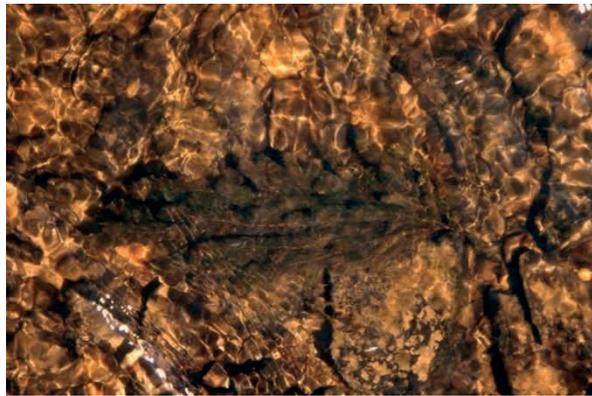


Abb. 6-25, 6-26: *Callitriche brutia* var. *hamulata* und *Myriophyllum alterniflorum*

Beim sehr guten Zustand des Callitricho-Myriophylletum alterniflori fehlen Störzeiger. Der gute Zustand des Callitricho-Myriophylletum alterniflori ist durch geringe Anteile von Störzeigern gekennzeichnet. Beim mäßigen Zustand des Callitricho-Myriophylletum alterniflori treten Störzeiger codominant auf.

Rezente Vorkommen finden sich in der Schwalm (ohne *Myriophyllum alterniflorum*), in der Wupper und im Perlenbach (Einzugsgebiet Rur). Zudem liegen Angaben von POTT (1984) aus dem Kiffertbach (Einzugsgebiet Ems) und dem Heubach (Einzugsgebiet Lippe) vor. Historische Angaben von *Myriophyllum alterniflorum* gibt es zudem für die folgenden Fließgewässer:

- Nette, HÖPPNER & PREUSS (1926)
- Ruhr von Stiepel bis Steele, BECKHAUS (1893)

6.10 Lemniden-Typ

Die Gruppe der Wasserschwieber (Pleustophyten) ist durch den Lemniden-Typ vertreten. Hierbei handelt es sich um Dominanzbestände von *Lemna minor*, *L. gibba* bzw. *Spirodela polyrhiza*, *Salvinia natans* und die Hydrocharide *Hydrocharis morsus-ranae*. Einbezogen werden auch die neophytischen Arten *Azolla filiculoides*, *Lemna turionifera* und *L. minuta* (vgl. HUSSNER et al. 2010).

Diese Bestände sind eher typisch für Stillgewässer und finden sich nur in fast stehenden Fließgewässern, wo sie die *Sparganium emersum*-Gesellschaft ersetzen können. HERR et al. (1989b) geben Lemniden-Bestände für stark gestörte, träge fließende Gewässer an. Daher entspricht der Lemniden-Typ nicht dem Leitbild.

Der mäßige Zustand des Lemniden-Typs ist arten- und wuchsformenreich. Von den Gruppen der Myriophylliden, Nymphaeiden, Vallisneriden, Batrachiden, Parvopotamiden, Magnopotamiden, Chariden, Pepliden, Riccieliden, Isoetiden, Hydrochariden sind mindestens drei Wuchsformen vertreten. Der unbefriedigende Zustand des Lemniden-Typs ist wuchsformen- und artenarm. Von den Gruppen der Myriophylliden, Nymphaeiden, Vallisneriden, Batrachiden, Parvopotamiden, Magnopotamiden, Chariden, Pepliden, Riccieliden, Isoetiden, Hydrochariden sind maximal zwei Wuchsformen vertreten.



Abb. 6-27, 6-28: *Lemna minor* und *Spirodela polyrhiza*

6.11 Haptophyten-Typen

6.11.1 *Scapania*-Typ

Dieser Vegetationstyp umfasst Dominanzbestände verschiedener Moose (*Scapania undulata*, *Fontinalis squamosa*, *Chiloscyphus polyanthos*, *Hygroamblystegium fluviatile*, *Jungermannia exsertifolia*, *Racomitrium aciculare*, *Schistidium rivulare*, *Marsupella emarginata*, *Brachythecium rivulare* und *Hygrohypnum ochraceum* f. *ochraceum*) und von Rotalgen der Gattung *Lemanea* bzw. *Paralemanea* (vgl. KILLMANN et al. 2015, WOLFF & KNAPPE 2014). Für diese Bestände ist typisch, dass sie einen Schwerpunkt in gering belasteten, karbonatarmen Fließgewässern der Mittelgebirge aufweisen (BAUMANN & STETZKA 1999, BLEY 1987, DREHWALD & PREISING 1991, FRAHM 1998, GUTOWSKI et al. 1998, HERTEL 1974, OSTENDORP & SCHMIDT 1977, SCHMIDT 1993, SCHMIDT [mdl. Mittlg.], WENTZEL 1997, WIEGEL 1986, WOLFF 1999). Es bleibt zu prüfen, ob *Chiloscyphus polyanthos* ggf. eine Sonderstellung aufgrund seiner weiten ökologischen Amplitude zukommt (BAUMANN & STETZKA 1999).

Nach VAN DE WEYER et al. (1990) entsprechen diese Bestände der potentiellen natürlichen Vegetation karbonatarmer Fließgewässer der Mittelgebirge und daher auch dem Leitbild. Die Vorkommen sind auf das Silikatische Grundgebirge und kalkarme Standorte des Schwachkarbonatischen Deckgebirges beschränkt.

Beim sehr guten Zustand des *Scapania*-Typs fehlen Störzeiger. Der gute Zustand des *Scapania*-Typs ist durch geringe Anteile von Störzeigern gekennzeichnet. Der mäßige Zustand des *Scapania*-Typs ist durch die Codominanz von Störzeigern charakterisiert.



Abb. 6-29, 6-30: *Scapania undulata* und *Fontinalis squamosa*

6.11.2 *Platyhypnidium riparioides*-*Fontinalis antipyretica*-Typ

Hierbei handelt es sich um Dominanzbestände von *Platyhypnidium riparioides* bzw. *Fontinalis antipyretica*, die pflanzensoziologisch überwiegend als *Oxyrrhynchietum rusciformis* aufgefasst werden (SCHMIDT 1993); von einigen Autoren werden die Dominanzbestände von *Fontinalis antipyretica* als *Fontinaletum antipyreticae* abgetrennt (BAUMANN & STETZKA 1999). Die Arten wie auch die Bestände weisen eine breite ökologische Amplitude auf, sie finden sich im kalkarmen wie -reichen, in belasteten wie unbelasteten Gewässern (BAUMANN & STETZKA 1999, BURCKHARDT et al. 1983, DREHWALD & PREISING 1991, EMPAIN 1978, FRAHM 1974, 1998, HERTEL 1974, KRAUSE 1979, KOHLER 1978b, KUTSCHER 1984, MONSCHAU-

DUDENHAUSEN 1982, OSTENDORP & SCHMIDT 1977, SCHMIDT 1993, VAN DE WEYER et al. 1990, WEBER 1986, WENTZEL 1997, WOLFF 1999). Da diese Bestände auch ein Hauptvorkommen in nährstoffarmen, gering belasteten Fließgewässern aufweisen, entsprechen sie dem Leitbild im Mittelgebirge. Verbreitungsschwerpunkt sind die Mittelgebirge (Silikatisches Grundgebirge, Verkarstete Kalkgebiete), Vorkommen finden sich aber auch in den Verwitterungsgebieten (vgl. LUA NRW 1999a).

In den Fließgewässertypen der Mittelgebirge erfolgt die Bewertung wie folgt: Der sehr gute Zustand des *Platyhypnidium riparioides-Fontinalis antipyretica*-Typs ist durch das Fehlen von Störzeigern gekennzeichnet. Beim guten Zustand des *Platyhypnidium riparioides-Fontinalis antipyretica*-Typs treten Störzeiger mit geringen Anteilen auf. Der mäßige Zustand des *Platyhypnidium riparioides-Fontinalis antipyretica*-Typs ist durch die Codominanz von Störzeigern gekennzeichnet.

In den rhithralen Fließgewässertypen des Tieflandes erfolgt die Bewertung wie folgt: Beim mäßigen Zustand des *Platyhypnidium riparioides-Fontinalis antipyretica*-Typs rhithraler Fließgewässer im Tiefland sind mindestens zwei weitere Wuchsformen vorhanden (Myriophylliden, Batrachiden, Magnopotamiden, Chariden, Pepliden). Beim unbefriedigenden Zustand des *Platyhypnidium riparioides-Fontinalis antipyretica*-Typs rhithraler Fließgewässer im Tiefland sind keine bzw. ist eine weitere Wuchsform vorhanden (Myriophylliden, Batrachiden, Magnopotamiden, Chariden, Pepliden).



Abb. 6-31, 6-32: *Platyhypnidium riparioides* und *Fontinalis antipyretica*

In den potamalen Fließgewässertypen des Tieflandes erfolgt die Bewertung wie folgt: Beim mäßigen Zustand des *Platyhypnidium riparioides-Fontinalis antipyretica*-Typs potamaler Fließgewässer im Tiefland sind mindestens 3 weitere Wuchsformen vorhanden (Myriophylliden, Nymphaeiden / Vallisneriden, Batrachiden, Magnopotamiden, Chariden, Pepliden, Lemniden, Riccieliden, Parvopotamiden, Isoetiden, Hydrochariden). Beim unbefriedigenden Zustand des *Platyhypnidium riparioides-Fontinalis antipyretica*-Typs potamaler Fließgewässer im Tiefland sind 0-2 weitere Wuchsformen vorhanden (Myriophylliden, Nymphaeiden / Vallisneriden, Batrachiden, Magnopotamiden, Chariden, Pepliden, Lemniden, Riccieliden, Parvopotamiden, Isoetiden, Hydrochariden).

6.11.3 *Leptodictyum*-Typ

Leptodictyum riparium weist eine weite ökologische Amplitude auf, die Verbreitungsschwerpunkte liegen in belasteten Gewässern (BAUMANN & STETZKA 1999, BLEY 1987, FRICKE & STREUBING 1984, OSTENDORP & SCHMIDT 1977, VAN DE WEYER et al. 1990). Die Dominanzbestände dieser Art weisen nach VAN DE WEYER et al. (1990) auf Störungen in karbonatarmen wie -reichen Fließgewässern der Mittelgebirge und des Tieflandes hin und entsprechen daher nicht dem Leitbild.

In den Fließgewässertypen der Mittelgebirge und des Tieflands entsprechen Dominanzbestände von *Leptodictyum riparium* dem unbefriedigenden Zustand.



Abb. 6-33: *Leptodictyum riparium*

6.11.4 *Octodicerias fontanum*-Typ

Octodicerias fontanum weist eine weite ökologische Amplitude auf, die Verbreitungsschwerpunkte liegen in belasteten Gewässern (NEUMAYR 1978, MEINUNGER & SCHRÖDER 2007, NEBEL & PHILIPPI 2000). Die Dominanzbestände dieser Art werden als Störung interpretiert und entsprechen nicht dem Leitbild.

In den Fließgewässertypen der Mittelgebirge und des Tieflands entsprechen Dominanzbestände von *Octodicerias fontanum* dem unbefriedigenden Zustand.



Abb. 6-34: *Octodicerias fontanum*

6.11.5 *Hygrohypnum ochraceum* f. *obtusifolia*-Typ

Bei *Hygrohypnum ochraceum* zeigt die f. *ochraceum* in Sachsen einen Schwerpunkt in gering belasteten Fließgewässern. Sie wird daher als Leitbild-konform eingestuft. Die Forma *obtusifolia* kommt im Gegensatz dazu in Sachsen vorwiegend in belasteten Fließgewässern vor und wird daher als nicht Leitbild-konform und als Störzeiger eingestuft. Häufig treten bei *Hygrohypnum ochraceum* aber auch Zwischenformen auf, deren standortliche Bindung und Indikation aktuell nicht klar ist. Sie werden daher für die Bewertung nicht berücksichtigt (aus: LANAPLAN 2011).

In den Fließgewässertypen der Mittelgebirge und des Tieflands entsprechen Dominanzbestände von *Hygrohypnum ochraceum* f. *obtusifolia* dem unbefriedigenden Zustand.

6.11.6 Kalk-Moos-Typ

Für den LAWA-Typ 7 werden Dominanzbestände von *Cinclidotus aquaticus*, *Chiloscyphus pallescens* bzw. *Fissidens rufulus* als leitbildkonformer Kalk-Moos-Typ ergänzt (vgl. GEYER & SCHMIDT 2005, SCHMIDT 1993). Es bleibt zu prüfen, ob ggf. weitere Arten zu diesem Typ ergänzt werden können.

In den Fließgewässertypen der Mittelgebirge erfolgt die Bewertung wie folgt: Der sehr gute Zustand des Kalk-Moos-Typs ist durch das Fehlen von Störzeigern gekennzeichnet. Beim guten Zustand des Kalk-Moos-Typs treten Störzeiger mit geringen Anteilen auf. Der mäßige Zustand des Kalk-Moos-Typs ist durch die Codominanz von Störzeigern gekennzeichnet.



Abb. 6-35, 6-36: *Chiloscyphus pallescens* und *Cinclidotus aquaticus*

6.11.7 Langfädiger Grünalgen-Typ

Der Langfädige Grünalgen-Typ umfasst Dominanzbestände der folgenden Grünalgen ab einer Länge von > 0,5 m: *Cladophora spec.*, *Oedogonium spec.*, *Rhizoclonium spec.*, *Spirogyra spec.* Einbezogen sind auch *Enteromorpha spec.*; bei dieser Gattung ist die Länge nicht relevant (FOERSTER, mdl. Mittlg.). Die Vegetationseinheit „Langfädiger Grünalgen-Typ“ tritt nur in stark gestörten Fließgewässern auf und indiziert den unbefriedigenden bzw. schlechten Zustand.

In den potamalen Fließgewässertypen des Tieflandes erfolgt die Bewertung wie folgt: Beim unbefriedigenden Zustand des langfädigen Grünalgen-Typs potamaler Fließgewässer im Tiefland sind mindestens 3 weitere Wuchsformen vorhanden (Myriophylliden, Nymphaeiden / Vallisneriden, Batrachiden, Magnopotamiden, Chariden, Pepliden, Lemniden, Riccieliden, Parvopotamiden, Isoetiden, Hydrochariden). Beim schlechten Zustand des langfädigen Grünalgen-Typs potamaler Fließgewässer im Tiefland sind 0-2 weitere Wuchsformen vorhanden (Myriophylliden, Nymphaeiden / Vallisneriden, Batrachiden, Magnopotamiden, Chariden, Pepliden, Lemniden, Riccieliden, Parvopotamiden, Isoetiden, Hydrochariden).

In den rhithralen Fließgewässertypen des Tieflandes erfolgt die Bewertung wie folgt: Beim unbefriedigenden Zustand des langfädigen Grünalgen-Typs rhithraler Fließgewässer im Tiefland sind Vertreter mindestens zwei weiterer Wuchsformen vorhanden (Myriophylliden, Batrachiden, Elodeiden, Parvopotamiden, Chariden, Pepliden, Nymphaeiden-/ Vallisneriden, Magnopotamiden). Beim schlechten Zustand des langfädigen Grünalgen-Typs rhithraler Fließgewässer im Tiefland sind 0-1 weitere Wuchsformen vorhanden.



Abb. 6-37: Langfädige *Cladophora spec.*

6.12 Chariden-Typen

Der *Nitella mucronata*-Typ wird für die LAWA-Typen 12 und 19 ergänzt (Daten aus NRW und Schleswig-Holstein). Er wird als nicht Leitbild-konform eingestuft (STUHR et al. 2013). Das Vorkommen dieses Vegetationstyps ist in weiteren LAWA-Typen möglich; der *Nitella mucronata*-Typ wird grundsätzlich als nicht Leitbild-konform eingestuft.

Beim unbefriedigenden Zustand des *Nitella mucronata*-Typs sind mindestens 3 weitere Wuchsformen vorhanden (Myriophylliden, Nymphaeiden / Vallisneriden, Batrachiden, Magnopotamiden, Chariden, Pepliden, Lemniden, Riccieliden, Parvopotamiden, Isoetiden, Hydrochariden). Beim schlechten Zustand des *Nitella mucronata* sind 0-2 weitere Wuchsformen vorhanden (Myriophylliden, Nymphaeiden, Vallisneriden, Batrachiden, Magnopotamiden, Chariden, Pepliden, Lemniden, Riccieliden, Parvopotamiden, Isoetiden, Hydrochariden).

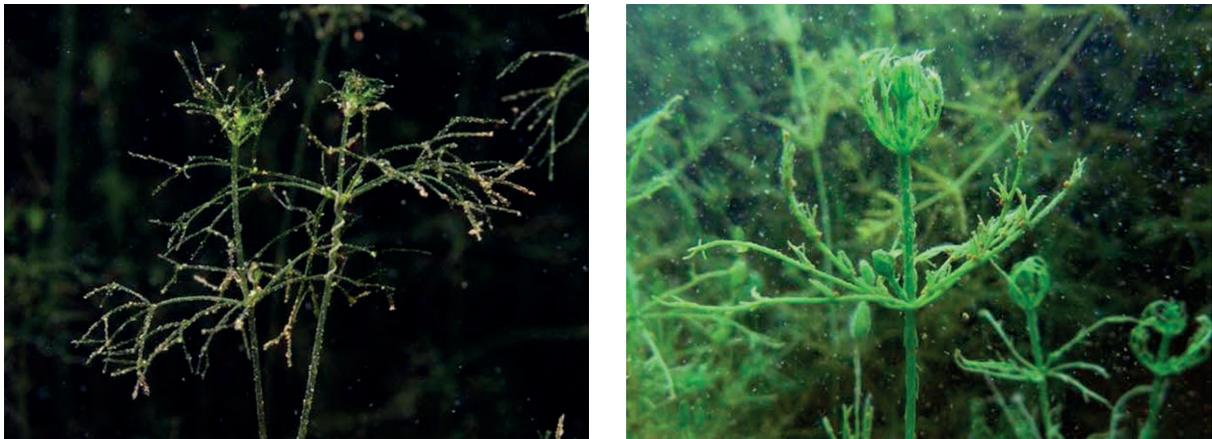


Abb. 6-38, 6-39: *Nitella mucronata*, *Chara vulgaris*

Sämtliche Bestände, die von Vertretern der Gattung *Chara* dominiert werden, entsprechen dagegen dem Leitbild. Nachweise hierfür liegen aus Bayern vor (Dominanzbestände von *Chara rudis*) bzw. Schleswig-Holstein (*Chara vulgaris*, *C. globularis*). Einbezogen werden auch Dominanzbestände von *Potamogeton coloratus*.

6.13 Thermophiler Neophyten-Typ

Hierbei handelt es sich um einen Sonderfall, der z.B. in der Erft auftritt. Durch die Erhöhung der Wassertemperatur (vgl. FRIEDRICH 1966, 1973) treten Bestände der Neophyten *Azolla filiculoides*, *Compsopogon hookeri*, *Shinnersia rivularis*, *Myriophyllum aquaticum*, *Vallisneria spiralis*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Hygrophila polysperma*, *Pistia stratiotes*, *Lemna minuta* bzw. *L. turionifera* auf (DIEKJOBST & WOLFF 1995, FRIEDRICH 1966, HUSSNER & LÖSCH 2005a, b, HUSSNER 2014, HUSSNER & HEILIGTAG 2013), die nicht dem Leitbild entsprechen. Angaben zu diesem Vegetationstyp liegen auch von WOLFF & KNAPPE (2014) für den Klinkenbach im Saarland vor.

Beim mäßigen Zustand des thermophilen Neophyten-Typs handelt es sich um Dominanzbestände von Neophyten (*Azolla filiculoides*, *Shinnersia rivularis*, *Myriophyllum aquaticum*, *Lemna minuta*, *L. turionifera*, *Vallisneria spiralis*, *Hygrophila polysperma*, *Pistia stratiotes*), außerdem kommen mindestens 3 weitere Wuchsformen (ohne Störzeiger) vor (Nymphaeiden, Vallisneriden, Isoetiden, Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Elodeiden, Chariden, Pepliden, Lemniden, Hydrochariden, Riccieliden, Ceratophylliden, Magnopotamiden).

Beim unbefriedigenden Zustand des thermophilen Neophyten-Typs handelt es sich um Dominanzbestände von Neophyten (*Azolla filiculoides*, *Shinnersia rivularis*, *Myriophyllum aquaticum*, *Lemna minuta*, *L. turionifera*, *Vallisneria spiralis*, *Hygrophila polysperma*, *Pistia stratiotes*), außerdem kommen 0-2 weitere Wuchsformen (ohne Störzeiger) vor (Nymphaeiden, Vallisneriden, Isoetiden, Myriophylliden, Batrachiden, Parvopotamiden, Elodeiden, Chariden, Pepliden, Lemniden, Hydrochariden, Riccieliden, Ceratophylliden, Magnopotamiden).



Abb. 6-40, 6-41: *Vallisneria spiralis* und *Myriophyllum aquaticum*

6.14 Helophyten-Typ

Hierbei handelt es sich um Bestände, die von Helophyten (*Acorus calamus*, *Agrostis stolonifera*, *Bolboschoenus maritimus* agg., *Butomus umbellatus*, *Carex acuta*, *C. acutiformis*, *C. riparia*, *C. rostrata*, *Eleocharis palustris*, *Equisetum fluviatile*, *Eupatorium cannabinum*, *Galium palustre*, *Glyceria fluitans*, *G. maxima*, *Impatiens glandulifera*, *Juncus effusus*, *Lycopus europaeus*, *Mentha aquatica*, *Mentha x verticillata*, *Myosotis scorpioides*, *Persicaria hydropiper*, *Petasites hybridus*, *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Rorippa amphibia*, *Sagittaria sagittifolia*, *Scrophularia umbrosa*, *Sium latifolium*, *Solanum dulcamara*, *Sparganium erectum*, *S. emersum*, *Stachys palustris*, *Symphytum officinale*, *Typha* spp., *Urtica dioica*) dominiert werden. Sie entsprechen nicht dem Leitbild.

Für die gesicherte Bewertung „Helophyten-Dominanz“ gilt eine Mindestdeckung bzw. Mindestabundanz. Als Untergrenze gilt eine Deckung der Helophyten von mindestens 10 %. Liegen Angaben zur Deckung nicht vor, wird eine Mindestquantität der Summe der dreifach potenzierten Einzelhäufigkeiten der Arten nach KOHLER (1978) (Kohler-Werte³) von mindestens 90 verwendet. Unterhalb dieser Untergrenze gilt die Helophyten-Dominanz als nicht gesichert.

Bereits bei der Probenahme muss kritisch geprüft werden, ob eine Helophyten-Dominanz vorliegt. Es dürfen nur solche Taxa als Helophyten berücksichtigt werden, die bei Mittelwasser zumindest im Gewässer wurzeln. Findet die Probenahme bei höheren Wasserständen statt, dürfen Bestände, die bei Mittelwasser außerhalb des Wassers wachsen würden, nicht mit erfasst werden. Dies betrifft z.B. häufig *Petasites hybridus* in naturnahen Fließgewässern der Mittelgebirge.

Beim unbefriedigenden Zustand des Helophyten-Typs ist mindestens ein Vertreter weiterer Wuchsformen vorhanden (Myriophylliden, Batrachiden, Elodeiden, Parvopotamiden, Chariden, Pepliden, Nymphaeiden, Vallisneriden, Magnopotamiden). Beim schlechten Zustand des Helophyten-Typs rhithraler Fließgewässer im Tiefland handelt es sich um Reinbestände von Helophyten.



Abb. 6-42, 6-43: Helophyten-Typ (links: Elter Mühlenbach, rechts: Lake)

7 Metrifizierung und Makrophytenbasiertes Bewertungssystem mit der Software MaBS

Zur Vorbereitung der Interkalibrierung des NRW-Verfahrens (BIRK & VAN DE WEYER 2015) wurden Ende 2014 in einem ersten Schritt fünf Fließgewässertypen (5, 14p, 14r, 15p, 15r) metrifiziert. In der vorliegenden Bearbeitung wurde die Metrifizierung auf alle bearbeiteten LAWA-Fließgewässertypen ausgeweitet. Dies diente als Grundlage für die Entwicklung der Software MaBS zur EDV-gestützten Auswertung der Taxalisten.

Kernpunkt des Bewertungsverfahrens mit MaBS ist die stufenweise Prüfung der vorliegenden Gewässerbelastungen anhand verschiedener Belastungsmodule. Hierbei werden die folgenden Module unterschieden:

- Eutrophierung
- Potamalisierung 1
- Potamalisierung 2
- Rhithralisierung 1
- Rhithralisierung 2
- Thermische Belastung

Die modulare Bewertung dient auch der Ableitung von Maßnahmen (s. hierzu Kap. 9).

Im Unterschied zum bisherigen klassischen Verfahren ist es für die Bewertung mit MaBS erforderlich, die Summe der Häufigkeiten bzw. Deckungswerte je Modul und die Gesamthäufigkeit bzw. Gesamtdeckung aller Arten zu berechnen.

Für die Bewertung der einzelnen Module ist der Quotient aus der Summe der einzelnen Deckungsgrade der relevanten Zeigerarten durch den Gesamt-Deckungsgrad an der Messstelle relevant. Weiterhin sind die jeweiligen konkreten Angaben in den typspezifischen Tabellen (s. Tab. M5-M19p im Anhang) zu beachten. Die Gesamtbewertung und Einstufung in eine Güteklasse erfolgt schließlich durch Verschneidung der Bewertungen der einzelnen Module nach dem worst-case-Prinzip.

Im Einzelnen werden bei der Bewertung mit MaBS die folgenden Arbeitsschritte unterschieden:

- Berechnung der Gesamtdeckung
- Auswertung der typspezifischen Referenzarten 1 und 2
- Prüfung der für die jeweilige Bewertung relevanten Module
- Auswertung und Berechnung der Ecological Quality Ratio (EQR) je Modul
- Verschneidung der EQR der einzelnen Module und Einstufung in eine Güteklasse nach dem worst-case-Prinzip

Abweichend von diesem Verfahren erfolgt die Bewertung der ***Sparganium emersum*-Gesellschaft für potamale Gewässertypen** in einer separaten Tabelle durch eine Zuordnung der Anzahl der Wuchsformen in Kombination mit dem Anteil der Gütezeiger. Separat wird auch der **Myriophylliden-Typ von Flüssen der Mittelgebirge** unter Berücksichtigung der Großlaichkräuter und Eutrophierungszeiger bewertet (s. Tab. M5-M19p).

Gewässerabschnitte mit weniger als 2 % Makrophytenbedeckung gelten als makrophytenfrei bzw. makrophytenarm. Diese Gewässerstrecken können bei kompletter Beschattung und fehlender struktureller und stofflicher Belastung als natürlich makrophytenfrei mit „sehr gut“ bewertet werden. Liegt dagegen die Makrophytenbedeckung trotz ausreichendem Lichtzutritt an der Messstelle unter 2 % und sind Belastungen des Gewässers bekannt, sind diese Gewässerstrecken mit „unbefriedigend“ bzw. „schlecht“ zu bewerten. Liegen dagegen keine gesicherten Informationen über eventuelle Belastungen des Gewässers vor, ist der Zustand mit „unklar“ zu bewerten.

Erfolgt eine Bestimmung lediglich bis zum Gattungsniveau, wird die Angabe nicht berücksichtigt. Bei dominantem oder codominantem Auftreten eines Taxons, bei dem lediglich die Gattung angegeben wird, z.B. *Callitriche spec.*, erfolgt bei der Bewertung die Angabe: „nicht bewertbar“.

In Anhang 3 ist eine Kurzanleitung des metrifizierten Verfahrens dargestellt.

Zur Verdeutlichung des prinzipiellen Vorgehens bei der Gewässerbewertung mit dem NRW-Verfahren werden im Folgenden am Beispiel des silikatischen Mittelgebirgsbaches (LAWA Typ 5) die einzelnen Bewertungsschritte im Detail erläutert.

Beispiel für einen silikatischen Mittelgebirgsbach (LAWA Typ 5)

In einem Gewässer ist *Fontinalis antipyretica* dominant. Fehlen Störzeiger, wird das Gewässer anhand der klassischen Tabellen mit sehr gut bewertet (Tab. 5). Kommen Störzeiger in geringen Anteilen vor, sind aber noch nicht codominant, wird das Gewässer mit gut bewertet. Sind Störzeiger codominant, ist das Gewässer nur noch mit mäßig zu bewerten.

Ähnlich sieht es bei der Metrifizierungstabelle für Gewässertyp 5 aus, jedoch wird hier auf Eutrophierungszeiger, Potamalisierungszeiger und Helophyten geachtet. Fehlen sie, wird das Gewässer mit sehr gut bewertet. Sind jedoch Eutrophierungszeiger oder Potamalisierungszeiger vorhanden, wird der Quotient aus ihren Einzelhäufigkeiten in Relation zur Gesamthäufigkeit aller vorkommenden Arten berechnet. Kommt beispielsweise neben der dominanten Art *Fontinalis antipyretica* (5 %) noch *Platyhypnidium riparioides* (3 %) als weitere Leitbildart und *Leptodictyum riparium* (2 %) als Eutrophierungszeiger vor, beträgt die Gesamtdeckung 10 %. Der Anteil des Eutrophierungszeigers *Leptodictyum riparium* in Relation zur Gesamtdeckung beträgt 0,2 (2/10). Daher wird das Gewässer mit der Note gut (EQR 0,8) bewertet (s. Tab. M5).

Diese relativ aufwendige Vorgehensweise wird durch das neu entwickelte Software-Tool MaBS übernommen. Das MaBS-Tool ist unter www.lanuv.nrw.de/mabs zu erreichen.

8 Plausibilisierung und Endbewertung

Wie bei allen anderen biologischen Qualitätskomponenten (Perlodes, Phylib, FiBS und PhytoFluss) sind auch beim Makrophytenbasierten Bewertungssystem MaBS die automatisiert berechneten Bewertungsergebnisse grundsätzlich einer sorgfältigen Plausibilisierung durch Experten zu unterziehen. Andernfalls sind Bewertungsfehler nicht auszuschließen, weil automatisierte Bewertungen den konkreten Einzelfall nie vollständig berücksichtigen können.

Aus der formalen Bewertung und der gutachterlichen Bewertung erfolgt die Endbewertung. In begründeten Fällen ist es deshalb möglich, von der formalen Bewertung um eine Zustandsklasse (positiv bzw. negativ) abzuweichen. Für die gutachterliche Bewertung sind u.a. die folgenden Punkte zu betrachten:

- Lassen sich an Hand der Gewässerstrukturkartierung und/oder der Luftbilder erhebliche strukturelle Defizite im Gewässerabschnitt erkennen?
- Liegen signifikante thermische oder stoffliche Belastungen (z.B. durch Pestizide oder chemisch-physikalische Parameter, insbesondere Chlorid oder Nährstoffe) vor?
- Liegen im Untersuchungsbereich hydraulische Belastungen vor? Sind die Substrate lagestabil?
- Wann und auf welche Weise erfolgten Mahd, Ausbau bzw. Unterhaltung im Gewässerabschnitt?
- Wie ist das Umfeld ober- und unterhalb des Untersuchungsbereichs strukturiert?
- Gab es vor kurzem ein Hochwasserereignis im Untersuchungsbereich?
- Gibt es deutliche Abweichungen zu Altdaten aus Voruntersuchungen?

Kriterien für die begründete Abweichung von der formalen Bewertung können z.B. auch eine unklare stark reduzierte Gesamtdeckung, der Anteil von Güte- bzw. Störzeigern oder die nur geringe Anzahl der Wuchsformen sein.

Anhand dieser Kriterien ist eine begründete Abweichung von der formalen Bewertung möglich. Nachfolgend wird ein entsprechendes Beispiel aufgeführt.

Im Jahr 2004 wurden die Makrophyten in einem Abschnitt der Ems vom Verfasser untersucht. Die Erhebungen waren Bestandteil der Grundlagenerhebung für eine geplante Renaturierung. Auftraggeber war das ehemalige StUA Münster, die Bearbeitung unterlag dem Planungsbüro Koenzen, Hilden.

Die Ems ist in diesem Bereich als großer potamaler sand- und lehmgeprägter Tieflandfluss (Typ 15gp) eingestuft. Die Ems wies in diesem Abschnitt ein Regelprofil auf, nur die randlichen Steinschüttungen waren mit einer wuchsformenreichen *Sparganium emersum*-Gesellschaft besiedelt, die Gesamtdeckung lag bei < 5 %. Der Rest der Sohle, die ein sandiges Substrat aufwies, war frei von Makrophyten (s. Abb. 8-1, 8-2).

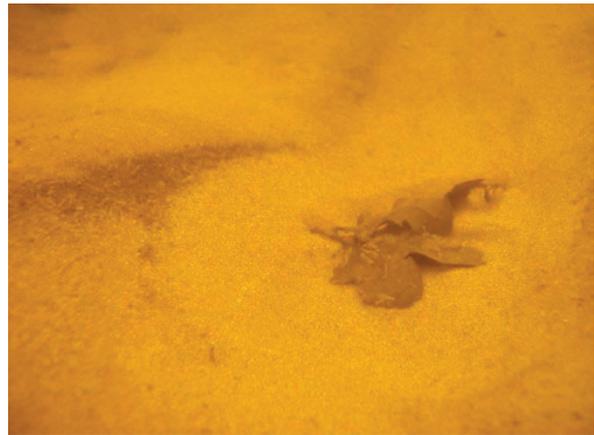


Abb. 8-1, 8-2: Ems bei Eienen im Ist-Zustand (2004): Übersicht und sandige, makrophytenfreie Sohle

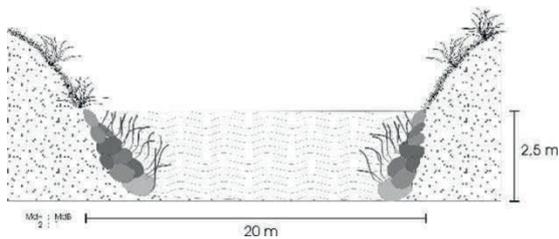


Abb. 8-3: Querprofil der Ems bei Eienen, Ist-Zustand (2004)

Die formale Bewertung nach den klassischen Tabellen (s. Kap. 6, s. Tab. 15gp) und nach MaBS (s. Kap. 7, s. Tab. M15gp) würde zu einem „guten“ Zustand führen. Dies erscheint unpassend, da 95 % der Sohle aufgrund anthropogener Veränderungen makrophytenfrei sind. Im Leitbild wäre die Ems wesentlich breiter und flacher, würde geringere Fließgeschwindigkeiten und eine höhere Makrophytendeckung (> 50 %) aufweisen (s. Abb. 8-4).

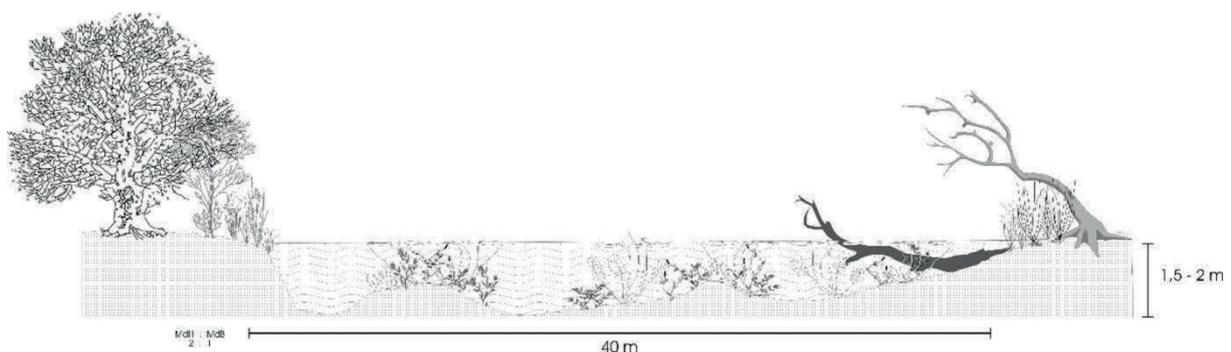


Abb. 8-4: Querprofil der Ems bei Eienen, Leitbild

Dieses Beispiel zeigt, dass jede unkritische Anwendung von Bewertungsverfahren problematisch ist. Die aktuelle Besiedlung der Ems am genannten Beispiel entspricht zwar bezüglich der Artenzusammensetzung dem Leitbild, nicht aber bezüglich der flächenmäßigen Ausdehnung. Daher kann die aktuelle Besiedlung bestenfalls mit „mäßig“ bewertet werden.

9 Indikation von gewässerökologischen Defiziten zur Ableitung von Maßnahmen

Um Maßnahmen abzuleiten, ist es erforderlich zu wissen, welche Umweltfaktoren bzw. Belastungen Makrophyten indizieren (s. Tab. 9-1).

Tab. 9-1: Wer indiziert was? (VAN DE WEYER, HOFMANN & GUTOWSKI 2007 in: LANUV 2008)

	Makrophyten	Diatomeen	übriges Phytobenthos
Saprobie	nein	ja	ja
Trophie	ja	ja	ja
Kalkgehalt	ja	ja	ja
pH-Wert	(ja)	ja	ja
Salinität	ja	ja	ja
Temperatur	ja	(ja)	(ja)
Struktur	ja	(ja)	(ja)
Reaktionszeit	langsam	schnell	langsam/schnell

Makrophyten indizieren hierbei unterschiedliche Belastungen, da ihr Vorkommen bzw. Fehlen von verschiedenen Faktoren beeinflusst wird. Eine ausführliche Darstellung findet sich in LUA NRW (2001a). Hierbei sind folgende Kenngrößen von besonderer Bedeutung:

9.1 Trophie

Durch ein Überangebot an Nährstoffen (Eutrophierung) werden Störzeiger gefördert. Unter Störzeigern werden Arten verstanden, die bei Massenentwicklung auf stark eutrophe bis polytrophe Verhältnisse hinweisen. Im Einzelnen handelt es sich hierbei um: langfädige *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., Parvopotamiden (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. pusillus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*, *Zannichellia palustris*), *Callitriche obtusangula*, Elodeiden (*Elodea* spp., *Egeria densa*), *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Leptodictyum riparium*, *Hygrohypnum ochraceum* f. *obtusifolia*, *Octodicerias fontanum* (vgl. Kap. 5.2.1).

Auf der anderen Seite indiziert das Vorkommen von Arten, die ihren Schwerpunkt in oligotrophen bis schwach eutrophen Fließgewässern haben (vgl. BIRK et al. 2007, GUTOWSKI et al. 1998, LUA NRW 2001a, 2003a, SCHAUMBURG et al. 2006, SCHNEIDER 2000, STUHR et al. 2013), dass keine bzw. nur eine geringe trophische Belastung vorliegt (vgl. Kap. 5.2.2). Im Einzelnen handelt es sich um die folgenden Arten: *Callitriche brutia* var. *hamulata*, *Chara* spp., *Groenlandia densa* (karbonatisch), *Hippuris vulgaris* (karbonatisch), *Isolepis fluitans* (silikatisch), *Juncus bulbosus* (silikatisch), *Lemna trisulca*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Nitella* spp., *Nitellopsis obtusa*, *Potamogeton alpinus*, *P. gramineus*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*, *P.*

polygonifolius (silikatisch), *P. praelongus* [in NRW ausgestorben/verschollen], *Ranunculus hederaceus*, *Riccia fluitans*, *Tolypella* spp., *Utricularia* spp.

Bestimmte Vegetationstypen (Callitrichetum obtusangulae, Elodeiden-Ceratophyllum-Typ, Parvopotamiden-Typ, Langfädiger *Cladophora*-Typ, *Leptodictyum*-Typ) indizieren eine trophische Belastung, ebenso wie die Codominanz von Störzeigern mit leitbildkonformen Vegetationstypen.

Wichtigster Faktor in diesem Zusammenhang ist der Gesamt-Phosphor-Gehalt. In den Tabellen 5-19p im Anhang ist zur erforderlichen Verringerung des Nährstoffangebots das **Maßnahmenpaket „Maßnahmen zur Verringerung der trophischen Belastungen“** benannt. Dies beinhaltet Maßnahmen wie z.B. die Minimierung punktueller und diffuser Belastungen (Vermeidung von Bodenerosion und Auswaschung, Reduzierung von Feinmaterial-einträgen, Optimierung der Abwasserreinigung, Rückhaltemaßnahmen bei Niederschlags- und Mischwassereinleitungen). Entsprechende Maßnahmenprogramme sind für viele Planungseinheiten formuliert worden, so auch z.B. für das Einzugsgebiet der Stever von der BEZIRKSREGIERUNG MÜNSTER (2007). Tabelle 9-2 zeigt den Zusammenhang zwischen ökologischen Zustandsklassen, Anteilen von Störzeigern, Vegetationstypen und Maßnahmen zur Verringerung der Trophie.

Tab. 9-2: Zusammenhang zwischen ökologischen Zustandsklassen, Anteilen von Störzeigern, Vegetationstypen und Maßnahmen zur Verringerung der Trophie

Ökologische Zustandsklasse	Anteil Störzeiger	typspezifische Biozönose	Maßnahmen zur Verringerung der Trophie
sehr gut	fehlend	leitbildkonform	
gut	geringe Anteile	geringfügig abweichend	
mäßig	Codominanz	deutlich abweichend	x
unbefriedigend	Dominanz	stark abweichend	x
schlecht	Dominanz	sehr stark abweichend	x

9.2 Kalkgehalt / Karbonathärte

Der Kalkgehalt bzw. die Karbonathärte ist ebenfalls ein sehr wichtiger Faktor, der die Zusammensetzung der Makrophytenvegetation differenziert. So treten bestimmte Vegetationstypen nur in kalk- bzw. karbonatarmen Fließgewässern (*Potamogeton polygonifolius*-Gesellschaft, Callitricho-Myriophylletum, *Scapania*-Typ), andere nur in kalk- bzw. karbonatreichen Fließgewässern (*Groenlandia-Ranunculus trichophyllus*-Typ) auf (LUA NRW 2001a, 2003a, LANUV 2008). Durch Eutrophierung kann die Karbonathärte erhöht sein, was ggf. Probleme bei der Fließgewässertyp-Zuordnung machen kann (z.B. in der Sieg). Maßnahmen werden anhand der Karbonathärte nicht abgeleitet, dies erfolgt ggf. über die Trophie (s. Kap. 9.1).

9.3 pH-Wert

Makrophyten reagieren auf den pH-Wert, jedoch nicht in allen Gewässertypen gleich. Untersuchungen zur Auswirkung der Gewässerversauerung auf Makrophyten liegen von ARTS et al. (1990), KAPLAN (1993), KOHLER & TREMP (1996), MAYER et al. (1994) und MELZER (1984, 1997), TREMP & KOHLER (1995, 1996) und TREMP (1999) vor. In Stillgewässern führt die Versauerung zu einem Rückgang der „Weichwasserarten“ (Arten der *Litorelletea*), während sich Torfmoose (*Sphagnum* spp.) und *Juncus bulbosus* ausbreiten können. In Fließgewässern profitieren Arten wie *Juncus bulbosus*, *Scapania undulata*, *Marsupella emarginata*, *Jungermannia sphaerocarpa*, *Drepanocladus fluitans* und *Hyocomium armoricum*, während Arten wie *Chiloscyphus polyanthos* und *Fontinalis antipyretica* zurückgehen können (BAUMANN & STETZKA 1999, STETZKA & BAUMANN 2002, TREMP & KOHLER 1995). Dies ist jedoch auch immer in Zusammenhang mit Veränderungen der Trophie zu sehen. Zudem bleibt zu berücksichtigen, dass die meisten Moose (z.B. *Scapania undulata*, *Hygrohypnum ochraceum*) eine weite Amplitude bezüglich des pH-Wertes haben. Aus diesem Grund ist die Eignung von Makrophyten als Indikator für die Gewässerversauerung in Fließgewässern der Mittelgebirge zumindest in Nordrhein-Westfalen sehr eingeschränkt, hierfür eignen sich vielmehr die Kieselalgen. Daher werden auch aus dem Vorkommen von Makrophyten in Fließgewässern keine Maßnahmen in Hinblick auf Versauerung abgeleitet. In Stillgewässern sind Makrophyten hingegen sehr geeignet, um eine Versauerung zu indizieren (BLOEMENDAHL & ROELOFS 1988).



Abb. 9-1, 9-2: In Stillgewässern sind Arten wie *Juncus bulbosus* (links) oder *Sphagnum cuspidatum* (rechts) gute Versauerungsindikatoren

9.4 Salinität

Makrophyten zeigen in Abhängigkeit vom Salzgehalt eine feine Differenzierung der Artenzusammensetzung. So treten bestimmte Arten nur in salzbeeinflussten Gewässern auf (z.B. *Ruppia* spp., *Zannichellia palustris* spp. *pedicillata*, *Chara baltica*, *C. canescens*, *Tolypella nidifica*, *Lamprothamnium papulosum*, *Zostera* spp.). Andere Arten wie *Potamogeton pectinatus* oder *Myriophyllum spicatum* können sowohl im Süß- wie auch im Brackwasser auftreten (BLOEMENDAHL & ROELOFS 1988, SCHUBERT & BLINDOW 2003).

In NRW gibt es salzbeeinflusste Fließgewässer (vgl. MUNLV NRW 2006). Die aquatischen Makrophyten bilden aber diese Belastung nicht ab, da die Belastungen in Hinblick auf Makrophyten wahrscheinlich zu gering sind. Zudem kommen obligate halophytische Makrophyten mit Ausnahmen von wenigen Binnensalzstellen (RAABE & LIENENBECKER 2004) in NRW nicht vor. Dies trifft auch für andere Bundesländer zu. Daher werden hierfür auf Basis der Makrophyten auch keine Maßnahmen abgeleitet.



Abb. 9-3, 9-4: Verbreitungsschwerpunkt halophiler Makrophyten sind die Übergangs- und Küstengewässer (links *Chara canescens*, rechts: *Zostera marina*, Ostsee)

9.5 Temperatur

Zur Auswirkungen erhöhter Temperaturen auf Fließgewässer liegen Untersuchungen von DIEKJOBST & WOLFF (1995), FRIEDRICH (1966, 1973) und HUSSNER & LÖSCH (2005a, b) zur Erft vor. Mittlerweile siedelten sich hier verschiedene Neophyten an, die die ehemalige Vegetation verdrängen konnten (*Azolla filiculoides*, *Lemna minuta*, *Myriophyllum aquaticum*, *Shinnersia rivularis*, *Vallisneria spiralis*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Hygrophila polysperma*). Hierbei ist nicht das Vorkommen einzelner Arten, sondern die Zusammensetzung der Vegetation bzw. die Dominanz bestimmter Arten relevant. Manche Sippen sind unbeständig und verschwinden wieder. Als Beispiel sei *Vallisneria spiralis* in der Lippe aufgeführt (ANT 1966). Als geeignete Maßnahmen zur Verringerung der Belastung sind neben der **Reduzierung der Einleitungsmengen (z.B. von Kühlwasser oder Sumpfungswasser) auch eine Abflussbezogene und typkonforme Regulierung der Einleitungsmengen zu nennen.**

Die aquatischen Makrophyten bilden aber nicht in allen Fließgewässern Wärmebelastungen ab, dies zeigen Beispiele aus der Wupper und der Lippe (vgl. MUNLV NRW 2006). Zu berücksichtigen bleiben hierbei auch biogeografische Aspekte. So kommen thermophile Makrophyten in NRW von Natur aus fast nicht vor. Die aktuellen Vorkommen sind wahrscheinlich auf das Einbringen durch Aquarianer zurückzuführen (VAN DE WEYER & HUSSNER 2008).

9.6 Hydrologie und Morphologie

9.6.1 Fließgeschwindigkeit

Die Fließgeschwindigkeit ist neben dem Kalkgehalt der steuernde Faktor für die Zusammensetzung der Makrophytenvegetation. Bei sehr hoher Fließgeschwindigkeit, die zu nicht lagestabilen Sohlsubstraten führt, sind die Fließgewässer von Natur aus frei von Makrophyten. Beispiele sind in vielen Fließgewässern der Alpen zu finden (KOENZEN 2005). In NRW trifft das für das Hauptgerinne des Rheins zu (LUA NRW 2005). In Nordrhein-Westfalen ist eine deutliche Zonierung der Makrophytenvegetation in Abhängigkeit von der Fließgeschwindigkeit zu beobachten (s. Abb. 9-5). Bei hohen Fließgeschwindigkeiten dominieren auf Hartsu-
 straten Moose und Rotalgen. Dies ist die typische Situation in vielen Bächen der Mittelgebirge. Nimmt die Fließgeschwindigkeit etwas ab, dominieren Arten mit zerteilten Unterwasserblättern (Myriophylliden). Diese Vegetationstypen, die typisch für rhithrale Fließgewässer sind, treten im Mittelgebirge wie auch im Tiefland auf. Demgegenüber dominieren in potama-
 len Fließgewässern arten- und wuchsformenreiche Schwimmblattgesellschaften bzw. Groß-
 laichkräuter.

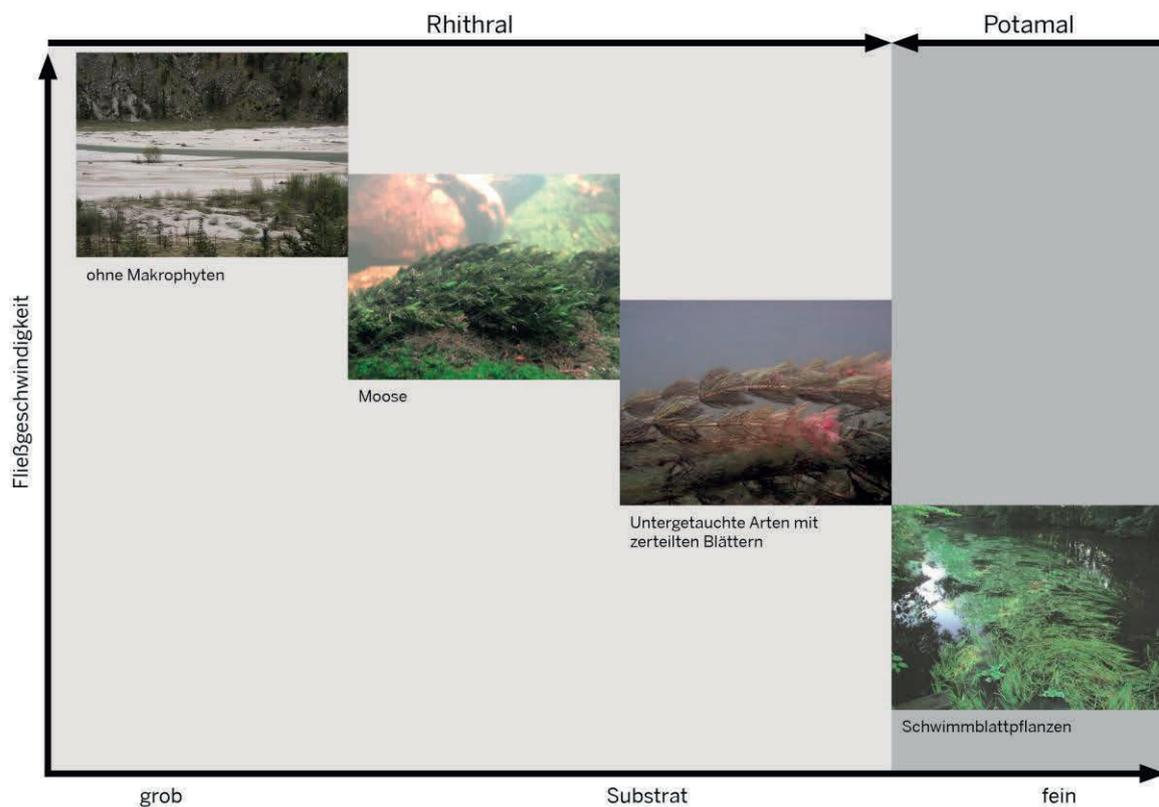


Abb. 9-5: Vereinfachter Zusammenhang zwischen Fließgeschwindigkeit, Substratgröße und Vegetationstypen in Fließgewässern in NRW (Rhithral: überwiegend schnell fließend, Potamal: überwiegend langsam fließend)

Durch erhöhte Abflussmengen oder Ausbau kann die Fließgeschwindigkeit künstlich erhöht sein, was sich in den Vegetationstypen widerspiegelt. So können in potamalen Bereichen rhithrale Vegetationstypen auftreten. Beispiele sind der Myriophylliden-Typ des Tieflandes oder Moostypen in potamalen Gewässern. Auf der anderen Seite können in rhithralen Fließgewässern als Folge von Stauhaltungen (und dadurch verursachte Verringerung der Fließgeschwindigkeit) nicht leitbildkonforme Vegetationstypen wie z.B. die *Sparganium emersum*-Gesellschaft auftreten.

In den Bewertungstabellen sind für die potamalen Ausbildungen der Fließgewässertypen 9.2p, 11p, 12, 14p, 15(g)p, 17p, 18p, 19p bei anthropogen erhöhter Fließgeschwindigkeit, welche durch den Myriophylliden-Typ indiziert wird, als geeignetes Maßnahmenpaket die **„Leitbildkonformen Maßnahmen zur Verringerung der Fließgeschwindigkeit sowie typkonforme Abflussregulierung“** angegeben. Das Maßnahmenpaket beinhaltet z.B. Maßnahmen zur Optimierung der Sohl-, Ufer- und Laufentwicklung, im Einzelnen handelt es sich in Anlehnung an die BEZIRKSREGIERUNG MÜNSTER (2007) dabei z.B. um:

- Fördern der beginnenden Sohl-/Uferstrukturierung durch Unterlassung der Unterhaltung
- Entfernung von Ufer – und Sohlverbau
- Aufweitung der Gerinne
- Anlage von Initialgerinnen
- Neutrassierung der Gerinne
- Typkonforme Dynamisierung des Abflusses

Bei der Dominanz von Moosen in potamalen Fließgewässertypen, die von Natur aus keine Hartsubstrate aufweisen (z.B. 14p, 15[g]p) wird zur Verbesserung der Situation das Maßnahmenpaket **„Leitbildkonforme Maßnahmen zur Verringerung der Fließgeschwindigkeit sowie typkonforme Abflussregulierung; Entfernung nicht typspezifischer Hart-Substrate (z.B. Wasserbausteine)“** angegeben.

Im Gegensatz dazu wird für die meisten Fließgewässertypen bei anthropogen verringerter Fließgeschwindigkeit, die durch den Lemniden- bzw. Helophyten-Typ indiziert wird, zur Sanierung das Maßnahmenpaket **„Leitbildkonforme Maßnahmen zur Erhöhung der Fließgeschwindigkeit sowie typkonforme Abflussregulierung“** empfohlen. Das trifft für Gewässer zu, in denen der Lemniden-Typ oder Helophyten-Typ in Folge von einer künstlichen Verringerung der Fließgeschwindigkeit auftritt, so dass das Fließgewässer fast einen Stillgewässercharakter aufweist.

Der Helophyten-Typ kann auch in Folge intensiver Beweidung und Trittschäden, die, wegen fehlender Einzäunung, bis in das Gewässer hinein erfolgen, auftreten (LANAPLAN 2007). Durch die fehlende Beschattung und die intensive Beweidung können sich niedrigwüchsige Helophyten wie *Glyceria fluitans* agg. oder *Agrostis stolonifera* in das Gewässer ausdehnen. In diesen Fällen ist die **Anlage von Uferrandstreifen** erforderlich.



Abb. 9-6, 9-7: Helophyten-Typ in Fließgewässern der Mittelgebirge, bei denen die Beweidung bis in das Gewässer erfolgt (Gloer und Erscheider Bach, aus LANAPLAN 2007)

In Fließgewässern, die im Leitbild rhithral sind, wird bei Dominanz von potamalen Vegetationstypen das Maßnahmenpaket „**Leitbildkonforme Maßnahmen zur Erhöhung der Fließgeschwindigkeit sowie typkonforme Abflussregulierung**“ gefordert, das die Beseitigung von Stauhaltungen bzw. die leitbildkonforme Renaturierung und Wiederherstellung leitbildkonformer Fließgeschwindigkeitsverhältnisse“ beinhaltet. Hiervon sind sowohl Fließgewässer der Mittelgebirge wie auch des Tieflandes betroffen.

9.6.2 Sonstige hydromorphologische Degradation

In strukturreichen, naturnahen potamalen Fließgewässern mit vielen Mikrohabitaten sind wuchsformenreiche Ausbildungen, vor allem der *Sparganium emersum*-Gesellschaft charakteristisch. Durch Ausbau und infolge intensiver Unterhaltungsmaßnahmen und der damit verbundenen hydromorphologischen Degradation nimmt die Anzahl der Wuchsformen ab und das Auftreten von Massenentwicklungen weniger anspruchsloser Arten zu. Dies betrifft vor allem die *Sparganium emersum*-Gesellschaft. Daher wird bei wuchsformenarmen Ausbildungen als Maßnahmenpaket „**Leitbildkonforme Maßnahmen zur Erhöhung der Strömungsdiversität, Tiefen- und Breitenvarianz**“ angegeben. Dieses beinhaltet in Anlehnung an die BEZIRKSREGIERUNG MÜNSTER (2007) z.B.:

- Fördern der beginnenden Sohl-Uferstrukturierung durch Unterlassung der Unterhaltung
- Entfernung von Ufer- und Sohlverbau
- Aufweitung der Gerinne
- Anlage von Initialgerinnen
- Neutrassierung der Gerinne

9.7 Makrophytenverödung

Bei Makrophytenverödung ist eine Ursachenanalyse erforderlich. Mögliche Ursachen sind lageinstabile Substrate in Folge anthropogen verursachter erhöhter Fließgeschwindigkeit bzw. erhöhter Wasserführung. Makrophytenverödung kann auch Folge hoher stofflicher Belastungen (z.B. Herbizideinsatz, Verockerung) oder starker mineralischer Trübung sein. Verödete Bereiche sind auch immer in Zusammenhang mit ober- und unterhalb gelegenen Probestellen zu betrachten.

9.8 Multifaktorelle Belastungen

In vielen Gewässern wirken mehrere Belastungen auf die Makrophyten ein (multifaktoreller Komplex, HERR et al. 1989, VAN DE WEYER 1997). Dies schlägt sich überwiegend in einer „unbefriedigenden“ bzw. „schlechten“ Bewertung nieder. In diesem Falle sind kombinierte Maßnahmen zur Verringerung der Trophie (s. Kap. 9.1) und zur Verbesserung der hydro-morphologischen Situation (s. Kap. 9.6) erforderlich.

10 Ausblick

Sollte das vorliegende Bewertungsverfahren für die Alpen und das Alpenvorland erweitert werden, wären auch unbeschattete, makrophytenfreie Fließgewässer, die dem Leitbild entsprechen, sowie Dominanzbestände von *Chara rudis* und *Potamogeton coloratus* zu ergänzen.

Es bleibt zu prüfen, ob in Zukunft eine weitere Differenzierung von gefällearmen Fließgewässern der Mittelgebirge (LAWA-Typen 6 und 9.1, POTTGIESSER et al. 2016) sowie trockenfallender Fließgewässer (DAHM et al. 2015) erfolgen muss.

11 Danksagung

Die folgenden Damen und Herren gaben Hinweise oder standen für Diskussionen zur Verfügung: Dr. Ilona Arndt, Dr. Sebastian Birk, Dr. Ute Dreyer, Dr. Gabriele Eckartz-Vreden, Margret Flinkerbusch-Göbel, Dr. Julia Foerster, Ulrike Hamann, Martina Jährling, Kerstin Jenne-mann, Klaus Jödicke, Dr. Norbert Kirchhoff, Dr. Udo Kosmac, Jochen Lacombe, Elisabeth Ludwig, Dr. Sebastian Meis, Dr. Jens Pätzolt, Kerstin Plantikow, Heidi Rauers, Dr. Carsten Schmidt, Joachim Stuhr, Wolfgang Wieneke und Michael Zahmel.

12 Zusammenfassung / Kurzbeschreibung

Die Erfassung der Makrophyten folgt der DIN EN 14184: 2012. Grundlage für die Bearbeitung ist die Typologie der LAWA mit weiterer Differenzierung in rhithrale bzw. potamale Ausprägungen, z.B. Typ 19r und 19p. Die Klassifikation und Bewertung ist bei LUA NRW (2001, 2003) bzw. LANUV (2008) beschrieben. Das Ablaufschema für die Bewertung nach der NRW-Methode ist als Anhang beigefügt.

Aufgrund der weiten ökologischen Amplitude vieler Makrophytenarten wurde für die Klassifikation ein vegetationskundlicher Ansatz gewählt. 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 *
- *Platyhypnidium 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 der typspezifischen Biozönose

Die typspezifischen Vegetationseinheiten werden je nach Anzahl der Störzeiger den ökologischen Zustandsklassen sehr gut, gut oder mäßig zugeordnet. Im sehr guten Zustand fehlen Störzeiger. Im guten Zustand treten Störzeiger mit geringen Anteilen auf. Im mäßigen Zustand sind Leitbildarten und Störzeiger mit gleichen Mengenanteilen (Codominanz) vorhanden.

Die anderen Vegetationstypen, die nicht den typspezifischen Biozönosen entsprechen, werden je nach Ausprägung den ökologischen Zustandsklassen mäßig, unbefriedigend oder schlecht zugeordnet. Die Differenzierung erfolgt anhand der Anzahl der vorhandenen Wuchsformen.

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

Gewässerabschnitte, die keine oder nur sehr wenige Makrophyten (< 2 %) aufweisen, werden bei kompletter Beschattung des Gewässers und bei Fehlen struktureller, hydraulischer und stofflicher Belastungen als „sehr gut“ bewertet. Im umgekehrten Fall werden makrophytenfreie bzw. -arme Gewässerabschnitte ohne Beschattung und mit einer nachweislich starken Gewässerbelastung als Verödungszone eingestuft und als „schlecht“ (ohne Makrophyten) bzw. „unbefriedigend“ (Makrophytendeckung < 2 %) bewertet.

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. Auch Eutrophierung, themische Belastung und strukturelle Degradation werden angezeigt. Für den LAWA-Typ 19p 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 (<i>Glyceria fluitans</i> , <i>Agrostis</i> spp.) und Beweidung des Fließgewässers: Anlage von Uferrandstreifen
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?

Das NRW-Bewertungsverfahren wird außer in NRW auch in anderen Bundesländern (z.B. BB, SH, MV, RP, ST, SN und B) angewendet. Im Rahmen eines EU-Twinning-Projektes wurde es im Jahr 2009 auch für die Bewertung von Fließgewässern in Kroatien angepasst.

Die vorliegende Bearbeitung beinhaltet zusätzlich eine Metrifizierung, die im Hinblick auf die Interkalibrierung erforderlich war (BIRK & VAN DE WEYER 2015). Für die Metrifizierung wurde das vorliegende Bewertungsverfahren in verschiedene Module aufgeteilt. Dieses Vorgehen diente auch der neu entwickelten Software MaBS für eine EDV-gestützte Auswertung der Taxalisten. Hierbei werden die folgenden Module unterschieden

- Gesamtdeckung
- Referenzarten 1
- Referenzarten 2
- Eutrophierung
- Potamalisierung 1
- Potamalisierung 2
- Rhithralisierung 1
- Rhithralisierung 2
- Thermische Belastung

Im Gegensatz zum bisherigen Verfahren ist es erforderlich, die Summe der Häufigkeiten bzw. Deckungswerte je Modul und die Gesamthäufigkeit bzw. Gesamtdeckung aller Arten zu berechnen. Die Bewertung 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. Die Bewertung erfolgt online im Internet mit der Software MaBS. Das MaBS-Tool ist unter www.lanuv.nrw.de/mabs zu erreichen.

13 Summary

This manual describes sampling and assessment of aquatic macrophytes inhabiting streams and rivers in Northrhine-Westphalia (Germany), as demanded for by the EU Water Framework Directive. The assessment method described is based on stream-type specific reference conditions.

Macrophyte sampling is performed according DIN EN 14184: 2012. The macrophyte survey must be carried out between June and September at low flow or medium flow conditions. The sampling area should cover the entire stream bed in a section of at least 50 meter length, depending on the aim of the investigation. A representative sampling site should be selected, which may be subdivided into several sections. In a first step all macrophyte species occurring in the sampling site, restricted to those macrophytes growing below the middle water level, are recorded. In shallow waters this survey is carried out by wading in the stream, in deep waters a boat is used or survey is carried out by diving. Selected specimens are removed by hand or with a grapnel, to allow for determination in the lab. Removed plants are transported in plastic bags. For storing and conservation purposes Pteridophyta and Anthophyta are pressed and dried (herbarium). Mosses are air-dried and kept in paper-bags. Algae are stored in alcohol and kept at dark places.

Qualitative macrophyte surveys base either on the estimation of frequencies (according KOHLER 1978) or of abundances (according LONDO 1974). In addition, the growth form of each species (helophyte, aquatic) is recorded.

Based on the dominant growth form or species, respectively, the following vegetation types are distinguished:

- Streams without macrophytes (small streams below 10 m average width)*
- *Berula-Nasturtium-Apium-Veronica*-community*
- *Sparganium emersum*-community (*Sparganium emersum*, *S. erectum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Potamogeton natans*, *Butomus umbellatus*, *Persicaria amphibia*)*
- *Potamogeton polygonifolius*-*Juncus bulbosus*-*Nitella flexilis*-*Utricularia*-community*
- *Groenlandia-Ranunculus trichophyllus*-community*
- Magnopotamid-type (*Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *P. praelongus*, *P. alpinus*, *P. gramineus*)*
- Myriophyllid-type (*R. fluitans*, *R. peltatus*, *R. penicillatus*, *Myriophyllum spicatum*) occurring in small streams (below 10 m average width) in mountainous areas*
- Myriophyllid-type (*R. fluitans*, *R. peltatus*, *R. penicillatus*, *Myriophyllum spicatum*) occurring in larger rivers (> 10 m average width) in mountainous areas *
- Myriophyllid-type occurring in the lowlands (*R. fluitans*, *R. peltatus*, *R. penicillatus*, *Myriophyllum spicatum*)*
- Callitricho-Myriophylletum alterniflori*
- *Callitriche platycarpa/stagnalis/cophocarpa*-type*
- *Scapania*-type (*Scapania undulata*, *Fontinalis squamosa*, *Chiloscyphus polyanthos*, *Hygroamblystegium fluviatile*, *Jungermannia exsertifolia*, *Racomitrium aciculare*, *Schistidium rivulare*, *Marsupella emarginata*, *Brachythecium rivulare*, *Hygrohypnum ochraceum* f. *ochraceum*, *Lemanea* spp.)*

- Type of calcareous mosses (*Chiloscyphus pallescens*, *Cinclidotus aquaticus*, *Fissidens rufulus*)
- *Platyhypnidium riparioides*-*Fontinalis antipyretica*-type*
- *Chara* spp.-type*
- Limestone-moss-type*
- Type without macrophytes (larger rivers, > than 10 m average width)
- Elodeids-*Ceratophyllum*-type (*Elodea canadensis*, *E. nuttallii*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*)
- Parvopotamid-type (*Potamogeton pectinatus*, *P. pusillus* agg., *P. trichoides*, *P. crispus*, *Zannichellia palustris*, *Eleocharis acicularis* f. *submersa*)
- Callitrichetum obtusangulae
- Lemnid-type (*Lemna minor*, *L. gibba*, *L. minuta*, *L. turionifera*, *Spirodela polyrhiza*, *Azolla filiculoides*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna trisulca*, *Salvinia natans*)
- *Nitella mucronata*-community
- *Leptodictyum riparium*-community
- *Octodicerias fontanum*-community
- Thermophile communities dominated by alien species (*Azolla filiculoides*, *Shinnersia rivularis*, *Myriophyllum aquaticum*, *Lemna minuta*, *L. turionifera*, *Vallisneria spiralis*, *Hygrophila polysperma*, *Pistia stratiotes*)
- Type of filameneous algae (*Cladophora* spec., *Oedogonium* spec., *Rhizoclonium* spec., *Spirogyra* spec., *Enteromorpha* spec.)
- Type dominated by helophytes

* vegetation types characteristic for reference conditions

Vegetation types characteristic for reference conditions are coherent to the potential natural vegetation (potentielle natürliche Vegetation). This concept has been developed by TÜXEN (1956) for terrestrial habitats; it has also been used for macrophyte vegetation in running waters in Lower Saxony (HERR et al. 1989).

“High“ ecological status is characterized by dominance of vegetation types representing reference conditions. “Good“ ecological status is characterized by a vegetation which differs only moderately from “High“ ecological status. Species that indicate strong anthropogenic influence are characteristic for “Moderate“ and “Poor“ ecological status. The boundary between “Moderate“ and “Poor“ status depends on the number of additionally occurring growth forms. “Bad“ ecological status characterizes situations in which vegetation became deserted.

The NRW-method employs a modular assessment combining the evaluation of four to six single modules, depending on the stream type: total coverage, reference taxa, eutrophication, potamalisation, rhithralisation, thermal stress. Each module addresses a set of type-specific indicator taxa (e.g. *Ceratophyllum demersum* as an indicator of eutrophication in potamal lowland brooks) and calculates their relative abundance. In addition, the number of macrophyte growth forms is considered for selected modules. The individual module results are combined using the worst module score. Central to the classification procedure of the NRW-method is the stream type-specific look-up table containing the description of ten discrete vegetation states along a gradient of anthropogenic disturbance. In this look-up table

an EQR-score is assigned to each discrete vegetation state, and the final status classification of the sampling site is determined on the basis of the worst-case module score corresponding to one of the ten vegetation states.

Tab. 13-1 provides a translation of the discrete EQR-scores into ecological status classes. The class boundary values used in the intercalibration analysis are 0.895 (high-good), 0.695 (good-moderate) and 0.495 (moderate-poor). Furthermore, the NRW-method distinguishes between rhithral and potamal lowland streams, emphasising the fundamental discrepancies in the reference states of these stream types due to the naturally different conditions of flow velocity.

Tab. 13-1: Translation of the discrete EQR-scores into ecological status classes

EQR score	Ecological status class
1.0, 0.9	High
0.8, 0.7	Good
0.6, 0.5	Moderate
0.4, 0.3	Poor
0.2, 0.1	Bad

Assessment can be performed using the software tool MaBS.

14 Literatur (zitiert und weiterführend)

- ANT, H. 1966: *Vallisneria spiralis* (Hydrocharitaceae) in der Lippe. Arch. Hydrobiol. 61: 537-539
- ARTS, G. H. P., VAN DER VELDE, G., ROELOFS, J. G. M., VAN SWAAY, C. A. M. 1990: Successional changes in the soft-water macrophyte vegetation of (sub)atlantic, sandy, lowland regions during this century. Freshwater Biology 24: 287-294
- BAUMHAUER, J., SCHMIDT, C., WEYER, K. VAN DE 2014: Handbuch Wasserpflanzen. Erkennen, Verwenden, Pflegen: 147 S., Patzer Verlag, Berlin-Hannover, ISBN 978-3-87617-127-2
- BAUMANN, M., STETZKA, K. M. 1999: Die Wassermoosvegetation in anthropogen verschieden beeinflussten Bächen des Erzgebirges. Limprichtia 12: 164 S.
- BELLACK, E., BIRK, S., LINNENWEBER, C. 2012: Bewertung erheblich veränderter Fließgewässer in Deutschland. Wasser und Abfall 12/2012: 37-40
- BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A., ISERMANN, M. 2004: Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung - Textband: 605 S., Weissdorn-Verlag, Jena
- BECKHAUS, K. 1893: Flora von Westfalen: 1096 S., Aschendorffsche Buchhandlung, Nachdruck 1993, Münster
www.flussgebiete.nrw.de/umsetzung_in_nrw/projekte/berkelprojekt/Bericht_070807_.pdf
- BEZIRKSREGIERUNG MÜNSTER 2007: Methodisches Vorgehen und Ergebnisse der Erstellung von Maßnahmenprogrammen am Beispiel des Stever-Einzugsgebietes. Bearbeitet vom Planungsbüro Koenzen & ProAqua GmbH,
<http://www.flussgebiete.nrw.de/index.php/Steverprojekt>, zuletzt aufgerufen am 23.03.2017
- BFN (Bundesamt für Naturschutz) (Hrsg.) 1996: Rote Liste der gefährdeten Pflanzen Deutschlands. Schriftenreihe für Vegetationskunde 28: 744 S., Bonn-Bad Godesberg
- BIRK, S., BÖHMER, J., MEIER, C., ROLAUFFS, P., SCHAUMBURG, J., HERING, D. 2007: EG-Wasserrahmenrichtlinie – Harmonisierung der Berichterstattung zur ökologischen Einstufung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (Interkalibrierung biologischer Untersuchungsverfahren in Deutschland), UFOPLAN 20524289, im Auftrag des Umweltbundesamtes
- BIRK, S., WEYER, K. VAN DE 2015: Bericht zur Interkalibrierung des NRW-Verfahrens zur Bewertung von Fließgewässern mit Makrophyten. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW, Lebendige Gewässer, s. unter: http://www.flussgebiete.nrw.de/index.php/Projekte_NRW und <http://www.wasserblick.net/servlet/is/151563/> zuletzt aufgerufen am 30.07.2015
- BLEY, K. A. 1987: Moosfloristische und -ökologische Untersuchungen in Fließgewässern des Harzes, Herzogia 7: 623-647
- BLOEMENDAHL, F. H. J. L., ROELOFS, J. G. M. 1988: Waterplanten en waterkwaliteit. Natuurhistorische Bibliotheek van de KNNV 45: 189 pp., Utrecht

- BRUX, H., JÖDICKE, K., STUHR, J. 2009: Harmonisierung der Verfahren zur Bewertung der Qualitätskomponente Makrophyten in Marschengewässern Nordwestdeutschlands (BEMA-Verfahren). Auftraggeber: Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, www.gk29.de/.../BEMA_Harmonisierung_Marschgewaesser_final.pdf, aufgerufen am 03.09.2012
- BURCKHARDT, E., MUHLE, H., WINKLER, S. 1983: Zum Indikatorwert von submersen Wassermoosen in Iller und oberer Donau. Verhdlg. Ges. Ökol. X: 441-449
- CASPER, S. J., KRAUSCH, H.-D. 1980/1981: Pteridophyta u. Anthophyta, 1. & 2. Teil, Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 23 & 24
- CORING, E., BÄTKE, J. 2008: Zur Entwicklung der aquatischen Flora und Primärproduktion im Zuge veränderter Salzeinleitungen in das Fließgewässer-Ökosystem der Werra. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) - Tagungsbericht 2007 (Münster): 321-325, Werder 2008
- DAHM, V., HERING, D., REUSCH, H., VOGEL, R. 2015: Erarbeitung von Grundlagen für eine Verfahrenserweiterung von ‚Perloides‘ hinsichtlich der ökologischen Zustandsbewertung trockenfallender Fließgewässer in Deutschland. LAWA Projekt-Nr. O 4.14 des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ 2014
- DERSCHE, G. 1986: Zur Verbreitung der *Callitriche*-Arten (Wassersterne) in Niedersachsen. Gött. Flor. Rundbr. 20: 79-100
- DIEKJOBST, H., WOLFF, P. 1995: Das Mexikanische Eichenlaub (*Shinnersia rivularis*) und andere aquatische Neophyten in der unteren Erft. Natur am Niederrhein N. F. 10: 41-48, Krefeld
- DIERSSEN, K., H. VON GLAHN, W. HÄRDTLE, H. HÖPER, U. MIERWALD, J. SCHRAUTZER & A. WOLF 1988: Rote Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins.- Schr.R. Landesamt f. Naturschutz u. Landschaftspflege Schleswig-Holstein 6, Kiel.
- DIN EN 14184, Wasserbeschaffenheit – Anleitung für die Untersuchung aquatischer Makrophyten in Fließgewässern 2003, deutsche Fassung: 2012
- DREHWALD, U., PREISING, E. 1991: Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens - Bestandesentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme - Moosgesellschaften. Naturschutz Landschaftspflege Niedersachsen 20/9: 202 S., Hannover
- EMPAIN, A. 1978: Relations quantitatives entre les populations de bryophytes aquatiques et la pollution des eaux courantes - Définition d'un indice de qualité des eaux. Hydrobiologia 60: 49-74
- EU (Europäische Union) 2000: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, ABI. L 327 vom 22.12.2000, S.1-72
- FRAHM, J. P. 1974: Wassermoose als Indikatoren für die Gewässerverschmutzung am Beispiel des Niederrheins, Gewässer und Abwässer 53/54: 91-106, Krefeld
- FRAHM, J. P. 1998: Moose als Bioindikatoren : 187 S., Quelle und Meyer, Wiesbaden
- FRICKE, G., STREUBING, L. 1984: Zur Verbreitung von Makrophyten und Mikrophyten in Hartwasserzuflüssen des Ederstausees. Arch. Hydrobiol. 101: 361-372

- FRIEDRICH, G. 1966: *Compsopogon hookeri* MONTAGNE neu für Deutschland. Nova Hedwigia XII (3+4): 399-403
- FRIEDRICH, G. 1973: Ökologische Untersuchungen an einem thermisch anomalen Fließgewässer. Schriftenreihe der Landesanstalt für Gewässerkunde und Gewässerschutz NRW, Heft 33: 125 S. & Anhang
- GEYER, H. J., SCHMIDT, C. 2005: Zum Vorkommen des Sichelblättrigen Gitterzahnmooses *Cinclidotus aquaticus* (Hedw.) BRUCH SCHIMP. im Einzugsgebiet der Lippe. Flor. Rundbr. 39: 87-95
- GUTOWSKI, A., FOERSTER, J. 2009: Benthische Algen ohne Diatomeen und Characeen. Bestimmungshilfe. LANUV-Arbeitsblatt 9: 474 S., Recklinghausen
- GUTOWSKI, A., HOFMAN, G., LEUKART, P., MELZER, A., MOLLENHAUER, M., SCMEDTJE, U., SCHNEIDER, S., TREMP, H. 1998: Trophiekartierung von aufwuchs- und makrophyten-dominierten Fließgewässern. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft. Heft 4/98: 501 S.
- HAAG, S., NOBIS, M. P., KRÜSI, B. O. 2013: Profitieren invasive Neophyten von Flussrevitalisierungen? Naturschutz und Landschaftsplanung 45: 357-364
- HAURY, J., MULLER, S. 1991: Variations écologiques et chorologiques de la végétation macrophytique des rivières acides du Massif armoricain et des Vosges du Nord (France). Revue des sciences de l'eau 4: 463-482
- HERR, W. 1984: Die Fließgewässervegetation im Einzugsgebiet von Treene und Sorge, Mittlg. AG Geobot. Schleswig-Holstein u. Hmb. 33: 77-117
- HERR, W., D. TODESKINO, WIEGLEB, G. 1989a: Veränderungen von Flora und Vegetation in ausgewählten Fließgewässern Niedersachsens nach vierzig Jahren (1946-1986). Natursch. Landschaftspfl. Niedersachsen 18: 121-144, Hannover
- HERR, W., D. TODESKINO, WIEGLEB, G. 1989b: Übersicht über Flora und Vegetation der niedersächsischen Fließgewässer unter besonderer Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege. - Natursch. Landschaftspfl. Niedersachsen 18: 145-283, Hannover
- HERTEL, E. 1974: Epilitische Moose und Moosgesellschaften im nordöstlichen Bayern, Beih. Ber. Naturwiss. Ges. Bayreuth 1: 489 S.
- HÖPPNER, H. 1926: Das Schwalmthal als Naturdenkmal. Natur am Niederrhein 2: 5-20, Krefeld
- HÖPPNER, H. 1927: Botanische Skizzen aus dem Nettegebiet. Natur am Niederrhein 3: 39-54, Krefeld
- HÖPPNER, H. & PREUSS, H. 1926: Flora des Westfälisch-Rheinischen Industriegebietes unter Einschluß der Niederrheinischen Bucht, Nachdruck Walter Braun Verlag, Duisburg 1971, 381 S.
- HOLMES, N. T. H., NEWMAN, J. R., CHADD, S., ROUEN, K. J., SAINT, L., DAWSON, F. H. 1999: Mean Trophic Rank: A User's Manual. R & D Technical Report E 38: 141 pp., Environment Agency, Bristol

- HUSSNER, A. 2014: Long-term macrophyte mapping documents a continuously shift from native to non-native aquatic plant dominance in the thermally abnormal River Erft (North Rhine-Westphalia, Germany). *Limnologia* 48: 39-45
- HUSSNER, A. & LÖSCH, R. 2005a: Alien aquatic plants in a thermally abnormal river and their assembly to neophyte-dominated macrophyte stands (River Erft, Northrhine-Westphalia). *Limnologia* 35: 18-30
- HUSSNER, A. & LÖSCH, R. 2005b: Die EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie und die Bewertung thermisch anomaler, neophytenreicher Fließgewässer: das Beispiel der Erft. Tagungsband der DGL-Tagung in Potsdam 2004.
- HUSSNER, A., WEYER, K. VAN DE, GROSS, E., HILT, S., 2010: Eine Übersicht über die aquatischen Neophyten in Deutschland – Etablierung, Auswirkungen und Managementperspektiven. *Handbuch Angewandte Limnologie – 27. Erg. Lfg. 4/10*: 1-27
- HUSSNER, A., HEILIGTAG, S. 2013: *Pistia stratiotes* L. (Araceae), die Muschelblume, im Gebiet der unteren Erft/Nordrhein-Westfalen: Ausbreitungstendenz und Problempotenzial. *Veröff. Bochumer Bot. Ver.* 5: 1-6
- IKSR (Internationale Kommission zum Schutz des Rheins) 2009: Rheinmessprogramm Biologie 2006/2007 Teil II-B, Teilkompartiment Makrophyten - Makrophytenverbreitung im Rhein. ISBN 3-935324-87-1, http://www.iksr.org/uploads/media/Bericht_170_d_01.pdf, zuletzt aufgerufen am 30.07.2015
- JÄGER, E., HOFFMANN, M. 1997: Schutzwürdigkeit von Gefäßpflanzen aus arealkundlicher Sicht, *Z. Ökologie u. Naturschutz* 6: 225-232
- KAHNT, U., KONOLD, W., ZELTNER, G.-H., KOHLER, A. 1989: Wasserpflanzen in Fließgewässern der Ostalb. *Ökologie in Forschung und Anwendung* 2: 148 S. & Anhang.
- KAPLAN, K., 1993: Heideweihergefährdung durch Immissionen. *LÖLF-Mitteilungen*, 18/1: 10-17
- KILLMANN, D., LEH, B., FISCHER, E. 2015: Die Süßwasserrotalgen der Ahr – Ergebnisse einer Kartierung von der Quelle bis zur Mündung. *Decheniana* 168: 26-41
- KOENZEN, U. 2005: Fluss- und Stromauen in Deutschland - Typologie und Leitbilder. Ergebnisse des F+E-Vorhabens „Typologie und Leitbildentwicklung für Flussauen in der Bundesrepublik Deutschland“ des Bundesamtes für Naturschutz FKZ 80382100. - *Angewandte Landschaftsökologie* 65: 327 S. + Karte
- KOHLER, A. 1978a: Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. *Landschaft und Stadt* 10: 73-85
- KOHLER, A. 1978b: Wasserpflanzen als Bioindikatoren. *Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ.* 11: 259-281
- KOHLER, A. 1982: Wasserpflanzen als Belastungsindikatoren. *Decheniana-Beihefte* 26: 31-42
- KOHLER, A., BRINKMEIER, R. & VOLLRATH, H. 1974: Verbreitung und Indikatorwert der submersen Makrophyten in den Fließgewässern der Friedberger Au. *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 45: 4-36

- KOHLER, A., HEIMBERGER, K., ZELTNER, G.-H. 1994: Die Makrophytenvegetation in Fließgewässern des Erdinger Mooses (Münchener Ebene) – Ihre Entwicklung von 1973 bis 1992. Ber. Inst. Landschafts- Pflanzenökologie Univ. Hohenheim, Beiheft 1: 101 S.
- KOHLER, A., SCHIELE, S. 1985: Veränderungen von Flora und Vegetation in den kalkreichen Fließgewässern der Friedberger Au (bei Augsburg) von 1972 bis 1982 unter veränderten Belastungsbedingungen, Arch. Hydrobiol. 103: 137-199
- KOHLER, A., TREMP, H. 1996: Möglichkeiten zur Beurteilung des Säuregrades und der Versauerungsgefährdung von Fließgewässern mit Hilfe submerser Makrophyten, Verhdlg. Ges. Ökol. 25:
- KOHLER, A., VOLLRATH, H., BEISL, E. 1971: Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie der Gefäß-Makrophyten im Fließwassersystem der Moosach. Arch. Hydrobiol. 69: 333-365
- KOHLER, A., ZELTNER, G. H. 1974: Verbreitung und Ökologie von Makrophyten in Weichwasserflüssen des Oberpfälzer Waldes. Hoppea, Denkschr. Regensb. Bor. Ges. 33: 171-232
- KRAUSE, A. 1979: Zur Kenntnis des Wasserpflanzenbesatzes der westdeutschen Mittelgebirgsflüsse Fulda, Ahr, Sieg und Saar. Decheniana 132: 15-28, Bonn
- KRAUSE, A. 1988: Waldbäche und Waldflüsse - naturnahe Vorbilder für die Umgestaltung ausgebauter Wasserläufe. Natur und Landschaft 63: 367-369.
- KROKER, J., WOLF, J. 2007: Abschlussbericht zum FuE-Projekt des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG) Referat 33: „Methodenkritik und Regionalisierung der im übergeordneten Maßstab entwickelten WRRRL-relevanten gewässerökologischen Referenz- und Bewertungsbedingungen für die biologische Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos unter Berücksichtigung der spezifischen naturräumlichen Verhältnisse im Freistaat Sachsen (Teil 1: Fließgewässer)“. unveröff. Bericht, Neusörnewitz
- KUTSCHER, G. 1984: Verbreitung und Ökologie submerser Makrophyten in Fließgewässern der Schwäbischen Alb, Dissertation TU München
- KRAUSE, A. 1979: Zur Kenntnis des Wasserpflanzenbesatzes der westdeutschen Mittelgebirgsflüsse Fulda, Ahr, Sieg und Saar. Decheniana 132: 15-28, Bonn
- KRAUSE, A. 1988: Waldbäche und Waldflüsse - naturnahe Vorbilder für die Umgestaltung ausgebauter Wasserläufe. Natur und Landschaft 63: 367-369.
- KRAUSE, W. 1997: Charales (Charophyceae). In: Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa 18: 202 S., G. Fischer, Jena/Stuttgart/Lübeck/Ulm
- KROKER, J., WOLF, J. 2006: Zwischenbericht zum FuE-Projekt des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG) Referat 33: „Methodenkritik und Regionalisierung der im übergeordneten Maßstab entwickelten WRRRL-relevanten gewässerökologischen Referenz- und Bewertungsbedingungen für die biologische Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos unter Berücksichtigung der spezifischen naturräumlichen Verhältnisse im Freistaat Sachsen.“, unveröff. Bericht, Neusörnewitz

- KROKER, J., WOLF, J. 2007: Abschlussbericht zum FuE-Projekt des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG) Referat 33: "Methodenkritik und Regionalisierung der im übergeordneten Maßstab entwickelten WRRRL-relevanten gewässerökologischen Referenz- und Bewertungsbedingungen für die biologische Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos unter Berücksichtigung der spezifischen naturräumlichen Verhältnisse im Freistaat Sachsen (Teil 1: Fließgewässer). unveröff. Bericht, Neusörnewitz
- KUTSCHER, G. 1984: Verbreitung und Ökologie submerser Makrophyten in Fließgewässern der Schwäbischen Alb, Dissertation TU München
- LANAPLAN 2006: Machbarkeitsstudie „Anwendung des nordrhein-westfälischen Makrophyten-Bewertungsverfahrens für Fließgewässer in Sachsen. - Unveröff. Gutachten im Auftrag der Staatlichen Umweltbetriebsgesellschaft, Radebeul
- LANAPLAN 2007: Erfassung und Bewertung der Makrophytenvegetation in Fließgewässern im Einzugsgebiet der Ruhr und der in NRW gelegenen Teileinzugsgebiete der Sieg, Eder und Lahmim Jahr 2007- Unveröff. Gutachten im Auftrag der Bezirksregierung Arnsberg
- LANAPLAN 2011: Anpassung des in Nordrhein – Westfalen (NRW) entwickelten Bewertungsverfahrens für Makrophyten in Fließgewässern an sächsische Naturraumverhältnisse. - Unveröff. Gutachten im Auftrag der Staatlichen Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft Sachsen, Nossen
- LANSDOWN, R. V. 2008: Water-Starworts Callitriche of Europe, BSBI Handbook 11: 180 pp.
- LANUV 2008: Fortschreibung des Bewertungsverfahrens für Makrophyten in Fließgewässern in Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EG-Wasser-Rahmen-Richtlinie. LANUV Arbeitsblatt 3: 78 S. & Anhang, Recklinghausen.
www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/arbeitsblatt/arbla3/arbla3start.htm, zuletzt aufgerufen am 30.07.2015
- LEYSSEN, A., ADRIAENS, P., DENYS, L., PACKET, J., SCHNEIDERS, A., VAN LOOY, K., VANHECKE, L. (2005): Toepassing van verschillende biologische beoordelings-systemen op Vlaamsche potentiële interkalibratielocaties oevereekomstig de Europese Kaderrichtlijn Water, Partim Macrofyten. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel
- LONDO, G. 1974: The decimal scale for relevés of permanent quadrats. In: KNAPP, R. (ed.): Sampling methods in vegetation science: p. 45-49. W. Junk Publishers, The Hague/Boston/London
- LUA NRW (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen) 1999a: Referenzgewässer der Fließgewässertypen Nordrhein-Westfalens. LUA NRW, Merkblätter 16: 235 S., Essen
- LUA NRW (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen) 1999b: Leitbilder für kleine bis mittelgroße Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. LUA NRW, Merkblätter 17: 86 S., Essen
- LUA NRW (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen) 2001a: Klassifikation der aquatischen Makrophyten der Fließgewässer von Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie. LUA NRW, Merkblätter 30: 106 S., Essen, www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/lieferbareveroeffentlichungen/vls.htm, zuletzt aufgerufen am 30.07.2015

- LUA NRW 2001b: Vegetationskundliche Leitbilder und Referenzgewässer für die Ufer- und Auenvvegetation der Fließgewässer von Nordrhein-Westfalen. LUA NRW, Merkblätter 32: 80 S.
- LUA NRW (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen) 2001c: Referenzgewässer der Fließgewässertypen Nordrhein-Westfalens, LUA Merkblätter 29: 247 S., Essen
- LUA NRW (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen) 2001d: Leitbilder für die mittelgroßen bis großen Fließgewässer in Nordrhein-Westfalens, LUA Merkblätter 34: 127 S., Essen
- LUA NRW (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen) 2001e: Gewässerstrukturgüte in Nordrhein-Westfalen –Anleitung für die Kartierung mittelgroßer bis großer Fließgewässer, LUA Merkblätter 26: 151 S., Essen
- LUA NRW (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen) 2002: Fließgewässertypenatlas Nordrhein-Westfalens, LUA Merkblätter 36: 58 S., Essen
- LUA NRW (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen) 2003a: Kartieranleitung zur Erfassung und Bewertung der aquatischen Makrophyten der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie. LUA NRW, Merkblätter 39: 60 S., Essen
www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/merkbl/merk39/merk39start.htm, zuletzt aufgerufen am 30.07.2015
- LUA NRW 2003b: Vegetationskundliche Leitbilder und Referenzgewässer für die Ufer- und Auenvvegetation des Rheins in Nordrhein-Westfalen. LUA NRW, Merkblätter 40: 75 S.
- LUA NRW (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen) 2005: Biozönotische Leitbilder und das höchste ökologische Potenzial für Rhein und Weser in Nordrhein-Westfalen. LUA NRW, Merkblätter 49: 122 S.
www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/merkbl/merk49/merk49start.htm, Bearbeitung: HERING, D., POTTGIESSER, T., EHLERT, T., FRENZ, C., FRIEDRICH, G., HALLE, M., LORENZ, A., SCHARBERT, A. & K. VAN DE WEYER
- LUA NRW 2006: Klassifikation und Bewertung der Makrophytenvegetation der großen Seen in Nordrhein-Westfalen gemäß EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie, LUA Merkblätter 52: 108 S., <http://www.lua.nrw.de/veroeffentlichungen/merkbl/merk52/merk52.pdf> Bearbeitung: Dr. KLAUS VAN DE WEYER
- MAYER, B., TREMP, H., KOHLER, A. 1994: Verwendung von Wassermoosen als Versauerungsindikatoren im Gebiet der Recht- und Rotmurg (Nordschwarzwald). Hohenheimer Umwelttagung 26: 209-212
- MEINUNGER, L. & SCHRÖDER, W. 2007: Verbreitungsatlas der Moose Deutschlands. 3 Bände. 636 + 699 + 709 S., Verlag der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft, Regensburg
- MELZER, A. 1984: Makrophytische Wasserpflanzen in Urgesteinsseen Ostbayerns. In UMWELTBUNDESAMT: Gewässerversauerung in der BRD. Materialien 1/84: 344-352
- MELZER, A. 1997: Wasserpflanzen und Gewässerversauerung an den Arberseen. Bayerisches Landeamt f. Umweltschutz, Schriftenreihe 144: 99-109
- MESTERS, C. M. L. 1997: Polluted Dutch transboundary streams: effects on aquatic macrophytes: 127 pp., Thesis Utrecht University, Utrecht

- MIERWALD, U. 1988: Die Vegetation der Kleingewässer landwirtschaftlich genutzter Flächen - Eine pflanzensoziologische Studie. Mittlg. AG Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg 39: 286 S.
- MOLEN, D.T. VAN DER, R. POT, C.H.M. EVERS & L.L.J. VAN NIEUWERBURGH (eds.). 2012. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn water 2015-2021. Stowa rapport 2012-31.
- MONSCHAU-DUDENHAUSEN, K. 1982: Wasserpflanzen als Belastungsindikatoren in Fließgewässern - dargestellt am Beispiel der Schwarzwaldflüsse Nagold und Alb. Beih.Veröff. Natursch. Landschaftpl. Bad.-Württ. 28: 1-118
- MURL NRW (Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen) 1999: Richtlinie für naturnahe Unterhaltung und naturnahen Ausbau der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen: 86 S., 5. völlig neu bearbeitete Ausgabe, Düsseldorf
- MUNLV (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) NRW 2004: Lebensräume und Arten der FFH-Richtlinie in Nordrhein-Westfalen: 170 S., Düsseldorf
- MUNLV NRW (Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen) 2006: Auswahl von kosteneffizienten Maßnahmenkombinationen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung zur Erfüllung der EG-WRRL – Beispiel Lippe. Bearbeitung: Universität Duisburg Essen, Bauhaus Universität Weimar & RUFIS, http://www.flussgebiete.nrw.de/index.php/Steckbriefe_Dokumente/_/Kosteneffizienz, zuletzt aufgerufen am 23.03.2017
- NEBEL, M., PHILIPPI, G. (Hrsg.) 2000: Die Moose Baden-Württembergs, Band 1: 512 S., Ulmer, Stuttgart
- NEUMAYR, L. 1978: Verbreitung und Ökologie von *Octodicera fontanum* (LA PYL.) in Bayern. Hoppea 37: 179-240
- OSTENDORP, W., SCHMIDT, E. 1977: Untersuchungen zur Biomassenverteilung submerser Bryophyten in der Selbstreinigungsstrecke eines Brauereiabwasservorfluters (Mettma, Hochschwarzwald), Gewässer und Abwässer 62/63: 85-96, Krefeld
- PASSARGE, H. 1992: Pflanzengesellschaften Nordostdeutschlands: 298 S., J. Cramer, Berlin/Stuttgart
- POTT, R. 1995: Die Pflanzengesellschaften Deutschlands.- 2. Aufl., 622 S., Ulmer, Stuttgart.
- POTT, R. 1980: Die Wasser- und Sumpflvegetation eutropher Gewässer in der Westfälischen Bucht - Pflanzensoziologische und hydrochemische Untersuchungen. Abh. Landesmus. Naturk. Münster/Westfalen 42: 1-156
- POTT, R. 1984: Vegetation naturnaher Fließgewässer und deren Veränderungen nach technischen Ausbau- und Pflegemaßnahmen. Inf. Natursch. Landschaftpl. 4: 81-108, Wardenburg
- POTT, R. 1990: Grundzüge der Typologie, Genese und Ökologie von Fließgewässern Nordwestdeutschlands, Natur- und Landschaftskunde 26: 25-32, 55-62
- POTT, R. 1995: Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2. Aufl. 622 S., Ulmer, Stuttgart

- POTTGIESSER, T., KAIL, J., SEUTER, S., HALLE, M. 2004: Abschließende Arbeiten zur Fließgewässertypisierung entsprechend den Anforderungen der EU-WRRL, Teil II, Endbericht: 20 S., im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
- POTTGIESSER, T., PASTER, S., ROLAUFFS, P., HERING, D. 2016: Validierung der LAWA-Fließgewässertypologie 2014. LAWA-Projekt Nr. O 1.14 Überprüfung und Fortschreibung der LAWA-Fließgewässertypen „Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern“, „gefällearme Fließgewässer der Mittelgebirgsregion“ und anderer ausgewählter Fließgewässertypen
- PREISING, E., VAHLE, H.-C., BRANDES, D., HOFMEISTER, H., TÜXEN, J., WEBER H. E. 1990: Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften des Süßwassers - Bestandesentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme. Naturschutz Landschaftspflege Niedersachsen 20/8: 55-93, Hannover
- RAABE, U., LIENENBECKER, H. 2004: Salzstellen in Westfalen und im angrenzenden Niedersachsen: 219 S., Ilex Bücher 4, E. Giesecking/Bielefeld
- REMY, D. 1993: Pflanzensoziologische und standortkundliche Untersuchungen an Fließgewässern Nordwestdeutschlands. Abh. Landesmus. Naturk. Münster/Westfalen 55 3: 118 S.
- RIIS, T., SAND-JENSEN, K., VERSTERGAARD, O. 2000: Plant communities in lowland Danish streams: species composition and enviromental factors. Aquatic Botany 66: 255-272
- RINGLER, A., REHDING, G., BRÄU, M. 1994: Lebensraum Bäche und Bachufer. Landschaftspflegekonzept Bayern II.19: 340 S., München
- ROBACH, F., THIÉBAUT, G., TRÉMOLIÉRES, M., MULLER, S. 1996: A reference system for continental running waters: plant communities as bioindicators of increasing eutrophication in alkaline and acidic waters in north-east France. Hydrobiologia 340: 67-76
- RODWELL, J. S. (ED.), PIGOTT, C. D., RATCLIFFE, D. A., MALLOCH, A. J. C., BIRKS, H. J. B., PROCTOR, M. C. F., SHIMWELL, D. W., HUNTLEY, J. P., RADFORD, E., WIGGINTON, M. J., WILKINS, P. 1995: British Plant Communities, Vol. 4/Aquatic communities, swamps and tall-herb fens: 283 pp., Cambrigde University Press, Cambridge/New York/Melbourne
- RUNGE, F. 1979: Die Flora Westfalens, 3., verbesserte Auflage: 589 S., Aschendorff, Münster
- SCHAMINÉE, J H. J., WEEDA, E. J., WESTHOFF, V. 1995: De Vegetatie van Nederland Deel 2. Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden: 358 pp. Opulus Press, Uppsala/Leiden
- SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., HOFMANN, G., GUTOWSKI, A., FOERSTER, J. 2006: Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos, Stand Januar 2006
- SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., VOGEL, A., GUTOWSKI, A. unter Mitarbeit von K. VAN DE WEYER & UWE KOENZEN 2012: Weiterentwicklung biologischer Untersuchungsverfahren zur kohärenten Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie, Teilvorhaben Makrophyten & Phytobenthos. Bayerisches Landesamt f. Umwelt: 554 S.,

- http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet_seen/phylib_deutsch/publikationen/doc/weiterentw_biol_untverf_uba.pdf, zuletzt aufgerufen am 07.10. 2015
- SCHMIDT, C. 1993: Die Wassermoosvegetation im Bergland Westfalens. Abh. Westf. Mus. Naturkde. 55: 51 S., Münster
- SCHMIDT, D., WEYER, K. VAN DE, KRAUSE, W., KIES, L., GABRIEL, A., GEISLER, U., GUTOWSKI, A., SAMIETZ, R., SCHÜTZ, W., VAHLE, H.-C., VÖGE, M., WOLFF, P., MELZER, A. 1996: Rote Liste der Armleuchteralgen (Charophyceae) Deutschlands, 2. Fassung, Stand: Februar 1995. Schriftenreihe für Vegetationskunde 28: 547-576, Bonn-Bad Godesberg
- SCHNEIDER, S. 2000: Entwicklung eines Makrophytenindex zur Trophieindikation in Fließgewässern: 182 S. & Anhang, Shaker, Aachen
- SCHUBERT, H., BLINDOW, I. (eds.) 2003: Charophytes of the Baltic Sea: 326 pp., Gantner, Ruggell
- STETZKA, K. M., BAUMANN, M. 2002: Wassermoose als Versauerungs- und Eutrophierungsindikatoren. Untersuchungen aus dem Erzgebirge. Herzogia 15: 277-296
- STEUSLOFF, U. 1953: Untersuchungen zur Ökologie der Wasserphanerogamen im Raume der unteren Lippe. Gewässer und Abwässer 5: 10-23, Krefeld
- STILLER, G. 2005: Bewertung der Qualitätskomponente Makrophyten in ausgewählten tidebeeinflussten Flussunterläufen und Koog-Gewässern in den Marschen von Schleswig-Holstein gemäß EU-WRRL. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein
- STUHR, J., JÖDICKE, K., WEYER, K. VAN DE, MEIS, S. 2013: Verfahrensanleitung zur Bewertung der makrophytischen Fließgewässervegetation in Schleswig-Holstein, unveröff. Gutachten im Auftrag des LLUR Schleswig-Holstein
- SSYMANK, A., HAUKE, U., RÜCKRIEM, C., SCHRÖDER, E. 1998: Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 53: 560 S, Bonn-Bad Godesberg
- TREMP, H., 1999: Submerged Bryophytes in Running Waters, Ecological Characteristics and their Use in Biomonitoring. Environmental Science Forum 96: 233-242, Trans Tech Publications, Switzerland
- TREMP, H., KOHLER, A. 1995: The usefulness of macrophyte monitoring-systems, exemplified on eutrophication and acidification of running waters. Acta bot. Gallica 142: 541-550
- TREMP, H., KOHLER, A. 1996: Möglichkeiten zur Beurteilung des Säuregrades und der Versauerungsgefährdung von Fließgewässern mit Hilfe submerser Makrophyten. Verhdlg. Ges. f. Ökol. 25: 195-203
- UBE, IGB & LANAPLAN 2008: Morphologische und biologische Entwicklungspotenziale der Landes- und Bundeswasserstraßen im Elbe-Einzugsgebiet, Endbericht PEWA II, Das gute ökologische Potenzial: Methoden und Herleitung, unveröff. Gutachten im Auftrag der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz Berlin: 234 S.
- VEIT, U., ZELTNER, G.-H., KOHLER, A. 1997: Die Makrophyten-Vegetation des Fließgewässersystems der Friedberger Au (bei Augsburg) – Ihre Entwicklung von 1972 bis 1996. Ber. Inst. Landschafts- Pflanzenökologie Univ. Hohenheim, Beiheft 4: 7-241

- VEIT, U. & KOHLER, A. 2007: Methoden zum Monitoring der Amkrophyten-Vegetation in Fließgewässern. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) - Tagungsbericht 2006 (Dresden): 378-382, Werder 2007
- VERBÜCHELN, G., HINTERLANG, D., PARDEY, A., POTT, R., RAABE, U., WEYER, K. VAN DE (unter Mitarbeit von DINTER, W., MICHELS, C., SCHUMACHER, W., WOLFF-STRAUB, R.) 1995: Rote Liste der Pflanzengesellschaften in Nordrhein-Westfalen. Schriftenreihe der LÖBF 5: 318 S., Recklinghausen
- VOGGESBERGER, M. 1996: Callitrichaceae. In: SEBALD, O., SEYBOLD, S., PHILIPPI, G., WÖRZ, A.: Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Band 5: 233-246, Ulmer/Stuttgart
- WEBER, G. 1986: Die Makrophytenvegetation an Abschnitten der Wupper als Indikator für die Wassergüte, unveröff. Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum
- WEBER-OLDECOP, D. W. 1974: Makrophytische Kryptogamen in der oberen Salmonidenregion der Harzbäche. Arch. Hydrobiol. 74: 82-86
- WENTZEL, M. 1997: Untersuchungen zur Moosvegetation an Fließgewässern des Hochtaunus. Botanik und Naturschutz in Hessen 9: 5-46, Frankfurt/Main
- WEYER, K. VAN DE 1989: *Groenlandia densa* (L.) FOURR. in der Wesermarsch. Floristische Rundbriefe 23: 8-12
- WEYER, K. VAN DE 1990: Die Fließgewässervegetation im Einzugsgebiet der Schwalm (Nordrhein-Westfalen, Bundesrepublik Deutschland & Provinz Limburg, Niederlande). Natur am Niederrhein N. F. 5: 20-30
- WEYER, K. VAN DE 1992: Die Verbreitung und Vergesellschaftung von *Groenlandia densa* (L.) FOURR. im Niederrheinischen Tiefland. Natur am Niederrhein N. F. 7: 6-12. Krefeld
- WEYER, K. VAN DE 1997: Untersuchungen zur Biologie und Ökologie von *Potamogeton polygonifolius* POURR. im Niederrheinischen Tiefland. Dissertationes Botanicae 278: 178 S.
- WEYER, K. VAN DE 1999: Makrophyten. In: TÜMPLING, W. VON, FRIEDRICH, G. (Hrsg.): Methoden der biologischen Gewässeruntersuchung, Bd. 2: 198-219, G. Fischer, Jena/Stuttgart/Lübeck/Ulm
- WEYER, K. VAN DE 2007: Die Bedeutung von Tauchuntersuchungen bei der Erfassung von Makrophyten in Seen und Fließgewässern. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) - Tagungsbericht 2006 (Dresden): 708-713, Werder 2007
- WEYER, K. VAN DE 2008: Aquatische Makrophyten in Fließgewässern des Tieflandes – Mögliche Maßnahmen zur Initiierung der Strahlwirkung. Deutscher Rat für Landespflege 81: 67-70
- WEYER, K. VAN DE, 2014: Makrophytenverbreitung im Rhein 2012/2013. Unveröff. Gutachten im Auftrag der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins. Koblenz
- WEYER, K. VAN DE, SCHMIDT, C. 2011: Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten (Gefäßpflanzen, Armeleuchteralgen und Moose) in Deutschland: Band 1: Bestimmungsschlüssel. Fachbeiträge des LUGV Brandenburg 119: 164 S., Band 2: Abbildungen. Fachbeiträge des LUGV Brandenburg 120: 374 S., Herausgeber: Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) Brandenburg, Potsdam

- WEYER, K. VAN DE, HUSSNER, A. 2008: Die aquatischen Neophyten Deutschlands - eine Übersicht. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) - Tagungsbericht 2007 (Münster), im Druck, Werder 2008
- WEYER, K. VAN DE, WAHRENBURG, P., WIEGLEB, G. 1990: Die Makrophytenvegetation im Einzugsgebiet der Rur. I. Die Fließgewässervegetation und ihre Bedeutung für Naturschutz und Landschaftspflege. Decheniana 143: 141-159, Bonn
- WIEGEL, H. 1986: Die Makrophytenbesiedlung der Kall (Eifel) und ihre Veränderungen zwischen 1979 und 1984, Decheniana 139: 205-213, Bonn
- WIEGLEB, G. 1991: Die Lebens- und Wuchsformen der makrophytischen Wasserpflanzen und deren Beziehungen zur Ökologie, Verbreitung und Vergesellschaftung der Arten. Tuexenia 11: 135-147
- WIEGLEB, G. & HERR, W. 1984: Zur Entwicklung vegetationskundlicher Begriffsbildung am Beispiel der Fließgewässervegetation Mitteleuropas, Tuexenia 4: 303-325, Göttingen
- WOLF, J. 2008: Abschlussbericht zum FuE-Projekt des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG) Referat 33: "Methodenkritik und Regionalisierung der im übergeordneten Maßstab entwickelten WRRL-relevanten gewässerökologischen Referenz- und unter Berücksichtigung der spezifischen naturräumlichen Verhältnisse in Sachsen, Teil II (Vorhabennr. 060375). unveröff. Bericht, Neusörnewitz
- WOLFF, P. 1999: Vegetation und Ökologie der nährstoffarmen Fließgewässer der Pfalz. Pollichia-Buch 37: 125 S., Bad Dürkheim
- WOLFF, P., KNAPPE, J. 2014: Die Süßwasser-Rotalgen (Rhodophyta, Rhodophyceae) im Saarland und Grenzgebieten. Abh. Delattinia 40: 137-160
- WÜRZBACH, R., ZELTNER, G.-H., KOHLER, A. 1997: Die Makrophyten-Vegetation des Fließgewässersystems der Moosach (Münchener Ebene) – Ihre Entwicklung von 1970 bis 1996. Ber. Inst. Landschafts- Pflanzenökologie Univ. Hohenheim, Beiheft 4: 243-312
- ZANDER, B., WOHLFAHRT, U., WIEGLEB, G. 1991: Typisierung und Bewertung der Fließgewässervegetation der Bundesrepublik Deutschland, erstellt im Auftrag des BFN, unveröff.

Anhang 1: Ablaufschema der Makrophytenbewertung in Fließgewässern nach dem NRW-Verfahren in fünf Schritten

(NORBERT KIRCHHOFF & KLAUS VAN DE WEYER)

1. **Sortieren der gefundenen Pflanzenarten nach Wuchsformen**
 - **Aquatische Taxa (submers, flutend oder mit Schwimmblättern):**
Zuordnung der bewertungsrelevanten aquatischen Wuchsformen (s. Tab. 3-3)
 - **Helophytische Taxa (emers):**
Einstufung generell als helophytische Wuchsform (s. Tab. 3-3)
 - **Sonderfall:** Emers wachsende Dominanzbestände von *Berula erecta*, *Nasturtium officinale* agg., *Apium nodiflorum* und *Veronica* spp. begründen keinen Helophyten-Typ, sondern werden dem **Berula-Nasturtium-Apium-Veronica-Typ** zugeordnet
2. **Festlegung der dominanten Wuchsform und ggf. der relevanten begleitenden Wuchsformen** (s. Tab. 3-3)
 - Grundsätzlich werden bei den begleitenden Wuchsformen Helophyten, Herbiden, Junciden, Equisetiden, Graminoiden und Grünalgen nicht mitgezählt
 - Ebenso werden Störzeiger bei der Anzahl der begleitenden Wuchsformen nicht mitgezählt
 - Nymphaeiden und Vallisneriden werden als nur eine Wuchsform gewertet
 - Bei der *Sparganium emersum*-Gesellschaft werden die Störzeiger und Lemniden bei der Anzahl der begleitenden Wuchsformen nicht mitgezählt
3. **Zuordnung der Vegetationsaufnahme zu einem Vegetationstyp nach van de Weyer für den jeweils vorliegenden LAWA-Fließgewässertyp** (s. Tab. 5-19p)
 - Bei dem Mittelgebirgs-Gewässertyp 9.2 und den Tiefland-Gewässertypen 11, 14, 15, 17, 18 und 19 ist zwischen rhithraler und potamaler Ausprägung zu differenzieren
 - Bei den folgenden Vegetationstypen erfolgt eine unterschiedliche Bewertung rhithraler bzw. potamaler Gewässer bezüglich der Anzahl und Auswahl der Wuchsformen: Callitrichetum obtusangulae, Elodeiden-Ceratophyllum-Typ, Helophyten-Typ, Langfädiger Grünalgen-Typ, *Leptodictyum*-Typ, Parvopotamiden-Typ, *Sparganium emersum*-Gesellschaft, Lemniden Typ
4. **Prüfung, ob der festgestellte Vegetationstyp dem Leitbildzustand für den vorliegenden Gewässertyp entspricht oder welcher abweichende Gütezustand vorliegt** (s. Tab. 5-19p)
 - Für die Beurteilung des Gütezustands ist bei einigen Vegetationstypen nicht nur die Art und Anzahl der relevanten begleitenden Wuchsformen, sondern auch das qualitative und quantitative Vorkommen von Stör- und Gütezeigern sowie der Deckungsgrad bei Einart- bzw. Reinbeständen wichtig
5. **Zuordnung des jeweiligen Vegetationstyps zu einer ökologischen Zustandsklasse** (s. Tab. 5-19p)
 - Jede unkritische Anwendung von Bewertungsverfahren ist problematisch. Deshalb kann in begründeten Einzelfällen von der formal ermittelten Zustandsklasse abgewichen werden, um offensichtliche Fehlbeurteilungen zu vermeiden.

Anhang 2: Bestimmungshilfe für die in Deutschland nachgewiesenen Fließgewässer-Arten der Gattung *Callitriche* in Hinblick auf die Einordnung der Vegetationstypen

Von den neun Arten der Gattung *Callitriche*, die in Deutschland vorkommen, kommen die nachfolgend aufgeführten fünf Arten in Fließgewässern vor. Die anderen Arten kommen in Stillgewässern vor. In Ausnahmefällen können diese Arten aber auch in Fließgewässern auftreten; so ist z.B. in eiszeitlichen Seen Norddeutschlands unterhalb von Seen auf *Callitriche hermaphroditica* zu achten. Der nachfolgende Schlüssel berücksichtigt primär vegetative Merkmale:

- 1 Zumindest einige Unterwasserblätter an der Spitze deutlich verbreitert *Callitriche brutia* var. *hamulata* (KÜTZ. ex W. D. J. KOCH) LANSDOWN (= *Callitriche hamulata* KÜTZ. ex W. D. J. KOCH)
- 1* Unterwasserblätter an der Spitze nicht verbreitert oder Unterwasserblätter fehlend 2
- 2 Einige Unterwasserblätter > 20 mm lang, Schwimmblätter rhombisch *Callitriche obtusangula* LE GALL; zusätzliche Merkmale für diese Art: Früchte groß, elliptisch, länger als breit (ca. 1,5 x 1,2 mm), auf dem Rücken abgerundet, ungeflügelt. Pollenkörner von rundlich bis länglich-elliptisch oder bohnenförmig
- 2* Unterwasserblätter < 20 mm lang oder fehlend, Schwimmblätter rundlich-lanzettlich 3
- 3 Schwimmblätter rhombisch, Pollenkörner von rundlich bis länglich-elliptisch oder bohnenförmig *Callitriche obtusangula* LE GALL; zusätzliche Merkmale für diese Art: Früchte groß, elliptisch, länger als breit (ca. 1,5 x 1,2 mm), auf dem Rücken abgerundet, ungeflügelt
- 3* Schwimmblätter rundlich bis lanzettlich, nicht rhombisch bzw. Schwimmblätter fehlend, Pollenkörner nie bohnenförmig 4
- 4 Kreis mit Stängelhaaren im Durchschnitt mit > 10 Zellen (Mikroskop, mindestens 10 Proben zählen!) *Callitriche brutia* var. *hamulata* (KÜTZ. ex W. D. J. KOCH) LANSDOWN (= *Callitriche hamulata* KÜTZ. ex W. D. J. KOCH); zusätzliche Merkmale für diese Art: Teilfrüchte schmal geflügelt, Narbe abwärts gerichtet
- 4* Kreis mit Stängelhaaren im Durchschnitt mit < 10 Zellen (Mikroskop, mindestens 10 Proben zählen!) *Callitriche stagnalis* SCOP. / *Callitriche platycarpa* KÜTZ. / *Callitriche cophocarpa* SENDTN.

Anhang 3: Kurzanleitung für das metrifizierte Verfahren

(NORBERT KIRCHHOFF & KLAUS VAN DE WEYER)

0. Bestimmung des vorliegenden LAWA-Gewässertyps (inkl. der Ausprägung r oder p)

1. Ermittlung der Gesamtdeckung (inkl. der emersen Wuchsformen)

- wenn Deckung < 2% = makrophytenfrei bzw. makrophytenarm
 - ➔ ÖKZ = sehr gut / unbefriedigend / schlecht
oder unklar (bei fehlender Kenntnis der vorliegenden Belastungen)
- wenn Deckung > 2%
 - ➔ modulare Bewertung gemäß Tabellen M5-M19p

2. Festlegung des weiteren Vorgehens durch Auswertung der Referenzarten

- Es wird geprüft, ob die für den jeweiligen Fließgewässertyp angegebenen Leitarten (Referenzarten) dominant sind. Bei *Apium nodiflorum*, *Berula erecta*, *Nasturtium officinale* agg. und *Veronica* spp. zählen auch helophytische Formen zu den Referenzarten.
- Bei Vorliegen der *Sparganium emersum*-Gesellschaft (bei Typ M9.2p, M11p, M12, M14p, M15p, M17p, M18p, M19p) oder bei einer Dominanz von Myriophylliden (bei Typ M9, M9.1, M9.2r) wird nach der entsprechenden Sondertabelle (S- bzw. My-Tabelle) bewertet.
- In allen anderen Fällen erfolgen die modularen Bewertungen gemäß den Schritten 3.1 – 3.x in den Tabellen M5-M19p

3. Auswertung der einzelnen Module (gemäß den Angaben in den jeweiligen Tabellen)

- Eutrophierung
- Potamalisierung 1 (aquatische Wuchsformen)
- Potamalisierung 2 (Helophyten; zählen nur, wenn Quotient > 0,5)
- Rhithralisierung 1 (Moose)
- Rhithralisierung 2 (höhere Pflanzen)
- thermische Belastung

4. Berechnung der EQR für die einzelnen Module

- Quotient aus der Summe der Deckungsgrade der einzelnen relevanten Wuchsformen durch die Gesamtdeckung.
- ggf. ergänzend: Ermittlung der Anzahl der jeweiligen bewertungsrelevanten Wuchsformen (s. auch Tab. 3-3) zur erforderlichen weiteren Differenzierung gemäß den Angaben in den farbig markierten Zellen.

5. Ermittlung des Gesamtergebnisses (Gesamt-EQR) als worst case-Verschneidung der EQR-Bewertungen der einzelnen Module

Anhang 4: Wuchsformen der aquatischen Makrophyten in Deutschland

Tab. 3-3: Wuchsformen der aquatischen Makrophyten in Deutschland

Name	Autor	Bewertungsrelevante aquatische Wuchsform	helophytische Wuchsform	FFH-Art	Rote Liste Welt*	Rote Liste BRD	Neopyht	häufige Synonyme	Erläuterungen
<i>Agrostis canina</i>	L.	G	Hel						
<i>Agrostis stolonifera</i>	L.	G	Hel						
<i>Aldrovanda vesiculosa</i>	L.	C		x	x				
<i>Alisma gramineum</i>	LEJ.	V	Hel						
<i>Alisma lanceolatum</i>	WITH.	V	Hel						
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	L.	V	Hel						
<i>Alopecurus aequalis</i>	SOBOL.	G	Hel						
<i>Alopecurus geniculatus</i>	L.	G	Hel						
<i>Amblystegium fluviatile</i>	(HEDW.) SCHIMP.	Bry	Hel			V		Hygramblystegium fluviatile	
<i>Amblystegium tenax</i>	(HEDW.) C. E. O. JENSEN	Bry	Hel			V		Hygramblystegium tenax	
<i>Amblystegium varium</i>	(HEDW.) LINDB.	Bry	Hel						
<i>Andreaea rothii</i>	F. WEBER & D. MOHR	Bry	Hel						
<i>Andreaea rothii</i> ssp. <i>falcata</i>	(SCHIMP.) LINDB.	Bry	Hel					<i>Andreaea huntii</i>	
<i>Andreaea rothii</i> ssp. <i>rothii</i>	F. WEBER & D. MOHR	Bry	Hel						
<i>Aneura pinguis</i>	(L.) DUMORT.	Bry	Hel					<i>Riccardia pinguis</i>	
<i>Apium inundatum</i>	(L.) RCHB. f.	M	Hel			2			
<i>Apium nodiflorum</i>	(L.) LAG.	Herb	Hel			3			
<i>Azolla filiculoides</i>	LAM.	L					e		
<i>Azolla mexicana</i>	C. PRESL	L					u	<i>Azolla caroliniana</i> , <i>A. cristata</i>	Taxonomie unklar
<i>Baldellia ranunculoides</i>	(L.) PARL.	V	Hel			2			
<i>Baldellia ranunculoides</i> ssp. <i>ranunculoides</i>	(L.) PARL.	V	Hel			2			
<i>Baldellia ranunculoides</i> ssp. <i>repens</i>	(LAM.) Á . & D. LÖVE	V	Hel			2			
<i>Berula erecta</i>	(HUDS.) COVILLE	Herb	Hel						
<i>Blindia acuta</i>	(HEDW.) BRUCH & SCHIMP.	Bry	Hel			V			
<i>Brachythecium mildeanum</i>	(SCHIMP.) SCHIMP. ex MIL-DE	Bry	Hel			D			
<i>Brachythecium plumosum</i>	(HEDW.) SCHIMP.	Bry	Hel			V			
<i>Brachythecium rivulare</i>	SCHIMP.	Bry	Hel						
<i>Brachythecium rutabulum</i>	(HEDW.) SCHIMP.	Bry	Hel						
<i>Bryum gemmiparum</i>	DE NOT.	Bry	Hel			R			
<i>Bryum neodamense</i>	ITZIGS. ex MUELL. Hal.	Bry	Hel			2			

Name	Autor	Bewertungsrelevante aquatische Wuchsform	helophytische Wuchsform	FFH-Art	Rote Liste Welt*	Rote Liste BRD	Neopyht	häufige Synonyme	Erläuterungen
Bryum pseudotriquetrum	(HEDW.) P. GAERTN., E. MEY. & SCHERB.	Bry	Hel			V			
Bryum pseudotriquetrum var. bimum	(SCHREB.) LILJ.	Bry	Hel			V		Bryum bimum	
Bryum pseudotriquetrum var. pseudotriquetrum	(HEDW.) P. GAERTN., E. MEY. & SCHERB.	Bry	Hel						
Bryum schleicheri	DC.	Bry	Hel						
Bryum schleicheri var. latifolium	(SCHWAEGR.) SCHIMP.	Bry	Hel			3			
Bryum schleicheri var. schleicheri	DC.	Bry	Hel			3			
Butomus umbellatus	L.	N	Hel						
Calliergon cordifolium	(HEDW.) KINDB.	Bry	Hel			V			
Calliergon giganteum	(SCHIMP.) KINDB.	Bry	Hel			3			
Calliergon megalophyllum	MIKUT.	Bry	Hel			0			
Calliergon richardsonii	(MITT.) KINDB.	Bry	Hel			2			
Calliergonella cuspidata	(HEDW.) LOESKE	Bry	Hel						
Callitriche brutia	PETAGNA	Pep				R			
Callitriche brutia var. brutia	PETAGNA	Pep						Callitriche brutia	
Callitriche brutia var. hamulata	(KÜTZ. ex W. D. J. KOCH) LANSDOWN	Pep						Callitriche hamulata	
Callitriche cophocarpa	SENDT.	Pep							
Callitriche hermaphroditica	L.	Pep				G			
Callitriche obtusangula	LE GALL	Pep							
Callitriche palustris	L.	Pep							
Callitriche platycarpa	KÜTZ.	Pep							
Callitriche stagnalis	SCOP.	Pep							
Callitriche truncata ssp. occidentalis	(ROUY) SCHOTSMAN	Pep							
Callitriche x vicens	MARTINSSON	Pep							Callitriche cophocarpa x C. platycarpa
Campylium elodes	(LINDB.) KINDB.	Bry	Hel			2		Campyliadelphus elodes	
Campylium stellatum	(HEDW.) C. E. O. JENSEN	Bry	Hel			3			
Cardamine amara	L.	Herb	Hel						
Catabrosa aquatica	(L.) P. BEAUV.	G	Hel			2-			
Cephalozia macrostachya	KAAL.	Bry	Hel			3			
Ceratophyllum demersum	L.	C							
Ceratophyllum submersum	L.	C							
Chara aspera	WILLD.	Ca				2+			
Chara baltica	BRUZELIUS	Ca				2			
Chara baueri	A. BRAUN	Ca				0			
Chara braunii	C. C. GMEL.	Ca				1			
Chara canescens	LOISEL.	Ca				2			

Name	Autor	Bewertungsrelevante aquatische Wuchsform	helophytische Wuchsform	FFH-Art	Rote Liste Welt*	Rote Liste BRD	Neopyht	häufige Synonyme	Erläuterungen
Chara connivens	SALZM. ex A. BRAUN	Ca				R			
Chara contraria	A. BRAUN ex KÜTZ.	Ca				3+			
Chara denudata	A. BRAUN	Ca				n. a.			
Chara filiformis	HERTSCH	Ca				1			
Chara globularis	THUILL.	Ca						Chara fragilis	
Chara hispida	L.	Ca				2-			
Chara horrida	WAHLST.	Ca				1			
Chara intermedia	A. BRAUN	Ca				2			
Chara polyacantha	A. BRAUN	Ca				1			
Chara rudis	(A. BRAUN) LEONH.	Ca							
Chara rudis	(A. BRAUN) LEONH.	Ca				2			
Chara strigosa	A. BRAUN	Ca							
Chara strigosa	A. BRAUN	Ca				R			
Chara tenuispina	A. BRAUN	Ca				1			
Chara tomentosa	L.	Ca				2-			
Chara virgata	KÜTZ.	Ca				3+		Chara delicatula	
Chara vulgaris	L.	Ca							
Chiloscyphus pallescens	(HOFFM.) DUMORT.	Bry	Hel						
Chiloscyphus polyanthos	(L.) CORDA	Bry	Hel						
Cinclidotus aquaticus	(HEDW.) BRUCH & SCHIMP.	Bry	Hel			3			
Cinclidotus danubicus	SCHIFFN. & BAUMGARTNER	Bry	Hel			V			
Cinclidotus fontinaloides	(HEDW.) P. BEAUV	Bry	Hel			V			
Cinclidotus riparius	(BRID.) ARN.	Bry	Hel			V		Cinclidotus nigricans	
Cladopodiella fluitans	(NEES) H. BUCH	Bry	Hel			2			
Climacium dendroides	(HEDW.) F. WEBER & D. MOHR	Bry	Hel						
Conocephalum conicum	(L.) DUMORT.	Bry	Hel						
Crassula aquatica	(L.) SCHÖNLAND	Ppot	Hel			0			
Crassula helmsii	(KIRK) COCKAYNE	Ppot	Hel				e		
Cratoneuron filicinum	(HEDW.) SPRUCE	Bry	Hel						
Cratoneuron filicinum var. atrovirens	(BRID.) OCHYRA	Bry	Hel						
Cratoneuron filicinum var. filicinum	(HEDW.) SPRUCE	Bry	Hel						
Ctenidium molluscum	(HEDW.) MITT	Bry	Hel			V			
Dialytrichia fragilifolia	(BIZOT & J. ROUX) F. LARA	Bry	Hel						
Dialytrichia mucronata	(BRID.) BROTH.	Bry	Hel			V		Cinclidotus mucronatus	
Dichelyma capillaceum	(DICKS.) MYRIN	Bry	Hel			0			
Dichodontium flavescens	(DICKS.) LINDB.	Bry	Hel			3			
Dichodontium pellucidum	(HEDW.) SCHIMP.	Bry	Hel			V			
Dicranella palustris	(DICKS.) CRUNDW. Ex E. F. WARB.	Bry	Hel			3		Dicranella squarrosa	

Name	Autor	Bewertungsrelevante aquatische Wuchsform	helophytische Wuchsform	FFH-Art	Rote Liste Welt*	Rote Liste BRD	Neopyht	häufige Synonyme	Erläuterungen
Didymodon nicholsonii	CULM.	Bry	Hel					Barbula nicholsonii	
Didymodon tophaceus	(BRID.) LISA	Bry	Hel			V		Barbula tophacea	
Drepanocladus aduncus	(HEDW.) WARNST.	Bry	Hel					Drepanocladus polycarpus	
Drepanocladus longifolius	(MITT.) PARIS	Bry	Hel					Drepanocladus capillifolius	
Drepanocladus polygamus	(SCHIMP.) HEDENÄS	Bry	Hel					Campylium polygamum	
Drepanocladus sendtneri	(H. MÜLL.) WARNST.	Bry	Hel			G			
Drepanocladus sordidus	(MÜLL. Hal.) HEDENÄS	Bry	Hel					Drepanocladus tenuinervis	
Egeria densa	PLANCH.	E					e		
Eichhornia crassipes	(MART.) SOLMS	S					u		
Elatine alsinastrum	L.	E	Hel			2			
Elatine hexandra	(LAPIERRE) DC.	Ppot	Hel		x	3			
Elatine hydropiper	L.	Ppot	Hel			3			
Elatine triandra	SCHKUHR	Ppot	Hel		x	3			
Eleocharis acicularis	(L.) ROEM. & SCHULT.	I	Hel			3			
Elodea callitrichoides	(RICH.) CASP.	E					u	Elodea ernstiae	
Elodea canadensis	MICHX.	E					e		
Elodea nuttallii	(PLANCH.) H. ST. JOHN	E					e		
Equisetum fluviatile	L.	Eq	Hel						
Equisetum palustre	L.	Eq	Hel						
Equisetum x litorale	KUHLEW. ex RUPR.	Eq	Hel						
Eucladium verticillatum	(BRID.) BRUCH & SCHIMP.	Bry	Hel			3			
Eurhynchium praelongum	(HEDW.) SCHIMP.	Bry	Hel						
Fissidens adianthoides	HEDW.	Bry	Hel			3			
Fissidens arnoldii	R. RUTHE	Bry	Hel			3			
Fissidens crassipes	WILSON ex BRUCH & SCHIMP.	Bry	Hel			V			
Fissidens exiguus	SULL.	Bry	Hel			R			
Fissidens grandifrons	BRID.	Bry	Hel			1			
Fissidens gymnanthus	BUSE	Bry	Hel			D			
Fissidens pusillus	(WILSON) MILDE	Bry	Hel						
Fissidens rivularis	(SPRUCE) BRUCH & SCHIMP.	Bry	Hel			D			
Fissidens rufulus	BRUCH & SCHIMP.	Bry	Hel			D			
Fontinalis antipyretica	HEDW.	Bry	Hel			V			
Fontinalis hypnoides	HARTM.	Bry	Hel			1			
Fontinalis squamosa	HEDW.	Bry	Hel			V			
Glyceria declinata	BRÉB.	G	Hel						
Glyceria fluitans	(L.) R. BR.	G	Hel						

Name	Autor	Bewertungsrelevante aquatische Wuchsform	helophytische Wuchsform	FFH-Art	Rote Liste Welt*	Rote Liste BRD	Neopyht	häufige Synonyme	Erläuterungen
<i>Glyceria maxima</i>	(HARTM.) HOLMB.	G	Hel						
<i>Glyceria notata</i>	CHEVALL.	G	Hel						
<i>Glyceria x pedicillata</i>	TOWNS.	G	Hel						<i>Glyceria fluitans</i> x <i>G. notata</i>
<i>Groenlandia densa</i>	(L.) FOURR.	Ppot				2			
<i>Gymnocolea inflata</i>	(HUDS.) DUMORT.	Bry	Hel			V			
<i>Hamatocaulis lapponicus</i>	(NORRL.) HEDENÄS	Bry	Hel					Drepanocladus lapponicus	
<i>Hamatocaulis vernicosus</i>	(MITT.) HEDENÄS	Bry	Hel	x				Drepanocladus vernicosus	
<i>Harpanthus flotovianus</i>	(NEES) NEES	Bry	Hel			2			
<i>Hippuris vulgaris</i>	L.	E	Hel			3			
<i>Hookeria lucens</i>	(HEDW.) SM.	Bry	Hel			3			
<i>Hottonia palustris</i>	L.	M				3-			
<i>Hydrilla verticillata</i>	ROYLE	E					u		
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	L.	Hy				3			
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	L. f.	N					e		
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	L.	N							
<i>Hygrohypnum duriusculum</i>	(DE NOT.) D. W. JAMIESON	Bry	Hel			3			
<i>Hygrohypnum eugyrium</i>	(SCHIMP.) BROTH.	Bry	Hel			3			
<i>Hygrohypnum luridum</i>	(HEDW.) JENN.	Bry	Hel			V			
<i>Hygrohypnum ochraceum</i>	(WILSON) LOESKE	Bry	Hel			3			
<i>Hygrohypnum ochraceum</i> var. <i>ochraceum</i>	(WILSON) LOESKE	Bry	Hel			3			
<i>Hygrohypnum ochraceum</i> var. <i>obtusifolia</i>	SPINDLER	Bry	Hel			3			
<i>Hygrohypnum smithii</i>	(SW.) BROTH.	Bry	Hel			0			
<i>Hygrophila polysperma</i>	(ROXB.) T. ANDERS.	Herb	Hel				u		
<i>Hymenostylium recurvirostrum</i>	(HEDW.) DIXON	Bry	Hel			3			
<i>Hycomium armoricum</i>	(BRID.) WIJK & MARGAD.	Bry	Hel			V			
<i>Hyophila involuta</i>	(HOOK.) A. JAEGER	Bry	Hel						
<i>Hypericum elodes</i>	L.	S	Hel			2			
<i>Isoëtes echinospora</i>	DURIEU	I				2			
<i>Isoëtes lacustris</i>	L.	I			x	2			
<i>Isolepis fluitans</i>	(L.) R. BR.	Ppot				2		Eleogiton fluitans	
<i>Isothecium holtii</i>	KINDB.	Bry	Hel						
<i>Juncus acutiflorus</i>	EHRH. ex. HOFFM.	Ju	Hel						
<i>Juncus alpinoarticulatus</i>	CHAIX	Ju	Hel					Juncus alpinus	
<i>Juncus articulatus</i>	L. em. K. RICHT.	Ju	Hel						
<i>Juncus bulbosus</i>	L.	I	Hel						
<i>Juncus subnodulosus</i>	SCHRANK	Ju	Hel			3			
<i>Jungermannia atrovirens</i>	DUMORT.	Bry	Hel			V			

Name	Autor	Bewertungsrelevante aquatische Wuchsform	helophytische Wuchsform	FFH-Art	Rote Liste Welt*	Rote Liste BRD	Neopyht	häufige Synonyme	Erläuterungen
Jungermannia exsertifolia	STEPH.	Bry	Hel						
Jungermannia obovata	NEES	Bry	Hel			3			
Jungermannia pumila	WITH.	Bry	Hel			3			
Jungermannia sphaerocarpa	HOOK.	Bry	Hel			V			
Lagarosiphon major	(RIDL.) MOSS	Ppot					e		
Lamprothamnium papulosum	(WALLR.) J. GROVES	Ca				1			
Lamprothamnium sonderi	GARNIEL	Ca				n. a.			
Lemna aequinoctalis	WELW.	L					u		
Lemna gibba	L.	L							
Lemna minor	L.	L							
Lemna minuta	H. B. & K.	L					e		
Lemna trisulca	L.	R							
Lemna turionifera	LANDOLT	L					e		
Leptodictyum riparium	(HEDW.) WARNST.	Bry	Hel					Amblystegium riparium	
Leskea polycarpa	EHRH. ex HEDW.	Bry	Hel			V			
Litorella uniflora	(L.) ASCH.	I	Hel			2			
Lobelia dortmanna	L.	I				1			
Lophocolea bidentata	(L.) DUMORT.	Bry	Hel					Lophocolea cuspidata	
Ludwigia palustris	(L.) ELLIOT	Pep	Hel			1			
Lunularia cruciata	(L.) DUMORT. ex LINDB.	Bry	Hel						
Luronium natans	(L.) RAFIN.	N	Hel	x	x	2+			
Lychnothmanus barbatus	(MEYEN) LEONH.	Ca				0			
Lysimachia nummularia	L.	Ppot	Hel						
Marchantia polymorpha ssp. polymorpha	L.	Bry	Hel			V		Marchantia aquatica p.p.	
Marsilea quadrifolia	L.	N	Hel	x		0			
Marsupella emarginata	(EHRH.) DUMORT.	Bry	Hel			3		Marsupella aquatica	
Marsupella sphacelata	(LINDENB.) DUMORT.	Bry	Hel			3			
Meesia triquetra	(RICHT.) ÅNGSTR.	Bry	Hel			1			
Meesia uliginosa	HEDW.	Bry	Hel			3			
Mentha aquatica	L.	Herb	Hel						
Moerckia hibernica	(HOOK.) GOTTSCHKE	Bry	Hel			2			
Montia fontana	L.	Pep	Hel						
Montia fontana ssp. amporitana	SENNEN	Pep	Hel						
Montia fontana ssp. chondrosperma	(FENZL) WALTERS	Pep	Hel			3			
Montia fontana ssp. fontana	L.	Pep	Hel						
Montia fontana ssp. variabilis	WALTERS	Pep	Hel						
Myosotis laxa	LEHM.	Herb	Hel						

Name	Autor	Bewertungsrelevante aquatische Wuchsform	helophytische Wuchsform	FFH-Art	Rote Liste Welt*	Rote Liste BRD	Neopyht	häufige Synonyme	Erläuterungen
<i>Myosotis scorpioides</i>	L.	Herb	Hel						
<i>Myosotis scorpioides</i> ssp. <i>praecox</i>	(HÜLPH.) DICKORÉ)	Herb	Hel						
<i>Myosotis scorpioides</i> ssp. <i>scorpioides</i>	L.	Herb	Hel						
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	DC.	M				2			
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	(VELL.) VERDC.	M					e		
<i>Myriophyllum heterophyllum</i>	MICHX.	M					e		
<i>Myriophyllum spicatum</i>	L.	M							
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	L.	M							
<i>Najas flexilis</i>	(WILLD.) ROSTK. & W. L. E. SCHMIDT	Ppot		x	x	1			
<i>Najas marina</i>	L.	Ppot							
<i>Najas marina</i> ssp. <i>intermedia</i>	(WOLFG. ex GORSKI) CASPER	Ppot				2			
<i>Najas marina</i> ssp. <i>marina</i>	L.	Ppot				3			
<i>Najas minor</i>	ALL.	Ppot				2			
<i>Nardia compressa</i>	(HOOK.) GRAY	Bry	Hel			2			
<i>Nasturtium microphyllum</i>	BOENN. ex RCHB.	Herb	Hel						
<i>Nasturtium officinale</i>	W. T. AITON	Herb	Hel						
<i>Nasturtium x sterile</i>	(AIRY SHAW) OEF.	Herb	Hel						
<i>Nitella capillaris</i>	(KROK.) J. GROVES et BULL.-WEBST.	Ca				1			
<i>Nitella confervacea</i>	(BRÉB.) A. BRAUN ex LEONH.	Ca				0		<i>Nitella batrachosperma</i>	
<i>Nitella flexilis</i>	(L.) AG.	Ca				3+			
<i>Nitella gracilis</i>	(SM.) AG.	Ca				2+			
<i>Nitella hyalina</i>	(DC. in LAM. & DC.) AG.	Ca				1			
<i>Nitella mucronata</i>	(A. BRAUN) MIQ.	Ca				3+			
<i>Nitella opaca</i>	(BRUZELIUS) AG.	Ca				2			
<i>Nitella syncarpa</i>	(THUILLIER) CHEVALLIER	Ca				2+			
<i>Nitella tenuissima</i>	(DESV.) KÜTZ.	Ca				1			
<i>Nitella translucens</i>	(PERS.) AG.	Ca				2+			
<i>Nitelopsis obtusa</i>	(DESV. in LOISEL.) J. GROVES	Ca				3+			
<i>Nuphar lutea</i>	(L.) SIBTH. & SM.	N							
<i>Nuphar pumila</i>	TIMM	N				1			
<i>Nuphar x spenneriana</i>	GAUDIN	N						<i>Nuphar x intermedia</i>	<i>Nuphar lutea</i> x <i>N. pumila</i>
<i>Nymphaea alba</i>	L.	N							
<i>Nymphaea candida</i>	C. PRESL	N				2			
<i>Nymphaea x borealis</i>	E. G. CAMUS	N							<i>Nymphaea alba</i> x <i>N. candida</i>
<i>Nymphoides peltata</i>	(S. G. GMEL.) KUNTZE	N				3			

Name	Autor	Bewertungsrelevante aquatische Wuchsform	helophytische Wuchsform	FFH-Art	Rote Liste Welt*	Rote Liste BRD	Neopyht	häufige Synonyme	Erläuterungen
Octodiceras fontanum	(BACH. PYL.) LINDB.	Bry	Hel			V		Fissidens fontanus	
Oenanthe aquatica	(L.) POIR.	Herb	Hel						
Oenanthe fistulosa	L.	Herb	Hel			3			
Oenanthe fluviatilis	(BAB.) COLEMAN	Herb				0			
Orthotrichum cupulatum var. riparium	HUEBENER	Bry	Hel			3			
Orthotrichum rivulare	TURNER	Bry	Hel			1			
Orthotrichum sprucei	MONT.	Bry	Hel			R			
Oxystegus tenuirostris	(HOOK. & TAYLOR) A. J. E. SM.	Bry	Hel			V		Trichostomum tenuirostre	
Palustriella commutata	(HEDW.) OCHYRA	Bry	Hel			3		Cratoneuron commutatum	
Palustriella commutata var. commutata	(HEDW.) OCHYRA	Bry	Hel			3		Cratoneuron commutatum var. commutatum	
Palustriella commutata var. falcata	(BRID.) OCHYRA	Bry	Hel			D		Cratoneuron commutatum var. falcatum	
Palustriella decipiens	(DE NOT.) OCHYRA	Bry	Hel			3			
Pellia endiviifolia	(DICKS.) DUMORT.	Bry	Hel						
Pellia epiphylla	(L.) CORDA	Bry	Hel						
Pellia neesiana	(GOTTSCHE) LIMPR.	Bry	Hel			V			
Peplis portula	L.	Pep	Hel						
Persicaria amphibia	(L.) DELARBRE	N	Hel					Polygonum amphibium	
Persicaria hydropiper	(L.) DELARBRE	N	Hel					Polygonum hydropiper	
Phalaris arundinacea	L.	G	Hel						
Philonotis caespitosa	JUR.	Bry	Hel			3			
Philonotis calcarea	(BRUCH & SCHIMP.) SCHIMP.	Bry	Hel			3			
Philonotis fontana	(HEDW.) BRID.	Bry	Hel			V			
Philonotis marchica	(HEDW.) BRID.	Bry	Hel			3			
Philonotis seriata	MITT.	Bry	Hel			V			
Pilularia globulifera	L.	I	Hel		x	3+			
Pistia stratiotes	L.	S					u		
Platyhypnidium lusitanicum	(SCHIMP.) OCHYRA & BEDNAREK-OCHYRA	Bry	Hel			R		Rhynchostegium alopecuroides	
Platyhypnidium mutatum	OCHYRA & VANDERP.	Bry	Hel						
Platyhypnidium riparioides	(HEDW.) DIXON	Bry	Hel					Rhynchostegium riparioides	

Name	Autor	Bewertungsrelevante aquatische Wuchsform	helophytische Wuchsform	FFH-Art	Rote Liste Welt*	Rote Liste BRD	Neopyht	häufige Synonyme	Erläuterungen
Porella cordaeana	(HUEBENER) MOORE	Bry	Hel			V			
Potamogeton acutifolius	LINK ex ROEM. & SCHULT.	Ppot				3			
Potamogeton alpinus	BALB.	Mpot				3			
Potamogeton berchtoldii	FIEBER	Ppot							
Potamogeton coloratus	HORNEM.	Mpot			x	2			
Potamogeton compressus	L.	Ppot				2			
Potamogeton crispus	L.	Ppot							
Potamogeton filiformis	PERS.	Ppot				2			
Potamogeton friesii	RUPR.	Ppot				2			
Potamogeton gramineus	L.	Mpot		N		2			
Potamogeton lucens	L.	Mpot							
Potamogeton natans	L.	N							
Potamogeton nodosus	POIR.	N							
Potamogeton obtusifolius	MERT. & W. D. J. KOCH	Ppot				3			
Potamogeton pectinatus	L.	Ppot							
Potamogeton perfoliatus	L.	Mpot							
Potamogeton polygonifolius	POURR.	N				3			
Potamogeton praelongus	WULFEN	Mpot				2+			
Potamogeton pusillus	L. em. FIEBER	Ppot							
Potamogeton rutilus	WOLFG.	Ppot				1			
Potamogeton trichoides	CHAM. & SCHLDL.	Ppot				3			
Potamogeton x angustifolius	J. PRESL	Mpot				2	Potamogeton x zizii	P. gramineus x P. lucens	
Potamogeton x cognatus	ASCH. et GRAEBN.	Mpot						P. perfoliatus x P. praelongus	
Potamogeton x cooperi	(FRYER) FRYER	Mpot						P. crispus x P. perfoliatus	
Potamogeton x fluitans	ROTH	Mpot						P. natans x P. lucens	
Potamogeton x lintonii	FRYER	Ppot					P. crispus x P. friesii		
Potamogeton x nericius	HAGSTR.	Mpot						P. alpinus x P. gramineus	
Potamogeton x nerviger	WOLFG.	Mpot						P. alpinus x P. lucens	
Potamogeton x nitens	WEBER	Mpot				2		P. gramineus x P. perfoliatus	

Name	Autor	Bewertungsrelevante aquatische Wuchsform	helophytische Wuchsform	FFH-Art	Rote Liste Welt*	Rote Liste BRD	Neopyht	häufige Synonyme	Erläuterungen
Potamogeton x olivaceus	BAAGØE ex G. FISCH.	Mpot						Potamogeton x venustus	P. alpinus x P. crispus
Potamogeton x salicifolius	WOLFG.	Mpot						Potamogeton x decipiens	P. gramineus x P. lucens
Potamogeton x schreberi	G. FISCH.	N							P. natans x P. nodosus
Potamogeton x sparganifolius	LAEST. ex FRIES	N							P. gramineus x P. natans
Potamogeton x spathulatus	SCHRAD. ex W. D. J. KOCH et ZIZ	Mpot							P. alpinus x P. polygonifolius
Potamogeton x sueicus	HAGSTR.	Ppot							P. filiformis x P. pectinatus
Potamogeton x undulatus	WOLFG. apud SCHULT. et SCHULT. f.	Mpot							P. crispus x P. praelongus
Potamogeton x variifolius	THORE	N							P. berchtoldii x P.natans
Pseudocalliergon lycopodioides	(BRID.) HEDENÄS	Bry	Hel			2		Drepanocladus lycopodioides	
Pseudocalliergon trifarium	(F. WEBER & D. MOHR) LOESKE	Bry	Hel			2		Calliergon trifarium	
Pseudocalliergon turgescens	(T. JENSEN) LOESKE	Bry	Hel			2		Scorpidium turgescens	
Racomitrium aciculare	(HEDW.) BRID.	Bry	Hel			V			
Racomitrium aquaticum	(SCHRAD.) BRID.	Bry	Hel			3			
Ranunculus aquatilis	L.	B	Hel						
Ranunculus circinatus	SIBTH.	M	Hel						
Ranunculus flammula	L.	N	Hel						
Ranunculus fluitans	LAM.	M	Hel						
Ranunculus hederaceus	L.	N	Hel						
Ranunculus ololeucos	J. LLOYD	M	Hel			1			
Ranunculus peltatus	SCHRANK	M	Hel						
Ranunculus peltatus ssp. baudotii	(GODR.) C. D. K. COOK	M	Hel						
Ranunculus peltatus ssp. peltatus	SCHRANK	M	Hel						
Ranunculus penicillatus	(DUMORT.) BAB.	M	Hel						
Ranunculus penicillatus ssp. penicillatus	(DUMORT.) BAB.	M	Hel						
Ranunculus penicillatus ssp. pseudofluitans	(SYME) S. D. WEBSTER	M	Hel						
Ranunculus sceleratus	L.	N	Hel						
Ranunculus trichophyllus	CHAIX	M	Hel						

Name	Autor	Bewertungsrelevante aquatische Wuchsform	helophytische Wuchsform	FFH-Art	Rote Liste Welt*	Rote Liste BRD	Neopyht	häufige Synonyme	Erläuterungen
Ranunculus trichophyllus ssp. eradicatus	(LAEST.) C. D. K. COOK	M	Hel						
Ranunculus trichophyllus ssp. rionii	(LAGGER) SOO	M	Hel						
Ranunculus trichophyllus ssp. trichophyllus	CHAIX	M	Hel						
Ranunculus x glueckii	A. FELIX	M	Hel						R. circinatus x R. trichophyllus
Rhynchostegiella curviseta	(BRID.) LIMPR.	Bry	Hel						
Rhynchostegiella teneriffae	(MONT.) DIRKSE & BOUMAN	Bry	Hel			G		Rhynchostegiella jacquinii	
Riccardia chamedryfolia	(WITH.) GROLLE	Bry	Hel			V			
Riccardia multifida	(L.) GRAY	Bry	Hel			3			
Riccia fluitans	L. em. LORB.	R	Hel						
Riccia rhenana	LORB. ex MÜLL. Frib.	R	Hel			D			
Ricciocarpos natans	(L.) CORDA	L	Hel			3			
Ruppia cirrhosa	(PETAGNA) GRANDE	Ppot				3			
Ruppia maritima	L.	Ppot				2			
Sagittaria latifolia	WILLD.	N	Hel				e		
Sagittaria sagittifolia	L.	N	Hel						
Sagittaria subulata	(L.) BUCHENAU	V	Hel				u		
Salvinia auriculata agg.	AUBL.	L					u	Salvinia molesta	Taxonomie unklar
Salvinia natans	(L.) ALL.	L				2+			
Scapania irrigua	(NEES) NEES	Bry	Hel			V			
Scapania paludicola	LOESKE & MÜLL. Frib.	Bry	Hel			3			
Scapania paludosa	(MÜLL. Frib.) MÜLL. Frib	Bry	Hel			3			
Scapania subalpina	(LINDENB.) DUMORT.	Bry	Hel			3			
Scapania uliginosa	(LINDENB.) DUMORT.	Bry	Hel			1			
Scapania undulata	(L.) DUMORT.	Bry	Hel						
Schistidium apocarpum	(HEDW.) BRUCH & SCHIMP.	Bry	Hel						
Schistidium platyphyllum	(MITT.) KINDB.	Bry	Hel						
Schistidium rivulare	(BRID.) PODP.	Bry	Hel			V			
Schoenoplectus lacustris	L.	N	Hel						
Scleropodium cespitans	(MÜLL. Hal.) L. F. KOCH	Bry	Hel			R			
Scorpidium cossonii	(SCHMIMP.) HEDENÄS	Bry	Hel					Drepanocladus cossonii	
Scorpidium revolvens	(SW. ex ANON.) RUBERS	Bry	Hel					Drepanocladus revolvens	
Scorpidium scorpioides	(HEDW.) LIMPR.	Bry	Hel			3			
Shinnersia rivularis	(A. GRAY) R. M. KING & H. ROBINSON	B					u		
Sium latifolium	L.	Herb	Hel						
Sparganium angustifolium	MICHX.	N	Hel			2			

Name	Autor	Bewertungsrelevante aquatische Wuchsform	helophytische Wuchsform	FFH-Art	Rote Liste Welt*	Rote Liste BRD	Neopyht	häufige Synonyme	Erläuterungen
Sparganium emersum	REHMANN	N	Hel						
Sparganium erectum	L. em. RCHB.	N	Hel						
Sparganium erectum ssp. erectum	L. em. RCHB.	N	Hel						
Sparganium erectum ssp. microcarpum	(L. M. NEUMAN) DOMIN	N	Hel						
Sparganium erectum ssp. neglectum	(BEEBY) K. RICHT.	N	Hel						
Sparganium erectum ssp. oocarpum	(?ELAK) DOMIN	N	Hel						
Sparganium natans	L.	N	Hel			2			
Sparganium x diversifolium	GRAEBN.	N	Hel						Sparganium angustifolium x S. emersum
Sphagnum contortum	SCHULTZ	Bry	Hel	x					
Sphagnum cuspidatum	HOFFM. em. WARNST.	Bry	Hel	x		3			
Sphagnum denticulatum	BRID.	Bry	Hel	x					
Sphagnum fallax	(H. KLINGGR.) H. KLINGGR.	Bry	Hel	x		V			
Sphagnum inundatum	RUSSOW	Bry	Hel	x		V			
Sphagnum majus	(RUSSOW) C. E. O. JENSEN	Bry	Hel	x		2			
Sphagnum obtusum	WARNST.	Bry	Hel	x		2			
Sphagnum platyphyllum .	(BRAITHW.) SULL. ex WARNST.	Bry	Hel	x		2			
Sphagnum subsecundum	NEES	Bry	Hel	x		3			
Spirodela polyrhiza	(L.) SCHLEID.	L	Hel						
Straminergon stramineum	(BRID.) HEDENÄS	Bry	Hel			V		Calliargon stramineum	
Stratiotes aloides	L.	S				3			
Subularia aquatica	L.	I				0			
Thamnobryum alopecurum	(HEDW.) NIEUWL. ex GAN-GULEE	Bry	Hel			V			
Tolypella glomerata	(DESV. in LOISEL.) LEONH.	Ca				1			
Tolypella intricata	(TRENTEP. ex ROTH) LEONH.	Ca				1			
Tolypella nidifica	(O. MÜLL.) A. BRAUN	Ca				1			
Tolypella prolifera	(ZIZ ex A. BRAUN) LEONH.	Ca				1			
Tortula latifolia	BRUCH ex HARTM.	Bry	Hel			V			
Trapa natans	L.	B				2			
Trichocolea tomentella	(EHRH.) DUMORT.	Bry	Hel						
Tritomaria polita	(NEES) JÖRG.	Bry	Hel						
Utricularia australis	R. BR.	C				3			
Utricularia breinii	HEER	C				1			
Utricularia intermedia	HAYNE	C				2			
Utricularia minor	L.	C				2-			
Utricularia ochroleuca	R. W. HARTM.	C				2			
Utricularia stygia	G. THOR	C				2			
Utricularia vulgaris	L.	C				3			

Name	Autor	Bewertungsrelevante aquatische Wuchsform	helophytische Wuchsform	FFH-Art	Rote Liste Welt*	Rote Liste BRD	Neopyht	häufige Synonyme	Erläuterungen
Vallisneria spiralis	L.	V					e		
Veronica anagallis-aquatica	L.	Herb	Hel						
Veronica anagalloides	GUSS.	Herb	Hel						
Veronica beccabunga	L.	Herb	Hel						
Veronica catenata	PENNELL	Herb	Hel						
Veronica scutellata	L.	Herb	Hel						
Warnstorfia exannulata	(SCHIMP.) LOESKE	Bry	Hel			V		Drepanocladus exannulatus	
Warnstorfia fluitans	(HEDW.) LOESKE	Bry	Hel			V		Drepanocladus fluitans	
Warnstorfia pseudostramineus	(MÜLL. Hal.) TUOM. & T. J. KOP.	Bry	Hel			3		Drepanocladus pseudostraminea	
Warnstorfia sarmentosa	(WAHLENB.) HEDENÄS	Bry	Hel			2		Calliergon sarmentosum	
Wolffia arrhiza	(L.) HORKEL ex WIMM.	L				2			
Zannichellia palustris	L.	Ppot							
Zannichellia palustris ssp. major	(HARTM.) OOSTSTR. & REICHG.	Ppot							
Zannichellia palustris ssp. palustris	L.	Ppot							
Zannichellia palustris ssp. pedicellata	(WAHLENB. & ROSÉN) AR-CANG.	Ppot							
Zostera marina	L.	Ppot				3			
Zostera noltii	HORNEM.	Ppot				3			

Landesamt für Natur, Umwelt und
Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de